点金训练

教师用书

生物学

必修1
分子与细胞

配人教版

《点金训练》编写组　编

四川教育出版社

CONTENTS

目录

第 1 章　走近细胞

○单元概览 …… 1

○探究构建　第 1 节　细胞是生命活动的基本单位 …… 2

第 2 节　细胞的多样性和统一性 …… 8

○迁移应用　活动　深度理解原核细胞与真核细胞的本质区别 …… 14

○重构拓展 …… 15

第 2 章　组成细胞的分子

○单元概览 …… 16

○探究构建　第 1 节　细胞中的元素和化合物 …… 17

第 2 节　细胞中的无机物 …… 23

第 3 节　细胞中的糖类和脂质 …… 28

第 4 节　蛋白质是生命活动的主要承担者 …… 34

专项提升课　与蛋白质的合成和水解过程相关的计算 …… 40

第 5 节　核酸是遗传信息的携带者 …… 42

○迁移应用　活动　种子形成和萌发过程中的物质变化 …… 48

○重构拓展 …… 49

第 3 章　细胞的基本结构

○单元概览 …… 57

○探究构建　第 1 节　细胞膜的结构和功能 …… 58

第 2 节　细胞器之间的分工合作 …… 64

第 1 课时　细胞器之间的分工与观察叶绿体和细胞质的流动 … 64

第 2 课时　细胞器之间的协调配合及生物膜系统 …… 69

专项提升课　蛋白质的合成、加工与运输 …… 75

第 3 节　细胞核的结构和功能 …… 77

○迁移应用　活动　深度理解各种细胞器的功能及细胞器之间的协调配合 … 83

○重构拓展 …… 84

第 4 章　细胞的物质输入和输出

○单元概览 …… 92
○探究构建　第 1 节　被动运输 …… 93
第 1 课时　水进出细胞的原理 …… 93
第 2 课时　探究植物细胞的吸水和失水与被动运输 …… 99
第 2 节　主动运输与胞吞、胞吐 …… 105
○迁移应用　活动一　运用渗透作用原理，理解水分子进出细胞的方式以及水的净化、透析等实例 …… 111
活动二　比较自由扩散、协助扩散、主动运输条件、特点的不同，判断物质进出细胞的方式 …… 111
○重构拓展 …… 113

第 5 章　细胞的能量供应和利用

○单元概览 …… 122
○探究构建　第 1 节　降低化学反应活化能的酶 …… 123
第 1 课时　酶的作用和本质 …… 123
第 2 课时　酶的特性 …… 128
专项提升课　与酶有关的曲线分析 …… 133
第 2 节　细胞的能量“货币”ATP …… 134
第 3 节　细胞呼吸的原理和应用 …… 139
第 1 课时　细胞呼吸的方式及有氧呼吸 …… 139
第 2 课时　无氧呼吸、细胞呼吸原理的应用 …… 145
第 4 节　光合作用与能量转化 …… 150
第 1 课时　捕获光能的色素和结构 …… 150
第 2 课时　光合作用的原理 …… 155
第 3 课时　光合作用的影响因素及应用 …… 161
专项提升课　光合作用和细胞呼吸的综合应用 …… 168
专项提升课　光合作用的特殊代谢途径 …… 171
○迁移应用　活动一　结合酶的特性，理解光合作用过程 …… 173
活动二　利用光合作用原理，实现生产方式的转变，为实现碳达峰和碳中和提供新的思路 …… 174
○重构拓展 …… 175

第 6 章　细胞的生命历程

○**单元概览**…… 185

○**探究构建**　第 1 节　细胞的增殖…… 186

第 1 课时　细胞周期和高等植物细胞的有丝分裂…… 186

第 2 课时　动物细胞的有丝分裂与观察根尖分生区组织细胞的有丝分裂…… 193

专项提升课　有丝分裂过程中相关图像和曲线分析…… 198

第 2 节　细胞的分化…… 200

第 3 节　细胞的衰老和死亡…… 205

○**迁移应用**　活动　细胞周期的同步化…… 212

○**重构拓展**…… 213

第1章 走近细胞

单元概览

核心概念

概念1　细胞是生物体结构与生命活动的基本单位

1.3 各种细胞具有相似的基本结构，但在形态与功能上有所差异

1.3.1 说明有些生物体只有一个细胞，而有的由很多细胞构成，这些细胞形态和功能多样，但都具有相似的基本结构

1.3.2 描述原核细胞与真核细胞的最大区别是原核细胞没有由核膜包被的细胞核

单元任务

2015年，屠呦呦因在应用青蒿素治疗疟疾中的突出贡献，而获得诺贝尔生理学或医学奖。随着青蒿素的广泛使用全球各个地区都陆续出现了抗药性问题。屠呦呦及其团队历经多年攻坚，在抗疟机理研究、抗药性成因等方面又取得新突破。而一些科学家对治疗疟疾又开辟了新途径，利用转基因真菌消灭疟疾的传播者——蚊子，使疟疾无处“藏身”。

真菌能够自然感染许多种昆虫，并通过消耗宿主的组织营养进行生长、繁殖。几十年来，真菌一直被用来控制许多种农作物害虫。但真菌起作用的过程通常较为缓慢，许多被真菌感染的蚊子能够存活很长时间，足以传播疟疾。同时，科学家也很难确保蚊子感染到致命剂量的孢子。如今，研究人员培育了一种能够杀死携带疟疾病毒的蚊子的转基因真菌。在2019年进行的一项研究中，研究人员使用一种名为平沙绿僵菌的真菌后，当地的蚊子数量在45天内减少了99%，使疟疾的传播者得到一定的控制。

○思考与探究

思考 1 蚊子、疟原虫、真菌和细菌等生物结构和功能的基本单位是什么？	**任务** 1 细胞是最基本的生命系统；生物的生命活动离不开细胞；单细胞生物的结构层次；动物和植物的结构层次不同；生物圈的结构层次。
思考 2 细胞是如何被发现的？	**任务** 2 细胞学说的建立历程；细胞学说的内容。
思考 3 如何去观察细胞？	**任务** 3 使用显微镜分别观察大肠杆菌、动物和植物细胞。
思考 4 细菌和真菌在结构上的异同点是什么？	**任务** 4 蓝细菌的结构；真核细胞与原核细胞的异同点。

★★★

探·究·构·建

第1节 细胞是生命活动的基本单位

学习任务目标

1.通过学习细胞学说的内容，初步建立细胞是生命活动基本单位的观点。
2.通过分析细胞学说的建立过程，初步体会归纳法在生物学中的应用。
3.通过对细胞是基本的生命系统的学习，初步建立系统的观点，尝试以系统观认识生命世界。

○ 问题式预习 ○

一、细胞学说及其建立过程

1.细胞学说的建立过程

- 肉眼观察阶段
  - 比利时解剖学家维萨里发表《人体构造》，揭示了人体在器官水平的结构
  - 比夏经过对器官的解剖观察，指出器官由低一层次的结构——组织构成
- 显微观察阶段
  - 罗伯特·胡克用显微镜观察植物的木栓组织，发现并命名了细胞
  - 列文虎克观察到不同形态的细菌、红细胞和精子等
  - 马尔比基用显微镜广泛观察了动植物的微细结构，如细胞壁和细胞质
- 理论归纳阶段
  - 德国植物学家施莱登观察各种植物组织，提出细胞是植物体的基本单位，新细胞从老细胞中产生
  - 德国动物学家施旺观察动物，提出动物体也是由细胞构成的，一切动物的个体发育过程，都是从受精卵开始的
- 在修正中前进 → 德国的魏尔肖对细胞学说进行补充："细胞通过分裂产生新细胞"

2.细胞学说的主要内容

- 建立者：主要是施莱登和施旺
- 核心内容：
  - 细胞是一个有机体，一切动植物都由细胞发育而来，并由细胞和细胞产物所构成；
  - 细胞是一个相对独立的单位，既有它自己的生命，又对与其他细胞共同组成的整体生命起作用；
  - 新细胞是由老细胞分裂产生的。

3.细胞学说的意义：揭示了动物和植物的统一性，从而阐明了生物界的统一性。

(1)细胞学说使人们认识到植物和动物有着共同的结构基础。

(2)细胞学说中关于细胞是生命活动基本单位的观点，使生物学的研究进入细胞水平，并为后来进入分子水平打下基础。

(3)细胞学说中细胞分裂产生新细胞的结论，不仅解释了个体发育，也为后来生物进化论的确立埋下了伏笔。

二、细胞是基本的生命系统

1.生命活动与细胞的关系

- 生物
  - 病毒：无细胞结构，必须寄生在活细胞中才能生活
  - 单细胞生物：依靠单个细胞独立完成各种生命活动
  - 多细胞生物：依赖各种分化的细胞共同完成一系列复杂的生命活动

2.多细胞生物生命活动的基础（连线）

生命活动	基础
①生物与环境间的物质和能量交换	a.细胞内基因的传递与变化
②生长发育	b.细胞代谢
③遗传与变异	c.细胞增殖、分化

答案：①—b ②—c ③—a

3.生命系统的结构层次

生命系统的结构层次：①（细胞）→ 组织 → 器官 → ②（系统）→ 个体 → 种群 → 群落 → ③（生态系统）→ 生物圈

①生命活动的基本单位

(1)写出图中数字表示的结构层次的名称

①细胞，②系统，③生态系统。

(2)地球上最基本的生命系统是细胞，各层次生命系统的形成、维持和运转都是以细胞为基础的。

(3)地球上最大的生命系统是生物圈。

(4)种群、群落和生态系统

①种群和群落：在一定的空间范围内，同种生物的所有个体形成的一个整体是种群，不同种群相互作用形成的更大整体是群落。

②生态系统：在一定的空间范围内，群落与无机环境相互作用形成的一个整体。

◇思考

[教材 P8“拓展应用”]病毒没有细胞结构，为什么说生命活动离不开细胞？

提示：病毒不能独立进行生命活动，所有病毒必须寄生在活细胞中才能代谢和繁殖。

○ 任务型课堂 ○

任务一 细胞学说及其建立过程

【探究总结】

细胞学说的两个“统一”和三个易错点

(1)两个“统一”

两个“统一”
- ①统一了“动植物”（均由细胞发育而来，并由细胞和细胞产物构成）
- ②统一了“细胞”（细胞均有自己的生命，又对整体生命起作用；新细胞均来自老细胞）

(2)三个易错点

①一切动植物都是由细胞构成≠一切生物都由细胞构成。生物除了动植物，还包括真菌、原核生物、病毒等。其中病毒没有细胞结构。

②细胞学说并未揭示细胞的多样性。

③细胞学说使得生物学的研究进入细胞水平，并未达到分子水平。

评价活动

1.“细胞学说在修正中前进”的主要体现是　　(　　)

A.推倒了分隔动植物界的屏障

B.细胞是一个相对独立的单位

C.细胞通过分裂产生新细胞

D.病毒也是由细胞所构成的

C　**解析**：细胞学说的创建者施莱登认为新细胞是从老细胞的细胞核中长出来的，或者是在老细胞的细胞质中像结晶那样产生的，后来科学家通过显微镜观察发现，新细胞的形成是细胞分裂的结果，在此基础上，德国的魏尔肖总结出“细胞通过分裂产生新细胞”，这能够体现“细胞学说在修正中前进”。

2.下列对施莱登和施旺提出的细胞学说内容的理解，正确的是　　(　　)

A.一切生物都是由细胞构成的

B.细胞是一个完全独立的单位

C.所有的细胞都只能由细胞分裂而来

D.细胞对与其他细胞共同组成的整体生命起作用

D　**解析**：细胞学说认为一切动植物都是由细胞发育而来的，A 错误；细胞是一个相对独立的单位，既有它自己的生命，又对与其他细胞共同组成的整体生命起作用，B 错误，D 正确；并不是所有的细胞都通过细胞分裂而来，如受精卵细胞由精子和卵细胞结合而来，C 错误。

3.建立于 19 世纪的细胞学说是自然科学史上的一座丰碑，下列相关叙述错误的是　　(　　)

A.细胞是一个有机体，一切生物都是由细胞发育而来的

B.细胞学说揭示了动物和植物的统一性，两者有共同的结构基础

C.细胞学说的建立者主要是两位德国科学家施莱登和施旺

D.细胞是一个相对独立的单位，既有它自己的生命，又对与其他细胞共同构成的整体生命起作用

A　**解析**：细胞是一个有机体，一切动植物都是由细胞发育而来的，A 错误；细胞学说提出动植物都由细胞构成，体现了生物界的统一性，B 正确；细胞学说的建立主要由施莱登和施旺两人在总结前人经验的基础上完成，魏尔肖做了补充，C 正确；细胞是一个相对独立的单位，既有它自己的生命，又对与其他细胞共同构成的整体的生命起作用，D 正确。

任务二 细胞是基本的生命系统

探究活动

结合生命系统结构层次图，分析并回答下列问题：

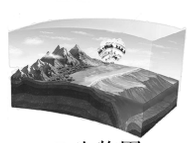
A.心肌细胞

B.血液循环系统

C.心肌(肌肉组织)

D.心脏(器官)

E.大熊猫(个体)


F.生物圈

G.种群、群落和生态系统

(1)请按照由小到大的顺序排列上述生命系统结构层次的序号。

提示：A→C→D→B→E→G→F。

(2)任何一种生物都具有上述各层次吗？

提示：不是。病毒不属于上述任何生命系统结构层次；单细胞生物没有组织、器官和系统层次；植物没有系统层次。

(3)原子、分子、核酸和蛋白质等属于生命系统的哪个结构层次？为什么？

提示：它们都不属于生命系统的任何一个结构层次。因为每一个生命系统结构层次都能独立完成某种特定生命活动，而单独的原子、分子、核酸和蛋白质等不能独立完成生命活动。

(4)为什么细胞是最小的生命系统结构层次？

提示：一方面，生命系统的其他层次都是建立在细胞这一层次的基础之上的，没有细胞就没有组织、器官、系统等层次；另一方面，生物体中的每个细胞都具有相对独立性，某些生物体还是由单细胞构成的。

【探究总结】

1.生命系统结构层次的易错点拨

(1)单细胞生物不具有组织、器官和系统层次。单细胞生物一个细胞既是细胞层次又是个体层次。

(2)生命系统中并非都是生物成分。生命系统的结构层次可含“非生物成分”，如生态系统。

(3)误认为病毒是生命系统的结构层次。病毒没有细胞结构，不属于生命系统的任一结构层次。

2.正确区分种群、群落和生态系统的概念

(1)一定自然区域内同种生物的全部个体称为种群。

(2)一定自然区域内所有的种群组成一个群落。

(3)生态系统是由生物群落和无机环境构成的统一整体。

评价活动

1.下列关于生命系统结构层次的叙述中，正确的是（　　）

A.病毒属于生物，是生命系统基本的结构层次

B.高等动物和高等植物都具有器官和系统这两个结构层次

C.酵母菌属于生命系统结构层次中的细胞层次和个体层次

D.地球上所有的生物构成地球上最大的生命系统

C　**解析**：细胞是地球上最基本的生命系统，病毒没有细胞结构，不属于生命系统的任何一个结构层次，A 错误；高等植物没有系统层次，B 错误；酵母菌是单细胞生物，因此其既属于细胞层次又属于个体层次，C 正确；地球上最大的生命系统是生物圈，生物圈包括地球上的所有生物和无机环境，D 错误。

2.下列有关生命系统的叙述错误的是（　　）

A.“细胞→组织→器官→系统→个体”是每种生物都具有的生命系统结构层次

B.除病毒外，生物体都以细胞作为结构和功能的基本单位

C.在同一区域内，大熊猫、冷箭竹和其他生物共同形成一个群落

D.施莱登和施旺运用不完全归纳法，提出了细胞学说

A　**解析**：并非所有的生物都具有“细胞→组织→器官→系统→个体”生命系统结构层次，比如草履虫是由细胞直接构成的个体，没有组织、器官、系统层次，植物没有系统层次，A 错误；除病毒外，生物体都以细胞作为结构和功能的基本单位，细胞是最基本的生命系统，B 正确；在同一区域内，大熊猫、冷箭竹和其他生物是直接或间接联系的所有生物的集合，共同形成了一个群落，C 正确；施莱登和施旺运用不完全归纳法提出了细胞学说，D 正确。

3.下列关于细胞与生命活动关系的描述中，错误的是（　　）

A.引起埃博拉出血热的病原体埃博拉病毒无细胞结构，其生命活动与细胞无关

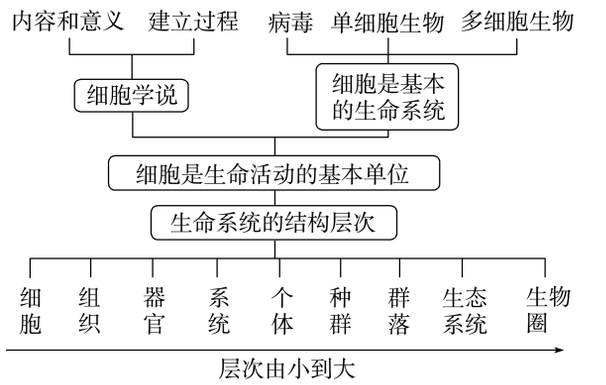
B.变形虫、草履虫等单细胞生物，只靠一个细胞就可以完成摄食、运动、分裂等多种生命活动

C.缩手反射的完成需要多种细胞的密切合作

D.一切生物的生命活动都在细胞内或细胞参与下完成

A　**解析**：病毒没有细胞结构，不能独立生活，不能独立完成生命活动，必须寄生在活细胞中，其生命活动与细胞有关，A 错误。

提质归纳



课后素养评价（一）　细胞是生命活动的基本单位

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

知识点1　细胞学说及其建立过程

1.下列关于细胞学说的论述不正确的是　　（　　）

A.一切动植物都是由细胞发育而来的

B.新细胞由老细胞分裂产生

C.组成生物体的细胞都是相对独立的

D.细胞学说主要揭示了生物界的统一性和细胞的多样性

D　**解析**：细胞学说认为，细胞是一个有机体，一切动植物都由细胞发育而来，并由细胞和细胞产物所构成，A正确；细胞学说提出新细胞由老细胞分裂产生，B正确；细胞学说认为，细胞是一个相对独立的单位，既有它自己的生命，又对与其他细胞共同组成的整体生命起作用，因此组成生物体的细胞都是相对独立的，C正确；细胞学说揭示了细胞的统一性和生物体结构的统一性，没有揭示细胞的多样性，D错误。

2.植物学家施莱登通过对花粉、胚珠和柱头组织的观察，发现这些组织都是由细胞构成的，而且细胞中都有细胞核。在此基础上，他进行了理论概括，提出了植物细胞学说。下面不属于施莱登观点的是　　（　　）

A.植物体都是由细胞构成的，细胞是植物体的基本单位

B.新细胞是从老细胞的细胞核中长出来的

C.细胞通过分裂产生新细胞

D.新细胞从老细胞中产生

C　**解析**：植物学家施莱登采用不完全归纳法总结出植物体都是由细胞构成的，细胞是植物体的基本单位，A不符合题意；施莱登通过对部分植物组织的观察提出新细胞从老细胞中产生，并认为新细胞是从老细胞的细胞核中长出来的，B、D不符合题意；细胞通过分裂产生新细胞，是德国科学家魏尔肖总结出的，C符合题意。

知识点2　细胞是基本的生命系统

3.下列与生命系统有关的叙述中，正确的是（　　）

A.一片江水中的所有鱼和植物构成一个种群

B.一分子蔗糖是系统，也是生命系统的层次

C.江水、阳光、空气等非生物可参与生命系统的组成

D.生态系统包括一定区域内相互间有直接或间接联系的所有生物

C　**解析**：种群是指在一定时间内占据一定空间的同种生物的所有个体，一片江水中的所有鱼不是同一种生物的个体集合，植物与鱼类也属于不同的生物种类，因此它们不属于同一个种群，A错误；蔗糖是分子，属于系统，但不属于生命系统层次，B错误；生态系统组分是指组成生态系统的成分，包括生物部分和非生物部分，非生物部分包括水、阳光、空气等无机环境，因此江水、阳光、空气等非生物可参与生命系统的组成，C正确；生态系统是指一定自然区域内相互间有直接或间接联系的所有生物和无机环境，D错误。

4.下列组合中，依次属于种群、群落和生态系统的一组是　　（　　）

①生活在人大肠内的寄生虫和微生物

②某一池塘中的全部鱼类

③肺炎患者肺部的肺炎链球菌

④一根枯木及枯木上的所有生物

A.①②④　　B.②③④

C.③②①　　D.③①④

D　**解析**：种群是指生活在同一区域内的同种生物个体的总和，③符合；群落是指生活在某一区域内所有生物个体的总和，①符合；群落及其生活的无机环境构成了生态系统，④符合，故选D。

5.七星湖是塞罕坝国家森林公园新开发的重点旅游风景点，水域深，水面广，野生鲫鱼资源丰富。湖内芦苇丛生，每年春秋有大批的白天鹅、遗鸥、鹤等十几种珍稀鸟类来此栖息。请回答下面的问题：

(1)七星湖属于生命系统结构层次中的_____，是由_____和_____相互关联形成的一个统一整体。

(2)在生命系统的结构层次中，七星湖的一条野生鲫鱼属于_____，鲫鱼的心脏属于_____，心肌属于_____。

(3)七星湖内的植物_____(填“能”或“不能”)构成群落这一生命系统层次，原因是_____。

(4)以白天鹅为例，从新陈代谢、生长发育和遗传信息传递等方面，简要说明细胞是多细胞生物最基本的生命系统：_____。

解析：(1)七星湖是一定区域内生物群落和无机环境相互关联形成的一个统一整体，属于生命系统结构层次中的生态系统。(2)一条野生鲫鱼在生命系统的结构层次中属于个体；鲫鱼的心脏是由多种组织构成的能够独立进行一定功能的结构，属于器官；心肌是由细胞有序构成的组织。(3)群落是一定区域内植物、动物和其他生物的总和，七星湖的植物没有包括这一区域的动物和其他生物，所以七星湖内的植物不能构成群落。(4)白天鹅的生命活动离不开细胞，如白天鹅的各种生理活动以细胞代谢为基础，生长发育以细胞增殖、分化为基础，遗传与变异以细胞内基因的传递和变化为基础，细胞是白天鹅生命活动的最基本的生命系统。

答案：(1)生态系统　生物群落　无机环境　(2)个体　器官　组织　(3)不能　群落是一定区域内植物、动物和其他生物的总和，七星湖内的植物没有包括这一区域的动物和其他生物　(4)白天鹅的生命活动离不开细胞，如白天鹅的各种生理活动以细胞代谢为基础，生长发育以细胞增殖、分化为基础，遗传与变异以细胞内基因的传递和变化为基础，细胞是白天鹅生命活动的基本单位

B组 应用·实践

6.细胞学说的建立过程是科学家探究、开拓、继承、修正和发展的过程，充满了耐人寻味的曲折。下列相关说法正确的是　(　　)

A.英国科学家罗伯特·胡克最终建立了细胞学说

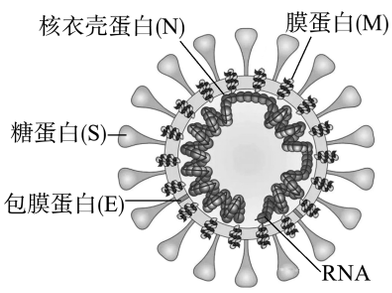
B.德国科学家施莱登和施旺是细胞的发现者和命名者

C.细胞学说揭示了细胞为什么要产生新细胞

D.德国科学家魏尔肖的名言是“所有的细胞都来源于先前存在的细胞”

D　**解析**：细胞学说的建立者主要是德国科学家施莱登和施旺，A错误；细胞的发现者和命名者是英国科学家罗伯特·胡克，B错误；细胞学说没有说明细胞为什么要产生新细胞，C错误；德国科学家魏尔肖总结出“细胞通过分裂产生新细胞”，“所有的细胞都来源于先前存在的细胞”是他的名言，D正确。

7.引起新型冠状病毒感染的病原体是一种冠状病毒，其结构如下图所示。下列有关该病毒的叙述正确的是　(　　)



A.只有在寄主细胞中才能繁殖

B.由细胞构成

C.能独立完成各种生命活动

D.属于生命系统的个体层次

A　**解析**：新型冠状病毒没有细胞结构，不能独立完成生命活动，必须依赖于寄主细胞才能代谢和繁殖，A正确，B、C错误；新型冠状病毒没有细胞结构，不属于生命系统的结构层次，D错误。

8.“野池水满连秋堤，菱花结实蒲叶齐。川口雨晴风复止，蜻蜓上下鱼东西。”以下与此诗相关的描述中，错误的是　(　　)

A.野池中最基本的生命系统是细胞

B.野池中的菱、蒲、鱼等所有生物组成了一个生态系统

C.野池里所有的鱼不是一个种群

D.蜻蜓与菱花具有的生命系统结构层次不完全相同

B　**解析**：细胞是最基本的生命系统，A正确；野池中的菱花、蒲、鱼等所有生物组成了一个群落，B错误；野池里所有的鱼包含不同的品种，不能构成一个种群，C正确；蜻蜓为动物，具有“系统”这一层次，而菱花为植物，不具有“系统”这一层次，D正确。

9.下列有关“生命活动离不开细胞”的实例及结论的分析，错误的是（　　）

A.观察草履虫的运动和分裂→单个细胞就能完成相应的生命活动

B.人的生殖和发育→多细胞生物的生命活动是从一个细胞开始的，其生长和发育建立在细胞分裂和分化的基础上

C.缩手反射→反射等神经活动需要多种细胞的参与

D.可用营养成分齐全的培养基培养艾滋病病毒

D　**解析**：草履虫是单细胞原生动物，草履虫的运动和分裂以细胞结构为基础，说明单细胞生物利用单个细胞就能完成相应的生命活动，A正确；人是多细胞动物，生命活动是从一个受精卵细胞开始的，生长和发育也是建立在细胞的分裂和分化基础上的，B正确；缩手反射需要多种细胞密切配合才能完成，说明多细胞生物的生命活动需要多种细胞的参与，C正确；艾滋病病毒没有细胞结构，必须寄生在活细胞内才能生活，在营养成分齐全的培养基上无法培养，D错误。

10.某同学在归纳细菌、松树和松鼠的生命系统的结构层次时，列出了下表。仔细阅读表格，回答下列问题：

生物	细菌	松树	松鼠
细胞	√	√	√
组织	√	√	√
器官	×	√	√
系统	×	×	√
个体	√	√	√
种群	√	√	√
群落			
生态系统			
生物圈			

注：表中“√”表示具有，“×”表示不具有。

(1)表中有一处“√”归纳得不正确，请指出并说明理由：_____

_____

_____。

(2)松树为什么没有系统这一层次？

_____

_____。

(3)三种生物都具有细胞层次，说明了细胞是_____

_____。

(4)表中生命系统中包含非生物成分的是_____

_____。

解析：(1)细菌属于单细胞生物，一个细胞就是一个个体，因此细菌没有组织、器官和系统三个层次，而表中“细菌”一列归纳有组织，显然归纳错误。(2)松树属于植物，其个体是由器官直接构成的，因此松树没有系统层次。(3)三种生物都具有细胞层次，且细胞是最小的层次，说明细胞是生物体结构和功能的基本单位。(4)生态系统和生物圈都包括生物成分和非生物成分。

答案：(1)“细菌”一列中的“组织”归纳得不正确，因为细菌是单细胞生物，没有组织层次　(2)植物体是由器官直接构成的，因此没有系统层次　(3)生物体结构与功能的基本单位　(4)生态系统和生物圈

第 2 节　细胞的多样性和统一性

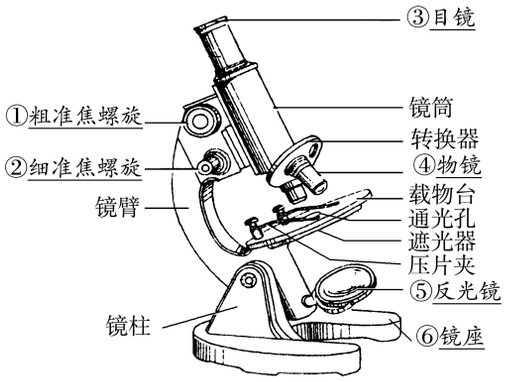
学习任务目标

1.通过观察细胞，掌握高倍显微镜的使用技能。
2.通过显微镜观察，认识到细胞的多样性和统一性，进而认识到生物界的多样性和统一性。
3.通过观察细胞，寻找到原核细胞与真核细胞的区别与联系，尝试从进化的角度认识生命世界。

○ 问题式预习 ○

一、使用高倍显微镜观察几种细胞

1.认识显微镜



显微镜
- 光学结构
  - 镜头
    - 目镜：放大物像
    - 物镜：放大物像
  - 反光镜
    - ⑦平面镜：光线较强时使用
    - ⑧凹面镜：光线较弱时使用
- 机械结构
  - 准焦螺旋：使镜筒上升或下降
  - 转换器：转换物镜
  - 遮光器：调节视野亮度

2.显微镜的使用方法

显微镜的使用方法
- 低倍镜观察：取镜→安放→对光→压片→调焦→低倍镜观察
- 高倍镜观察
  - 找→在低倍镜下找到目标
  - 移→移动装片，使目标位于视野中央
  - 转→转动转换器，换上高倍物镜
  - 调→调节光圈和反光镜，使视野亮度适宜；调节细准焦螺旋，使物像清晰

◇思考

[教材 P9“探究·实践”]某同学用显微镜观察人口腔上皮细胞装片时，发现视野太亮，看不到物像，观察效果不太理想。应如何解决？

提示：缩小光圈或调节反光镜，降低视野的亮度。

二、原核细胞和真核细胞

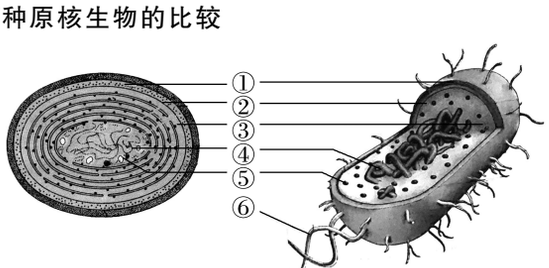
1.分类依据：细胞内有无以核膜为界限的细胞核。

2.常见的原核生物与真核生物

生物	类型	生物
①蓝细菌	A.原核生物	⑤大肠杆菌
②绿藻		⑥颤蓝细菌
③根瘤菌	B.真核生物	⑦支原体
④酵母菌		⑧青霉菌

答案：①③⑤⑥⑦—A　②④⑧—B

3.两种原核生物的比较



甲　　乙

(1)名称：甲为蓝细菌，乙为大肠杆菌。
(2)结构：①为细胞壁、②为细胞膜、③为细胞质、④为拟核、⑤为核糖体、⑥为鞭毛。
(3)生活方式：甲生物细胞中因含有藻蓝素和叶绿素，能进行光合作用，为自养生物；乙生物多数种类营腐生或寄生生活，为异养生物。

◇思考

[教材 P12“拓展应用”]支原体与细菌在结构上的主要区别是什么？

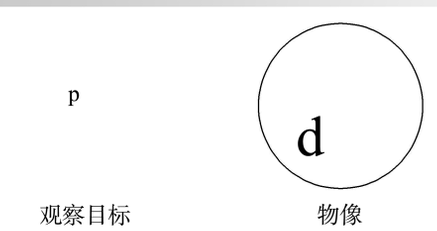
提示：支原体无细胞壁，细菌有细胞壁。

○ 任务型课堂 ○

任务一 > 高倍显微镜的使用

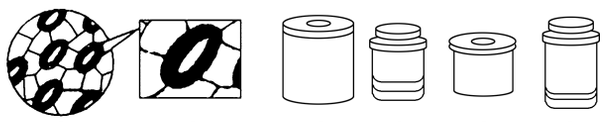
探究活动

1.下图中左边是要观察的目标，右边是显微镜视野中看到的物像，请总结显微镜的成像特点。欲将物像移到视野中央，应该怎样移动装片？



提示：显微镜下所成的像是倒立、放大的虚像。倒立是指上下、左右均颠倒，相当于将观察物水平旋转180度。要将物像移到视野中央，应向左下方移动装片。

2.下图①②分别是在低倍镜和高倍镜下观察到的细胞，③④⑤⑥分别是放大倍数不同的目镜或物镜。回答问题：



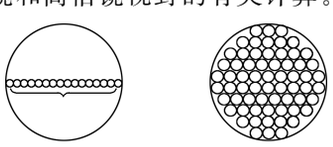
(1)若要将物像从图①调节为图②，应该如何操作？

提示：移动标本→转动转换器→调节光圈→转动细准焦螺旋。

(2)图示③～⑥中，③比⑤的放大倍数小(填“大”或“小”)；放大倍数最高的镜头组合是⑤⑥，与装片距离最近的镜头是⑥，使用③④组合时视野亮度最亮。

(3)将物像从图①调节为图②的过程中，应先把装片向右(填“左”或“右”)移动。若要将高倍镜下的视野调亮，应该换用大光圈和凹面镜。

3.低倍镜和高倍镜视野的有关计算。



(1)某目镜标注放大倍数为“5×”，这里代表的含义是什么？在观察洋葱鳞片叶表皮时，某同学使用的是放大倍数为10倍的目镜和放大倍数为40倍的物镜，实际上把洋葱鳞片叶表皮细胞的面积放大了多少倍？

提示：目镜标注的放大倍数为“5×”的意思是将观察对象的长和宽分别放大5倍，即在横向和纵向上各放大5倍。显微镜的放大倍数是目镜放大倍数和物镜放大倍数的乘积，所以视野中的长和宽都放大了10×40＝400倍，则洋葱鳞片叶表皮细胞的面积放大了400×400＝160 000倍。

(2)若在目镜10×、物镜10×的低倍镜视野中看到呈一行排布的16个完整的细胞(如图1)，将物镜换成40×的高倍镜之后，视野中能看到几个完整的细胞？

提示：4个。

(3)若在目镜10×、物镜10×的低倍镜视野中看到64个细胞充满视野(如图2)，将物镜换成40×的高倍镜之后，视野中能看到几个完整的细胞？

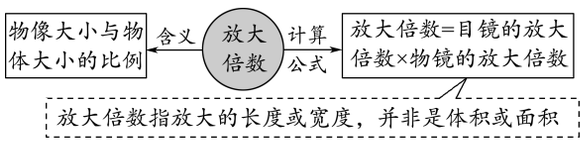
提示：4个。

【探究总结】

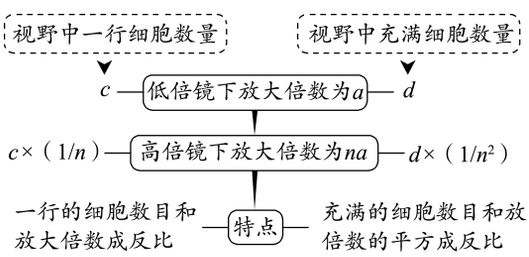
1.比较低倍镜和高倍镜

项目	放大倍数低	放大倍数高
目镜长度	长	短
物镜长度	短	长
物镜与玻片的距离	远	近
细胞数目	多	少
细胞大小	小	大
视野范围	大	小
视野亮度	亮	暗

2.显微镜的放大倍数



3.放大倍数的变化与视野范围内细胞数量变化的规律



评价活动

1.现有显微镜的三组镜头，A组：目镜5×，物镜10×；B组：目镜10×，物镜10×；C组：目镜10×，物镜40×。利用这三组镜头观察同一洋葱鳞片叶外表皮的载玻片时，所用通光孔、反光镜和外界光源亮度等均一致。下列相关叙述正确的是　　(　　)

A.三组镜头组合中，看到的视野最暗的是A组

B.将B组镜头转换成C组，需要转动两种准焦螺旋

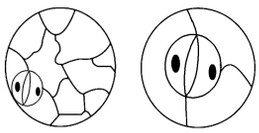
C.三组镜头组合中，物镜镜头离玻片最近的是C组

D.将B组镜头转换成C组，可以看到细胞内有叶绿体

C　**解析**：放大倍数最大的镜头组合下观察到的视野最暗，所以题干中的C组镜头组合下看到的视野最暗，A错误；将B组镜头转换为C组，即低倍镜换到高倍镜后，只能转动细准焦螺旋，B错误；放大倍数越大的物镜越长，所以物镜镜头离玻片最近的是C组，C正确；洋葱鳞片叶外表皮细胞内没有叶绿体，D错误。

2.下面是用显微镜观察时的几个操作步骤，要把显微镜视野下的标本从图中的A转为B，其正确的操作步骤是　　(　　)

①向右上方移动载玻片　②调节反光镜使视野明


A　　B

亮　③转动转换器　④调节细准焦螺旋　⑤调节粗准焦螺旋　⑥向左下方移动载玻片

A.①③②④　　B.②③④⑥

C.⑥③②④　　D.⑥③⑤④

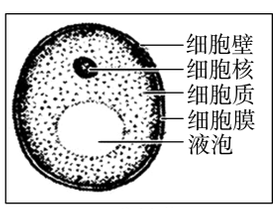
C　**解析**：首先将在低倍镜下观察到的气孔移到视野的中央，因气孔位于视野左下方，故应向左下方移动载玻片；然后转动转换器，移走低倍物镜，换上高倍物镜；换上高倍物镜后视野会变暗，此时可以调节光圈或反光镜使视野明亮；最后微调细准焦螺旋，使目标清晰，即正确的操作步骤是⑥③②④，C正确，A、B、D错误。

任务二 原核细胞和真核细胞

探究活动

结核杆菌可以导致人患肺结核，酵母菌可以用于酿酒、食品加工。请思考回答以下问题：

结核杆菌



酵母菌

（1）结核杆菌和酵母菌的名称中都带有“菌”，它们是否是一类生物？

提示：不是。结核杆菌属于原核生物，酵母菌属于真核生物。

（2）结核杆菌和酵母菌在结构上的主要区别是什么？

提示：结核杆菌无以核膜为界限的细胞核。

（3）图中的这两种生物有哪些共同的结构？这体现了什么？

提示：共同的结构有细胞壁、细胞膜、细胞质和核糖体，且都以DNA作为遗传物质。体现了原核细胞和真核细胞的统一性。

【探究总结】

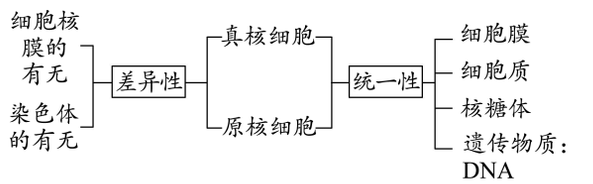
1.原核细胞与真核细胞的比较

比较项目	原核细胞	真核细胞
本质区别	无以核膜为界限的细胞核	有以核膜为界限的真正的细胞核
大小	较小	较大
细胞壁	一般都有	植物细胞、真菌细胞有，动物细胞无

续表

比较项目	原核细胞	真核细胞
细胞质	有核糖体，无其他细胞器	有核糖体、叶绿体、线粒体等细胞器
细胞核	无细胞核，有拟核，无核膜，无染色体	无细胞核，有核膜，有染色体
实例	细菌、蓝细菌等	动植物细胞、真菌等

2.细胞结构统一性和差异性的图解



评价活动

1.鲁迅的小说《药》中提及的“痨病”是由结核杆菌侵入肺部引起的一种传染病。下列物质和结构中，结核杆菌具有的是　　（　　）

①细胞壁　②细胞核　③染色体　④DNA　⑤细胞质　⑥核糖体　⑦细胞膜

A.①④⑤⑥⑦

B.①②③④⑤⑥⑦

C.①②③⑥⑦

D.①②⑤⑦

A　**解析**：结核杆菌是一种细菌，属于原核生物，细胞内有细胞壁、细胞膜、细胞质、核糖体、DNA等，但不含有细胞核和染色体，A正确。

2.蓝细菌和黑藻均能进行光合作用，但二者的细胞结构有所不同。下列有关蓝细菌和黑藻叶肉细胞的叙述错误的是　　（　　）

A.都以DNA作为遗传物质

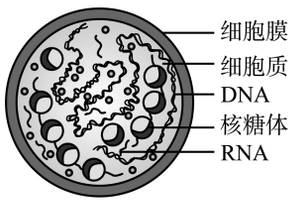
B.都有细胞壁、细胞膜和细胞质

C.都有染色体，但蓝细菌没有核膜

D.都有捕获光能的色素，都能进行光合作用

C　**解析**：蓝细菌和黑藻叶肉细胞都有细胞结构，遗传物质都是DNA，A正确；蓝细菌是原核细胞，黑藻叶肉细胞是真核细胞，二者都有细胞壁、细胞膜和细胞质，B正确；原核生物蓝细菌没有染色体，C错误；二者都有捕获光能的色素，都能进行光合作用，D正确。

3.肺炎可能是由细菌或支原体感染引起的，青霉素因能干扰细胞壁的合成而对细菌型肺炎有较好的疗效，但对于支原体引起的肺炎却没有疗效。下图是支原体结构模式图，下列关于肺炎支原体的叙述不正确的是　　（　　）



A.肺炎支原体的遗传物质为 RNA

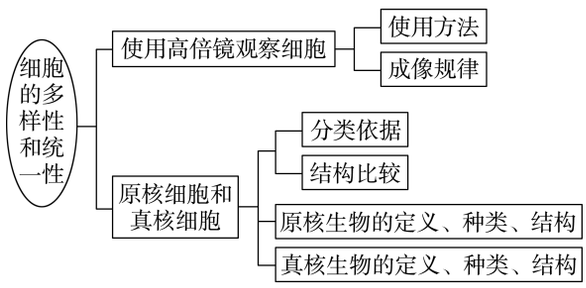
B.肺炎支原体能在人工培养基中繁殖

C.肺炎支原体是无细胞核的原核生物

D.青霉素对支原体肺炎无效的原因是支原体无细胞壁

A　**解析**：肺炎支原体为原核生物，遗传物质为 DNA，A 错误；肺炎支原体为原核生物，能在人工培养基中繁殖，B 正确；肺炎支原体为原核生物，无以核膜为界限的细胞核，C 正确；青霉素可通过干扰细胞壁的合成对细菌型肺炎有较好的疗效，但支原体无细胞壁，所以青霉素对支原体无效，D 正确。

提质归纳



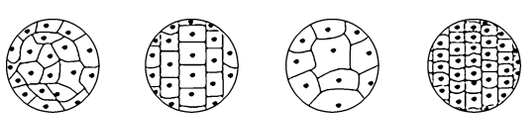
课后素养评价（二）　细胞的多样性和统一性

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

知识点 1　用高倍显微镜观察细胞

1. 下图是使用显微镜的 10× 目镜，连续观察同一装片得到的四个清晰物像。下列有关该实验的叙述正确的是（　　）



A.换用高倍镜后，先调节粗准焦螺旋再调节细准焦螺旋，物像才能清晰

B.上述 4 个物像中，物镜离装片距离最远的是④

C.若物镜的放大倍数为 10×，则物像的面积放大了 400 倍

D.若显微镜的视野中有暗有明，则可能是反光镜上有污物造成的

B　**解析**：换用高倍物镜后，不能调节粗准焦螺旋，A 错误；据题图分析可知，放大倍数最大的是③、最小的是④，看到清晰物像时，物镜离装片距离最远，说明该物镜的放大倍数最小，应该是④，B 正确；若选用目镜 10× 和物镜 10× 组合观察，则物像的长和宽都放大了 10×10＝100 倍，物像的面积放大了 100×100＝10 000 倍，C 错误；若视野中有暗有明，则可能是装片上的物体厚度不均匀造成的，D 错误。

2. 用普通光学显微镜观察切片，当用低倍物镜看清楚后，转换成高倍物镜却看不到或看不清原来观察到的目标。原因不可能是（　　）

A.低倍镜下目标没有移到视野中央

B.放大倍数变小，看不清目标

C.低倍物镜和高倍物镜的焦点不在同一平面

D.切片放反，盖玻片在下面

B　**解析**：如果用低倍物镜看清楚后，没有将目标移到视野中央，换用高倍物镜后可能观察不到目标，A 正确；转换为高倍物镜后，目标放大倍数变大，B 错误；从低倍物镜转换成高倍物镜时，如果高倍物镜焦点与低倍物镜焦点平面不重合，就不能看到低倍物镜下所看到的目标，C 正确；如果将切片放反，载玻片在上，盖玻片在下，低倍物镜与切片间距离大，尚可看到目标，而高倍物镜与切片间距离小，当切片放反时，看不到目标，甚至可能会因物镜碰撞切片而损坏镜头，D 正确。

知识点 2　真核细胞与原核细胞

3. 冬春时节，呼吸道疾病进入高发期，多种呼吸道疾病可能交织叠加。其中，儿童肺炎支原体感染广受关注。肺炎支原体是常见的呼吸道感染病原体之一，其大小介于细菌和病毒之间。下列说法错误的是（　　）

A.肺炎支原体和细菌都以 DNA 作为遗传物质

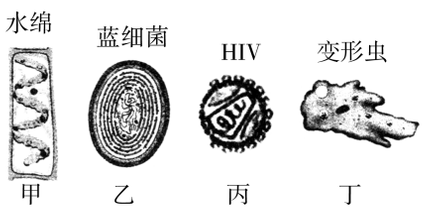
B.支原体和动物细胞共有的细胞器只有核糖体

C.支原体、细菌和真菌的不同体现了细胞的多样性

D.细胞学说的建立过程运用了完全归纳法

D **解析**：细胞生物都以 DNA 为遗传物质，A 正确；原核生物和真核生物共有的细胞器只有核糖体，B 正确；支原体、细菌和真菌的不同，体现了细胞的多样性，C 正确；细胞学说的建立过程运用了不完全归纳法，D 错误。

4. 下列有关下图所示四种不同生物的叙述中，正确的是（　　）



A.甲和乙的主要区别是乙具有细胞壁

B.丙和丁的主要区别在于丙具有拟核

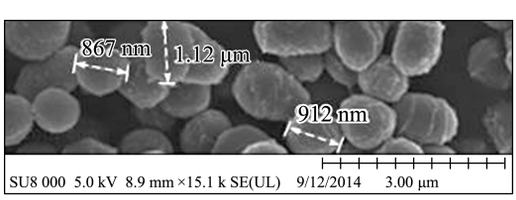
C.甲和丙的主要区别是甲具有细胞结构

D.乙和丁的主要区别在于丁没有核膜

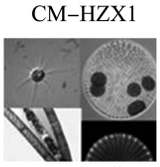
C **解析**：水绵和蓝细菌都具有细胞壁，A 错误；HIV 与变形虫相比，主要区别在于 HIV 没有细胞结构，B 错误；水绵与 HIV 相比，水绵具有细胞结构，C 正确；蓝细菌与变形虫相比，蓝细菌没有核膜，而变形虫具有核膜，D 错误。

B组 应用·实践

5. 下图是细菌 CM-HZX1 和几种蓝细菌的显微观察图像，蓝细菌细胞的直径一般在 10 μm 左右。下列说法正确的是（　　）



CM-HZX1



蓝细菌

A.CM-HZX1 菌株细胞大于蓝细菌

B.图中细胞都没有染色体和 DNA，但都有细胞壁

C.蓝细菌含有叶绿体，能进行光合作用

D.池塘水华的发生与蓝细菌大量繁殖有关

D **解析**：根据题图中数据可知，CM-HZX1 菌株细胞直径在 1 μm 左右，小于蓝细菌（细胞的直径一般在 10 μm 左右），A 错误；图中细胞都是原核细胞，因此都没有染色体，但都有 DNA 和细胞壁，B 错误；蓝细菌属于原核生物，其细胞中不含叶绿体，C 错误；池塘水华的发生与水体富营养化导致的蓝细菌大量繁殖有关，D 正确。

6. 据报道，科学家发现了一种通体绿色的海蛞蝓，这种奇怪的生物是已知唯一能够产生叶绿素的动物。科学家认为，这种神秘的海洋动物可能是通过进食藻类“窃取”到这一能力的。由于具有动植物双重基因，它能够进行光合作用。下列叙述错误的是（　　）

A.海蛞蝓含有叶绿素

B.构成海蛞蝓的细胞为真核细胞

C.这种海蛞蝓具有进行光合作用的叶绿体

D.海蛞蝓的细胞与绿藻的细胞结构不同

C **解析**：据题意可知，海蛞蝓含有叶绿素，A 正确；海蛞蝓属于动物，为真核生物，没有叶绿体，但含有叶绿素，B 正确，C 错误；海蛞蝓的细胞没有细胞壁，与绿藻的细胞结构不同，D 正确。

7.（2023·海南卷）衣藻和大肠杆菌都是单细胞生物。下列有关二者的叙述，正确的是（　　）

A.都属于原核生物

B.都以 DNA 作为遗传物质

C.都具有叶绿体，都能进行光合作用

D.都具有线粒体，都能进行呼吸作用

B **解析**：衣藻为单细胞真核生物，A 错误；大肠杆菌属于原核生物，原核生物和真核生物的遗传物质都是 DNA，B 正确；衣藻具有叶绿体，能进行光合作用，大肠杆菌没有叶绿体，不能进行光合作用，C 错误；大肠杆菌属于原核生物，无线粒体，D 错误。

8. 普通细菌细胞壁的主要成分是肽聚糖，青霉素可通过抑制肽聚糖的合成来抑制细菌细胞壁的形成。发现于极端特殊环境的某些耐热细菌对青霉素不敏感，且能抑制普通细菌核糖体功能的红霉素对这些耐热细菌也不起作用（不考虑温度对抗生素的影响）。下列有关叙述正确的是（　　）

A.普通细菌与耐热细菌都只有核糖体这一种细胞器

B.耐热细菌的细胞壁的成分与普通细菌的相同

C.耐热细菌的核糖体与普通细菌的核糖体相同

D.耐热细菌的拟核与普通细菌的拟核没有差异

A **解析**：普通细菌与耐热细菌都是细菌，是原核生

物，原核生物只有核糖体这一种细胞器，A 正确；极端特殊环境的某些耐热细菌对青霉素不敏感，青霉素可通过抑制肽聚糖的合成抑制细菌细胞壁的形成，说明耐热细菌的细胞壁可能不是由肽聚糖组成的，B 错误；能抑制普通细菌核糖体功能的红霉素对耐热细菌也不起作用，说明耐热细菌的核糖体与普通细菌的核糖体有差异，C 错误；拟核是原核生物遗传物质的主要存在场所，结合 B、C 项可知，耐热细菌和普通细菌的细胞壁和核糖体都有差异，故推断耐热细菌的拟核与普通细菌的拟核可能也存在差异，D 错误。

9. 光学显微镜是中学生最常用的实验仪器，下图中 7 mm、0.5 mm 表示观察清楚时镜头与观察物之间的距离。请回答下列问题：

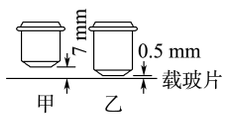


图1

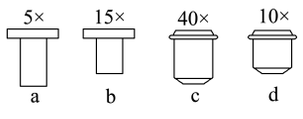


图2

(1)图 1 表示显微镜的_____镜。

(2)图 2 表示光学显微镜的一组镜头，目镜标有 5× 和 15× 字样，物镜标有 10× 和 40× 字样。

①显微镜目镜为 15×、物镜为 10× 时，视野被相连的 96 个分生组织细胞所充满，若物镜转换为 40×，则视野中可观察到的细胞数为_____个。

②在观察中，c 与 d 的显微视野中比较明亮的是_____。

③若在低倍镜下发现有一异物，当移动装片时，异物不动，转换高倍镜后，异物仍可观察到，此异物可能存在于_____。

A.物镜上　　B.目镜上

C.装片上　　D.反光镜上

(3)用显微镜观察标本时，一位同学在观察酵母菌细胞时发现视野右上方有一中间亮的黑边圆圈，于是想将它移到视野中央仔细观察，请根据以上叙述回答：

①中间亮的黑边圆圈是_____。

②换高倍镜观察前，要将黑边圆圈移动到视野中央，应将标本向_____移动，这样做的理由是_____。

解析：(1) 图 1 有螺纹，表示显微镜的物镜。(2)①物镜转换为 40× 后，则物体的长度和宽度在原来的基础上各放大 4 倍，因此视野中可观察到的细胞数为 96÷4÷4＝6 个。②放大倍数越大，视野越暗，因此 c 与 d 的显微视野中比较明亮的是 d。③移动装片时，异物不动，转换高倍镜后，异物仍可观察到，说明异物存在于目镜上。(3)①用显微镜观察标本时，视野中的黑边圆圈是制作装片时产生的气泡。②由于显微镜下观察到的是倒像，而气泡位于视野右上方，所以要将气泡移到视野的中央应向右上方移动标本。

答案：(1)物

(2)①6　②d　③B

(3)①气泡　②右上方　用显微镜观察到的是倒像

★★★

迁·移·应·用

学习目标

结合材料，从“结构与功能观”分析原核细胞和真核细胞的多样性和统一性。

活动 深度理解原核细胞与真核细胞的本质区别

任务探究

水华通常是指池塘、河流、湖泊、水库等淡水水域受到污染，水中含氮、磷等元素的物质增多致使水体富营养化，在适宜的温度、光照等条件下，某些藻类大量繁殖，并在水面形成或薄或厚的藻类漂浮物的现象。常见的引起水华的生物有蓝细胞和绿藻等。其中，蓝细菌有微囊蓝细菌、鱼腥蓝细菌、颤蓝细菌、束丝蓝细菌等，绿藻有团藻、伞藻、小球藻等。

探究思考

(1)蓝细菌与绿藻在结构上的主要区别是什么？

提示：蓝细菌属于原核生物，没有以核膜为界限的细胞核；绿藻属于真核生物，有以核膜为界限的细胞核。

(2)蓝细菌为什么能够进行光合作用？它进行光合作用的场所与绿藻一样吗？

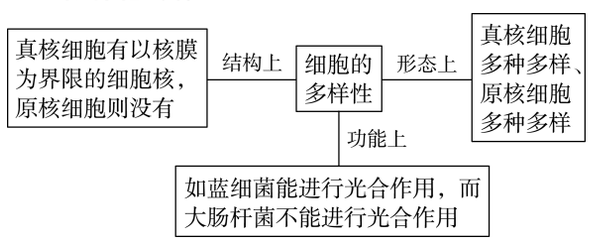
提示：蓝细菌具有藻蓝素和叶绿素，能够吸收和利用光能。不一样，绿色植物的光合作用在叶绿体中进行，蓝细菌没有叶绿体，其光合作用不在叶绿体中进行。

(3)水华有哪些危害？请你提出一条合理的治理建议。

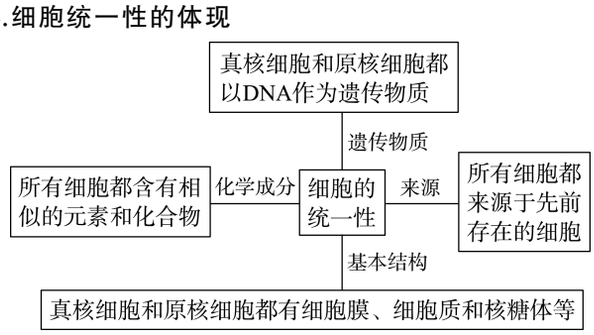
提示：危害：造成水体缺氧，引起水生动物窒息死亡、产生有害物质、产生异味影响空气质量、影响水质等。建议：控制生活污水排放、定期打捞导致水华的生物、养殖能够净化水质的生物等。

学习总结

1.细胞多样性的体现



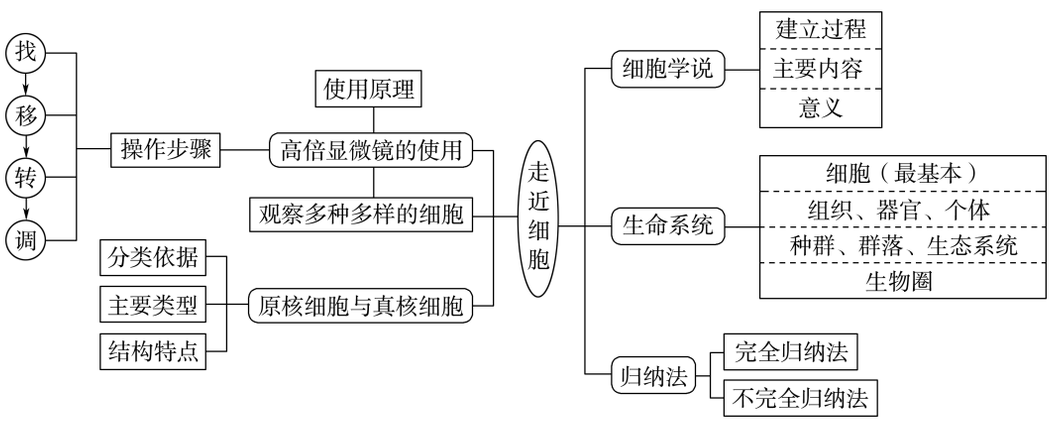
2.细胞统一性的体现



★★★

重·构·拓·展

多维体系构建



学科视野拓展

病毒的来源

1.细胞退化学说

病毒是细胞简化后形成的依据：

(1)病毒含有与细胞相同的储存遗传信息的物质——核酸，且共用一套遗传密码；合成蛋白质所需的氨基酸，细胞和病毒也一致。

(2)衣原体和立克次氏体的繁殖方式与病毒是类似的。衣原体是原核单细胞生物，但不能独立生活，必须寄生在真核宿主细胞中才能繁殖。立克次氏体也是单细胞的原核生物，但缺少一些基因，导致无法独立生活和繁殖子代，也只能寄生在真核细胞中繁殖子代。

(3)拟菌病毒，遗传物质是 DNA，是寄生在某种变形虫细胞内的病毒(直径约 0.4～0.6 μm)。拟菌病毒无法独立代谢，但发现其体内含有糖类、脂类、氨基酸等物质代谢的相关酶，据此推断：拟菌病毒可能是原来细胞的残留产物(细胞退化产物)。

(4)此外，存在能寄生拟菌病毒的病毒，称为病毒的病毒。病毒的病毒感染拟菌病毒后也是不能繁殖的，必须借助活细胞才能繁殖，据此推断：拟菌病毒在成为病毒之前是细菌。

2.质粒起源说

质粒是独立于拟核外的小型环状双链 DNA，可以在细胞中独立复制，也可以在细菌之间转移。若质粒中存在合成衣壳蛋白的基因，在细胞中合成衣壳蛋白将自己包裹起来，就可以在细胞外独立存在，感染更多细胞。

3.病毒和细胞共同起源说

病毒和细胞都有各自的祖先。依据：所有病毒都有共同的外壳蛋白基因(细胞没有该基因)，病毒在细胞出现前可能就存在了。

目前，还不清楚哪个学说正确，也可能是多种机制起作用(其实细胞的起源也不容易确定)，但无论是何种起源，都说明一切能够导致生存和繁衍的机制都会得到保存和演化。

◇**思考**

如果有人与你探讨如何在实验室中培养病毒，你会给他提出哪些合理的建议？

第2章 组成细胞的分子

单元概览

核心概念

概念1　细胞是生物体结构与生命活动的基本单位

1.1 细胞由多种多样的分子组成，包括水、无机盐、糖类、脂质、蛋白质和核酸等，其中蛋白质和核酸是两类最重要的生物大分子

1.1.1 说出细胞主要由C、H、O、N、P、S等元素构成，它们以碳链为骨架形成复杂的生物大分子

1.1.2 指出水大约占细胞重量的2/3，以自由水和结合水的形式存在，赋予了细胞许多特性，在生命活动中具有重要作用

1.1.3 举例说出无机盐在细胞内含量虽少，但与生命活动密切相关

1.1.4 概述糖类有多种类型，它们既是细胞的重要结构成分，又是生命活动的主要能源物质

1.1.5 举例说出不同种类的脂质对维持细胞结构和功能有重要作用

1.1.6 阐明蛋白质通常由20种氨基酸分子组成，它的功能取决于氨基酸序列及其形成的空间结构，细胞的功能主要由蛋白质完成

1.1.7 概述核酸由核苷酸聚合而成，是储存与传递遗传信息的生物大分子

单元任务

生活方式病已被列为21世纪的头号健康杀手。现代社会中普遍存在的不健康生活方式已对人类健康造成严重影响。在饮食方面，垃圾食品、高糖饮料、吸烟饮酒、重油重盐、暴饮暴食直接对人体健康造成损害；在运动方面，大部分人久坐，缺少运动或运动不当；在作息和精神压力方面，长期紧张情绪、频繁熬夜、睡眠时间不足、睡眠质量下降等情况都在加速疾病的发生。

普及健康的生活方式是全社会需要关注和解决的首要问题。健康的生活方式主要包括以下6个方面：(1)合理安排膳食：科学搭配三餐营养物，控制盐、糖、脂肪摄入。(2)坚持适量运动：多做有氧运动，增强体质，提高机体免疫力。(3)改正不良生活习惯：不吸烟不饮酒，分餐进食，保证睡眠，注重个人卫生。(4)保持平和心态：管理压力，保障心理健康。(5)自觉保护环境卫生：减少传染性疾病的发生和扩散。(6)坚持学习健康知识。

○思考与探究

思考1 一日三餐的食物中含有的有机物主要有哪些？	**任务1** 细胞的分子组成，各种有机物的种类、元素组成和分布，细胞中各种有机物的生理作用。
思考2 高盐饮食会增加高血压及其他心血管疾病的患病风险，是否摄入的食盐越少越好？请说明理由。	**任务2** 组成细胞的无机物。
思考3 试分析肥胖者应限制碳水化合物的摄入量，并需补充充足蛋白质的原因。	**任务3** 各种有机物的种类和功能。

★★★

探·究·构·建

第1节　细胞中的元素和化合物

学习任务目标

1.运用物质与能量观，阐明细胞主要含有C、H、O、N、P、S等元素。
2.基于数据模型，归纳总结细胞中主要元素和化合物的种类与含量。
3.基于实验理论基础，设计实验方案检测生物组织中的糖类、脂肪和蛋白质。

○ 问题式预习 ○

一、组成细胞的元素和化合物

1.组成细胞的元素

(1)种类：细胞中常见的化学元素有20多种。

(2)分类：大量元素：C、H、O、N、P、S、K、Ca、Mg等。微量元素：Fe、Mn、Zn、Cu、B、Mo等。

(3)细胞中4种含量最多的元素：C、H、O、N。

2.组成细胞的化合物

(1)种类：
- 无机化合物：水：占70%～90%；无机盐：占1%～1.5%
- 有机化合物：蛋白质：占7%～10%；脂质：占1%～2%；糖类、核酸：占1%～1.5%

(2)含量

①占细胞鲜重最多的化合物是水；

②占细胞鲜重最多的有机化合物是蛋白质；

③占细胞干重最多的化合物是蛋白质。

3.生物界和非生物界的统一性和差异性

(1)统一性：从化学元素的种类分析，组成细胞的化学元素，在无机自然界中都能够找到。

(2)差异性：从各种元素的相对含量分析，细胞中与无机自然界中的大不相同。

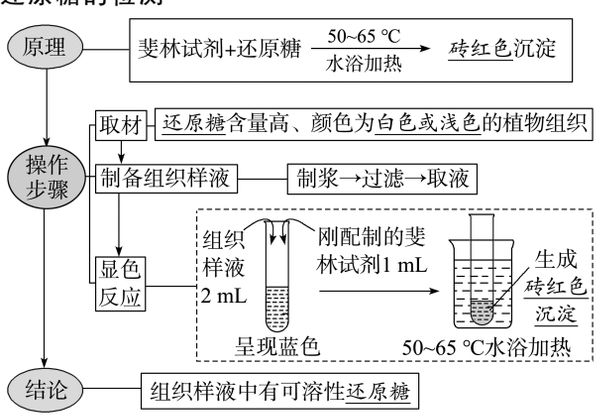
◇思考

[教材P19“拓展应用”]将细胞内含有的各种物质配齐，并按照它们在细胞内的比例放在一个试管中，能构成一个生命系统吗？为什么？

提示：不能。因为生命系统内部是一个严谨有序的结构，不是由物质随意堆砌而成的。

二、检测生物组织中的糖类、脂肪和蛋白质

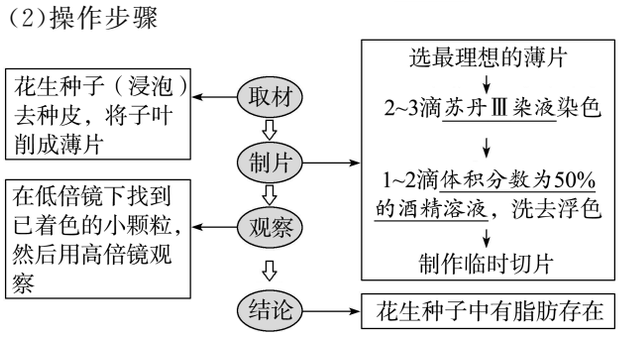
1.还原糖的检测



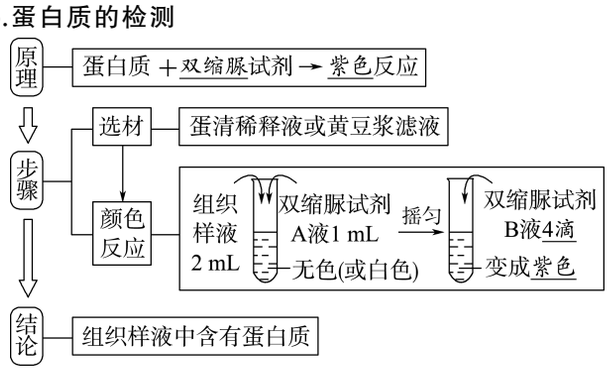
2.脂肪的检测

(1)检测原理：脂肪＋苏丹Ⅲ染液→橘黄色。

(2)操作步骤



3.蛋白质的检测



○ 任务型课堂 ○

任务一 组成细胞的元素和化合物

探究活动

探究1 分析组成细胞的元素，提高图表数据分析能力

比较玉米细胞与人体细胞的部分元素及含量（干重，质量分数），回答下列问题：

元素	玉米细胞	人体细胞
O	44.43	14.62
C	43.57	55.99
H	6.24	7.46
N	1.46	9.33
K	0.92	1.09
Ca	0.23	4.67
P	0.20	3.11
Mg	0.18	0.16
S	0.17	0.78

注：其他元素占细胞干重的质量分数总计小于3%。

（1）玉米细胞与人体细胞在组成细胞的元素种类和含量上有什么关系？

提示：玉米细胞与人体细胞在组成细胞的元素种类上具有统一性，但是在含量上具有差异性。

（2）玉米细胞中O元素的含量明显要高于人体细胞，而N元素的含量又明显低于人体细胞，怎样解释这一现象？

提示：玉米细胞和人体细胞中的不同有机物的含量有差别，如玉米细胞中糖类的含量要多一些，而人体细胞中蛋白质的含量要多一些。

（3）组成玉米细胞和人体细胞的元素追根溯源来自无机自然界，为什么玉米细胞和人体细胞内各种元素的比例与无机自然界的大不相同？

提示：生物体是按照生命活动的需要，有选择地从无机自然界获取元素的。

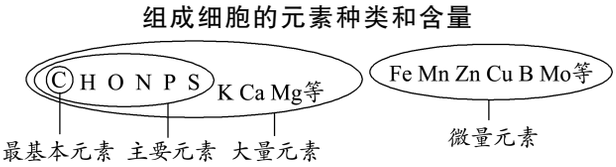
探究2 分析组成细胞的化合物，提高理解能力

根据已经掌握的知识分析，不同生物材料中富含有机物的成分不同，下面的生物材料中，富含糖类、脂肪、蛋白质的分别有①③⑥⑨、⑤⑦、②④⑧。

①玉米种子 ②牛奶 ③甘蔗的茎 ④鸡蛋 ⑤花生种子 ⑥甜菜的块根 ⑦蓖麻种子 ⑧大豆种子 ⑨苹果

【探究总结】

组成细胞的元素种类和含量



（1）大量元素和微量元素划分的依据是含量的多少，而不是生理作用。

（2）生物体内含有的元素不一定是生物体所必需的元素，如Pb。

评价活动

1.锌是维持人体健康的重要元素，人体缺锌时的主要症状有生长缓慢、骨钙化不良、智力发育障碍和身材矮小、记忆力减退，常常发生口腔炎、口腔溃疡等。建立良好的饮食习惯，不挑食、不偏食是预防锌缺乏的重要手段。下列有关锌元素的叙述正确的是（ ）

A.锌不是植物体的必需元素

B.锌在人体内含量越多越好

C.锌是参与组成人体细胞的微量元素

D.只要不缺锌，人就不会生病

C **解析**：锌是植物体的必需元素，A错误；锌是微量元素，在身体中含量不是越多越好，B错误；锌是参与组成人体细胞的微量元素，C正确；如果缺乏其他的元素，人体还是会生病，D错误。

2.古有“白云峰下两枪新，腻绿长鲜谷雨春”的咏茶诗句。下列关于茶叶的说法，错误的是（ ）

A.茶叶细胞和人体细胞所含元素种类大致相同但含量差异很大

B.采摘的新鲜茶叶细胞中含量最高的化合物和有机物分别是水和蛋白质

C.采摘的新鲜茶叶细胞中C、O、Ca、Fe四种元素的含量很高

D.采摘的新鲜茶叶细胞中既含有大量元素，也含有微量元素

C **解析**：不同细胞中的元素种类大致相同，含量差异较大，A正确；采摘的新鲜茶叶细胞中含量最高的化合物是水，含量最高的有机物是蛋白质，B正确；C、O、Ca是大量元素，含量较多，Fe是微量元素，含量较少，C错误；采摘的新鲜茶叶细胞中既含有大量元素，也含有微量元素，如茶叶中含有C、H、O、N等大量元素，也含有Fe、B等微量元素，D正确。

3.人们经常食用的鱼肉、羊肉、鸡肉等肉类和白菜、土豆等蔬菜，经消化吸收后，其中的成分大多被转化为人体自身的一部分，其根本原因是（ ）

A.组成生物体细胞的化学元素在无机自然界都能找到

B.对于不同的生物，组成它们细胞的化学元素和化合物种类大体相同

C.组成各种生物体细胞的化合物含量相同

D.对于不同的生物，组成它们细胞的化学元素的含量大体相同

B **解析**：生物体内的元素直接或间接来自无机环境，组成生物体细胞的化学元素在无机自然界都能找到，说明生物界与非生物界的统一性，不能体现不同生物体内成分的相互转化，A错误；不同生物细胞成分的相互转化，说明对于不同的生物，组成它们细胞的化学元素和化合物种类大体相同，B正

确；组成各种生物体细胞的化合物的含量不一定相同，C错误；对于不同的生物，组成它们细胞的化学元素的种类基本相同，但含量存在较大差异，D错误。

任务二 检测生物组织中的糖类、脂肪和蛋白质

探究活动

（1）检测生物组织中的还原糖、脂肪和蛋白质的实验均为显色反应，在选择实验材料时应该注意哪些问题？

提示：一是一定要选择富含待检测的化合物的实验材料，二是材料本身要颜色较浅（无色或白色最佳）。

（2）利用斐林试剂的甲液、乙液和蒸馏水能否检测蛋白质？为什么？

提示：能。斐林试剂的甲液、乙液的成分分别与双缩脲试剂的A液、B液相同，只是斐林试剂的乙液的质量浓度比双缩脲试剂的B液高，因此只需将斐林试剂的乙液用蒸馏水稀释至双缩脲试剂B液的浓度，即可用来检测蛋白质。

（3）检测蛋白质时，加入双缩脲试剂B液后，没有观察到溶液变成紫色。试分析其原因。

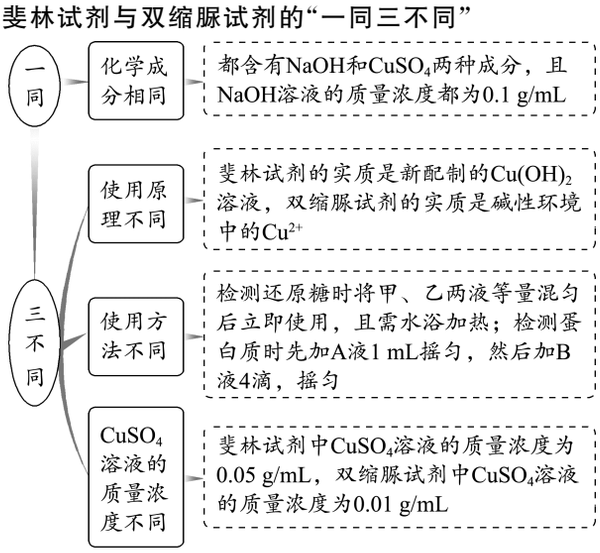
提示：可能是因为加入的双缩脲试剂B液过量，$CuSO_4$在碱性溶液中生成大量蓝色的$Cu(OH)_2$沉淀，遮盖了实验中产生的紫色。

（4）现有两瓶没有标记的糖尿病患者（尿液中含有葡萄糖）和肾小球肾炎患者（尿液中含有蛋白质）的尿液样品，如何进行区分？

提示：方法一：用斐林试剂进行检测，水浴加热后，有砖红色沉淀生成的是糖尿病患者的尿样；没有砖红色沉淀生成的是肾小球肾炎患者的尿样。方法二：用双缩脲试剂进行检测，有紫色产生的是肾小球肾炎患者的尿样；没有紫色产生的是糖尿病患者的尿样。

【探究总结】

1.斐林试剂与双缩脲试剂的“一同三不同”



2.三类有机物的检测在操作步骤上的差异

（1）唯一需要加热的——还原糖的检测。

（2）唯一需要显微镜的——花生子叶临时装片中脂肪的检测。

（3）唯一使用酒精的——脂肪的检测，实验中用体积分数为50%的酒精溶液洗去浮色。

（4）混合后加入的——斐林试剂；分别加入的——双缩脲试剂。

评价活动

1.下列关于实验操作步骤的叙述中，正确的是（　　）

A.用于检测可溶性还原糖的斐林试剂甲液和乙液，可直接用于蛋白质的检测

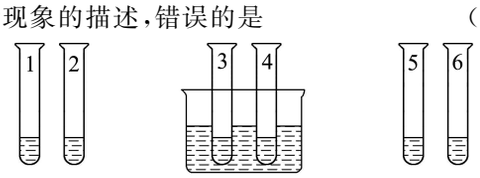
B.检测可溶性还原糖时，要加入斐林试剂甲液后再加入乙液

C.脂肪的检测实验中需要使用显微镜才能观察到被染成橘黄色的脂肪颗粒

D.用于检测蛋白质的双缩脲试剂A液和B液，要混合均匀，再加入含样品的试管中，且现配现用

C　**解析**：斐林试剂甲液和双缩脲试剂A液的成分及质量浓度都相同，斐林试剂乙液和双缩脲试剂B液的成分相同但质量浓度不同，因此用于检测可溶性还原糖的斐林试剂甲液和乙液不能直接用于蛋白质的检测，A错误；用斐林试剂检测可溶性还原糖时，应将甲液和乙液等量混合均匀后再加入待测组织样液中，B错误；检测脂肪时需要使用显微镜观察被染成橘黄色的脂肪颗粒，C正确；用双缩脲试剂检测蛋白质时，应先加A液，摇匀后再滴加B液，D错误。

2.在下图1、3、5号试管中分别加入2 mL蒸馏水，2、4、6号试管中分别加入2 mL发芽的小麦种子匀浆样液，然后在1～4号试管中适量滴加斐林试剂，5、6号试管中适量滴加双缩脲试剂，摇匀。下列有关实验现象的描述，错误的是（　　）



甲组（室温）　乙组（60 ℃水浴）　丙组（室温）

A.4号试管内呈砖红色，只有5号试管内呈蓝色

B.2号试管不出现砖红色沉淀的原因仅是没有水浴加热

C.1号试管不出现砖红色沉淀的原因不仅仅是没有水浴加热

D.若6号试管内呈紫色，则说明已发芽的小麦种子匀浆中含有蛋白质类物质

A　**解析**：4号试管加入发芽的小麦种子匀浆，发芽的小麦种子匀浆中含有还原糖（麦芽糖），因此加入斐林试剂再水浴加热后4号试管出现砖红色沉淀，5号试管加入的是蒸馏水，同时又加入了双缩脲试

剂，因而呈蓝色，另外1、2、3号试管中也呈现蓝色，A错误；2号试管加入发芽的小麦种子匀浆，含有还原糖，但是加入斐林试剂后没有水浴加热，仍然呈现蓝色，若水浴加热则会出现砖红色沉淀，B正确；1号试管中加入的是蒸馏水，加入斐林试剂后，即使水浴加热，也不会出现砖红色沉淀，因为其中不存在还原糖，C正确；6号试管加入发芽的小麦种子匀浆，且加入双缩脲试剂后呈现紫色，可说明已发芽的小麦种子匀浆中含有蛋白质，D正确。

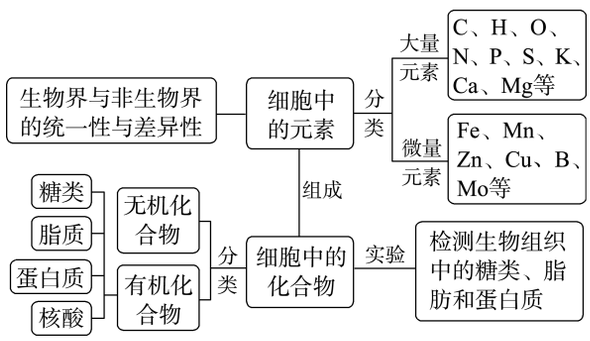
3. 在第三届中国国际进口博览会某展台前，人们踊跃尝鲜“人造肉丸”。为了解其主要营养成分，研究人员对其样液做了三种规范的鉴定操作，所用试剂、实验结果如下表。据表判断，“人造肉丸”的主要营养成分是（　　）

所用试剂	实验结果
斐林试剂	颜色不变
双缩脲试剂	变成紫色
碘液	变成蓝色

A.蛋白质、还原糖
B.蛋白质、淀粉
C.脂肪、淀粉
D.脂肪、还原糖

B　**解析**：用斐林试剂检测时，颜色不变，说明不含还原糖；用双缩脲试剂检测时出现紫色，说明其中含有蛋白质；用碘液检测时出现蓝色，说明其中含有淀粉。据此判断“人造肉丸”的主要营养成分是蛋白质、淀粉。

提质归纳



课后素养评价（三）　细胞中的元素和化合物

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

知识点1　组成细胞的元素和化合物

1. 虎是陆地上最强大的食肉动物之一，当其捕食猎物后，从猎物体内获得化学元素。那么，虎和其所捕食猎物体内的各种化学元素（　　）

A.种类和含量差异都较大
B.种类和含量都大体相同
C.种类差异较大，含量大体相同
D.种类大体相同，含量差异较大

D　**解析**：生物界内部也存在差异性，即各种不同的生物所含的化学元素的种类基本相同，但是含量差异较大。

2. 微量元素在生物体内含量虽很少，却是维持正常生命活动不可缺少的。下列实例可证实该理论的是（　　）

A.绿色植物缺镁时叶片变黄
B.油菜缺硼时只开花不结果
C.动物血液中钙盐的含量太低会抽搐
D.缺磷会影响生物体内ATP的合成

B　**解析**：镁、钙、磷都是大量元素，A、C、D不符合题意；硼是微量元素，B符合题意。

知识点2　检测生物组织中的糖类、脂肪和蛋白质

3. “颜色反应”是生物学中鉴定特定物质的常用方法。下列叙述正确的是（　　）

A.为检测待测样液中是否含有还原糖，可以使用碘液进行检测
B.用苏丹Ⅲ染液检测组织切片内的脂肪时，要用体积分数为50%的酒精溶液洗去浮色
C.若无色的待测样液中不含蛋白质，则加入双缩脲试剂后样液颜色不变
D.斐林试剂和双缩脲试剂所含物质种类不同，使用方法也不同

B　**解析**：为检测待测样液中是否含有还原糖，可以使用斐林试剂在水浴加热条件下进行检测，碘液用于淀粉的检测，A错误；用苏丹Ⅲ染液检测组织切片内的脂肪时，需要用体积分数为50%的酒精溶液洗去浮色，B正确；双缩脲试剂B液为浅蓝色，即使待测样液中不含蛋白质，加入双缩脲试剂后样液也会变为蓝色，C错误；双缩脲试剂和斐林试剂所含物质种类相同，都是$CuSO_4$和NaOH，但二者的使用方法不同，D错误。

4. 在检测生物组织中的可溶性还原糖、脂肪、蛋白质实验中，需要根据实验选择不同的材料。请根据下表所列各种材料回答问题：

可供选择的实验材料					
梨	黄杏	胡萝卜	黄豆	花生种子	小麦种子

(1)其中适用于检测可溶性还原糖的是_____，理由是_____。

(2)小麦种子中糖类化合物的含量很高，却不适合用来检测还原糖，这是因为_____。

(3)与小麦种子相比，花生种子更适合用来检测脂肪，这是因为_____；在检测脂肪的实验中用到体积分数为50%的酒精溶液，其作用是_____。

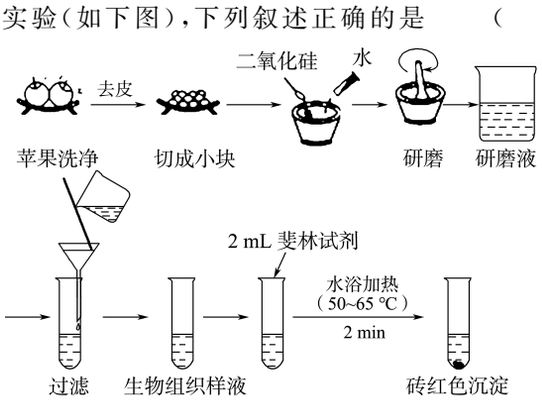
(4)蛋白质可与_____试剂发生紫色反应，据此可检测蛋白质的存在。

解析：(1)检测还原糖的实验中，需要选择还原糖含量高且近于无色的实验材料，给出的材料中梨的组织细胞颜色浅，且还原糖含量较高，适用于检测可溶性还原糖。(2)小麦种子含淀粉较多，淀粉不是还原糖，故小麦种子不适合用来检测还原糖。(3)小麦种子含淀粉较多，花生种子的脂肪含量比小麦种子高，故花生种子更适合用来检测脂肪。在检测脂肪的实验中用到体积分数为50%的酒精溶液，其作用是洗去(切片的)浮色，便于观察。(4)蛋白质可与双缩脲试剂发生紫色反应，故据此可检测蛋白质的存在。

答案：(1)梨　梨的组织细胞颜色浅，且还原糖含量较高　(2)小麦种子中的糖类主要是淀粉，淀粉不是还原糖　(3)花生种子的脂肪含量比小麦种子高　洗去(切片的)浮色　(4)双缩脲

B组　应用·实践

5. 某生物兴趣小组进行了生物组织中还原糖检测的实验(如下图)，下列叙述正确的是　(　　)



A.在实验材料选择方面，用苹果果肉比用植物叶片的效果要好

B.在制备生物组织样液时，加入二氧化硅的主要目的是促进还原糖的溶解

C.用于该实验检测的斐林试剂也可用于检测蛋白质，只是添加试剂的顺序不同

D.由于斐林试剂不稳定，在使用斐林试剂时要先加入0.1 g/mL的NaOH溶液，后加入0.05 g/mL的$CuSO_4$溶液

A　**解析**：苹果果肉的颜色接近白色，而植物叶片一般呈绿色，所以在实验材料选择方面，用苹果果肉比用植物叶片的效果要好，A正确；在制备生物组织样液时，加入二氧化硅的主要目的是使研磨更充分，B错误；斐林试剂和双缩脲试剂中$CuSO_4$溶液的质量浓度不同，C错误；在使用斐林试剂时应将等量的NaOH和$CuSO_4$溶液混合均匀后再加入组织样液，D错误。

6. 下表为关于农作物A、B在相同土壤中N、P、K三种元素肥效实验的结果记录(“+”表示施肥，“−”表示未施肥)。据此结果得出的正确结论是(　　)

农作物		农作物A					农作物B				
肥料成分	N	+	−	+	+	−	+	−	+	+	−
	P	+	−	+	−	+	+	−	+	−	+
	K	+	−	−	+	+	+	−	−	+	+
产量		100	54	83	65	100	100	34	70	55	40

A.对农作物A来说，N是非必需元素

B.对农作物B来说，三种元素中K最重要

C.农作物A可能是豆科植物，有其他获得N的途径

D.两种农作物对土壤中N、P、K的需求量相同

C　**解析**：C、H、O、N是组成生物体的基本元素，农作物A虽然在施加氮肥前后产量不变，但只能说明它可能通过生物固氮等其他途径获得氮元素，并不能说明N是非必需元素，A错误，C正确；通过对照可以看出，三种元素中缺N对农作物B的产量影响最大，所以N可能对农作物B更加重要，B错误；由题表中数据可知，两种农作物对N、P、K的需求量是不同的，D错误。

7. 库尔勒香梨被誉为“梨中珍品”“果中王子”，库尔勒市又被当地人引以为豪地称为“梨城”。现提供以下实验材料：a.新鲜的普通梨研磨液；b.新鲜的库尔勒香梨研磨液；c.质量浓度为0.01 g/mL的苏丹Ⅲ染液；d.质量浓度为0.1 g/mL的NaOH溶液；e.质量浓度为0.05 g/mL的$CuSO_4$溶液；f.蒸馏水。

回答下列问题：

(1)已知梨细胞中含有蛋白质，某同学在实验室忘

记将新鲜的库尔勒香梨研磨液作标记（其他试剂均已作标记），与另一份外观相似的其他样液混淆（不含蛋白质）。请利用上述材料设计一个简单的实验方案进行区分。

①选择并配制检测试剂：取d作为A液，用蒸馏水将e稀释成0.01 g/mL的$CuSO_4$溶液作为B液的具体配制方法是_____。

②进行检测：_____；将2 mL两个样品分别加入两支试管中；先分别向两支试管中注入双缩脲试剂_____1 mL，摇匀；再分别向两支试管中注入双缩脲试剂_____4滴，摇匀；观察颜色变化。

③得出结果：样液变成紫色的为新鲜的库尔勒香梨研磨液。

(2)为检测库尔勒香梨中是否含有脂肪，可用试剂_____(填序号)进行检测。

(3)库尔勒香梨口感非常甜，是因为该种梨的还原糖含量多于普通梨，为验证该结论，某实验小组设计了以下实验，请你将其完善。

实验原理：_____，且_____，还原糖含量越高。

方法步骤：

①取甲、乙两支试管，向甲试管中加入新鲜的普通梨研磨液2 mL，乙试管中加入新鲜的库尔勒香梨研磨液2 mL。

②_____(填所选试剂序号及具体的使用方法)，取1 mL分别加入甲、乙两支试管中，摇匀；观察颜色变化。

③将甲、乙两支试管放入盛有50～65 ℃温水的大烧杯中加热约2 min。

④观察试管中出现的颜色变化，并比较_____的深浅。

实验结果：_____。

解析：(1)本实验通过检测样液中是否含有蛋白质来区分新鲜的库尔勒香梨研磨液和另一份外观相似的其他样液，需要用到双缩脲试剂，由于没有提供质量浓度为0.01 g/mL的$CuSO_4$溶液，可将e稀释至0.01 g/mL后使用。具体配制方法是取d作为A液，用蒸馏水将e稀释至0.01 g/mL(取4 mL蒸馏水加入1 mL e中)后作为B液。取两支试管，分别标注1号、2号。将2 mL两个样品分别加入两支试管中，先分别向两支试管中注入双缩脲试剂A液1 mL，摇匀，再分别向两支试管中注入双缩脲试剂B液4滴，摇匀。(2)苏丹Ⅲ染液可将脂肪染成橘黄色，用c质量浓度为0.01 g/mL的苏丹Ⅲ染液可检测库尔勒香梨中是否含有脂肪。(3)还原糖与斐林试剂在水浴加热的条件下生成砖红色沉淀，且还原糖含量越高，砖红色越深。斐林试剂由d质量浓度为0.1 g/mL的NaOH溶液和e质量浓度为0.05 g/mL的$CuSO_4$溶液等量混合配制而成，需要现配现用，用斐林试剂检测还原糖时需要水浴加热。实验步骤如下：①取甲、乙两支试管，向甲试管中加入新鲜的普通梨研磨液2 mL，乙试管中加入新鲜的库尔勒香梨研磨液2 mL。②将d、e等量混合均匀后取1 mL分别加入甲、乙两支试管中，摇匀。③将甲、乙两支试管放入盛有50～65 ℃温水的大烧杯中加热2 min。④观察试管中出现的颜色变化，并比较砖红色的深浅。预期的结果：库尔勒香梨研磨液中出现的砖红色较深。

答案：(1)①取4 mL蒸馏水加入1 mL e中并摇匀　②取两支试管，分别标注1号、2号(有分组编号即可)　A液　B液　(2)c　(3)还原糖与斐林试剂在水浴加热条件下生成砖红色沉淀　砖红色越深　②将d、e等量混合均匀　④砖红色　库尔勒香梨研磨液中出现的砖红色较深

第 2 节　细胞中的无机物

学习任务目标

1.基于实例分析，归纳总结细胞中水的种类和作用。
2.基于实例分析，归纳总结细胞中无机盐的作用。

○ 问题式预习 ○

一、细胞中的水

1.水的含量

生物种类不同，含水量不同。

2.水独特的分子结构$\xrightarrow{\text{决定}}$支持生命的独特性质

（1）极性分子⟶良好的溶剂

（2）氢键⟶{使水具有流动性；使水具有较高的比热容（温度相对稳定）}

3.水在细胞中的存在形式与生理作用

存在形式	自由水	结合水
含义	在细胞中呈游离状态存在	与细胞内其他物质相结合
含量	约占 95.5%	约占 4.5%
作用	①细胞内良好的溶剂； ②参与细胞内许多生物化学反应； ③运送营养物质和代谢废物	细胞结构的重要组成成分

二、细胞中的无机盐

1.存在形式：大多数无机盐以离子的形式存在。

2.生理功能

（1）组成某些复杂的化合物。如 Mg 是构成叶绿素的元素，Fe 是构成血红素的元素。

（2）维持细胞和生物体的生命活动。如哺乳动物血液中 Ca^{2+} 的含量太低，会出现抽搐等症状；Na^{+} 缺乏会引发肌肉酸痛、无力等。

（3）维持生物体内的渗透压和酸碱平衡。

◇思考

[教材 P22“思考·讨论”]植物缺 Mg 叶子会变黄，人体缺 Fe 会表现出贫血症状，其原因分别是什么？

提示：缺 Mg 会使叶绿素形成受阻，叶子因缺乏叶绿素而变黄；缺 Fe 会导致血红蛋白合成障碍，从而使人表现出贫血症状。

○ 任务型课堂 ○

任务一 细胞中的水

探究活动

（1）将少量干燥种子放入干燥的试管内，放在酒精灯火焰上烘烤，试管内壁上出现少量水珠。该水分在细胞中以哪种形式存在？如果用上述烘烤后的种子播种，种子能否萌发？

提示：以结合水形式存在。如果将烘烤后的种子播种下去，种子不能萌发，因为结合水是细胞内的结构物质，结合水丢失，细胞结构被破坏，细胞死亡，导致种子失去活性。

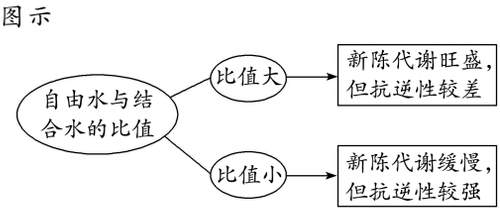
（2）秋季，农民收获的玉米需经晾晒后才能入库贮存。结合所学知识，试分析其中的生物学原理。

提示：晾晒后的玉米自由水含量降低，细胞代谢减弱，可减少有机物消耗，同时能防止种子发芽、霉变。

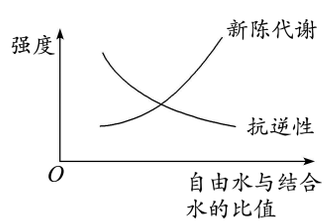
【探究总结】

1.自由水与结合水的比值与代谢、抗逆性的关系

（1）图示



（2）曲线



2.在生产中的应用

（1）种子萌发时，需要吸收水分，增加自由水含量。

（2）种子储存前晒干是为了降低自由水含量，降低代谢速率，以延长储存时间。

（3）越冬作物减少灌溉，可提高作物对低温的抗性。

评价活动

1.人们普遍认为，地球上最早的生命孕育在海洋中，生命从一开始就离不开水。下列关于水的说法，错误的是（　　）

A.水是极性分子，带电分子（或离子）易与水结合，因此水是一种良好的溶剂

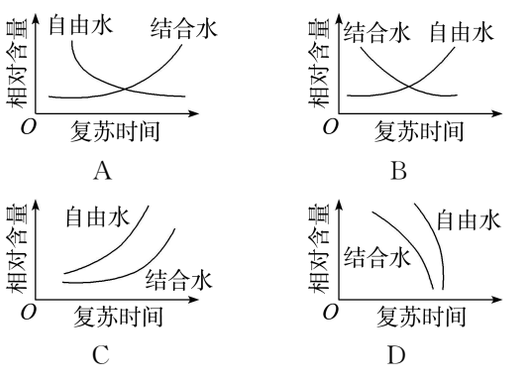
B.氢键的存在，使水可以缓和温度的变化，有利于维持生命系统的稳定性

C.结合水主要是水与蛋白质、多糖等物质结合，是细胞中水的主要存在形式

D.种子萌发时结合水与自由水的比值减小，细胞代谢增强

C　**解析**：自由水是细胞中水的主要存在形式，结合水是细胞结构的重要组成部分，可与蛋白质、多糖等物质结合，赋予各种组织、器官一定的形状、硬度和弹性，C错误。

2.“绵绵的春雨，是她润醒了小草，润绿了杨树，润开了报春花。”此过程中，细胞中自由水与结合水的相对含量变化表示正确的是（　　）



B　**解析**：春天生物复苏过程中，细胞中自由水/结合水的值变大，细胞代谢水平提高，B正确。

3.有些作物的种子入库前需要经过风干处理。与风干前相比，下列说法错误的是（　　）

A.风干种子中有机物的消耗减慢

B.风干种子上微生物不易生长和繁殖

C.风干种子中细胞呼吸作用的强度高

D.风干种子中结合水与自由水的比值大

C　**解析**：风干种子中自由水含量减少，细胞呼吸作用减弱，有机物消耗减慢，A正确，C错误；风干种子中含水少，微生物在缺水状态下不易生长和繁殖，B正确；种子风干过程中减少的是自由水，结合水与自由水的比值增大，D正确。

任务二 细胞中的无机盐

探究活动

材料1　在激烈比赛中，足球运动员有时会出现肌肉抽搐的现象，这是由大量钙离子随汗液流失引起的；硼能促进花粉的萌发和花粉管的生长，缺少硼时常导致“花而不实”。

材料2　生理盐水是指与哺乳动物血液、组织液和淋巴液等细胞外液等渗的无机盐溶液，常用的医用生理盐水是质量分数为0.9%的NaCl溶液。人体的红细胞在生理盐水中会保持原有的形态，在清水中会吸水涨破。

材料3　人体代谢过程中产生的一些代谢物质会改变体液的酸碱度，人体血液中存在$H_2CO_3/NaHCO_3$和NaH_2PO_4/Na_2HPO_4等物质，可以中和这些变化。

（1）材料1说明无机盐对于维持细胞和生物体的生命活动有着重要的意义。

（2）材料2说明无机盐能调节人体的渗透压，维持细胞的正常形态。

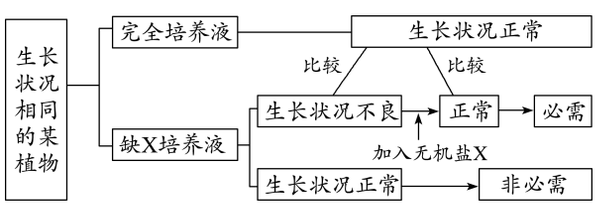
（3）材料3说明无机盐对于维持人体内的酸碱平衡具有重要作用。

【探究总结】

1.无机盐功能的实验验证方法

（1）实验目的：探究无机盐X是不是植物生长发育所必需的。

（2）实验设计



（3）实验中的对照

①空白对照
- 对照组：植物＋完全培养液
- 实验组：植物＋缺X培养液

②自身对照
- 对照组：植物＋缺X培养液（加入无机盐X之前）
- 实验组：加入无机盐X后

2.常见无机盐的作用与缺乏症

种类	作用	缺乏时引起的症状
Fe	构成血红素的元素	缺铁性贫血症
Mg	构成叶绿素的元素	植物叶绿素合成受阻，影响光合作用
Zn	很多酶的组成成分	生长发育不良，生殖腺功能受影响
Ca	骨骼、牙齿的重要组成成分	骨骼畸形；抽搐等
I	甲状腺激素的重要组成成分	甲状腺肿大；呆小症

续表

种类	作用	缺乏时引起的症状
B	促进花粉的萌发和花粉管的伸长	“花而不实”
Na	维持动物细胞的渗透压	动物细胞渗透压降低；过低时不能维持正常的细胞形态

评价活动

1. 含羞草被触碰时，叶枕细胞中钙离子迅速使钾离子通道开放，钾离子流出细胞，导致细胞失水。细胞失水后叶枕（如图）的支撑力量减弱，叶片闭合。这说明无机盐离子的作用是　　（　　）

A.构成重要化合物的成分

B.调节生命活动

C.氧化分解释放能量

D.作为载体运输水分

B　**解析**：题中的事实不能说明无机盐是构成细胞中重要化合物的成分，A 错误。由题意可知，叶枕细胞中钙离子能使钾离子通道开放，钾离子流出细胞，导致细胞液浓度下降，进而表现失水。细胞失水后叶枕的支撑力量减弱，叶片闭合，该事实说明无机盐能调节生命活动，B 正确。无机盐不能氧化分解释放能量，C 错误。无机盐不能作为载体运输水分，D 错误。

2. 英国医生塞达尼·任格在对离体蛙心进行的实验中发现，用不含钙的生理盐水灌注蛙心，其收缩不能维持；用含有少量钙和钾的生理盐水灌注时，蛙心可持续跳动数小时。实验表明钙盐和钾盐　　（　　）

A.是细胞中某些复杂化合物的重要组成成分

B.对维持生物体的生命活动有重要作用

C.对维持细胞的形态有重要作用

D.为蛙心的持续跳动提供能量

B　**解析**：题干中没有提到无机盐离子构成某种化合物，故不能说明无机盐是细胞中某些复杂化合物的组成成分，A 错误；通过两组实验的对比可得出钙盐和钾盐对维持蛙心跳动有重要作用，说明无机盐能维持细胞和生物体的生命活动，B 正确；无机盐能维持细胞的正常形态，但在本题中不能得出，C 错误；无机盐不能提供能量，D 错误。

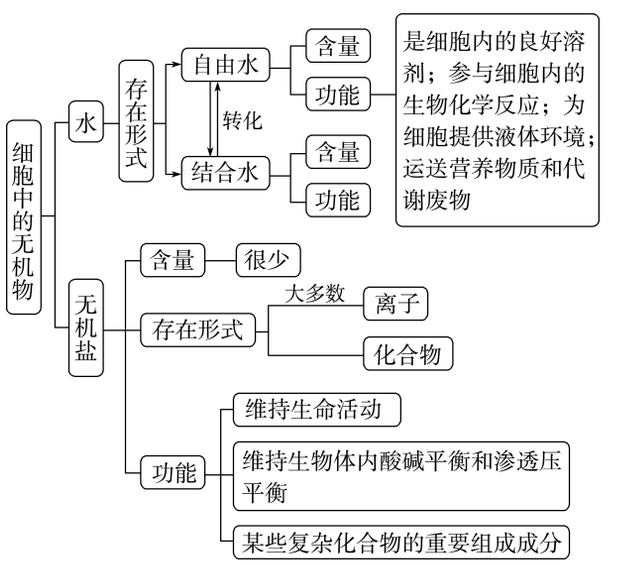
3. 镁离子是细胞内液中居第三位的重要阳离子。镁能激活体内多种酶的活性，维持核酸结构的稳定性，抑制神经的异常兴奋，并参与体内蛋白质的合成、肌肉收缩和体温调节，是保证身体健康和预防疾病不可缺少的元素之一。下列食品中富含镁元素的是　　（　　）

A.碳酸饮料　　B.橄榄油

C.馒头　　D.绿叶菜

D　**解析**：碳酸饮料含有 CO_3^{2-}，不含镁，A 错误；橄榄油富含脂质，脂质的组成元素不含镁，B 错误；馒头的主要成分是淀粉，淀粉的组成元素不含镁，C 错误；绿叶菜富含叶绿素，镁是组成叶绿素的必需元素，D 正确。

提质归纳



课后素养评价（四） 细胞中的无机物

建议用时：60分钟

A组 学习·理解

知识点1 细胞中的水

1.豌豆的种子有圆粒和皱粒之分。与皱粒种子相比，圆粒种子含淀粉多，成熟时能有效地保留水分；而皱粒种子含蔗糖多，在成熟时由于失水而皱缩。上述圆粒种子保留的水分和皱粒种子失去的水分分别是（　　）

A.前者主要是结合水，后者是自由水

B.前者主要是自由水，后者是结合水

C.两者都主要是结合水

D.两者都是自由水

A　**解析**：根据题干信息可知，圆粒种子含淀粉多，成熟时能有效地保留水分，说明保留的水分主要与淀粉（多糖）等物质结合，因此圆粒种子中保留的水分主要是结合水。皱粒种子在成熟时由于失水而皱缩，说明皱粒种子失去的水分主要是自由水，因为自由水呈游离状态，可以自由流动，A正确。

2.人类的生产生活与水密切相关。下列关于水的叙述，错误的是（　　）

A.水之所以是良好的溶剂，是因为水分子是极性分子，易与其他分子结合

B.水分子间的氢键不断地断裂和形成，使水在常温下具有流动性

C.因为水有较高的比热容，所以农业上低温时可以灌深水来预防稻谷减产

D.冬季来临时，冬小麦细胞内的自由水含量下降而结合水含量上升，最终自由水含量低于结合水

D　**解析**：水分子是极性分子，带有正电荷或负电荷的分子（或离子）都容易与水结合，因此，水是良好的溶剂，A正确；水分子之间靠氢键相互作用在一起，氢键比较弱，易被破坏，只能维持极短时间，这样氢键不断地断裂，又不断地形成，使水在常温下能够维持液体状态，具有流动性，B正确；由于氢键的存在，水具有较高的比热容，这就意味着水的温度相对不容易发生改变，故低温时可以灌深水来预防稻谷减产，C正确；自由水和结合水可以相互转化，冬季来临时，冬小麦细胞内的自由水含量下降，结合水含量上升，有利于抵抗低温冻害，但冬小麦细胞内自由水含量始终高于结合水，D错误。

知识点2 细胞中的无机盐

3.“有收无收在于水，多收少收在于肥。”这句农谚形象地说明了植物的生长和发育过程离不开水和无机盐，适时适量地灌溉和追施各种肥料是农作物高产、稳产的保障。下列关于水和无机盐的叙述错误的是（　　）

A.无机盐在生物体内大多以离子形式存在

B.结合水是细胞内的良好溶剂，可直接参与光合作用过程

C.Mg^{2+}参与叶绿素的合成，也会影响到光合作用

D.无机盐只有溶解于水中形成离子，才能被植物的根尖吸收

B　**解析**：无机盐在生物体内大多以离子形式存在，A正确；自由水是细胞内的良好溶剂，可直接参与光合作用过程，B错误；Mg^{2+}参与叶绿体中叶绿素的合成，从而影响光合作用，C正确；无机盐只有溶解于水中形成离子，才能被植物的根尖吸收，D正确。

4.图1表示甲、乙两种无机盐离子处于不同浓度时与作物产量的关系；图2表示不同浓度的钙离子对某种植物花粉萌发和花粉管生长的影响。下列相关描述错误的是（　　）

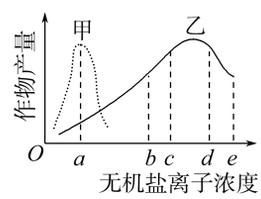


图1

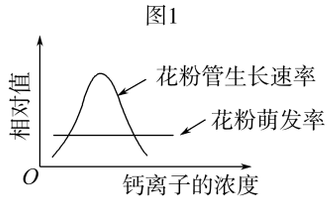


图2

A.同一种作物对甲、乙两种无机盐离子的需求量不同

B.当乙的浓度在c和d之间时，不同浓度对提高产量的效果一定不同

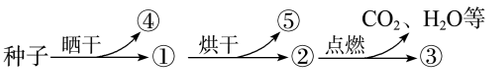
C.适宜浓度的钙离子有利于花粉管的生长

D.在一定范围内，钙离子的浓度对花粉萌发率无影响

B　**解析**：由题图1可知，同一种作物对甲、乙两种无机盐离子的需求量不同，A正确；当乙的浓度在c和d之间时，作物产量先升后降，不同浓度对提高产量的效果可能相同，如当乙的浓度为c和d时，对提高产量的效果相同，B错误；分析题图2可知，钙离子浓度影响花粉管的生长速率，在一定的范围内，随着钙离子浓度的升高，花粉管生长速率升高，当超过一定的浓度后，随钙离子浓度增加，花粉管生长速率下降，故适宜浓度的钙离子有利于花粉管的生长，C正确；由题图2可知，随着钙离子浓度的升高，花粉萌发率不变，故在一定范围内，钙离子的浓度对花粉萌发率无影响，D正确。

B组 应用·实践

5.下图为对刚收获的种子所做的一系列处理，据图分析有关说法正确的是（　　）



A.④和⑤是同一种物质，但是在细胞中存在形式不同

B.①和②均能萌发形成幼苗

C.③在生物体内主要以化合物形式存在

D.点燃后产生的CO_2中的C只来自种子中的糖类

A　**解析**：据题图分析，种子晒干使自由水散失，故④应为自由水，烘干使结合水散失，故⑤应为结合水，A正确；晒干后的种子可再萌发，但烘干的种子已经死亡，不能萌发，B错误；种子点燃后，糖类和其他有机物形成二氧化碳和水等散失，留下的物质主要是无机盐，无机盐在生物体内大多数以离子形式存在，C、D错误。

6.水是生命的源泉，节约用水是每个人应尽的责任，下列有关水在生命活动中作用的叙述，错误的是（　　）

A.水为酶促反应提供环境

B.参与血液中缓冲体系的形成

C.水是构成细胞的重要成分

D.水不能作为反应物参与生化过程

D　**解析**：自由水是化学反应的介质，故水是酶促反应的环境，A正确；血液中的缓冲物质溶解在水中才能形成缓冲体系，B正确；细胞中含有自由水和结合水，其中结合水是构成细胞的重要成分，C正确；水可作为反应物参与生化过程，D错误。

7.某植物培养液中含有甲、乙、丙3种离子，它们对植物的生长都有影响。下表列出的5种培养液中，甲、乙、丙3种离子的浓度（单位：mmol/L）不同。为了研究丙离子的浓度大小对植物生长的影响，进行实验时可以选用的两种培养液是（　　）

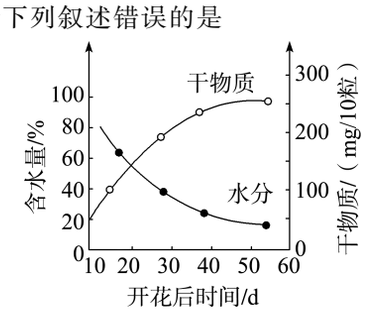
培养液编号	①	②	③	④	⑤
甲离子	20	30	50	30	40
乙离子	55	45	60	45	55
丙离子	10	15	20	25	25

A.①⑤　　B.②③

C.②④　　D.③⑤

C　**解析**：研究丙离子的浓度大小对植物生长的影响，可设置两组实验，将丙离子浓度设为两组实验的自变量，而甲、乙两种离子作为无关变量，其浓度应相同。故应选择②④两种培养液，C正确。

8.下图是小麦种子成熟过程中干物质和水分的变化，据图分析下列叙述错误的是（　　）



A.随着种子的成熟，种子的生命活动由代谢活跃状态转入休眠状态

B.种子的鲜重随着种子的成熟而逐渐减少

C.种子中水分减少的主要原因是植物吸收的水分减少

D.种子成熟期间这两种物质的变化与种子萌发时相反

C　**解析**：由题图可知，在小麦种子成熟过程中，种子的生命活动由代谢活跃状态转入休眠状态，A正确；种子成熟过程中，自由水大量减少，含水量降低的幅度大于干物质增加的幅度，因此种子的鲜重随种子的成熟逐渐减少，B正确；种子中水分减少的主要原因是生物体自身的调节，C错误；种子萌发期间干物质相对含量降低，水分相对含量升高，D正确。

9.结合所学生物学知识，回答下列问题：

(1)种子在入仓之前需晾晒，所去除的水分主要是细胞中的_____水。

(2)将干种子用水浸泡后种子能萌发，若干种子不经水浸泡则不能萌发，这说明_____。

(3)新鲜的鸡蛋清呈液态胶状，而臭鸡蛋清则是相对更“稀”的液体，呈水状，这是因为在新鲜的鸡蛋清中水与蛋白质结合在一起，形成液态胶体，这时的水为_____，而臭鸡蛋中的蛋白质被微生物分解成小分子物质，使这部分水释放出来，转变为_____。

(4)贫血症患者血液运输_____的能力低。一般的贫血症患者除要补充铁以外，还应多吃一些含_____丰富的食物。

(5)人体中含钙最多的是_____。

A.肌肉　　B.骨组织

C.上皮组织　　D.神经组织

(6)人在长跑后，因流汗过多常出现抽搐现象，这时应及时补充含_____的食物。

解析：(1)自由水通过晾晒能蒸发出去。(2)干种子用水浸泡后，会大量吸水，这些水能参与细胞内的许多化学反应，促进种子萌发。(3)蛋白质是亲水性物质，与水结合后形成液态胶体。蛋白质被微生物分解成小分子物质后，结合水会转变为自由水。(4)贫血症患者血红蛋白含量低，运输O_2的能力低。补充含蛋白质丰富的食物，可为人体提供氨基酸，用于合成血红蛋白。(5)在人体的骨骼和牙齿中钙含量高。(6)血液中钙离子含量过低会引起抽搐。

答案：(1)自由　(2)自由水与细胞代谢强度有关，自由水多，代谢旺盛　(3)结合水　自由水　(4)O_2　蛋白质　(5)B　(6)钙

第3节 细胞中的糖类和脂质

学习任务目标

1.运用物质与能量观，阐明糖类和脂肪是能源物质。
2.通过分类比较，归纳总结糖类和脂质的种类和功能。
3.联系生活实际，关注身体健康，做好糖尿病、高血脂、肥胖等疾病的预防。

○ 问题式预习 ○

一、细胞中的糖类

1.元素组成：一般由C、H、O三种元素组成。

2.主要作用：糖类是重要的能源物质。

3.分类

（1）单糖

①含义：不能水解的糖类。

②常见种类：五碳糖：核糖、脱氧核糖；六碳糖：葡萄糖、果糖、半乳糖

（2）二糖：分布在植物中的二糖主要是蔗糖和麦芽糖；分布在动物中的二糖主要是乳糖。

（3）多糖

种类	淀粉	糖原	纤维素	几丁质
基本单位	葡萄糖	葡萄糖	葡萄糖	N-乙酰葡糖胺
作用	植物体内的储能物质	人和动物细胞的储能物质	构成植物细胞细胞壁的主要成分	甲壳类动物和昆虫的外骨骼组成成分
分布	粮食作物的种子中，植物变态的茎或根及一些植物的果实中	主要分布在人和动物的肝脏和肌肉中	植物的茎秆和枝叶及所有植物细胞的细胞壁	广泛存在于甲壳类动物和昆虫的外骨骼中

◇思考

[教材P25“批判性思维”]人体不能消化纤维素，但我们还需要摄入纤维素，纤维素在人体内有什么作用？

提示：纤维素能够调整肠道的微生态，作为肠道菌群重要的发酵原料，可以促进益生菌的增殖和抑制有害菌；纤维素能够机械性地刺激肠道的蠕动，预防和治疗便秘；纤维素能够吸水膨胀，增加饱腹感，从而避免过多能量的摄入，预防和治疗肥胖。

二、细胞中的脂质

1.脂质的元素组成

（1）脂质的组成元素主要有C、H、O，有些脂质还含有P和N。

（2）脂肪和固醇的组成元素是C、H、O，磷脂的组成元素是C、H、O、N、P。

2.脂质的种类和作用（连线）

①脂肪	a.构成细胞膜的重要成分
②磷脂	b.细胞内良好的储能物质、保温、缓冲和减压
③胆固醇	c.激发并维持第二性征
④性激素	d.动物细胞膜的重要成分，参与人体血液中脂质的运输
⑤维生素D	e.促进钙、磷的吸收

答案：①—b ②—a ③—d ④—c ⑤—e

3.糖类和脂质的相互转化

（1）与糖类不同的是，脂质分子中氧元素的含量远低于糖类，而氢元素的含量更高。

（2）糖类的去向：血液中的葡萄糖除可以供细胞利用外，多余的部分可以合成糖原储存起来，还可以转变成脂肪和某些氨基酸。

（3）脂肪的去向：在皮下结缔组织等处以脂肪组织的形式储存起来。在糖类供能不足时，脂肪可分解供能，但不能大量转化为糖类。

◇思考

[教材P27正文]“增肥容易，减肥难。”结合所学知识，试从物质转化的角度分析其原因。

提示：糖类在供应充足的情况下，可以大量转化为脂肪，但是脂肪一般只在糖类供能不足时，才会分解供能，而且不能大量转化为糖类，所以“增肥容易，减肥难”。

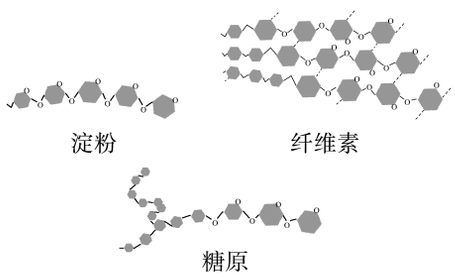
○ 任务型课堂 ○

任务一 细胞中的糖类

探究活动

探究 1　多糖的比较

下列是淀粉、糖原和纤维素的结构图。



(1)三种多糖的基本单位都是葡萄糖，为什么它们在化学性质上有很大差异？

提示：虽然三种多糖的基本单位都是葡萄糖，但是葡萄糖的数量、连接方式以及形成的空间结构等不同，因此它们具有不同的化学性质。

(2)并非所有的糖类都是能源物质，请列举生物体内不属于能源物质的糖类的实例，并分析它们的作用。

提示：核糖、脱氧核糖和纤维素不属于能源物质。核糖和脱氧核糖分别参与 RNA 和 DNA 的构成；纤维素是植物细胞壁的主要成分。

探究 2　糖类与健康生活

糖尿病是一种代谢性的疾病，可能由遗传因素造成，也可能由后天糖代谢异常造成。糖尿病患者平时一定要控制好饮食，可以多吃一些清淡有营养的食物，比如鸡蛋、牛奶、豆腐等，以及高膳食纤维的食物，比如芹菜。糖分含量高或脂肪含量高的食品要少吃，不要喝汽水等含糖饮料。甘油、甘醇、甘露醇等有甜味，却不属于糖类。

(1)甜的物质并不一定都是糖，所有的糖类一定都是甜的吗？

提示：不一定。淀粉、糖原、纤维素都是多糖，属于糖类，但不甜。

(2)糖尿病患者的饮食受到严格的限制，不仅仅要控制有甜味的糖，米饭和馒头等主食都需要定量摄取，为什么？

提示：因为米饭和馒头等主食富含淀粉，淀粉经消化分解后生成的是葡萄糖。

(3)糖尿病患者的饮食要控制，正常人的饮食也需要控制糖的摄入量吗？为什么？

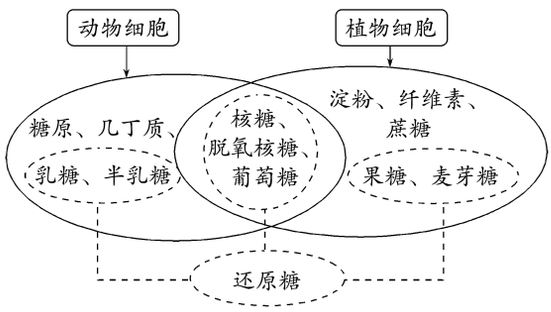
提示：需要。因为肥胖、高血压、龋齿、某些糖尿病等都直接或间接与长期糖摄入量超标有关。

(4)《中国居民膳食指南(2022)》中提出的“控糖”是控什么糖？喝一瓶碳酸饮料(500 mL)摄入的糖量会超标吗？

提示：“控糖”建议：控制添加糖的摄入量，每天摄入不超过 50 g，最好控制在 25 g 以下。统计表明，市场上的一些饮料(如碳酸饮料、乳酸菌饮料等)，每 100 mL 可能就含 10 g 糖；很多冷饮的含糖量在 20% 以上。也就是说，如果喝一瓶 500 mL 的饮料，当天所摄入的糖量就超标了。

【探究总结】

1.糖类分布图



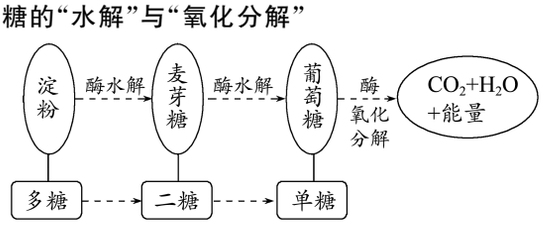
2.糖类的功能

(1)生物体的重要能源物质，如葡萄糖氧化分解释放能量。

(2)生物体重要的结构物质，如纤维素是植物细胞细胞壁的组成成分。

(3)细胞中良好的储能物质，如植物的淀粉、动物的糖原等。

3.多糖的“水解”与“氧化分解”



4.易错提醒

(1)并不是所有的糖类都是能源物质，核糖、脱氧核糖、纤维素不能氧化分解提供能量，只是生物体的组成成分。

(2)并不是所有的糖类都有甜味，细胞中的单糖、二糖一般有甜味，而多糖如淀粉、糖原、纤维素则没有甜味。

(3)肝糖原可水解为葡萄糖，补充生物体内的血糖，肌糖原不能补充血糖。

评价活动

1.下列叙述属于淀粉、纤维素和糖原的共同特征的是(　　)

A.基本组成单位都是葡萄糖

B.都含有 C、H、O、N 四种元素

C.都普遍存在于动植物体内

D.都是细胞内的能源物质

A　**解析**：三者的基本组成单位都是葡萄糖，都只含 C、H、O 三种元素，A 正确，B 错误；淀粉、纤维素存

在于植物细胞中，糖原存在于动物细胞中，C 错误；纤维素是构成植物细胞壁的主要成分，不是能源物质，D 错误。

2. 蜂蜜、花朵、浆果中的大部分果糖以蔗糖形式存在；在动物肝细胞中，17%的果糖转化为糖原，20%～50%的果糖转化为葡萄糖，剩余的代谢为脂肪酸。下列叙述正确的是（　　）

A. 蔗糖会在消化道内水解为果糖和葡萄糖

B. 可用斐林试剂鉴定葡萄糖，但不能鉴定果糖

C. 在肝细胞中，果糖单体连接形成肝糖原

D. 食用果糖可补充能量，又不会导致肥胖

A　**解析**：蔗糖是二糖，会在消化道内水解为果糖和葡萄糖，A 正确；葡萄糖和果糖都是还原糖，均能用斐林试剂检测，B 错误；在肝细胞中，葡萄糖单体连接形成肝糖原，C 错误；食用果糖可补充能量，在动物肝细胞中，17%的果糖转化为糖原，20%～50%的果糖转化为葡萄糖，剩余的代谢为脂肪酸，脂肪酸可用于脂肪的合成，导致肥胖，D 错误。

3. 几丁质是一种由 1 000～3 000 个 N-乙酰葡糖胺聚合而成的多糖，广泛存在于甲壳类动物和昆虫外骨骼中。下列叙述正确的是（　　）

A. 从昆虫外骨骼中提取到的几丁质和糖原的元素组成相同

B. 蘑菇、虾壳中的几丁质能被人体细胞直接吸收

C. 可用斐林试剂鉴定几丁质是否为还原糖

D. 糖原和几丁质都是动物细胞内的储能物质

C　**解析**：几丁质由 N-乙酰葡糖胺聚合而成，组成元素一定包括 C、H、O、N，而糖原只含有 C、H、O 三种元素，A 错误；几丁质是多糖，必须水解为单糖后才能被人体细胞吸收，B 错误；斐林试剂能鉴定还原糖，C 正确；几丁质是广泛存在于甲壳类动物和昆虫的外骨骼中的一种多糖，不是储能物质，D 错误。

任务二 脂质的种类和功能

探究活动

请结合以下生活实例，回答下列问题：

花生油

肉

（1）为什么常温下植物脂肪呈液态，而动物脂肪呈固态？

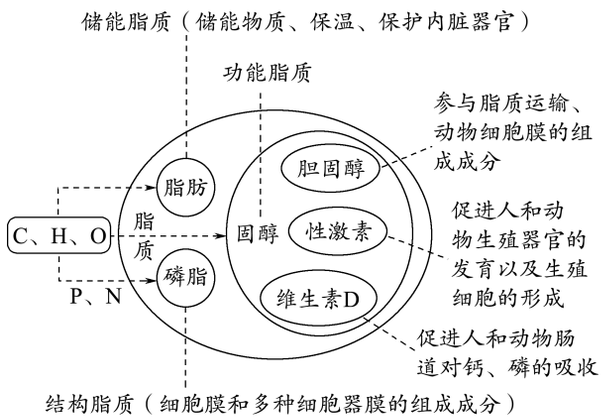
提示：动物脂肪大多含有饱和脂肪酸，植物脂肪大多含有不饱和脂肪酸。饱和脂肪酸的熔点较高，容易凝固，所以动物脂肪在常温下呈固态。

（2）与糖类相比，脂肪的组成元素和各元素所占比例有什么异同？这种差异与脂肪的功能有什么关系？

提示：两者组成元素相同，但与糖类相比，脂肪的组成元素中 C、H 比例高，相同质量的糖类和脂肪，脂肪氧化分解时需氧更多，释放的能量更多，这种差异使脂肪成为生物体内良好的储能物质。

【探究总结】

1. 细胞中的脂质归纳



2. 葡萄糖与脂肪的比较

项目		葡萄糖	脂肪
相同	元素组成	C、H、O	
	作用	氧化分解，释放能量	
不同	元素含量	C、H 比例较低	C、H 比例较高
	能量多少	氧化分解释放能量少	氧化分解释放能量多
	功能	主要的能源物质	良好的储能物质

评价活动

1. 随着“体重管理年”行动的持续推进，减脂瘦身成为当下的热门话题。下列有关脂质的叙述错误的是（　　）

A. 分布在内脏器官周围的脂肪具有缓冲作用

B. 脂肪是细胞内良好的储能物质

C. 磷脂是细胞膜的重要组成成分

D. 脂肪能促进人体肠道对钙、磷的吸收

D　**解析**：分布在内脏器官周围的脂肪具有缓冲、减压的作用，可以保护内脏器官，A 正确；脂肪是细胞内良好的储能物质，B 正确；磷脂是构成细胞膜的重要成分，C 正确；维生素 D 能促进人体肠道对钙、磷的吸收，D 错误。

2. 过多脂肪会增加速度滑冰运动员体内氧气的消耗，导致运动员在比赛后程降速。研究证明，低氧刺激配合特定强度的有氧运动能显著提高脂肪参与有氧呼吸的比例。下列有关叙述正确的是（　　）

A.脂肪是人体中一种主要的储能物质
B.与糖原相比，脂肪中H的含量少，O含量多
C.脂肪属于脂质，其组成元素包括C、H、O、N等
D.大多数动物脂肪含有饱和脂肪酸，室温时呈液态

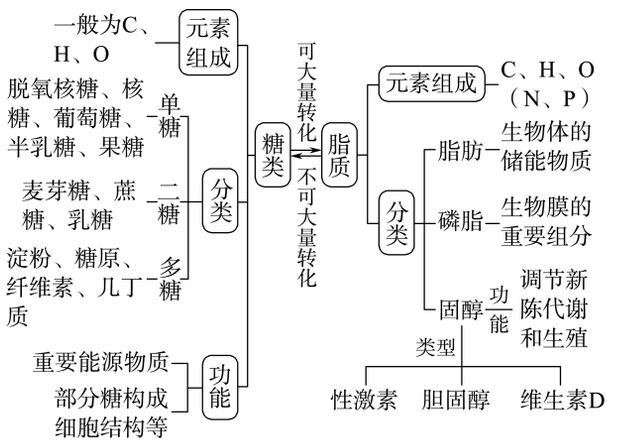
A　**解析**：脂肪是细胞内良好的储能物质，它是人体中一种主要的储能物质，A正确；同质量的脂肪和糖类相比，H含量多，O含量少，B错误；脂肪属于脂质，其组成元素包括C、H、O，C错误；大多数动物脂肪含有饱和脂肪酸，室温时呈固态，D错误。

3.花生种子发育过程中，可溶性糖的含量逐渐减少，脂肪的含量逐渐增加；花生种子萌发过程中，脂肪的含量逐渐减少，可溶性糖的含量逐渐增加。下列分析错误的是（　　）

A.花生种子萌发过程中，脂肪转变为可溶性糖，需要大量的氧元素
B.同等质量的花生种子和小麦种子，萌发过程中耗氧较多的是花生种子
C.花生种子发育过程中，可溶性糖转变为脂肪，更有利于能量的储存
D.花生种子萌发过程中，脂肪转变为可溶性糖，该过程在人体内也可以大量发生

D　**解析**：花生种子萌发过程中，脂肪转变为可溶性糖，但是在人体内脂肪不能大量转化为糖类，D错误。

提质归纳



课后素养评价（五）　细胞中的糖类和脂质

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

知识点1　细胞中的糖类

1.我国科学家首次实现了二氧化碳到淀粉的从头合成，相关成果于2021年9月24日由国际知名学术期刊《科学》在线发表。这项技术对于缓解全球变暖问题也有着巨大意义，甚至在更为遥远的未来，很可能成为人类探索遥远宇宙时的食物来源。下列说法错误的是（　　）

A.该项技术可以直接固定二氧化碳，效率高于植物
B.淀粉大量存在于马铃薯、山药、甘薯等植物根或茎中
C.人体内淀粉消化分解的途径：淀粉→麦芽糖→葡萄糖
D.细胞中糖类分子的氢原子和氧原子之比为2∶1

D　**解析**：植物需进行光合作用才能将二氧化碳合成淀粉等有机物，该技术可人工合成淀粉，故该项技术可以直接固定二氧化碳，效率高于植物，A正确；淀粉是植物特有的多糖，马铃薯、山药、甘薯等植物根或茎中淀粉含量丰富，B正确；淀粉属于多糖，其需要水解成单糖才能被人体吸收利用，故淀粉先水解成二糖，即麦芽糖，然后麦芽糖再水解成葡萄糖，C正确；糖类分子中氢原子和氧原子之比不都是2∶1，如脱氧核糖（$C_5H_{10}O_4$），D错误。

2.糖画是一种传统民间手工艺，俗称“倒糖人儿”，用料一般是红、白糖加入少量饴糖（主要是麦芽糖）。下列关于糖类的叙述，错误的是（　　）

A.红糖和白糖的主要成分是蔗糖
B.麦芽糖含有C、H、O
C.细胞中的多糖只有糖原
D.蔗糖为非还原糖，无法用斐林试剂进行检测

C　**解析**：红糖和白糖的主要成分是蔗糖，属于二糖，A正确；麦芽糖属于二糖，其元素组成为C、H、O，B正确；动物细胞中的多糖只有糖原，植物细胞中的多糖有纤维素和淀粉，C错误；斐林试剂能检测还原糖，蔗糖为非还原糖，无法用斐林试剂进行检测，D正确。

知识点2　细胞中的脂质

3.下列关于脂质的叙述中，正确的是（　　）

A.磷脂是构成细胞膜的重要成分，在人和动物的脑、卵细胞、肝脏以及大豆的种子中含量丰富
B.脂肪是由三分子脂肪酸和一分子甘油组成的，脂

肪酸的结构组成都相同

C.胆固醇也是构成细胞膜的重要成分，能有效地促进人和动物肠道对钙和磷的吸收

D.性激素可由性腺产生并分泌，可以促进生殖器官的发育，也是重要的储能物质

A　**解析**：磷脂是构成细胞膜的重要成分，在人和动物的脑、卵细胞、肝脏以及大豆的种子中含量丰富，A正确；脂肪是由三分子脂肪酸和一分子甘油组成的，脂肪酸的种类和分子长短并不一定相同，B错误；胆固醇是构成动物细胞膜的重要成分，维生素D能有效地促进人和动物肠道对钙和磷的吸收，C错误；性激素可由性腺产生并分泌，可以促进生殖器官的发育，属于调节物质，性激素含量少，没有储能的作用，D错误。

4.高脂血症是指脂肪代谢或者运转异常使人体血液中的血脂含量超过正常范围，表现为血液中胆固醇和(或)甘油三酯含量过高或高密度脂蛋白含量过低，现代医学称“血脂异常”。高脂血症是常见病、多发病，更是导致心脑血管疾病的元凶。高脂血症患者应尽量减少饱和脂肪酸和胆固醇的摄入，并坚持有规律的体力劳动和运动。下列与人体中血脂相关的说法错误的是（　　）

A.高脂血症患者应尽量少摄入动物脂肪

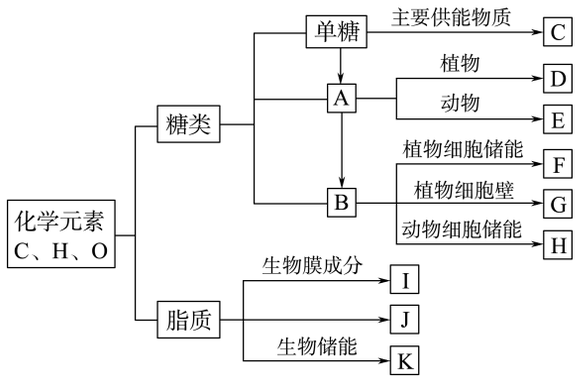
B.胆固醇可导致心脑血管疾病的发生，因此人体中的胆固醇越少越好

C.分布在内脏器官周围的脂肪具有缓冲作用

D.性激素是固醇类物质

B　**解析**：动物脂肪大多含有饱和脂肪酸，根据题干可知，高脂血症患者应尽量减少饱和脂肪酸和胆固醇的摄入，故高脂血症患者应尽量少摄入动物脂肪，A正确；人体血液中的胆固醇过多会引发心脑血管疾病，但是胆固醇是构成动物细胞膜的重要成分，在人体内还参与血液中脂质的运输，因此人体中的胆固醇并非越少越好，要保持在适量范围内，B错误；分布在内脏器官周围的脂肪具有缓冲作用，可以保护内脏器官，C正确；性激素属于固醇类物质，D正确。

5.下图为生物组织中某些有机物相互关系及分布的概念图，分析细胞内各有机物的组成及功能，回答下列问题：



(1)A是指_____，由两分子单糖组成；D在植物细胞内包括_____。

(2)B是指多糖，包括[F]_____、[G]纤维素和[H]_____，其中，在人和动物体内很难被消化，被科学家称为人类的“第七类营养素”的是_____(填名称)。饥饿状态下，动物组织中的_____(填名称)可被分解补充血糖。

(3)脂质除了[K]_____，还包括[I]磷脂、[J]固醇。儿童生长发育的关键期除了要补充足够的钙，还需要适当补充_____，促进人和动物肠道对钙和磷的吸收。

(4)组成脂质的化学元素主要是C、H、O，有的还含有_____。与糖类分子中O的含量和H的含量相比，脂肪分子中_____。

解析：(1)A是指二糖，由两分子单糖组成；植物细胞内的二糖包括蔗糖、麦芽糖。(2)B是指多糖，它是由C葡萄糖组成的，包括[F]淀粉、[G]纤维素和[H]糖原。在人和动物体内很难被消化，被科学家称为人类的“第七类营养素”的是纤维素。饥饿状态下，动物组织中的肝糖原可被分解补充血糖。(3)脂质除了[K]脂肪，还包括[I]磷脂、[J]固醇。维生素D能促进人和动物肠道对钙和磷的吸收。(4)组成脂质的化学元素主要是C、H、O，有的还含有N和P。与糖类相比，脂肪分子中O的含量远远低于糖类，而H的含量更高。

答案：(1)二糖　蔗糖和麦芽糖　(2)淀粉　糖原　纤维素　肝糖原　(3)脂肪　维生素D　(4)N和P　O的含量远远低于糖类，而H的含量更高

B组　应用·实践

6.过去，非糖甜味剂(如三氯蔗糖)被广泛用于各类饮料中，以降低人体对糖的摄入。近期的研究表明，

过量摄入三氯蔗糖可能会在体内产生三氯蔗糖-6-乙酸酯，该物质能够破坏DNA，具有基因毒性，从而引发人们的担忧。下列相关叙述中，错误的是（　　）

A.三氯蔗糖不能为细胞生命活动提供能量

B.三氯蔗糖与人体细胞中的蔗糖元素组成不同

C.三氯蔗糖有助于缓解糖尿病患者的血糖升高

D.过多摄入三氯蔗糖可能会影响人的身体健康

B　**解析**：三氯蔗糖不是细胞的能源物质，不能为细胞生命活动提供能量，A正确；蔗糖是植物细胞中的二糖，人体细胞中不含有蔗糖，B错误；三氯蔗糖有利于减少人体对糖类的摄入，有助于缓解糖尿病患者的血糖升高，C正确；三氯蔗糖在体内产生三氯蔗糖-6-乙酸酯，该物质能够破坏DNA，具有基因毒性，因此过多摄入可能会影响人的身体健康，D正确。

7.骆驼是被称为“沙漠之舟”的哺乳动物。驼峰里贮存着脂肪，在食物缺乏时，这些脂肪可以被分解，为骆驼提供生命活动所需要的养分。下列关于脂肪的说法错误的是（　　）

A.骆驼体内能促进生殖器官发育的物质的化学本质是脂肪

B.相同质量的糖类和脂肪相比，脂肪完全氧化分解需要更多的氧气

C.脂肪在糖类供能不足时才会分解供能，并且不能大量转化为糖类

D.植物脂肪大多含有不饱和脂肪酸，在室温时呈液态，如花生油等

A　**解析**：能促进生殖器官发育的物质是性激素，其化学本质是固醇，A错误；与相同质量的糖类相比，脂肪中含H多，因此完全氧化分解需要更多的氧气，B正确；在糖类供能不足时，脂肪才会分解供能，且不能大量转化为糖类，C正确；植物脂肪大多含有不饱和脂肪酸，在室温时呈液态，如花生油等，D正确。

8.北京烤鸭是北京传统特色美食。饲喂选做食材用的北京鸭，主要以玉米、谷类和菜叶为饲料，使其肥育。北京烤鸭的食用方法通常是取一张用小麦粉制作的荷叶饼，用筷子挑一点甜面酱，抹在荷叶饼上，夹几片烤鸭片盖在上面，放上几根葱条、黄瓜条或萝卜条，将荷叶饼卷起食用。请回答下列问题：

(1)北京鸭食用玉米、谷类和菜叶能迅速育肥的原因是_____。

(2)若将鸭皮下脂肪组织制成临时切片，滴加_____染液，并用体积分数为50%的酒精溶液_____，在显微镜下观察，会看到脂肪细胞中被染成_____色的脂肪颗粒。

(3)一张鸭肉卷饼中包括的脂质有_____(写出两种即可)等，其中，_____是细胞内良好的储能物质。

(4)葱条、黄瓜条或萝卜条等蔬菜中含有的元素种类与人体大体相同，但在元素的_____上有差异。

解析：(1)玉米、谷类等是富含糖类的食物，糖类在鸭体内转变成了脂肪，因此北京鸭食用玉米、谷类和菜叶能迅速育肥。(2)若将鸭皮下脂肪组织制成临时切片，滴加苏丹Ⅲ染液，并用体积分数为50%的酒精溶液洗去浮色，在显微镜下观察，会看到脂肪细胞中被染成橘黄色的脂肪颗粒。(3)一张鸭肉卷饼中包括的脂质有脂肪、磷脂(胆固醇)等，其中脂肪是细胞内良好的储能物质。(4)葱条、黄瓜条或萝卜条等蔬菜中含有的元素种类与人体大体相同，但在元素的含量上有差异。

答案：(1)玉米、谷类等是富含糖类的物质，糖类在鸭体内转变成了脂肪　(2)苏丹Ⅲ　洗去浮色　橘黄　(3)脂肪、磷脂　脂肪　(4)含量

第4节 蛋白质是生命活动的主要承担者

学习任务目标

1.通过推导氨基酸的结构、脱水缩合过程，培养分析推理能力。
2.认同蛋白质是生物特有的大分子，其功能是由其组成和结构决定的，并能以结构与功能相适应的观念分析相关生物学问题。

○ 问题式预习 ○

一、蛋白质的功能

类别		功能	举例
结构蛋白		许多蛋白质是构成细胞和生物体结构的重要物质	肌动蛋白、肌球蛋白等
功能蛋白	调节作用	对细胞和生物体的生命活动有重要的调节作用	胰岛素、生长激素等
	催化作用	催化细胞内的多种化学反应	绝大多数酶等
	运输作用	有些蛋白质具有运输功能	血红蛋白、载体蛋白等
	免疫作用	能抵御侵入人体或高等动物体内的抗原物质	抗体等

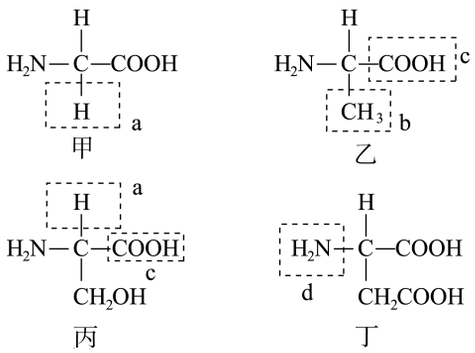
◇思考

[教材P32“拓展应用”]民间有“吃什么补什么”的说法，请你以蛋白质为例，简要说明营养物质发挥作用的过程。

提示：这种说法并不恰当，例如食物中的蛋白质是大分子有机物，它们都要被分解成细胞可以吸收的小分子物质后才能被人体吸收，吸收的这些小分子物质在人体细胞中重新合成不同的蛋白质，在人体内执行不同的功能。

二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸

下图为四种构成蛋白质的氨基酸的结构式。



1.写出上图框中字母所代表的结构名称。

a：氢原子；b：侧链基团（甲基）；

c：羧基；d：氨基。

2.观察上述几种氨基酸的结构，总结氨基酸的结构特点。

（1）结构特点：数量上 → 至少含有一个氨基和一个羧基；位置上 → 都有一个氨基和一个羧基连接在同一个碳原子上

（2）根据甲、乙、丙、丁，写出氨基酸分子的结构通式：$H-\underset{H}{\overset{H}{\underset{|}{\overset{|}{N}}}}-\underset{H}{\overset{R}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-\underset{O}{\overset{}{\underset{\|}{\overset{|}{C}}}}-OH$（或$H_2N-\underset{H}{\overset{R}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-COOH$）。

（3）各种氨基酸之间的区别在于R基的不同。

◇思考

[教材P30“与社会的联系”]必需氨基酸和非必需氨基酸的分类依据是什么？食物中蛋白质的营养价值取决于哪类氨基酸？

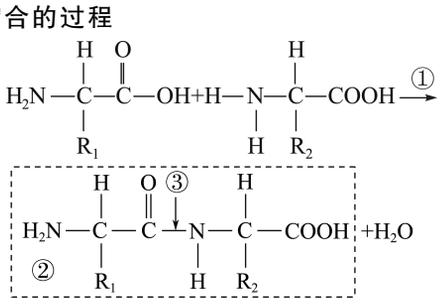
提示：必需氨基酸是指人体细胞不能合成的氨基酸，必须从食物中获得；非必需氨基酸是指人体细胞能够合成的氨基酸。因此在评价各种食物中蛋白质成分的营养价值时，人们更注重其中必需氨基酸的种类和含量。

三、蛋白质的结构及其多样性

1.脱水缩合的概念

一个氨基酸分子的羧基和另一个氨基酸分子的氨基相连接，同时脱去一分子水的结合方式为脱水缩合。

2.脱水缩合的过程



（1）过程①名称：脱水缩合。

（2）物质②名称：二肽。

（3）③所指向的“—”名称：肽键。

3.蛋白质的结构

（1）结构层次

氨基酸→多肽（由多个氨基酸缩合而成，含有多个肽键

的化合物，通常呈链状结构）$\xrightarrow{\text{盘曲、折叠}}$具有一定空间结构的蛋白质分子。

(2)蛋白质结构多样性的原因

①氨基酸水平：氨基酸的种类不同；氨基酸的数目成千上万；氨基酸的排列顺序千变万化

②多肽水平：肽链的盘曲、折叠方式及其形成的空间结构千差万别。

◇思考

[教材P32“与社会的联系”]吃熟鸡蛋、熟肉更容易消化，其原理是什么？熟鸡蛋、熟肉中蛋白质的肽键是否已断裂？

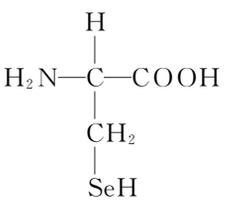
提示：高温使蛋白质分子的空间结构变得伸展、松散，容易被蛋白酶水解；熟鸡蛋、熟肉中蛋白质的肽键并未断裂，只是蛋白质的空间结构被破坏。

○ 任务型课堂 ○

任务一 > 氨基酸的结构

探究活动

在人体中最新确认的第21种氨基酸为硒代半胱氨酸，其结构式如图所示。请据此分析以下问题：



(1)科学家确定硒代半胱氨酸为构成蛋白质的氨基酸的依据是什么？

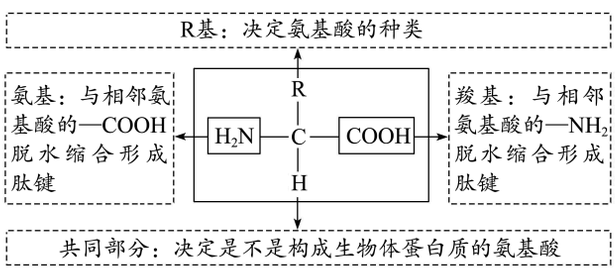
提示：该氨基酸中含有一个氨基和一个羧基，并且这一个氨基和一个羧基连在同一个碳原子上。

(2)若组成蛋白质的氨基酸中有不止一个氨基或羧基，多出的氨基或羧基可能在什么位置？

提示：组成蛋白质的氨基酸中，都有一个氨基和一个羧基连在同一个碳原子上，而多出的氨基和羧基均在R基上。

【探究总结】

1.氨基酸结构通式的分析



2.“两看法”判断组成蛋白质的氨基酸

一看数量：至少有一个—NH_2和一个—COOH。下列物质不属于构成蛋白质的氨基酸：

a. $H_2N—CH_2—CH_2OH$ ⇒ 缺乏羧基（—COOH）

b. $HOOC—\underset{\displaystyle COOH}{\underset{|}{CH}}—CH_2—COOH$ ⇒ 缺乏氨基（—NH_2）

⇩

二看位置：必须有一个—NH_2和一个—COOH连在同一个碳原子上。下列物质不属于构成蛋白质的氨基酸：

$H_2N—\underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH}}—(CH_2)_2—COOH$ ⇒ 氨基与羧基未连接在同一个碳原子上

评价活动

1.下列关于生物体内氨基酸的叙述中，错误的是（　　）

A.构成蛋白质的氨基酸分子的基本元素是C、H、O、N

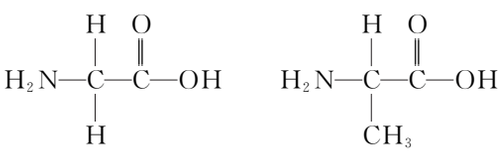
B.人体内的氨基酸均是在人体细胞内合成的

C.氨基酸的代谢终产物是水、二氧化碳和尿素

D.氨基酸的R基决定了氨基酸之间的区别

B　**解析**：构成蛋白质的氨基酸分子的基本元素是C、H、O、N，A正确；必需氨基酸是人体内不能合成，必须从外界环境中获取的氨基酸，B错误；氨基酸的代谢终产物是水、二氧化碳和尿素，C正确；氨基酸之间的区别在于R基的不同，D正确。

2.观察下列生物体内组成蛋白质的两种氨基酸，可以推测组成蛋白质的氨基酸共同的结构特点是（　　）



A.都只含有一个氨基（—NH_2）

B.都只含有一个羧基（—COOH）

C.至少都含有一个氨基和一个羧基，且都有一个氨基和一个羧基连在同一个碳原子上

D.都只含有一个氮原子

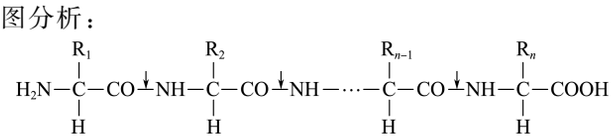
C　**解析**：题干中两种氨基酸的共同特点是都含有一个氨基和一个羧基，并且都有一个氨基和一个羧基连接在同一个碳原子上，C正确。

任务二 > 蛋白质的结构及其多样性

探究活动

探究1　分析氨基酸脱水缩合的过程，归纳概括相关规律

请结合脱水缩合过程，并参考如下多肽链的模式图分析：



(1)肽链形成过程中，失去的水分子中氢和氧元素的来源分别是什么？

提示：(1)氢来自氨基和羧基，氧来自羧基。

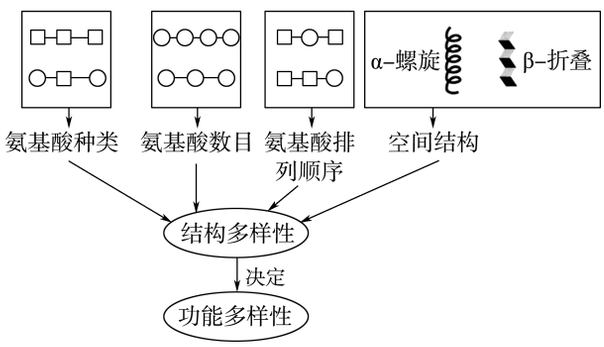
（2）由2个氨基酸脱水缩合而成的化合物的名称是二肽，其内含有1个肽键，在形成过程中脱去1个水分子。

（3）由n个氨基酸形成的含一条肽链的化合物的名称是n肽，共形成$n-1$个肽键，失去$n-1$个水分子。若n个氨基酸形成m条肽链，则形成的肽键数和失去水分子数分别是$n-m$、$n-m$。试总结形成肽键数与氨基酸数和肽链条数的关系。

提示：肽键数＝失去水分子数＝氨基酸数－肽链条数。

探究2　分析蛋白质结构与功能的关系，形成生命观念

下图表示蛋白质结构多样性与功能多样性的关系，回答相关问题：



（1）组成蛋白质的氨基酸有21种，由10个氨基酸组成的多肽可能有多少种？

提示：21^{10}种。

（2）氨基酸的种类和数量完全相同，形成的蛋白质就一定相同吗？

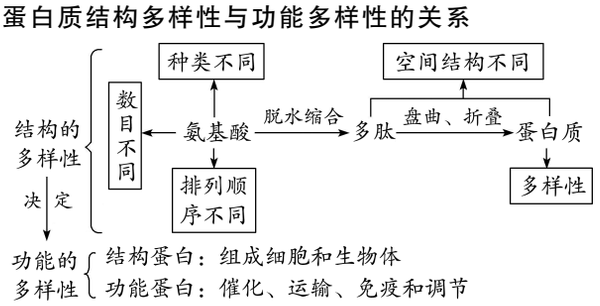
提示：不一定相同。氨基酸的排列顺序或形成蛋白质的空间结构不一定相同。

（3）蛋白质功能多样性的原因是什么？生物多样性是否与蛋白质的多样性有关？如果有关，请说明理由。

提示：蛋白质的功能多样性是由其结构多样性决定的。是，从分子水平看，蛋白质是一切生命活动的主要承担者，蛋白质分子的多样性直接影响生物性状表现的多样性，可以说生物多样性的直接原因就是蛋白质结构的多样性。

【探究总结】

1.蛋白质结构多样性与功能多样性的关系



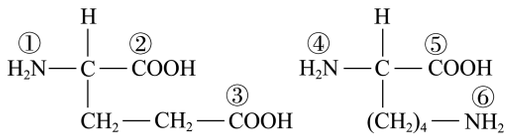
2.蛋白质的盐析和变性的区别

（1）盐析：鸡蛋清中加入食盐溶液看到白色絮状物，加水后白色絮状物消失。盐析属于物理变化。

（2）变性：高温、过酸、过碱或在重金属离子的作用下，蛋白质的分子结构变得伸展、松散，失去活性。变性属于化学变化。

评价活动

1.两种氨基酸结构式如下图，它们在形成二肽化合物时，最可能相互缩合的基团是（　　）

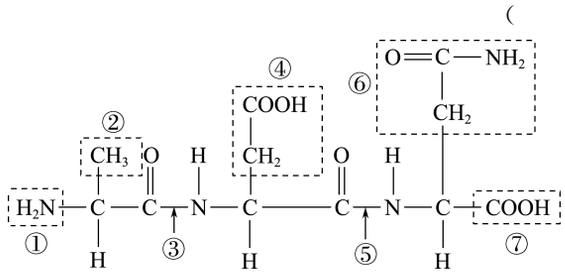


A.①与⑤　　B.③与⑥

C.②与⑥　　D.③与④

A　**解析**：题图中的①与④均为氨基，②与⑤均为羧基，③与⑥均在R基中。两种氨基酸分子通过脱水缩合形成二肽，而脱水缩合是指一个氨基酸分子的羧基和另一个氨基酸分子的氨基相连接，同时脱去一分子水，因此最可能相互缩合的基团是①与⑤或②与④，A符合题意。

2.下图是某化合物的结构式。下列相关叙述错误的是（　　）



A.③和⑤为肽键，形成该化合物要产生2个水分子

B.该化合物有1个游离的氨基和1个游离的羧基

C.该化合物由3个氨基酸构成，3个氨基酸脱水缩合形成三肽

D.由氨基酸构成的蛋白质结构多样，具有运输、免疫等功能

B　**解析**：分析题图可知，①为氨基，③⑤为肽键，②④⑥为R基，⑦为羧基。该化合物含有2个肽键，是由3个氨基酸脱水缩合形成的三肽，形成该化合物要产生2个水分子，A、C正确；该化合物有2个游离的氨基（①和⑥）和2个游离的羧基（④和⑦），B错误；由氨基酸构成的蛋白质结构多样，具有运输（如血红蛋白）、免疫（如抗体）等功能，D正确。

3.蛋白质的结构和功能是多种多样的。下列有关叙述错误的是（　　）

A.蛋白质功能的多样性是由蛋白质结构的多样性决定的

B.蛋白质的结构多样性与组成蛋白质的氨基酸的数目、种类、排列顺序不同有关

C.低温和高温都可能使蛋白质的功能发生不可逆转的改变

D.蛋白质是生命活动的主要承担者

C　**解析**：高温可使蛋白质变性，发生不可逆转的变化，低温条件不会使蛋白质变性，C错误。

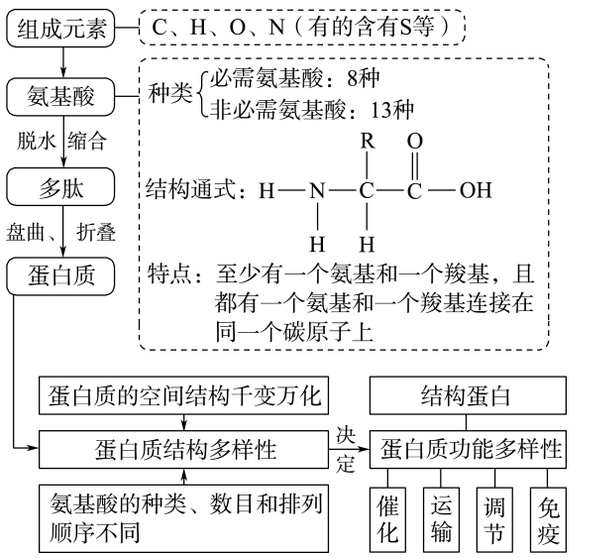
4. 用氨基酸自动分析仪测定两种肽类化合物的氨基酸数目，结果如表所示。表中两种物质的氨基酸数目虽然相同，但其生理作用截然不同，下列解释错误的是（　　）

化合物名称	降钙素	胰高血糖素样多肽
氨基酸数目	34 个	34 个

A. 多肽形成的空间结构不同
B. 氨基酸的种类不同
C. 脱水缩合形成多肽的方式不同
D. 氨基酸的排列顺序不同

C　**解析**：降钙素和胰高血糖素样多肽的氨基酸数目相同，但是二者氨基酸的种类、排列顺序和多肽形成的空间结构不同会导致二者结构的不同，进而导致功能不同，A、B、D 正确。氨基酸脱水缩合形成多肽的方式是相同的，这不是导致二者功能不同的原因，C 错误。

提质归纳



课后素养评价（六）　蛋白质是生命活动的主要承担者

建议用时：60分钟

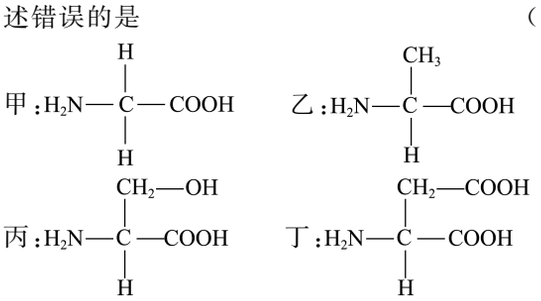
A组　学习·理解

知识点 1　蛋白质的基本单位——氨基酸

1. 以下关于氨基酸的说法，正确的是（　　）
A. 组成蛋白质的氨基酸都只有一个氨基和一个羧基，且连接于碳原子上
B. 组成人体蛋白质的氨基酸有 21 种，但有的氨基酸人体不能合成，必须从外界食物中获得，如赖氨酸
C. 人体内最简单氨基酸的 R 基为—CH_3
D. 每个氨基酸分子都只含 C、H、O、N 四种元素

B　**解析**：氨基酸中 R 基上也有可能存在氨基和羧基，A 错误；组成人体蛋白质的氨基酸有 21 种，其可分为必需氨基酸和非必需氨基酸，必需氨基酸人体不能合成，必须从外界食物中获得，如赖氨酸，B 正确；人体内最简单氨基酸的 R 基为—H，C 错误；有些氨基酸分子，其 R 基中含有除 C、H、O、N 之外的其他元素，如 S 等，D 错误。

2. 下列是四个构成蛋白质的氨基酸的结构式，相关叙述错误的是（　　）



A. 构成上述四个氨基酸分子的基本元素是 C、H、O、N
B. 上述四种氨基酸的 R 基依次是—H、—CH_3、—CH_2OH、—CH_2COOH
C. R 基中可以有氨基或羧基
D. 只要含有氨基和羧基的化合物就是构成蛋白质的氨基酸

D　**解析**：构成蛋白质的氨基酸至少都含有一个氨基和一个羧基，且都有一个氨基和一个羧基连接在同一个碳原子上。这个碳原子还连接一个氢原子和一个侧链基团，D 错误。

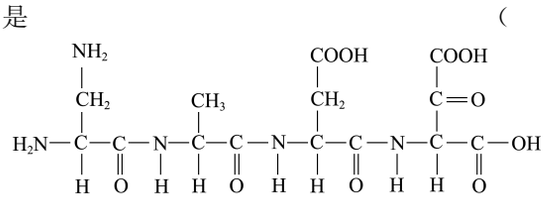
3. 赖氨酸的分子式为 $C_6H_{14}O_2N_2$，则赖氨酸的 R 基为（　　）

A. —$C_4H_{10}N$　　B. —$C_4H_{10}O$
C. —$C_4H_{10}ON$　　D. —$C_5H_{11}N$

A　**解析**：氨基酸的结构通式为 $H_2N—\overset{R}{\underset{H}{C}}—COOH$，即 $C_2H_4O_2NR$。赖氨酸的分子式是 $C_6H_{14}O_2N_2$，则该氨基酸的 R 基为—$C_4H_{10}N$，A 正确。

知识点 2　蛋白质的结构、功能及其多样性

4. 下图为某多肽的结构示意图。下列有关叙述正确的是（　　）



A. 该化合物为三肽
B. 该多肽中含有 4 个肽键

C.形成该多肽的过程中产生的 H_2O 中的 O 全部来自羧基

D.形成该多肽的过程中脱去的水分子数与氨基酸数相等

C　**解析**：该多肽含有 3 个肽键，因此该化合物为四肽，A、B 错误；肽键是由一个氨基酸分子的羧基（—COOH）和另一个氨基酸分子的氨基（—NH_2）相连接脱去一分子水形成的，所以形成该多肽的过程中产生的 H_2O 中的 O 全部来自羧基，C 正确；形成该多肽的过程中脱去的水分子数＝肽键数＝氨基酸数－1，D 错误。

5.科学家发现了组成人体的第 21 种氨基酸——硒代半胱氨酸，其化学式为 $C_3H_7NO_2Se$，下列说法错误的是（　　）

A.该氨基酸的 R 基为—CH_3Se

B.各种氨基酸理化性质不同的原因在于 R 基不同

C.两个氨基酸分子通过肽键连接成二肽

D.两个硒代半胱氨酸分子脱水缩合过程产生的 H_2O 中的氢原子来源于羧基

D　**解析**：两个硒代半胱氨酸分子脱水缩合过程产生的 H_2O 中的氢原子，一个来源于羧基，一个来源于氨基，D 错误。

6.从某些动物组织中提取的胶原蛋白，可以用来制作手术缝合线。手术后过一段时间，这种缝合线就可以被人体组织吸收，从而避免拆线的痛苦。下列叙述正确的是（　　）

A.胶原蛋白分子的基本组成单位是氨基酸

B.氨基酸仅通过脱水缩合的方式就可以形成蛋白质

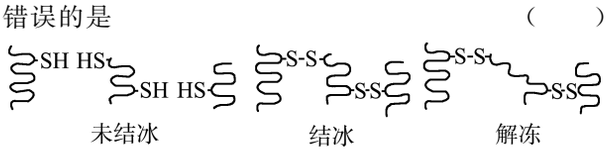
C.每个氨基酸分子都只含有 C、H、O、N 四种元素

D.组成人体的氨基酸都在人体内合成

A　**解析**：胶原蛋白分子的基本组成单位是氨基酸，A 正确；氨基酸通过脱水缩合形成多肽后，还需进行一定的盘曲、折叠才能形成具有特定结构和功能的蛋白质，B 错误；每个氨基酸分子都含有 C、H、O、N 四种元素，除此之外有的氨基酸还含有其他元素，如甲硫氨酸还含有 S，C 错误；组成人体的氨基酸不都在人体内合成，如人体细胞不能合成必需氨基酸，这些氨基酸只能从外界环境中获取，D 错误。

B组　应用·实践

7.细胞受到冰冻时，蛋白质分子相互靠近，当接近到一定程度时，蛋白质分子中相邻近的巯基（—SH）氧化形成二硫键（—S—S—）。解冻时，蛋白质中的氢键断裂，二硫键仍保留，如下图所示。下列说法错误的是（　　）



A.结冰和解冻过程不涉及肽键的变化，所以该过程不影响蛋白质功能

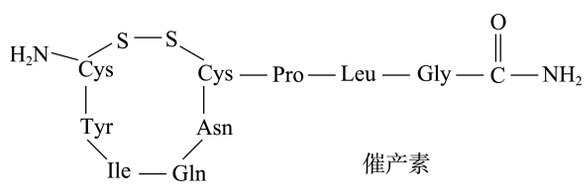
B.细胞受到冰冻时，蛋白质的相对分子质量变小

C.解冻没有影响蛋白质中氨基酸的序列

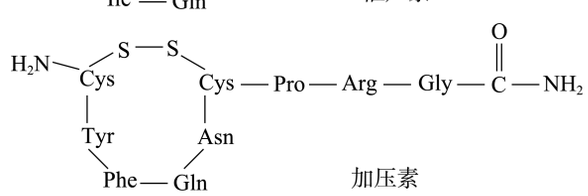
D.巯基位于氨基酸的 R 基上

A　**解析**：由题图可知，蛋白质结冰和解冻时都不涉及肽键的变化，但是蛋白质的空间结构发生改变，所以功能改变，A 错误；细胞受到冰冻时，蛋白质分子相互靠近，当接近到一定程度时，蛋白质分子中相邻近的巯基（—SH）氧化形成二硫键（—S—S—），此过程脱去两个 H，蛋白质的相对分子质量减少，B 正确；由题图可知，蛋白质解冻时，构成蛋白质的氨基酸序列不变，C 正确；巯基（—SH）中含有 S，由氨基酸的结构通式 $H_2N—\underset{\displaystyle H}{\overset{\displaystyle R}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}—COOH$ 可知，巯基位于氨基酸的 R 基上，D 正确。

8.哺乳动物的催产素具有催产和排乳的作用，加压素具有升高血压和减少排尿的作用。两者结构简式如图所示，各氨基酸分别用 3 个字母缩写表示。据图分析，下列叙述错误的是（　　）



催产素



加压素

A.催产素和加压素分子中的肽键数量相等

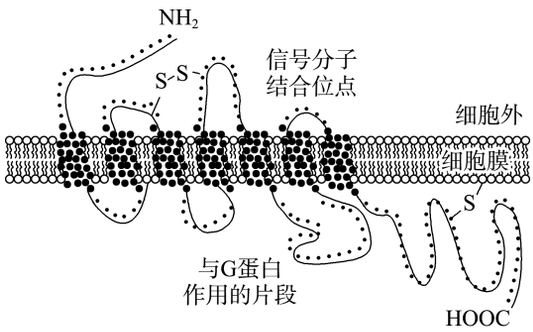
B.催产素和加压素分子中都至少含有 1 个氨基和 1 个羧基

C.合成催产素和加压素时产生的 H_2O 中的 H 来自羧基和氨基

D.催产素和加压素功能不同的原因是所含氨基酸种类有所差别

B　**解析**：由题图可知，两种激素都是由 9 个氨基酸构成的九肽类化合物，故催产素和加压素分子中的肽键数量相等，A 正确；由题图仅能判断出催产素和加压素分子中都至少含有 2 个氨基，B 错误；合成催产素和加压素时产生的 H_2O 中的 H 来自羧基和氨基，C 正确；催产素和加压素功能不同的原因是所含氨基酸种类、空间结构等有所差别，D 正确。

9.G 蛋白偶联受体是由 m 个氨基酸组成的一条往返穿膜七次的多肽链跨膜蛋白，下图是其结构模式图。与此有关的说法不正确的是（　　）



A.G蛋白偶联受体的化学本质是蛋白质

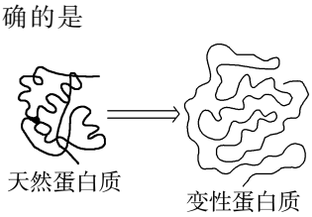
B.该条多肽链只有一个游离的氨基和羧基

C.图中“—S—S—”中的S一定存在于R基中

D.合成该跨膜蛋白时共失去(m－1)个水分子

B　**解析**:由题干可知,G蛋白偶联受体的本质是由m个氨基酸组成的跨膜蛋白,A正确;该条多肽链的R基中可能也有氨基和羧基,也可能没有,因此该条多肽链至少含有一个游离的氨基和羧基,B错误;根据氨基酸的结构通式可知,形成二硫键“—S—S—”中的S一定存在于R基中,C正确;题图中肽链由m个氨基酸脱水缩合形成,因此需要脱去(m－1)个水分子,D正确。

10.蛋白质加热处理后会发生下图所示的变化。下列有关叙述正确的是　(　　)



A.沸水浴加热后,构成蛋白质的肽链充分伸展,肽键断裂

B.蛋白质肽链的盘曲和折叠被解开后,其特定功能未发生改变

C.变性后的蛋白质仍可与双缩脲试剂发生变色反应

D.温度下降后变性的蛋白质将自动恢复天然状态

C　**解析**:沸水浴加热后,构成蛋白质的肽链充分伸展,蛋白质空间结构改变,但是肽链不会断裂,A错误;蛋白质肽链的盘曲和折叠被解开后,空间结构发生改变,其特定功能也发生改变,B错误;蛋白质变性,空间结构发生改变,但是肽键结构“—CO—NH—”仍然存在,因此变性后的蛋白质仍可与双缩脲试剂发生紫色反应,C正确;高温会导致蛋白质变性失活,蛋白质的变性是不可逆的,温度下降后不能恢复到原来的状态,D错误。

11.甲状腺素视黄质运载蛋白(TTR)是存在于血液中的一种球状蛋白质,由4条多肽链组成,每条多肽链均含127个氨基酸,其功能是运输甲状腺激素和维生素A。下列叙述错误的是　(　　)

A.合成TTR的过程中,共脱去了504个水分子

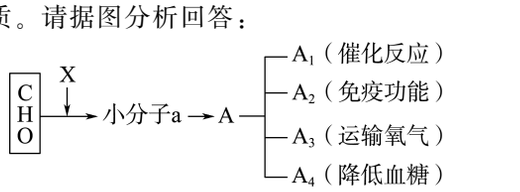
B.4条多肽链之间通过一定的化学键相互结合在一起

C.参与组成TTR的氨基酸一共有21种,均由人体细胞合成

D.若TTR的4条肽链的盘曲、折叠方式改变,其运输能力可能降低

C　**解析**:甲状腺素视黄质运载蛋白(TTR)由4条多肽链组成,每条多肽链均含127个氨基酸,形成过程中脱去的水分子数为(127－1)×4＝504个,A正确;不同多肽链之间通过一定的化学键相互结合在一起,B正确;组成蛋白质的氨基酸可能含有21种,也可能是21种中的几种,且必需氨基酸必须从外界环境中获取,C错误;蛋白质的结构决定其功能,若TTR的肽链的盘曲、折叠方式发生改变,其空间结构发生变化,则运输能力可能降低,D正确。

12.下图表示人体内几种化学元素和化合物的相互关系,其中a表示有机小分子物质,A表示有机大分子物质。请据图分析回答:



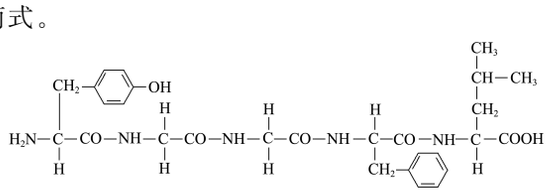
(1)图中的X代表什么元素?_____。A_1是_____,A_3是_____。

(2)A可分为A_1～A_4多种种类,从a分析是因为①_____,②_____,③_____;从A分析是因为_____。

解析:(1)有机大分子物质A具有催化、免疫、运输氧气等功能,说明A是蛋白质,则小分子a是构成蛋白质的基本单位氨基酸,元素X是N元素。蛋白质分子具有催化(酶)、免疫(如抗体)、运输氧气(血红蛋白)等功能,所以A_1是酶,A_3是血红蛋白。(2)蛋白质结构多样性的直接原因有:构成蛋白质的氨基酸的种类、数目、排列顺序不同和肽链盘曲、折叠方式及其形成的空间结构不同。

答案:(1)N　酶　血红蛋白　(2)种类不同　数目不同　排列顺序不同　肽链的盘曲、折叠方式及其形成的空间结构不同

13.中国科学院上海生物化学研究所于1982年5月合成一种具有镇痛作用而又不会像吗啡那样使病人上瘾的药物——脑啡肽,下图所示是它的结构简式。

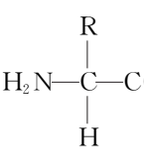


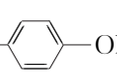
(1)脑啡肽的化学本质是_____，脑啡肽只有皮下注射才有效，而不能口服，主要原因是_____。

(2)构成脑啡肽的基本单位的结构通式是_____。由图可知，该片段由_____种基本单位通过脱水缩合形成。形成该片段过程中相对分子质量减少了_____。

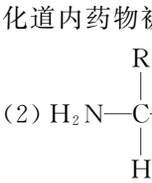
(3)脑啡肽可用_____试剂鉴定，高温可使脑啡肽失活的主要原理是_____。

解析：(1)脑啡肽的化学本质是多肽(或蛋白质)，若口服脑啡肽，在消化道内药物会被消化液分解，失去药效，因此一般采用注射的方法。(2)构成脑啡肽的基本单位是氨基酸，氨基酸的结构通式是

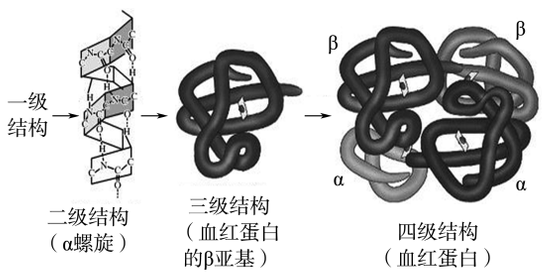


，组成该脑啡肽的5个氨基酸的R基(从左至右)分别是 —CH_2—  —OH、—H、—H、—CH_2— 、—CH_2—$CH(CH_3)_2$，R基有4种，该脑啡肽片段由4种基本单位通过脱水缩合形成。形成该片段过程中脱去了4分子的水，其相对分子质量减少了4×18=72。(3)脑啡肽可用双缩脲试剂鉴定，高温能够破坏脑啡肽的空间结构，进而使脑啡肽失活。

答案：(1)多肽(或蛋白质)　若口服脑啡肽，在消化道内药物被消化液分解，失去药效

(2)  　4　72　(3)双缩脲　高温能够破坏脑啡肽的空间结构

14. 血红蛋白(Hb)由1个珠蛋白和4个血红素组成。每个珠蛋白包括4条多肽链，其中α、β链各2条。下图是血红蛋白的四级结构示意图。回答下列问题：



(1)组成Hb的化学元素至少包含_____。

(2)Hb的一级结构指肽链上_____的排列顺序。Hb易与氧结合和分离，使Hb执行_____的功能。

(3)血红蛋白中含有124个氨基酸，脱去_____个水分子。图中肽链盘曲过程中形成了三个二硫键(—S—S—，由两个半胱氨酸上的—SH缩合而成)，若组成图中蛋白质的氨基酸平均相对分子质量为100，则图中蛋白质的相对分子质量为_____。

解析：(1)Hb是血红蛋白，其基本单位是氨基酸，组成Hb的化学元素至少包含C、H、O、N、Fe。(2)一级结构是指蛋白质肽链中氨基酸的排列顺序，也称为蛋白质的化学结构；Hb易与氧结合和分离，使Hb执行运输氧气的功能。(3)脱去水分子数=氨基酸数－肽链数，血红蛋白中含有124个氨基酸，共有4条肽链，故脱去124－4=120个水分子；若组成图中蛋白质的氨基酸平均相对分子质量为100，则蛋白质的相对分子质量为124×100－120×18－3×2=10 234。

答案：(1)C、H、O、N、Fe　(2)氨基酸　运输物质(氧气)　(3)120　10 234

专项提升课　与蛋白质的合成和水解过程相关的计算

一、蛋白质的相对分子质量、氨基酸数、肽链数、肽键数和失去水分子数的关系

肽链数目	1条	m条
氨基酸数	n	n
肽键数目	$n-1$	$n-m$
脱去水分子数	$n-1$	$n-m$
游离氨基数目	至少1个	至少m个
游离羧基数目	至少1个	至少m个
多肽(蛋白质)的相对分子质量	$an-18\times(n-1)$	$an-18\times(n-m)$

注：设氨基酸的平均相对分子质量为a。

(1)肽键数=失去水分子数=氨基酸数－肽链数(对于环状多肽来说，肽键数=氨基酸数=失去水分子数)。

(2)蛋白质的相对分子质量=氨基酸数×氨基酸的平均相对分子质量－脱去水分子数×18(若有p个二硫键生成，则还应减去$2p$)。

对点训练

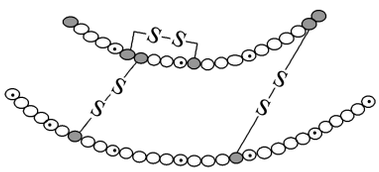
1. 已知氨基酸的平均相对分子质量是128，现有一蛋白质分子由3条肽链组成，在肽链形成空间结构时，产生了4个二硫键(—SH＋—SH→—S—S—＋2H)，共有肽键97个，此蛋白质分子的相对分子质量最接近　(　　)

A.11 046　　B.11 060

C.12 800　　D.12 280

A　**解析**：蛋白质是由氨基酸脱水缩合形成的，蛋白质的相对分子质量＝氨基酸数×氨基酸的平均相对分子质量－失去的水分子数×水的相对分子质量＝(97＋3)×128－97×18＝11 054。由于在肽链形成空间结构时，产生了 4 个二硫键，失去 2×4＝8 个 H，所以该蛋白质的相对分子质量＝11 054－8＝11 046，A 正确。

2. 下图为牛胰岛素结构模式图，该物质中 —S—S— 是由两个—SH 脱去两个 H 形成的，下列说法正确的是　(　)



A.牛胰岛素为 51 肽，其中含有 50 个肽键

B.牛胰岛素中至少有 2 个—NH_2 和2 个—COOH

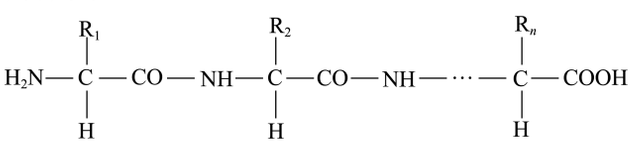
C.牛胰岛素水解产物含有 20 种不同的氨基酸

D.牛胰岛素形成时，减少的相对分子质量为 882

B　**解析**：牛胰岛素含 51 个氨基酸，由 2 条肽链组成，含有的肽键数为 51－2＝49 个，A 错误；由题图可知牛胰岛素由 2 条肽链组成，每条肽链都至少有一个—NH_2 和一个—COOH，所以牛胰岛素中至少含 2 个游离的 —NH_2 和 2 个游离的—COOH，B 正确；牛胰岛素水解可得到 51 个氨基酸，但并非一定是 20 种，C 错误；牛胰岛素形成时，51 个氨基酸脱水缩合的同时还减少了 6 个 H，故减少的相对分子质量为 49×18＋6＝888，D 错误。

二、蛋白质中游离氨基或羧基的计算

可将肽链看作“C”与“—CO—NH—”交替连接构成的基本骨架，在“C”上连接着—R 和—H，在肽链的两端分别是游离的“—NH_2”和“—COOH”，如下图所示：



(1)至少含有的游离氨基或羧基数＝肽链数。

(2)游离氨基或羧基数＝肽链数＋R 基中含有的氨基或羧基数。

(3)环状多肽中游离氨基或羧基数取决于构成环状多肽的氨基酸 R 基中的氨基或羧基数。

对点训练

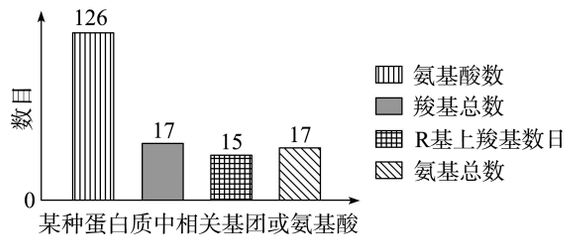
3. 科学家发现了生物体内的第 21 种氨基酸——硒代半胱氨酸(R 基为—CH_2—SeH)。由两个硒代半胱氨酸和三个谷氨酸[R 基为 —$(CH_2)_2$—COOH]所构成的含有一条肽链的化合物，其名称、游离羧基数目分别为　(　)

A.四肽，5　　B.四肽，3

C.五肽，4　　D.五肽，3

C　**解析**：五个氨基酸构成的化合物为五肽，三个谷氨酸 R 基上共有 3 个游离的羧基，多肽链一端还有 1 个游离的羧基，共 4 个游离的羧基，C 正确。

4. 有关下图中蛋白质的叙述，正确的是　(　)



A.形成该蛋白质时共脱掉 126 个水分子

B.该蛋白质含有两条肽链

C.该蛋白质的 R 基中共含 17 个氨基

D.该蛋白质共有 111 个肽键

B　**解析**：氨基酸脱水缩合反应中形成的肽链数＝蛋白质中的羧基总数－R 基上的羧基总数＝17－15＝2 条，B 正确；126 个氨基酸经过脱水缩合反应形成 2 条肽链脱去的水分子数是 126－2＝124 个，A 错误；蛋白质中 R 基上的氨基数＝蛋白质中氨基的总数－肽链数＝17－2＝15 个，C 错误；蛋白质中的肽键数＝氨基酸脱水缩合反应脱去的水分子数＝氨基酸个数－肽链数＝126－2＝124 个，D 错误。

三、链状多肽中各原子数的计算

1. 氧原子数＝肽键数＋2×肽链数＋R 基上的氧原子数＝各氨基酸中氧原子的总数－脱去的水分子数。

2. 氮原子数＝肽链数＋肽键数＋R 基上的氮原子数＝各氨基酸中氮原子的总数。

3. 含 2 个氨基的氨基酸数＝氮原子数－肽键数－肽链数。

4. 含 2 个羧基的氨基酸数＝(氧原子数－肽键数－2×肽链数)/2。

对点训练

5. 某蛋白质由 m 条肽链、n 个氨基酸组成。该蛋白质至少含有氧原子的个数是　(　)

A.$n-m$

B.$n-2m$

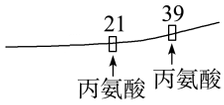
C.$n+m$

D.$n+2m$

C　**解析**：n 个氨基酸形成 m 条肽链，肽键数为 $(n-m)$个，每个肽键连接 1 个氧原子。每条肽链中至少有一个羧基，每个羧基中含 2 个氧原子。故该蛋白质至少含有氧原子的个数为 $n-m+2m=n+m$ 个，C 正确。

6. 某五十肽中有丙氨酸(R 基为—CH_3)2 个，现脱掉其中的丙氨酸(相应位置如下图)得到几种不同的

有机产物，其中脱下的氨基酸均以游离态正常存在。下列有关该过程产生的全部有机物中有关原子、基团或肽键数目的叙述，错误的是（　　）



A.肽键数目减少 4 个

B.氨基和羧基分别增加 4 个

C.氢原子数目增加 8 个

D.氧原子数目增加 2 个

D　**解析**：五十肽脱掉其中的 2 个丙氨酸，在丙氨酸的两侧各断裂一个肽键，因此肽键数目减少 4 个，A 正确；断裂 4 个肽键，即水解形成 4 个氨基和 4 个羧基，B 正确；脱掉丙氨酸的过程需要 4 个水分子参与水解，所以氢原子数目增加 8 个，氧原子数目增加 4 个，C 正确，D 错误。

第 5 节　核酸是遗传信息的携带者

学习任务目标

1.运用结构和功能观，阐明核酸结构和功能的多样性和适应性。

2.归纳概括核酸种类、核苷酸种类、含氮碱基种类与生物种类的关系，同时构建核苷酸的结构模型。

○ 问题式预习 ○

一、核酸的种类、分布及功能

1.核酸的种类

（1）脱氧核糖核酸，简称 DNA。

（2）核糖核酸，简称 RNA。

2.核酸的分布

（1）真核细胞的 DNA 主要分布在细胞核中，线粒体、叶绿体内也含有少量的 DNA。

（2）RNA 主要分布在细胞质中。

3.核酸的功能

（1）细胞内携带遗传信息的物质。

（2）在生物体的遗传、变异和蛋白质的生物合成中具有极其重要的作用。

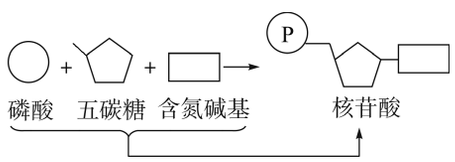
◇思考

植物细胞、动物细胞和原核细胞内的 DNA 的分布有什么不同？

提示：植物细胞和动物细胞的 DNA 主要分布在细胞核中，在线粒体和叶绿体中也有少量分布，原核细胞的 DNA 主要分布在拟核中。

二、核酸是由核苷酸连接而成的长链

1.核苷酸是核酸的基本组成单位



一分子核苷酸是由一分子五碳糖、一分子含氮碱基和一分子磷酸组成的。

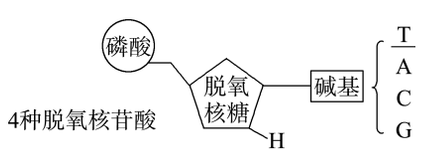
（1）五碳糖：DNA 中的五碳糖为脱氧核糖，RNA 中的五碳糖为核糖。

（2）含氮碱基：A（腺嘌呤）、G（鸟嘌呤）、C（胞嘧啶）、T（胸腺嘧啶）、U（尿嘧啶）。

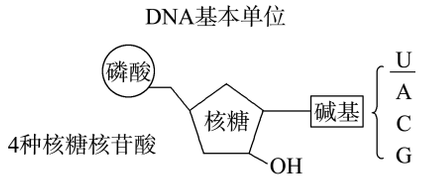
（3）分类

①依据五碳糖：脱氧核糖 — 脱氧核苷酸；核糖 — 核糖核苷酸

②依据碱基，脱氧核苷酸和核糖核苷酸各分为 4 种。

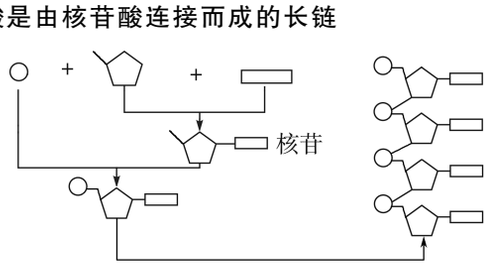


DNA基本单位



RNA基本单位

2.核酸是由核苷酸连接而成的长链



一般情况下，在生物体的细胞中，DNA 由两条脱氧核苷酸链构成，RNA 由一条核糖核苷酸链构成。

三、生物大分子以碳链为骨架

1.单体和多聚体

（1）单体：蛋白质、核酸、多糖等生物大分子的基本组成单位。

（2）多聚体：由许多单体相互连接构成的生物大分子。

2.生物大分子的构成

单体(基本单位)	多聚体(生物大分子)
单糖	多糖
氨基酸	蛋白质
核苷酸	核酸

3.碳是生命的核心元素

每一个单体都以若干个相连的碳原子构成的碳链为基本骨架,生物大分子是由许多单体连接成的多聚体,多聚体参与细胞和生物体的构成,因为碳原子在组成生物大分子中的重要作用,所以碳是生命的核心元素。

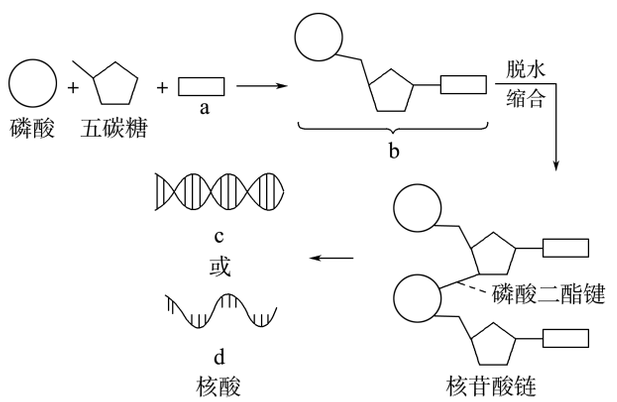
○ 任务型课堂 ○

任务一 核酸由核苷酸聚合而成

探究活动

探究1　分析核酸的种类和组成,提高理解能力

下图为生物体细胞中核酸的结构层次示意图。



(1)写出图中各字母代表的名称:

a.含氮碱基;b.核苷酸;c.DNA;d.RNA。

(2)若图中b是c的基本单位,则a表示A、T、G、C四种碱基,其五碳糖是脱氧核糖;若图中b是d的基本单位,则a表示A、U、G、C四种碱基,其五碳糖是核糖。

(3)核酸由哪些元素组成?N、P分别存在于核酸分子的哪个基团中?

提示:核酸由C、H、O、N、P组成,N存在于含氮碱基中,P存在于磷酸中。

探究2　分析核酸、核苷酸、含氮碱基与生物种类的关系

(1)鱼体内有多少种含氮碱基?有几种五碳糖?鱼体内的遗传物质中含有多少种含氮碱基?有几种五碳糖?

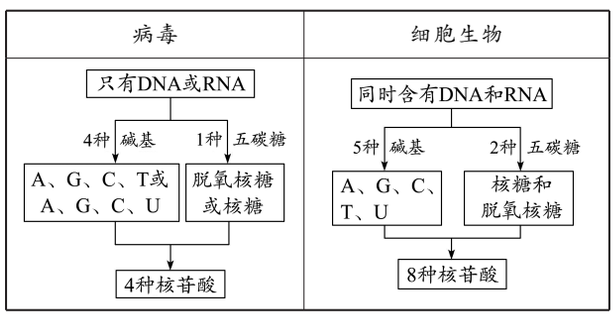
提示:鱼体内有DNA和RNA两种核酸,因此有A、T、G、C、U五种含氮碱基,有核糖和脱氧核糖两种五碳糖;鱼体内的遗传物质是DNA,因此有A、T、G、C四种含氮碱基,有脱氧核糖一种五碳糖。

(2)大肠杆菌体内由A、G、U三种碱基组成的核苷酸有几种?

提示:5种,包括3种核糖核苷酸,2种脱氧核苷酸。

【探究总结】

1.生物体中碱基种类与核苷酸种类归纳

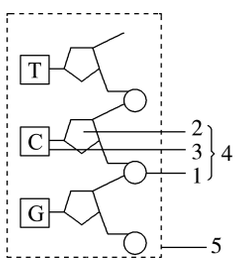


2.DNA、RNA初步水解的产物和彻底水解的产物

物质	初步水解的产物	彻底水解的产物
DNA	脱氧核苷酸	脱氧核糖、磷酸、4种碱基(A、T、C、G)
RNA	核糖核苷酸	核糖、磷酸、4种碱基(A、U、C、G)

评价活动

1.右图为某核苷酸长链片段的示意图,下列相关叙述中,错误的是(　　)



A.图中所示为脱氧核苷酸长链片段

B.2为脱氧核糖

C.4为胞嘧啶脱氧核苷酸

D.5只能在细胞核中找到

D　**解析**:题图中为一条核苷酸链片段,因为其含有碱基T,所以应为脱氧核苷酸长链,A正确;1为磷酸基团,2为脱氧核糖,3为胞嘧啶,4为胞嘧啶脱氧核苷酸,B、C正确;DNA主要分布在细胞核中,但细胞质中也有少量分布,D错误。

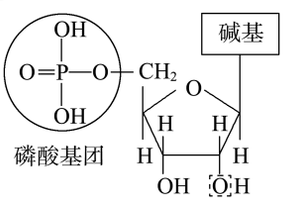
2.不同生物含有的核酸种类不同。原核生物和真核生物同时含有DNA和RNA,病毒体内只含有DNA或RNA。下列关于各种生物中碱基、核苷

酸、五碳糖种类的描述正确的是 （ ）

选项	A	B	C	D
种类	T4 噬菌体	烟草叶肉细胞	烟草花叶病毒	豌豆根毛细胞
碱基	5 种	5 种	4 种	8 种
核苷酸	5 种	8 种	8 种	8 种
五碳糖	1 种	2 种	2 种	2 种

B **解析**：T4 噬菌体和烟草花叶病毒分别是 DNA 病毒和 RNA 病毒，体内只含一种核酸，所以都含有 4 种碱基（A、T、C、G 或 A、U、C、G）、4 种核苷酸（4 种脱氧核苷酸或 4 种核糖核苷酸）、1 种五碳糖（脱氧核糖或核糖），A、C 错误；烟草叶肉细胞和豌豆根毛细胞中都含有 DNA 和 RNA 两种核酸，其含有的碱基有 5 种（A、T、G、C、U），核苷酸有 8 种（4 种脱氧核苷酸和 4 种核糖核苷酸），五碳糖有 2 种（脱氧核糖和核糖），B 正确，D 错误。

3. 下图表示的是组成某种核酸的基本单位，下列相关叙述错误的是 （ ）



A. 该物质是组成 RNA 的基本单位，真核细胞中的 RNA 主要分布在细胞质中

B. 该物质仅含有 C、H、O、N、P 五种元素

C. 图中碱基可能是腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶或胸腺嘧啶

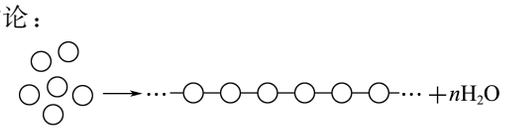
D. 在流感病毒和烟草花叶病毒中都能找到这种物质

C **解析**：题图中物质含有核糖，为核糖核苷酸，是组成 RNA 的基本单位，真核细胞中的 RNA 主要分布在细胞质中，A 正确；核糖核苷酸的组成元素是 C、H、O、N、P，B 正确；核糖核苷酸中不含胸腺嘧啶，所以图中碱基不可能是胸腺嘧啶，C 错误；流感病毒和烟草花叶病毒都是 RNA 病毒，都含有核糖核苷酸，D 正确。

任务二 生物大分子以碳链为骨架

探究活动

生物大分子是由多个单体连接形成的多聚体。下图是细胞内生物大分子的合成模式图。请据图思考讨论：



单体 多聚体

（1）若图中的单体是葡萄糖，则其在植物细胞中构成的生物大分子和在人体细胞中构成的生物大分子分别是什么？

提示：在植物细胞中的多糖是纤维素和淀粉，在人体细胞中的多糖是糖原。

（2）若图中的生物大分子是蛋白质，决定其多聚体具有多样性的直接原因是什么？

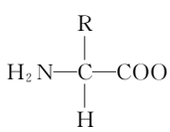
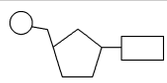
提示：蛋白质具有多样性的直接原因是氨基酸的种类、数目和排列顺序以及肽链的盘曲、折叠方式及其形成的空间结构具有多样性。

（3）多糖和核酸都是由许多单体组成的多聚体，从组成二者单体种类的角度，为什么核酸是遗传信息的携带者，而多糖不是？

提示：构成多糖的单体没有种类的差异，形成的多聚体没有顺序性；构成核酸的单体有种类的差异，形成的多聚体有顺序性。

【探究总结】

核酸与蛋白质的关系

项目	蛋白质	核酸
元素组成	主要由 C、H、O、N 组成，有的还含有 S、Se 等	只含 C、H、O、N、P 5 种元素
组成单位	氨基酸	核苷酸：脱氧核苷酸（组成 DNA）；核糖核苷酸（组成 RNA）
单体结构通式或模式图		 1 分子磷酸＋1 分子五碳糖＋1 分子含氮碱基
形成场所	核糖体	细胞核、线粒体、叶绿体等
分子多样性形成的原因	氨基酸的种类、数目、排列顺序，肽链的盘曲、折叠方式及其形成的空间结构不同	核苷酸的种类、数目、排列顺序不同
主要功能	①结构物质；②功能物质：运输、催化、免疫、信息传递等	①生物的遗传物质；②表达遗传信息，控制合成蛋白质；③为遗传信息的变异提供原材料；④某些 RNA 具有催化作用
联系	核酸在蛋白质的合成中起控制作用	

评价活动

1. 下列关于细胞内蛋白质和核酸的叙述中，正确的是 （ ）

A. 核酸和蛋白质的组成元素相同

B. 核酸的合成需要相应蛋白质的参与

C. 蛋白质的分解都需要核酸的直接参与

D. 高温可能会破坏蛋白质和核酸分子中的肽键

B　**解析**：核酸的组成元素是C、H、O、N、P，而蛋白质的主要组成元素为C、H、O、N，A错误；核酸包括DNA和RNA，两者的合成都需要相关酶的催化，而这些酶的化学本质是蛋白质，B正确；蛋白质的分解需要蛋白酶的参与，而蛋白酶的本质是蛋白质，因此蛋白质的分解不需要核酸的直接参与，C错误；高温会破坏蛋白质分子的空间结构，但是不会破坏肽键，且核酸分子中不含肽键，D错误。

2. 甘薯富含淀粉、蛋白质、纤维素、维生素以及钙、铁、锌等，具有较高的营养价值。经过“三蒸三晒”加工而成的甘薯干味道香甜可口。下列说法正确的是（　　）

A.甘薯细胞中的核酸彻底水解得到4种核苷酸

B.甘薯细胞中的淀粉水解产物是蔗糖

C.甘薯细胞中的钙、铁、锌属于微量元素，作用也很小

D.“三蒸三晒”过程中甘薯细胞失去了大量的自由水和结合水

D　**解析**：甘薯细胞是真核细胞，含有DNA和RNA两种核酸，DNA初步水解可以得到4种脱氧核苷酸，RNA初步水解可以得到4种核糖核苷酸，一共可得到8种核苷酸，A错误；淀粉水解产物是葡萄糖，B错误；钙是大量元素，锌、铁属于微量元素，大量元素和微量元素作用都很重要，C错误；“三蒸三晒”过程中甘薯细胞失去了大量的自由水和结合水，D正确。

3. 生命建立在生物大分子的基础上，下列关于生物大分子的说法正确的是（　　）

A.生物大分子是由许多单体连接而成的多聚体

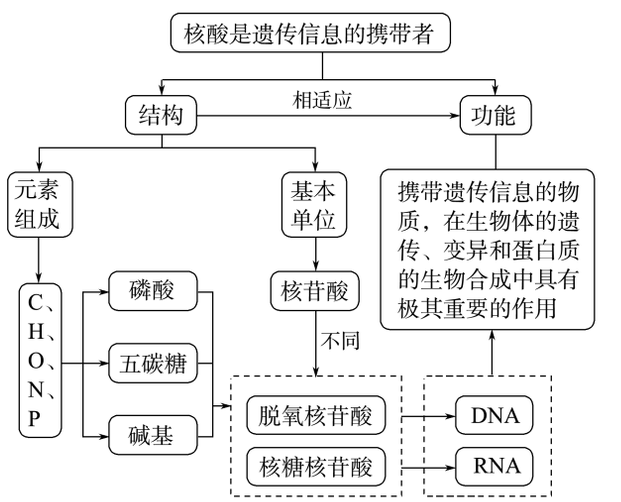
B.单体的种类不同导致纤维素和淀粉结构不同

C.以碳链为骨架的糖类、脂肪等多聚体可为生命活动提供能量

D.蛋白质、糖原、核酸均含有C、H、O、N四种大量元素

A　**解析**：生物大分子是多聚体，是由许多单体连接而成的，如淀粉是由许多个葡萄糖脱水缩合形成的，A正确；纤维素和淀粉都属于多糖，两者的单体都是葡萄糖，B错误；脂肪不是多聚体，没有单体，C错误；糖原属于多糖类，只含有C、H、O 3种元素，D错误。

提质归纳



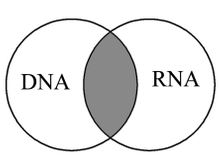
课后素养评价（七）　核酸是遗传信息的携带者

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

知识点1　核酸的组成结构与功能

1. DNA和RNA的关系可用下图表示。下列物质中不属于阴影部分的是（　　）



A.磷酸、鸟嘌呤　　B.胞嘧啶、腺嘌呤

C.腺嘌呤、鸟嘌呤　　D.核糖、胸腺嘧啶

D　**解析**：题图中阴影部分表示DNA和RNA共有的物质。磷酸、鸟嘌呤、胞嘧啶和腺嘌呤是DNA和RNA共有的，胸腺嘧啶和脱氧核糖只存在于DNA中，尿嘧啶和核糖只存在于RNA中，D正确。

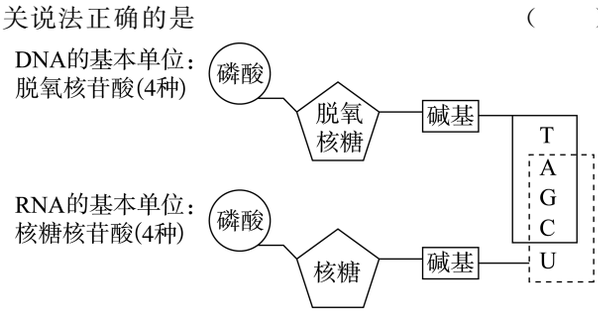
2. 随着中老昆万铁路的开通，云南西双版纳热带雨林呈现于世界，这是我国亚洲象最主要的栖息地。亚洲象细胞中核苷酸的种类有（　　）

A.2种　　B.4种

C.5种　　D.8种

D　**解析**：亚洲象细胞中既有DNA，又有RNA，DNA含有4种脱氧核苷酸，RNA含有4种核糖核苷酸，故亚洲象细胞中有8种核苷酸，D正确。

3. 下图是DNA和RNA组成的结构示意图。下列有关说法正确的是（　　）



A.甲型H1N1流感病毒有5种碱基和8种核苷酸

B.主要存在于硝化细菌的拟核中的核酸由5种碱基构成

C.SARS病毒中也有上述两种核酸

D.DNA彻底水解得到的产物中有脱氧核糖，而没有核糖

D　**解析**：甲型H1N1流感病毒是RNA病毒，含有A、G、C、U 4种碱基和4种核苷酸，A错误；主要存在于硝化细菌拟核中的核酸为DNA，含有A、G、C、T 4种碱基，B错误；SARS病毒只有一种核酸，是RNA，C错误；DNA中含有的五碳糖为脱氧核糖，不是核糖，D正确。

4.科学家从尼安德特人遗骸上提取到DNA并进行了测序，由线粒体DNA的测序结果发现，尼安德特人与欧亚的晚期智人有杂交。下列叙述错误的是（　　）

A.尼安德特人、智人、现代人的遗传物质的化学本质相同

B.尼安德特人线粒体DNA与大肠杆菌的DNA初步水解产物种类相同

C.尼安德特人与智人的细胞核DNA中脱氧核苷酸序列完全不同

D.尼安德特人与智人的线粒体DNA中脱氧核苷酸序列有部分相同

C　**解析**：尼安德特人、智人、现代人的遗传物质都是DNA，化学本质都是核酸，A正确；DNA初步水解产物都是4种脱氧核苷酸，B正确；尼安德特人与智人的细胞核DNA中脱氧核苷酸序列有部分相同，C错误；尼安德特人与智人的线粒体DNA中脱氧核苷酸序列有部分相同，D正确。

知识点2　生物大分子综合

5.下列有关细胞中生物大分子的叙述，正确的是（　　）

A.蛋白质、核酸和糖类都是生物大分子

B.生物大分子以碳链为基本骨架

C.生物大分子都可以为细胞生命活动直接提供能量

D.构成生物大分子核酸的单体是核糖、磷酸和碱基

B　**解析**：蛋白质、核酸和多糖都是生物大分子，蛋白质是由许多氨基酸连接而成的，核酸是由许多核苷酸连接而成的，多糖是由许多单糖连接而成的，糖类中单糖、二糖不是生物大分子，A、D错误；生物大分子以碳链为基本骨架，B正确；核酸是遗传信息的携带者，不为细胞生命活动提供能量，C错误。

6.（2023·全国乙卷改编）生物体内参与生命活动的生物大分子可由单体聚合而成。构成蛋白质等生物大分子的单体和连接键，以及检测生物大分子的试剂等信息如表。

单体	连接键	生物大分子	检测试剂或染色剂
葡萄糖	—	①	—
②	③	蛋白质	④
⑤	—	核酸	⑥

根据表中信息，下列叙述错误的是（　　）

A.①可以是淀粉或糖原

B.②是氨基酸，③是肽键，⑤是碱基

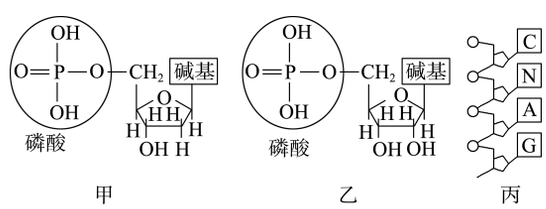
C.②和⑤都含有C、H、O、N

D.④可以是双缩脲试剂

B　**解析**：淀粉和糖原都是以葡萄糖为单体的生物大分子，A正确；蛋白质的基本组成单位是氨基酸，核酸的基本组成单位为核苷酸，②是氨基酸，③是肽键，④可以是双缩脲试剂，⑤是核苷酸，B错误，D正确；氨基酸和核苷酸都含有C、H、O、N，C正确。

B组　应用·实践

7.下图是构成核酸的两种核苷酸及它们形成的核苷酸链（N表示某种碱基）。下列有关叙述正确的是（　　）



A.动物细胞的核酸中碱基种类有8种

B.若丙中N为T，则丙的基本组成单位是乙

C.若丙中N为U，则不可储存遗传信息

D.颤蓝细菌的遗传信息储存在甲的排列顺序中

D　**解析**：动物细胞的核酸中碱基种类有A、T、G、C、U，共5种，A错误；若丙中N为T，则丙为DNA，其基本组成单位是甲（脱氧核苷酸），B错误；若丙中N为U，则丙为RNA，RNA也可储存遗传信息，C错误；颤蓝细菌的遗传物质是DNA，其基本组成单位是甲（脱氧核苷酸），遗传信息储存在甲的排列顺序中，D正确。

8.图1为甲、乙两种核酸分子局部结构的示意图，请据图回答下列问题：

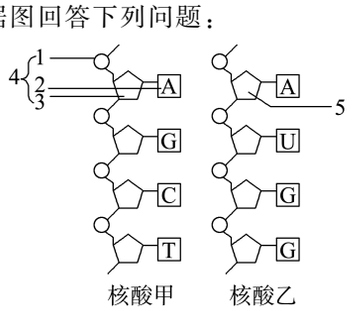


图1

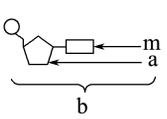


图2

（1）核酸甲的中文名称是_____，

最可靠的判断依据是_____。

(2)图1中结构1、4、5的中文名称分别是_____、_____、_____。

(3)核酸是细胞内携带_____的物质。在部分病毒如SARS病毒中，承担该功能的核酸是_____。

(4)图1中共有_____种碱基，有_____种核苷酸。

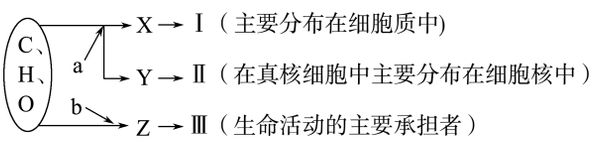
(5)由1分子磷酸、1分子碱基和1分子化合物a构成了化合物b，如图2所示。若m为T，则由b参与形成的多聚体能储存大量的遗传信息，请分析其原因：_____。

解析：(1)题图1中的核酸甲含有碱基T，说明这条链是脱氧核苷酸链，由它参与构成的核酸是脱氧核糖核酸。(2)1分子脱氧核苷酸由1分子磷酸、1分子脱氧核糖、1分子含氮碱基组成，从题图1中的核酸甲可以看出1为磷酸，2为腺嘌呤，3为脱氧核糖，1、2、3一起构成的4为腺嘌呤脱氧核苷酸。题图1中的核酸乙含有碱基U，可以判断该链中的5为核糖。(3)核酸是细胞内携带遗传信息的物质，SARS病毒是RNA病毒，其含有的携带遗传信息的核酸是RNA。(4)题图1中核酸甲的局部结构中有A、T、C、G 4种碱基，构成的脱氧核苷酸有4种；核酸乙的局部结构中有A、U、G 3种碱基，构成的核糖核苷酸有3种，故题图1中共有A、T、C、G、U 5种碱基，7种核苷酸。(5)T是DNA特有的碱基，若m为T，则由b参与形成的多聚体是DNA，其中的脱氧核苷酸的排列方式具有多样性，而DNA中脱氧核苷酸的排列顺序代表了遗传信息，所以DNA能储存大量的遗传信息。

答案：(1)脱氧核糖核酸　核酸甲含有碱基T

(2)磷酸　腺嘌呤脱氧核苷酸　核糖　(3)遗传信息　RNA　(4)5　7　(5)DNA中脱氧核苷酸的排列顺序储存了大量遗传信息

9. 图甲表示细胞内某些有机物的元素组成和功能关系，其中a、b代表元素，Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ代表化合物，图甲中X、Y、Z分别为组成Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ的基本单位。请回答下列问题：



甲

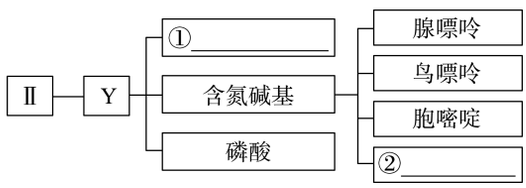
(1)图甲中X、Y、Z分别为_____、_____、_____。

(2)图甲中Ⅰ的中文名称是_____。

(3)图甲中a是_____，Z的结构通式为_____。

(4)蓝细菌中的遗传物质是图甲中的_____(填图中标号或字母)。

(5)若将图甲中的Ⅱ和Y填入图乙，则图乙中的①处为_____，②处为_____。(均填中文名称)



乙

(6)在HIV中，由腺嘌呤、鸟嘌呤和胞嘧啶组成的核苷酸有_____种。该病毒的遗传物质与大肠杆菌的遗传物质的化学本质_____(填“一样”或“不一样”)。

解析：(1)Ⅰ主要分布在细胞质中，Ⅱ在真核细胞中主要分布在细胞核中，Ⅲ为生命活动的主要承担者，故X是核糖核苷酸，Y是脱氧(核糖)核苷酸，Z是氨基酸。(2)Ⅱ是DNA，Ⅰ是RNA，其中文名称是核糖核酸。(3)a代表N和P，组成蛋白质(Ⅲ)的Z(氨基酸)的结构通式是 $H_2N-\underset{\displaystyle H}{\overset{\displaystyle R}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-COOH$。

(4)蓝细菌是原核生物，其遗传物质是DNA，即图甲中的Ⅱ。(5)Ⅱ(DNA)的基本组成单位是Y(脱氧核苷酸)，Y由磷酸、脱氧核糖和含氮碱基组成，含氮碱基包含腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶和胸腺嘧啶4种。(6)HIV是RNA病毒，在HIV中，由腺嘌呤、鸟嘌呤和胞嘧啶组成的核苷酸有3种。HIV的遗传物质是RNA，大肠杆菌的遗传物质是DNA，故两者的遗传物质不一样。

答案：(1)核糖核苷酸　脱氧(核糖)核苷酸　氨基酸　(2)核糖核酸　(3)N、P　$H_2N-\underset{\displaystyle H}{\overset{\displaystyle R}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-COOH$

(4)Ⅱ　(5)脱氧核糖　胸腺嘧啶　(6)3　不一样

★★★

迁·移·应·用

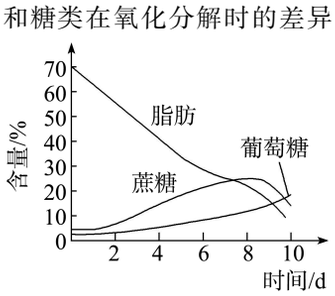
学习目标

通过分析种子萌发过程中物质的变化，理解细胞中化合物的种类和作用。

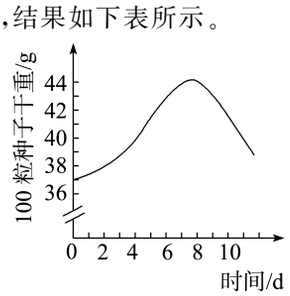
活动 种子形成和萌发过程中的物质变化

任务探究

蓖麻种子的胚乳呈白色，脂肪含量占种子干重的70%。为探究该植物种子萌发过程中的物质变化，某研究小组将种子置于温度、水分（蒸馏水）、通气等条件适宜的黑暗环境中培养，定期测量萌发种子（含幼苗）中脂肪、蔗糖、葡萄糖的含量和种子干重，结果如图甲、乙所示。同时，研究小组分析了同质量的脂肪和糖类在氧化分解时的差异，结果如下表所示。



甲



乙

物质	各元素比例		氧化分解时		
	C	O	耗氧量	释放能量	产生的水
脂肪	75%	13%	较多	较多	较多
糖类	44%	50%	较少	较少	较少

探究思考

（1）1 g 糖原氧化分解释放约 17 kJ 的能量，而 1 g 脂肪可以释放约 39 kJ 的能量。等量脂肪比糖类氧化分解释放能量多的原因是什么？

提示：与糖类相比，等量的脂肪含 C、H 更多，氧化分解释放的能量多。

（2）相比于淀粉类作物种子，播种油料作物种子时要适当浅播，原因是什么？

提示：等质量的脂肪与糖类氧化分解时，脂肪需要的 O_2 多。

（3）据图甲、乙可知，导致种子萌发初期干重增加的主要元素是什么？请从脂肪和糖类的元素组成及比例角度分析其原因。

提示：主要元素是氧元素。原因是种子中的脂肪不断转变成糖类等，而糖类分子中氧的含量远高于脂肪。

学习总结

种子形成和萌发过程中的相关物质变化

（1）糖类和脂质

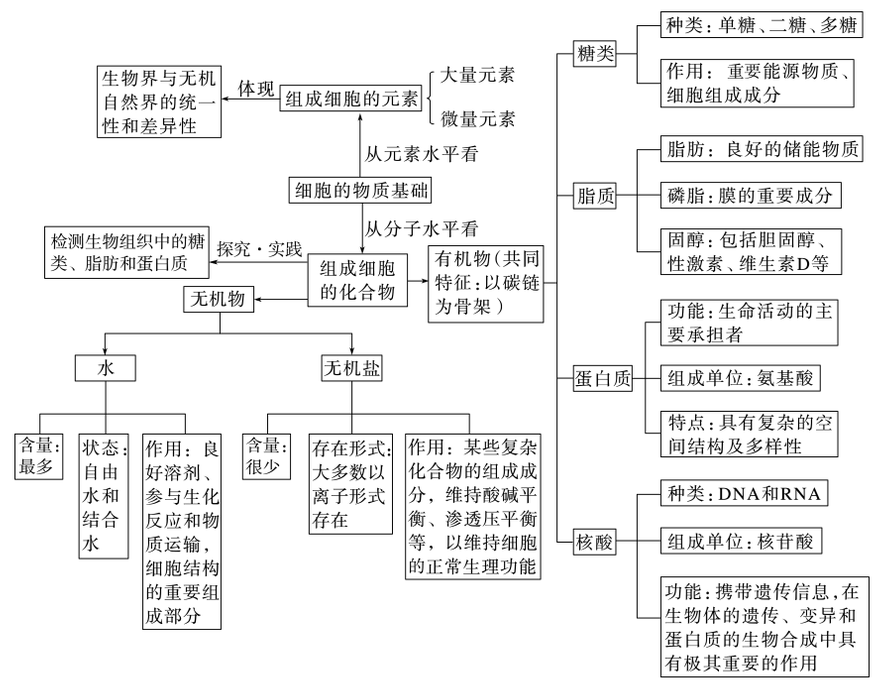
种子类型	非油料作物种子（如小麦）	油料作物种子（如大豆）
种子形成时	可溶性糖（还原糖）→淀粉	糖类→脂肪
种子萌发时	淀粉→可溶性糖（还原糖）	脂肪→甘油、脂肪酸→糖类

（2）干重和鲜重

种子形成时，光合作用产物的输入导致其干重增加。种子萌发时，吸收水分导致其鲜重增加，非油料作物的种子由于只进行细胞呼吸导致干重减少，油料作物种子萌发初期干重有所增加（是因为脂肪转化为糖类的过程中增加了氧元素），然后再减少。

重·构·拓·展

多维体系构建



学科视野拓展

结合细胞中元素和化合物的种类和功能，科学解析各类保健品

保健品作为膳食补充或功能调节剂，其食药用价值与潜在风险高度依赖于成分特性、使用对象及剂量控制。以下按主要有效成分进行分类阐述：

一、维生素与矿物质

此类保健品包含维生素或钙、铁、锌等细胞所需元素，主要参与酶活性调节、抗氧化及骨骼代谢，对特定缺乏症患者（如维生素 C 缺乏导致的坏血病、维生素 D 缺乏引发的佝偻病）具有明确改善作用。脂溶性维生素易在体内蓄积，肾功能不全者服用可能导致中毒性肝损伤；铁剂会加重血色素沉着症患者器官铁沉积；超量补钙则易诱发肾结石及血管钙化；孕妇过量补充维生素 A 甚至可致胎儿畸形。

二、天然植物提取物

以蓝莓花青素、灵芝多糖、冬虫夏草等为代表，宣称具有抗氧化、抗疲劳功效。其中，灵芝多糖在配合治疗的情况下可辅助提升放化疗患者免疫力，而蓝莓提取物对视网膜老化的延缓作用仅获得有限的证据支持。此类产品易存在重金属污染或有害元素超标（如冬虫夏草砷超标），且成分复杂可能引发过敏或药物相互作用；自身免疫疾病患者服用灵芝可能过度激活免疫系统；儿童及孕妇更需规避不明来源产品。

三、药用植物提取物

代表成分有人参皂苷、银杏黄酮、姜黄素等，具有一定程度的抗炎、改善循环等药理活性。其中循证支持较明确的有：标准化银杏提取物（120～240 mg/日）可改善轻度认知障碍，姜黄素联合黑胡椒素能缓解骨关节炎疼痛等。银杏会抑制血小板聚集，手术前两周需停用以防大出血；人参可能引发糖尿病患者严重低血糖；白藜芦醇对雌激素受体阳性乳腺癌患者存在潜在风险；未经规范炮制的何首乌提取物易导致肝

损伤。

四、海洋生物提取物

包括鱼油（Omega-3 脂肪酸）、壳聚糖、虾青素等，成分作用机制较为明确的有：EPA＋DHA 组合（≥2 g/日）可降低高甘油三酯血症，壳聚糖能通过抑制脂肪吸收辅助控糖。海鲜过敏者应禁用鱼油；凝血功能障碍患者服用 Omega-3 可能延长出血时间；海藻类产品含碘量高，甲状腺功能亢进者需严格规避；劣质鱼油氧化产生的自由基反而会加速衰老。

五、动物初乳制品

牛初乳中的 IgG 抗体及乳铁蛋白被认为能增强被动免疫，少数研究显示其或可降低儿童呼吸道感染频率。乳糖不耐受及牛奶蛋白过敏人群服用会出现严重消化道反应；养殖过程中抗生素残留可能破坏人体菌群平衡；天然生长因子 IGF-1 存在干扰儿童发育隐忧；口服未经包埋处理的普通初乳，其中的免疫球蛋白会被消化分解，失去原有生物活性。

六、纤维素类

燕麦 β-葡聚糖、菊粉等膳食纤维功效明确。每日摄入≥3 g 燕麦 β-葡聚糖可降低低密度脂蛋白（LDL），菊粉则能有效改善功能性便秘。肠梗阻患者须禁止服用；肠易激综合征（IBS）患者对果聚糖类纤维敏感，易引发腹胀腹痛；服用时需配合足量饮水，否则反而加重便秘；长期过量摄入还会阻碍钙、铁等矿物质吸收。

保健品本质为健康辅助手段，不可替代普通膳食或药物治疗。盲目追求“天然”“珍稀”可能引发肝肾损伤、营养失衡甚至延误疾病诊治，科学认知其成分特性与自身状况是安全使用保健品的根本前提。

◇思考

随着生活水平的提高，人们对营养保健食品日益关注。一些厂家为推销产品，往往用一些引人注目的广告语，比如：“基因是核酸片段，一切疾病都与基因受损有关，补充某些特定的核酸，可增强基因的修复能力”“磁力水，生命之水”“蛋白粉增肌法是最优增肌法。”请对上述广告语作出评析，指出其中的逻辑漏洞。

单元测试卷(一)

(考查范围:第1～2章　时间:75分钟　分值:100分)

一、选择题:本题共15小题,每小题3分,共45分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

1.我国的"国宝"大熊猫栖息于长江上游海拔2 400～3 500 m的高山竹林中,喜食竹子尤喜嫩茎、竹笋,偶尔食肉。下列有关叙述错误的是　(　)

A.竹林中的空气、阳光等环境因素属于生态系统的一部分

B.高山竹林中的所有大熊猫和所有竹子共同形成了一个群落

C.竹茎、竹叶都属于植物的器官,竹子没有系统这一生命系统层次

D.竹林内所有动植物都是由细胞发育而来的,并由细胞和细胞产物构成

B　**解析**:生态系统是指在一定空间内,由生物群落与它的非生物环境相互作用而形成的统一整体,故竹林中的空气、阳光等环境因素属于生态系统的一部分,A正确;群落是在同一时间内、占据一定空间的相互之间有直接或间接联系的各种生物种群的集合,故高山竹林中的所有大熊猫和所有竹子不能构成群落,B错误;竹茎、竹叶属于植物的器官,竹子等植物没有系统这一生命系统层次,C正确;细胞学说指出"一切动植物都由细胞发育而来,并由细胞和细胞产物所构成",因此根据细胞学说的观点,竹林内所有动植物都是由细胞发育而来的,并由细胞和细胞产物构成,D正确。

2.下列有关细胞学说的说法正确的是　(　)

A.细胞学说提出"一切生物都由细胞发育而来,并由细胞和细胞产物所构成"

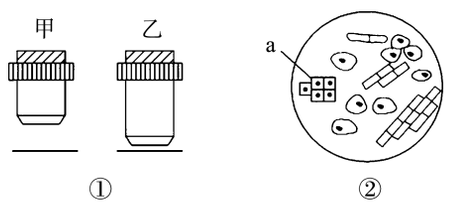
B.魏尔肖总结出了"所有的细胞都来源于先前存在的细胞",是对细胞学说的重要补充

C.细胞学说的建立运用了不完全归纳法,不完全归纳法得出的结论完全可信

D.细胞学说揭示了动植物的统一性和多样性,从而阐明了生物界的统一性和多样性

B　**解析**:细胞学说提出"一切动植物都由细胞发育而来,并由细胞和细胞产物所构成",A错误。魏尔肖总结出的"所有的细胞都来源于先前存在的细胞",被看作是对细胞学说的重要补充,B正确。根据部分植物细胞都有细胞核而得出植物细胞都有细胞核这一结论,运用了不完全归纳法;细胞学说的建立运用了不完全归纳法,科学研究中经常运用不完全归纳法,由不完全归纳得出的结论很可能是可信的,因此可以用来预测和判断,不过,也需要注意存在例外的可能,C错误。细胞学说揭示了动物和植物的统一性,从而阐明了生物界的统一性,并没有揭示动物和植物的多样性,D错误。

3.下图①表示两种物镜及其与装片的位置关系,图②是低倍镜下的视野。下列相关叙述正确的是　(　)



①　②

A.甲物镜被乙物镜替换后,视野的亮度会增强,是因为乙离装片的距离更近

B.乙物镜被甲物镜替换后,在视野中看到的细胞数量会减少

C.要想换用高倍镜观察②中的细胞a,需要将装片向左移动

D.换用乙物镜的操作顺序:转动转换器→调节光圈→移动装片→调节细准焦螺旋

C　**解析**:由题图可知,甲物镜是低倍物镜,乙物镜是高倍物镜,甲物镜被乙物镜替换后,放大倍数变大,视野的亮度会减弱,细胞数量减少,A错误;乙物镜被甲物镜替换后,在视野中看到的细胞数量会增多,B错误;a在视野中偏左,换用高倍镜观察时,需要先将物像移至视野中央,装片移动的方向是向左,C正确;乙物镜是高倍物镜,换用乙物镜的操作顺序是移动装片→转动转换器→调节光圈→调节细准焦螺旋,D错误。

4.玉米和人体细胞的部分元素及含量(干重,质量分数)如下表所示,下列有关叙述正确的是　(　)

元素	C	O	H	N	K	Ca	P	Mg	S
玉米	43.57	44.43	6.24	1.46	0.92	0.23	0.20	0.18	0.17
人	55.99	14.62	7.46	9.33	1.09	4.67	3.11	0.16	0.78

A.玉米细胞与人体细胞中含量较多的四种元素均是C、H、O、N

B.组成玉米细胞和人体细胞的元素在种类和含量上均有明显差异

C.Mg和S元素在玉米细胞和人体细胞中含量很少,属于微量元素

D.玉米细胞中的O含量高于人体细胞,原因是玉米细胞的含水量高

A　**解析**:由题表可知,两种细胞中含量较多的四种元素均为O、C、H、N,A正确;由题表可知,组成两种细胞的元素,含量不同,但种类相同,B错误;S和Mg为大量元素,C错误;玉米细胞中的O含量高于人体细胞,原因是玉米细胞的含糖量高,D错误。

5.某些化学试剂能够与生物组织中的相关化合物产生特定的颜色反应，因此可以根据有机物与这些试剂所产生的颜色反应，检测生物组织中糖类、蛋白质或脂肪的存在。下列有关叙述正确的是（　　）

A.检测脂肪时，用苏丹Ⅲ染液染色后，吸去染液，滴加1～2滴体积分数为95%的酒精溶液洗去浮色

B.鸡蛋清煮熟后仍可与双缩脲试剂发生颜色反应，是因为高温使蛋白质的空间结构变得伸展、松散，但并未破坏其中的氢键

C.使用斐林试剂对白萝卜进行检测，甲、乙液等量混合均匀后再注入，出现砖红色沉淀并不能说明白萝卜中一定含有葡萄糖

D.碘液作为检测多糖的试剂，与糖原、几丁质、纤维素均可发生反应

C　**解析**：检测脂肪时，用苏丹Ⅲ染液染色后，吸去染液，滴加1～2滴体积分数为50%的酒精洗去浮色，A错误；鸡蛋清煮熟后仍可与双缩脲试剂发生颜色反应，是因为高温使蛋白质的空间结构变得伸展、松散，但并未破坏其中的肽键，B错误；使用斐林试剂对白萝卜进行检测，甲、乙液等量混合均匀后再注入，在水浴加热的条件下出现砖红色沉淀并不能说明白萝卜中一定含有葡萄糖，因为还原糖不只是指葡萄糖，C正确；碘液与淀粉发生颜色反应，因而可用于检测淀粉，糖原、几丁质、纤维素均不与碘液发生颜色反应，不能用碘液检测，D错误。

6.水和无机盐是细胞中重要的化合物。生命从一开始就离不开水，无机盐对维持细胞和生物体的生命活动都有重要作用。下列有关水和无机盐的说法正确的是（　　）

A.无机盐离子参与构成复杂化合物，如Fe^{2+}参与合成叶绿素，Mg^{2+}参与合成血红蛋白

B.氢键比较弱，不断地断裂又不断地形成，所以水在常温下呈液态，具有流动性

C.人体血液中缺乏钙离子会出现抽搐等症状，所以钙是不可或缺的微量元素

D.结合水是细胞结构的重要组成成分，其相对含量越多越不利于细胞抵抗干旱和寒冷等不利环境

B　**解析**：无机盐离子参与构成复杂化合物，如Mg^{2+}参与合成叶绿素，Fe^{2+}参与合成血红蛋白，A错误；水是极性分子，水分子之间易形成氢键，氢键易断裂和形成，使水在常温下呈液体状态，具有流动性，B正确；人体血液中缺乏钙离子会出现抽搐等症状，钙是不可或缺的大量元素，C错误；结合水是细胞结构的重要组成成分，其相对含量越多，细胞的代谢水平越低，抗逆性越强，D错误。

7.无机盐对生物体的生命活动起着重要作用。下列叙述正确的是（　　）

A.无机盐在细胞中含量很少，属于微量元素

B.将作物秸秆充分晒干后，其体内剩余的物质主要是无机盐

C.哺乳动物体内Na^+含量减少，会引起神经、肌肉细胞的兴奋性增加

D.人输液时用生理盐水而不是蒸馏水，这说明无机盐对维持细胞的正常形态和功能具有重要作用

D　**解析**：无机盐中不仅包括微量元素，也包含大量元素，如N、P、Mg等属于大量元素，A错误；将作物秸秆充分晒干后，其体内剩余的物质主要是有机物，其中还含有无机盐，B错误；哺乳动物体内Na^+缺乏，会引起神经、肌肉细胞的兴奋性下降，会导致肌肉酸痛、无力等，C错误；人输液时用生理盐水而不是蒸馏水，生理盐水是人体细胞外液的等渗液，这说明无机盐对维持细胞的正常形态和功能具有重要作用，D正确。

8.虾皮是毛虾的干制品，含有钙、钠、铁、蛋白质、糖类等多种元素和化合物，是一种营养价值较高的食品。下列相关叙述错误的是（　　）

A.虾皮中含有的化学元素在无机自然界中都能够找到，但含量大不相同

B.钙在骨骼生长和肌肉收缩等过程中发挥重要作用，适当补充维生素D可以促进肠道对钙的吸收

C.无机盐可以参与细胞中化合物的组成，如铁是构成血红素的大量元素

D.几丁质又称为壳多糖，是一种多糖，是构成虾的外骨骼的重要成分

C　**解析**：生物体内的化学元素在无机自然界中都能找到，只是含量有所不同，A正确；钙对骨骼生长和肌肉收缩意义重大，补充维生素D有助于肠道对钙的吸收，B正确；铁是构成血红素的微量元素，不是大量元素，C错误；几丁质又称壳多糖，是一种多糖，是构成虾外骨骼的重要成分，D正确。

9.运动型果冻——能量胶，是户外马拉松、越野跑、骑行、登山必备补给品。营养成分表和配料信息显示其含有麦芽糖、果糖及少量的脂肪等。下列相关叙述正确的是（　　）

A.能量胶中的麦芽糖需被酶催化水解为葡萄糖才能被人体吸收

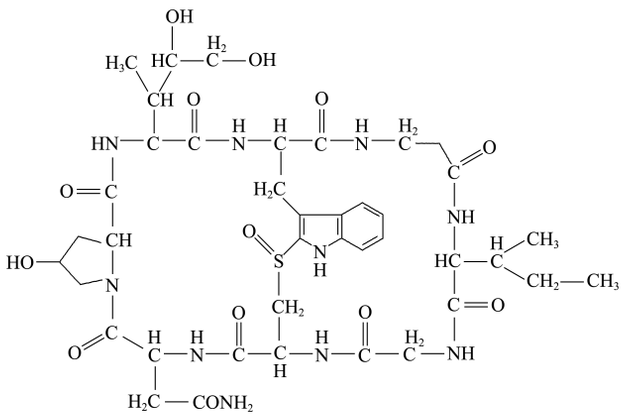
B.能量胶中的脂肪与胆固醇、维生素D统称为固醇

C.在糖类供能不足时，脂肪可以分解供能，大量转化为糖类

D.能量胶中的脂肪大多含不饱和脂肪酸，因此在室温下呈固态

A　**解析**：麦芽糖属于二糖，需要在消化道有关酶的作用下水解为单糖葡萄糖才能被人体吸收，A正确；胆固醇、性激素和维生素D统称为固醇，B错误；脂肪一般只在糖类供能不足时才会分解供能，但不能大量转化为糖类，C错误；能量胶中的脂肪大多含不饱和脂肪酸，因此在室温下呈液态，D错误。

10.“红伞伞、白杆杆”是人们对云南毒蘑菇毒蝇伞的描述，其含有的主要毒素鹅膏蕈碱是一种双环状肽，结构如下图。下列说法正确的是　　（　　）



A.鹅膏蕈碱是一种双环状八肽

B.除 R 基外，一个鹅膏蕈碱分子至少含有一个游离的氨基和一个游离的羧基

C.鹅膏蕈碱经高温处理后不能与双缩脲试剂产生紫色反应

D.氨基酸形成鹅膏蕈碱的过程中，相对分子质量减少了 144

A　**解析**：鹅膏蕈碱是一种环状八肽，其分子中含有的肽键数＝氨基酸数＝8 个，A 正确；化学结构中除 R 基外，不含有游离的氨基和羧基，B 错误；高温加热后的鹅膏蕈碱肽键没有被破坏，仍可以与双缩脲试剂发生紫色反应，C 错误；鹅膏蕈碱是一种环状八肽，其分子中含有的肽键数＝氨基酸数＝8 个＝脱去的水分子个数，相对分子质量减少了 18×8＝144，但是该多肽内部两个氨基酸的 R 基连接在一起需要去掉两个 H，因此氨基酸形成鹅膏蕈碱的过程中，相对分子质量减少应多于 144，D 错误。

11.头发可以受环境因素影响而发生不同程度的损伤，其中烫发是常见因素之一。头发的主要成分是角蛋白，烫发时先用还原剂破坏肽链之间的二硫键（—S—S—），使之被还原成游离的巯基（—SH），易于变形；再用发夹和发卷将头发塑成一定的形状；最后用氧化剂在新位置形成二硫键，固定发型。下列叙述错误的是　　（　　）

A.角蛋白属于结构蛋白，是构成细胞和生物体结构的重要物质

B.角蛋白空间结构的特异性只与氨基酸的种类、数目和排列顺序有关

C.烫发过程中，角蛋白的相对分子质量先增加后减小

D.烫发后角蛋白难以恢复原有的空间结构，故应避免反复烫发

B　**解析**：角蛋白是构成头发的主要成分，属于结构蛋白，其是构成细胞和生物体结构的重要物质，A 正确；角蛋白空间结构的特异性与氨基酸的种类、数目和排列顺序有关，还与肽链盘曲、折叠方式等有关，B 错误；在烫发过程中，角蛋白的二硫键（—S—S—）的断裂和重新形成时，相对分子质量先增加后减小，C 正确；烫发后在新的位置形成二硫键，角蛋白无法恢复原有的空间结构，因此生活中应避免反复烫发，D 正确。

12.生物体内某些重要化合物的元素组成和功能关系如下图所示。其中甲代表 DNA，乙代表 RNA，丙代表蛋白质，X、Y 代表元素，a、b、c 是组成甲、乙、丙三种生物大分子的单体，这三种单体的结构可用 d 或 e 表示。下列分析正确的是　　（　　）

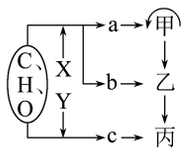


图1

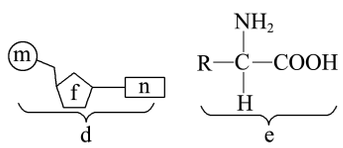


图2

A.大肠杆菌细胞中单体 a、b 的结构可用 d 表示，其中 d 的种类有 4 种

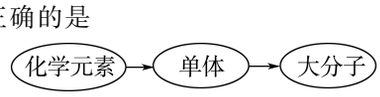
B.人体细胞内单体 c 的结构可用 e 表示，e 的种类有 21 种

C.a、b 是生物体内遗传信息的携带者，丙是生命活动的主要承担者

D.甲、乙的多样性由 d 中的 n 充分体现，丙的多样性由 e 中的 R 充分体现

B　**解析**：甲是 DNA，乙是 RNA，单体 a、b 分别是脱氧核苷酸和核糖核苷酸，可用 d（核苷酸）表示，大肠杆菌中 d 的种类有 8 种，A 错误；丙是蛋白质，c 表示氨基酸，氨基酸的结构可用 e 表示，组成人体的氨基酸有 21 种，B 正确；生物体内遗传信息的携带者是核酸，对应图中的甲和乙，丙是蛋白质，是生命活动的主要承担者，C 错误；核酸的多样性由 d 的数量、排列顺序以及 d 中 n 的种类充分体现，蛋白质的多样性由 e 的数量、排列顺序以及 e 中 R 基的种类和丙的空间结构充分体现，D 错误。

13.下图是细胞内大分子物质的形成过程的模型，下列叙述正确的是　　（　　）



A.若组成单体的化学元素是 C、H、O、N、P，则大分子可能是储存遗传信息的 RNA

B.若某种大分子具有催化作用，则组成该大分子的单体一定是氨基酸

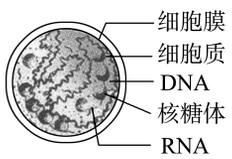
C.脂肪是细胞内具有储能作用的大分子物质，组成它的单体是甘油和脂肪酸

D.淀粉、糖原和纤维素的单体都是葡萄糖，三者功能的差异与单体的连接方式不同有关

D　**解析**：若组成单体的化学元素是 C、H、O、N、P，该大分子可能是核酸，细胞内储存遗传信息的只能是 DNA，A 错误；若某种大分子具有催化作

用，则该大分子是酶，绝大多数酶是蛋白质，因此组成该大分子的单体不一定是氨基酸，B 错误；脂肪是细胞内具有储能作用的物质，但不是大分子物质，C 错误；淀粉、糖原和纤维素都是由葡萄糖单体聚合形成的多聚体，它们的基本组成单位相同，都是葡萄糖，这些多糖的功能差异主要源于葡萄糖单体之间连接方式的不同，D 正确。

14. 肺炎支原体是引起支原体肺炎的一种细胞外寄生性微生物，其结构模式如图所示。下列相关叙述错误的是（　　）



A. 肺炎支原体是原核生物，没有以核膜为界限的细胞核

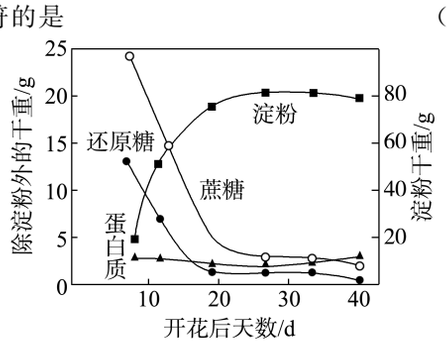
B. 肺炎支原体是自养生物，能进行光合作用

C. 与蓝细菌相比，肺炎支原体无细胞壁

D. 与 HIV 相比，肺炎支原体具有细胞结构

B　**解析**：分析题图可知，支原体无光合色素以及与光合作用有关的酶，所以肺炎支原体是异养生物，不能进行光合作用，B 错误。

15. 科研人员测定了小麦种子成熟过程中各主要物质的含量变化，结果如下图。分别将 10 d、20 d、30 d 的小麦种子制成组织样液，并依次标号 A、B、C 组，进行实验观察。下列对实验结果的预期与事实不符的是（　　）



A. 分别加入等量碘液后三组溶液均会变蓝，且 C 组颜色最深

B. A 组溶液中加入斐林试剂并摇匀后将出现明显的砖红色沉淀

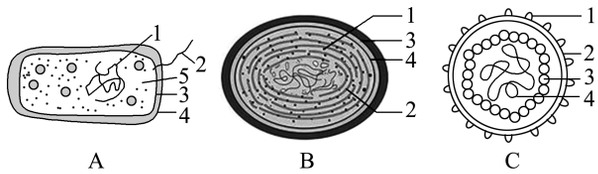
C. 向 B 组溶液中加入双缩脲试剂 A 液后摇匀，再加入双缩脲试剂 B 液，溶液呈现紫色

D. 小麦种子成熟过程中，还原糖和蔗糖可能会转化为淀粉

B　**解析**：由题图可知，10 d、20 d、30 d 的小麦种子中都含有淀粉，且 30 d 时淀粉含量最高，所以分别加入等量碘液后三组溶液均会变蓝，且 C 组颜色最深，A 正确；A 组溶液是开花后 10 d 的组织样液，含有还原糖，加入斐林试剂并摇匀，水浴加热后将出现明显的砖红色沉淀，B 错误；B 组溶液是开花后 20 d 的组织样液，含有蛋白质，加入双缩脲试剂 A 液后摇匀，再加双缩脲试剂 B 液，溶液呈现紫色，C 正确；由题图可知，小麦开花数天后，还原糖和蔗糖含量降低，而淀粉含量明显升高，所以还原糖和蔗糖可能会转化为淀粉，D 正确。

二、非选择题：本题共 5 小题，共 55 分。

16.（13 分）图 A、B、C 为 3 种生物的结构模式图，请据图回答下列问题：



（1）3 种生物中最有可能属于病毒的是_____（填字母）。它在结构上不同于其他生物的显著特点是_____。能否用馒头、面包等食物培养该生物？_____（填“能”或“否”）。

（2）酵母菌区分于 A 的主要结构特点是酵母菌_____，它在生命系统的结构层次中缺少_____层次。图中属于原核细胞的是_____（填字母）。

（3）图中能进行光合作用的是_____（填字母），能完成此生理过程的物质基础是其细胞内含有_____和_____，因而它是一类_____（填“自养”或“异养”）型生物。此类细胞的 DNA 主要存在于_____中。

（4）几乎所有的细胞（真核细胞和原核细胞）都有相似的_____、细胞质、核糖体，都有遗传物质 DNA，这体现了不同种类细胞之间的统一性。

（5）当水体富营养化时，生活在该淡水水域中的蓝细菌和绿藻等大量繁殖，导致出现_____现象。

解析：（1）题图中 A、B 均有细胞结构，C 没有细胞结构，C 最有可能属于病毒。病毒不能独立生存，其必须寄生在活细胞中，故不能用馒头、面包等食物培养它。（2）A 是原核生物，酵母菌是真核生物，真核生物区分于原核生物的主要结构特点是真核生物有以核膜为界限的细胞核。酵母菌是单细胞生物，在生命系统的结构层次中属于细胞和个体层次，没有组织、器官、系统层次。图中 A（细菌细胞）和 B（蓝细菌）属于原核细胞。（3）B（蓝细菌）是原核生物，没有叶绿体但含有叶绿素和藻蓝素，所以能进行光合作用，故属于自养型生物。原核生物的 DNA 主要存在于拟核中。（4）原核细胞和真核细胞都含有细胞膜、细胞质、核糖体，都有遗传物质 DNA，这体现了不同种类细胞之间的统一性。（5）当水体富营养化时，生活在该淡水水域中的蓝细菌和绿藻等会过度繁殖，导致形成水华现象。

答案：（1）C　没有细胞结构　否　（2）有以核膜为界限的细胞核　组织、器官、系统　AB　（3）B　叶绿素　藻蓝素　自养　拟核　（4）细胞膜

(5)水华

17.(11分)研究小组欲测定日常饮用的纯牛奶中是否含有还原糖。实验供选择的材料和试剂有纯牛奶(已去除蛋白质)、斐林试剂甲液、斐林试剂乙液、清水、葡萄糖溶液、蔗糖溶液、清水、试管若干、水浴锅等。回答下列问题:

(1)进行还原糖检测前,将牛奶中蛋白质去除的原因是_____。

(2)检测还原糖的斐林试剂甲液是0.1 g/mL的NaOH溶液,乙液是_____(需注明浓度)。纯牛奶中加入斐林试剂后再在_____℃温水中水浴加热。若出现明显的砖红色沉淀,则说明牛奶中含有还原糖。

(3)为使还原糖检测的实验结果更具有说服力,建议设计两组对照,对照组1加入_____后再加入斐林试剂并水浴加热;对照组2加入_____后再加入斐林试剂并水浴加热。

(4)甘蔗茎和土豆块茎都含有丰富的糖类,研究小组使用斐林试剂测定这两种组织材料,未出现明显的砖红色沉淀(实验操作无误)。根据所学知识分析主要原因是_____。

解析:(1)牛奶中富含蛋白质,为防止蛋白质和铜离子反应产生紫色络合物,影响还原糖的检测结果,进行还原糖检测前,应将牛奶中的蛋白质去除。(2)斐林试剂的甲液是0.1 g/mL的NaOH溶液,乙液是0.05 g/mL的$CuSO_4$溶液;检测还原糖时需要加入斐林试剂后再在50～65 ℃水浴加热条件下反应。(3)为使还原糖检测的实验结果更具说服力,应再加设两组对照实验:对照组1加入与实验组牛奶等体积的清水后再加入斐林试剂并水浴加热;对照组2:加入与实验组牛奶等体积的葡萄糖溶液并水浴加热,从而证明是牛奶中的还原糖与斐林试剂反应。(4)斐林试剂可用于检测还原糖,甘蔗细胞中主要含蔗糖,土豆细胞中主要含淀粉,二者均不是还原糖,所以未出现明显的砖红色沉淀。

答案:(1)防止蛋白质和Cu^{2+}反应生成紫色络合物,影响还原糖的检测结果　(2)0.05 g/mL的$CuSO_4$溶液　50～65　(3)与实验组牛奶等体积的清水　与实验组牛奶等体积的葡萄糖溶液　(4)甘蔗茎中主要含蔗糖,土豆块茎中主要含淀粉,两者均为非还原糖

18.(11分)肥胖是体内脂肪积累过多而导致的一种状态,长期过度肥胖会引起多种疾病。保持正常体重对人体健康非常重要。回答下列问题:

(1)脂肪是人体必不可少的成分,除储能外,分布于皮下的脂肪还可以起到_____作用,分布于内脏器官周围的脂肪还具有_____作用,可以保护内脏器官。

(2)长期过量摄入糖类物质容易导致肥胖的发生,原因是_____。减肥困难的原因之一在于,脂肪一般只在_____时,才会分解供能,而且不能_____。

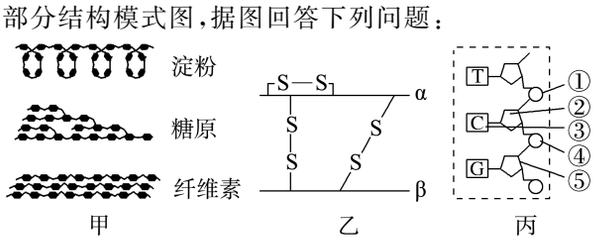
(3)全素食减肥是现在流行的减肥方式之一,全素食者的食物有五谷类、蔬菜、果仁等。这些食物至少可以给减肥者提供两类多糖,它们是_____,其中_____很难被人体消化,却被称为人类的"第七类营养素"。

(4)有医生认为,长期素食对健康不利。请你从营养学角度提出一种合理的减肥方法:_____。

解析:(1)脂肪是细胞内良好的储能物质,分布于皮下的脂肪还可以起到保温的作用,分布于内脏器官周围的脂肪还具有缓冲和减压的作用,可以保护内脏器官。(2)过量摄入的糖类会转变成脂肪在皮下结缔组织等处以脂肪组织的形式储存起来,从而增加肥胖发生的概率。减肥困难的原因之一在于脂肪一般只在糖类供能不足时,才会分解供能而且不能大量转化为糖类。(3)全素食者的食物可以给减肥者提供两类多糖,它们是淀粉和纤维素,人体没有消化纤维素的酶,所以纤维素很难被人体消化,却被称为人类的"第七类营养素"。(4)从营养学角度来说,长期素食对健康不利,饮食要均衡,注意各种食物的摄入量,保证每种营养物质的摄入比例适当,多样化的饮食可以提供更全面的营养素,另外还要控制食物的摄入量,避免暴饮暴食。

答案:(1)保温　缓冲和减压　(2)过量的糖在体内转变成脂肪　糖类供能不足　大量转化为糖类　(3)淀粉、纤维素　纤维素　(4)饮食要均衡、多样化和适量,满足机体对不同营养物质的需求,另外要控制食物的摄入量,避免暴饮暴食,还要经常运动

19.(10分)下图分别表示生物体内某些生物大分子的部分结构模式图,据图回答下列问题:



(1)图甲中的三种物质都是由_____(填单体)连接而成的,其中属于植物细胞中储能物质的是_____。这三种物质中,在功能上与另外两种截然不同的是_____。

(2)图乙是胰岛素分子的结构示意图,其单体的结构通式是_____,该胰岛素由51个单

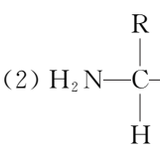
体经脱水缩合形成，该过程中形成_____个肽键，该化合物中至少含有游离的羧基_____个。

(3)图丙所示化合物是_____，它的基本组成单位可用图丙中_____（填序号）表示。

(4)蛋白质具有多样性，其直接原因是_____。

解析：(1)图甲中的三种物质都是多糖，都是由葡萄糖连接而成的多聚体，其中属于植物细胞中储能物质的是淀粉；在功能上与另外两种不同的是纤维素，纤维素是植物细胞壁的组成成分，不提供能量。(2)图乙是胰岛素分子的结构示意图，据题图可知胰岛素含两条肽链，单体是氨基酸，其结构通式见答案；氨基酸脱水缩合形成胰岛素的过程中，形成的肽键数＝氨基酸数－肽链数＝51－2＝49个；一条肽链至少含有一个游离的氨基和一个游离的羧基，故胰岛素至少含有2个游离的羧基。(3)图丙所示化合物是脱氧核苷酸链片段，它的基本组成单位是脱氧核苷酸，可用图丙中④磷酸、②脱氧核糖、③含氮碱基表示。(4)蛋白质具有多样性的直接原因是组成蛋白质的氨基酸的种类、数目、排列顺序不同，肽链的盘曲、折叠方式及其形成的空间结构多样。

答案：(1)葡萄糖　淀粉　纤维素

(2)  49　2　(3)脱氧核苷酸链片段　②③④　(4)组成蛋白质的氨基酸的种类、数目、排列顺序不同，肽链的盘曲、折叠方式及其形成的空间结构多样

20.(10分)图1所示的图解表示构成生物体的元素、化合物及其作用，其中a、b、d、e代表小分子，A、B、E代表不同的生物大分子。请据图回答下列问题：

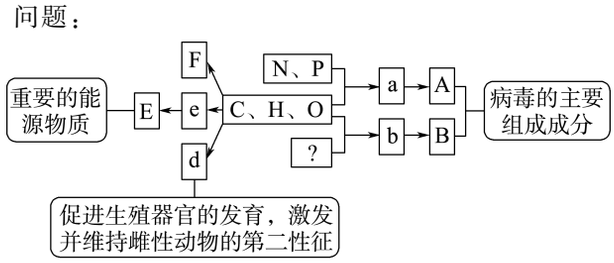


图1

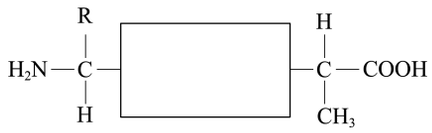


图2

(1)物质a表示_____，其在原核细胞中共有_____种。

(2)若E是动物细胞中的储能物质，则E是_____，其在人体中主要分布于_____细胞。

(3)物质d是_____。物质F是_____，其在动植物细胞中均可含有，并且由于含能量多而且占体积小，被生物体作为长期储备能源的物质。

(4)物质b的名称为_____，图中的“?”是指_____等元素。若某种分子由n个b(平均相对分子质量为m)形成的两条链组成，则该B分子的相对分子质量约为_____。

(5)图2是某物质的部分结构示意图，请补充完整。

解析：(1)物质a由C、H、O、N、P五种元素组成，又是病毒的主要成分，所以A表示核酸，a表示核苷酸。由于原核细胞中含DNA和RNA，所以共有8种核苷酸。(2)细胞中的储能物质有淀粉和糖原，其中淀粉是植物细胞中的储能物质，糖原是动物细胞中的储能物质，所以E是糖原，在人体中主要分布于肝脏细胞和肌肉细胞，分别为肝糖原和肌糖原。(3)能促进生殖器官的发育，激发并维持雌性动物第二性征的是雌激素，故物质d是雌激素。F是生物体的长期储备能源物质，所以F是脂肪。(4)病毒的主要成分是核酸和蛋白质，由于A中含P元素，所以B只能是蛋白质，因此题图中的“?”是指N等元素，物质b是氨基酸。根据蛋白质相对分子质量＝氨基酸平均相对分子质量×氨基酸数量－失去水分子数×水的相对分子质量，B分子的相对分子质量约为$mn-(n-2)\times18$。(5)图2为氨基酸脱水缩合形成的，缺少的成分是—CO—NH—。

答案：(1)核苷酸　8　(2)糖原　肝脏细胞和肌肉　(3)雌激素　脂肪

(4)氨基酸　N　$mn-(n-2)\times18$

(5)—CO—NH—

第3章 细胞的基本结构

单元概览

核心概念

概念1　细胞是生物体结构与生命活动的基本单位

1.2 细胞各部分结构既分工又合作，共同执行细胞的各项生命活动

1.2.1 概述细胞都由质膜包裹，质膜将细胞与其生活环境分开，能控制物质进出，并参与细胞间的信息交流

1.2.2 阐明细胞内具有多个相对独立的结构，担负着物质运输、合成与分解、能量转换和信息传递等生命活动

1.2.3 阐明遗传信息主要储存在细胞核中

1.2.4 举例说明细胞各部分结构之间相互联系、协调一致，共同执行细胞的各项生命活动

单元任务

地球上最古老的生命化石是在澳大利亚发现的单细胞细菌化石，根据同位素年龄测定可知其距今约35亿年，这说明在距今约35亿年前地球上就开始有生命了。最初的生命都是单细胞生命，澳大利亚西部最古老的细菌化石类似于现在的蓝细菌。它们是一些原始的生命，肉眼不可见，大小只有几微米到几十微米，包括所有古细菌、真细菌和很多原生生物，它们都生活在水中。最早的单细胞生物可能是无核的，只是一种原生质团，细胞核是由这些原生质团演化而来的。细胞出现后，生命形态开始变得丰富多彩。

○思考与探究

思考 1 古老的单细胞生物的边界是细胞膜，其结构和功能是什么？	**任务** 1 细胞膜的组成成分和结构；细胞膜的功能。
思考 2 原生质团演化成细胞核，具有何种结构与功能？	**任务** 2 细胞核的功能；细胞核是细胞代谢和遗传的控制中心。
思考 3 除了细胞膜和细胞核之外，细胞还有什么结构？它们如何协调配合完成生命活动？	**任务** 3 细胞器的功能；细胞器之间的协调配合。

★★★

探·究·构·建

第1节 细胞膜的结构和功能

学习任务目标

1.概述细胞都由细胞膜包裹，细胞膜将细胞与其生活环境分开，能控制物质进出，并参与细胞间的信息交流。
2.简述细胞膜的成分。
3.简述流动镶嵌模型的基本内容。
4.尝试制作生物膜模型。

○ 问题式预习 ○

一、细胞膜的功能

1.将细胞与外界环境分隔开

(1)对进化的意义：将生命物质与外界环境分隔开，产生了原始的细胞，并成为相对独立的系统。

(2)对细胞的作用：保障了细胞内部环境的相对稳定。

2.控制物质进出细胞

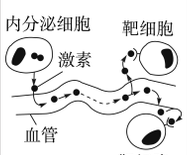
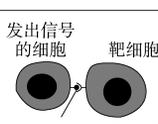
(1)可以进入细胞的物质：营养物质。

(2)排出细胞的物质：激素、抗体、废物。

(3)不会排出细胞的物质：细胞内有用的成分。

(4)对细胞有害的物质，某些病毒、病菌有可能进入细胞，说明细胞膜的控制作用是相对的。

3.进行细胞间的信息交流

示意图	方式	过程	举例
	通过血液的运输作用	细胞→信号分子→体液→靶细胞受体→靶细胞	激素调节
	细胞间直接接触	细胞→细胞	精卵之间的识别
	相邻细胞间形成通道	细胞 ⇌(通道) 细胞	高等植物细胞之间通过胞间连丝相互连接

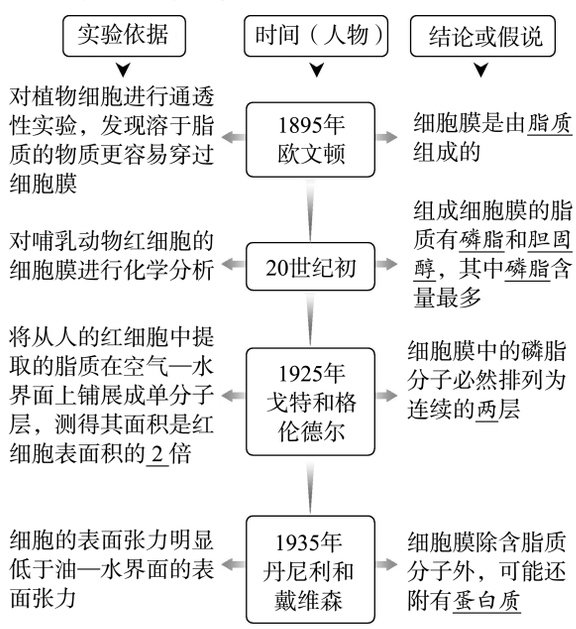
◇思考

[教材P41 图3-2]进行细胞间的信息交流必须要细胞膜上的受体参与吗？

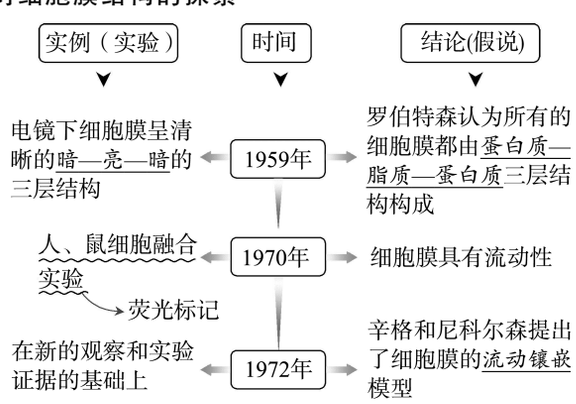
提示：不是必须。高等植物细胞之间通过胞间连丝相互连接，也有信息交流的作用。

二、对细胞膜成分和结构的探索

1.对细胞膜成分的探索



2.对细胞膜结构的探索



◇思考

[教材 P42“思考·讨论”]科学家是如何推导出“细胞膜中的磷脂分子必然排列为连续的两层”这一结论的?

提示:科学家从哺乳动物成熟的红细胞中提取出脂质,在空气—水界面上铺成单分子层,测得其面积恰为红细胞表面积的2倍,才得出膜中的脂质必然排列为连续的两层这一结论。

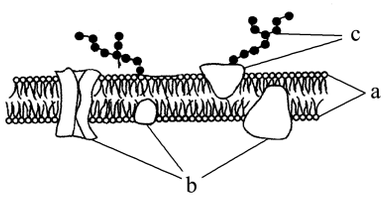
三、流动镶嵌模型的基本内容

1.发现者:辛格和尼科尔森。

2.流动镶嵌模型的基本内容

(1)化学组成:主要是磷脂分子和蛋白质分子。

(2)细胞膜的结构



①图中 a:名称:磷脂双分子层;作用:膜的基本支架;特点:可以侧向自由移动

②图中 b:名称:蛋白质分子;位置:镶在磷脂双分子层表面 / 部分或全部嵌入磷脂双分子层中 / 贯穿于整个磷脂双分子层;特点:大多数蛋白质分子是可以运动的

③图中 c:名称:糖蛋白;位置:细胞膜的外表面;作用:细胞识别、信息交流等

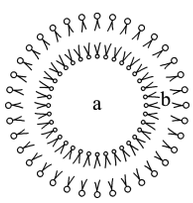
3.细胞膜的结构特点:具有流动性。

(1)结构基础:膜结构中的磷脂分子和大多数蛋白质是可以运动的。

(2)实验验证——人、鼠细胞融合实验。

◇思考

[教材 P46“拓展应用”]由磷脂分子构成的脂质体(如图),可以作为药物的运载体,将其运送到特定的细胞发挥作用。脂质体中,在 b 处嵌入脂溶性药物,在 a 处嵌入水溶性药物。为什么两类药物的包裹位置各不相同?



提示:脂质体中磷脂分子是一种由甘油、脂肪酸和磷酸等所组成的分子,磷酸头部是亲水的,脂肪酸尾部是疏水的,所以 a 是亲水性的物质,b 是疏水性的脂溶性的物质。

○ 任务型课堂 ○

任务一 细胞膜的功能

探究活动

借助实例,分析细胞膜的功能。

材料1　生长在水底淤泥中的莲藕“出淤泥而不染”,它能从水和淤泥中吸收所需的营养物质,并排出代谢废物,而莲藕不需要的物质不会轻易进入莲藕细胞。

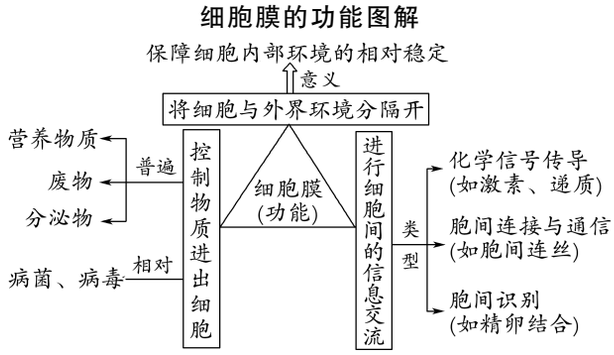
材料2　将正常玉米种子横切后滴一小滴红墨水,2 min 后用清水冲洗后,观察发现种子胚的部分呈白色而胚乳部分呈红色;若以煮熟的玉米种子进行上述实验,则发现胚和胚乳都被染成红色。

(1)材料1莲藕“出淤泥而不染”和材料2中新鲜玉米胚细胞不能被染色,体现了细胞膜具有控制物质进出细胞的功能。

(2)材料2中,红墨水中的颗粒物质不能通过细胞膜进入细胞内,胚乳和煮熟的玉米胚能够被染色,原因是胚乳细胞和煮熟的胚细胞已经死亡,细胞膜失去了控制物质进出细胞的作用。

【探究总结】

细胞膜的功能图解



评价活动

1.血管紧张素Ⅱ受体是一种膜蛋白。当血液中的血管紧张素Ⅱ与该受体结合时,可激活细胞内的第二信使 Ca^{2+} 等,进而调节细胞的代谢活动,如使血管壁平滑肌收缩,导致血压升高。该过程体现的细胞膜的功能是(　　)

A.分隔细胞与外界环境

B.信息交流

C.控制物质的进出

D.具有流动性

B **解析**：由题意可知，血管紧张素Ⅱ能与细胞膜上该物质的受体结合，进而调节细胞的代谢活动，这体现了细胞膜的信息交流功能，故选B。

2. 水溶性染色剂(PI)能与核酸结合使细胞核着色，可用于细胞死活的鉴别。细胞浸泡在一定浓度的PI中，死亡细胞的细胞核会被染色，活细胞则不会着色，如果将PI注射到活细胞中，则细胞核会着色。利用PI鉴别死细胞与活细胞的基本原理是（　　）

A.死细胞与活细胞的核酸结构不同

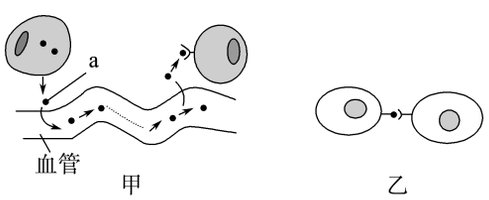
B.死细胞与活细胞的核酸含量不同

C.活细胞能分解染色剂PI

D.活细胞的细胞膜能阻止PI的进入

D **解析**：活细胞的细胞膜对物质进出细胞具有控制作用，以维持细胞正常的生命活动。水溶性染色剂(PI)不是细胞所需物质，因而不能通过活细胞的细胞膜。细胞死亡后，细胞膜及其他生物膜的功能丧失，溶于水中的物质PI可以通过细胞膜进入细胞，从而使细胞核着色。

3. 下图为人体内细胞间信息交流的某些方式的示意图。下列叙述错误的是（　　）



A.图甲中可能是分泌激素传递信息

B.图中靶细胞都通过受体接收信号分子

C.从图中可以看出细胞间的信息交流方式多种多样

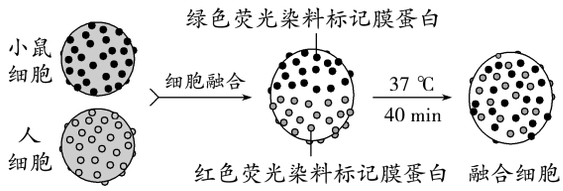
D.多细胞生物依赖细胞间的信息传递就能够保持功能协调

D **解析**：题图甲中细胞分泌的物质a通过血液运输到靶细胞，所以题图甲可以表示通过分泌激素传递信息，A正确；题图甲、题图乙中，靶细胞都是通过受体接收信号分子的，B正确；从题图中可以看出细胞间的信息交流方式多种多样，C正确；多细胞生物细胞间功能的协调不仅依赖信息传递，还必须有物质和能量的交换，D错误。

任务二 对细胞膜结构的探索

探究活动

1970年，科学家将小鼠细胞与人细胞融合并用发绿色荧光的染料标记小鼠细胞表面的蛋白质分子，用发红色荧光的染料标记人细胞表面的蛋白质分子。这两种细胞刚融合时，融合细胞的一半发绿色荧光，一半发红色荧光。但在37 ℃下保温40 min后，两种颜色的荧光呈均匀分布(如图)。



(1)用不同颜色的荧光染料标记人、鼠细胞表面的蛋白质分子，而不是标记磷脂分子，原因是什么？

提示：蛋白质分子具有结构上的特异性。

(2)出现这一现象的原因是什么？

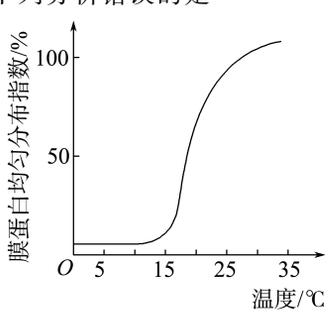
提示：构成膜结构的磷脂分子和大多数蛋白质分子是可以运动的。

(3)如果该融合实验在20 ℃条件下进行，则两种荧光均匀分布的时间将大大延长。根据这一现象可得出什么结论？

提示：温度影响细胞膜的流动性。

评价活动

1. 在小鼠细胞和人细胞融合实验中，科学家在不同温度下检测膜蛋白的均匀分布指数，结果如图所示。均匀分布指数越高，膜蛋白在融合细胞膜上分布得越均匀。下列分析错误的是（　　）



A.细胞融合实验说明细胞膜具有流动性

B.低温会减缓膜蛋白的运动，影响融合效果

C.磷脂分子的侧向运动会影响膜蛋白的分布

D.该实验中的膜蛋白是用放射性的H标记的

D **解析**：人、鼠细胞融合实验表明，两种细胞膜上的蛋白质通过运动逐渐均匀分布在融合细胞膜上，该实验直接说明了膜蛋白是可以运动的，从而说明细胞膜具有流动性，A正确；由题图可知，在0～15 ℃，膜蛋白均匀分布指数很低且几乎不变，在15～35 ℃，膜蛋白均匀分布指数逐渐增大，说明温度对膜蛋白的运动有影响，低温会减缓膜蛋白的运动，影响融合效果，B正确；膜蛋白有的镶在磷脂双分子层表面，有的部分或全部嵌入磷脂双分子层中，有的贯穿于整个磷脂双分子层中，而且蛋白质与磷脂分子会结合成一定的功能结构，因此，磷脂分子的侧向运动会影响膜蛋白的分布，C正确；人、鼠细胞融合实验运用的是荧光标记法，用发绿色荧光和红色荧光的染料分别标记小鼠细胞表面的蛋白质和人细胞膜表面的蛋白质，D错误。

2.在人类对细胞膜结构的探索历程中，罗伯特森提出的三层结构模型与流动镶嵌模型的相同点是（　　）

A.两种模型都认为组成细胞膜的主要物质是蛋白质和脂质

B.两种模型都认为蛋白质分子均匀排列在脂质分子的两侧

C.两种模型都认为磷脂双分子层是构成膜的基本支架

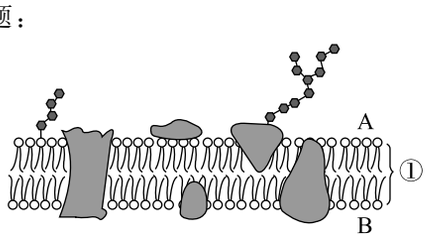
D.两种模型都认为组成细胞膜的磷脂分子和大多数蛋白质分子是可以运动的

A　**解析**：不论是三层结构模型还是流动镶嵌模型都是建立在细胞膜主要由蛋白质和脂质组成这一基础之上的，A正确；蛋白质分子均匀排列在脂质分子的两侧是三层结构模型的内容，B错误；磷脂双分子层是构成膜的基本支架是流动镶嵌模型的内容，C错误；三层结构模型是静态的统一模型，流动镶嵌模型认为组成细胞膜的磷脂分子和大多数蛋白质分子是可以运动的，D错误。

任务三 流动镶嵌模型的基本内容

探究活动

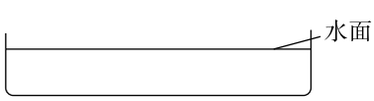
目前，细胞膜的流动镶嵌模型已被大多数人接受，下图为流动镶嵌模型的示意图，请结合该图探究下列问题：



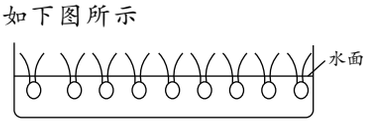
(1)[①]磷脂双分子层构成膜的基本支架，磷脂分子的尾部分布在膜的内部，头部分布在膜的两侧的原因是什么？

提示：磷脂分子的尾部具有疏水性，头部具有亲水性，而细胞膜内外侧均为有水环境。

(2)磷脂分子结构如图： 。若将磷脂放入盛有水的容器中，磷脂分子将如何分布？试在下图中绘出。



提示：如下图所示



(3)图中A、B两侧，A侧是细胞膜的外表面，B侧是细胞膜的内表面。判断的依据是什么？

提示：糖被分布在细胞膜的外表面。

【探究总结】

细胞膜的结构特点和功能特点

(1)区别

项目	结构特点：流动性	功能特点：选择透过性
基础	磷脂分子和大多数蛋白质分子都是运动的	膜上具有转运蛋白
意义	保证细胞的物质需要、信息交流、分裂和融合等生命活动的进行	控制物质进出
表现	分泌蛋白的分泌、变形虫的变形、吞噬细胞的吞噬	有些物质可以进入细胞，有些物质不能进入

(2)联系：生物膜的流动性是表现其选择透过性的结构基础。因为只有细胞膜具有流动性，细胞才能完成其各项生理功能，才能表现出选择透过性。只有活细胞才具有膜的流动性和选择透过性。

评价活动

1.流动镶嵌模型是目前为大多数人所接受的细胞膜结构模型。下列说法与细胞膜的流动镶嵌模型不符的是（　　）

A.磷脂双分子层是轻油般的流体，具有流动性

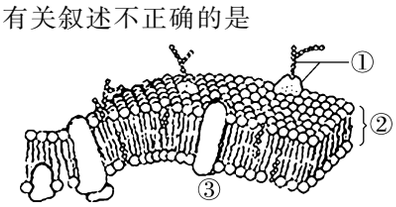
B.每个磷脂分子的疏水端都向内

C.嵌入磷脂双分子层的蛋白质分子大多都能运动

D.细胞膜中的磷脂分子和蛋白质分子之间没有联系，所以才具有流动性

D　**解析**：细胞膜中的磷脂分子和蛋白质分子大多都能运动，这使整个细胞膜具有流动性，A、C符合；由于细胞膜内外侧均为有水环境，所以磷脂分子的疏水端都向内，B符合；细胞膜是一个整体，它上面的各种分子相互作用、密切联系才维持了细胞膜的整体性，D不符合。

2.下图为某同学根据所学知识绘制的细胞膜流动镶嵌模型，有关叙述不正确的是（　　）



A.①与细胞表面识别、细胞间的信息传递等功能密切相关

B.②构成了细胞膜的基本支架，其内部亲水、外表疏水

C.细胞膜具有流动性，膜上的蛋白质大多可运动

D.科学家通过研究细胞膜的表面张力，推测细胞膜中含有蛋白质

B　**解析**：细胞膜外表面的糖类分子与蛋白质结合形成糖蛋白，或与脂质结合形成糖脂，这些糖类分子叫作糖被，糖被与细胞表面的识别、细胞间的信

息传递等功能有密切关系，A 正确；②是构成细胞膜基本支架的磷脂双分子层，外表亲水、内部疏水，B 错误；细胞膜具有流动性，主要表现为构成膜的磷脂分子可以侧向自由移动，膜中的蛋白质分子大多也能运动，但并不是所有蛋白质都可以运动（如锚定蛋白），C 正确；科学家通过研究细胞膜的表面张力，提出细胞膜除含有脂质外，还含有蛋白质，D 正确。

3. 科学家对某动物细胞膜上不同种类的磷脂分子（SM、PC、PS、PE、PI、CI）进行研究，发现 PC、SM 主要分布在外侧，PS、PE、PI 主要分布在内侧，CI 在内外侧的分布差别不大。下列相关叙述错误的是（　　）

A. 研究细胞膜的成分时可利用哺乳动物成熟的红细胞获取纯净的细胞膜

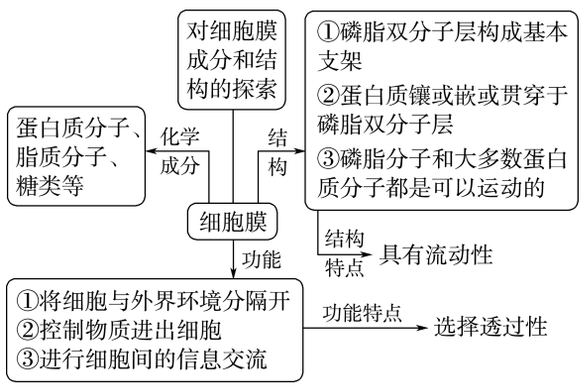
B. 磷脂分子都是由甘油、脂肪酸和磷酸组成的

C. 同种磷脂分子在磷脂双分子层中的分布大多是不对称的

D. 磷脂分子的结构使细胞膜内部形成疏水区，有利于细胞膜的稳定性

B　**解析**：哺乳动物成熟的红细胞中没有细胞核，也没有众多的细胞器，可以在研究细胞膜的成分时用来获取纯净的细胞膜，A 正确；磷脂分子是由甘油、脂肪酸和磷酸及其衍生物组成的，B 错误；根据题干信息，除了 CI 在膜的内外侧分布差别不大，其他种类的磷脂分子一般分布在膜的某一侧，呈不对称分布，C 正确；磷脂分子头部亲水，尾部疏水，所以磷脂分子的极性使细胞膜内部形成疏水区，有利于细胞膜的稳定性，D 正确。

提质归纳



课后素养评价（八）　细胞膜的结构和功能

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

知识点 1　细胞膜的功能

1. 下列关于细胞膜功能的叙述错误的是（　　）

A. 动植物细胞间信息交流都必须依赖于细胞膜表面的受体

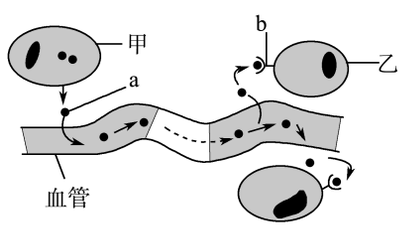
B. 细胞膜能控制物质进出细胞，这种功能是相对的

C. 细胞膜具有物质运输、能量转换、信息传递的功能

D. 细胞产生的激素与靶细胞膜上相应的受体的结合可实现细胞间的信息传递

A　**解析**：高等植物细胞之间可以通过胞间连丝相互连接，进行细胞间的信息交流，不是必须依赖于细胞膜表面的受体，A 错误；细胞膜能控制物质进出细胞，这种功能是相对的，例如病菌和病毒也能进入细胞，B 正确；细胞膜具有物质运输、能量转换、信息传递的功能，C 正确；细胞产生的激素与靶细胞膜上相应的受体的结合可实现细胞间的信息传递，D 正确。

2. 作为系统的边界，细胞膜在细胞的生命活动中有多种功能。下列有关图示的说法错误的是（　　）



A. 图示信息主要体现了细胞膜能进行细胞间信息交流的功能

B. 甲细胞分泌 a 物质与细胞膜控制物质进出的功能有关

C. 乙细胞上识别 a 物质的受体 b 可以识别所有的信号分子

D. b 物质的主要成分是蛋白质

C　**解析**：题图中乙细胞上存在与 a 物质特异性结合的受体，反映了细胞膜具有进行细胞间信息交流的功能，A 正确；甲细胞分泌 a 物质，说明细胞膜具有控制物质进出的功能，B 正确；受体 b 是糖蛋白，主要成分是蛋白质，其只能识别特定的信号分子，不能识别所有的信号分子，C 错误，D 正确。

知识点 2　细胞膜的结构

3. 下列有关细胞膜结构探索历程的叙述中，不正确的是（　　）

A.在电镜下能看到细胞膜清晰的亮—暗—亮三层结构

B.生物膜静态模型不能解释细胞的生长现象

C.人、鼠细胞融合实验证明了细胞膜具有流动性

D.细胞膜的流动性与细胞完成物质运输、生长、分裂、运动等功能密切相关

A　**解析**:在电镜下能看到细胞膜清晰的暗—亮—暗三层结构,A 错误;生物膜静态模型不能解释细胞的生长、变形虫的变形运动等现象,B 正确;人、鼠细胞融合实验证明细胞膜具有流动性,C 正确;细胞完成物质运输、生长、分裂、运动等功能依赖于细胞膜的流动性,D 正确。

4.19 世纪末,欧文顿发现可以溶于脂质的物质比不能溶于脂质的物质更容易通过细胞膜进入细胞。出现这种现象的原因是　(　　)

A.细胞膜以磷脂双分子层为基本支架

B.细胞膜上有搬运脂质的载体蛋白

C.细胞膜表面有一层糖蛋白

D.磷脂分子和蛋白质分子大都可以运动

A　**解析**:欧文顿发现凡是可以溶于脂质的物质比不能溶于脂质的物质更容易通过细胞膜进入细胞,于是他提出细胞膜中含有脂质。细胞膜中的脂质(磷脂)以磷脂双分子层的形式构成细胞膜的基本支架,因而脂类物质容易进入细胞中,A 正确。

B组　应用·实践

5.研究发现,在酸性条件下,丙型肝炎病毒表面的包膜糖蛋白(HCVE2)容易与靶细胞表面的 CD81 受体结合。一旦该病毒与靶细胞受体开始相互作用,HCVE2 就会改变形状,促使病毒与细胞膜更紧密地接触,从而使病毒进入细胞。根据材料,下列推测不合理的是　(　　)

A.病毒进入细胞需要与细胞膜表面的受体结合

B.HCVE2 具有识别作用

C.HCVE2 改变形状后就不能再发挥功能

D.CD81 使细胞膜丧失了控制物质进出的能力

C　**解析**:结合题干信息可知,丙型肝炎病毒表面的包膜糖蛋白(HCVE2)容易与靶细胞表面的 CD81 受体结合,促使病毒进入细胞,病毒进入细胞需要与细胞膜表面的受体结合,且 HCVE2 和 CD81 具有相互识别作用,A、B 正确;据题意可知,HCVE2 改变形状后可以促使病毒进入细胞,故 HCVE2 改变形状后仍能发挥功能,C 错误;细胞膜具有控制物质进出的功能,一般而言对细胞有害的物质不能进入细胞,而 HCVE2 与细胞膜表面的 CD81 受体结合后可让病毒进入细胞,故 CD81 使细胞膜丧失了控制物质进出的能力,D 正确。

6.下列关于细胞膜结构探索历程的说法,正确的是　(　　)

A.罗伯特森通过光学显微镜观察,提出的“亮—暗—亮”三明治结构是一种静态模型

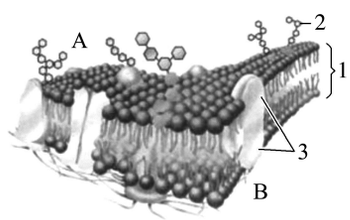
B.人—鼠细胞融合实验证明了细胞膜具有选择透过性

C.欧文顿利用“相似相溶原理”说明脂溶性物质更容易进入细胞是因为细胞膜上具有大量的磷脂和少量的胆固醇

D.辛格和尼科尔森提出了生物膜的流动镶嵌模型

D　**解析**:罗伯特森在电镜下看到了细胞膜清晰的暗—亮—暗的三层结构,并把生物膜描述为静态的统一结构,A 错误;小鼠细胞和人细胞融合实验证明了细胞膜具有流动性,B 错误;欧文顿发现溶于脂质的物质比不溶于脂质的物质,更容易通过细胞膜进入细胞,据此推测出细胞膜是由脂质组成的,C 错误。

7.下图为细胞膜的结构模型示意图,A、B 表示细胞膜的两侧。下列说法错误的是　(　　)



A.细胞膜因具有图中 1 表示的基本支架而具有对称性

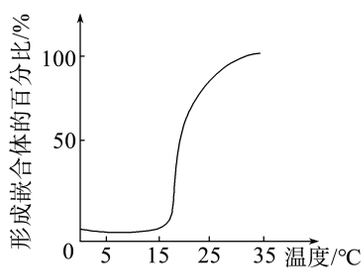
B.动物细胞吸水时,图中 1 的厚度会变小

C.图中 A 侧具有糖被,是细胞膜的外侧

D.细胞膜具有流动性与图中 1、3 都有关

A　**解析**:细胞膜两侧的结构不具有对称性,A 错误;动物细胞吸水时细胞膨胀,1(磷脂双分子层)的厚度会变小,B 正确;题图中 A 侧具有糖被,是细胞膜的外侧,C 正确;细胞膜具有流动性依赖于 1(磷脂双分子层)能够流动和大多数 3(蛋白质)可以运动,D 正确。

8.人、鼠细胞融合实验中,用带有不同荧光染料的抗体标记两种细胞的膜蛋白,一段时间后两种膜蛋白能在杂种细胞膜上均匀分布形成嵌合体。下图是相关实验记录,据此不能得到的结论是　(　　)



A.当温度上升到 15 ℃以上,细胞膜的流动性发生变化

B.该实验证明膜蛋白能够在膜表面运动

C.温度对膜蛋白的扩散有影响

D.图中数据说明融合时间越长形成的嵌合体越多

D　**解析**：细胞膜具有流动性，其流动性与温度有关系，由题图可知，温度增加到 15 ℃以上，细胞膜的流动性发生变化，形成嵌合体的百分比增大，A 正确；人、鼠细胞融合实验的原理是细胞膜具有流动性，根据两种膜蛋白能在杂种细胞膜上均匀分布形成嵌合体，证明膜蛋白能够在膜表面运动，B 正确；在 0 ℃到 15 ℃之间，形成嵌合体的百分比几乎不变，在 15 ℃到 35 ℃之间，形成嵌合体的百分比增大，说明温度对膜蛋白的扩散有影响，C 正确；题图中横坐标是温度，即自变量是温度，所以题图中数据不能说明融合时间越长形成的嵌合体越多，D 错误。

9. 现有人的成熟红细胞、人的口腔上皮细胞、蛙的红细胞、鸡肝研磨液等生物材料及相关用具，请根据以上材料，完成下列实验设计并分析有关问题。

(1)为获得纯净的细胞膜，应选取上述材料中的_____做实验。选用该材料的原因是它_____。将选取的上述材料放入_____中，由于细胞_____(填“吸水”或“失水”)，一段时间后细胞将破裂。

(2)有人发现，在一定温度条件下，细胞膜中的磷脂分子均垂直排列于膜表面。当温度上升到一定程度时，细胞膜的磷脂分子有 75％排列不整齐，细胞膜的厚度变小，而膜的表面积扩大，膜对离子和分子的通透性提高。对上述实验现象的合理解释是_____。

(3)生物膜具有控制物质进出的功能。请根据以下材料设计实验，验证膜的选择透过性。

材料：红玫瑰、质量分数为 15％的盐酸、蒸馏水、培养皿、量筒。

实验步骤：

①取适量的玫瑰花瓣，_____，分别放入培养皿中；

②A 组加入_____，B 组加入等量的质量分数为 15％的盐酸；

③观察_____。

解析：(3)实验设计遵循对照原则和单一变量原则，要验证膜的选择透过性，实验的自变量为是否加入盐酸，因变量是 A、B 两组花瓣的颜色及溶液的颜色变化，无关变量要求相同且适宜。

答案：(1)人的成熟红细胞　除细胞膜外无其他膜结构(或无细胞核及众多细胞器)　蒸馏水　吸水

(2)构成细胞膜的磷脂分子和大多数蛋白质是可以运动的，细胞膜具有流动性　(3)①均分为 A、B 两组　②适量的蒸馏水　③A、B 两组花瓣的颜色及溶液的颜色变化

第 2 节　细胞器之间的分工合作

第 1 课时　细胞器之间的分工与观察叶绿体和细胞质的流动

学习任务目标

1. 说出核糖体、线粒体、细胞壁、内质网、高尔基体、液泡、叶绿体等细胞器或细胞结构的结构和功能。

2. 制作临时装片，用高倍显微镜观察叶绿体和细胞质的流动。

○ 问题式预习 ○

一、细胞质的组成

1.细胞质

(1)分布：细胞膜以内、细胞核以外。

(2)组成：主要包括细胞质基质和细胞器。

(3)作用：在细胞质基质中进行着多种化学反应，是细胞代谢的主要场所。

2.细胞骨架

(1)组成：由蛋白质纤维组成的网架结构。

(2)功能：维持细胞形态，锚定并支撑着许多细胞器，与细胞运动、分裂、分化以及物质运输、能量转化、信息传递等生命活动密切相关。

二、细胞器之间的分工

1.细胞器的分离方法——差速离心法

将细胞膜破坏后，利用高速离心机在不同的离心速率下将各种细胞器分离开。

2.细胞器的结构和功能

图示	名称	功能
	线粒体	细胞进行有氧呼吸的主要场所，被称为细胞的“动力车间”
	叶绿体	绿色植物细胞进行光合作用的场所，被称为细胞的“养料制造车间”和“能量转换站”
	内质网	细胞内蛋白质等大分子物质的合成、加工场所和运输通道

续表

图示	名称	功能
	高尔基体	对来自内质网的蛋白质进行加工、分类和包装的“车间”及“发送站”
	溶酶体	细胞的“消化车间”，内部含有多种水解酶，能分解衰老、损伤的细胞器，吞噬并杀死侵入细胞的细菌或病毒
	液泡	调节植物细胞内的环境，充盈的液泡还可以使植物细胞保持坚挺，主要存在于植物细胞中
	中心体	与细胞的有丝分裂有关
	核糖体	“生产蛋白质的机器”

3.细胞壁

位于植物细胞细胞膜的外面，主要由纤维素和果胶构成，对细胞起支持与保护作用。

◇思考

[教材 P53“拓展应用”]溶酶体一般位于动物细胞中，内含多种水解酶，为什么溶酶体膜不会被这些水解酶分解？

提示：膜的成分可能被修饰，使得酶不能对其发挥作用。如溶酶体膜可能因为所带电荷或某些特定基团的作用而能使酶远离自身；也可能因膜转运的物质使得膜周围的环境（如 pH）不适合酶发挥作用。

三、用高倍显微镜观察叶绿体和细胞质的流动

1.实验原理

（1）叶绿体呈绿色、扁平的椭球或球形。

（2）活细胞中的细胞质处于不断流动的状态，可用细胞质基质中的叶绿体的运动作为标志观察细胞质的流动。

2.实验流程

（1）观察叶绿体

制作临时装片：载玻片中央滴一滴清水 → 藓类小叶（或菠菜叶稍带些叶肉的下表皮） → 放入水滴中 → 盖上盖玻片

观察：先用低倍镜观察，再用高倍镜观察

（2）观察细胞质的流动

①供观察用的黑藻，事先应放在光照、室温条件下培养。

②将黑藻从水中取出，用镊子从新鲜枝上取一片幼嫩的小叶，将小叶放在载玻片的水滴中，盖上盖玻片。

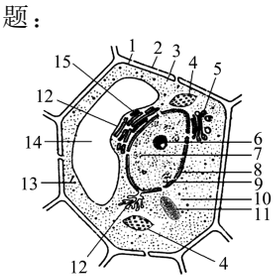
③先用低倍镜找到黑藻叶肉细胞，然后换用高倍镜观察。注意观察叶绿体随着细胞质流动的情况，仔细观察每个细胞中细胞质流动的方向是否一致。

○ 任务型课堂 ○

任务一 细胞器之间的分工

探究活动

下图是某种生物的细胞亚显微结构示意图，试据图回答下列问题：



（1）该细胞是哪种细胞？说明判断的理由。

提示：高等植物细胞。因为该细胞有细胞壁、叶绿体和大液泡，没有中心体。

（2）图中 1 和 2 的主要成分分别是什么？与 2 形成有关的细胞器是哪种？

提示：1 是细胞膜，主要成分是脂质和蛋白质；2 是细胞壁，主要成分是纤维素和果胶，其形成和高尔基体有关。

（3）若该细胞是西瓜的红色果肉细胞，则色素存在于哪种细胞器中？

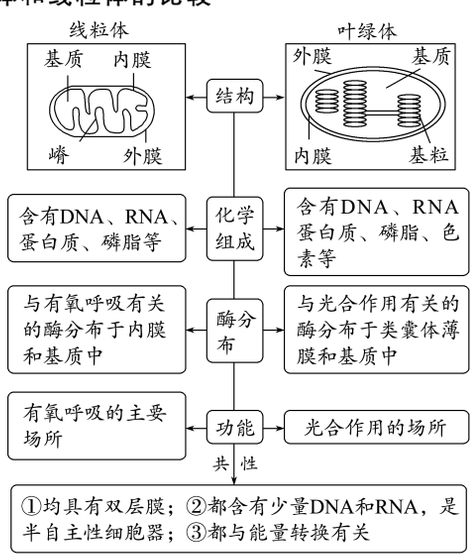
提示：14 液泡。

（4）若该细胞是洋葱的根尖分生区细胞，则图中不应该具有哪些细胞器？

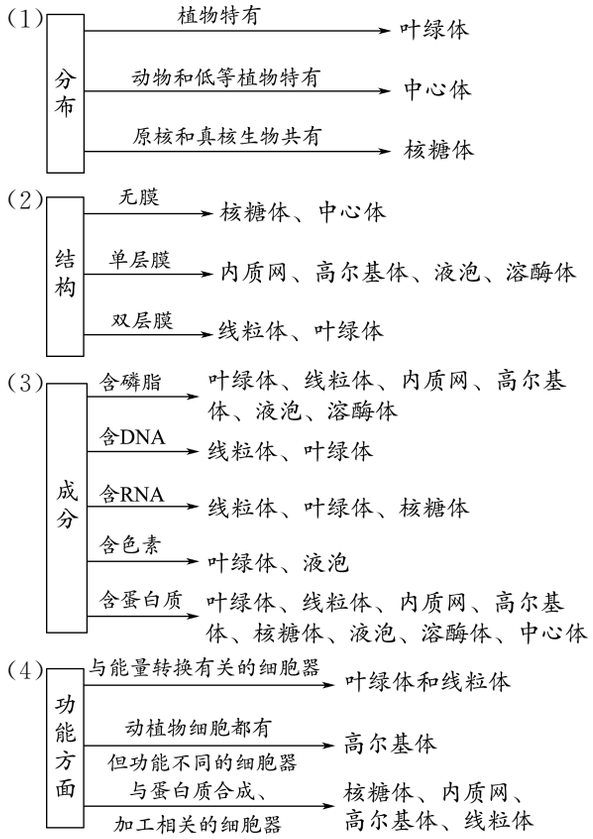
提示：4 叶绿体和 14 大液泡。

【探究总结】

1.叶绿体和线粒体的比较



2.细胞器归类分析



3.(1)没有叶绿体和中央液泡的细胞一定是动物细胞。反例：根尖分生区细胞。

(2)具有细胞壁的细胞一定是植物细胞。反例：真菌细胞、细菌等都有细胞壁。（注意：细胞壁的组成成分不同）

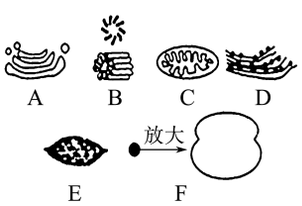
(3)没有叶绿体的细胞不能进行光合作用。反例：蓝细菌。

(4)没有线粒体不能进行有氧呼吸。反例：大多数原核生物是需氧型的。

(5)人体内的细胞都可进行有氧呼吸。反例：人成熟的红细胞不能进行有氧呼吸。

评价活动

1.下图是几种细胞器的结构模式图，下列有关说法错误的是 （ ）



A.细胞器C、F都与蛋白质的合成有关

B.细胞器A、B、F不含磷脂

C.含DNA的细胞器有C、E

D.A、D及液泡都具有单层膜结构

B **解析**：细胞器F为核糖体，是蛋白质的合成场所，细胞器C为线粒体，能为蛋白质的合成提供能量，A正确；细胞器B为中心体，细胞器F为核糖体，两者都不含膜结构，因此不含磷脂，而细胞器A为高尔基体，具有单层膜结构，因此含有磷脂，B错误；C线粒体和E叶绿体中都有DNA，C正确；A高尔基体和D内质网与液泡一样，都具有单层膜结构，D正确。

2.将某动物细胞各部分结构用差速离心法分离后，取其中三种细胞器测定它们的有机物含量，结果如下表所示。下列有关说法错误的是 （ ）

项目	蛋白质/%	脂质/%	核酸/%
细胞器a	67	20	微量
细胞器b	59	40	0
细胞器c	61	0	39

A.细胞器a是线粒体

B.细胞器b是具有单层膜结构的细胞器

C.细胞器c与SARS病毒的组成成分一样

D.蓝细菌细胞与此细胞共有的细胞器可能有a和c

D **解析**：由于该细胞为动物细胞，因此含有核酸和膜结构的细胞器为线粒体，故细胞器a是线粒体，A正确；细胞器b中含蛋白质和脂质，但不含核酸，因此为具有单层膜结构的细胞器，如溶酶体、内质网等，B正确；细胞器c中只有蛋白质和核酸，因此为核糖体，核糖体由蛋白质和RNA组成，与SARS病毒的组成成分一样，C正确；蓝细菌细胞中只有c核糖体一种细胞器，不含a线粒体，D错误。

任务二 观察叶绿体和细胞质的流动

探究活动

探究1 分析实验选材，提高实验探究能力

(1)取菠菜叶时为什么选取其稍带些叶肉的下表皮？

提示：菠菜叶下表皮细胞排列疏松，易撕取；叶绿体主要分布在叶肉细胞中；含叶绿体数目少，且叶绿体个体大。

(2)选择藓类叶片观察叶绿体的原因是什么？

提示：叶片很薄，仅有一层叶肉细胞，可以取整个小叶直接制片。

探究2 分析实验结果，提高实验分析能力

(1)在光学显微镜下能否看到叶绿体的双层膜结构？

提示：不能。叶绿体的双层膜结构属于细胞的亚显微结构，只有用电子显微镜才能看到。

(2)为了保证观察细胞质流动实验的成功，我们应采取什么方法加快黑藻细胞的流动速度？

提示：①进行光照，温度在25 ℃左右，在阳光下或灯光下放置20～25 min；②升高盛放黑藻的水温，可加入热水，将水温调至30～37 ℃；③直接切伤一部分叶片。

(3)有人认为，在相同的外界条件下，被折断后的

黑藻植株的叶片细胞的细胞质流动现象更明显。如何设计实验验证这种说法的正确性？（请简要写出实验思路）

提示：将生长状态相同的黑藻叶片分为两组，一组不做任何处理，另一组在2～3 d前进行创伤处理；将两组黑藻叶片放在盛水容器中，在阳光充足的地方继续培养；然后将两组叶片分别制成装片，观察两组叶片细胞质流动的速度。

【探究总结】

观察细胞质流动时要寻找“三个”最佳

(1)寻找最佳参照物——叶绿体：根据叶绿体的运动情况证明细胞质的流动情况。

(2)寻找最佳部位——靠近叶脉处：靠近叶脉处的细胞水分充足，容易观察到细胞质的流动。

(3)寻找最佳视野——相对较暗：高倍显微镜下的观察一般要调出较暗的视野，这样有利于辨别物像的动态变化。

评价活动

1.某同学利用黑藻细胞观察叶绿体和细胞质环流。下列叙述错误的是（　　）

A.临时装片中的叶片要随时保持有水状态

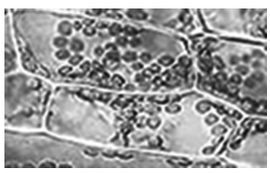
B.高倍显微镜下可看到叶绿体的形态和结构

C.可观察到黑藻细胞中的叶绿体分布在大液泡周围

D.显微镜下观察到的细胞质环流方向与实际相同

B　**解析**：临时装片中的叶片要随时保持有水状态，以保持细胞的活性，A正确；高倍显微镜不能观察到叶绿体的结构，B错误；可观察到黑藻细胞中的叶绿体分布在大液泡周围，C正确；显微镜下观察到的细胞质环流方向与实际相同，D正确。

2.下图为某小组在室温下进行观察黑藻细胞质环流实验时拍摄的照片，下列有关说法，错误的是（　　）



A.适当调暗光线更便于观察细胞质

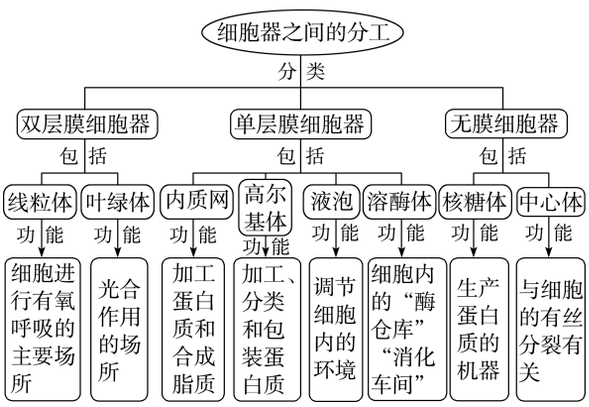
B.适当升高温度细胞质环流的速度会加快

C.同一细胞中叶绿体的流动方向相同

D.图示细胞中不存在细胞核和大液泡

D　**解析**：细胞质颜色较浅，调暗光线更有利于观察细胞质，A正确；适当升高温度（分子热运动速率增加，酶活性增强，细胞代谢加快）细胞质环流的速度会加快，B正确；同一细胞中的不同叶绿体的运动方向是相同和定向的，即叶绿体环绕中央大液泡向同一个方向旋转式流动，随细胞质基质环流，C正确；黑藻属于高等植物，含有细胞核和大液泡，D错误。

提质归纳



课后素养评价（九）

细胞器之间的分工与观察叶绿体和细胞质的流动

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

知识点1　细胞质基质和主要细胞器的结构与功能

1.下列有关细胞质基质和细胞骨架的叙述中，错误的是（　　）

A.细胞质基质呈溶胶状，含有多种酶

B.细胞质基质中可进行多种化学反应

C.细胞骨架是由蛋白质纤维组成的网架结构

D.细胞骨架只存在于高等动物的细胞中

D　**解析**：细胞质基质呈溶胶状，由水、无机盐、脂质、氨基酸、核苷酸和多种酶等组成，在细胞质基质中进行着多种化学反应，A、B正确；细胞骨架是由蛋白质纤维组成的网架结构，与细胞运动、分裂、分化以及物质运输、能量转化、信息传递等生命活动有关，C正确；除了高等动物的细胞中存在细胞骨架以外，高等植物细胞等细胞中也存在细胞骨架，D错误。

2.下列细胞结构及相关功能对应正确的一组是（　　）

A.高尔基体：单层膜，蛋白质的合成、加工场所

B.溶酶体：单层膜，能分解衰老、损伤的细胞器

C.内质网：双层膜，参与蛋白质的分类、包装及运输

D.液泡：单层膜，可以存储营养物质，与所有植物细胞的吸水有关

B　**解析**：蛋白质的合成场所是核糖体，A错误；溶

酶体是单层膜结构的细胞器，内含多种水解酶，能分解衰老、损伤的细胞器，是细胞的“消化车间”，B正确；内质网是单层膜结构的细胞器，C错误；并非所有的植物细胞都有液泡，如植物根尖分生区细胞，D错误。

3. 下列关于线粒体和叶绿体的叙述，正确的是（　　）

A.都是与能量转换有关的细胞器

B.线粒体和叶绿体的内膜都向内腔折叠

C.线粒体和叶绿体都同时存在于动植物细胞中

D.线粒体和叶绿体都不含有DNA和RNA

A　**解析**：线粒体和叶绿体都是与能量转换有关的细胞器，A正确；线粒体内膜向内折叠以扩大膜面积，叶绿体的类囊体堆叠成基粒以扩大膜面积，B错误；叶绿体只存在于进行光合作用的植物细胞内，C错误；线粒体和叶绿体都含有DNA和RNA，D错误。

知识点2　用高倍显微镜观察叶绿体和细胞质的流动

4. 下列关于观察菠菜叶肉细胞的叶绿体形态和分布实验的说法，不正确的是（　　）

A.实验过程中细胞始终保持活性，可以看到移动的叶绿体

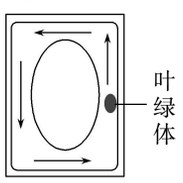
B.使用高倍显微镜可以看到叶绿体的双层膜结构

C.制片时装片要保持有水状态

D.实验过程中不需要对实验材料进行染色

B　**解析**：在高倍显微镜下观察菠菜叶肉细胞临时装片时，不但可以看到绿色的叶绿体，还可以看到叶绿体随着细胞质的流动而移动，A正确；叶绿体的双层膜结构是在电子显微镜下才能看到的亚显微结构，在高倍显微镜下是看不到的，B错误；做实验时，临时装片要保持有水状态，使细胞保持活性，C正确；叶绿体呈绿色，实验过程中不需要对实验材料进行染色，D正确。

5. 某研究小组用苔藓作为实验材料观察细胞质的流动，光学显微镜下观察到叶绿体的运动方向如图中箭头所示。下列叙述中正确的是（　　）



A.可以直接用苔藓叶片做成装片观察

B.高倍镜下可以观察到叶绿体有两层膜

C.细胞质的流动方向是顺时针方向

D.用菠菜叶进行实验，应撕取上表皮制作装片

A　**解析**：苔藓叶片一般由单层细胞构成，故可以直接将苔藓叶片做成装片观察叶绿体的运动，A正确；光学显微镜下不能观察到叶绿体有两层膜，B错误；显微镜呈现的是上下颠倒、左右互换的虚像，故细胞质的实际流动方向与显微镜中观察到的一致，都是逆时针方向，C错误；用菠菜叶进行实验，应取稍带些叶肉的下表皮制作装片，D错误。

B组　应用·实践

6. “谷不入，半日则气衰，一日则气少矣。”中医理论认为，“气”的实质是人体活动时需要的能量。“气衰”则相当于西医中的“低血糖症状”。下列说法错误的是（　　）

A.“谷”中储存能量的物质主要是糖类

B.人体中的“气”主要是在线粒体中产生的

C.出现“气衰”的症状是因为机体能量供应不足

D.出现“气少”症状时体内脂肪大量转化为糖类

D　**解析**：糖类是细胞内重要的能源物质，其中的淀粉是植物细胞重要的储能物质，“谷”中储存能量的物质主要是糖类，A正确；分析题意可知，“气”的实质是人体活动时需要的能量，而线粒体是有氧呼吸的主要场所，是细胞的“动力车间”，故“气”主要是在线粒体中产生的，B正确；出现“气衰”的症状是因为机体提供的能量不足，C正确；出现“气少”症状时，机体供能不足的情况持续发生，体内的脂肪会分解供能，但不能大量转化为糖类，D错误。

7. “结构与功能相适应”的原则是生物学的基本观点之一，下列叙述正确的是（　　）

A.细胞壁是植物细胞的系统边界，具有控制物质进出细胞的功能

B.溶酶体可以合成大量的酸性水解酶，得以分解衰老、损伤的细胞器

C.细胞骨架是由纤维素组成的网架结构，与细胞的运动、分裂等有关

D.磷脂分子的一端亲水，一端疏水，使细胞膜中的磷脂分子自发排列成双层支架

D　**解析**：植物细胞的边界是细胞膜，细胞壁是全透性的，不是细胞边界，A错误；溶酶体中含有多种水解酶，其本质是蛋白质，合成场所是核糖体，B错误；细胞骨架是由蛋白质纤维组成的网架结构，C错误；磷脂分子的头部亲水，尾部疏水，是细胞膜具有双层磷脂分子并构成细胞膜的基本支架的重要原因，D正确。

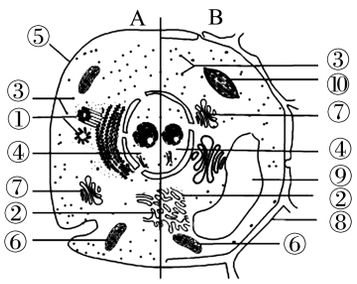
8. 下表是关于各种细胞器的结构和功能的比较，其中错误的是（　　）

选项	细胞器	结构或部位	功能
A	线粒体	双层膜	进行有氧呼吸的主要场所
B	叶绿体	存在于所有植物细胞中	进行光合作用的场所
C	核糖体	无膜	蛋白质的合成场所
D	溶酶体	主要分布在动物细胞中	“消化车间”

B　**解析**：细胞中进行有氧呼吸的主要场所是线粒

体，具有双层膜结构，A 正确；叶绿体分布在绿色植物能进行光合作用的细胞中，如根尖细胞中就没有叶绿体，B 错误；核糖体没有膜结构，是蛋白质的合成场所，C 正确；溶酶体主要分布在动物细胞中，内部有多种水解酶，是细胞的“消化车间”，D 正确。

9. 下图是动植物细胞亚显微结构模式图，请据图回答下列相关问题：



(1)比较动植物细胞亚显微结构，高等植物细胞内不含有[　]_____(填细胞器名称)。

(2)若 B 是衣藻细胞，其细胞质中的细胞器除图中所示外，还应有[　]_____；若 B 是蓝细菌，其细胞质中的细胞器只有[　]_____。

(3)若 A 是人的大腿肌细胞，其含 DNA 的细胞器是[　]_____。

(4)油菜花瓣细胞中除①外，一定不存在的细胞器是[　]_____；其细胞中存在色素的细胞器是[　]_____。

(5)A、B 细胞都有的、具有单层膜的细胞器是_____(填序号)。

解析：题图中序号代表的细胞结构分别是①中心体，②内质网，③核糖体，④细胞核，⑤细胞膜，⑥线粒体，⑦高尔基体，⑧细胞壁，⑨液泡，⑩叶绿体。只有动物细胞与低等植物细胞中含有①中心体，原核生物(如蓝细菌)只含有③核糖体一种细胞器。⑨液泡中含有色素，可使花瓣细胞呈现一定的颜色。

答案：(1)① 中心体 (2)① 中心体 ③ 核糖体 (3)⑥ 线粒体 (4)⑩ 叶绿体 ⑨ 液泡 (5)②⑦

第 2 课时　细胞器之间的协调配合及生物膜系统

学习任务目标

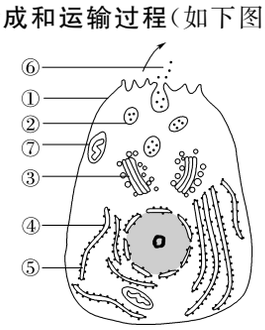
1. 举例说明细胞各部分结构之间相互联系、协调一致，共同完成细胞的各项生命活动。
2. 概述细胞的生物膜系统。

○ 问题式预习 ○

一、细胞器之间的协调配合

1. 分泌蛋白的概念：在细胞内合成后，分泌到细胞外起作用的一类蛋白质，如消化酶、抗体和一部分激素等。

2. 分泌蛋白的合成和运输过程(如下图所示)



(1)研究方法：同位素标记法。

(2)过程

[④]核糖体：氨基酸经过脱水缩合形成肽链
↓
[⑤]内质网：肽链继续合成并转移进入内质网腔内进行加工、折叠，形成具有一定空间结构的蛋白质
↓ 囊泡
[③]高尔基体：对蛋白质进行修饰加工
↓ 囊泡
[①]细胞膜：将蛋白质分泌到细胞外

(3)提供能量的细胞器：[⑦]线粒体。

◇**思考**

[教材 P51“思考·讨论”]为什么用 ^3H 标记亮氨酸，可以追踪分泌蛋白的合成和分泌过程？

提示：亮氨酸是合成分泌蛋白的原料。

二、细胞的生物膜系统

1. 组成：细胞器膜和细胞膜、核膜等结构，共同构成细胞的生物膜系统。

2. 特点

(1)各种生物膜的组成成分和结构很相似。

(2)在结构和功能上紧密联系，进一步体现了细胞内各种结构之间的协调与配合。

3. 功能

(1) 细胞膜 —→ 内部环境的相对稳定
　　决定 → 物质运输、能量转化和信息传递

(2)为多种酶提供附着位点：为生化反应的进行创造条件。

(3)把各种细胞器分隔开：保证细胞生命活动高效、有序地进行。

◇**思考**

[教材 P53“与社会的联系”]血液透析膜是一种人工合成的膜材料，当病人血液流经人工肾时，血液透析

膜就能把病人血液中的代谢废物透析掉，让干净的血液返回病人体内。血液透析膜模拟的是细胞膜的哪项功能？

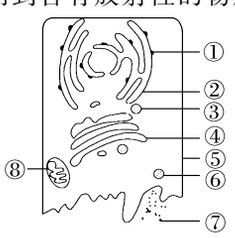
提示：控制物质进出细胞的功能。

○ 任务型课堂 ○

任务一 细胞器之间的协调配合

探究活动

下图是某动物分泌细胞，将细胞放入含有放射性同位素 ^{3}H 标记的亮氨酸的培养液中培养，一段时间后，在细胞外检测到含有放射性的物质。



(1)图中物质⑦可能是下列哪些物质？

a.血红蛋白　b.胰蛋白酶　c.与有氧呼吸有关的酶　d.抗体　e.性激素　f.胰岛素

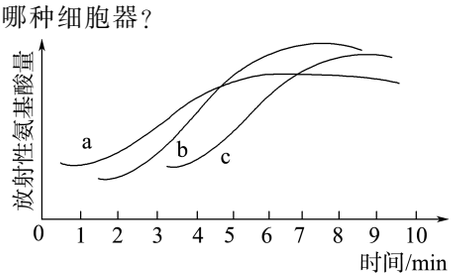
提示：⑦为分泌蛋白，可能是 bdf。

(2)分泌蛋白合成与分泌过程依次经过的细胞器是核糖体→内质网→高尔基体；依次经过的细胞结构是核糖体→内质网→囊泡→高尔基体→囊泡→细胞膜。

(3)图中③和⑥是什么，它们分别来自哪里？

提示：③和⑥是囊泡，③来自内质网，⑥来自高尔基体。

(4)经连续取样后，测定标记的氨基酸出现在各细胞器中的情况，结果如图所示。请问曲线 a、b、c 依次代表哪种细胞器？



提示：a.核糖体；b.内质网；c.高尔基体。

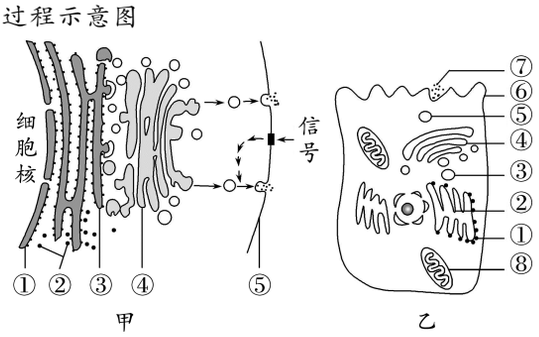
(5)在分泌蛋白加工、运输过程中，内质网膜、高尔基体膜、细胞膜膜面积发生怎样的变化？

提示：内质网膜膜面积减小，高尔基体膜膜面积先增大再减小，细胞膜膜面积增大。

【探究总结】

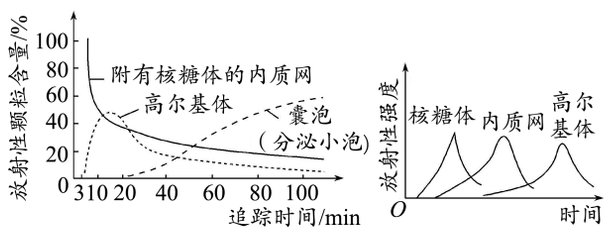
分泌蛋白的形成过程

(1)过程示意图



图甲、图乙：两者都是分泌蛋白合成、加工、运输和分泌过程的图示，其中图甲是细胞的局部，图乙则是完整的细胞。图甲中①②③④⑤依次表示核膜、核糖体、内质网、高尔基体和细胞膜；图乙中①②③④⑤⑥⑦⑧依次表示核糖体、内质网、囊泡、高尔基体、囊泡、细胞膜、分泌蛋白和线粒体。

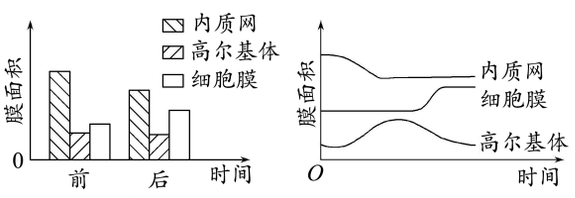
(2)放射性强度变化坐标图



甲　　乙

图甲、图乙：该过程的研究方法是同位素标记法，将待观察的细胞放入含有 ^{3}H 标记的亮氨酸的培养液中培养，放射性最先出现在核糖体上，然后依次出现在内质网、高尔基体和细胞膜等结构上。

(3)膜面积变化的柱形图与曲线图



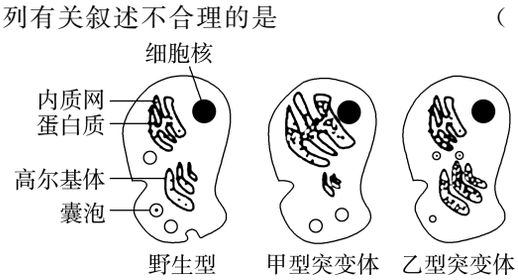
甲　　乙

①图甲和图乙都表示膜面积随时间的变化，图甲表示的是前后两个时间点的变化，图乙表示的是一定时间段内的变化。

②图甲和图乙分别以柱形图和曲线图的形式表示分泌蛋白的合成、加工、运输和分泌过程中膜面积的变化，内质网膜面积相对减小，高尔基体膜面积在该过程前后基本不变，细胞膜面积相对增大。

评价活动

1.下图中的野生型酵母菌能正常合成和分泌蛋白质，甲、乙两种突变体的某些细胞器异常。据图分析，下列有关叙述不合理的是（　　）



A.野生型酵母菌中分泌蛋白质是通过囊泡进行运输的

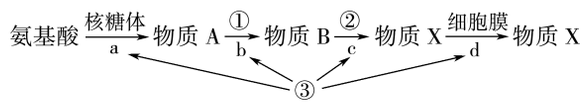
B.甲型突变体的内质网中的蛋白质积累，不能运输至高尔基体进行再加工

C.乙型突变体中的高尔基体异常，不能将其中的蛋白质运向细胞膜

D.分泌蛋白在合成和分泌过程中要经过核糖体、内质网、高尔基体和线粒体

D　**解析**：野生型酵母菌中分泌蛋白质是通过囊泡进行运输的，如分泌蛋白通过内质网到高尔基体再到细胞膜都是通过囊泡实现的，A正确；由题图可知，甲型突变体由于内质网异常，内质网中积累的蛋白质，不能运输至高尔基体进行再加工，B正确；乙型突变体由于高尔基体异常，蛋白质在高尔基体中堆积，不能运向细胞膜，C正确；分泌蛋白的合成与分泌过程为核糖体合成多肽链→内质网进行初加工→内质网出芽形成囊泡→高尔基体进行再加工形成成熟的蛋白质→高尔基体出芽形成囊泡→细胞膜，整个过程还需要线粒体提供能量，故分泌蛋白的分泌过程需要经过核糖体、内质网、高尔基体和细胞膜，D错误。

2. 下图表示某分泌蛋白的合成、加工和运输过程，①②③表示细胞器，a、b、c、d表示过程。下列说法错误的是（　　）



A.物质X不可能是细胞呼吸酶

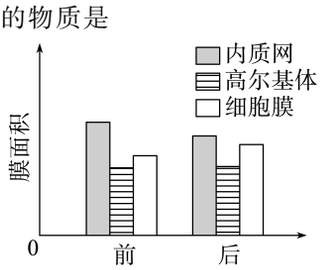
B.在此过程中，①的膜面积缩小，②的膜面积增大

C.③有两层生物膜

D.d过程体现了细胞膜具有流动性的特点

B　**解析**：物质X是分泌蛋白，而呼吸酶是胞内酶，不经过细胞膜分泌到细胞外，A正确；在此过程中，①内质网的膜面积缩小，②高尔基体的膜面积基本不变，B错误；③是线粒体，有两层生物膜，C正确；物质X通过d过程分泌到细胞外体现了细胞膜的流动性，D正确。

3. 下图表示一种细胞在进行某项生命活动前后几种生物膜的面积变化。请据图分析，在此变化过程中最可能合成的物质是（　　）

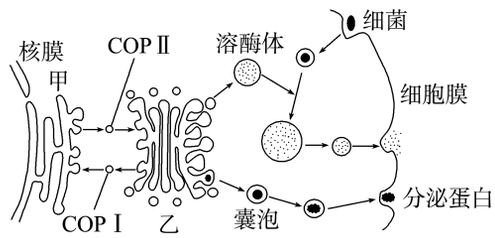


A.与呼吸有关的酶　B.分泌蛋白

C.性激素　D.血红蛋白

B　**解析**：由题图可知，内质网在进行某项生命活动后膜面积有所减少，细胞膜面积稍微增加，而高尔基体的膜面积基本保持不变，由此可知，细胞进行的生命活动是合成一种分泌蛋白，B正确；与呼吸有关的酶、血红蛋白都是胞内蛋白，性激素是脂质类物质，不是分泌蛋白，A、C、D错误。

4. 下图表示细胞的生物膜系统的部分组成在结构与功能上的联系。COPⅠ、COPⅡ是具膜小泡，可以介导蛋白质在甲与乙之间的运输，据图分析下列说法正确的是（　　）



A.COPⅠ及COPⅡ膜的主要成分与核膜相同

B.COPⅡ可以帮助乙中的某些蛋白质回到甲中

C.图中分泌蛋白从合成到运出细胞共穿过8层生物膜

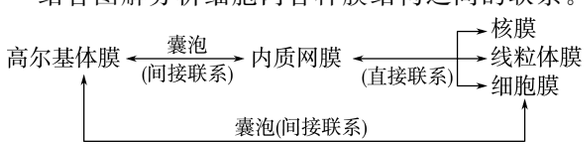
D.由图可知，溶酶体起源于高尔基体，图中显示其具有分解衰老、损伤的细胞器的功能

A　**解析**：COPⅠ、COPⅡ膜的主要成分与核膜相同，都是磷脂和蛋白质，A正确；COPⅠ可以帮助乙（高尔基体）中的某些蛋白质回到甲（内质网）中，B错误；题图中分泌蛋白依赖于膜的流动性分泌出细胞，不穿过膜，C错误；题图中显示溶酶体具有吞噬并杀死入侵细胞的细菌的功能，D错误。

任务二 细胞的生物膜系统

探究活动

结合图解分析细胞内各种膜结构之间的联系。



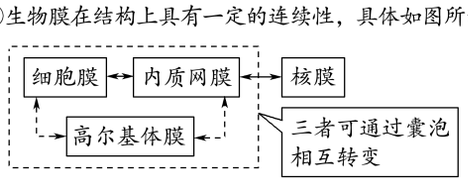
(1)该图解说明各种生物膜在结构上相互联系，其间接联系是以囊泡的形式实现的。

(2)在功能上的联系：在分泌蛋白合成、加工、运输、分泌等过程中，各细胞器之间协调配合。

【探究总结】

1.生物膜系统的联系分析

- 化学组成上的联系
  - ①相似性：各种生物膜在化学组成上大致相同，都主要由脂质和蛋白质组成
  - ②差异性：不同生物膜的功能不同，其组成成分的含量也有差异，如代谢旺盛的细胞，其生物膜（如线粒体内膜）上蛋白质含量高
- 结构上的联系
  - ①各种生物膜在结构上大致相同，都是由磷脂双分子层构成基本支架，蛋白质分子分布其中，具有流动性
  - ②生物膜在结构上具有一定的连续性，具体如图所示



  - 注：实线箭头表示直接相连，虚线箭头表示间接联系。
- 功能上的联系：在功能上协调配合，共同完成各项生命活动，如分泌蛋白的合成、加工、运输过程

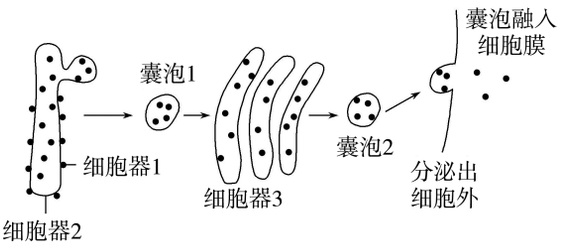
2.关于生物膜系统的2点提醒

(1)生物膜系统主要针对真核细胞而言，是细胞内生物膜的统称，属于细胞水平的范畴，而生物体内的有些膜，如视网膜、肠黏膜等，不属于生物膜。

(2)原核细胞的细胞膜也属于生物膜，但其没有核膜及细胞器膜，所以没有生物膜系统。

评价活动

1.下图表示真核细胞内分泌蛋白的合成、加工和分泌过程。下列叙述错误的是 （ ）



A.囊泡1和囊泡2包裹的蛋白质的空间结构不同

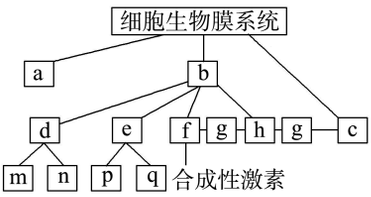
B.若无其他细胞器的参与，则图示过程一般不能正常进行

C.完成图示过程，细胞器2的膜面积减小

D.囊泡1和囊泡2不属于真核细胞的生物膜系统

D **解析**：囊泡1和囊泡2包裹的分别是内质网初步加工的较成熟的蛋白质和高尔基体进一步加工修饰的成熟的蛋白质，因此两者包裹的蛋白质空间结构不同，A正确；线粒体是细胞内的“动力车间”，因此图示过程的正常进行一般还需要线粒体提供能量，B正确；该过程中细胞器2(内质网)的膜鼓出形成囊泡转移到了高尔基体上，因此其膜面积减小，C正确；囊泡1和囊泡2都是细胞器出芽形成的，都属于真核细胞的生物膜系统，D错误。

2.下图为细胞的生物膜系统的概念图，据图判断下列叙述正确的是 （ ）



A.图中a、c分别是指细胞膜、细胞器膜

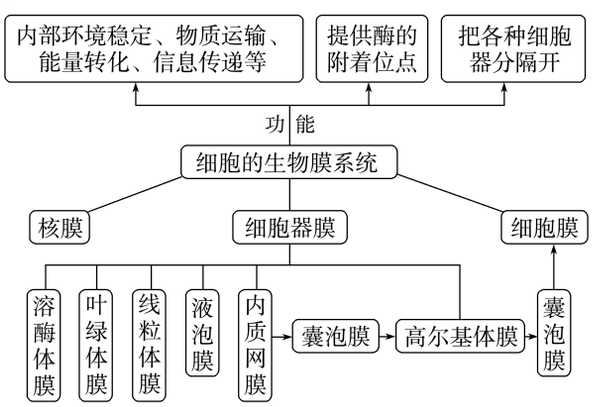
B.若d是叶绿体，则m、n一定是外膜和内膜

C.图中p一定是线粒体的内膜

D.图中的f和h分别是指内质网膜和高尔基体膜

D **解析**：由题图可知，f合成性激素，性激素属于脂质，是在内质网上合成的，由此可确定f是内质网膜，结合分泌蛋白合成、加工、运输过程可确定g是囊泡，h是高尔基体膜，c是细胞膜，d和e可能为叶绿体膜、线粒体膜，b为细胞器膜，a是核膜，A错误，D正确；若d是叶绿体，则叶绿体的膜结构有外膜、内膜和类囊体膜，所以m、n不一定是外膜和内膜，B错误；题图中e不一定是线粒体，所以p也不一定是线粒体内膜，C错误。

提质归纳



课后素养评价（十） 细胞器之间的协调配合及生物膜系统

建议用时：60分钟

A组 学习·理解

知识点1 细胞的生物膜系统

1.下列有关生物膜系统的描述，错误的是 （ ）

A.原核细胞不具有生物膜系统

B.生物膜系统由具膜的细胞器构成

C.生物膜系统在细胞与外部环境进行物质运输、能量转化、信息传递过程中起决定性作用

D.生物膜上可进行多种生物化学反应

B **解析**：生物膜系统是由细胞膜、细胞器膜、核膜等共同构成的，原核生物没有核膜和各种细胞器膜，不具有生物膜系统，A正确，B错误；生物膜系统在细胞与外部环境进行物质运输、能量转化、信息传递过程中起决定性作用，C正确；生物膜上有许多酶附着位点，可进行多种生物化学反应，D正确。

2.下列有关生物膜系统的说法，正确的是 （ ）

A.细胞膜、叶绿体的内膜与外膜、内质网膜与小肠黏膜都属于生物膜系统

B.所有的酶都在生物膜上，没有生物膜生物就无法进行各种代谢活动

C.生物膜的组成成分和结构都是一样的，在结构和功能上紧密联系

D.细胞内的生物膜把各种细胞器分隔开，使细胞内的化学反应不会互相干扰

D **解析**：小肠黏膜不属于生物膜系统，A错误；生

物膜为多种酶提供附着位点，是许多生物化学反应的场所，但细胞质基质中也含有酶，也能进行代谢活动，B错误；各种生物膜组成成分和结构大致相同，在结构和功能上紧密联系，C错误；细胞内的生物膜把各种细胞器分隔开，使得细胞内能同时进行多种化学反应，而不会互相干扰，D正确。

知识点2　细胞器之间的协调配合

3. 用含有^{3}H标记的谷氨酸的培养液培养胰腺腺泡细胞，细胞合成物质X并分泌到细胞外，其中的①②及物质X分别是（　　）

核糖体→①→②$\xrightarrow{\text{物质X}}$细胞膜$\xrightarrow{\text{物质X}}$细胞外

A.内质网、高尔基体、胰岛素

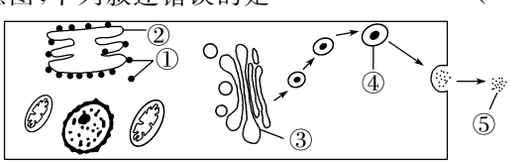
B.内质网、线粒体、胰高血糖素

C.高尔基体、中心体、胰蛋白酶

D.高尔基体、线粒体、呼吸酶

A　**解析**：分泌蛋白在形成过程中经过的细胞器依次是核糖体、内质网、高尔基体；胰腺可以产生胰岛素、胰高血糖素和胰蛋白酶等物质，呼吸酶不属于分泌蛋白，A正确。

4. 下图是某动物细胞中分泌蛋白合成、运输和分泌的示意图，下列叙述错误的是（　　）



A.分泌蛋白在结构①上合成的过程中有水产生

B.结构②能对来自结构③的蛋白质进行加工、分类和包装

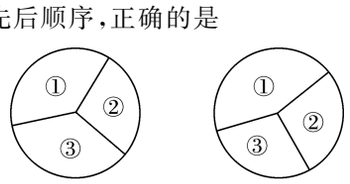
C.结构④与细胞膜融合后，分泌蛋白被分泌到细胞外

D.线粒体能为分泌蛋白的合成、运输和分泌提供能量

B　**解析**：结构③高尔基体能对来自结构②内质网的蛋白质进行加工、分类和包装，B错误。

B组　应用·实践

5. 科学家用含有^{3}H标记的亮氨酸的培养液培养豚鼠胰腺腺泡细胞，测量细胞合成并分泌某蛋白过程中各种膜结构的面积变化，结果如下图所示。下列选项表示①②③所代表的膜结构名称以及放射性标记出现的先后顺序，正确的是（　　）



A.①核糖体→②内质网→③高尔基体

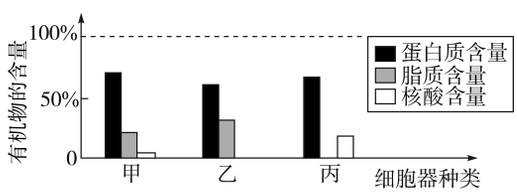
B.②内质网→①高尔基体→③细胞膜

C.③高尔基体→①内质网→②细胞膜

D.③内质网→②高尔基体→①细胞膜

D　**解析**：分泌蛋白首先在核糖体上合成肽链，然后转移至内质网腔中，进行初步加工，加工后由囊泡包裹着转移至高尔基体中进行进一步加工修饰，该过程中由内质网形成的囊泡与高尔基体膜融合，蛋白质在高尔基体中加工完成后同样以囊泡的形式运输至细胞膜，与细胞膜融合，将蛋白质分泌到细胞外，在囊泡形成和融合的过程中，内质网膜面积减小，高尔基体膜面积几乎不变，细胞膜面积增大。分析题图可知，③减小，②几乎不变，①增大，符合分泌蛋白的合成与分泌过程中内质网膜、高尔基体膜、细胞膜面积的变化，放射性标记出现的顺序同蛋白质的分泌顺序，因此D正确。

6. 用一定的方法分离出某动物细胞的甲、乙、丙三种细胞器，测定其中三种有机物含量（如图所示）。下列有关叙述错误的是（　　）



A.甲是细胞的“动力车间”

B.乙可能与分泌蛋白的加工、修饰有关

C.丙合成的物质与双缩脲试剂反应呈紫色

D.酵母菌与该细胞共有的细胞器只有丙

D　**解析**：据题干及题图分析可知，甲含有蛋白质、脂质和少量的核酸，说明甲是线粒体，线粒体是细胞的“动力车间”，A正确；乙不含有核酸，但含有脂质和蛋白质，可能是内质网或高尔基体，内质网、高尔基体与分泌蛋白的加工、修饰有关，B正确；丙没有膜结构，但含有少量核酸，应为核糖体，其合成的物质是蛋白质，蛋白质能与双缩脲试剂反应呈紫色，C正确；酵母菌为真核生物，与该细胞共有的细胞器有甲、乙、丙，D错误。

7. 溶酶体中的酶都有M6P（甘露糖-6-磷酸）标志，溶酶体酶在粗面内质网上进行糖基化修饰。然后转运至高尔基体的顺面膜（凸出并对着内质网的一面）上发生磷酸化形成M6P，M6P与高尔基体反面膜上的M6P受体结合，以出芽的方式形成囊泡并转运到溶酶体中。在溶酶体中，M6P受体与M6P分离，M6P受体返回高尔基体中。下列说法错误的是（　　）

A.溶酶体酶的合成起始于细胞质基质中的游离核糖体

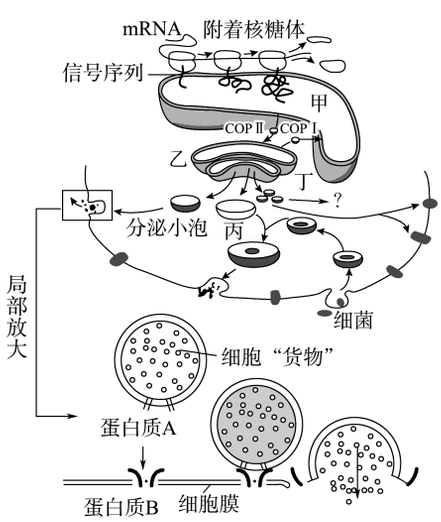
B.消化酶不与M6P受体结合而通过囊泡转运至细胞外

C.M6P受体失活可能会导致衰老和损伤的细胞器在细胞内积累

D.细胞质基质中和细胞膜上蛋白质的转运过程与溶酶体酶相同

D **解析**：溶酶体酶的合成起始于细胞质基质中的游离核糖体，而后在信号肽的引导下游离的核糖体附着到内质网上继续合成肽链，A正确；消化酶没有M6P标志，不能与M6P受体结合，因此它们通过囊泡转运至细胞外，B正确；M6P受体失活可能会导致溶酶体酶上的M6P无法与高尔基体反面膜上的M6P受体结合，进而无法以出芽的方式形成囊泡转运到溶酶体中，影响了溶酶体的产生，而溶酶体能分解细胞中衰老和损伤的细胞器，进而导致衰老和损伤的细胞器在细胞内积累，C正确；细胞质基质中和细胞膜上蛋白质的转运过程若与溶酶体酶的转运过程相同，则不会转运到细胞质基质中和细胞膜上，显然应该与溶酶体酶转运过程不同，D错误。

8. 下图为某细胞的生物膜系统的部分组成在结构与功能上的联系示意图，COPⅠ、COPⅡ是具膜小泡，可以介导蛋白质在甲与乙之间的运输。回答下列问题：



(1)图中各种生物膜的结构和化学成分相似，但各种膜的功能差别较大的原因是_____。

(2)科学家通过_____法研究分泌蛋白的合成和分泌过程，该过程除图中所示结构外还需要_____(填细胞器名称)的参与。

(3)COPⅡ具膜小泡负责从_____(填细胞器名称)向乙运输“货物”。若定位在甲中的某些蛋白质偶然掺入乙中，则图中的_____可以帮助实现这些蛋白质的回收。

(4)囊泡是一种细胞结构，但由于其结构不固定，因而不能称之为细胞器。图示细胞中，能产生囊泡的结构是_____。

(5)研究发现，核糖体形成的多肽，如果具有特定的信号序列，将引导多肽进入甲，而乙输出的蛋白质并不包含该信号序列，推测其原因是_____。

(6)若“囊泡丙”内的“货物”为_____，可推测“囊泡丙”结构是溶酶体，其分解后产物将排出细胞外或被细胞利用；“分泌小泡”内的“货物”为分泌蛋白，如_____(答出两类物质)等；除了上述这两类蛋白质外，“囊泡丁”运输的“货物”可能为_____。

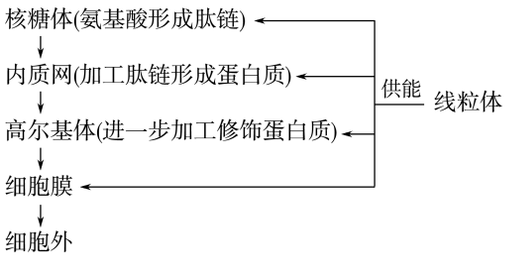
(7)图中“分泌小泡”与细胞膜融合，将蛋白质分泌到细胞外的现象体现了细胞膜具有_____功能。据局部放大图可以推测，囊泡能精确地将细胞“货物”运送并分泌到细胞外是因为_____。

解析：(1)题图中各种生物膜的结构和化学成分相似，但各种膜的功能差别较大的原因是膜上蛋白质的种类和数量不同。(2)科学家通过同位素标记法研究分泌蛋白的合成和分泌过程，该过程除题图中所示结构外还需要线粒体的参与。(3)COPⅡ具膜小泡负责从内质网(或粗面内质网)向高尔基体(乙)运输“货物”。(4)题图中，能产生囊泡的结构是内质网(甲)、高尔基体(乙)、细胞膜。(5)研究发现，核糖体形成的多肽，如果具有特定的信号序列，将引导多肽进入甲，而乙输出的蛋白质并不包含该信号序列，推测其原因是信号序列在内质网中被(酶)切除(水解)。(6)若“囊泡丙”内的“货物”为水解酶，可推测“囊泡丙”结构是溶酶体，其分解后产物将排出细胞外或被细胞利用；“分泌小泡”内的“货物”为分泌蛋白，如消化酶、抗体和蛋白质类激素等；除了上述这两类蛋白质外，“囊泡丁”运输的“货物”可能为膜蛋白。(7)题图中“分泌小泡”与细胞膜融合，将蛋白质分泌到细胞外的现象体现了细胞膜具有控制物质进出细胞的功能。据局部放大图可以推测，囊泡能精确地将细胞“货物”运送并分泌到细胞外是因为囊泡上的蛋白质A与细胞膜上的蛋白质B特异性结合。

答案：(1)膜上蛋白质的种类和数量不同　(2)同位素标记　线粒体　(3)内质网(或粗面内质网)　COPⅠ　(4)内质网(甲)、高尔基体(乙)、细胞膜　(5)信号序列在内质网中被(酶)切除(水解)　(6)水解酶　消化酶、抗体和蛋白质类激素(答出两类即可)　膜蛋白　(7)控制物质进出细胞　囊泡上的蛋白质A与细胞膜上的蛋白质B特异性结合

专项提升课　蛋白质的合成、加工与运输

一、分泌蛋白合成与分泌的过程



对点训练

1. 在分泌蛋白的合成过程中，游离核糖体合成的多肽链和核糖体一起转移到粗面内质网上，肽链进入内质网加工，再通过高尔基体进一步修饰加工，最终分泌到胞外。下列说法错误的是（　　）

A.该过程中内质网的膜面积会减少

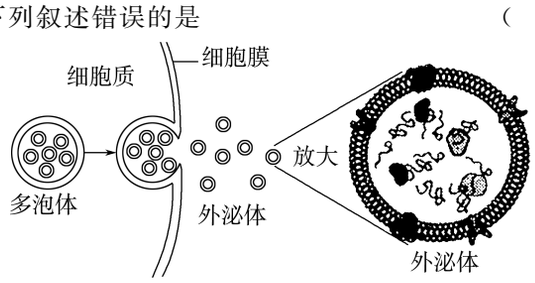
B.内质网和高尔基体都能形成囊泡

C.内质网在该过程中起交通枢纽的作用

D.该过程消耗的能量主要由线粒体提供

C　**解析**：在蛋白质分泌过程中，内质网不断出芽形成囊泡，使得内质网的膜面积减少，A正确；内质网和高尔基体都能形成囊泡，B正确；高尔基体在此过程中起重要的交通枢纽作用，C错误；在该过程中，主要由线粒体供能，D正确。

2. 外泌体是由细胞释放的膜泡结构，外泌体主要来源于细胞内的多泡体（多膜泡体），其释放过程如下图所示。外泌体分布广泛，在血液、脑脊液、乳汁等体液中都存在。释放到细胞外的外泌体可与靶细胞膜直接融合，将其所含的RNA和蛋白质等物质释放到靶细胞内，其中有些物质可以作为信号分子。下列叙述错误的是（　　）



A.外泌体结构类似核糖体，由RNA和蛋白质组成

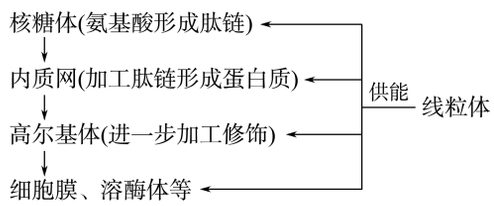
B.外泌体可参与细胞间的信息交流

C.抑制细胞内线粒体的功能，外泌体的释放会受影响

D.母体产生的抗体包裹在乳汁中的外泌体内，有利于婴儿的吸收

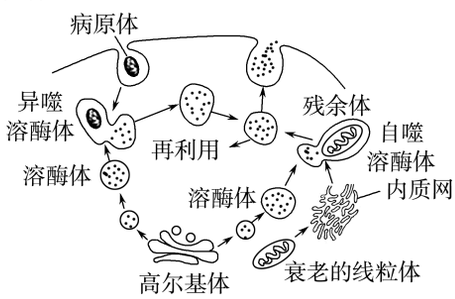
A　**解析**：外泌体是囊泡，具有囊泡膜，而核糖体无膜结构，它们的结构并不类似，A错误；外泌体携带的某些物质可作为信号分子，说明外泌体可参与细胞间的信息交流，B正确；抑制细胞内线粒体的功能，能量供应受影响，外泌体的释放会受影响，C正确；母体产生的抗体是生物大分子，包裹在乳汁中的外泌体内，依靠外泌体膜与婴儿肠道细胞膜的融合，将抗体送入肠道细胞中，有利于婴儿的吸收，D正确。

二、膜蛋白、溶酶体蛋白等的合成、加工与运输



对点训练

3. 溶酶体是细胞的消化车间，其内部pH约为5.5，人体细胞质基质的pH约为7.2，下图是溶酶体参与细胞吞噬作用和自噬作用的过程示意图。下列叙述正确的是（　　）



A.发生吞噬作用时，溶酶体合成的水解酶会释放出来

B.溶酶体酶泄漏到细胞质基质后其活性不变

C.细胞不能利用被溶酶体分解后产生的物质

D.自噬溶酶体的形成与内质网、高尔基体有关

D　**解析**：由题图可知，发生吞噬作用时，溶酶体内的水解酶不会释放到细胞质基质中，且水解酶不是由溶酶体合成的，A错误；溶酶体酶泄漏到细胞质基质后，因pH发生改变，其活性会降低，B错误；细胞能再利用被溶酶体分解后产生的物质，C错误；由题图可知，自噬溶酶体的形成与内质网、高尔基体有关，D正确。

4. 蛋白质在游离的核糖体上合成后，需要分选并转运到特定的功能位点，其途径大致分为两条。途径一：蛋白质在游离的核糖体上合成后直接转运到线粒体、叶绿体及细胞核中；途径二：先在游离的核糖体上合成一小段肽链，然后在信号肽的引导下边合成边转移到内质网腔内，再经一系列加工转运至溶酶体、细胞膜或分泌到细胞外。下列分析不合理的是（　　）

A.决定蛋白质分选途径的关键因素是信号肽

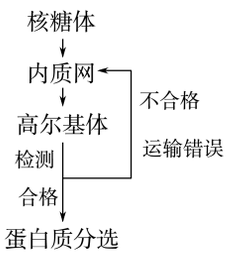
B.细胞核和细胞器中的蛋白质都来自途径一

C.抗体、胰岛素、胰蛋白酶、膜蛋白等蛋白质来自途径二

D.若敲除信号肽基因，则相应肽链会在细胞质基质中堆积

B **解析**：由题干中途径二的转运方式可知，决定蛋白质分选途径的关键因素是信号肽，A正确；溶酶体中的蛋白质来自途径二，B错误；据题意可知，抗体、胰岛素、胰蛋白酶、膜蛋白都需要内质网和高尔基体的加工，故它们都来自途径二，C正确；若敲除信号肽基因，途径二不能正常进行，相应肽链无法进入内质网，会在细胞质基质中堆积，D正确。

三、蛋白质合成检测与回收



对点训练

5.科学研究揭示了体内蛋白质分选转运装置的作用机制，即为了将细胞内的废物清除，细胞膜塑形蛋白会促进囊泡（“分子垃圾袋”）形成，将来自细胞区室表面旧的或受损的蛋白质带到内部的“回收利用工厂”，在那里将废物降解，使组件获得重新利用。下列有关叙述正确的是（　　）

A.细胞膜塑形蛋白在合成过程中，能量主要由叶绿体提供

B.“分子垃圾袋”主要由磷脂和蛋白质构成，属于生物膜系统

C.“回收利用工厂”可能是溶酶体，其具有双层膜结构

D.人体细胞内能形成囊泡的细胞器有内质网、高尔基体和中心体等

B **解析**：细胞膜塑形蛋白在合成时所需能量主要由线粒体提供，A错误；根据题干可知，“分子垃圾袋”（囊泡）主要由磷脂和蛋白质构成，属于生物膜系统，B正确；“回收利用工厂”可能是溶酶体，但是溶酶体只有单层膜，C错误；人体细胞中中心体是无膜细胞器，不能形成囊泡，D错误。

6.COP膜泡运输是内质网和高尔基体之间的物质转运机制之一。内质网驻留蛋白是指经核糖体合成、内质网折叠和组装后，留在内质网中的蛋白质。内质网驻留蛋白的羧基端有一段特殊的信号肽，若内质网驻留蛋白被意外包装进入COPⅡ转运膜泡，则其会从内质网逃逸到高尔基体，此时高尔基体顺面膜囊区的信号肽受体就会识别信号肽并与之结合，将整个蛋白质通过COPⅠ转运膜泡送回内质网。下列叙述错误的是（　　）

A.内质网外连细胞膜，内连核膜，具有承担细胞内物质运输的作用

B.光面内质网上没有核糖体附着，粗面内质网上有核糖体附着

C.COPⅠ转运膜泡与COPⅡ转运膜泡转运物质的方向不同

D.抗体、胰岛素和唾液淀粉酶在细胞内的运输过程需要COPⅠ转运膜泡的参与

D **解析**：内质网外连细胞膜，内连核膜，参与细胞内物质的运输，如分泌蛋白，A正确；内质网可分为光面内质网和粗面内质网，其中光面内质网上没有核糖体附着，粗面内质网上有核糖体附着，B正确；由题意可知，若内质网驻留蛋白被意外包装进入COPⅡ转运膜泡，会从内质网逃逸到高尔基体，而蛋白质又可以通过COPⅠ转运膜泡从高尔基体送回内质网，故COPⅠ转运膜泡与COPⅡ转运膜泡转运物质的方向不同，C正确；由题意可知，蛋白质通过COPⅠ转运膜泡送回内质网，抗体、胰岛素和唾液淀粉酶属于分泌蛋白，需要运输到细胞外，因此不需要COPⅠ转运膜泡的参与，D错误。

第 3 节　细胞核的结构和功能

学习任务目标

1.阐明遗传信息主要储存在细胞核中。
2.结合相关实验，理解细胞核是细胞的控制中心。
3.说出细胞核的结构和功能。
4.尝试制作真核细胞的三维结构模型。

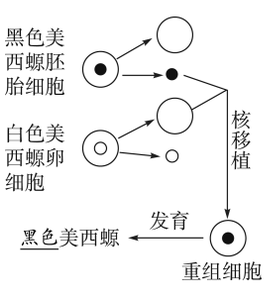
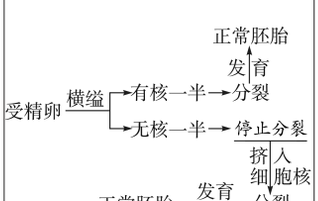
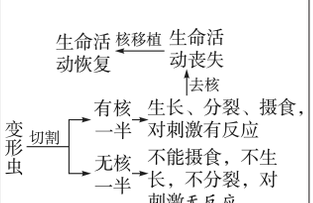
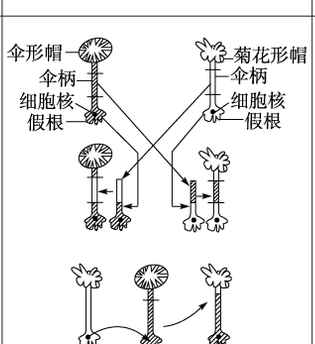
○ 问题式预习 ○

一、细胞核的功能

1.真核生物的细胞是否都具有细胞核？

答案：不是。高等植物成熟的筛管细胞和哺乳动物成熟的红细胞没有细胞核。

2.细胞核功能的实验探究

实验内容	实验方法及结果	得出结论
(1)两种美西螈的细胞核移植实验		美西螈皮肤颜色是由细胞核控制的
(2)蝾螈的受精卵横缢实验		蝾螈细胞的分裂与分化是由细胞核控制的
(3)变形虫切割实验		变形虫的分裂、生长和应激性是由细胞核控制的
(4)伞藻的嫁接与核移植实验		伞藻“帽”的形状是由细胞核控制的

3.细胞核的功能

细胞核是遗传信息库，是细胞代谢和遗传的控制中心。

◇思考

[教材 P58“生物科技进展”]世界上首例体细胞克隆猴“中中”和“华华”在我国培育成功。体细胞克隆技术(体细胞核移植)体现了细胞核的什么功能？

提示：细胞核是细胞代谢和遗传的控制中心。

二、细胞核的结构、建构模型

1.细胞核的结构及其各部分功能

细胞核模式图

(1)核膜

①化学组成：磷脂分子和蛋白质分子。

②结构：核膜是双层膜结构，外膜上附着许多核糖体，常与内质网膜相连，核膜不是完全连续的，其上有核孔。

③功能

a.起屏障作用，把核内物质(主要是 DNA)与细胞质分开。

b.控制细胞核与细胞质之间的物质交换和信息交流。小分子、离子等物质主要通过核膜进出，大分子物质主要通过核孔进出。

c.化学反应的场所之一，核膜上有酶附着，利于多种化学反应的进行。

(2)核仁

①结构：光学显微镜下为折光性较强的致密小体。

②功能：核仁与某种 RNA 的合成以及核糖体的形成有关。

(3)染色质与染色体的比较

①成分：主要是DNA 和蛋白质。

②特性：易被碱性染料染成深色。

③功能：遗传信息的主要载体。

④关系：同一物质在细胞不同时期的两种存在状态。两者的转化关系：

染色质 ⇌（高度螺旋化、缩短变粗（分裂时）；解螺旋、成为极细的丝状物（分裂即将结束时））染色体

2.尝试制作真核细胞的三维结构模型

（1）模型

①定义：模型是人们为了某种特定的目的而对认识对象所作的一种简化的概括性的描述。

②主要类型：物理模型、数学模型、概念模型等。

（2）制作真核细胞三维结构模型

①确定模型种类；

②确定材料用具；

③确定实施过程和具体分工；

④完成模型制作；

⑤模型检查、修补。

◇思考

[教材 P58“拓展应用”]染色体与染色质是同一物质在细胞不同时期的两种存在状态。这两种不同的状态对于细胞的生命活动有什么意义？

提示：染色体呈高度螺旋状态，这种状态有利于在细胞分裂过程中移动并分配到子细胞中去；而染色质处于细丝状，有利于 DNA 完成复制、转录等生命活动。

三、细胞是一个统一的整体

1.功能：细胞是生物体结构的基本单位，也是生物体代谢和遗传的基本单位。

2.细胞结构和功能间的关系

（1）细胞的结构复杂而精巧。

（2）细胞各组分之间分工合作成为一个统一的整体，使生命活动能够在变化的环境中自我调控、高度有序地进行。

○ 任务型课堂 ○

任务一 细胞核的功能

探究活动

（1）黑、白美西螈核移植实验中缺乏对照实验，应如何设置对照实验？

提示：可增加“将白色美西螈胚胎细胞的细胞核移植到黑色美西螈的去核卵细胞中”作为对照组，以增强结论的说服力。

（2）将草履虫的细胞核取出，在适宜条件下培养一段时间后，细胞核死亡，而去核草履虫仍能存活一段时间，试分析原因。

提示：细胞质可为细胞核提供营养和能量，离开细胞质，细胞核不能单独存活。细胞核控制细胞的代谢，没有细胞核，细胞质内已合成的蛋白质仍能在一段时间内发挥作用。

（3）伞藻是一种单细胞生物，由“帽”、柄和假根三部分构成，细胞核在基部。

①科学家用伞形帽和菊花形帽伞藻做了嫁接实验，通过该实验能否说明伞藻的形态结构特点取决于细胞核？为什么？

提示：不能，假根中既有细胞核又有细胞质，不能说明伞藻的形态结构特点取决于细胞核。

②伞藻嫁接和伞藻核移植实验中，哪个实验更有说服力？为什么？

提示：伞藻核移植实验更有说服力。伞藻核移植实验可排除假根中其他物质的影响，是对伞藻嫁接实验的补充，进一步验证了细胞核的功能。

【探究总结】

1.对照实验是指除要研究控制的因素外其他条件与被对照实验完全一致的实验。对照分为以下几种：

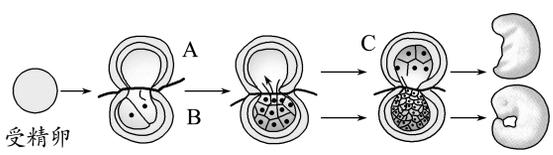
①空白对照：最常见对照实验，一组进行处理作为实验组，一组不做任何额外处理（或者加蒸馏水等）作为对照组。

②自身对照（前后对照）：是指对同一实验对象进行处理，处理前后的变化就形成对照，不另设对照组。

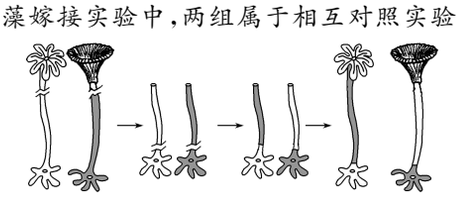
③相互对照：是指不另设对照组，而是几个实验组相互对比对照。

据此分析：

（1）在蝾螈受精卵横缢实验中，A 和 B 属于空白对照，其中对照组是 B；C 和 A 是自身对照。



（2）伞藻嫁接实验中，两组属于相互对照实验。



2.关于探究细胞核功能实验的 4 点提醒

（1）蝾螈受精卵横缢实验、变形虫切割实验和伞藻嫁接与核移植实验均设置了对照实验。

（2）伞藻核移植实验可排除假根中其他物质的影响，是对伞藻嫁接实验的补充，进一步验证细胞核的功能。

（3）蝾螈受精卵横缢实验和变形虫切割实验还能够说明细胞只有保持完整性，才能完成正常的生命活动。

（4）细胞核并不是细胞代谢的中心，而是细胞代谢的控制中心，因为细胞代谢的主要场所是细胞质基质。

评价活动

1.科学家用变形虫进行下列实验：步骤一，将完整的变形虫切成两半，一半有核，一半无核，分别进行培养；步骤二，将有核部分的细胞核取出，无核部分和

取出的细胞核单独培养；步骤三，将有同种活力的细胞核植入无核部分进行培养。下列对上述实验中一段时间内出现变化的分析错误的是　（　　）

选项	现象	分析
A	步骤一中无核部分不能继续生长最终死亡，有核部分继续生长和分裂	细胞核可控制细胞的生长和分裂
B	步骤二中无核部分能生活一段时间	细胞质中尚存在代谢活动所需要的物质
C	步骤二中单独培养的细胞核短时间存活	细胞核中不进行代谢活动
D	步骤三中无核部分植入细胞核后，能分裂产生与亲代相似的子代变形虫	细胞核可控制细胞的遗传

C　**解析**：步骤一中无核部分不能继续生长最终死亡，有核部分继续生长和分裂，说明细胞核与细胞的生长、分裂有关，A正确；由于细胞质中已合成的蛋白质仍能发挥作用，因此细胞去核后仍可以生活一段时间，B正确；单独培养的细胞核短时间存活，说明缺少细胞质的细胞核不能单独生存，不能说明细胞核中不进行代谢活动，C错误；无核的部分及时植入一个完整的细胞核，能分裂产生与亲代相似的子代变形虫，说明细胞核可控制细胞的遗传，D正确。

2. 伞藻是一种单细胞生物，由“帽”、柄和假根三部分构成，细胞核在基部。科学家用伞形帽和菊花形帽两种伞藻做嫁接和核移植实验，如图所示。下列叙述正确的是　（　　）

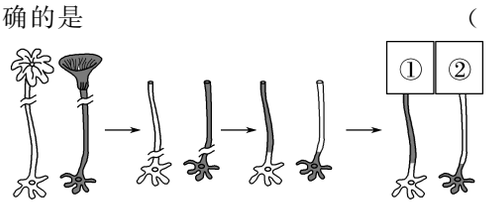


图1　伞藻嫁接实验

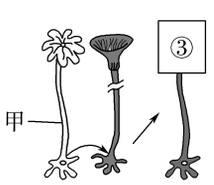


图2　伞藻核移植实验

A.图1中①②的帽形因伞柄嫁接实验而改变

B.图1实验说明伞藻的形态结构主要与细胞核有关

C.图1中①与图2中③的帽形相同，都是伞形帽

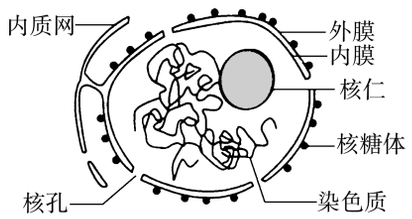
D.图2中移去细胞核的甲伞藻的生命活动将逐渐减缓直至停止

D　**解析**：题图1说明伞藻的帽形与嫁接什么样的伞柄无直接关系，而与假根有关，故题图1中①②的帽形不会因伞柄嫁接实验而改变，①还是菊花形帽，②还是伞形帽，A错误；题图1实验只能说明伞藻的形态结构与伞藻的假根有关，假根中还含有细胞质部分，题图1和题图2实验结合才能说明伞藻的形态结构的建成主要与细胞核有关，B错误；题图2中的③与题图1中①的帽形相同，都是菊花形帽，C错误；细胞核和细胞质是相互依存的关系，题图2中移去细胞核的甲伞藻的生命活动将逐渐减缓直至停止，D正确。

任务二　细胞核的结构

探究活动

下图为细胞核结构示意图，据图探究：



(1)细胞中有哪些细胞器具有与核膜相似的结构？

提示：线粒体、叶绿体。

(2)图中内质网既与核膜直接相连，又向外与细胞膜直接相连，推测内质网可能具有什么功能。

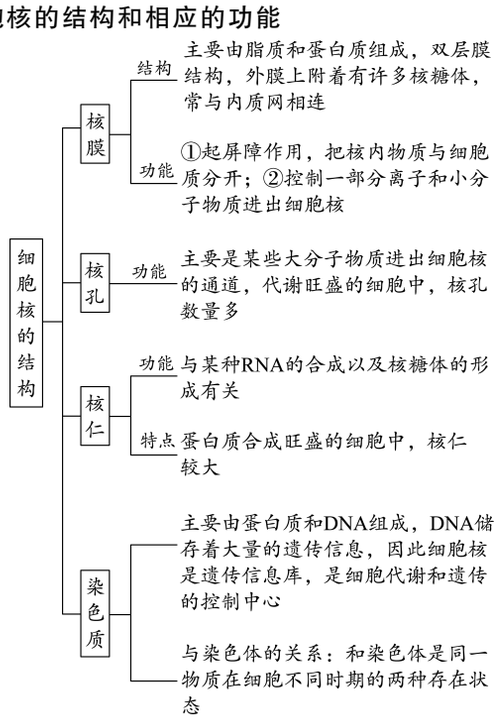
提示：细胞内物质运输的通道。

(3)在人和动物体中，代谢旺盛的细胞，往往核孔数量多，核仁较大，试从结构与功能相适应的角度分析原因。

提示：核孔是核质之间物质交换的通道，核仁与核糖体的形成有关，核糖体是蛋白质合成的场所，代谢旺盛的细胞，蛋白质的合成活跃，核质之间的物质交换频繁。所以代谢旺盛的细胞，往往核孔数量多，核仁较大。

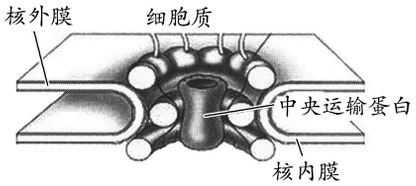
【探究总结】

1.细胞核的结构和相应的功能



2. 核孔结构复杂，至少由50种蛋白质构成，称为核孔复合体，大分子凭借自身的核定位信号与核孔复合

体蛋白质（主要是中央运输蛋白）上的受体结合而完成物质运输过程。



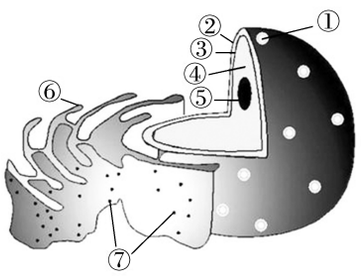
（1）核孔具有选择性，如：允许某些 RNA 和蛋白质通过，DNA 则不能通过。

（2）核孔不是物质进出细胞核的唯一通道。核孔是某些大分子物质出入细胞核的通道，小分子物质通过核膜出入细胞核。

（3）代谢越旺盛的细胞中，蛋白质合成量越多，核质之间的物质交换越频繁，往往核仁较大，核孔数量多。

评价活动

1. 下图表示真核细胞的细胞核结构及部分细胞器，下列说法正确的是（　　）



A.②③具有选择透过性，而①具有全透性

B.④中含有仅由 DNA 和蛋白质两种物质构成的染色质

C.⑤是产生蛋白质和核糖体的场所

D.生长激素是一种分泌蛋白，其形成离不开⑥和⑦

D　**解析**：①核孔对物质运输有选择性，如 RNA 可以通过，DNA 不能通过，A 错误；染色质主要由蛋白质和 DNA 组成，还含有少量的 RNA，B 错误；⑤核仁与某种 RNA 的合成以及核糖体的形成有关，但不能产生蛋白质，C 错误；生长激素属于分泌蛋白，分泌蛋白在⑦核糖体上合成，在⑥内质网和高尔基体中进行进一步的加工和修饰，D 正确。

2. 核孔是一组蛋白质以特定的方式排布形成的结构，也被称为核孔复合物（NPC），它是细胞核与细胞质之间进行物质交换的重要结构。下列有关叙述正确的是（　　）

A.人体成熟红细胞含有大量的血红蛋白，可推测其 NPC 的数量较多

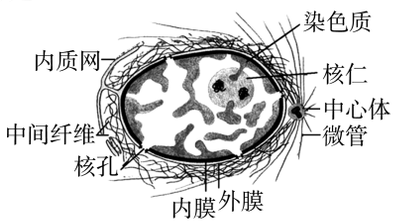
B.核孔复合物与核膜内外的信息交流无关

C.附着 NPC 的核膜为双层膜结构，可与内质网膜直接相连

D.蛋白质和 DNA 等大分子可以通过 NPC 进出细胞核

C　**解析**：人体成熟红细胞含有大量的血红蛋白，但其没有细胞核，也就没有 NPC，A 错误；核孔的功能是实现核质之间频繁的物质交换和信息交流，B 错误；核膜外连内质网，因此附着有 NPC 的核膜可与内质网膜直接相连，C 正确；蛋白质和 RNA 等大分子可以通过 NPC 进出细胞核，但 DNA 不能通过 NPC 出细胞核，D 错误。

3. 下图表示某生物细胞核的结构组成。下列有关叙述错误的是（　　）



A.染色质彻底水解得到的产物是氨基酸和脱氧核苷酸

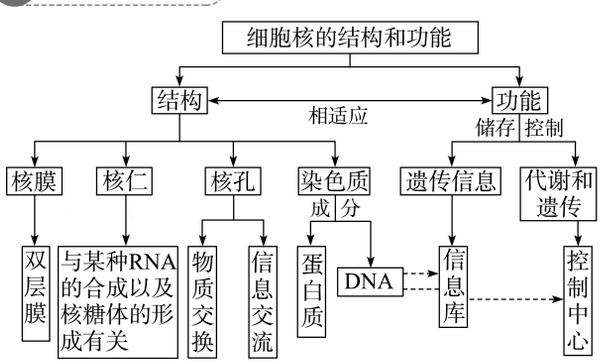
B.由图可知核膜具有 4 层磷脂分子

C.蛋白质合成旺盛的细胞中，常有较大的核仁，说明核仁可能与蛋白质的合成有关

D.核孔是生物大分子物质进出细胞核的通道，具有选择性

A　**解析**：染色质的主要成分是 DNA 和蛋白质，染色质彻底水解产物是氨基酸、磷酸、脱氧核糖和 4 种含氮碱基，A 错误；由题图可知，细胞核具有双层膜，所以有 4 层磷脂分子，B 正确；核仁可能与核糖体的形成有关，而核糖体与蛋白质合成有关，因此在蛋白质合成旺盛的细胞中，常有较大的核仁，C 正确；核孔是核质之间频繁进行物质交换和信息交流的通道，是生物大分子物质进出细胞核的通道，具有选择性，D 正确。

提质归纳



课后素养评价（十一）　细胞核的结构和功能

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

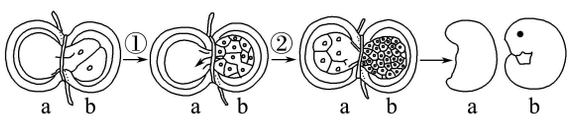
知识点1　细胞核的功能探索

1.科学家通过下列实验(如图)探究细胞核的功能：

①用头发将蝾螈的受精卵横缢为有核和无核的两半，中间只有很少的细胞质相连，结果无核的一半(a)停止分裂，有核的一半(b)能继续分裂；

②b部分分裂到16～32个细胞时，将1个细胞核挤到不能分裂的a部分，结果a部分开始分裂、分化，进而发育成胚胎。

下列叙述错误的是　(　　)



A.实验结果可以说明细胞核与细胞的分裂、分化有关

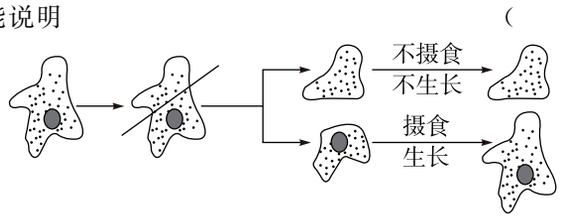
B.实验①中，b部分属于对照组，a部分属于实验组

C.实验②中，a部分的操作与实验①中的a部分形成对照

D.实验说明细胞的寿命与细胞核有关

D　**解析**：有核或植入核的部分能分裂、分化，无核的部分则停止分裂，说明细胞核与细胞的分裂、分化有关，A正确；实验①中，a部分无核，不分裂也不能长大，与b有核部分形成对照，因此b部分属于对照组，a部分属于实验组，B正确；实验②中，a部分植入核，与实验①中的无核形成对照，C正确；整个实验并没有涉及细胞的寿命，不能证明细胞核与细胞寿命的关系，D错误。

2.下图是科学家进行的变形虫切割实验。该实验最能说明　(　　)



A.细胞核控制细胞的分裂

B.细胞质控制细胞的遗传

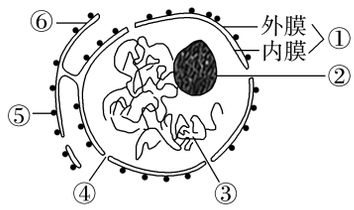
C.细胞核控制细胞的生命活动

D.细胞质控制细胞的分化

C　**解析**：由题图实验可知，变形虫被切割后，含有细胞核的部分能正常生长、摄食，不含有细胞核的部分不摄食，也不生长，这说明细胞核对于控制细胞生命活动具有重要作用，C正确。

知识点2　细胞核的结构

3.下图为典型的细胞核结构模式图，关于该图的描述正确的是　(　　)



A.不同细胞内，②的大小和数量相同

B.图中③为染色质(体)，能被酸性染料染为深色

C.细胞核功能的实现与细胞核中的染色质密切相关

D.④有利于DNA和RNA从细胞核进入细胞质，实现核质之间的物质交换

C　**解析**：由题图可知，②表示核仁，其与某种RNA的合成以及核糖体的形成有关，不同细胞内，②的数量相同，但大小可能不同，A错误；题图中③表示染色质，能被碱性染料染为深色，B错误；染色质主要由DNA和蛋白质组成，细胞核功能的实现与细胞核中的染色质密切相关，C正确；题图中④表示核孔，核孔是RNA和蛋白质等生物大分子进出细胞核的通道，有利于实现核质之间的物质交换，但是DNA不能出去，D错误。

4.下列关于染色质或染色体的叙述中，不正确的是　(　　)

A.染色质和染色体的形态结构和化学成分基本相同

B.染色质是细胞核内容易被碱性染料染成深色的物质

C.染色质或染色体的主要成分都是DNA和蛋白质

D.染色体是由染色质高度螺旋化、缩短变粗形成的

A　**解析**：染色质呈细长的丝状，其经过螺旋化成为染色体，所以二者形态结构不同，A错误；染色质是细胞核内容易被碱性染料染成深色的物质，B正确；染色质和染色体的主要成分相同，都是DNA和蛋白质，C正确；染色体是由染色质高度螺旋化、缩短变粗形成的，D正确。

B组　应用·实践

5.下列关于细胞核结构和功能的叙述，正确的是　(　　)

A.核仁与某种RNA的合成以及核糖体的形成有关

B.染色质和染色体是两种不同的物质

C.核孔是DNA、RNA、蛋白质等大分子物质进出细胞核的通道，具有选择性

D.核膜是单层膜，把核内物质与细胞质分隔开

A　**解析**：核仁与某种RNA的合成以及核糖体的形成有关，A正确；染色质和染色体是同一物质在细胞不同时期的两种存在状态，B错误；DNA不能通过核孔出细胞核，C错误；核膜是双层膜，D错误。

6.下列关于尝试制作真核细胞的三维结构模型的说法，正确的是（　　）

A.拍摄洋葱表皮细胞的显微照片就是建立了细胞的物理模型

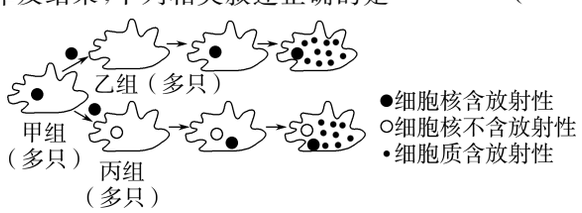
B.在设计并制作细胞模型时，首先要考虑是否美观

C.模型仅包括物理模型和生物模型

D.真核细胞的三维结构模型属于物理模型

D　**解析**：照片不属于物理模型，A 错误；在设计并制作细胞模型时，首先要考虑的是科学性，其次才是模型的美观与否，B 错误；模型的形式有很多，包括物理模型、数学模型和概念模型等，C 错误；真核细胞的三维结构模型属于物理模型，D 正确。

7.图示为科学家利用变形虫进行相关实验的实验操作及结果，下列相关叙述正确的是（　　）



A.乙组变形虫去除细胞核后可以长期存活

B.乙组实验说明细胞核中被标记的物质不可以进入细胞质

C.丙组实验说明细胞质中被标记的物质可以进入细胞核

D.放射性物质的分布情况可能与核孔直接相关

D　**解析**：细胞核与细胞质相互依存、不可分割，细胞核控制着细胞的代谢和遗传，因此，乙组变形虫去除细胞核后存活时间很短，A 错误；据图可知，将含放射性的细胞核移植到乙组变形虫的细胞内，最终乙组变形虫细胞核、细胞质均有放射性，说明，细胞核中被标记的物质可以进入细胞质，B 错误；最终丙组变形虫原有细胞核没有放射性，说明细胞质中被标记的物质不可进入未被标记的细胞核，C 错误；核孔可以控制物质的进出，放射性物质的分布情况可能与核孔直接相关，D 正确。

8.Seh1 蛋白是核孔的重要组成成分，能够控制核质之间的物质交换和信息交流。研究发现，随着小鼠年龄的增长，小鼠神经细胞 Seh1 蛋白的表达量明显减少。下列相关叙述正确的是（　　）

A.Seh1 蛋白是在核仁中由氨基酸脱水缩合形成的

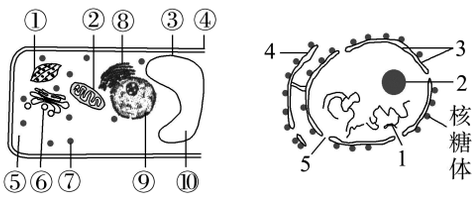
B.细胞核中 DNA 通过 Seh1 蛋白进入细胞质中

C.细胞核不仅是遗传信息库，也是细胞代谢的中心

D.随着小鼠年龄的增长，神经细胞核质之间的信息交流减慢

D　**解析**：蛋白质的合成场所在核糖体，Seh1 蛋白在核糖体上合成，A 错误；细胞核中 DNA 不能进入细胞质中，B 错误；细胞代谢的中心是细胞质基质，C 错误；随着小鼠年龄增大，Seh1 蛋白的含量减少，核质之间的信息交流减慢，D 正确。

9.图甲为伞藻细胞模式图的一部分，图乙为伞藻细胞核模式图。请依据所提供的材料，回答下列问题：



甲　　乙

（1）图甲中所示结构④的主要成分是_____，核糖体除了位于⑦所在的位置之外，还可位于_____（填序号）上。遗传物质 DNA 除存在于细胞核外，还存在于图甲的_____（填序号）结构中。

（2）图乙所示细胞核中合成的 RNA 经过_____（填数字）进入细胞质并与核糖体结合。3 所示结构的基本支架是_____。

（3）细胞核只存在于伞藻的“假根”中，细胞质主要存在于伞藻的“帽”中，当伞藻的“帽”长到一定大小时，就不再继续长大，而是开始发生细胞分裂。于是有人提出了如下假说，细胞分裂与细胞核、细胞质体积的比例有关，当细胞核的体积与细胞质的体积比值太小时，细胞就会发生分裂；反之，就不会发生分裂。若要设计一个实验证明上述假说，请简要写出实验思路：_____

_____

_____。

解析：（1）题图甲中④为植物细胞壁，其主要成分是纤维素和果胶。核糖体分为游离核糖体和附着核糖体，游离核糖体可存在于⑤（细胞质基质）中，附着核糖体可以附在⑧（内质网）和⑨（细胞核）外膜上，所以核糖体除了位于⑦所在的位置之外，还可位于⑧⑨上。除细胞核外，①（叶绿体）和②（线粒体）为半自主性细胞器，自身含有 DNA。（2）RNA 经过 5（核孔）离开细胞核，进入细胞质，3 为核膜，其基本支架是磷脂双分子层。（3）实验中自变量为核质比，故可通过嫁接不同大小的“帽”以改变核质比，并观察细胞的分裂情况，进而据实验结果作出判断。在“帽”尚未长成、核不分裂时，将幼小“帽”切去，嫁接上一个长成的“帽”，若这个本不该分裂的核开始分裂了（观察该嫁接伞藻细胞核的分裂情况），则证明假说正确。

答案：（1）纤维素和果胶　⑧⑨　①②　（2）5　磷脂双分子层　（3）嫁接不同大小的“帽”以改变细胞核与细胞质体积之比，并观察细胞的分裂情况

★★★

迁·移·应·用

学习目标

结合材料，运用结构与功能观，分析各种细胞器的结构与功能的关系，归纳概括各种细胞器的结构与功能。

活动　深度理解各种细胞器的功能及细胞器之间的协调配合

任务探究

蛋白质依靠分选机制，从其合成部位转运至发挥功能部位。细胞内合成的蛋白质、脂类等物质能够定向转运到特定的细胞器取决于两个方面：一是蛋白质中包含特殊的信号肽序列，二是细胞器上具有特定的信号识别装置（分选受体）。

信号肽假说（共翻译转运途径，如图1所示）认为：蛋白质在游离核糖体上开始合成之后，由信号肽及与之结合的SRP引导转移至粗面内质网，然后新生肽边合成边转入粗面内质网腔或定位在内质网膜上，经囊泡运至高尔基体加工、包装再分选至溶酶体、细胞膜或分泌到细胞外，内质网与高尔基体本身的蛋白质分选也是通过这一途径完成的。图2表示蛋白质合成与分泌的基本途径与类型。

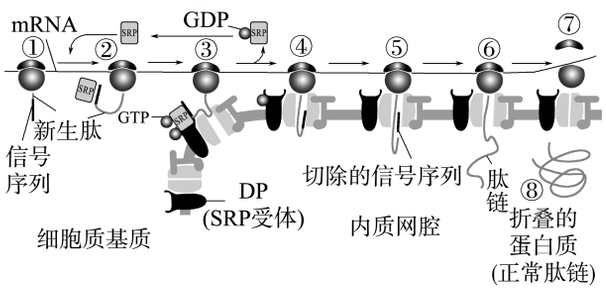


图1

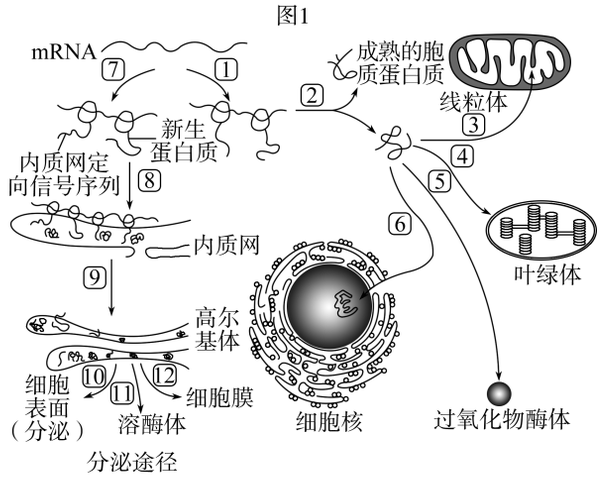


图2

探究思考

（1）图1中①和⑦都表示蛋白质的合成过程，其合成场所分别是什么？从图2中看，胰岛素的分泌应该属于哪条途径？请用图中的标号表示。

提示：游离的核糖体、附着在内质网上的核糖体。胰岛素的分泌属于图2中的⑩。

（2）线粒体和叶绿体属于半自主性细胞器，据图2分析它们的蛋白质都是自身合成的吗？请从图中找出依据。

提示：不都是。如题图2所示，线粒体、叶绿体中的蛋白质也有由细胞核基因控制合成的。

（3）据图1分析，决定两种不同的蛋白质分选途径的因素是什么？

提示：新生蛋白质是否具有内质网定向信号序列。

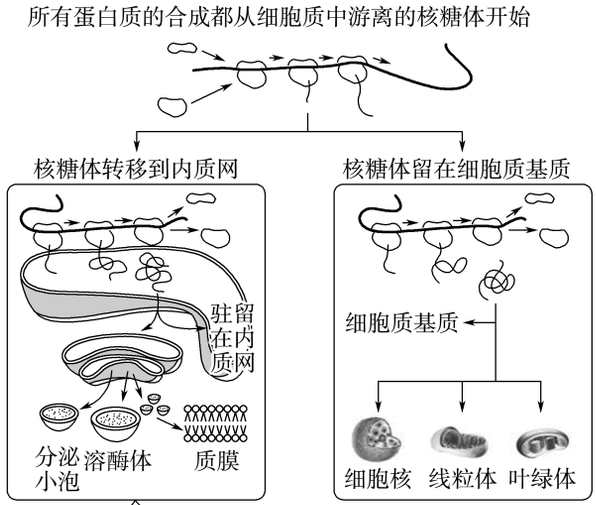
（4）分析图2，简要描述溶酶体的形成过程。

提示：首先在游离的核糖体上合成信号序列，在信号序列的引导下，核糖体结合到内质网上继续肽链的合成，合成的肽链经内质网和高尔基体加工、修饰，最后由高尔基体出芽形成的囊泡包裹形成溶酶体。

学习总结

细胞中蛋白质的合成及去向

所有蛋白质的合成都从细胞质中游离的核糖体开始

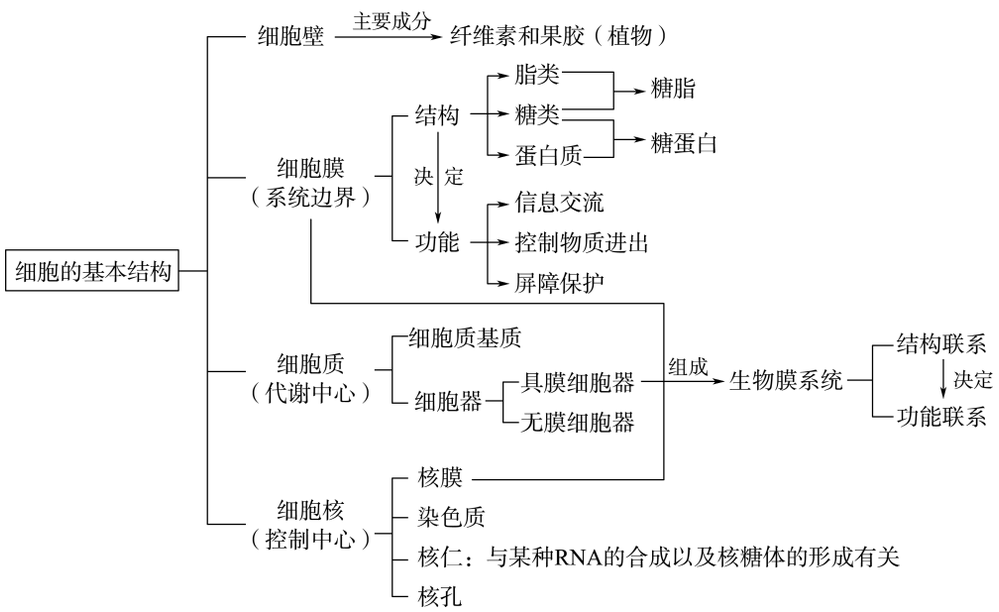


图中左侧可见，分泌蛋白的合成和运输过程离不开由膜构成的囊泡的穿梭往来，而高尔基体在其中起着交通枢纽的作用。各种膜的融合体现了膜的流动性。细胞器的这种协调配合也体现了细胞在结构和功能上的连续性。

★★★

重·构·拓·展

多维体系构建



学科视野拓展

核膜与核孔的结构和功能

核膜是细胞核的界膜，它由内外两层平行的单位膜组成，每层膜的厚度为 70～80 nm，在内外膜之间有宽 20～40 nm 的间隙，称为核周隙或膜间腔。在双层核膜中，面向胞质的一层膜为外膜，其表面附有大量的核糖体颗粒，有些部位与内质网相连，核周隙与内质网腔相通，可将核外膜看作内质网膜的一个特化区域。内膜面向核质，其表面光滑没有核糖体颗粒。

核的内外膜在一些位点上融合形成环状开口，称为核孔。核孔是核质与细胞质进行物质交流的通道，可以选择性地转运核内外的物质。核孔的直径为 80～120 nm，每个核孔都是一个复杂而精细的结构体系，即核孔复合体。大量的研究结果表明，真核细胞的核膜上普遍具有核孔复合体，但根据细胞类型的不同和细胞生长阶段的不同，其核孔数目有较大的差异。核孔是由许多蛋白质构成的复杂结构，目前认为核孔复合体由 100 多种蛋白质组成。

核膜的出现为真核细胞的染色质提供了一个稳定的环境。在原核细胞中，RNA 的合成与蛋白质的合成是同时进行的，这样 RNA 在翻译出蛋白质之前就很少有改变其转录与翻译方式的机会；而在真核细胞中，转录与翻译在不同区域进行，RNA 前体要进行剪接，在剪接过程中某些序列被切除，只有剪接好的 mRNA 才会运到细胞质中，指导蛋白质的合成。RNA 剪接是真核细胞基因组信息传递中的重要一步，它能使同一基因由于剪接方式的不同而最终产生不同的蛋白质。

◇**思考**

尝试利用橡皮泥、泡沫塑料、纸片、木块、布、线绳、细铁丝、大头针等材料制作真核细胞的三维结构模型，借助对模型的认知，进一步完善单元体系。

单元测试卷(二)

(考查范围:第3章　时间:75分钟　分值:100分)

一、选择题:本题共15小题,每小题3分,共45分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

1.细胞膜外表面的糖类分子与脂质结合形成糖脂,或与蛋白质分子结合形成糖蛋白,这些糖类分子(也叫糖被)在细胞生命活动中具有重要的功能。下列说法错误的是(　　)

A.脂质中的磷脂分子水解的终产物为甘油和脂肪酸

B.糖类、蛋白质和脂质都含有C、H、O元素

C.能溶解脂质的溶剂和蛋白酶都会破坏细胞膜

D.细胞膜上有信息接收功能的物质很可能是糖蛋白

A　**解析**:磷脂的水解终产物是甘油、脂肪酸和磷酸及其他衍生物,A错误;糖类一般都是由C、H、O组成,蛋白质主要由C、H、O、N组成,脂质主要由C、H、O组成,有的还含有N、P,B正确;细胞膜的成分主要是脂质和蛋白质,所以能溶解脂质的溶剂和蛋白酶都会破坏细胞膜,C正确;细胞膜具有进行细胞间信息交流的功能,细胞膜上有信息接受功能的物质很可能是糖蛋白,D正确。

2.下图表示细胞膜的功能模式图。据图分析,下列说法不正确的是(　　)

①边界与通透性障碍　②运输作用　③信号检测　④细胞间通信

A.功能①在生命起源过程中具有重要作用

B.功能②表示进入细胞的物质对细胞都有利

C.胰岛素调控生命活动可用图中③表示

D.相邻的高等植物细胞可通过功能④进行信息交流

B　**解析**:功能①表示细胞膜将生命物质与外界环境分隔开,产生了原始的细胞,并成为相对独立的系统,在生命起源过程中具有重要作用,A正确;功能②表示控制物质进出细胞,一般是吸收有利物质,但一些有害物质也能进入细胞,说明细胞膜的控制作用是相对的,B错误;功能③表示进行细胞间的信息交流,激素通过与靶细胞的细胞膜上相应物质的识别来调控生命活动,C正确;功能④也表示细胞间的信息交流,相邻的高等植物细胞之间可通过胞间连丝来实现此功能,D正确。

3.细胞膜的流动性对膜的功能是非常重要的。在适宜的温度条件下,膜具有较强的流动性;环境温度降低时,膜的流动性降低;环境温度较高时,细胞膜将变成无序流动状态。胆固醇分子与磷脂分子相结合,既能限制磷脂分子的热运动,又能将磷脂分子相隔开,使其更易流动。下列叙述错误的是(　　)

A.磷脂、胆固醇和蛋白质是构成动物细胞膜的重要成分

B.膜的流动性对细胞完成物质运输、生长、分裂、运动等非常重要

C.胆固醇可以调节动物生物膜的流动性,使膜能够适应更大的温度范围

D.高温会导致膜中蛋白质水解为氨基酸,从而使生物膜变成无序状态

D　**解析**:动物细胞膜中主要含有磷脂和蛋白质,同时含有胆固醇,A正确;细胞膜的流动性有利于细胞完成物质运输、生长、分裂、运动等生命活动,B正确;根据题干信息,“胆固醇分子与磷脂分子相结合,既能限制磷脂分子的热运动,又能将磷脂分子相隔开,使其更易流动”可知,胆固醇可以调节动物生物膜的流动性,使生物膜适应温度的范围变大,C正确;高温会导致膜中蛋白质空间结构改变,但不会将蛋白质水解为氨基酸,D错误。

4.红心火龙果不仅甜度高,而且含有具解毒作用的粘胶状植物性蛋白,对人体有保健功效。下列有关叙述错误的是(　　)

A.粘胶状植物性蛋白在核糖体中合成

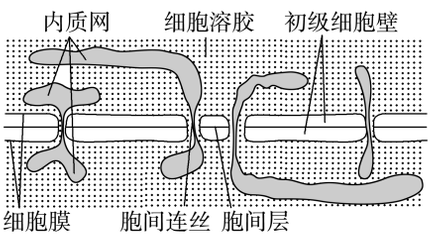
B.切开时流出的红色果浆与液泡中的色素有关

C.红心火龙果甜度高与果肉细胞内中心体合成的糖类有关

D.丰富的膳食纤维主要来自细胞壁,其形成与高尔基体有关

C　**解析**：蛋白质在核糖体中合成，A 正确；红色果浆的颜色来自液泡中的色素，B 正确；红心火龙果是高等植物，细胞内无中心体，C 错误；细胞壁的形成与高尔基体有关，D 正确。

5. 细胞连接是指在细胞膜的特化区域，通过膜蛋白、细胞骨架等形成的细胞之间的连接结构。常见的细胞连接包括高等植物细胞中的胞间连丝等，其结构如下图所示。下列关于细胞连接的说法，正确的是（　　）



A. 内质网参与形成的胞间连丝具有信息交流和物质交换的功能

B. 细胞溶胶即细胞质基质，含有呼吸作用、光合作用等细胞代谢所需的多种酶

C. 构成细胞骨架的蛋白质由核糖体合成，经过内质网和高尔基体加工后分泌至细胞外

D. 某些细胞连接处相关蛋白被固定无法运动，则此处的细胞膜丧失流动性

A　**解析**：分析题图可知，内质网与胞间连丝的形成有关，高等植物细胞之间形成的胞间连丝具有信息交流和物质交换功能，A 正确；高等植物叶肉细胞，光合作用的场所是叶绿体，故光合作用的酶处于叶绿体中，不在细胞质基质中，B 错误；分泌蛋白由核糖体合成，经过内质网和高尔基体加工后分泌至细胞外，构成细胞骨架的蛋白质不需要分泌到胞外，C 错误；某些细胞连接处相关蛋白被固定无法运动，但此处的磷脂分子仍然可以运动，使细胞膜具有流动性，D 错误。

6. 位于内质网膜上的易位子是信号序列的受体蛋白，其中心有一个椭圆状转运通道，能识别信号序列，并引导新生肽链进入内质网腔。若多肽链在内质网中未正确折叠，则会通过易位子运回细胞质基质。下列叙述正确的是（　　）

A. 新生肽链的信号序列是由粗面内质网上的核糖体合成的

B. 多肽链经易位子识别后以协助扩散的方式进入内质网腔

C. 在内质网腔中正确折叠的多肽链通过易位子运往高尔基体

D. 若内质网膜上的易位子结构异常，会影响分泌蛋白的加工

D　**解析**：新生肽链的信号序列是在游离核糖体上合成的，由内质网上的易位子识别并引导新生肽链进入内质网腔，A 错误；易位子能与信号肽结合并引导新合成多肽链进入内质网，但多肽链是大分子，不能以协助扩散的方式进入内质网腔，B 错误；若多肽链在内质网中未正确折叠，则会通过易位子运回细胞质基质，C 错误；易位子蛋白是受体蛋白，若易位子蛋白功能异常，可能会导致新生肽链上信号序列不能被识别，新生肽链不能进入内质网加工，进而影响分泌蛋白的加工和运输，D 正确。

7. 某同学用黑藻、菠菜、番薯等植物叶片为实验材料，借助高倍显微镜观察叶绿体和细胞质的流动情况，从而得出绿色植物的部分活细胞中有叶绿体且细胞质能流动这一结论。以下是关于该实验的说法，正确的是（　　）

A. 在高倍镜下可以观察到叶绿体由两层膜包被

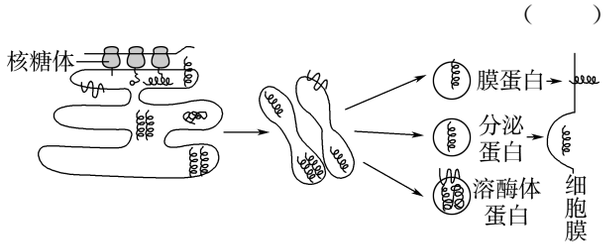
B. 观察细胞质流动时，应以液泡的运动作为标志

C. 同一组织中，细胞质流动的方向可能是不一致的

D. 若用黑藻作为实验材料，用撕取稍带叶肉的下表皮观察效果更好

C　**解析**：在高倍镜下可以观察到叶绿体的形态和颜色，但不能看到其由两层膜包被，叶绿体的双层膜需要借助电子显微镜观察，A 错误；叶绿体存在于细胞质中，呈现绿色，可用叶绿体的运动作为细胞质流动的标志，B 错误；细胞质流动为细胞内物质运输创造了条件，更好的促进细胞内物质交换的发生，同一组织中，细胞质流动的方向可能是不一致的，C 正确；黑藻叶片由单层细胞构成，可直接放在显微镜下观察，D 错误。

8. 下图为细胞内某些蛋白质从起始合成部位转运到发挥功能部位的过程。下列叙述错误的是（　　）



A. 组成胰岛素的肽链在核糖体上完全合成后，再进入内质网腔进行加工

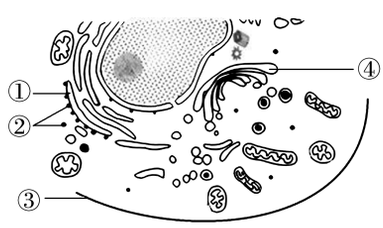
B.未成熟蛋白质可通过囊泡运输到高尔基体加工，高尔基体在细胞中起重要的交通枢纽作用

C.高尔基体对其加工的蛋白质先进行分类再转运至细胞的不同部位

D.内质网膜能够转化成高尔基体膜，说明生物膜在结构上具有流动性

A　**解析**：由题图分析可知，组成胰岛素的肽链在核糖体上还未完全合成，就已经进入内质网腔内进行加工，A 错误；题图中未成熟蛋白质通过囊泡运输到高尔基体加工，高尔基体再形成囊泡将蛋白质分泌出去，故高尔基体在细胞中起重要的交通枢纽作用，B 正确；由题图分析可知，高尔基体对其加工的蛋白质先进行分类，如分为膜蛋白、分泌蛋白和溶酶体蛋白等，再转运至细胞的不同部位，C 正确；内质网膜形成的囊泡膜可转化成高尔基体膜，说明生物膜在结构上具有流动性，D 正确。

9. 下图为胰腺腺泡细胞部分结构示意图，下列叙述错误的是　（　　）



A.①将核膜与③联系起来，三者构成生物膜系统

B.胰蛋白酶在②上以氨基酸为原料合成

C.胰蛋白酶的合成与分泌过程中④的膜面积基本不变

D.使用^{3}H 标记氨基酸可探究胰蛋白酶分泌的过程

A　**解析**：①是内质网，内连核膜，外连细胞膜，但是生物膜系统还包括其他的细胞器膜，A 错误；②是核糖体，胰蛋白酶属于蛋白质，其合成是在②上以氨基酸为原料开始的，B 正确；胰蛋白酶的合成与分泌过程中④高尔基体的膜面积基本不变，C 正确；使用^{3}H（具有放射性）标记的氨基酸可探究胰蛋白酶形成的过程，D 正确。

10. 实验发现，若在伞藻长出帽状体前将位于假根的细胞核取出，则其不再形成帽状体。若晚些时候去除细胞核，则只有一小部分藻体长出完整但非常小的帽状体，而大部分藻体不长伞帽或伞帽不完整，且去核的时间越晚，帽状体形成的概率越大，伞帽越完整。下列哪项不是该实验的推论？　（　　）

A.假根中的细胞核是控制伞藻帽状体形成的根本原因

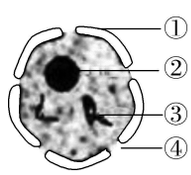
B.晚些时候去除细胞核再移入另一种帽形伞藻的细胞核，藻体将长出后者的帽状体

C.细胞核在特定时期合成某些物质并运往细胞质发挥作用

D.去核时间越晚，伞柄中含有的与帽状体合成相关的物质越多

B　**解析**：细胞核控制伞帽的形成，A 正确；晚些时候去除细胞核再移入另一种帽形伞藻的细胞核，藻体中存在前者细胞核指导合成的物质，可能长出前者的帽状体，B 错误；根据题干信息，帽状体属于伞藻的细胞质，细胞核控制帽状体的形状，说明细胞核在特定时期合成某些物质并运往细胞质发挥作用，C 正确；去核时间越晚，伞柄中含有的与帽状体合成相关的物质越多，帽状体形成的概率就越大，长得也越完全，D 正确。

11. 下图为细胞核的结构示意图，下列相关叙述正确的是　（　　）



A.①为核膜，属于全透性膜

B.②为细胞核，是遗传信息库，也是遗传和代谢的控制中心

C.③为细胞器，其中含少量的 DNA

D.④为核孔，可实现核质之间频繁的物质交换和信息交流

D　**解析**：①为核膜，具有选择性，不属于全透性膜，A 错误；②为核仁，与某种 RNA 的合成以及核糖体的形成有关，B 错误；③为染色质，主要由 DNA 和蛋白质组成，C 错误；④为核孔，可以实现核质之间频繁的物质交换和信息交流，D 正确。

12. 核孔复合体（NPC）是镶嵌在内、外核膜上的篮状复合体结构，是物质跨核膜运输的双向通道。施一公团队经过数年的努力解析了来自非洲爪蟾 NPC 的近原子分辨率结构，再一次震撼了结构生物学领域。下列说法错误的是　（　　）

A.NPC 的数量变化可调节放线菌核质间物质交换的频率

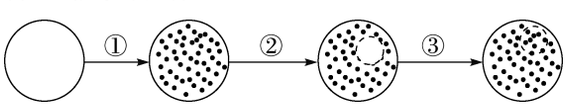
B.NPC 控制物质双向进出细胞核具有选择透过性

C.构建 NPC 近原子分辨率结构模型属于物理模型

D.获得 NPC 的结构需要解析肽链的盘曲、折叠情况

A　**解析**：放线菌属于原核生物，没有细胞核，A 错误；核孔复合体（NPC）是镶嵌在内、外核膜上的篮状复合体结构，是物质跨核膜运输的双向通道，但某些物质如 DNA 分子不能通过，说明 NPC 控制物质双向进出细胞核具有选择透过性，B 正确；构建 NPC 的结构模型是以实物或图画形式直观地表达认识对象的特征，属于物理模型，C 正确；NPC 是由多种蛋白质组成的大型复合物，要获得 NPC 的结构需要解析肽链的盘曲、折叠情况，D 正确。

13. 对某动物细胞进行荧光标记实验，如图所示，其基本过程是①用某种荧光染料标记该动物细胞，细胞表面出现荧光斑点；②用激光束照射该细胞表现出荧光的某一区域，该区域荧光淬灭（即消失且不能恢复）；③停止照射激光束一段时间后，该区域的荧光逐渐恢复，即又出现了荧光斑点。上述实验不能说明的是（　　）



A.细胞膜与细胞间的信息交流有关

B.荧光染料能与细胞膜的组成成分结合

C.根据荧光恢复的速率无法推算出物质跨膜运输的速率

D.根据荧光恢复的速率可推算出细胞膜中蛋白质或脂质的运动速率

A　**解析**：该实验不能说明细胞膜与细胞间的信息交流有关，A 错误；用某种荧光染料标记该动物细胞，细胞表面出现荧光斑点，说明荧光染料能与细胞膜上的某种组成成分结合，B 正确；该实验过程中并没有发生物质的跨膜运输，所以从荧光恢复的速率无法推算出物质跨膜运输的速率，C 正确；可以根据从荧光消失到恢复的时间计算出荧光恢复的速率，同时也可以根据荧光恢复的速率推算出细胞膜中蛋白质或脂质的运动速率，D 正确。

14. 信号学说认为，分泌蛋白的合成是从游离核糖体开始，先合成一段叫作信号肽的氨基酸序列，被位于细胞质基质中的信号识别颗粒（SRP，一种蛋白质）识别后，肽链延伸终止，SRP 与内质网膜上的 SRP 受体（DP）结合引导核糖体附着到内质网上，SRP 脱离信号肽后肽链继续合成并进入内质网修饰加工。不能合成信号肽的游离核糖体，仍散布于细胞质中，合成细胞内的蛋白质。下列相关推论错误的是（　　）

A.附着核糖体的形成与肽链中是否含有信号肽有关

B.信号肽需借助 DP 和 SRP 的识别结合才能转移至内质网膜中

C.核糖体合成 SRP 的过程不需要先合成一段信号肽

D.信号肽合成缺陷的细胞中，分泌蛋白会聚集在内质网中

D　**解析**：由题意可知，能合成信号肽的核糖体将成为附着型核糖体，与内质网结合，故附着核糖体的形成与信号肽的合成有关，A 正确；信号肽需借助 DP 和 SRP 的识别结合，引导核糖体附着于内质网上，才能转移至内质网膜中，B 正确；由题意可知，核糖体合成 SRP 的过程不需要先合成一段信号肽，因为 SRP 是位于细胞质基质中能与信号肽结合的信号识别颗粒，C 正确；由题意可知，信号肽需借助 DP 和 SRP 的识别结合，引导核糖体附着于内质网上，才能转移至内质网膜上，肽链才能进入内质网，因此信号肽合成缺陷的细胞中，肽链不能进入内质网，不会形成分泌蛋白，即分泌蛋白不会在内质网腔中聚集，D 错误。

15. 为研究分泌蛋白合成与运输的过程，科学家将豚鼠的胰腺腺泡细胞放入含有 ^{3}H 标记的亮氨酸培养液中培养，3 min 后，带有放射性标记的物质出现在附着有核糖体的内质网中；17 min 后，出现在高尔基体中；117 min 后，出现在靠近细胞膜内侧的运输蛋白质的囊泡中，以及释放到细胞外的分泌物中。下列叙述错误的是（　　）

A.^{3}H 标记的亮氨酸是合成蛋白质的原料

B.靠近细胞膜内侧的囊泡直接来自内质网

C.放射性可能出现在内质网和高尔基体之间的位置

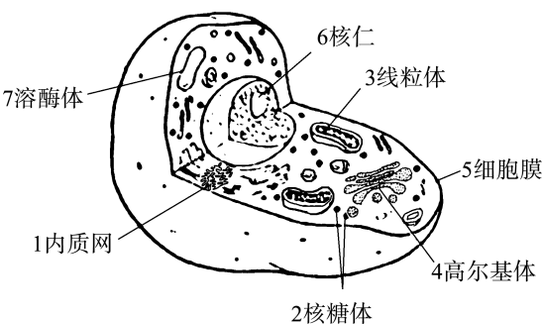
D.在该过程中，高尔基体的膜面积会先增大后减小

B　**解析**：氨基酸是蛋白质的基本组成单位，^{3}H 标记的亮氨酸是合成蛋白质的原料，A 正确；靠近细胞膜内侧的囊泡来自高尔基体，B 错误；分泌蛋白

合成与分泌过程：核糖体合成蛋白质→内质网进行粗加工→内质网出芽形成囊泡→高尔基体进行再加工形成成熟的蛋白质→高尔基体出芽形成囊泡→细胞膜，故放射性可能出现在内质网和高尔基体之间的位置，C 正确；在该过程中，高尔基体的膜面积会先增大（先得到来自内质网的囊泡）后减小（后自身形成囊泡与细胞膜融合），D 正确。

二、非选择题：本题共 5 小题，共 55 分。

16.（9 分）近期发现，新型冠状病毒可通过其表面的棘突蛋白识别并入侵人体肺部细胞，下图为人体肺部细胞示意图，请回答下列问题：



（1）新型冠状病毒与肺部细胞相比，在结构上具有的显著特点是_____。

（2）组成棘突蛋白的基本单位是_____，合成该蛋白的场所为肺部细胞的_____（填序号），此过程的完成需要“动力车间”_____（填序号）提供能量。

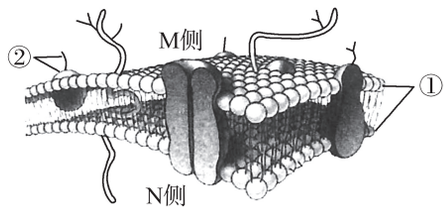
（3）感染新型冠状病毒后未出现明显症状，可能与_____（填序号）的消化作用有关。

（4）图中所示结构 1～7 中不属于生物膜系统的是_____（填序号）。

解析：（1）与肺部细胞相比，新型冠状病毒的显著特点是无细胞结构。（2）氨基酸是组成棘突蛋白的基本单位，合成该蛋白的场所为肺部细胞的 2（核糖体），线粒体是有氧呼吸的主要场所，是细胞的“动力车间”，此过程的完成需要 3（线粒体）提供能量。（3）溶酶体内含多种水解酶，是细胞的“消化车间”，感染新型冠状病毒后未出现明显症状，可能与 7（溶酶体）有关。（4）生物膜系统由细胞膜、细胞器膜和核膜组成，题图中 2（核糖体）、6（核仁）无膜结构，不属于生物膜系统。

答案：（1）无细胞结构　（2）氨基酸　2　3　（3）7　（4）2、6

17.（9 分）请据图回答有关细胞膜的相关问题：



（1）动物细胞膜上含有的脂质，除了磷脂外还含有_____。磷脂由甘油、脂肪酸和磷酸等组成，其中磷酸分布在磷脂分子的_____（填“头部”或“尾部”）。

（2）①是_____，它是细胞膜的基本支架，蛋白质是_____（填“均匀”或“不均匀”）分布在①中的。

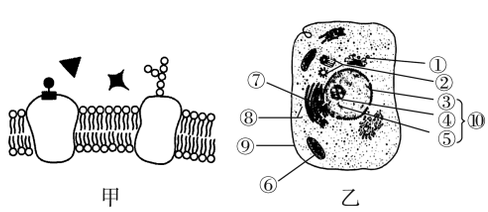
（3）由图判断，_____（填“M”或“N”）侧与细胞的外部环境直接接触。

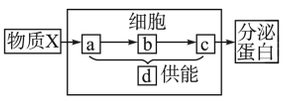
（4）许多学者都提出过关于生物膜分子结构模型的设想，其中_____模型为大多数人所接受。

解析：（1）动物细胞膜上的脂质除了磷脂外还含有少量的胆固醇。磷脂是由甘油、脂肪酸和磷酸等组成的，磷脂“头部”是亲水的磷酸，磷脂“尾部”是疏水的脂肪酸。（2）题图中①是磷脂双分子层，是细胞膜的基本支架，蛋白质有的镶嵌在磷脂双分子层表面，有的部分或全部嵌入磷脂双分子层中，有的贯穿于整个磷脂双分子层，由此可见蛋白质是不均匀分布在磷脂双分子层中的。（3）有糖蛋白的一侧，即 M 侧是细胞膜的外侧，与细胞外部环境直接接触。（4）目前，在关于细胞膜分子结构的众多模型中，流动镶嵌模型是被大多数学者所认可的。

答案：（1）胆固醇　头部　（2）磷脂双分子层　不均匀　（3）M　（4）流动镶嵌

18.（12 分）图甲为人体细胞膜部分结构示意图，图乙为人体细胞结构示意图，图丙表示分泌蛋白的合成、加工、分泌过程，a、b、c、d 表示细胞器，表丁是图丙其中三种细胞器的化学成分。请回答相关问题：





丙

细胞器	蛋白质/%	脂质/%	核酸/%
1	67	28	微量
2	59	40	0
3	39	0	59

丁

(1)图甲中存在3种信号分子，但只有1种信号分子能与其受体蛋白结合，这说明受体蛋白具有_____，这些信号分子可能是_____。

(2)图乙中各种生物膜的结构和化学成分相似，但功能差别较大的原因是_____。遗传物质存在的场所是_____(填序号)。从进化角度看，首先由于[⑨]_____的出现，产生了原始的细胞，并成为相对独立的生命系统。

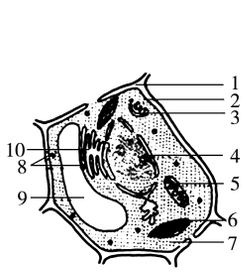
(3)图丙中要研究物质X进入细胞后的变化过程，一般采用的方法是_____。

(4)图丁中1、3分别对应图丙中的[d]_____、[a]_____。

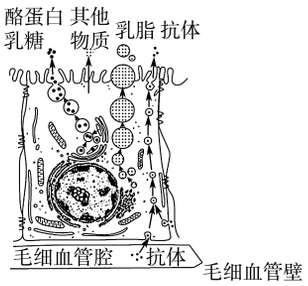
解析：(1)题图甲中存在3种信号分子，但只有1种信号分子能与其受体蛋白结合，这说明受体蛋白具有特异性，这些信号分子可能是激素、抗体等。(2)题图乙中各种生物膜的结构和化学成分相似，但功能差别较大的原因是蛋白质的种类和数量不同，蛋白质的种类和数量越多，功能越复杂。真核细胞的遗传物质是DNA，主要存在于细胞核中，线粒体和叶绿体中也含有少量的DNA，人体细胞内没有叶绿体，故DNA的存在场所是⑥线粒体、⑩细胞核。从进化角度看，膜的出现是生命起源至关重要的阶段，它将生命物质与外界环境分隔开，产生了原始的细胞，并成为相对独立的系统，⑨细胞膜是系统的边界。(3)题图丙中物质X是合成分泌蛋白的原料，即氨基酸，研究题图所示分泌蛋白的合成、加工、分泌过程一般是用同位素标记氨基酸，通过检测放射性出现的时间和位置，判断蛋白质合成和运输的顺序。(4)题表丁中1的主要成分是蛋白质和脂质，可判断为具膜结构，且含有少量的核酸，则为线粒体，对应题图丙[d]线粒体。题表丁中3的主要成分是蛋白质和核酸，不含脂质，可知其为不具膜结构的核糖体，对应题图丙中的[a]核糖体。

答案：(1)特异性　激素、抗体(任写其中之一即可)　(2)蛋白质的种类和数量不同　⑥⑩　细胞膜　(3)同位素标记法　(4)线粒体　核糖体

19.(13分)下图甲、乙分别为高等植物、动物细胞的亚显微结构示意图。其中，图乙表示牛乳腺上皮细胞合成与分泌乳汁的具体过程，据图回答下列问题：



甲



乙

(1)若用图甲表示根尖分生区细胞，应去除图中的_____(填序号)。

(2)乙细胞区别于甲细胞特有的细胞器是_____。

(3)甲细胞内遗传物质主要存在于_____(填序号)中，从而决定了该结构是整个细胞_____的控制中心。

(4)牛乳腺上皮细胞合成乳汁所需的营养物质由其附近的毛细血管中的血液供给。下面的表格表示牛乳汁和血浆的部分成分比较(单位：g/100 mL)。据图乙和表格内的信息回答问题：

成分	水	Na^+	K^+	葡萄糖	乳糖
血浆	91.00	0.34	0.025	0.05	0
乳汁	86.00	0.06	0.15	极微量	4.60
成分	甘油三酯	氨基酸	酪蛋白	抗体	—
血浆	0.06	0.002	0	2.60	—
乳汁	3.70	极微量	2.80	0.07	—

①与血浆相比，乳汁中特有的成分是_____。

②乳汁中含有甘油三酯(一种脂肪类物质)，合成甘油三酯的细胞器是_____。

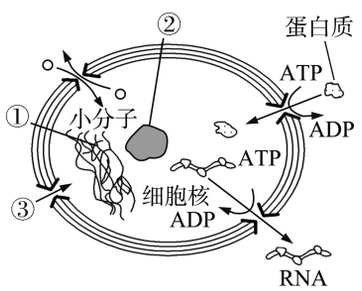
③用经^3H标记的氨基酸饲喂牛，发现牛乳汁中的酪蛋白也出现放射性。在酪蛋白合成和分泌过程中，依次出现放射性的细胞器是_____(用图甲中数字回答)。

解析：(1)题图甲若表示根尖分生区细胞，应不含6(叶绿体)和9(液泡)。(2)题图乙为动物细胞，区别于高等植物细胞特有的细胞器是中心体。(3)真核细胞的遗传物质主要存在于4(细胞核)中，所以细胞核是细胞代谢和遗传的控制中心。(4)①

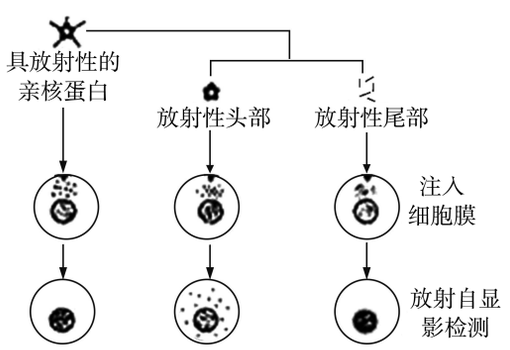
由题表信息可知，乳汁中特有的成分为乳糖和酪蛋白。②甘油三酯属于脂质，合成部位是内质网。③分泌蛋白的合成和分泌过程中经过的细胞器依次为8核糖体、10内质网、3高尔基体。

答案：(1)6、9　(2)中心体　(3)4　代谢和遗传　(4)①乳糖、酪蛋白　②内质网　③8→10→3

20.(12分)图甲表示细胞核结构模式图，亲核蛋白需通过核孔进入细胞核发挥作用。图乙为非洲爪蟾卵母细胞亲核蛋白注射实验。结合甲、乙两图回答问题：



甲



乙

(1)核膜由_____层磷脂分子组成，主要成分还有_____，代谢旺盛的细胞，核膜上_____的数目多，以实现细胞核与细胞质之间频繁的_____和信息交流。

(2)图乙所示实验所用的方法为_____；从图乙可知亲核蛋白进入细胞核由其_____部决定。

(3)人们已经通过化学实验证明了细胞膜中含有磷脂分子。现在请你设计一个实验验证细胞核核膜中含有蛋白质成分。

①实验课题：_____。

②实验目的：利用化学试剂检测细胞核核膜中的蛋白质成分。

③实验原理：蛋白质与双缩脲试剂反应呈现紫色。

④实验材料：细胞核核膜样液、蒸馏水、洁净的试管、滴管、双缩脲试剂等。

⑤实验步骤：

第一步：取洁净的试管2支，编号为A、B。

第二步：向A试管中滴加2 mL细胞核核膜样液，_____。

第三步：向A、B两试管中各滴加等量的双缩脲试剂，振荡摇匀，观察颜色变化。

⑥观察实验现象得出相应结论。

(4)细胞核是遗传信息库，是细胞代谢和遗传的控制中心，这些功能与图甲中结构_____(填序号)有关，结构②的作用是_____。

解析：(1)核膜具有双层膜，每层膜有2层磷脂分子，所以核膜共由4层磷脂分子组成。生物膜主要由磷脂和蛋白质组成。代谢旺盛的细胞，核膜上的核孔数目较多，利于实现细胞核与细胞质之间频繁的物质交换和信息交流。(2)图乙所示实验根据放射性的位置来判断物质的移动，该实验所用方法为同位素标记法。图乙中亲核蛋白的放射性头部没有进入细胞核，放射性尾部进入细胞核，可见亲核蛋白进入细胞核由其尾部决定。(3)根据实验目的来确定实验课题，依据蛋白质与双缩脲试剂发生的颜色反应判断蛋白质的存在，可以验证细胞核核膜中含有蛋白质成分。实验应遵循对照原则和单一变量原则，向甲试管中滴加2 mL细胞核核膜样液，应向乙试管中滴加2 mL蒸馏水以作对照。(4)染色质主要由DNA和蛋白质组成，它是遗传物质的主要携带者，细胞核是遗传信息库，是细胞代谢和遗传的控制中心，这些功能与结构①(染色质)有关，结构②是核仁，其与某种RNA的合成和核糖体的形成有关。

答案：(1)4　蛋白质　核孔　物质交换　(2)同位素标记法　尾　(3)验证细胞核核膜中含有蛋白质成分　向B试管中滴加2 mL蒸馏水　(4)①与某种RNA的合成和核糖体的形成有关

第4章 细胞的物质输入和输出

单元概览

核心概念

概念2　细胞的生存需要能量和营养物质，并通过分裂实现增殖

2.1 物质通过被动运输、主动运输等方式进出细胞，以维持细胞的正常代谢活动

2.1.1 阐明细胞膜具有选择透过性

2.1.2 举例说明有些物质顺浓度梯度进出细胞，不需要额外提供能量，有些物质逆浓度梯度进出细胞，需要能量和载体蛋白

2.1.3 举例说明大分子物质可以通过胞吞、胞吐进出细胞

单元任务

生物的生存需要能量和营养物质，气生植物从生存策略上选择了长在高高的树干上以提升光合作用强度，但根部却远离土壤。为了适应生存，气生植物的根部有非常惊人的吸水能力，并采用多种形式增加对水、无机盐等的吸收速率。此外，气生植物还会收集落叶，作为自己的专属堆肥。气生植物在自己成功的生存策略中最终开花繁殖，在此过程中，外界的物质不断被吸收，同时细胞内合成的物质（如花粉管细胞壁成分等）不断地分泌到细胞外。

◯思考与探究

思考 1 如何从细胞层次分析气生植物的吸水和失水？	**任务** 1 渗透吸水现象分析；动物细胞的吸水和失水；植物细胞的质壁分离和复原现象。
思考 2 气生植物细胞吸水的方式有哪些？	**任务** 2 自由扩散，协助扩散；主动运输。
思考 3 气生植物生长过程中产生的大分子物质如何运出细胞？	**任务** 3 胞吞、胞吐。

★★★

探·究·构·建

第1节　被动运输

第1课时　水进出细胞的原理

学习任务目标

1.观察渗透系统模式图，说出渗透作用发生的条件。
2.结合细胞膜的化学组成，理解细胞膜具有选择透过性的原因。

○ 问题式预习 ○

一、渗透作用

1.渗透作用的概念

水分子(或其他溶剂分子)通过半透膜的扩散。

2.如果半透膜两侧存在浓度差，渗透方向：水分子从水的相对含量高的一侧向相对含量低的一侧渗透。

二、细胞吸水和失水

1.动物细胞的吸水和失水

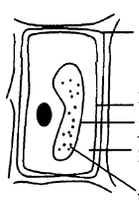
(1)动物细胞的细胞膜相当于半透膜。

(2)条件及现象

过程	条件	现象
吸水	外界溶液的浓度小于细胞质的浓度	
失水	外界溶液的浓度大于细胞质的浓度	
平衡	外界溶液的浓度等于细胞质的浓度	

2.植物细胞的吸水和失水

(1)成熟的植物细胞模式图



(2)原理和现象

①外界溶液浓度大于细胞液浓度时，发生质壁分离现象。

②外界溶液浓度小于细胞液浓度时，发生质壁分离复原现象。

◇思考

[教材P63图4-1]临床上输液为什么要用生理盐水(质量分数为0.9%的NaCl溶液)?

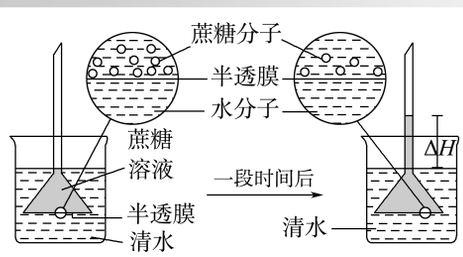
提示：生理盐水(质量分数为0.9%的NaCl溶液)的渗透压与人体红细胞内的渗透压相等，不会使红细胞吸水或失水，可以维持红细胞的正常形态。

○ 任务型课堂 ○

任务一 渗透作用

探究活动

用半透膜封住长颈漏斗的口部，在长颈漏斗内注入蔗糖溶液，然后把漏斗放到清水中，使内外液面相平，一段时间后会出现液面上升的现象，这就是渗透现象。结合图示分析渗透现象发生的条件和原理。



(1)漏斗管内的液面为什么会升高?

提示：单位体积的清水中水分子数大于蔗糖溶液中的水分子数。单位时间内由清水进入蔗糖溶液的水分子多于由蔗糖溶液进入清水的水分子。

(2)如果漏斗管足够长，管内的液面会无限升高吗？为什么？

提示：不会。由于烧杯中与漏斗中的液体具有浓度差，故存在渗透压，所以水分子有进入漏斗的趋势；但是液面差 ΔH 会产生相应的压强，当 ΔH 产生的压强与渗透压平衡时，半透膜两侧水分子的交换速率相同，液面将不再升高。

(3)如果用纱布代替玻璃纸(半透膜)，漏斗管内液面还会升高吗？

提示：不会，因为纱布是全透性的，水分子和蔗糖分子都能通过。

(4)如果烧杯内不是清水，而是同浓度的蔗糖溶液，漏斗液面还会升高吗？

提示：不会，因为半透膜两侧溶液的浓度相等，单位时间内半透膜两侧的水分子交换速率相等。

(5)渗透装置中，当漏斗内溶液不再上升时，半透膜两侧的溶液浓度相同吗？

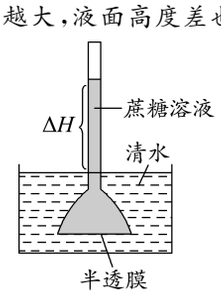
提示：不同。渗透作用停止时，漏斗内液面不再上升，水分子通过半透膜的双向扩散速率相等，但漏斗内溶液浓度仍高于烧杯中溶液浓度。这时漏斗内液面升高产生的作用力阻止了烧杯中水分子向漏斗的进一步扩散。

【探究总结】

1.关于渗透作用常考点的分析

(1)分析下图可知：漏斗中的液面高于水槽中的液面，液面差为 ΔH，由于水槽中与漏斗中的液体具有浓度差，即渗透压差，因此水分子有进入漏斗的趋势；但是当 ΔH 产生的压强与渗透压的平衡使半透膜两侧水分子的交换速率相同时，液面不再升高。

渗透平衡只意味着半透膜两侧水分子移动达到平衡状态，既不可看作没有水分子移动，也不可看作两侧溶液浓度绝对相等。渗透平衡后，溶液浓度高的一侧液面高(反之亦然，即液面高的一侧溶液浓度也高)；浓度差越大，液面高度差也越大。



(2)渗透现象中液面变化的判断方法

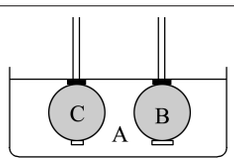
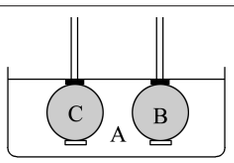
半透膜 A、B 两侧分别为浓度不同的溶液，有以下三种情况：

①若 A 侧溶质(如葡萄糖等)可以通过半透膜，B 侧溶质不能通过半透膜，则最终 B 侧液面升高；

②若 A 侧和 B 侧溶质是同种物质且均不能通过半透膜，则浓度高的一侧液面升高；

③若 A、B 两侧溶液的溶质均能通过半透膜，则两侧不存在高度差。

2.影响渗透作用中液面变化的因素分析

半透膜表面积的大小	半透膜两侧的浓度差
 半透膜面积：$S_B>S_C$ 溶液的浓度：$N_B=N_C>N_A$	 半透膜面积：$S_B=S_C$ 溶液的浓度：$N_B>N_C>N_A$
在溶液浓度 $N_B=N_C>N_A$，其他条件都相同的情况下，半透膜的表面积越大，单位时间内进出半透膜的水量越多，液面变化越明显 结果：$V_B>V_C$，$\Delta h_B=\Delta h_C$	在其他条件相同的情况下，半透膜两侧的浓度差越大，单位时间内进出半透膜的水量越多，液面变化越明显 结果：$V_B>V_C$，$\Delta h_B>\Delta h_C$

评价活动

1.下图为渗透作用实验，开始时如图 1，a 代表清水，b、c 代表蔗糖溶液(蔗糖不能透过半透膜)，过一段时间后漏斗管内的液面不再发生变化，结果如图 2，H_1、H_2 表示漏斗管内溶液与清水的液面高度差。下列说法错误的是 (　　)

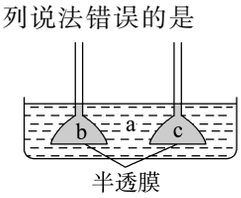


图1

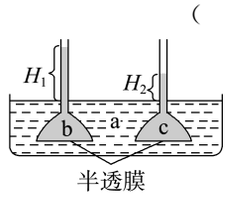


图2

A.图 1 中 b 的浓度大于 c 的浓度

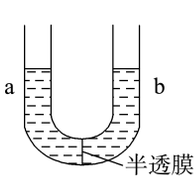
B.图 2 中 b 的浓度等于 c 的浓度

C.图 1 a 中水分子扩散到 b 的速率大于 a 中水分子扩散到 c 的速率

D.图 2 a 中水分子扩散到 b 的速率等于 b 中水分子扩散到 a 的速率

B　**解析**：图 2 漏斗中的液面不再变化，处于平衡状态，H_1 大于 H_2，所以图 2 中 b 的浓度大于 c 的浓度，B 错误。

2.下图实验装置中，半透膜只允许水分子和单糖分子透过，向 a 侧加入质量分数为 5% 的蔗糖溶液，向 b 侧加入质量分数为 5% 的葡萄糖溶液，初始状态如下图。下列与液面变化相关的叙述正确的是 (　　)



A.a 侧先降后升，b 侧先升后降

B.a 侧先升后降，b 侧先降后升

C.当液面最终停止变化时，半透膜两侧溶液浓度相等

D.当液面最终停止变化时，b侧浓度高于a侧

A　**解析**：由题意可知，本实验中的半透膜只允许葡萄糖、水分子透过，而蔗糖分子不能透过。相同质量分数的葡萄糖溶液和蔗糖溶液，由于葡萄糖的相对分子质量较小，其物质的量浓度就较大，水分子和葡萄糖都能透过半透膜，但分子小得多的水分子渗透速率要快得多。刚开始时水分子向物质的量浓度较大的葡萄糖溶液一侧渗透，所以b侧液面高于a侧液面。之后葡萄糖也逐渐透过半透膜到达a侧，使a侧浓度升高，水又反向渗透，a侧液面又高于b侧液面。因此，a侧先降后升，b侧先升后降，A正确，B错误。由于静水压的作用，当液面最终停止变化时，b侧浓度低于a侧，C、D错误。

任务二　细胞通过渗透作用吸水和失水

探究活动

生活中经常出现下列情况：

①吃较咸的食物，如连续嗑带盐的瓜子，口腔和唇的黏膜感觉干涩。

②卖菜的阿姨往蔬菜上喷水，使已经萎蔫的蔬菜变得硬挺、新鲜。

请分析回答下列问题：

(1)为什么连续嗑带盐的瓜子，口腔和唇的黏膜感觉干涩？

提示：连续嗑带盐的瓜子，细胞外溶液浓度升高，导致口腔上皮细胞失水。

(2)卖菜的阿姨往蔬菜上喷水，使已经萎蔫的蔬菜变得硬挺、新鲜的原因是什么？

提示：卖菜的阿姨往蔬菜上喷水，蔬菜细胞周围水溶液的浓度小于蔬菜细胞液的浓度，蔬菜细胞吸水，从而使蔬菜硬挺、新鲜。

【探究总结】

判断植物细胞的吸水、失水的两种方法

(1)通过比较细胞外溶液和细胞液的浓度大小来判断：当细胞外溶液浓度大于细胞液浓度时，细胞失水；当细胞外溶液浓度小于细胞液浓度时，细胞吸水；当细胞外溶液浓度与细胞液的浓度相等时，细胞失水量和吸水量相等，水分子进出细胞处于动态平衡。

(2)根据重量或长度变化(如萝卜条)来判断：若重量增加或长度变长，则吸水；反之则失水。

评价活动

1.下表显示四组马铃薯条分别浸入Ⅰ～Ⅳ四种不同溶液，1 h后马铃薯条质量变化的百分率。假设溶质不被吸收，根据表中数据可得到的结论是(　　)

溶液	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
质量变化百分率/%	+5	−5	−3	0

A.溶液Ⅰ的浓度最小

B.溶液Ⅱ的浓度小于溶液Ⅲ的浓度

C.溶液Ⅳ的浓度最大

D.溶液Ⅳ是蒸馏水

A　**解析**：由题表可知，马铃薯条在溶液Ⅰ中吸水，在溶液Ⅱ中失水较多，在溶液Ⅲ中失水较少，在溶液Ⅳ中吸水与失水达到动态平衡，故四种溶液浓度大小为Ⅱ＞Ⅲ＞Ⅳ＞Ⅰ，A正确，B、C错误；马铃薯条在溶液Ⅳ中没有质量变化，说明溶液Ⅳ浓度等于马铃薯条细胞液浓度，D错误。

2.人体正常红细胞是两面凹陷的圆饼状，现将人的红细胞分别浸入下列装有a、b、c三种不同浓度溶液的烧杯内，一段时间后，实验结果如图所示。则a、b、c溶液初始浓度大小的比较，正确的是　(　　)

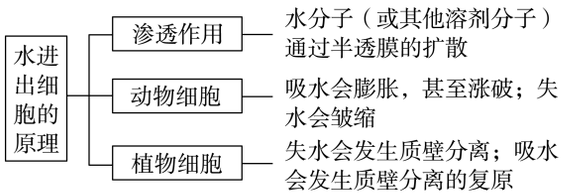
a.膨胀　　b.皱缩　　c.正常形态

A.a＞b＞c　　B.a＞c＞b

C.a＜c＜b　　D.a＜b＜c

C　**解析**：红细胞浸入a溶液中吸水膨胀，a溶液浓度小于细胞质浓度；红细胞浸入b溶液中失水皱缩，b溶液浓度大于细胞质浓度；红细胞浸入c溶液中保持正常形态，c溶液浓度等于细胞质浓度，所以a、b、c溶液浓度大小是a＜c＜b，C正确。

提质归纳



课后素养评价（十二） 水进出细胞的原理

建议用时：60分钟

A组 学习·理解

知识点1 渗透作用

1.下列现象属于渗透作用的是 （ ）

A.蔗糖在水中溶解后使水变甜

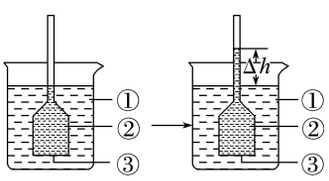
B.暴露在空气中的氯化钠潮解

C.钾离子通过原生质层

D.萎蔫的菜叶放在清水中变坚挺

D **解析**：蔗糖在水中溶解后使水变甜，暴露在空气中的氯化钠吸水潮解，两种现象没有通过半透膜，不属于渗透作用，A、B错误；钾离子不是水分子或其他溶剂分子，钾离子通过原生质层不属于渗透作用，C错误；萎蔫的菜叶放在清水中变坚挺，细胞发生了渗透吸水，D正确。

2.图甲、乙为两个渗透装置（装置中溶质均不能透过半透膜）。图甲是发生渗透作用时的初始状态，图乙是较长时间之后达到动态平衡的状态。下列有关叙述错误的是 （ ）



甲 乙

A.若③为一层纱布，则不会发生此现象

B.图甲中溶液②的浓度大于溶液①的浓度

C.图乙中溶液①与溶液②之间没有水分子运动

D.图甲到图乙过程中水柱上升速度逐渐减慢

C **解析**：发生渗透作用的条件是具有半透膜，膜两侧溶液具有浓度差，若③为一层纱布，没有选择透过性，不会发生题图所示现象，A正确；题图甲到题图乙过程中液面上升，说明初始状态时，溶液②的浓度大于溶液①的浓度，B正确；半透膜两侧水分子达到平衡状态时仍存在水分子的双向运动，C错误；题图甲到题图乙过程中膜两侧溶液浓度差逐渐减小，水柱上升速度逐渐减慢，D正确。

知识点2 细胞的吸水和失水

3.将成熟的植物细胞放在溶液中能构成一个渗透系统，主要原因是 （ ）

A.液泡膜内外溶液有浓度差

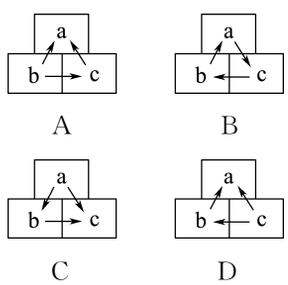
B.原生质层相当于一层半透膜

C.细胞壁是全透性的

D.水分子可以自由出入细胞

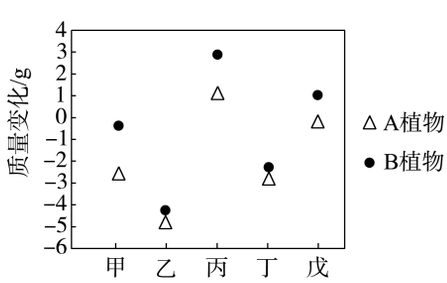
B **解析**：细胞内原生质层主要包括细胞膜、液泡膜和这两层膜之间的细胞质，原生质层具有选择透过性，相当于半透膜，B正确；把成熟的植物细胞放在溶液中，原生质层两侧的溶液具有浓度差，A错误；C、D项的说法虽然正确，但与题意不符。

4.a、b、c表示某植物体三个相邻的细胞，它们的细胞液浓度大小关系为a＞b＞c，则它们之间水分子的整体流动方向是 （ ）



D **解析**：水分子的流动方向从整体上看是从低浓度溶液一侧流向高浓度溶液一侧。由于a细胞的细胞液浓度＞b细胞的细胞液浓度，所以水分子整体流动的方向为b→a，C错误；由于b细胞的细胞液浓度＞c细胞的细胞液浓度，所以水分子整体流动的方向为c→b，A错误；由于a细胞的细胞液浓度＞c细胞的细胞液浓度，所以水分子整体流动的方向为c→a，B错误，D正确。

5.某生物兴趣小组的同学将A、B两种植物的成熟叶片置于不同浓度的蔗糖溶液中，培养相同时间后检测其质量变化，结果如图所示。下列叙述错误的是 （ ）



A.甲浓度条件下，A植物细胞的细胞液浓度变大

B.乙浓度条件下，A、B两种植物成熟细胞的细胞液浓度相等

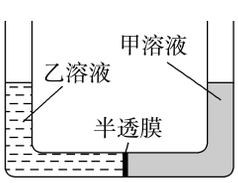
C.由图可知，实验前B植物成熟细胞的细胞液浓度大于A植物

D.五种蔗糖溶液浓度的大小关系为丙＜戊＜甲＜丁＜乙

B　**解析**：甲浓度条件下，A植物细胞质量减少，说明细胞失水，细胞液浓度变大，液泡体积变小，A正确；乙浓度条件下，A、B两种植物细胞质量都大量减轻，说明A、B植物细胞都失水，因不确定两种细胞的失水程度，故不能说明A、B两种植物成熟细胞的细胞液浓度相等，B错误；由题图可知，丙浓度下，植物B的增加质量大于植物A，说明植物B的吸水量大于植物A，则实验前，两种植物细胞液浓度的大小关系为B＞A，C正确；以植物B作为研究对象，丙浓度下细胞吸水最多，则丙的浓度最小，其次是戊，甲浓度下细胞吸水与失水达到动态平衡，与细胞液浓度相等，乙浓度下失水最多，则乙的浓度最大，其次是丁，因此五种蔗糖溶液浓度的大小关系为丙＜戊＜甲＜丁＜乙，D正确。

B组　应用·实践

6.下图为U形渗透装置，甲溶液是质量分数为10%的葡萄糖（可通过半透膜）溶液，乙溶液是质量分数为10%的蔗糖（不能通过半透膜）溶液，起始时两侧液面高度相同，下列推测和判断合理的是　（　　）



A.实验开始后两侧液面高度仍然相同

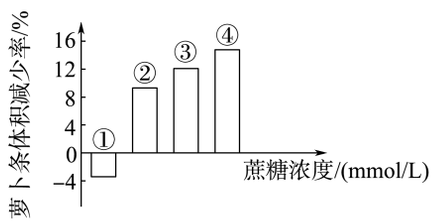
B.渗透平衡时两侧液面高度相同

C.实验初期半透膜两侧水分子移动速率相同

D.渗透平衡时乙溶液侧液面高于甲溶液侧液面

D　**解析**：蔗糖是二糖，葡萄糖是单糖，因此葡萄糖的摩尔质量更小（即相对分子质量更小），实验开始时两溶液的体积和质量分数相同，相当于取了相同质量的蔗糖和葡萄糖，根据公式$n=m\div M$可知，葡萄糖的物质的量更大，而体积相同，故葡萄糖一侧溶液的物质的量浓度更大，实验初期，单位时间内由乙溶液侧进入甲溶液侧的水分子更多一些，甲溶液侧液面高于乙溶液侧液面，后来由于葡萄糖可以透过半透膜进入乙溶液侧，达到平衡后乙溶液侧液面比甲溶液侧液面高，A、B、C错误，D正确。

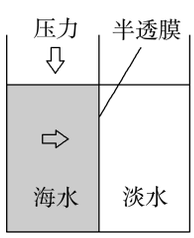
7.将相同大小的萝卜条置于不同浓度的蔗糖溶液中，一段时间后萝卜条的体积变化如图所示。据图判断，萝卜细胞原生质体的表面积与细胞表面积之比最小的是　（　　）



A.①　　B.②　　C.③　　D.④

D　**解析**：据题图分析可知，纵坐标表示萝卜条的体积减小率，①萝卜条的体积减小率为负数，说明细胞体积变大，细胞吸水；而②③④萝卜条的体积减小率为正数，说明萝卜条的体积变小，细胞失水，原生质体的表面积变小；其中④失水量最多，原生质体的表面积最小，由于细胞壁的存在，细胞表面积基本不变，则④萝卜条细胞原生质体的表面积与细胞表面积之比最小。

8.淡化海水可以采用反渗透技术。反渗透技术通过对半透膜一侧的海水施加压力，让水分子可以通过半透膜，但其他物质不能通过，如图所示。下列说法错误的是　（　　）



反渗透原理

A.动物细胞的细胞膜和植物细胞的原生质层相当于一层半透膜

B.反渗透技术淡化海水时，水分子从低浓度溶液移向高浓度溶液

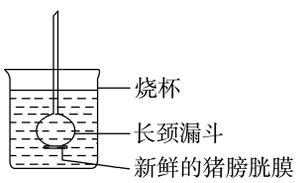
C.反渗透技术淡化海水一段时间后，图中淡水一侧的液面上升

D.在未施加压力的情况下，水分子总体从淡水向海水移动

B　**解析**：反渗透技术通过对半透膜一侧的海水施加压力，让水分子可以通过半透膜，但其他物质不能通过，故淡化海水时，水分子从高浓度溶液移向低浓度溶液，B错误。

9. 某实验小组要对“低温是否会影响渗透作用”进行探究，假如你是实验小组的成员，请分析回答下列问题：

材料用具：1 000 mL烧杯、带刻度的长颈漏斗、新鲜的猪膀胱膜、蒸馏水、蔗糖溶液、水浴锅、冰块等。



(1)实验步骤：

①组装渗透装置两套(如图)，分别编号为1、2。

②在两组烧杯中分别加入等量的蒸馏水，在长颈漏斗中分别加入_____，保持管内外液面高度相等。

③对两组装置进行不同处理：1组用水浴锅加热至37 ℃，2组的烧杯外加冰块降温。

④两组装置同时开始实验，几分钟后观察、记录漏斗的液面高度变化。

(2)分析回答：

①本实验是通过测定水分子通过膜的扩散，即_____作用速率来进行探究。

②此实验的自变量是_____；为了直观地表示相对速率，用_____作为因变量。

(3)预测实验结果及结论：

实验结果	实验结论
1组漏斗液面比2组高	①_____
②_____	低温会影响渗透作用，且使渗透速率加快
1、2两组漏斗的液面高度相同	③_____

解析：(1)②由于实验设计的过程中，无关变量要保持相同且适宜，因此，在两组烧杯中分别加入等量的蒸馏水，在长颈漏斗中分别加入等量同一浓度的蔗糖溶液，保持管内外液面高度相等。(2)①本实验通过测定水分子通过膜的扩散，即渗透作用速率来进行探究。②此实验的自变量是渗透系统所处的不同温度环境；为了直观地表示相对速率，用单位时间漏斗液面高度的变化作为因变量。(3)预测实验结果及结论：若1组漏斗液面比2组高，则低温会影响渗透作用，且使渗透速率减慢；若1组漏斗液面比2组低，则低温会影响渗透作用，且使渗透速率加快；若1、2两组漏斗的液面高度相同，则低温不会影响渗透作用。

答案：(1)②等量同一浓度的蔗糖溶液　(2)①渗透　②(渗透系统所处的)不同温度环境　单位时间漏斗液面高度的变化　(3)①低温会影响渗透作用，且使渗透速率减慢　②1组漏斗液面比2组低　③低温不会影响渗透作用

第 2 课时　探究植物细胞的吸水和失水与被动运输

学习任务目标

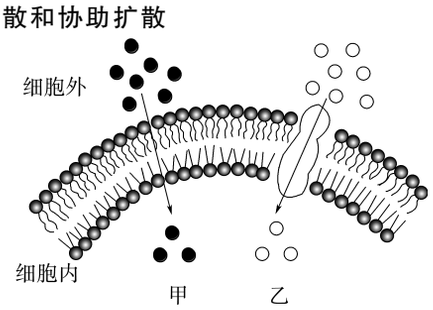
1.建构被动运输的概念，比较自由扩散和协助扩散的异同点。
2.进行关于植物细胞吸水和失水的实验操作，分析植物细胞的吸水和失水。

○ 问题式预习 ○

一、被动运输

1.被动运输：物质以扩散方式进出细胞，不需要消耗细胞内化学反应所释放的能量的跨膜运输方式，包括自由扩散和协助扩散。

2.自由扩散和协助扩散



项目	自由扩散（也叫简单扩散）	协助扩散（也叫易化扩散）
图示	甲	乙
条件	不需要转运蛋白，不消耗能量	需要转运蛋白，不消耗能量
运输方向	高浓度一侧→低浓度一侧	
举例	O_2 和 CO_2	葡萄糖、氨基酸的顺浓度跨膜运输
影响因素	膜内外物质的浓度差	膜内外物质的浓度差，转运蛋白的数量

3.转运蛋白

（1）概念

镶嵌在膜上的一些特殊的蛋白质，能够协助离子和一些小分子有机物顺浓度梯度跨膜运输，这些蛋白质称为转运蛋白。

（2）类型

转运蛋白可以分为载体蛋白和通道蛋白两种类型。

①载体蛋白只容许与自身结合部位相适应的分子或离子通过，而且每次转运时都会发生自身构象的改变。

②通道蛋白只容许与自身通道的直径和形状相适配、大小和电荷相适宜的分子或离子通过。分子或离子通过通道蛋白时，不需要（填“需要”或“不需要”）与通道蛋白结合。如水分子更多的是借助细胞膜上的水通道蛋白以协助扩散的方式进出细胞的。

◇**思考**

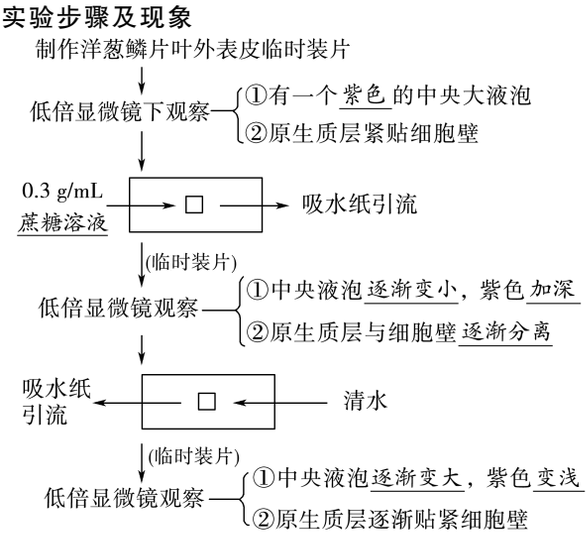
[教材 P66 正文]从细胞膜的成分分析，为什么脂溶性物质（乙醇、甘油等）通过细胞膜的方式是自由扩散？

提示：细胞膜的基本支架是磷脂双分子层，依据相似相溶的原理，脂溶性的物质可以自由通过磷脂双分子层进出细胞。

二、探究植物细胞的吸水和失水实验

1.实验原理：成熟的植物细胞的原生质层相当于一层半透膜，细胞液具有一定的浓度，能够渗透失水和吸水。

2.实验步骤及现象



3.实验结果及结论

外界溶液	中央液泡变化	原生质层位置变化	细胞大小
蔗糖溶液	变小	脱离细胞壁	基本不变
清水	逐渐恢复原来大小	恢复原位	基本不变

实验结果与预期结果相同，说明“原生质层相当于一层半透膜”的假设是成立的。

4.发生质壁分离的原因

（1）外因：外界溶液浓度大于细胞液浓度。

（2）内因：原生质层比细胞壁的伸缩性大。

◇**思考**

[教材 P65 图 4-3]为什么用紫色洋葱鳞片叶外表皮作为实验材料？

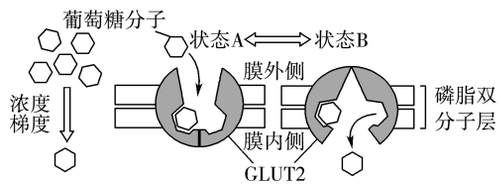
提示：紫色洋葱鳞片叶外表皮细胞的细胞液中有花青素，使液泡中的细胞液呈紫色，有利于观察。

○ 任务型课堂 ○

任务一 自由扩散和协助扩散

探究活动

葡萄糖转运蛋白家族包括 GLUT1～GLUT14，均参与葡萄糖的运输。GLUT2 是肝细胞的葡萄糖转运蛋白，其作用过程如下图所示：



(1)与葡萄糖转运蛋白的合成和运输有关的细胞器有哪些？

提示：转运蛋白的化学本质是蛋白质，与其合成和运输有关的细胞器有核糖体、内质网、高尔基体、线粒体。

(2)上述葡萄糖进入肝细胞的方式是什么？影响葡萄糖进入肝细胞速率的因素有哪些？

提示：由于葡萄糖的运输方向是顺浓度梯度且需要转运蛋白，故葡萄糖进入肝细胞的方式是协助扩散。影响协助扩散的因素有细胞内外葡萄糖的浓度差和 GLUT2 转运蛋白的数量。

(3)上述转运蛋白转运葡萄糖的过程中，其空间结构发生了变化，能否继续转运葡萄糖？其与通道蛋白有什么异同点？

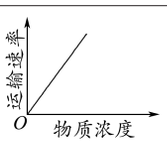
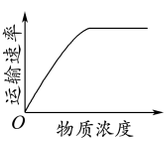
提示：①能继续转运葡萄糖，转运蛋白可以反复利用，在行使功能过程中不被“消耗”，为载体蛋白。②与通道蛋白的相同点：均起运输作用。不同点：a.每种载体蛋白能与特定的溶质分子结合，通过一系列构象改变介导溶质分子的跨膜转运，具有饱和性。b.通道蛋白介导被动运输时不需要与溶质分子结合，只有直径和形状与其相适配、大小和电荷适宜的分子或离子才能通过，没有饱和值。

【探究总结】

(1)膜上两种转运蛋白的比较

名称	转运对象	特点
载体蛋白	与自身结合部位相适应的分子或离子	每次转运时都会发生自身构象的改变
通道蛋白	与自身通道的直径和形状相适配、大小和电荷相适宜的分子或离子	转运物质不需要与通道蛋白结合

(2)影响自由扩散和协助扩散的因素

方式	影响因素	影响趋势	曲线
自由扩散	膜两侧物质的浓度差	运输速率与浓度差呈正相关	
协助扩散	①膜两侧物质的浓度差； ②膜上转运蛋白的种类和数量	当转运蛋白达到饱和时，随物质浓度的增加，物质的运输速率不再增加	

评价活动

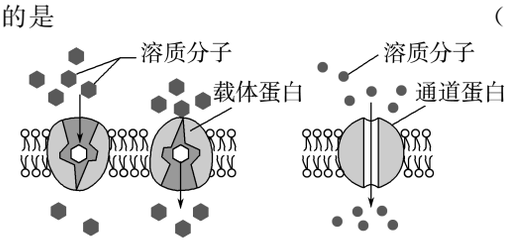
1.甘油、氧气等物质出入细胞的方式是 （ ）

A.渗透作用　　B.自由扩散

C.主动运输　　D.协助扩散

B　**解析**：物质通过简单的扩散作用进出细胞，叫作自由扩散，如氧气、二氧化碳、甘油等物质，B 符合题意。

2.下图分别表示载体蛋白和通道蛋白介导的物质跨膜运输方式，其中通道蛋白介导的运输速率比载体蛋白介导的运输速率快 1 000 倍以上。下列叙述错误的是 （ ）



A.通道蛋白介导的运输速率较快可能是因为消耗的能量较少

B.载体蛋白在细胞膜上具有流动性

C.两种膜蛋白对运输的物质均具有专一性

D.载体蛋白介导的运输速率会受到载体蛋白数量的限制

A　**解析**：由题图可知，溶质分子跨膜运输是由高浓度运输到低浓度，通道蛋白介导的运输方式属于协助扩散，不需要消耗能量，A 错误；组成细胞膜的蛋白质大多是可以运动的，因此载体蛋白在细胞膜上具有流动性，B 正确；两种膜蛋白均转运相应的物质，因此两种膜蛋白均具有专一性（特异性），C 正确；由于载体蛋白需要与物质结合后才能对其进行转运，故物质运输速率会受到载体蛋白数量的限制，D 正确。

3.将红细胞移入低渗溶液后，红细胞很快吸水涨大，而水生动物非洲爪蟾的卵母细胞在低渗溶液中不

涨大。将控制红细胞膜上 CHIP28(一种水通道蛋白)合成的 mRNA 注入非洲爪蟾的卵母细胞中,在低渗溶液中,卵母细胞迅速涨大并破裂。以下说法错误的是　　(　　)

A.细胞内 CHIP28 的加工、运输需要内质网和高尔基体的参与

B.红细胞在低渗溶液中破裂的原因主要是通过自由扩散吸收了过多的水

C.正常非洲爪蟾卵母细胞在低渗溶液中不涨大的原因是细胞膜上可能无 CHIP28

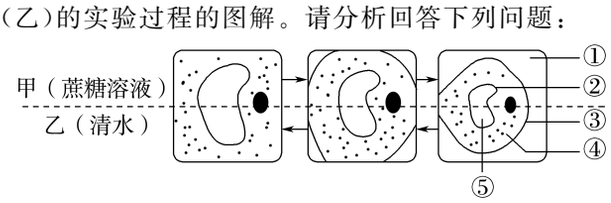
D.人的肾小管重吸收水可能与 CHIP28 有关

B　**解析**:CHIP28 为细胞膜上的通道蛋白,它的加工、运输需要内质网和高尔基体的参与,A 正确;据题意可知,红细胞在低渗溶液中很快吸水涨大的原因主要是通过水通道蛋白吸收了过多的水,细胞通过水通道蛋白吸收水的方式为协助扩散,B 错误;正常非洲爪蟾卵母细胞在低渗溶液中不涨大的原因可能是其细胞膜上无 CHIP28,而水通过自由扩散方式运输的速率要比协助扩散慢很多,因而非洲爪蟾的卵母细胞在低渗溶液中不涨大,C 正确;人的肾小管能重吸收水分,从而维持体内水的平衡,肾小管细胞重吸收水可能与 CHIP28 有关,D 正确。

任务二 探究植物细胞的吸水和失水实验

探究活动

下图是将紫色洋葱鳞片叶的外表皮细胞先放到浓度为 0.3 g/mL 的蔗糖溶液中(甲),再放到清水中(乙)的实验过程的图解。请分析回答下列问题:



(1)该细胞的原生质层包括图中的哪些部分(请用图中数字回答)?

提示:②③④。

(2)甲过程中,⑤的颜色如何变化?其吸水能力又如何变化?

提示:颜色逐渐变深;吸水能力逐渐增强。

(3)甲过程中,进入①和④的分别是什么液体?

提示:细胞壁是全透性的,所以进入①的是蔗糖溶液;而细胞膜具有选择透过性,所以进入④细胞质的只有水。

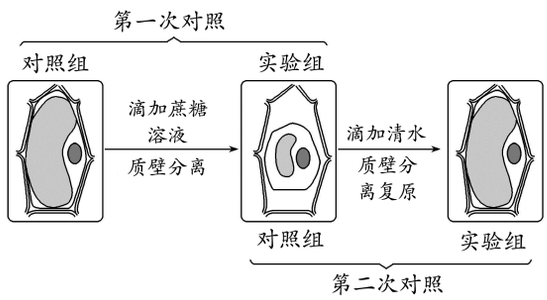
(4)有位同学错取了浓度为 3 g/mL 的蔗糖溶液,发现做完甲过程实验后,再做乙过程实验没有观察到相关现象,其原因可能是什么?

提示:蔗糖溶液浓度太高,细胞过度失水而死亡,不能再发生质壁分离复原。

【探究总结】

1.“探究植物细胞的吸水和失水”实验的对照分析

该实验存在两组对照实验,均为自身对照。自身对照指对照组和实验组在同一研究对象上进行,是实验前后之间的对照。



2.质壁分离及复原发生的条件

细胞角度	①死细胞、动物细胞及未成熟的植物细胞(如根尖分生区细胞)不发生质壁分离与复原现象; ②具有中央大液泡的成熟植物细胞可发生质壁分离与复原现象
溶液角度	①在一定浓度(溶质不能通过膜)的溶液中只会发生质壁分离现象,不能发生自动复原现象(只有用清水或低渗溶液处理,方可复原); ②在一定浓度(溶质可通过膜)的溶液(如 KNO_3、甘油等)中可发生质壁分离后自动复原现象; ③在高浓度溶液中可发生质壁分离现象,但不一定会发生质壁分离复原现象

3.质壁分离及复原现象的拓展应用

(1)判断细胞的活性

待测细胞＋蔗糖溶液 $\begin{cases}\text{发生质壁分离}\rightarrow\text{活细胞}\\ \text{不发生质壁分离}\rightarrow\text{死细胞}\end{cases}$

(2)测定细胞液浓度的范围

待测细胞＋一系列浓度梯度的蔗糖溶液分别镜检,细胞液浓度介于未发生质壁分离和刚刚发生质壁分离的两种外界溶液的浓度之间。

(3)比较不同植物细胞的细胞液浓度

不同植物细胞＋同一浓度的蔗糖溶液镜检,比较刚发生质壁分离时所需时间的长短→判断细胞液浓度的大小(时间越短,细胞液浓度越小)。

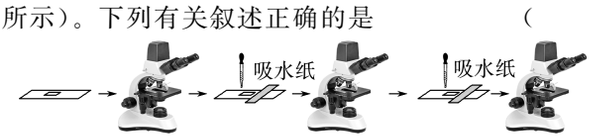
(4)鉴别不同种类的溶液(如 KNO_3 和蔗糖溶液)

成熟植物细胞＋不同种类溶液 $\xrightarrow[\text{检}]{\text{镜}}$

$\begin{cases}\text{只发生质壁分离}\rightarrow\text{蔗糖溶液}\\ \text{质壁分离后自动复原}\rightarrow KNO_3\text{ 溶液}\end{cases}$

评价活动

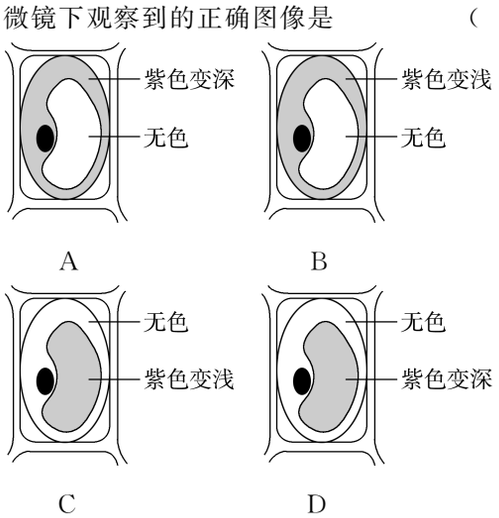
1.在“探究植物细胞的吸水和失水”的实验中,对紫色洋葱鳞片叶外表皮临时装片进行了三次观察(如图所示)。下列有关叙述正确的是　　(　　)



A.第一次观察时容易看到紫色大液泡和较大的无色细胞质基质区域
B.第二次观察时可以发现细胞质壁分离，紫色体积变小，颜色变深
C.吸水纸的主要作用是吸除滴管滴加的多余液体，以免污染镜头
D.为了节约实验时间，通常可以省略第一次显微观察步骤

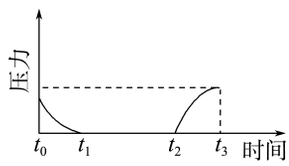
B　**解析**：第一次观察时容易看到紫色大液泡，细胞质基质区域较小，A错误；第二次滴加0.3 g·mL^{-1}的蔗糖溶液，细胞发生质壁分离，观察时可以发现细胞质壁分离，紫色体积变小，颜色变深，B正确；吸水纸的主要作用是引流，使蔗糖溶液或清水通过洋葱鳞片叶外表皮细胞，使其发生质壁分离或质壁分离复原，C错误；不可以省略第一次显微观察步骤，这一步的观察现象要作为对照，D错误。

2.紫色洋葱表皮细胞在蔗糖溶液中发生质壁分离后，在显微镜下观察到的正确图像是（　　）



D　**解析**：紫色洋葱表皮细胞具有紫色大液泡，在质壁分离的过程中，细胞失水，紫色变深，D正确。

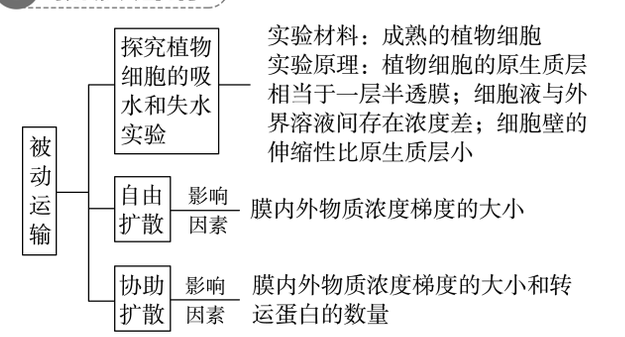
3.将一个从清水中取出的紫色洋葱鳞片叶外表皮细胞放入某种溶液中，其原生质层对细胞壁的压力随时间变化的关系如图所示。下列说法错误的是（　　）



A.t_1～t_2时期细胞处于质壁分离状态
B.t_0～t_1时期细胞壁与原生质层都出现一定程度的收缩
C.t_2～t_3时期显微镜下观察到液泡内颜色逐渐变深
D.t_3时刻与t_0时刻相比，细胞液浓度提高

C　**解析**：t_1～t_2时期原生质层对细胞壁的压力为0，细胞处于质壁分离状态，A正确；t_0～t_1时期细胞失水，细胞壁与原生质层都出现一定程度的收缩，只是原生质层的收缩程度大于细胞壁，B正确；t_2～t_3时期细胞吸水，发生质壁分离的复原，显微镜下观察到液泡内颜色逐渐变浅，C错误；t_0～t_2时期，细胞吸收该种溶液的溶质，从而发生质壁分离复原，所以t_3时刻与t_0时刻相比，细胞液浓度提高，D正确。

提质归纳



课后素养评价（十三）　探究植物细胞的吸水和失水与被动运输

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

知识点1　被动运输

1.下列关于自由扩散和协助扩散的说法中，正确的是（　　）

①都不需要能量　②都不需要载体　③自由扩散只能顺浓度梯度，而协助扩散既可以顺浓度梯度也可以逆浓度梯度　④都是被动运输　⑤离子和一些有机分子如葡萄糖，可以通过协助扩散顺浓度梯度运输

A.①②④　　B.①③④
C.①④⑤　　D.①②

C　**解析**：自由扩散和协助扩散都不需要能量，①正确；自由扩散不需要载体，协助扩散需要载体，②错误；自由扩散和协助扩散都是顺浓度梯度的运输，③错误；自由扩散和协助扩散都是被动运输，④正确；离子和一些有机分子可以通过协助扩散顺浓度梯度运输，如钠离子进入神经细胞、葡萄糖进入红细胞等，⑤正确，故选C。

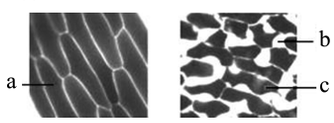
2.物质跨膜运输的方式与物质的特点和细胞膜的结构有关，下列有关物质跨膜运输的表述错误的是（　　）

A.细胞膜和液泡膜都相当于半透膜
B.载体蛋白的每次转运都会发生自身构象的改变
C.通道蛋白只容许与自身通道直径和形状相适配、大小和电荷相适宜的分子或离子通过
D.水分子进入细胞，都是通过自由扩散方式进行的

D　**解析**：细胞膜和液泡膜都相当于半透膜，细胞膜和液泡膜以及两层膜之间的细胞质构成原生质层，A正确；载体蛋白在转运离子或分子时，会与离子或分子结合，导致自身构象发生改变，B正确；载体蛋白和通道蛋白均具有一定的特异性，通道蛋白只容许与自身通道的直径和形状相适配、大小和电荷相适宜的分子或离子通过，C正确；细胞膜上有专门供水分子进出的通道蛋白，水分子进出细胞，主要通过协助扩散，D错误。

知识点2　探究植物细胞的吸水和失水

3. 某学生用紫色洋葱鳞片叶外表皮为实验材料，制成临时装片后，利用质量浓度为0.3 g/mL的蔗糖溶液和清水，进行植物细胞吸水和失水的观察。下列叙述不正确的是（　　）



甲　　乙

A.图乙所示细胞出现质壁分离，b处充满蔗糖溶液

B.图甲到图乙的变化是由于细胞周围溶液浓度低于细胞液浓度

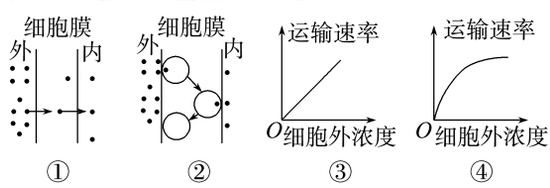
C.发生质壁分离和复原，说明原生质层的伸缩性大于细胞壁

D.原生质层相当于半透膜，植物细胞通过渗透作用吸水和失水

B　**解析**：图乙是细胞的质壁分离现象，此时细胞壁以内、原生质层以外的部分充满了蔗糖溶液，A正确；图甲到图乙发生了细胞的渗透失水，是由于细胞液浓度低于细胞周围溶液浓度，B错误；发生质壁分离和复原的内因是原生质层的伸缩性大于细胞壁，C正确；原生质层由细胞膜、液泡膜以及两层膜之间的细胞质构成，相当于渗透装置的半透膜，植物细胞的吸水和失水是通过渗透作用实现的，D正确。

B组　应用·实践

4. 下图表示与自由扩散、协助扩散有关的图例或曲线。下列选项对应正确的是（　　）



①　　②　　③　　④

A.肺泡上皮细胞吸收氧气——①④

B.人的成熟红细胞吸收葡萄糖——②③

C.甘油进出细胞——①③

D.肌肉细胞吸收水——②④

C　**解析**：①②表示两种跨膜运输方式，分别是自由扩散、协助扩散，③④表示两种运输方式受细胞外浓度的影响的曲线，分别对应自由扩散、协助扩散。肺泡上皮细胞吸收氧气的方式是自由扩散，对应①③，A错误；人的成熟红细胞吸收葡萄糖的过程属于协助扩散，对应②④，B错误；甘油进出细胞的过程属于自由扩散，对应①③，C正确；肌肉细胞吸收水的方式是自由扩散和协助扩散，可对应①②③④，D错误。

5.（2022·全国甲卷）植物成熟叶肉细胞的细胞液浓度可以不同。现将a、b、c三种细胞液浓度不同的某种植物成熟叶肉细胞，分别放入三个装有相同浓度蔗糖溶液的试管中，当水分交换达到平衡时观察到：①细胞a未发生变化；②细胞b体积增大；③细胞c发生了质壁分离。若在水分交换期间细胞与蔗糖溶液没有溶质的交换，下列叙述不合理的是（　　）

A.水分交换前，细胞b的细胞液浓度大于外界蔗糖溶液的浓度

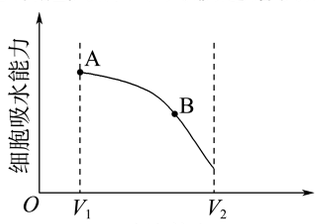
B.水分交换前，细胞液浓度大小关系为细胞b＞细胞a＞细胞c

C.水分交换平衡时，细胞c的细胞液浓度大于细胞a的细胞液浓度

D.水分交换平衡时，细胞c的细胞液浓度等于外界蔗糖溶液的浓度

C　**解析**：由“①细胞a未发生变化”可推出细胞a在该蔗糖溶液中的吸水量等于失水量，即水分交换前，细胞a的细胞液浓度与外界蔗糖溶液的浓度相等；由“②细胞b体积增大”可推出细胞b在该蔗糖溶液中的吸水量大于失水量，即水分交换前，细胞b的细胞液浓度大于外界蔗糖溶液的浓度；由“③细胞c发生了质壁分离”可推出细胞c在该蔗糖溶液中的失水量大于吸水量，即水分交换前，细胞c的细胞液浓度小于外界蔗糖溶液的浓度。综合上述分析可以推出，水分交换前，细胞b的细胞液浓度大于外界蔗糖溶液的浓度，A合理；水分交换前，细胞液浓度大小关系为细胞b＞细胞a＞细胞c，B合理；水分交换平衡时，细胞a和细胞c的细胞液浓度都与各自所处的外界蔗糖溶液的浓度相等，由于细胞c发生了质壁分离，有水进入蔗糖溶液中，故水分交换平衡时，细胞c的细胞液浓度小于细胞a的细胞液浓度，C不合理，D合理。

6. 下图表示紫色洋葱鳞片叶外表皮细胞在某一浓度的蔗糖溶液中，液泡体积和细胞吸水能力的相关曲线。不考虑细胞失活，下列叙述错误的是（　　）



注：V_1为质壁分离程度最大时的液泡体积；V_2为未发生质壁分离时的液泡体积。

A.B点时，细胞液浓度小于此时的外界溶液浓度

B.若适当增大外界溶液浓度，则A点将向左上方移动

C.液泡体积为V_1时，细胞液浓度小于外界溶液浓度

D.细胞失水，细胞液浓度增大导致细胞吸水能力增强

C　**解析**：B点时，细胞失水，液泡体积变小，但未达到失水最多的程度，所以此时细胞液浓度依然小于此时的外界溶液浓度，A正确；若适当增大外界溶液浓度，则浓度差增大，A点将向左上方移动，B正确；当液泡体积为V_1时，质壁分离的程度达到最大，水分进出细胞达到动态平衡，此时细胞液浓度基本等于外界溶液浓度，C错误；细胞失水，细胞液浓度增大，导致细胞吸水能力增强，D正确。

7.为了探究时间对紫色洋葱鳞片叶表皮细胞质壁分离的影响，某学校生物兴趣小组按照以下步骤进行了实验。请分析并回答相关问题：

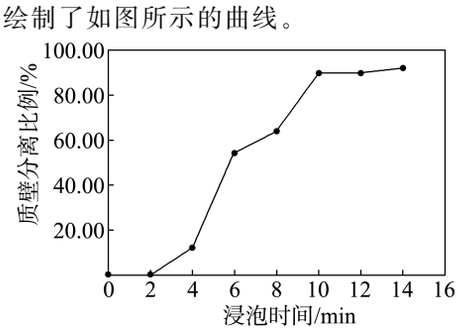
①取一定浓度的蔗糖溶液各10 mL，分别加到培养皿中，盖上皿盖；

②从洋葱鳞片叶相同部位撕取3 mm^2的外表皮若干，迅速分别投入装有蔗糖溶液的培养皿中，使其完全浸入，浸泡时间分别是2 min、4 min、6 min、8 min、10 min、12 min、14 min；

③从1号培养皿开始，依次取出紫色洋葱鳞片叶外表皮，放在干燥的载玻片上，盖上盖玻片，制成临时装片；

④将装片置于显微镜下观察，找到合适的视野拍照保留实验现象；

⑤在照片中计数视野内总细胞个数及质壁分离细胞个数，计算质壁分离细胞所占比例，记录实验数据，并绘制了如图所示的曲线。



(1)该实验中使用紫色洋葱鳞片叶外表皮细胞作为实验材料的好处是_____，质壁分离的外因是_____。

(2)不同处理时间的实验组必须在同一时间、同一地点进行，目的是_____。

(3)实验步骤③中，不是将洋葱表皮置于清水中的原因是_____。

(4)由袁隆平海水稻科研团队研发的海水稻，适合在海边滩涂等盐碱地生长。有人提出，海水稻根部细胞的细胞液浓度比一般水稻品种（生长在普通土壤中）的高。请利用质壁分离的实验方法设计实验进行验证（简要写出实验设计思路，不用写预期结果和结论）：_____。

解析：(1)该实验中使用紫色洋葱鳞片叶外表皮细胞作为实验材料的好处是紫色洋葱鳞片叶外表皮细胞中有紫色的大液泡，便于观察到质壁分离现象。当外界溶液的浓度比细胞液的浓度高时，细胞液中的水分子就会穿过原生质层向细胞外渗出，液泡的体积缩小，由于细胞壁的伸缩性有限，而原生质体的伸缩性较大，所以在细胞壁停止收缩后，原生质体继续收缩，细胞膜与细胞壁会逐渐分开，即逐渐发生质壁分离。(2)实验设计要遵循单一变量原则，排除无关变量对实验结果的影响，因此无关变量要保持相同且适宜。不同处理时间的实验组必须在同一时间、同一地点进行，目的是排除温度、大气压等无关因素对实验结果的干扰。(3)实验步骤③中，若将浸泡过蔗糖溶液的洋葱表皮细胞放在清水中，细胞会发生质壁分离复原现象。(4)本实验采用溶液浓度梯度法进行设计，通过设置一系列不同浓度的蔗糖溶液来验证海水稻根部细胞的细胞液浓度比普通水稻品种（生长在普通土壤上）的高。配制一系列浓度梯度的蔗糖溶液，分别取海水稻和普通水稻根成熟区细胞，进行质壁分离实验，制成临时装片，观察对比两种植物细胞发生质壁分离的情况。

答案：(1)有紫色的大液泡，便于观察到质壁分离现象　细胞液浓度小于外界溶液浓度，导致细胞失水

(2)排除温度、大气压等无关因素对实验结果的干扰　(3)防止细胞在清水中发生质壁分离复原现象　(4)配制一系列浓度梯度的蔗糖溶液，分别取海水稻和普通水稻根成熟区细胞，进行质壁分离实验，制成临时装片，观察对比两种植物细胞发生质壁分离的情况

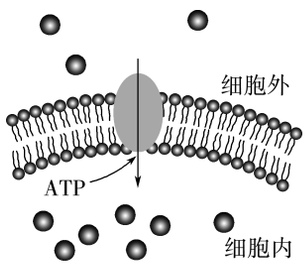
第 2 节　主动运输与胞吞、胞吐

学习任务目标

1.举例说明可以通过主动运输逆浓度梯度进出细胞的物质。
2.举例说明可以通过胞吞、胞吐进出细胞的大分子物质。
3.结合被动运输和主动运输的条件及特点，分析影响其运输速率的因素。

○ 问题式预习 ○

一、主动运输



主动运输示意图

运输方向	物质逆浓度梯度进行跨膜运输
条件	①需要细胞膜上相应载体蛋白的协助； ②消耗细胞内化学反应所释放的能量
实例	①K^+、Ca^+、Na^+等离子通过细胞膜； ②小肠上皮细胞吸收氨基酸、葡萄糖等分子
意义	保证了活细胞和个体生命活动的需要，主动选择吸收所需要的物质，排出代谢废物和对细胞有害的物质

◇思考

[教材 P70“与社会的联系”]囊性纤维化发生的一种主要原因是什么？

提示：患者肺部支气管上皮细胞表面转运氯离子的载体蛋白的功能发生异常，导致患者支气管中黏液增多，造成细菌感染。

二、胞吞与胞吐

类型	胞吞	胞吐
概念	大分子与膜上的蛋白质结合，引起这部分细胞膜内陷形成小囊，包围着大分子。然后其从细胞膜上分离下来，形成囊泡，进入细胞内部的现象	细胞需要外排的大分子，先在细胞内形成囊泡，然后移动到细胞膜处，并与之融合，将大分子排出细胞的现象
实例	吞噬细胞吞噬病原体、变形虫摄取食物	分泌蛋白的分泌

三、细胞的物质输入和输出的基础

1.转运蛋白的种类和数量或空间结构的变化对物质跨膜运输起决定性作用，这也是细胞膜具有选择透过性的结构基础。
2.胞吞或胞吐过程需要膜上蛋白质的参与，更离不开膜上磷脂双分子层的流动性。

◇思考

[教材 P72“与社会的联系”]痢疾内变形虫引发阿米巴痢疾的原因是什么？

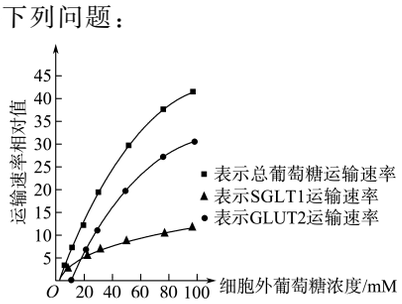
提示：通过胞吐作用分泌蛋白分解酶，溶解人的肠壁组织，通过胞吞作用“吃掉”肠壁组织细胞，并引发阿米巴痢疾。

○ 任务型课堂 ○

任务一 > 主动运输

探究活动

小肠绒毛上皮细胞膜上存在着两种运输葡萄糖的载体 SGLT1(主动运输的载体)和 GLUT2(协助扩散的载体)，研究人员通过实验绘制如图所示曲线。据图回答下列问题：



(1)饭后半小时，消化道内葡萄糖浓度较高，此时葡萄糖主要通过哪种方式进入小肠绒毛上皮细胞？

提示：协助扩散。

(2)葡萄糖分子可通过主动运输和协助扩散两种方式进入细胞，两种方式特点有何异同？

提示：主动运输可以逆浓度梯度进行，需要消耗能量；协助扩散顺浓度梯度进行，不需要消耗能量。二者均需要载体蛋白的协助。

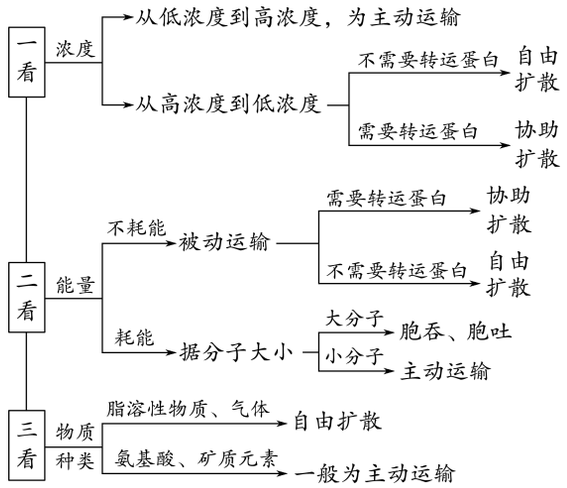
(3)小肠绒毛的微绒毛中有两种运输葡萄糖的转运蛋白的意义是什么？

提示：在较低浓度时保证小肠绒毛上皮细胞也可吸收葡萄糖，在较高浓度时可加快葡萄糖吸收速率。

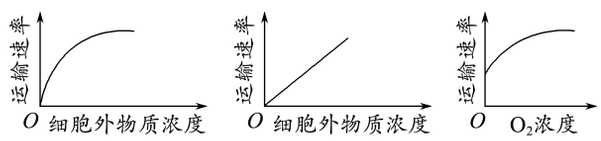
【探究总结】

物质跨膜运输方式的判断

(1)根据运输方式的特点进行判断(三看法)



(2)根据曲线判断



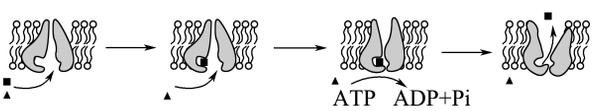
①随细胞外物质浓度的增大，有饱和点的曲线表示协助扩散或主动运输(如图甲)。

②运输速率与细胞外物质浓度变化成正比的曲线表示自由扩散(如图乙)。

③与细胞呼吸或 O_2 浓度有关的曲线表示主动运输(如图丙)。

评价活动

1.物质跨膜运输是细胞维持正常生命活动的基础之一，也是细胞膜的重要功能之一。下图表示某种离子跨膜运输的过程，下列叙述正确的是 (　　)



A.用呼吸抑制剂处理不会影响该离子的跨膜运输

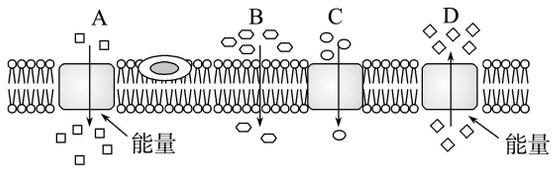
B.图中膜结构一定是细胞膜

C.这种运输方式能够保证活细胞主动选择吸收所需要的营养物质

D.膜上载体蛋白结合离子后其空间结构发生不可逆的改变

C　**解析**：据题图分析可知，该离子的运输方式需要能量，需要载体蛋白的协助，属于主动运输，呼吸抑制剂处理会抑制细胞呼吸，能量产生受阻，会影响该离子的跨膜运输，A 错误；题图中膜结构不一定是细胞膜，有可能是细胞器膜，B 错误；主动运输能够保证活细胞主动选择吸收所需要的营养物质，C 正确；膜上载体蛋白与离子结合后构象会发生改变，但这种改变是可逆的，D 错误。

2.下图表示小肠绒毛上皮细胞细胞膜上几种物质的运输方式。下列叙述错误的是 (　　)



A.破坏线粒体结构对方式 A 和 D 有影响

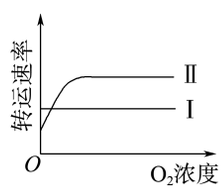
B.饮酒时，酒精通过方式 B 进入细胞

C.方式 C 的最大转运速率与转运蛋白数量有关

D.方式 D 是胞吐，可通过大分子物质，如蛋白质

D　**解析**：A 和 D 为主动运输，需要消耗能量，破坏线粒体会影响能量供应，从而影响主动运输，A 正确；酒精以自由扩散的方式进出细胞，即方式 B，B 正确；方式 C 为协助扩散，其转运速率与物质浓度差和转运蛋白数量有关，C 正确；方式 D 是主动运输，只能运输小分子物质和离子，D 错误。

3.下图中曲线Ⅰ、Ⅱ表示分子跨膜运输速率与 O_2 浓度的关系。下列分析正确的是 (　　)



A.曲线Ⅰ只可表示自由扩散

B.曲线Ⅱ可表示人体成熟红细胞吸收葡萄糖

C.曲线Ⅱ转运速率达到饱和与细胞膜上载体蛋白数量有关

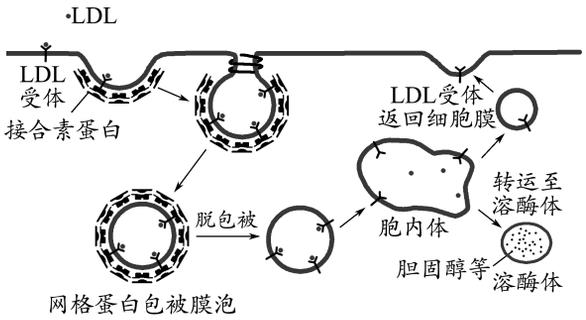
D.温度只对曲线Ⅱ的转运速率有影响，对曲线Ⅰ没有影响

C　**解析**：曲线Ⅰ说明物质跨膜运输与细胞呼吸无关，不消耗能量，所以曲线Ⅰ代表被动运输，可表示自由扩散或协助扩散，A 错误；曲线Ⅱ说明物质跨膜运输与细胞呼吸有关，消耗能量，所以曲线Ⅱ代表主动运输，而人体成熟红细胞吸收葡萄糖属于协助扩散，B 错误；由于主动运输需要载体，消耗能量，所以曲线Ⅱ转运速率达到饱和的原因是细胞膜上载体蛋白数量有限，C 正确；由于细胞膜的流动性与温度有关，所以温度可影响生物膜的流动性从而对曲线Ⅰ、Ⅱ的转运速率均有影响，D 错误。

任务二 胞吞与胞吐

探究活动

LDL 是一种低密度脂蛋白，进入细胞后会被水解，释放出胆固醇和脂肪酸。一旦人体细胞内的胆固醇含量过高就会导致细胞功能发生障碍，严重时会导致血管内皮细胞受损，从而引发动脉粥样硬化等心脑血管疾病。下图是 LDL 进入细胞并被水解释放。



(1)上述 LDL 进入细胞的方式是什么？判断依据是什么？

提示：LDL 进入细胞的方式是胞吞。LDL 是一种低密度脂蛋白，属于大分子物质，进入细胞的方式为胞吞。

(2)细胞膜上受体的化学本质是什么？受体的存在体现了细胞膜的什么功能？

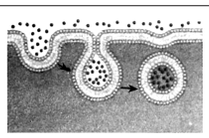
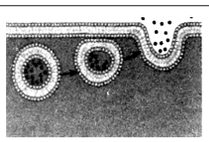
提示：细胞膜上受体的化学本质是蛋白质。体现了细胞膜进行细胞间信息交流的功能。

(3)结合上述材料内容分析如何预防胆固醇过高。

提示：形成健康的饮食习惯，减少胆固醇的摄入，适当进行体育锻炼，增强代谢能力。

【探究总结】

胞吞与胞吐的比较

项目	胞吞	胞吐
图示		
特点	物质通过囊泡转移，不需要载体，但消耗能量	
结构基础	依赖于细胞膜的流动性	

提醒：

(1)消耗能量的运输方式除主动运输外，不要漏掉胞吞、胞吐。

(2)小分子物质跨膜运输体现了膜的功能特点——选择透过性，也体现了细胞膜的结构特点——流动性；胞吞和胞吐体现了膜的结构特点——流动性。

(3)大分子物质胞吞、胞吐过程中穿过的生物膜层数为 0。

评价活动

1.下列关于胞吞和胞吐作用的叙述，错误的是（　　）

A.胞吞和胞吐作用过程中都能形成囊泡

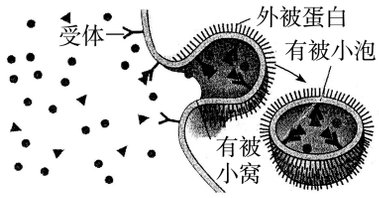
B.胞吞和胞吐作用都需要载体蛋白的协助

C.胞吞和胞吐作用都依赖于膜的流动性

D.胞吞和胞吐作用都需要消耗能量

B　**解析**：胞吞与胞吐作用过程中都会形成囊泡，A 正确；胞吞和胞吐作用不需要载体蛋白的协助，B 错误；胞吞和胞吐作用都依赖于膜的流动性，C 正确；胞吞和胞吐作用都需要消耗能量，D 正确。

2.由受体介导的胞吞是一种特殊类型的胞吞作用，主要用于摄取特殊的生物大分子。其过程如下图所示，下列有关叙述错误的是（　　）



A 该过程以膜的流动性为基础

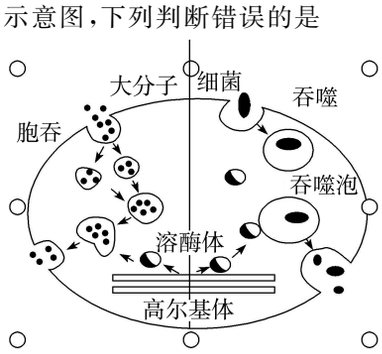
B.由受体介导的胞吞过程存在细胞识别并需要内部供能

C.Na^+、K^+等无机盐离子也可通过此方式运输

D.该过程不能体现细胞膜的选择透过性

C　**解析**：由题图可知受体介导的胞吞作用是生物大分子的运输过程，以膜的流动性为基础，存在细胞识别并需内部供能，但不能体现膜的选择透过性，A、B、D 正确。Na^+、K^+为小分子物质，不能通过此种方式运输，C 错误。

3.下图是细胞对大分子的胞吞(左)和对细菌的吞噬作用(右)示意图，下列判断错误的是（　　）



A.该图体现了生物膜具有流动性

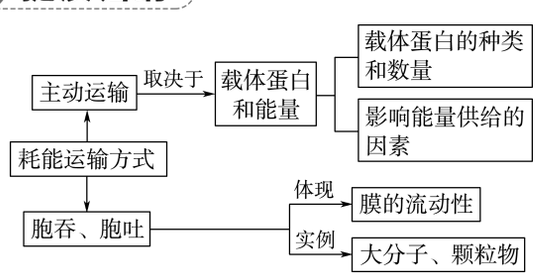
B.该图说明高尔基体与溶酶体的形成有关

C.该图说明不同生物膜在结构上具有一定的联系

D.该图说明胞吞和吞噬都是需要消耗能量的过程

D　**解析**：胞吞和吞噬，这两个过程通过具膜小泡的形成和具膜小泡与细胞膜的融合来实现，体现了生物膜具有流动性，A 正确；由题图可知溶酶体是高尔基体分离的囊泡结构，说明高尔基体与溶酶体的形成有关，B 正确；细胞膜向内凹陷形成囊泡，离开细胞膜回到细胞质中，细胞膜转化成了囊泡的膜，体现了细胞内生物膜在结构和功能上具有一定的联系，C 正确；该图不能说明胞吞和吞噬都是需要消耗能量的过程，D 错误。

提质归纳



课后素养评价（十四） 主动运输与胞吞、胞吐

建议用时：60分钟

A组 学习·理解

知识点1 主动运输

1.下列过程属于主动运输的是 （ ）

A.氧气进入红细胞

B.根细胞吸收无机盐离子

C.酒精进入胃黏膜细胞

D.消化腺细胞分泌消化酶

B **解析**：氧气进入红细胞的方式是自由扩散，A错误；根细胞通过主动运输的方式吸收无机盐离子，B正确；酒精通过自由扩散的方式进入胃黏膜细胞，C错误；消化腺细胞通过胞吐分泌消化酶，D错误。

2.用呼吸抑制剂处理人体红细胞，下列物质吸收量显著减少的一组是 （ ）

A.氨基酸、葡萄糖 B.氨基酸、K^+

C.O_2、H_2O D.甘油、脂肪酸

B **解析**：人体红细胞吸收葡萄糖的方式为协助扩散，不消耗呼吸提供的能量，A不符合题意；K^+和氨基酸进入人体红细胞的方式为主动运输，使用呼吸抑制剂后，二者的吸收量都会显著减少，B符合题意；人体红细胞吸收H_2O、O_2、甘油和脂肪酸的方式均为自由扩散，不消耗呼吸释放的能量，C、D不符合题意。

知识点2 胞吞与胞吐

3.下列关于胞吞和胞吐过程的叙述，错误的是 （ ）

A.在物质跨膜运输过程中，胞吞和胞吐过程是普遍存在的现象

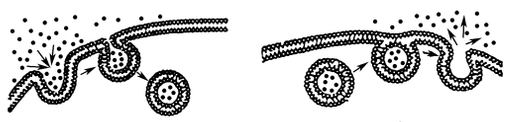
B.胞吞和胞吐过程均需要消耗细胞呼吸所释放的能量

C.胞吞和胞吐过程体现了细胞膜的流动性

D.胞吞和胞吐过程均不需要与膜上的蛋白质结合，但离不开膜上磷脂分子的流动

D **解析**：在物质跨膜运输过程中，大分子物质需要通过胞吞和胞吐运输，故胞吞和胞吐是普遍存在的现象，A正确；胞吞和胞吐过程依赖于细胞膜的运动、囊泡的移动等，均需要消耗细胞呼吸所释放的能量，B正确；胞吞和胞吐过程需要细胞膜内陷或者和囊泡融合，体现了细胞膜的流动性，C正确；在细胞胞吞过程中，被吞入细胞的物质需要与细胞膜上的受体蛋白或者糖蛋白结合，且离不开膜上磷脂双分子层的流动，D错误。

4.下图是物质跨膜运输的两种运输方式示意图，下列说法正确的是 （ ）



A.图示两种运输方式均依赖于细胞膜的流动性

B.图示两种运输方式需通道蛋白的协助

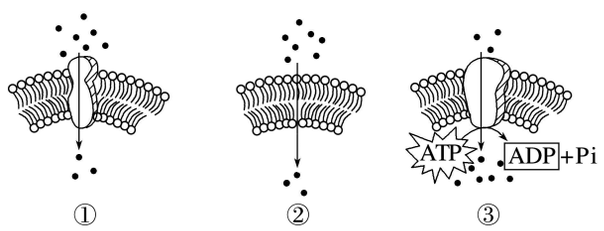
C.图示两种运输方式运输的都是小分子物质

D.图示两种运输方式与主动运输的区别在于是否消耗能量

A **解析**：分析题图可知，a为胞吞过程，b为胞吐过程，两种运输方式均依赖于细胞膜的流动性，都不需要通道蛋白的协助，A正确，B错误；胞吞和胞吐一般是大分子物质进出细胞的方式，某些小分子物质也可通过胞吞、胞吐的方式通过细胞膜，如神经递质，C错误；主动运输、胞吞和胞吐都需要消耗能量，D错误。

B组 应用·实践

5.下图是物质跨膜运输三种方式的示意图，据图分析，下列有关说法错误的是 （ ）



A.脂溶性物质易透过细胞膜，是因为组成细胞膜的主要成分有磷脂分子

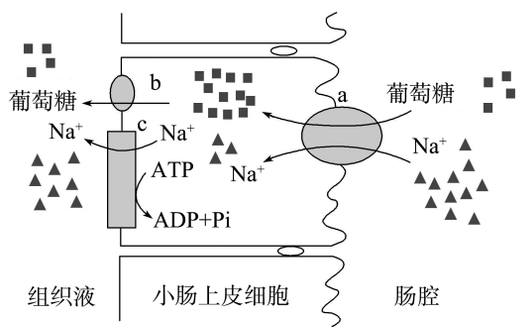
B.经研究某动物会将体内多余的盐分通过方式①排出体外，其运输方式为被动运输

C.葡萄糖是细胞内主要的能源物质，进入细胞只能通过方式③

D.对某动物的心肌细胞施加某种毒素后，其对 Ca^{2+} 的吸收明显减少，但不影响对 K^+ 和葡萄糖的吸收，原因可能是毒素抑制了心肌细胞膜上转运 Ca^{2+} 的载体蛋白的活性

C　**解析**：葡萄糖分子进入人体的成熟红细胞，是通过①协助扩散，葡萄糖分子进入小肠绒毛上皮细胞，可以是通过③主动运输，C 错误。

6. 主动运输的能量可来自 ATP 水解或电化学梯度（离子的浓度梯度），下图是与小肠上皮细胞有关的葡萄糖跨膜运输的示意图，其中 a、b、c 表示载体蛋白。下列叙述正确的是　（　）



A.载体蛋白 b 转运葡萄糖的过程中需要 ATP 水解供能

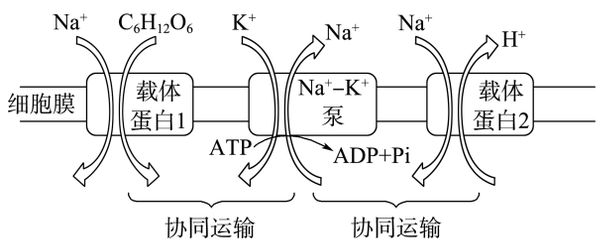
B.在载体蛋白 c 的协助下，细胞内外的 Na^+ 浓度趋于相同

C.肠腔中的 Na^+ 浓度降低，会影响小肠上皮细胞吸收葡萄糖

D.机体短暂的供氧不足，会影响葡萄糖由小肠上皮细胞进入组织液

C　**解析**：据题图分析可知，载体蛋白 b 转运葡萄糖的过程是从高浓度向低浓度运输的，所以不需要消耗能量，即不需要 ATP 水解供能，A 错误；在载体蛋白 c 的协助下，Na^+ 由低浓度向高浓度运输，导致细胞外的 Na^+ 浓度远高于细胞内的 Na^+ 浓度，B 错误；由题图可知，葡萄糖从肠腔进入小肠上皮细胞伴随着 Na^+ 从肠腔进入小肠上皮细胞，所以肠腔中的 Na^+ 浓度降低，会影响小肠上皮细胞吸收葡萄糖，C 正确；葡萄糖由小肠上皮细胞进入组织液，是协助扩散，需要载体，不需要消耗能量，所以机体短暂的供氧不足，不会影响葡萄糖由小肠上皮细胞进入组织液，D 错误。

7. Na^+-K^+ 泵是普遍存在于动物细胞表面的一种载体蛋白，如下图所示，它能使 ATP 水解并释放能量，还能将 Na^+ 排出细胞外，同时将 K^+ 运进细胞内，维持细胞内外 Na^+ 和 K^+ 的浓度差。载体蛋白 1 和载体蛋白 2 依赖细胞膜两侧的 Na^+ 浓度差完成相应物质的运输。下列叙述错误的是　（　）



A.图中所示过程说明细胞膜具有选择透过性

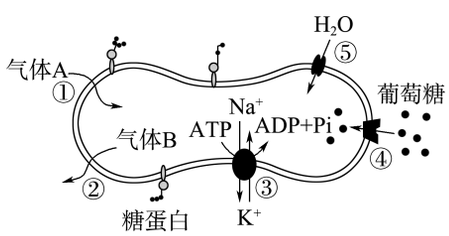
B.图中细胞对 $C_6H_{12}O_6$ 和 K^+ 的吸收方式属于主动运输

C.载体蛋白 2 可能与细胞内 pH 的调节有关

D.图中各种载体蛋白参与构成细胞膜的基本支架

D　**解析**：题图中所示过程说明细胞膜具有选择透过性，A 正确；K^+ 运进细胞内需要载体蛋白和消耗能量，吸收 $C_6H_{12}O_6$ 利用的是 Na^+ 通过载体蛋白 1 顺浓度梯度运输产生的势能，故题图中细胞对 $C_6H_{12}O_6$ 和 K^+ 的吸收方式属于主动运输，B 正确；载体蛋白 2 运输 H^+，可能与细胞内 pH 的调节有关，C 正确；细胞膜的基本支架是磷脂双分子层，D 错误。

8. 人体成熟红细胞能够运输 O_2 和 CO_2，其部分结构和功能如图，①～⑤表示相关过程。下列叙述错误的是　（　）



A.血液流经肌肉组织时，气体 A 和 B 分别是 O_2 和 CO_2

B.①和②是自由扩散，④和⑤是协助扩散

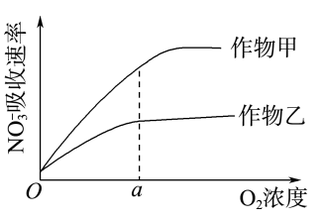
C.成熟红细胞表面的糖蛋白处于不断流动中

D.成熟红细胞无线粒体、核糖体等结构

A　**解析**：根据题意可知，成熟红细胞能运输 O_2 和

CO_2，肌肉细胞进行有氧呼吸时，消耗 O_2，产生 CO_2，可以判断血液流经肌肉组织时，气体 A 和 B 分别是 CO_2 和 O_2，A 错误；①和②表示气体进出红细胞，一般气体等小分子进出细胞的方式为自由扩散，④是载体蛋白运输葡萄糖进入成熟红细胞，顺浓度梯度，不需要消耗能量，为协助扩散，⑤是 H_2O 通过水通道蛋白进入成熟红细胞，属于协助扩散，B 正确；成熟红细胞糖蛋白存在于细胞膜的外表面，由于细胞膜具有流动性，所以其表面的糖蛋白处于不断流动中，C 正确；成熟红细胞无线粒体、核糖体等结构，D 正确。

9.（2022·全国乙卷）农业生产中，农作物生长所需的氮素可以 NO_3^- 的形式由根系从土壤中吸收。一定时间内作物甲和作物乙的根细胞吸收 NO_3^- 的速率与 O_2 浓度的关系如图所示。回答下列问题：



（1）由图可判断 NO_3^- 进入根细胞的运输方式是主动运输，判断的依据是_____。

（2）O_2 浓度大于 a 时作物乙吸收 NO_3^- 的速率不再增加，推测其原因是_____。

（3）作物甲和作物乙各自在 NO_3^- 最大吸收速率时，作物甲根细胞的呼吸速率大于作物乙，判断的依据是_____。

（4）据图可知，在农业生产中，为促进农作物根对 NO_3^- 的吸收利用，可以采取的措施是_____（答出 1 点即可）。

解析：（1）由题图可知，作物甲和作物乙的根细胞吸收 NO_3^- 的速率与 O_2 浓度有关，说明 NO_3^- 运输过程中需要消耗能量，据此判断，NO_3^- 进入根细胞的运输方式为主动运输。（2）根细胞吸收 NO_3^- 的运输方式为主动运输，需要载体蛋白的协助，并且需要消耗能量，可知当 O_2 浓度大于 a 时，作物乙吸收 NO_3^- 的速率不再增加，其原因可能是载体蛋白的数量有限。（3）作物甲和作物乙各自在 NO_3^- 最大吸收速率时，作物甲对应的 O_2 浓度及 NO_3^- 最大吸收速率大于作物乙，因此可推测出作物甲根细胞的呼吸速率大于作物乙。（4）农作物根细胞对 NO_3^- 的吸收方式为主动运输，农田适时松土有利于根系的有氧呼吸，根系的有氧呼吸增强有利于主动运输所需能量的供应。

答案：（1）NO_3^- 进入根细胞的速率与 O_2 浓度有关　（2）（作物乙根细胞的）细胞膜上运输 NO_3^- 的载体蛋白的数量有限　（3）作物甲在 NO_3^- 最大吸收速率时，对应的 O_2 浓度及 NO_3^- 吸收速率均大于作物乙　（4）中耕松土（或促进根系进行有氧呼吸等）

★★★

迁·移·应·用

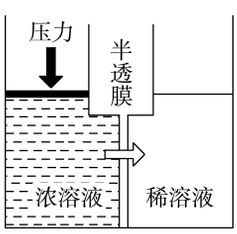
学习目标

1.运用细胞中物质的跨膜运输原理，理解水分子进出细胞的方式以及水的净化、透析等实例。
2.分析被动运输的特点和影响因素，提高理解能力和模型建构能力。
3.分析主动运输的特点和影响因素，提高模型建构和分析能力。

活动一　运用渗透作用原理，理解水分子进出细胞的方式以及水的净化、透析等实例

任务探究

渗透作用的原理在现代社会的生活中已得到广泛的应用，如利用反渗透技术进行海水的淡化和纯净水的生产。右图是利用反渗透技术进行海水淡化的示意图。



探究思考

1.据图分析下列问题：

(1)若左侧不施加压力，左侧液面的升降变化是上升。

(2)若左侧不施加压力，当半透膜两侧液面不再变化时，水分子向左扩散的速率 a 与向右扩散的速率 b 之间的大小关系是 $a=b$。

(3)若左侧不施加压力，当半透膜两侧液面不再变化时，左侧溶液的浓度 A 和右侧溶液的浓度 B 的大小关系是 $A>B$。

2.水分子进出细胞遵循渗透作用原理。植物成熟细胞在一定浓度的蔗糖溶液中发生质壁分离即是渗透作用在细胞水平的体现。发生质壁分离的洋葱表皮细胞的原生质层与细胞壁之间是何物质？

提示：因为细胞壁是全透性的，所以发生质壁分离的洋葱表皮细胞的原生质层与细胞壁之间是蔗糖溶液。

3.将新鲜的大蒜鳞茎蒜瓣放在蔗糖与食醋配制成的糖醋汁中，开始时蒜瓣出现萎缩，糖醋汁液面上升。2天后，品尝蒜瓣有酸甜的味道，说明糖醋腌制的大蒜细胞内既有蔗糖分子又有乙酸分子。请你应用所学的知识来分析产生这一现象的原因。

提示：糖醋汁液面上升的原因是大蒜细胞在糖醋汁中失水，发生质壁分离；2天后，大蒜细胞因过度失水而死亡，细胞膜失去选择透过性，乙酸分子和蔗糖分子可以扩散进入大蒜细胞，从而使蒜瓣具有酸甜味道。

学习总结

有关渗透作用的三个误区

(1)半透膜两侧的水分子进行的是双向运动，而不是单向运动，观测到的现象是由水分子双向运动的差别导致的液面改变。

(2)当液面高度不再变化时，半透膜两侧仍有水分子进出，且进出速率相同。但两侧溶液的浓度并不一定相同，两侧的液面高度也不一定相同。

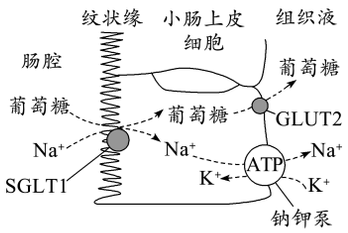
(3)水分子通过半透膜由低浓度溶液向高浓度溶液扩散。此处的浓度是指物质的量浓度，是单位体积中微粒的多少，不是质量分数。

活动二　比较自由扩散、协助扩散、主动运输条件、特点的不同，判断物质进出细胞的方式

任务探究

协同运输是一类靠间接提供能量完成的主动运输，该方式中物质跨膜运输所需要的能量来自膜两侧离子的电化学浓度梯度。葡萄糖转运体是一类镶嵌在细胞膜上转运葡萄糖的载体蛋白，广泛存在于体内各种组织细胞中。它分为两类：一类是钠依赖的葡萄糖转运体(SGLT)，逆浓度梯度转运葡萄糖；另一类是非钠依赖的葡萄糖转运体(GLUT)，顺浓度梯度转运葡萄糖，其转运过程不消耗能量。SGLT和GLUT

均有多种类型，其中 SGLT1 主要存在于小肠上皮细胞的纹状缘，吸收肠腔中葡萄糖的同时伴有 Na^+ 的转运，具体过程如图所示。



注：ATP可为主动运输提供能量。

探究思考

1.小肠上皮细胞细胞膜上的 SGLT1 逆浓度梯度转运葡萄糖时没有直接消耗 ATP，其转运葡萄糖时需要的动力来自细胞内外 Na^+ 的浓度差。非钠依赖的葡萄糖转运体（GLUT）顺浓度梯度转运葡萄糖的运输方式是协助扩散。

2.结合材料，同一种物质进出不同细胞的方式相同吗？

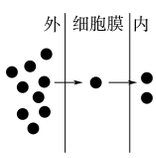
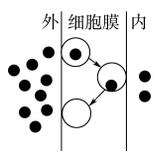
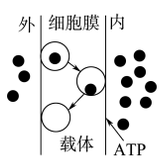
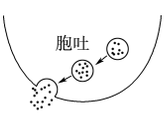
提示：不一定相同。

3.结合协助扩散和主动运输的特点分析，细胞膜上的载体蛋白有何特点？

提示：具有特异性：不同物质的载体蛋白不同，不同细胞膜上载体蛋白的种类和数量也不同；具有饱和性：当细胞膜上的载体蛋白达到饱和时，细胞吸收该物质的速率不再随物质浓度的增大或能量的增多而增大。

学习总结

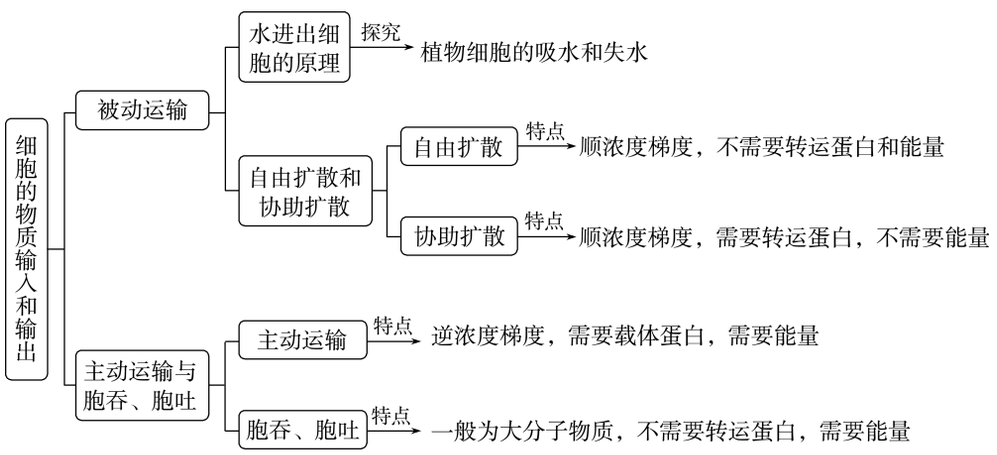
物质出入细胞方式的比较

运输方式		运输方向	是否需要转运蛋白	是否消耗能量	图示	举例
被动运输	自由扩散	顺浓度梯度	不需要	不消耗		小部分水、氧气、二氧化碳、甘油、乙醇等出入细胞
	协助扩散	顺浓度梯度	需要	不消耗		人的成熟红细胞吸收葡萄糖，肾小管细胞吸收水
主动运输		逆浓度梯度	需要	消耗		小肠上皮细胞吸收氨基酸等
胞吞		细胞外↓细胞内	不需要	消耗		变形虫摄取食物
胞吐		细胞内↓细胞外	不需要	消耗		分泌蛋白的分泌

★★★

重·构·拓·展

多维体系构建



学科视野拓展

植物的抗逆性

对植物自身生长和生存不利的各种环境因素称为逆境或胁迫。植物在长期的系统发育中逐渐形成的对外界不良环境的适应、抵抗和忍耐能力称为抗逆性。植物可以通过调整生命周期、改变形态和生理特征等方式，提高对各种逆境的抵抗能力。植物抗逆性大致可分为三种形式：避逆性、御逆性、耐逆性。

避逆性体现在植物通过调整生长发育周期，在时间上不与逆境相遇，避开逆境的干扰。例如，当有水时，有些沙漠植物会迅速发芽，在短时间内完成发芽、生长、发育到开花结实的生命全过程。

御逆性体现在植物通过特定的形态结构抵抗胁迫因子的影响，使其在逆境下仍能进行基本正常的生理活动。当逆境出现时，胁迫因子并未进入组织，植物体内不发生与环境变化相应的变化。例如，耐旱植物通过根系发达、叶片小、角质层厚、蒸腾低、输导组织发达等形态特征来抵御干旱。

耐逆性是指植物受到环境胁迫时，通过代谢反应来阻止、降低或修复由逆境造成的损伤，使其仍保持正常的生理活动。此时，胁迫已经进入植物体内，植物以形成胁迫蛋白、增加渗透调节物质和脱落酸含量等方式，提高细胞对各种胁迫的抵抗能力。以渗透调节为例，在干旱、高温、低温或盐渍等环境下，细胞会被动失去一些水分，结合水的含量相对提高，结合水不易结冰和蒸腾，有利于植物对抗逆境。此外，逆境还会诱导参与渗透调节的基因的表达，形成一些渗透调节物质，提高细胞内溶质浓度，降低水势，保持与环境的渗透平衡，使植物能继续从外界吸水，保持正常生长。渗透调节物质主要有糖、有机酸和离子（特别是 K^+），其中脯氨酸是最有效的渗透调节物质，在任何逆境下，植物都会积累脯氨酸，尤其在干旱时，可比原始含量增加几十倍到几百倍。

◇**思考**

结合所学，尝试提出改良盐碱地的方法和措施，并说明其蕴含的生物学原理。

单元测试卷（三）

（考查范围：第4章　时间：75分钟　分值：100分）

一、选择题：本题共15小题，每小题3分，共45分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 水通道蛋白作为转运水分子的通道蛋白，在各系统细胞膜上均有表达，可以介导水分子在细胞内外转运，使细胞内外环境稳态得以平衡。下列有关叙述错误的是（　　）

A. 人体内含量最多的化合物是水，且绝大部分的水呈游离状态，可自由流动

B. 人体内水分子可以从渗透压低的一侧向高的一侧转运，从而达到渗透平衡

C. 人参二醇皂苷能减轻肺水肿，其机制可能是提高肺部细胞水通道蛋白表达量

D. 水通道蛋白在介导水的跨膜运输时不与水结合，故其构象无须发生改变

D　**解析**：人体内含量最多的化合物是水，且绝大部分的水呈游离状态，属于自由水，可自由流动，A正确；决定水分渗透方向的是半透膜两侧溶液的浓度，即水分是从浓度低的一侧向浓度高的一侧渗透，代谢时水分子从渗透压低的一侧向高的一侧转运，最终达到渗透平衡，B正确；分析题意可知，水通道蛋白作为转运水分子的蛋白通道，是机体水液代谢的重要环节，人参二醇皂苷能减轻肺水肿，其机制可能是提高肺部细胞水通道蛋白的表达量，使水分子的运输加快，C正确；通道蛋白只容许与自身通道的直径和形状相适配、大小和电荷相适宜的分子或离子通过，不与被转运物质结合，但存在通道蛋白构象的变化，D错误。

2. 反渗透技术通过施加适当强度的外界压力，使溶剂逆着自然渗透的方向从半透膜一侧向另一侧作反向渗透。下列关于利用反渗透技术实现海水淡化的说法，错误的是（　　）

A. 渗透作用发生的必备条件是有半透膜和膜两侧有浓度差

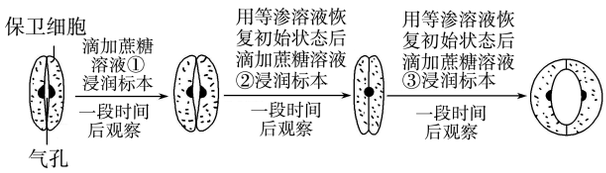
B. 半透膜通过孔径大小阻止离子、无机盐等通过

C. 海水淡化过程中，高压泵应该安装在淡水侧

D. 海水淡化过程中，更多水分子从高浓度溶液向低浓度溶液移动

C　**解析**：渗透作用发生的必备条件是有半透膜和膜两侧溶液有浓度差，二者缺一不可，A正确；海水淡化过程中采用反渗透技术，半透膜只允许水通过，其他离子、无机盐等大分子物质不能通过，B正确；海水淡化过程中，高压泵应该安装在海水侧，C错误；反渗透技术通过对半透膜一侧的海水施加压力，让水分子可以通过半透膜，故淡化海水时，水分子从高浓度溶液移向低浓度溶液，D正确。

3. 保卫细胞吸水膨胀使植物气孔张开。适宜条件下，制作紫鸭跖草叶片下表皮临时装片，观察蔗糖溶液对气孔开闭的影响，下图为操作及观察结果示意图。下列叙述错误的是（　　）



A. 比较保卫细胞细胞液浓度，③处理后＞①处理后

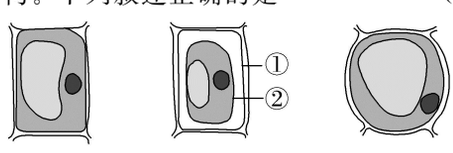
B. 质壁分离现象最可能出现在滴加②后的观察视野中

C. 滴加③后有较多水分子进入保卫细胞

D. 推测3种蔗糖溶液浓度高低为②＞①＞③

A　**解析**：据题图可知，滴加蔗糖溶液①，保卫细胞气孔张开程度几乎与初始状态相差不大，推测蔗糖溶液①的浓度近似等于保卫细胞细胞液浓度，滴加蔗糖溶液③，保卫细胞气孔张开比初始状态更大，推测蔗糖溶液③的浓度低于保卫细胞的细胞液浓度，滴加蔗糖溶液③后有较多的水分子进入保卫细胞，故蔗糖溶液③处理后的保卫细胞细胞液浓度＜蔗糖溶液①处理后的保卫细胞细胞液浓度，A错误，C正确；滴加蔗糖溶液②，保卫细胞气孔关闭，推测蔗糖溶液②的浓度高于保卫细胞细胞液浓度，故质壁分离最可能出现在滴加蔗糖溶液②后的观察视野中，B正确；由以上分析可知，3种蔗糖溶液浓度高低为②＞①＞③，D正确。

4. 在观察某植物细胞的质壁分离及质壁分离复原实验中，依次观察到的结果示意图如下，其中①②指细胞结构。下列叙述正确的是（　　）



A. 甲状态时不存在水分子跨膜运输进出细胞的现象

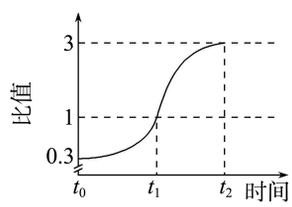
B. 甲→乙变化的原因之一是结构①的伸缩性比结构②的伸缩性大

C.乙→丙的变化是由外界溶液浓度小于细胞液浓度所致

D.细胞发生渗透作用至丙状态，一段时间后该细胞会破裂

C　**解析**：甲状态时，水分子仍然通过跨膜运输进出细胞，A错误；甲→乙变化表明细胞正在发生质壁分离，其内在的原因是结构①所示的细胞壁的伸缩性比结构②所示的原生质层的伸缩性小，B错误；乙→丙变化表示细胞在发生质壁分离复原，其变化的原因是外界溶液浓度小于细胞液浓度，细胞吸水，C正确；细胞发生渗透作用至丙状态，因细胞壁的支持和保护作用，一段时间后该细胞不会破裂，D错误。

5.在适宜温度条件下，将紫色洋葱鳞片叶外表皮置于一定浓度的蔗糖溶液中，细胞液浓度与蔗糖溶液浓度的比值随时间的变化曲线如图所示。下列叙述错误的是（　　）



A.t_0～t_1的过程中，蔗糖溶液浓度逐渐减小

B.在t_1时，细胞可能处于质壁分离状态

C.在t_2时，细胞液的吸水力达到最大

D.降低实验温度，比值为3时对应的t_2应左移

D　**解析**：在t_1之前，比值小于1，说明外界溶液（蔗糖）浓度大，细胞失水，发生质壁分离，蔗糖溶液浓度逐渐减小，且细胞在t_1时仍处于质壁分离状态，A、B正确；t_1～t_2时间段，细胞液浓度大于蔗糖溶液，细胞吸水，t_2时比值最大，吸水力达到最大，C正确；若降低温度，分子运动的能力减弱，则t_1～t_2时间段会变长，t_2应右移，D错误。

6.（2023·全国甲卷）物质输入和输出细胞都需要经过细胞膜。下列有关人体内物质跨膜运输的叙述，正确的是（　　）

A.乙醇是有机物，不能通过自由扩散方式跨膜进入细胞

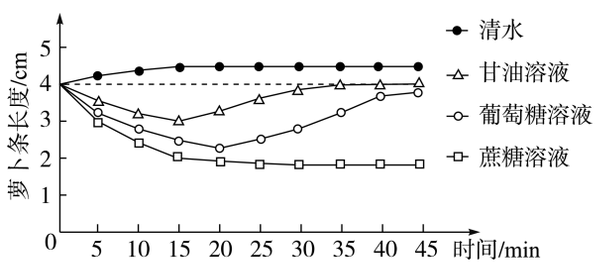
B.血浆中的K^+进入红细胞时需要载体蛋白并消耗ATP

C.抗体在浆细胞内合成时消耗能量，其分泌过程不耗能

D.葡萄糖可通过主动运输但不能通过协助扩散进入细胞

B　**解析**：乙醇是有机物，与细胞膜中磷脂相似相溶，可以通过自由扩散方式进入细胞，A错误；血浆中K^+含量低，红细胞内K^+含量高，血浆中的K^+进入红细胞为逆浓度梯度运输，是主动运输，需要消耗能量并需要载体蛋白协助，B正确；抗体的合成和分泌过程，均需要消耗能量，C错误；葡萄糖进入小肠上皮细胞为主动运输，进入哺乳动物成熟的红细胞为协助扩散，D错误。

7.将若干生理状况基本相同，长度为3 cm的鲜萝卜条分为四组，分别置于三种浓度相同的溶液（实验组）和清水（对照组）中，测量每组萝卜条的平均长度，结果如下图。据图分析，下列叙述错误的是（　　）



A.对照组中萝卜条长度增加较少的原因是细胞壁的伸缩性较小

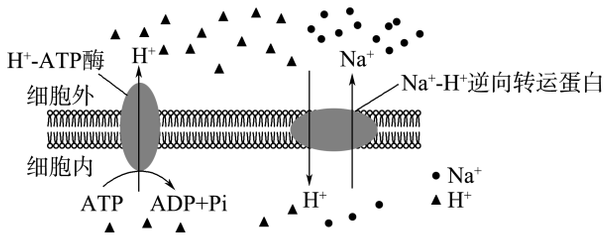
B.蔗糖溶液中的萝卜条不能恢复原长度是因为细胞不吸收蔗糖

C.实验说明萝卜细胞膜上运载甘油的载体比运载葡萄糖的载体数量多

D.实验结束后，实验组中的萝卜条的细胞液浓度都比实验前大

C　**解析**：对照组中细胞吸水，但由于细胞壁的伸缩性相对较小，所以细胞体积增大较小，即对照组中萝卜条长度增加较少，A正确；细胞发生质壁分离时，当溶质分子不能被细胞吸收时（如蔗糖），细胞不能发生质壁分离的自动复原，而当溶质分子能够被吸收时（不论是主动吸收如KNO_3还是被动吸收如甘油），细胞能发生质壁分离的自动复原，B正确；甘油为脂溶性小分子，进入细胞为自由扩散，所以细胞膜上没有运输甘油的载体蛋白，C错误；蔗糖使组织细胞失去水分，所以细胞液浓度变大，甘油组和葡萄糖组由于都吸收了溶质进入细胞，所以细胞液浓度也变大了，D正确。

8.维持细胞的Na^+平衡是植物的耐盐机制之一。盐胁迫下，植物细胞膜（或液泡膜）上的H^+-ATP酶（质子泵）和Na^+-H^+逆向转运蛋白可将Na^+从细胞质基质中转运到细胞外（或液泡中），以维持细胞质基质中的低Na^+水平（见下图）。下列叙述错误的是（　　）



A.细胞膜上的 H^+-ATP 酶磷酸化时伴随着空间构象的改变

B.细胞膜两侧的 H^+ 浓度梯度可以驱动 Na^+ 转运到细胞外

C.H^+-ATP 酶抑制剂会干扰 H^+ 的转运，但不影响 Na^+ 转运

D.盐胁迫下 Na^+-H^+ 逆向转运蛋白的基因表达水平可能提高

C　**解析**：细胞膜上的 H^+-ATP 酶介导 H^+ 向细胞外转运时为主动运输，需要载体蛋白的协助，载体蛋白需与运输分子结合，引起载体蛋白空间结构改变，A 正确；H^+ 顺浓度梯度进入细胞所释放的势能是驱动 Na^+ 转运到细胞外的直接动力，B 正确；H^+-ATP 酶抑制剂干扰 H^+ 的转运，进而影响膜两侧 H^+ 浓度，对 Na^+ 的运输同样起到抑制作用，C 错误；盐胁迫下，会有更多的 Na^+ 进入细胞，为适应高盐环境，植物可能会通过增加 Na^+-H^+ 逆向转运蛋白的基因表达水平，以增加 Na^+-H^+ 逆向转运蛋白的数量，将更多的 Na^+ 运出细胞，D 正确。

9.为探究细胞吸收葡萄糖的条件，将兔的成熟红细胞和肌肉细胞分别置于含有 5.0%葡萄糖的培养液中进行实验，一段时间后测定培养液中葡萄糖的含量，结果如下表。

组别	培养条件	肌肉细胞	成熟红细胞
甲	加入葡萄糖载体抑制剂	5.0%	5.0%
乙	加入呼吸抑制剂	4.7%	3.5%
丙	不做任何处理	2.5%	3.5%

以下分析正确的是　（　）

A.该实验的对照组为甲组，因变量为培养液中葡萄糖的含量

B.甲组与丙组比较，可知肌肉细胞和成熟红细胞吸收葡萄糖均需要通道蛋白

C.乙组与丙组比较，可知肌肉细胞和成熟红细胞吸收葡萄糖均需要能量

D.实验结果说明肌肉细胞吸收葡萄糖的方式既有主动运输，也有协助扩散

D　**解析**：由于甲组加入葡萄糖载体抑制剂，乙组加入呼吸抑制剂，而丙组不加入葡萄糖载体抑制剂和呼吸抑制剂，所以该实验中，甲组和乙组为实验组，丙组为对照组，实验的自变量为是否添加抑制剂和细胞种类，A 错误；甲组与丙组比较，自变量为是否加入葡萄糖载体抑制剂，结果显示甲组成熟红细胞和肌肉细胞培养液中葡萄糖含量不变，丙组成熟红细胞和肌肉细胞培养液中葡萄糖的含量均减少，说明肌肉细胞和成熟红细胞吸收葡萄糖均需要蛋白质协助，但不确定是否为通道蛋白，B 错误；乙组与丙组比较，自变量为是否加入呼吸抑制剂，结果显示乙组肌肉细胞培养液中葡萄糖含量高于丙组，成熟红细胞培养液中葡萄糖含量两组相等，可知肌肉细胞吸收葡萄糖需要能量，成熟红细胞吸收葡萄糖不需要消耗能量，C 错误；由分析可知，肌肉细胞吸收葡萄糖的方式主要是主动运输，也有协助扩散，D 正确。

10.肌肉细胞内质网膜上 90%的膜蛋白是 Ca^{2+} 泵，能将 Ca^{2+} 泵入内质网中，使细胞质基质中的 Ca^{2+} 维持低浓度；而当肌肉细胞兴奋时，内质网膜上的 Ca^{2+} 通道迅速开启，Ca^{2+} 释放到细胞质基质，与肌钙蛋白结合使其结构发生改变，并进一步引发肌肉收缩。下列叙述错误的是　（　）

A.Ca^{2+} 泵是一种能以主动运输方式转运 Ca^{2+} 的载体蛋白

B.Ca^{2+} 释放到细胞质基质中时不与 Ca^{2+} 通道蛋白相结合

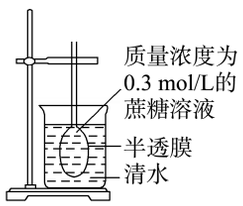
C.肌钙蛋白在 ATP 水解释放的能量驱动下发生结构改变

D.Ca^{2+} 泵、Ca^{2+} 通道运输 Ca^{2+} 的方向相反，维持细胞内 Ca^{2+} 浓度相对稳定

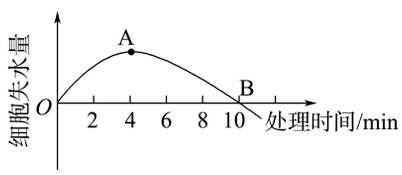
C　**解析**：根据题意可知，Ca^{2+} 泵将 Ca^{2+} 泵入内质网中，以维持细胞质基质中低浓度的 Ca^{2+}，说明钙泵参与运输 Ca^{2+} 的过程是从低浓度运输到高浓度，钙泵是载体蛋白，此过程属于主动运输，A 正确；当肌肉细胞兴奋时，内质网膜上的 Ca^{2+} 通道迅速开启，Ca^{2+} 释放到细胞质基质，分子或离子通过通道蛋白时，不需要与通道蛋白结合，B 正确；根据题意可知，肌肉细胞兴奋时，内质网膜上的 Ca^{2+} 通道迅速开启，Ca^{2+} 释放到细胞质基质，是从高浓度运输到低浓度，属于协助扩散，与肌钙蛋白结合使其结构发生改变，该过程不消耗 ATP，C 错误；Ca^{2+} 通过 Ca^{2+} 泵运入内质网中，通过 Ca^{2+} 通道运出内质网，所以 Ca^{2+} 泵、Ca^{2+} 通道运输 Ca^{2+} 方向相反，共同调节细胞质基质中 Ca^{2+} 浓度相对稳定，D 正确。

11.图甲表示一个渗透作用装置，将半透膜袋缚于玻璃管下端，半透膜袋内部装有 60 mL 浓度为

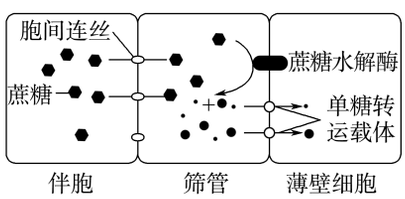
0.3 mol/L 的蔗糖溶液；图乙表示放置在某溶液中的植物细胞失水量的变化情况；图丙表示植物光合作用同化物蔗糖在不同细胞间运输、转化的过程。下列叙述错误的是　　（　　）



甲



乙



丙

A.图甲中，若将 0.3 mol/L 的蔗糖溶液换为 0.3 mol/L的淀粉溶液，玻璃管内的液面高度会降低

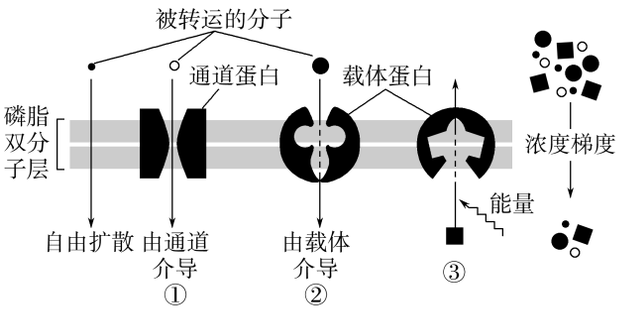
B.图乙中植物细胞发生了质壁分离的自动复原

C.图乙中从 O 点到 B 点的过程一直有水分子进入细胞

D.图丙中，蔗糖的水解有利于蔗糖顺浓度梯度运输

A　**解析**：题图甲中，若将 0.3 mol/L 的蔗糖溶液换为 0.3 mol/L 的淀粉溶液，半透膜袋内部的分子数没有变化，因此玻璃管内的液面高度不会降低，A 错误；由题图乙可知，植物细胞在溶液中的 10 min内处于质壁分离状态，但从 A 点细胞的失水量开始减少，说明此时细胞已经开始吸水，到 B 点时，细胞已经处于复原的状态，B 正确；植物细胞通过渗透作用吸水或失水的过程中，水分子进出细胞是双向的，一直存在的，故题图乙中从 O 点到 B 点均有水进入细胞的过程，C 正确；题图丙中，蔗糖要运进薄壁细胞需要将蔗糖水解为单糖并通过转运载体才能运输，且蔗糖为二糖，水解后成为两分子单糖，浓度增大，故蔗糖的水解有利于蔗糖顺浓度梯度运输，D 正确。

12. 下图表示几种常见的物质进出细胞的方式，下列说法错误的是　　（　　）



A.同种生物不同细胞的细胞膜上转运蛋白的种类和数量不同

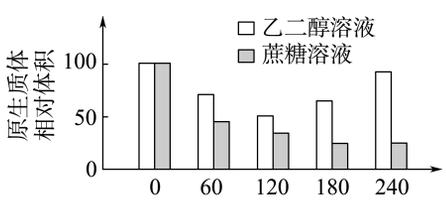
B.①和②均属于被动运输，需要相应的蛋白质进行协助

C.③属于主动运输，能够逆着浓度梯度转运物质且消耗能量

D.胰岛素是大分子蛋白质，以③方式运出组织细胞发挥作用

D　**解析**：胰岛素是大分子蛋白质，以胞吐的形式运出组织细胞发挥作用，D 错误。

13. 用 2 mol/L 的乙二醇溶液和 2 mol/L 的蔗糖溶液分别浸泡某种成熟的叶肉细胞，观察其质壁分离现象，得到其原生质体体积的变化情况如图所示。下列分析错误的是　　（　　）



A.60 s 时，乙二醇溶液中的叶肉细胞失水量小于蔗糖溶液中的叶肉细胞

B.120 s 时，蔗糖溶液中的叶肉细胞的细胞液浓度小于外界溶液浓度

C.180 s 时，乙二醇溶液浓度与叶肉细胞细胞液浓度大小相同

D.240 s 时，将蔗糖溶液中的叶肉细胞置于清水中不一定会发生复原现象

C　**解析**：原生质体相对体积减小是因为外界溶液浓度大于叶肉细胞的细胞液浓度，导致细胞失水，60 s 时，乙二醇溶液中的叶肉细胞的原生质体相对体积大于蔗糖溶液中的，因为最开始两种溶液中叶肉细胞的原生质体相对体积相同，可以判断乙二醇溶液中的叶肉细胞失水量小于蔗糖溶液中的叶肉细胞，A 正确；120 s 时，蔗糖溶液的叶肉细胞正在发生质壁分离，因此叶肉细胞的细胞液浓度小于蔗糖溶液浓度，B 正确；180 s 时，乙二醇溶液中的原生质体相对体积逐渐增大，说明此时叶

肉细胞的细胞液浓度大于乙二醇溶液浓度，细胞吸水，原生质体相对体积增大，C 错误；240 s 时细胞发生质壁分离太长时间，细胞失水过多可能会导致细胞死亡，再放入清水中不一定会发生复原现象，D 正确。

14. 液泡是植物细胞中储存 Ca^{2+} 的主要细胞器，液泡膜上的 H^+ 焦磷酸酶可利用水解无机焦磷酸释放的能量将 H^+ 由液泡外跨膜运输到液泡中，建立液泡膜两侧的 H^+ 浓度梯度。该浓度梯度驱动 H^+ 通过液泡膜上的载体蛋白 CAX 完成跨膜运输，从而使 Ca^{2+} 以与 H^+ 相反的方向同时通过 CAX 进入液泡并储存。下列叙述正确的是（　　）

A. H^+ 焦磷酸酶和载体蛋白 CAX 在转运时均需要改变自身构象

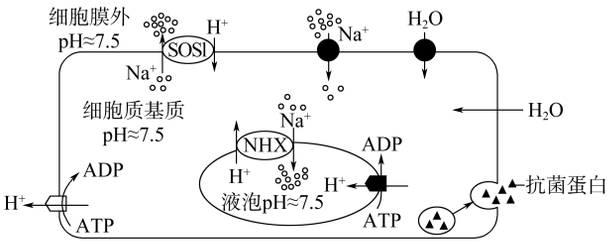
B. Ca^{2+} 通过 CAX 的运输与 H^+ 进入液泡所消耗的能量类型相同

C. 载体蛋白 CAX 不具有特异性，既能运输 H^+ 也能运输 Ca^{2+}

D. H^+ 从液泡转运到细胞质基质的跨膜运输方式属于主动运输

A　**解析**：H^+ 焦磷酸酶参与 H^+ 运输需要消耗能量，属于主动运输，则 H^+ 焦磷酸酶在参与物质运输时，起到载体蛋白的作用，H^+ 焦磷酸酶和载体蛋白 CAX 都属于载体蛋白，载体蛋白只容许与自身结合部位相适应的分子或离子通过，而且每次转运时都会发生自身构象的改变，A 正确；H^+ 从细胞质基质转运到液泡的跨膜运输方式需要水解无机焦磷酸释放的能量来提供，而 Ca^{2+} 通过 CAX 的运输所消耗的能量由 H^+ 顺浓度梯度产生的势能提供，二者所消耗的能量类型不同，B 错误；载体蛋白 CAX 能运输 Ca^{2+} 和 H^+，但两者与载体蛋白 CAX 结合的部位不同，且载体蛋白 CAX 并非能运输所有物质，因此载体蛋白 CAX 具有特异性，C 错误；H^+ 通过 H^+ 焦磷酸酶进入液泡需要消耗能量，属于主动运输，主动运输为逆浓度运输，则 H^+ 浓度大小关系为液泡内大于细胞质基质，因此 H^+ 从液泡转运到细胞质基质属于顺浓度梯度运输，过程中需要 CAX 协助，因此 H^+ 从液泡转运到细胞质基质的跨膜运输方式属于协助扩散，D 错误。

15. 海水稻是我国特有的珍稀野生稻资源，海水稻具备更为优良的耐盐碱性。但是当盐碱地中含过量的钠盐，如 NaCl、$NaHCO_3$、Na_2CO_3 时，会对海水稻的生存造成威胁，此时海水稻可调节相关物质运输从而在一定程度上抵抗逆境。下图为与海水稻抗逆性相关的生理过程示意图，下列说法正确的是（　　）



注：SOS1和NHX为膜上两种蛋白质。

A. H^+ 以协助扩散的方式从细胞质基质运入液泡或运出细胞

B. 由图可知，Na^+ 进入细胞和进入液泡的运输方式分别是主动运输、协助扩散

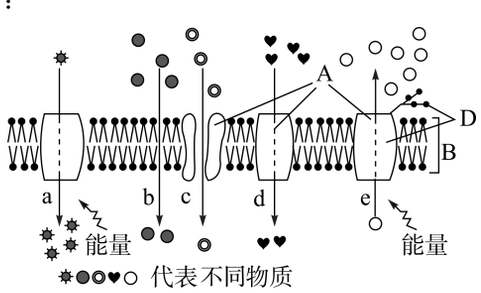
C. 海水稻根尖成熟区细胞的细胞液浓度应该比普通水稻低

D. 膜两侧的 H^+ 浓度差影响着 SOS1 和 NHX 这两种膜蛋白对 Na^+ 的主动转运，关系着海水稻对 Na^+ 毒害的抗性强弱

D　**解析**：海水稻细胞将 H^+ 从细胞质基质运入液泡或运出细胞时需要转运蛋白，且需要消耗 ATP，所以运输方式为主动运输，A 错误；题图中显示 Na^+ 进入细胞是借助转运蛋白顺浓度梯度进行的，不需要消耗能量，为协助扩散；其进入液泡是逆浓度梯度进行的，此时消耗的是 H^+ 的梯度势能，运输方式是主动运输，B 错误；海水稻具备更为优良的耐盐碱性，据此推测，海水稻根尖成熟区细胞的细胞液浓度应该比普通水稻高，C 错误；题图中显示，SOS1 和 NHX 这两种膜蛋白对 Na^+ 的运输是逆浓度梯度进行，可判断运输方式为是主动运输，且不直接消耗 ATP，而是依靠膜两侧的 H^+ 浓度差，因此膜两侧的 H^+ 浓度差影响着 SOS1 和 NHX 这两种膜蛋白对 Na^+ 的主动转运，关系着海水稻对 Na^+ 毒害的抗性强弱，D 正确。

二、非选择题：本题共 5 小题，共 55 分。

16.（9 分）下图为物质出入细胞膜的示意图，请据图回答：



（1）A 代表_____分子；B 代表_____；D 代表_____。

（2）动物细胞吸水膨胀时，B 的厚度变小，这说明 B

具有_____。

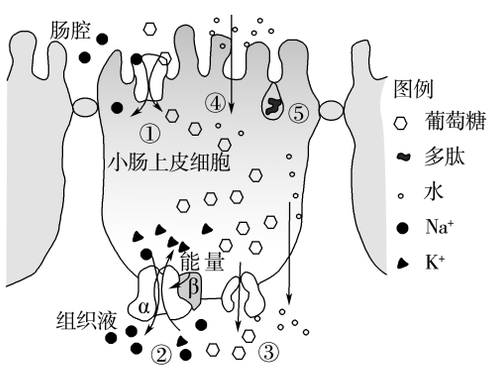
(3)在a～e的五种过程中,代表被动运输的是_____(填字母)。

(4)可能代表氧气转运过程的是_____;葡萄糖从肠腔进入小肠上皮细胞的过程是_____。(均填字母)

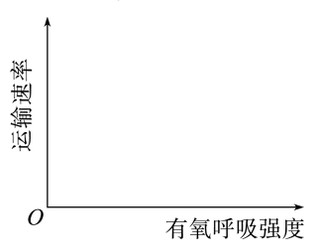
解析:(1)题图中A代表蛋白质分子,B代表磷脂双分子层,D代表糖蛋白。(2)动物细胞吸水膨胀时,磷脂双分子层的厚度变小,说明磷脂分子具有流动性。(3)被动运输包括自由扩散和协助扩散,顺浓度梯度运输,不消耗能量,题图中b、c、d属于该方式。(4)氧气转运的方式是自由扩散,即题图中的b;糖蛋白位于细胞膜的外表面,葡萄糖进入小肠上皮细胞的方式是主动运输,即题图中的a。

答案:(1)蛋白质　磷脂双分子层　糖蛋白　(2)流动性　(3)b、c、d　(4)b　a

17.(11分)小肠上皮细胞从肠腔吸收多种营养物质并跨膜运输到组织液中,营养物质随循环系统运输后被其他细胞利用。图甲是小肠上皮细胞跨膜运输多种物质的示意图。



甲



乙

回答下列问题:

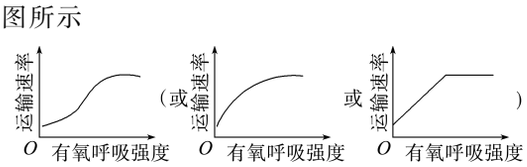
(1)小肠上皮细胞膜在肠腔侧突起形成绒毛状,有利于_____,促进营养物质的吸收。肠腔中的葡萄糖_____(填"顺"或"逆")浓度梯度运输到细胞内,该过程_____(填"需要"或"不需要")消耗能量。图甲中葡萄糖通过③进入组织液,③途径运输葡萄糖的特点有_____(答出两点即可)。

(2)除了图甲所示的运输方式之外,水分子主要通过_____蛋白进行运输。图甲中⑤运输多肽到肠腔的方式是_____。

(3)图甲中②同时运输Na^+和K^+的方式为_____。有氧呼吸强度增强,②运输Na^+和K^+的速率发生变化,请在图乙坐标系中用曲线表示有氧呼吸作用强度与②运输Na^+或K^+速率的关系。

解析:(1)小肠是消化和吸收的主要场所,结构与功能相适应,小肠上皮细胞膜在肠腔侧突起形成绒毛状,有利于增大膜面积,促进营养物质的吸收。由题图甲可知,小肠上皮细胞内的葡萄糖比肠腔内多,故肠腔的葡萄糖逆浓度梯度运输到细胞内,属于主动运输,需要消耗能量。从组织液和细胞内的葡萄糖分布来看,葡萄糖通过③进入组织液是顺浓度梯度,属于协助扩散,所以③运输葡萄糖的特点是顺浓度梯度、不需要消耗能量、需要转运蛋白(或载体蛋白)参与。(2)题图甲所示的水分子的运输是直接通过膜的顺浓度梯度运输,属于自由扩散,除此运输方式之外,水分子主要通过水通道蛋白进行协助扩散。题图甲中⑤与细胞膜结合将多肽释放到肠腔,是胞吐的方式。(3)题图甲中②同时运输Na^+和K^+的过程需要消耗能量,是主动运输方式。有氧呼吸可以为主动运输提供能量,有氧呼吸作用强度增强,②运输Na^+和K^+的速率应该随之增大,但达到一定速率后,受载体蛋白数量的限制,不再继续增大。并且曲线起点不为0,因为有氧呼吸强度为0时,还有无氧呼吸给主动运输供能,相关曲线见答案。

答案:(1)增大膜面积　逆　需要　顺葡萄糖浓度梯度、不需要消耗能量、需要转运蛋白(或载体蛋白)参与　(2)水通道　胞吐　(3)主动运输　如下图所示



18.(9分)党的二十大报告提出,"全方位夯实粮食安全根基""确保中国人的饭碗牢牢端在自己手中"。"杂交水稻之父"袁隆平曾表示,我国境内有着大面积的盐碱地,如果能够培育出耐盐碱水稻,将种植面积扩大到1亿亩,未来可多养活8 000万人。我国科学家通过艰苦实践培育出了耐盐碱的"海稻86",请回答下列问题:

(1)在盐碱地环境中,普通水稻的根细胞会因渗透失水而发生质壁分离,该现象的发生与细胞内

_____的伸缩性较大有关。

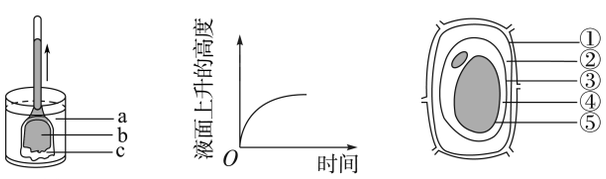
(2)研究表明，“海稻 86”对于有毒的盐离子会选择“避盐”，即通过某些方式排出进入细胞中的盐离子，且该过程受细胞呼吸影响。据此判断，细胞排出有毒盐离子的跨膜运输方式属于_____，判断依据是_____（至少写出一点）。

(3)与普通水稻相比，“海稻 86”对某些离子会选择“耐盐”的处理方式，即将进入细胞内的盐离子集中储存于液泡等处，其“耐盐”的机理是_____。

解析：(1)在盐碱地环境中，普通水稻的根细胞会因渗透失水而发生质壁分离，发生质壁分离的原因是细胞液浓度小于外界溶液的浓度，细胞壁的伸缩性小于原生质层的伸缩性。因此，该现象的发生与细胞内原生质层的伸缩性较大有关。(2)研究表明，“海稻 86”可将细胞内的盐离子排出，细胞排出盐离子的跨膜运输方式受细胞呼吸影响，说明该过程需要耗能，属于主动运输。(3)与普通水稻相比，“海稻 86”对某些离子会选择“耐盐”的处理方式，原因可能是“海稻 86”根细胞将进入细胞内的盐离子集中储存于液泡等处，从而增大了细胞液的浓度，避免细胞渗透失水。

答案：(1)原生质层　(2)主动运输　盐离子的排出受细胞呼吸影响，说明该过程需要耗能（或在盐碱地仍能排出盐离子，说明盐离子是逆浓度梯度运输的）　(3)将盐离子储存于液泡中，增大了细胞液的浓度，避免细胞渗透失水

19.(13 分)成熟的植物细胞具有中央大液泡，可与外界溶液构成渗透系统进行渗透吸水或渗透失水。图甲表示渗透装置吸水示意图，图乙表示图甲中液面上升的高度与时间的关系，图丙表示成熟植物细胞在某外界溶液中的一种状态（此时细胞有活性）。请回答下列问题：



甲　乙　丙

(1)由图甲漏斗内液面上升可知，实验初始时 c 两侧浓度大小是 a 侧的浓度_____（填“＞”“＝”或“＜”）b 侧的浓度。由图乙可知漏斗中溶液吸水速率在_____，最终液面不再上升，当液面不再上升时，c 两侧浓度大小是 a 侧的浓度_____（填“＞”“＝”或“＜”）b 侧的浓度。

(2)图丙中相当于图甲中 c 的结构是_____（填序号），结构②中充满的液体是_____。此时细胞液的浓度与外界溶液的浓度大小关系是_____（填选项）。

A.细胞液＞外界溶液

B.细胞液＜外界溶液

C.细胞液＝外界溶液

D.都有可能

(3)把一个已经发生质壁分离的细胞浸入清水中，发现细胞液泡体积增大，说明细胞在渗透吸水，细胞能否无限吸水？_____，原因是_____。

(4)把一个已经发生质壁分离的细胞浸入低浓度的蔗糖溶液中，发现细胞液泡体积也在增大。当液泡体积不再增大时，细胞液浓度是否一定和外界溶液浓度相等？_____。

解析：(1)漏斗内液面的上升是由于漏斗内溶液浓度高，水从浓度低的一侧向浓度高的一侧移动，因此，由题图甲漏斗内液面上升可知，b 侧的浓度大于 a 侧的浓度；题图乙反映的是随吸水时间的延长，漏斗内液面升高的速度逐渐降低。考虑到漏斗内液柱压力的作用，当液面不再上升时，a 侧的浓度仍小于 b 侧的浓度。(2)题图甲中 c 为半透膜，在题图丙中可将[③]细胞膜、[⑤]液泡膜和两层膜之间的[④]细胞质视作一层半透膜；结构②中充满的液体是外界溶液。由于无法判断题图丙细胞是在吸水还是失水，因此，无法确定此时细胞液浓度与外界溶液浓度的大小关系。(3)对植物细胞而言，由于细胞壁的存在，且细胞壁的伸缩性有限，所以细胞不可能无限吸水，当细胞因吸水体积增大到细胞壁所能膨胀的最大限度时，细胞将不再吸水。(4)液泡体积不再增大时，细胞液浓度不一定和外界溶液的浓度相等，也可能是由于细胞壁的束缚，即使细胞液的浓度大于外界溶液浓度，液泡体积也不再增大。

答案：(1)＜　降低　＜

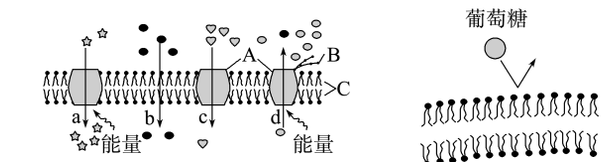
(2)③④⑤　外界溶液　D

(3)不能　细胞壁的伸缩性有限，当细胞因吸水体积增大到细胞壁所能膨胀的最大限度时，细胞将不再吸水

(4)不一定

20.(13 分)物质的跨膜运输既有顺浓度梯度的也有逆浓度梯度的，细胞膜的结构决定了其选择透过性的功能特点。图甲表示了肾小管重吸收时不同物

质透过细胞膜进出肾小管上皮细胞的情况，图乙表示的是葡萄糖（Na^+等离子）透过人工合成的磷脂双分子层的情况。请回答下列问题：



甲

乙

（1）据图甲分析，肾小管重吸收水时，水分子穿过细胞膜的过程应是图中的_____（填字母），属于_____运输；图中与根毛细胞吸收Mg^{2+}时离子穿过细胞膜的情况相同的是_____（填字母），判断的依据是_____。

（2）从图乙可见，能穿过细胞膜并被肾小管上皮细胞重新吸收的葡萄糖分子却不能穿过人工合成的磷脂双分子层，其原因是人工合成的磷脂双分子层上_____。

（3）环境温度的改变_____（填“会”或“不会”）影响物质跨膜运输的速率，其理由是_____。

（4）血液透析器俗称“人工肾”，即将患者血液与透析液分置于人工合成的半透膜两侧，将患者体内多余的水及尿素等代谢废物排出体外并从透析液中吸收身体需要的营养物质，从而为尿毒症患者缓解症状。“人工肾”的质量与人工合成的半透膜的透性有关，假如你是一位质检员，试找出一种检测某公司生产的“人工肾”是否合格的方法：_____。

解析：（1）据题图甲可知，A是转运蛋白，B是细胞外表面的糖分子，C是磷脂双分子层；具有B的一侧是细胞外侧。a过程是逆浓度梯度转运，需要载体蛋白和能量，属于主动运输，将物质从细胞外运送到细胞内。b过程是顺浓度梯度转运，不需要载体蛋白和能量，属于自由扩散，将物质从细胞外运送到细胞内。c过程是顺浓度梯度转运，需要转运蛋白，但不需要能量，属于协助扩散，将物质从细胞外运送到细胞内。d过程是逆浓度梯度转运，需要载体蛋白和能量，属于主动运输，将物质从细胞内运送到细胞外。肾小管重吸收水时，水分子以b自由扩散和c协助扩散的方式穿过细胞膜，属于被动运输。根毛细胞吸收Mg^{2+}时，细胞通过主动运输将Mg^{2+}从细胞外运输到细胞内，与a方式相同。（2）葡萄糖穿过细胞膜必须有载体蛋白协助，从题图乙可知，人工合成的磷脂双分子层上没有载体蛋白，所以葡萄糖分子不能穿过。（3）环境温度的改变会影响物质跨膜运输的速率，原因是①温度改变会影响细胞膜的流动性，从而影响物质跨膜运输的速率；②环境温度通过影响呼吸作用释放能量的过程，从而影响主动运输的速率。（4）血液透析器俗称“人工肾”，是参照人体肾脏的工作原理制作而成的，使用合格的血液透析器给患者进行血液透析过程中，血浆中的还原糖或蛋白质是不会透过血液透析器中人工合成的半透膜的，否则会加重患者的病情。

答案：（1）b、c　被动　a　①逆浓度梯度进行转运，需要载体蛋白和能量，属于主动运输；②将物质（分子或离子）从细胞外运送到细胞内　（2）没有运输葡萄糖的载体蛋白　（3）会　①环境温度改变会影响细胞膜的流动性，从而影响物质跨膜运输的速率；②环境温度通过影响呼吸作用释放能量的过程，进而影响主动运输的速率　（4）检测透析液中是否含有还原糖或蛋白质，若没有，说明“人工肾”合格；否则，不合格

第5章 细胞的能量供应和利用

单元概览

核心概念

概念2　细胞的生存需要能量和营养物质，并通过分裂实现增殖

2.2 细胞的功能绝大多数基于化学反应，这些反应发生在细胞的特定区域

2.2.1 说明绝大多数酶是一类能催化生化反应的蛋白质，酶活性受到环境因素（如pH和温度等）的影响

2.2.2 解释ATP是驱动细胞生命活动的直接能源物质

2.2.3 说明植物细胞的叶绿体从太阳光中捕获能量，这些能量在二氧化碳和水转变为糖与氧气的过程中，转换并储存为糖分子中的化学能

2.2.4 说明生物通过细胞呼吸将储存在有机分子中的能量转化为生命活动可以利用的能量

单元任务

吐鲁番在新疆中部的低洼盆地上，被称为“火洲”，是中国葡萄主要生产基地，2023年，其总产量占全疆葡萄总产量的58%、占全中国的五分之一，堪称“世界葡萄植物园”。由于这里气温高、日照时间长、昼夜温差大，因而瓜果丰茂。又因独特的地理位置使吐鲁番的地下水贮量丰富，所以水果中的含糖量非常高。吐鲁番出产优质葡萄使该地的葡萄酒产业蓬勃发展，成为我国葡萄酒业的重要基地。在工业生产葡萄酒时，为有利于葡萄的压榨出汁、葡萄汁清澈透明，可加入纤维素酶和果胶酶。

○思考与探究

思考1 生产葡萄酒时，为使葡萄汁透明，加入纤维素酶和果胶酶的作用是什么？	**任务1** 酶的功能；酶的发现；酶的特性及相关实验。
思考2 吐鲁番昼夜温差大，葡萄中含糖量高的原因是什么？	**任务2** 酵母菌细胞呼吸的方式；有氧呼吸；无氧呼吸；细胞呼吸在生产生活中的应用。
思考3 吐鲁番日照时间长，适合葡萄生长的原因是什么？	**任务3** 绿叶中色素的提取和分离；光合作用的发现过程；光合作用的过程；影响光合作用的因素及其在生产生活中的应用。

★★★

探·究·构·建

第 1 节　降低化学反应活化能的酶

第 1 课时　酶的作用和本质

学习任务目标

1.通过材料分析，认识酶的本质并总结酶的作用。
2.通过比较过氧化氢在不同条件下的分解实验，分析结果得出结论；设计实验证明酶的作用并探究酶的化学本质。

○ 问题式预习 ○

一、酶在细胞代谢中的作用

1.细胞代谢

(1)概念

细胞中每时每刻都进行着许多化学反应，统称为细胞代谢。

(2)条件：需酶的催化。

(3)意义：细胞代谢是细胞生命活动的基础。

2.比较过氧化氢在不同条件下的分解

(1)实验原理

过氧化氢溶液 + 水浴加热 / $FeCl_3$溶液中的Fe^{3+} / 肝脏研磨液中的过氧化氢酶 → H_2O+O_2

(2)实验步骤及现象

试管编号		1	2	3	4
第一步	过氧化氢溶液浓度	3%	3%	3%	3%
	剂量	2 mL	2 mL	2 mL	2 mL
第二步	反应条件	常温	90 ℃	$FeCl_3$溶液	肝脏研磨液
	剂量	—	—	2 滴	2 滴
结果	气泡产生	不明显	少量	较多	大量
	卫生香复燃情况	不复燃	不复燃	复燃不明显	复燃明显

(3)实验结果分析

①1 号、2 号试管对比，说明加热可以加快过氧化氢的分解。

②1 号、3 号试管对比，说明 $FeCl_3$ 可以催化过氧化氢的分解。

③1 号、4 号试管对比，说明过氧化氢酶具有催化作用，可以催化过氧化氢的分解。

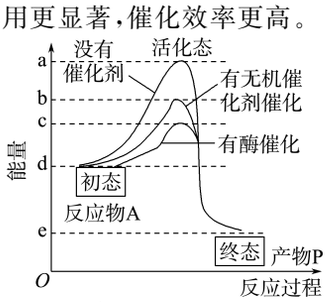
④3 号、4 号试管对比，说明过氧化氢酶的催化效率更高。

(4)实验结论：与无机催化剂相比，酶的催化效率更高。

3.酶的作用机理

(1)活化能：分子从常态转变为容易发生化学反应的活跃状态所需要的能量。

(2)酶的作用机理：通过降低化学反应所需要的活化能而加快反应速率。与无机催化剂相比，酶降低活化能的作用更显著，催化效率更高。



①图中表示无催化条件下反应曲线对应的活化能是 a～d 段。

②图中表示有酶催化条件下反应曲线对应的活化能是 c～d 段。

③图中表示有酶催化条件下降低的反应活化能是 a～c 段。

二、酶的化学本质

1.关于酶本质的探索(连线)

科学家	主要观点或成就
①巴斯德	a.引起发酵的是酵母菌细胞中的某些物质，细胞死亡并裂解后才能起作用
②李比希	b.少数RNA也具有生物催化功能
③毕希纳	c.把从酵母菌细胞中提取的能引起发酵的物质称为酿酶
④萨姆纳	d.从刀豆种子中提取出第一种纯酶——脲酶
⑤切赫和奥尔特曼	e.证明脲酶的化学本质是蛋白质并具有分解尿素的作用
	f.糖类变成酒精必须有酵母菌活细胞的参与

答案：①—f ②—a ③—c ④—d、e ⑤—b

2.酶的本质：绝大多数酶是蛋白质，少数酶是RNA。

◇思考

细胞中合成酶的原料是什么？

提示：氨基酸或核糖核苷酸。

○ 任务型课堂 ○

任务一 酶在细胞代谢中的作用

探究活动

分析教材P77实验“比较过氧化氢在不同条件下的分解”，探究有关问题。

（1）在实验中，为什么将肝脏研磨成溶液？

提示：研磨肝脏，使过氧化氢酶释放出来，释放出的过氧化氢酶与试管内过氧化氢分子充分接触，加速过氧化氢的分解。

（2）2、3、4号三支试管都有气泡放出，但4号试管放出的气泡最多，说明了什么？

提示：加热、无机催化剂和酶都能促进过氧化氢的分解，提高反应速率，但是酶的催化效率更高。

（3）通过对这个实验结果的分析，你认为酶在细胞代谢中具有什么作用？

提示：酶在温和条件下，可以高效地完成对化学反应的催化，正是由于酶的催化作用，细胞代谢才能在温和条件下快速有序地进行。

【探究总结】

1.加热与加催化剂的作用机理比较

（1）加热：给化学分子提供能量。

（2）酶与无机催化剂

①降低化学反应的活化能，使反应速率加快，缩短达到平衡点的时间。

②反应前后性质、数量不变。

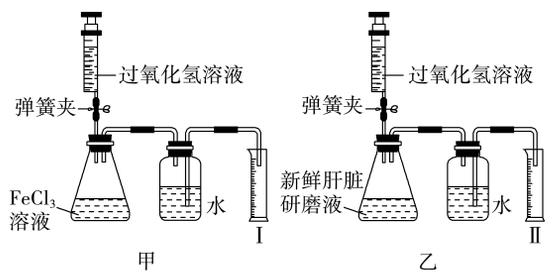
③只改变反应速率，不改变反应平衡点。

2.归纳总结酶具有催化作用的实验验证思路

设计思路	实验组：底物＋相应酶液$\xrightarrow{\text{检测}}$底物被分解 对照组：底物＋等量蒸馏水$\xrightarrow{\text{检测}}$底物不被分解
实验变量	自变量是相应酶液的有无，因变量是底物是否被分解
结果分析	根据底物性质利用相应试剂检测，若底物被分解，则证明酶具有催化作用，否则不具有催化作用

评价活动

1.某兴趣小组利用如图所示装置探究过氧化氢在不同条件下的分解情况，图示所用试剂的浓度都在合理范围内且甲、乙装置中过氧化氢溶液的浓度和量都相同。实验处理完成后反应至不再有气泡产生，下列说法正确的是（　　）



A.该实验的自变量是酶的种类

B.该实验的因变量的检测指标是过氧化氢的分解速率

C.量筒Ⅰ中水的体积等于量筒Ⅱ中水的体积

D.无法比较量筒Ⅰ和量筒Ⅱ中水的体积大小

C　**解析**：根据题干信息和题图分析，该实验的自变量是催化剂的种类，A错误；因变量是O_2的产生量，实验中因变量的检测指标是收集到的水的体积，B错误；由于两个装置中过氧化氢的浓度和量都相同，因此两个装置产生的O_2量相等，则量筒Ⅰ中水的体积等于量筒Ⅱ中水的体积，C正确，D错误。

2.某兴趣小组重现过氧化氢在不同条件下分解情况的实验，实验过程及结果如下：

编号	a	b	c	d
相同处理	等量等浓度过氧化氢溶液	等量等浓度过氧化氢溶液	等量等浓度过氧化氢溶液	等量等浓度过氧化氢溶液
变量处理	室温	90 ℃水浴加热	室温处理并滴加2滴新鲜肝脏研磨液	室温处理并滴加2滴$FeCl_3$溶液
观察指标	极少气泡	少量气泡	大量气泡	较多气泡

下列相关叙述错误的是（　　）

A.c、d试管分别与a试管比较，说明过氧化氢酶和Fe^{3+}均具有催化功能

B.综合分析a试管、c试管和d试管，说明与无机催化剂相比，酶催化效率更高

C.与a试管相比较，b试管的水浴加热为过氧化氢的分解提供了能量

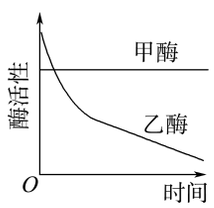
D.本实验中过氧化氢溶液的浓度对实验现象没有影响

D　**解析**：c、d试管分别与a试管比较，产生的气泡数目均比a试管多，说明过氧化氢酶和Fe^{3+}均具有催化功能，A正确；c试管产生的气泡数目较d试管多，说明酶的催化效率更高，B正确；b试管进行水浴加热，产生气泡较a试管多，说明水浴加热为过氧化氢的分解提供了能量，C正确；本实验中过氧化氢溶液的浓度为无关变量，若不一致也会对实验现象产生影响，D错误。

任务二 酶的本质

探究活动

用同一种蛋白酶处理甲、乙两种酶，酶活性与处理时间的关系如下图所示。



(1)请给酶下一个比较完整的定义。

提示：酶是活细胞产生的具有催化作用的有机物，其中绝大多数酶是蛋白质。

(2)甲、乙两种酶的化学本质分别是什么？

提示：RNA、蛋白质。

(3)唾液中含有唾液淀粉酶，如何验证唾液淀粉酶的化学本质是蛋白质？

提示：实验思路如下表：

组别	待测液	检验试剂	现象
实验组	唾液	双缩脲试剂	出现紫色
对照组	已知蛋白液	双缩脲试剂	出现紫色

【探究总结】

不同化学本质的酶的比较

化学本质	绝大多数是蛋白质	少数是RNA
合成原料	氨基酸	核糖核苷酸
合成场所	核糖体	细胞核(主要)
来源	一般活细胞中均能产生	
生理功能	具有生物催化功能	
作用场所	细胞内或细胞外	

评价活动

1.科学家发现了一种RNaseP酶，它由20%的蛋白质和80%的RNA组成。如果将这种酶中的蛋白质除去，留下来的RNA仍然具有与这种酶相同的催化活性，这一结果表明　(　)

A.某些RNA具有生物催化作用

B.酶是由RNA和蛋白质组成的

C.酶的化学本质是蛋白质

D.绝大多数的酶是蛋白质，少数是RNA

A　**解析**：除去RNaseP酶中的蛋白质，留下来的RNA仍然具有与这种酶相同的催化活性，说明RNA也有催化作用。

2.下列有关酶的发现过程的叙述，错误的是　(　)

A.斯帕兰札尼发现了化学消化

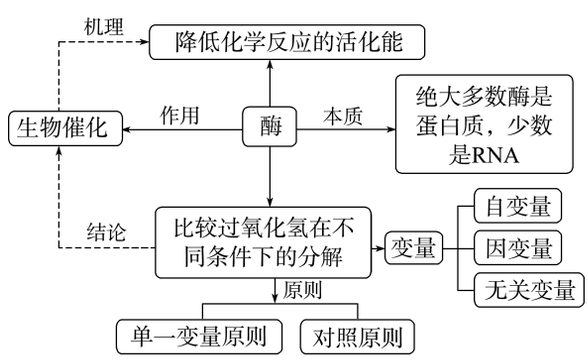
B.毕希纳利用丙酮作为溶剂提取了酿酶

C.萨姆纳证明了脲酶是蛋白质

D.切赫和奥尔特曼发现少数酶是RNA

B　**解析**：斯帕兰札尼将肉块放入小巧的金属笼中，让鹰吞下去，一段时间后笼内的肉块消失了，他推断鹰的胃液中一定含有消化肉块的物质，由此发现了化学消化，A正确；毕希纳将酵母菌细胞研碎，用提取液和葡萄糖反应，得到了酒精，他将酵母细胞中引起发酵的物质称为酿酶，但没有分离出酿酶，B错误；萨姆纳认为酶是蛋白质，他成功地用丙酮作为溶剂分离了脲酶，并用多种方法证明了脲酶是蛋白质，C正确；美国科学家切赫和奥尔特曼发现少数RNA也有生物催化功能，即少数酶是RNA，D正确。

提质归纳



课后素养评价（十五） 酶的作用和本质

建议用时：60分钟

A组 学习·理解

知识点1 酶的本质

1.下列有关酶的叙述，错误的是 （ ）

A.所有酶都含有C、H、O、N四种元素，都是由单体组成的生物大分子

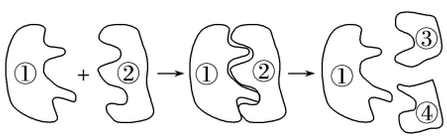
B.有些酶和相应的化学试剂作用呈现紫色反应

C.活细胞产生酶的场所都是细胞质中的核糖体

D.催化反应前后酶的性质和数量不变

C **解析**：酶绝大多数是蛋白质，少数是RNA，两者都含有C、H、O、N四种元素，分别是由氨基酸、核糖核苷酸组成的生物大分子，A正确；蛋白质类的酶和双缩脲试剂作用呈现紫色反应，B正确；活细胞产生蛋白质类酶的场所都是核糖体，但是RNA类酶主要是在细胞核中产生的，C错误；酶是生物催化剂，催化反应前后酶的性质和数量不变，D正确。

2.在下图所示的酶促反应模式图中，属于酶的是 （ ）



A.① B.② C.③ D.④

A **解析**：酶在生化反应中起催化作用，在反应前后质和量均不变，①反应前后没发生变化，所以①是酶，②是反应物，③④为生成物，A符合题意。

知识点2 酶在细胞代谢中的作用

3.下列有关“比较过氧化氢在不同条件下的分解”实验的分析，不正确的是 （ ）

A.该实验必须设置对照组

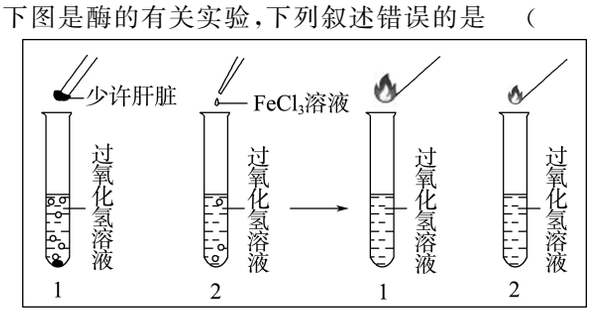
B.各组过氧化氢溶液的浓度和体积必须相等

C.加酶组和加$FeCl_3$组可在不同的温度条件下进行实验

D.实验时要选用新鲜的肝脏

C **解析**：“比较过氧化氢在不同条件下的分解”实验中，必须设置对照组，A正确；实验中的无关变量必须保持一致，B正确；加酶组和加$FeCl_3$组应在同一适宜温度条件下进行实验，C错误；实验时要选用新鲜的肝脏，否则肝细胞内的过氧化氢酶等有机物会在腐生菌的作用下分解，D正确。

4.下图是酶的有关实验，下列叙述错误的是 （ ）



A.上述反应中的自变量是催化剂的种类

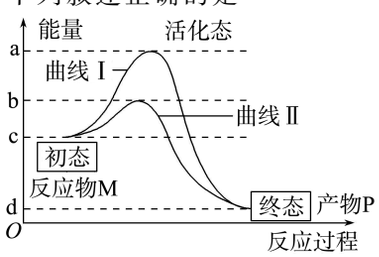
B.该实验能证明酶催化效率高

C.该实验如果将肝脏进行研磨，效果会更好

D.该实验的因变量是肝脏质量的变化

D **解析**：本实验中用的是过氧化氢酶和$FeCl_3$溶液两种不同的催化剂，所以催化剂的种类是本实验的自变量，A正确；加入肝脏（含过氧化氢酶）的试管反应更快，说明了酶催化效率高，B正确；肝脏研磨后能使过氧化氢酶充分释放出来，实验效果会更好，C正确；因变量是产生氧气的快慢，D错误。

5.下图曲线Ⅰ、Ⅱ分别表示物质M在无催化剂条件和有酶催化条件下生成物质P所需能量的变化过程。下列叙述正确的是 （ ）



A.ad段表示无催化剂时，反应所需要的活化能

B.ac段表示有酶催化时，酶降低的活化能

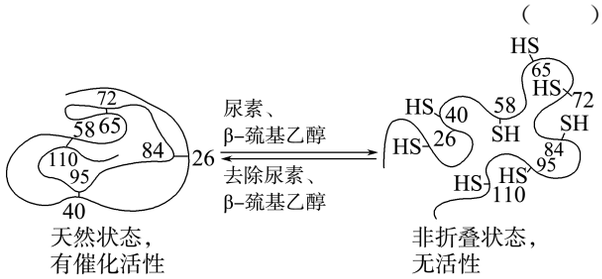
C.若换用无机催化剂，b点将向上移动

D.加热加压不能使物质M更容易从常态转变为活跃状态

C **解析**：ac段表示无催化剂时，反应所需要的活化能，A错误；ab段表示有酶催化时，酶降低的活化能，B错误；相比无机催化剂，酶降低化学反应活化能更显著，若将酶换为无机催化剂，则b点向上移动，C正确；加热加压能使物质M获得活化能，转变为活跃状态，D错误。

B组 应用·实践

6.科学家使用巯基乙醇和尿素处理牛胰核糖核酸酶（一种蛋白质），可以将该酶去折叠转变成无任何活性的无规则卷曲结构。若通过透析的方法除去导致该酶去折叠的尿素和巯基乙醇，再将没有活性的酶转移到生理缓冲溶液中，经过一段时间以后，发现核糖核酸酶活性得以恢复。下列叙述错误的是 （ ）



A.由于巯基乙醇和尿素处理破坏了蛋白质中的肽键，故该酶失去了活性

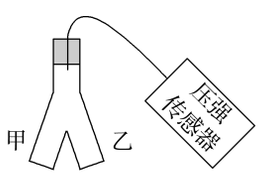
B.牛胰核糖核酸酶空间结构的形成与肽链的盘曲、折叠方式等有关

C.这个实验说明环境因素能通过影响蛋白质的空间结构来影响其功能

D.牛胰核糖核酸酶和胰蛋白酶的单体中至少含有一个氨基和一个羧基

A　**解析**：巯基乙醇和尿素处理改变了蛋白质的空间结构，使酶失去了活性，但并没有破坏肽键，A错误。牛胰核糖核酸酶的化学本质是蛋白质，蛋白质的形成过程是氨基酸脱水缩合形成多肽，一条肽链或多条肽链盘曲、折叠形成具有一定的空间结构的蛋白质，故牛胰核糖核酸酶空间结构的形成与肽链的盘曲、折叠方式等有关，B正确。由题图可知，巯基乙醇和尿素处理改变了牛胰核糖核酸酶的空间结构导致其变性；用透析法除去尿素和巯基乙醇并将失去活性的牛胰核糖核酸酶转移到生理缓冲液中，经过一段时间以后，发现核糖核酸酶活性得以恢复，该过程是通过去除影响蛋白质的空间结构的因素进而恢复其功能，因此，该实验能说明环境因素能影响蛋白质的空间结构进而影响其功能，C正确。牛胰核糖核酸酶和胰蛋白酶的化学本质均是蛋白质，其基本单位都是氨基酸，而氨基酸的结构中至少有一个氨基和一个羧基，D正确。

7.某同学采用如图所示装置进行了以下实验，实验分组、处理及结果如表所示。根据相关信息推测下列说法错误的是（　　）



Y形试管

组别		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
甲中溶液（0.2 mL）		肝脏提取液	$FeCl_3$溶液	X
乙中溶液（2 mL）		H_2O_2溶液	H_2O_2溶液	Y
不同时间测定的相对压强/kPa	0 s	0	0	0
	50 s	9.0	0	0
	100 s	9.6	0.1	0
	150 s	9.8	0.3	0
	200 s	10.0	0.5	0.1
	250 s	10.0	0.9	0.1

A.表中X、Y分别表示H_2O和H_2O_2溶液

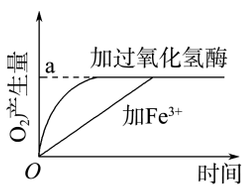
B.H_2O_2分解释放的O_2影响试管内压强

C.与无机催化剂相比，酶能降低化学反应的活化能

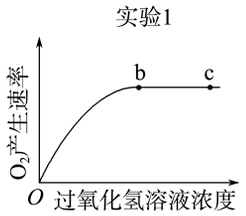
D.第Ⅰ组反应200 s之后压强不再改变，说明反应已结束

C　**解析**：该实验的自变量为有无催化剂和催化剂的种类（酶、$FeCl_3$），反应物H_2O_2溶液为无关变量，该实验还需要设置对照组（加清水），故X、Y分别表示H_2O和H_2O_2溶液，A正确；H_2O_2分解释放出O_2，O_2影响试管内压强，B正确；Ⅰ、Ⅲ组和Ⅱ、Ⅲ组对比的结果说明酶与无机催化剂都能降低化学反应的活化能，只是酶降低化学反应活化能的作用更显著，C错误；第Ⅰ组反应200 s之后压强不再改变，说明O_2不再产生，即反应已结束，D正确。

8.某研究小组欲探究影响过氧化氢分解的因素，做了如下两个实验。相应的实验结果如图所示（实验1、实验2均在适宜条件下进行），请分析回答下列问题：



实验1



实验2

（1）实验1、2中的自变量分别为_____、_____。

（2）实验2结果反映，bc段O_2产生速率不再增大的原因最可能是_____。

（3）实验1中过氧化氢酶和Fe^{3+}的作用原理是_____；通过实验1可以得出什么结论？_____

_____

_____。

解析：（1）由题图可知，实验1、2的自变量分别是催化剂的种类和时间、过氧化氢溶液浓度。（2）实验2曲线中，bc段O_2产生速率不再增大的原因最可能是酶的数量（浓度）有限。（3）过氧化氢酶和Fe^{3+}都是催化剂，它们的作用原理相同，都是降低化学反应的活化能。实验1中加过氧化氢酶的反应速率比加Fe^{3+}的反应速率大得多，故可以得出结论：酶具有催化作用，且与无机催化剂相比，酶的催化作用更高效。

答案：（1）催化剂的种类和时间　过氧化氢溶液浓度　（2）酶的数量有限　（3）降低化学反应的活化能　酶具有催化作用，且与无机催化剂相比，酶的催化作用更高效

第 2 课时　酶的特性

学习任务目标

1.通过酶的特性构建温度、pH 和底物浓度对酶促反应速率影响的模型。
2.通过探究酶催化的专一性、高效性及影响酶活性的因素，培养科学探究能力。

○ 问题式预习 ○

一、酶的特性

1.酶具有高效性

（1）酶的高效性是指与无机催化剂相比，酶降低活化能的作用更显著，催化效率更高。

（2）酶的催化效率是无机催化剂的 $10^7 \sim 10^{13}$ 倍，说明酶具有高效性。

2.酶具有专一性

（1）酶的专一性是指每一种酶只能催化一种或一类化学反应。而无机催化剂催化的化学反应范围比较广，如酸能催化蛋白质、脂肪和淀粉水解。

（2）实例：脲酶只能催化尿素分解。

3.酶的作用条件较温和

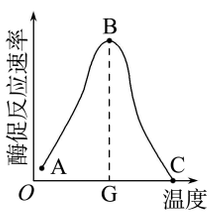


图1

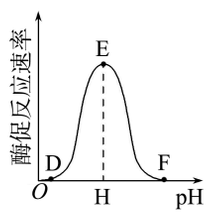


图2

（1）酶促反应对应最适温度和 pH 的点分别是G 和H。

（2）酶的活性较低，空间结构稳定，酶的活性可恢复的点是A。

（3）空间结构遭到破坏，酶永久失活不可恢复的点是C、D、F。

◇思考

保存酶的适宜条件是什么？

提示：低温、适宜的 pH 等。

二、影响酶活性的因素

1.酶活性

酶催化特定化学反应的能力。

2.酶活性的表示方法

一定条件下酶所催化某一化学反应的速率。

3.探究温度对酶活性的影响

（1）本实验的自变量：温度；因变量：酶活性。

（2）物质：反应物——淀粉；酶——淀粉酶。

（3）检测试剂：碘液。

（4）实验的观察指标：溶液颜色及颜色深浅。

4.探究 pH 对酶活性的影响

（1）本实验的自变量：pH；因变量：酶活性。

（2）物质：反应物——过氧化氢；酶——过氧化氢酶。

（3）实验的观察指标：相同时间内气泡产生的数目。

○ 任务型课堂 ○

任务一 酶的特性

探究活动

1.根据教材 P81 实验“淀粉酶对淀粉和蔗糖的水解作用”，回答有关问题：

（1）1 号试管有砖红色沉淀生成，2 号试管不出现砖红色沉淀，说明什么？你能从该实验得到什么结论？

提示：1 号试管有砖红色沉淀生成，说明产生了还原糖，淀粉被水解；2 号试管不出现砖红色沉淀，说明蔗糖没有被水解。结论：淀粉酶只能催化淀粉水解，不能催化蔗糖水解，酶的作用具有专一性。

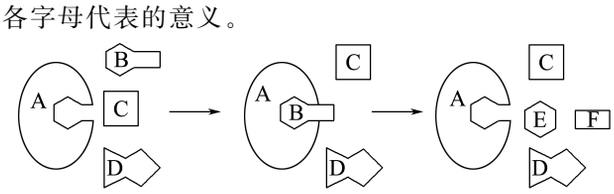
（2）上述实验中能否使用碘液代替斐林试剂作为鉴定试剂？

提示：不能。因为碘液只能检测淀粉的有无，而蔗糖无论是否被水解都不会使碘液变色。

（3）该实验的自变量和因变量分别是什么？

提示：自变量是底物的种类；因变量是底物是否被淀粉酶水解。

2.下图可以解释酶具有专一性的原理，据图分析各字母代表的意义。



提示：图中 A 表示酶，B 表示能被 A 催化分解的底物，E、F 表示 B 被分解后产生的物质，C、D 表示不能被 A 催化的物质。

【探究总结】

1.酶的高效性及实验设计

实验组	对照组	结果评价指标
底物＋酶	底物＋等量无机催化剂	底物分解速率（或产物生成速率）

2.酶的专一性及实验设计

（1）思路：同一种酶催化不同的化学反应。

(2)实验设计

项目	方案一		方案二	
	对照组	实验组	对照组	实验组
材料	底物相同（等量）		与酶相对应的底物	另外一种底物
试剂	与底物相对应的酶	另外一种酶	同一种酶(等量)	
现象	反应速率很快	不发生反应或反应速率很慢	反应速率很快	不发生反应或反应速率很慢
结论	酶具有专一性			

评价活动

1.红茶与绿茶都是以茶树的芽叶为原料制成的。红茶在适宜温度下进行氧化，使生物碱茶多酚产生了茶红素等新成分；绿茶先经高温杀青，维持了鲜叶的绿色。下列有关茶叶的叙述不正确的是（　　）

A.绿茶能保持绿色应该与高温破坏了分解叶绿素的酶有关

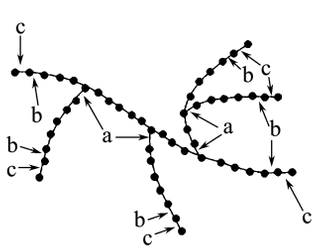
B.红茶中的生物碱茶多酚主要分布在液泡中

C.两种茶的制作过程体现了酶的催化活性需要适宜的温度

D.茶叶被泡开是植物细胞通过原生质层进行渗透吸水的结果

D　**解析**：根据题意可知，绿茶先经过高温杀青处理，可能是高温破坏了分解叶绿素的酶，故绿茶可以保持绿色，A正确；红茶中的生物碱茶多酚主要分布在液泡中，B正确；红茶和绿茶的制作，说明了酶的活性受温度的影响，高温会导致酶变性失活，酶的催化作用需要适宜的温度，C正确；茶叶中细胞已死亡，不再通过渗透作用吸水，D错误。

2.20世纪60年代以前，医院里用的葡萄糖通常是用盐酸催化淀粉水解的方法来生产的，60年代以后改用酶法生产。a、b、c三种淀粉酶在某支链淀粉分子上的水解位点如图所示。下列有关叙述正确的是（　　）



●表示单糖，单糖之间以糖苷键相连
a酶水解淀粉各侧链分支连接处糖苷键
b酶从各链外侧依次水解第二个糖苷键
c酶从各链外侧依次水解第一个糖苷键

A.淀粉酶的组成元素和淀粉一样，都是C、H、O

B.淀粉酶b、c分别水解淀粉时，都可获得葡萄糖

C.a、b、c三种酶催化淀粉水解时作用机制不同

D.a、b、c三种酶水解位点不一样，体现了酶具有专一性

D　**解析**：淀粉酶是蛋白质，组成元素主要为C、H、O、N等，淀粉是糖类，组成元素是C、H、O，A错误；淀粉酶b水解淀粉时，得到的是二糖，得不到葡萄糖，淀粉酶c水解淀粉时，可得到葡萄糖，B错误；a、b、c三种酶催化淀粉水解时的作用是降低化学反应的活化能，即三者作用机制相同，C错误；a、b、c三种酶水解位点不一样，说明酶利用特定位点与底物结合，体现了酶具有专一性，D正确。

3.物质甲作为抑制剂能与蔗糖酶结合或分离，从而改变蔗糖酶的活性。在适宜温度和pH等条件下，某同学将蔗糖酶和物质甲的混合液均分为若干份，分别加入不同浓度的等量蔗糖溶液中，检测发现，蔗糖的水解速率随蔗糖溶液浓度的升高而增大。下列分析与该实验相符的是（　　）

A.物质甲与蔗糖酶的结合使酶降低活化能的能力增强

B.物质甲与蔗糖酶的结合能改变酶的高效性和专一性

C.蔗糖溶液浓度的升高能导致物质甲与蔗糖酶的分离

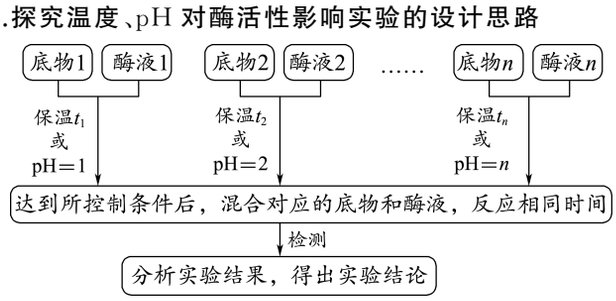
D.反应体系中没有物质甲时，蔗糖溶液的浓度会改变酶活性

C　**解析**：根据题意可知，物质甲属于抑制剂，即物质甲与蔗糖酶的结合使酶降低活化能的能力降低，导致酶活性降低，A错误；物质甲与蔗糖酶的结合能降低酶活性，从而改变酶的高效性，但不改变酶的专一性，B错误；若蔗糖溶液浓度的升高能导致物质甲与蔗糖酶的分离，从而使酶活性升高，蔗糖的水解速率增大，C正确；反应体系中没有物质甲时，蔗糖溶液的浓度不会改变酶活性，只是改变酶促反应速率，D错误。

任务二 影响酶活性的条件

【探究总结】

1.探究温度、pH对酶活性影响实验的设计思路



2.有关探究影响酶活性条件实验的三点提醒

(1)若选择淀粉和淀粉酶探究酶的最适温度，检测底物被分解的试剂宜选用碘液，不宜选用斐林试剂，因为用斐林试剂检测时需水浴加热，而该实验中需严格控制温度。

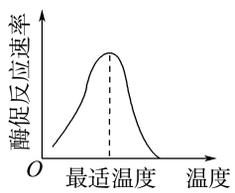
(2)在探究pH对酶活性影响时，宜保证酶的最适

温度(排除温度干扰),且将酶溶液的pH调至实验要求的pH后再让反应物与酶接触,不宜在未达到预设pH前,让反应物与酶接触。

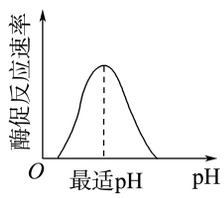
(3)在探究酶的适宜温度的实验中,宜选用淀粉和淀粉酶,不宜选择过氧化氢(H_2O_2)和过氧化氢酶作实验材料,因为过氧化氢在常温常压时就能分解,加热的条件下分解会加快,从而影响实验结果。

评价活动

1.图甲、乙分别表示酶促反应速率与温度、pH的关系,下列叙述正确的是 (　　)



甲



乙

A.不同的酶最适温度、最适pH相同

B.处于最适温度、最适pH时,反应所需的活化能最高

C.最适温度比低温更适合酶的保存

D.温度过高、过酸、过碱会使酶永久失活

D　**解析**:不同的酶最适温度、最适pH可能不同,A错误;处于最适温度、最适pH时,反应所需的活化能最低,B错误;低温比最适温度更适合酶的保存,C错误;温度过高、过酸、过碱会使酶的空间结构遭到破坏,使酶永久失活,D正确。

2.菠萝蛋白酶存在于菠萝细胞内,其能损伤口腔黏膜,导致人在食用菠萝过程中产生疼痛感。研究人员探究了在不同温度和NaCl浓度的环境中浸泡菠萝对菠萝蛋白酶活性的影响,结果如图。下列分析错误的是 (　　)

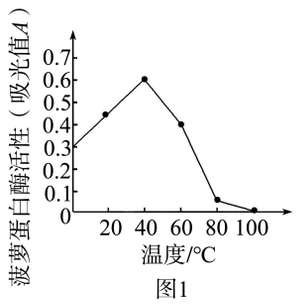


图1

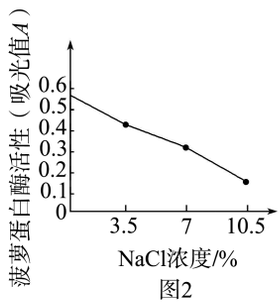


图2

A.菠萝蛋白酶能催化口腔黏膜的蛋白质分解

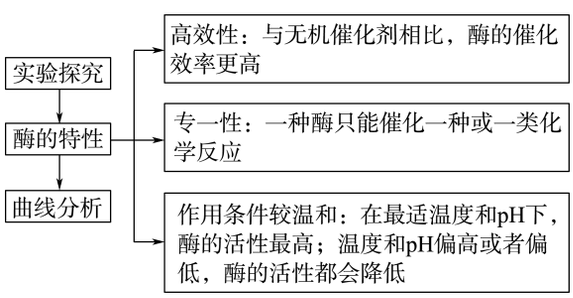
B.该酶到达胃部后空间结构可能会发生改变

C.高盐浓度可以降低菠萝蛋白酶的活性

D.建议食用前用40 ℃的温水浸泡菠萝

D　**解析**:菠萝蛋白酶能催化口腔黏膜的蛋白质分解,因此能损伤口腔黏膜,导致人在食用菠萝过程中产生疼痛感,A正确;胃液的pH为0.9～1.5,过酸会使酶的空间结构遭到破坏,因此该酶到达胃部后其空间结构可能会发生改变,B正确;据题图2可知,随着NaCl浓度的升高,菠萝蛋白酶的活性降低,因此高盐浓度可以降低菠萝蛋白酶的活性,C正确;由题图1可知,菠萝蛋白酶的最适温度为40 ℃左右,食用前在此温度下浸泡菠萝,菠萝蛋白酶的活性较高,食用后对口腔黏膜的破坏作用最大,因此不建议食用前在此温度下浸泡菠萝,D错误。

提质归纳



课后素养评价（十六）　酶的特性

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

知识点1　酶的特性

1.下列关于酶的专一性的叙述,不正确的是 (　　)

A.过氧化氢酶只能催化过氧化氢的分解,不能催化其他化学反应

B.每一种酶只能催化一种化学反应的进行

C.催化唾液淀粉酶水解的酶是蛋白酶

D.二肽酶能催化由不同氨基酸脱水缩合成的二肽的水解

B　**解析**:酶的专一性是指每一种酶只能催化一种或一类化学反应,B错误。

2.唾液中的淀粉酶会随食物一起进入胃,胃内能催化唾液淀粉酶水解的酶是 (　　)

A.淀粉酶　　B.蛋白酶

C.麦芽糖酶　　D.脂肪酶

B　**解析**:唾液淀粉酶的化学本质是蛋白质,故胃内能催化唾液淀粉酶水解的酶是蛋白酶,B正确。

知识点2　影响酶活性的因素

3.下列有关酶的实验的叙述,正确的是 (　　)

A.探究温度和pH对酶活性的影响时,分别选用淀粉和H_2O_2作为底物

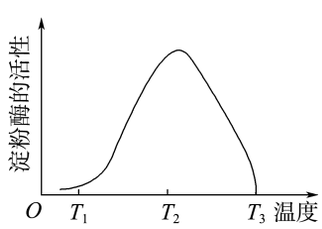
B.探究淀粉酶对淀粉和蔗糖的作用时，可用碘液检测实验结果

C.用 H_2O_2 作底物验证酶的高效性时，通过测定气泡或者氧气释放速率可达到目的，不需对照

D.探究淀粉酶的最适温度的实验顺序：淀粉＋淀粉酶→置于相应水浴温度下保温 5 min→滴斐林试剂加热→观察溶液颜色变化

A　**解析**：探究温度和 pH 对酶活性的影响时，可分别选用淀粉和 H_2O_2 作为底物，A 正确；探究淀粉酶对淀粉和蔗糖的作用时，不能用碘液检测实验结果，因为碘液对蔗糖或蔗糖水解的产物都没有颜色反应，B 错误；用 H_2O_2 作底物验证酶的高效性时，应设置无机催化剂和有酶催化实验组才能达到目的，C 错误；探究淀粉酶的最适温度的实验应先将淀粉、淀粉酶分别置于相应温度下保温，然后再混合继续保温，且本实验不宜选用斐林试剂检测，D 错误。

4. 下图表示温度对淀粉酶活性影响的曲线，下列分析正确的是　（　　）



A.T_1 时，酶活性低的原因是低温破坏了酶的空间结构

B.T_2 时，淀粉酶为淀粉的水解提供的活化能最多

C.温度由 T_1 升高到 T_2 的过程中，淀粉酶的活性逐渐提高

D.T_3 时是保存淀粉酶的最适温度

C　**解析**：低温不会破坏酶的空间结构，A 错误；酶之所以能够加快化学反应速率，是由于酶能够降低化学反应的活化能，酶不能提供活化能，B 错误；温度由 T_1 升高到 T_2 的过程中，曲线上升，淀粉酶的活性逐渐提高，C 正确；低温条件下适宜保存淀粉酶，T_3 时会破坏酶的空间结构，使酶变性失活，不适宜保存淀粉酶，D 错误。

5.（2022·全国乙卷）某种酶 P 由 RNA 和蛋白质组成，可催化底物转化为相应的产物。为探究该酶的不同组分催化反应所需的条件，某同学进行了下列 5 组实验（表中“＋”表示有，“－”表示无）。

实验组	①	②	③	④	⑤
底物	＋	＋	＋	＋	＋
RNA 组分	＋	＋	－	＋	－
蛋白质组分	＋	－	＋	－	＋

续表

实验组	①	②	③	④	⑤
低浓度 Mg^{2+}	＋	＋	＋	－	－
高浓度 Mg^{2+}	－	－	－	＋	＋
产物	＋	－	－	＋	－

根据实验结果可以得出的结论是　（　　）

A.酶 P 必须在高浓度 Mg^{2+} 条件下才具有催化活性

B.蛋白质组分的催化活性随 Mg^{2+} 浓度升高而升高

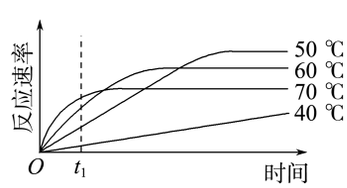
C.在高浓度 Mg^{2+} 条件下 RNA 组分具有催化活性

D.在高浓度 Mg^{2+} 条件下蛋白质组分具有催化活性

C　**解析**：实验组①给予的条件为低浓度 Mg^{2+}，有产物生成，表明低浓度 Mg^{2+} 条件下酶 P 仍具有催化活性，A 不符合题意；实验组③和实验组⑤只有酶 P 的蛋白质组分，自变量为 Mg^{2+} 的浓度，两组实验都无产物生成，说明蛋白质组分不具有催化活性，B、D 不符合题意；实验组②和实验组④只有酶 P 的 RNA 组分，自变量为 Mg^{2+} 的浓度，低浓度 Mg^{2+} 组无产物生成，说明在低浓度 Mg^{2+} 条件下 RNA 组分不具有催化活性，高浓度 Mg^{2+} 组有产物生成，说明在高浓度 Mg^{2+} 条件下 RNA 组分具有催化活性，C 符合题意。

B组　应用·实践

6. 某种酶的催化反应速率随温度和时间变化的趋势如图所示。据图分析，下列有关叙述错误的是　（　　）



A.60 ℃条件下，该酶的活性较高，结构稳定

B.一定温度范围内，t_1 时该酶的催化反应速率随温度升高而增大

C.不同温度下，该酶达到最大催化反应速率时所需时间不同

D.相同温度下，在不同反应时间该酶的催化反应速率可能不同

A　**解析**：60 ℃条件下，该酶的活性较高，但是反应速率较 50 ℃时低，说明该酶的最适温度低于 60 ℃，故60 ℃时该酶结构可能遭到部分破坏，A 错误；由题图可知，t_1 时该酶的催化反应速率随温度升高而增大，B 正确；由题图可知，在不同温度下，该酶达到最大催化反应速率（曲线变平缓）时所需时间不同，C 正确；相同温度下，在不同反应时间该酶的催化反应速率可能不同，如在 50 ℃条件下，达到最大反应速率之前，不同的反应时间酶的催化反应速率不同，D 正确。

7.某同学对蛋白酶 TSS 的最适催化条件开展初步研究，结果见下表。下列分析错误的是　　（　　）

组别	pH	$CaCl_2$	温度/℃	降解率/%
①	9	＋	90	38
②	9	＋	70	88
③	9	－	70	0
④	7	＋	70	58
⑤	5	＋	40	30

注：“＋”/“－”分别表示有/无添加，反应物为Ⅰ型胶原蛋白。

A.该酶的催化活性依赖于 $CaCl_2$

B.结合①②组的相关变量分析，自变量为温度

C.该酶催化反应的最适温度为 70 ℃，最适 pH 为 9

D.尚需补充实验才能确定该酶是否能水解其他反应物

C　**解析**：分析②③组可知，没有添加 $CaCl_2$ 时，降解率为 0，说明该酶的催化活性依赖于 $CaCl_2$，A 正确；分析①②变量可知，pH 均为 9，都添加了 $CaCl_2$，温度分别为 90 ℃、70 ℃，故自变量为温度，B 正确；②组酶的活性最高，此时 pH 为 9，温度为 70 ℃，但由于温度梯度、pH 梯度较大，不能说明该酶的最适温度为 70 ℃，最适 pH 为 9，C 错误；该实验的反应物为Ⅰ型胶原蛋白，要确定该酶能否水解其他反应物还需补充实验，D 正确。

8.A 组的同学在常温下向甲、乙、丙三支试管中分别加入等量的淀粉溶液和等量的淀粉酶溶液，摇匀，然后将甲放置在最适温度条件下反应，乙、丙放置在高于最适温度条件下反应，试管中产物量随时间变化的情况如图 1 所示；B 组的同学研究了 pH 对淀粉酶活性的影响，结果如图 2 所示。请回答下列问题：

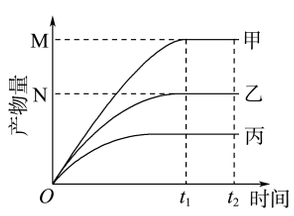


图1

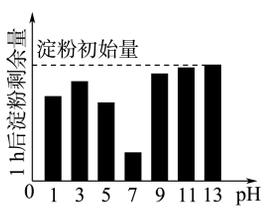


图2

(1)淀粉酶催化淀粉水解的机理是＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿，图 1 中乙和丙两支试管所处温度较高的是＿＿＿＿。如果在 t_2 后适当降低乙试管的温度，则 N 点将＿＿＿＿（填“上移”“下移”或“不移动”），理由是＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

(2)图 2 所示的实验结果与 B 组同学的预期不符，于是活动小组又进行重复实验，得到与图 2 无显著差异的结果。查阅资料后发现，盐酸能催化淀粉水解，该实验中淀粉可能是在盐酸和淀粉酶的作用下分解的。按照上述推测，pH 为 3 条件下的酶活性＿＿＿＿（填“小于”“等于”或“大于”）pH 为 9 条件下的酶活性，原因是＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

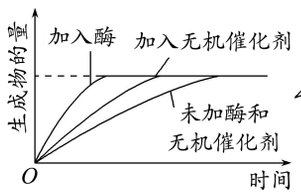
在常温、常压下，与盐酸相比，淀粉酶催化淀粉水解的作用更显著，判断依据是＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

解析：(1)淀粉酶的作用为催化淀粉水解，作用的机理为降低淀粉水解所需要的活化能。温度高于最适温度时，温度越高酶活性越低，甲试管为最适温度，乙、丙试管均高于最适温度，乙试管的酶活性明显高于丙试管，因此说明乙试管温度小于丙试管温度。由于 t_2 后乙试管中的酶已经变性失活，所以即便在 t_2 后适当降低乙试管的温度，N 点也不移动。(2)分析题图 2 可知，pH 为 3 条件下的结果是盐酸酸性条件和酶双重催化下得到的，与 pH 为 9 条件下得到的结果基本相同，显然 pH 为 3 条件下的酶活性小于 pH 为 9 条件下的酶活性。题图 2 实验结果中 1 h 后，pH 为 7 的条件下淀粉的剩余量小于 pH 为 1(此时酶失活)条件下淀粉的剩余量，据此可推测在常温、常压下，与盐酸相比，淀粉酶降低反应活化能的作用更显著。

答案：(1)降低淀粉水解所需要的活化能　丙　不移动　t_2 后乙试管中的酶已经变性失活　(2)小于　两组淀粉剩余量接近，但 pH 为 3 的条件下，有盐酸催化淀粉分解　1 h 后，pH 为 7 的条件下淀粉的剩余量小于 pH 为 1 条件下淀粉的剩余量

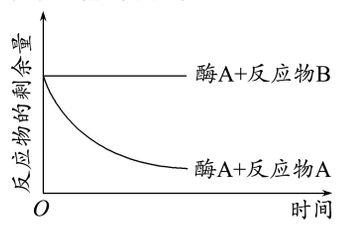
专项提升课　与酶有关的曲线分析

1.酶高效性的曲线



①与无机催化剂相比酶的催化效率更高；
②酶只能改变反应速率，不改变生成物的量

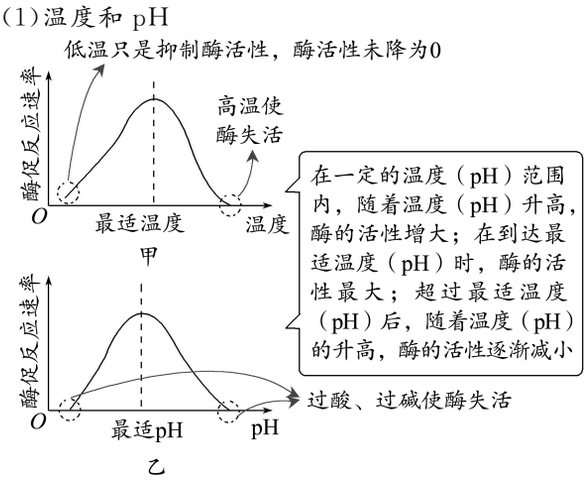
2.酶专一性的曲线



酶A对反应物A有催化作用，对反应物B没有催化作用，说明酶的催化作用具有专一性

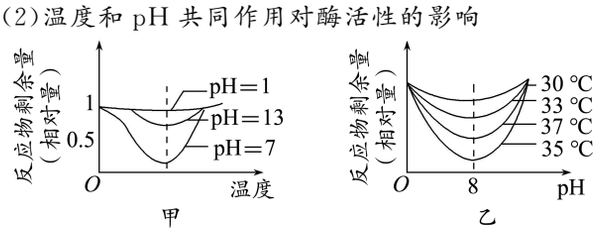
3.影响酶活性因素的相关曲线

(1)温度和 pH



在一定的温度（pH）范围内，随着温度（pH）升高，酶的活性增大；在到达最适温度（pH）时，酶的活性最大；超过最适温度（pH）后，随着温度（pH）的升高，酶的活性逐渐减小

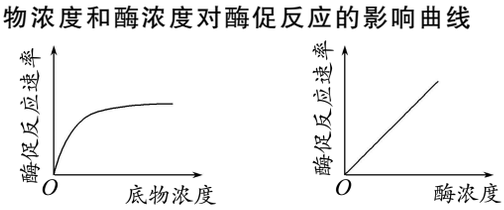
(2)温度和 pH 共同作用对酶活性的影响



①图甲：反应溶液中 pH 的变化不影响酶作用的最适温度。

②图乙：反应溶液中温度的变化不影响酶作用的最适 pH。

4.底物浓度和酶浓度对酶促反应的影响曲线



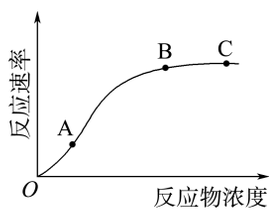
甲（在酶量一定的情况下）　乙（在底物足量的情况下）

①图甲：在其他条件适宜、酶量一定的情况下，酶促反应速率先随底物浓度的增加而增大；当底物达到一定浓度后，受酶数量的限制，酶促反应速率不再加快。

②图乙：在底物足量、其他条件适宜的情况下，酶促反应速率与酶浓度成正比。

对点训练

1.下图表示在最适温度下，某种酶的催化反应速率与反应物浓度之间的关系。下列有关叙述正确的是（　　）



A.适当提高反应温度，B 点向右上方移动

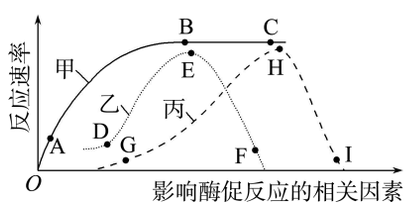
B.在 B 点适当增加酶浓度，反应速率不变

C.在 A 点提高反应物浓度，反应速率加快

D.在 C 点提高反应物浓度，产物不再增加

C　**解析**：在最适温度下酶的活性最高，温度偏高或偏低，酶的活性都会明显降低，即 B 点会向下方移动，A 错误；在 B 点适当增加酶浓度，反应速率加快，B 错误；由题图可知，在 A 点提高反应物浓度，反应速率加快，C 正确；在 C 点提高反应物浓度，反应速率不再加快，但产物的量还会增加，D 错误。

2.下图所示为影响酶促反应的温度、pH 和底物浓度与反应速率关系的曲线图，下列叙述正确的是（　　）



A.乙、丙两曲线横轴对应的影响因素分别为温度和 pH

B.乙曲线中，D 点与 F 点酶的空间结构都被破坏且不能恢复

C.E 点、H 点酶促反应速率最大的原因是酶能提供的活化能最大

D.在 A 点适当提高温度或适当增加酶的浓度，反应速率都将增大

A　**解析**：低温下酶的活性很低，但是酶并不失活，酶活性不为 0，高温使酶的空间结构发生改变，酶失活，酶活性为 0，过酸和过碱都会使酶的空间结构发生改变，酶失活，酶活性为 0，故题图中乙曲线是温度对酶活性的影响，丙曲线是 pH 值对酶活性的影响，A 正确。乙曲线是温度对酶活性的影响，D 点是低温条件，酶的活性很低，但是酶的空间结构并不被破坏，温度恢复，酶的活性即恢复；F 点是高温条件，高温使酶的空间结构发生改变，即使温度恢复，酶的空间结构也不能恢复，B 错误。酶作用的机理是降低化学反应的活化能，不能提供活化能，E 点、H 点酶促反应速率最大的原因是酶降低活化能的能力最大，C 错误。甲曲线表示底物浓度与反应速率的关系，A 点的限制因素是底物浓度，在 A 点适当提高温度或适当增加酶的浓度，反应速率不一定增大，D 错误。

第2节 细胞的能量“货币”ATP

学习任务目标

1.说出ATP的结构特点和功能。
2.简述ATP与ADP之间的相互转化；说出动植物合成ATP的不同能量来源。
3.理解ATP是驱动细胞生命活动的直接能源物质。

○ 问题式预习 ○

一、ATP是一种高能磷酸化合物

1.中文名称：腺苷三磷酸。结构简式：A—P～P～P。

2.特点

(1)ATP不稳定的原因：由于ATP中两个相邻的磷酸基团都带负电荷而相互排斥等原因，使得特殊的化学键不稳定，末端磷酸基团具有较高的转移势能。

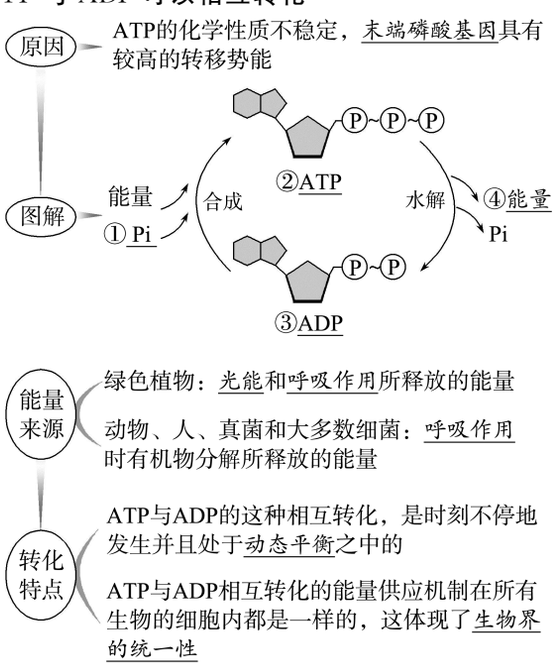
(2)ATP的水解过程就是释放能量的过程，1 mol ATP水解释放的能量高达30.54 kJ，所以说ATP是一种高能磷酸化合物。

3.作用：ATP是驱动细胞生命活动的直接能源物质。

4.ATP的供能机理：ATP在酶的作用下水解时，脱离下来的末端磷酸基团挟能量与其他分子结合，从而使后者发生变化。

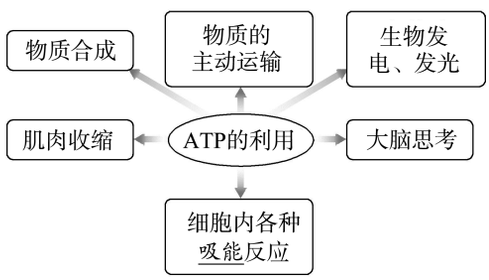
二、ATP与ADP可以相互转化及ATP的利用

1.ATP与ADP可以相互转化

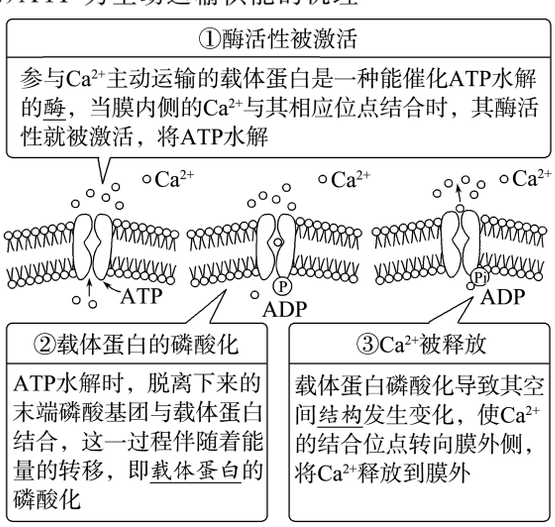


2.ATP的利用

(1)实例，如图所示：



(2)ATP为主动运输供能的机理



(3)ATP是细胞内流通的能量“货币”

①吸能反应一般与ATP水解的反应相联系，由ATP水解提供能量。

②放能反应一般与ATP的合成相联系，释放的能量储存在ATP中，用来为吸能反应直接供能。

③能量通过ATP分子在吸能反应和放能反应之间流通。

◇思考

[教材P89“拓展应用”]同样是能源物质，ATP与葡萄糖具有不同的特点，请你概括出ATP有哪些特点。

提示：①ATP分子中含有的化学能较少；②ATP结构不稳定，所含有的化学能是活跃的化学能，容易释放。

○ 任务型课堂 ○

任务一 ATP是一种高能磷酸化合物

探究活动

研究发现ATP是一种高能磷酸化合物，含有较高的转移势能，因此可以为生命活动直接提供能量。

(1)一分子ATP彻底水解，会产生哪些成分？

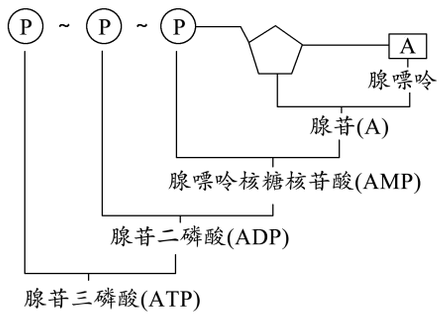
提示：磷酸、腺嘌呤、核糖。

(2)ATP 中的“A”与碱基中的“A”是同一种物质吗?

提示:不是。在 ATP 中,“A”代表腺苷(腺嘌呤+核糖);在碱基中,“A”代表腺嘌呤。

【探究总结】

(1)ATP 的分子组成(如图)

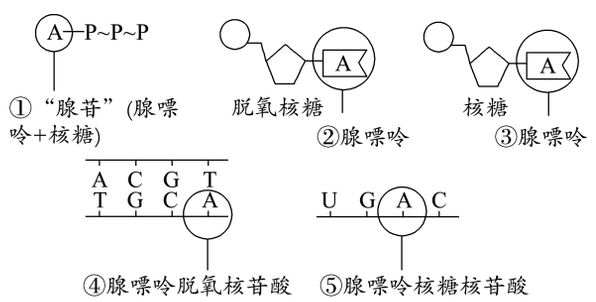


①元素组成:ATP 是由 C、H、O、N、P 五种元素组成的,这与核酸的元素组成是相同的。

②AMP 是 RNA 的基本组成单位。

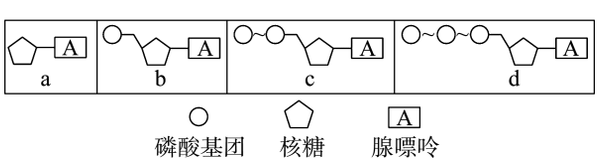
③ATP 的结构组成可以用“1、2、3”来总结,“1”表示 1 个腺苷,“2”表示 2 个特殊的化学键,“3”表示 3 个磷酸基团。

(2)相关化合物中“A”的辨析



评价活动

1.下图为与 ATP 相关的部分结构示意图,下列分析正确的是　　(　　)



A.a 表示 ADP,与 ATP 相比少了一个磷酸

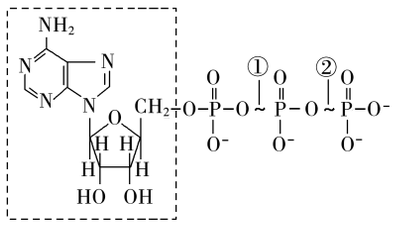
B.b 表示腺嘌呤核苷,是 ATP 中“A”代表的含义

C.c 表示腺嘌呤核糖核苷酸,它是组成 RNA 的基本单位

D.d 表示 ATP,是生物体的直接供能物质

D　**解析**:a 表示由核糖和腺嘌呤组成的腺苷,比 ATP 少了三个磷酸基团,A 错误;b 表示的是 RNA 的基本组成单位之一——腺嘌呤核糖核苷酸,而 ATP 中“A”的代表的是腺苷,B 错误;c 是 ATP 失去一个磷酸基团的产物——ADP,而非 RNA 的基本组成单位,C 错误;d 表示的是 ATP,是生物体的直接供能物质,D 正确。

2.ATP 是腺嘌呤核苷的衍生物,下图是 ATP 的分子结构图,下列有关叙述错误的是　　(　　)



A.ATP 分子的结构简式可表示为 A—P~P~P

B.图中虚线部分的名称是腺苷

C.组成 ATP 的化学元素是 C、H、O、N、P

D.图中①处的化学键易断裂,ATP 转化为 ADP

D　**解析**:ATP 中远离腺苷的特殊化学键②易断裂,断裂后可以转化形成 ADP 和 Pi,D 错误。

3.去氧腺苷三磷酸(dATP)和腺苷三磷酸(ATP)的结构类似,二者在组成上的差异在于前者含有脱氧核糖,后者含有核糖。下列相关叙述错误的是(　　)

A.与一个 ATP 分子相比,一个 dATP 分子少了一个氧原子

B.dATP 去掉两个磷酸基团后,剩余部分是组成 DNA 的基本单位之一

C.在细胞内 ATP 合成速率的快慢与 ADP 生成速率的快慢无关

D.dATP 和 ATP 在细胞内含量少,但都可作为直接能源物质

C　**解析**:脱氧核糖比核糖少一个氧原子,所以一个 dATP 分子比一个 ATP 分子少了一个氧原子,A 正确;dATP 去掉两个磷酸基团后,剩余部分是腺嘌呤脱氧核苷酸,是 DNA 的基本组成单位之一,B 正确;ATP 与 ADP 相互转化,因此在细胞内 ATP 合成速率的快慢与 ADP 生成速率的快慢有关,C 错误;dATP 和 ATP 都是高能磷酸化合物,在细胞内含量少,两者都可以作为直接能源物质,D 正确。

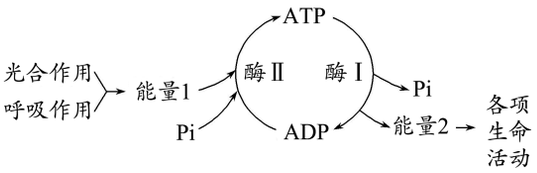
任务二　ATP 与 ADP 可以相互转化及 ATP 的利用

探究活动

材料 1　将用 ^{32}P 标记的磷酸加入细胞培养液,并在短时间内快速分离出细胞的 ATP,结果 ATP 浓度变化不大,但部分 ATP 的末端磷酸基团已带有放射性标记。

材料 2　ATP 在细胞内的含量是很少的,每一时刻储存在人体内的 ATP、ADP 的总含量不到 1 g,而一个正常成年人在静止状态下 24 h,将约有 40 kg 的 ATP 发生转化。

材料 3　ATP 为生命活动提供能量离不开与 ADP 的相互转化。下图表示 ATP 和 ADP 的相互转化过程。



(1)材料1中，细胞内的ATP只有末端磷酸基团带有放射性标记，该现象说明了什么？

提示：ATP中末端磷酸基团容易水解和重新生成。

(2)阅读材料2相关内容，分析生物体为满足能量的需要，是如何解决这一矛盾的。

提示：ATP与ADP在细胞内的相互转化是十分迅速的，且物质可以重复利用，因此，能满足生物体对能量的需要。

(3)材料3中能量1来源的生理过程。

①绿色植物：光合作用和呼吸作用。

②动物、人、真菌和大多数细菌：呼吸作用。

(4)由材料3的图解，写出ATP与ADP相互转化的反应式：$ATP \xrightarrow{酶Ⅰ} ADP+Pi+能量2$，$ADP+Pi+能量1 \xrightarrow{酶Ⅱ} ATP$。

(5)下列过程需要ATP水解提供能量的是①②③④⑤(填编号)。

①物质的主动运输　②电鳐发电　③肌肉收缩　④蛋白质合成　⑤大脑思考　⑥根细胞吸收水分

【探究总结】

(1)ATP和ADP的相互转化

项目	ATP的合成	ATP的水解
反应式	ADP＋Pi＋能量 $\xrightarrow{酶}$ ATP	ATP $\xrightarrow{酶}$ ADP＋Pi＋能量
所需酶	ATP合成酶	ATP水解酶
能量来源	化学能(细胞呼吸)、光能(光合作用)	特殊的化学键的断裂
能量去向	形成特殊的化学键	用于特定的生命活动
反应场所	细胞质基质、线粒体、叶绿体	生物体的需能部位
相应生理活动	主要是细胞呼吸、光合作用	肌肉收缩、细胞分裂、兴奋传递等
结论	ATP和ADP相互转化时，反应所需的酶、能量的来源和去向、反应的场所不同，因此两者的相互转化不是可逆的，从两者相互转化的反应式来看，物质是可逆的，但能量不可逆	

(2)生物体中与能量有关的物质

①直接能源物质——ATP。

②重要的能源物质——糖类。

③主要的储能物质——脂肪。

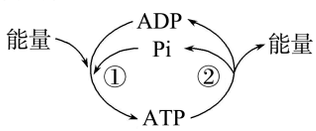
④植物储能物质——淀粉、脂肪。

⑤动物储能物质——糖原、脂肪。

⑥最终能量来源——太阳能。

评价活动

1.下图为植物细胞中ATP与ADP相互转化示意图，下列叙述正确的是　(　　)



A.过程①不需要酶的催化

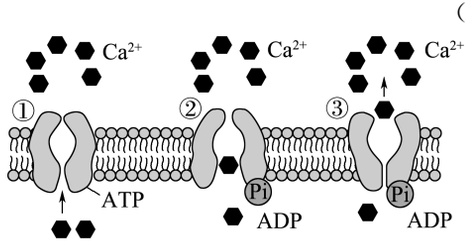
B.过程②发生末端磷酸基团离开ATP的反应

C.过程①所需能量只能来自化学能

D.过程②放出的能量可以用于过程①

B　**解析**：过程①②均需要酶的催化，A错误；过程②是ATP水解，即末端磷酸基团离开ATP的反应，B正确；过程①所需能量来源可以是光能或化学能，C错误；过程②释放的能量可用于各项生命活动，但不能用于合成ATP，D错误。

2.ATP是一种非常重要的化合物，它是细胞的能量“货币”，其结构简式为A—P～P～P。ATP的水解可以为物质的主动运输供能，下图是ATP为主动运输供能的示意图。下列有关叙述错误的是　(　　)



A.ATP中离A最远的两个磷酸基团被水解后，剩余部分是组成RNA的一种基本单位

B.参与Ca^{2+}主动运输的载体蛋白是一种能催化ATP水解的酶

C.在运输Ca^{2+}的载体蛋白的作用下，ATP分子的末端磷酸基团脱离下来与载体蛋白结合，这一过程伴随能量的转移

D.由图可知，细胞中Ca^{2+}的跨膜运输是由ATP水解提供能量的主动运输，而ATP水解总是跟放能反应有关

D　**解析**：ATP中的“～”代表一种特殊的化学键，断开两个这种化学键，就形成了A—P，又叫AMP(腺嘌呤核糖核苷酸)，它是组成RNA的一种基本单位，A正确；由题图可知，参与Ca^{2+}主动运输的载体蛋白是一种能催化ATP水解的酶，当膜内侧的Ca^{2+}与其相应位点结合时，酶活性就被激活了，B正确；在运输Ca^{2+}的载体蛋白的作用下，ATP分

子的末端磷酸基团脱离下来与载体蛋白结合，这一过程伴随能量的转移，此过程就是载体蛋白的磷酸化，C正确；细胞中Ca^{2+}的跨膜运输是主动运输，需要ATP水解释放能量为其供能，而细胞内许多吸能反应与ATP水解的反应相联系，D错误。

3. 有学者利用刚刚失去收缩功能的离体肌肉进行实验：在肌肉上滴加葡萄糖溶液后观察肌肉反应，肌肉没有收缩；然后在同一块肌肉上滴加ATP溶液，肌肉很快发生了明显的收缩反应。这个实验说明（　　）

A.葡萄糖可为生物体生命活动提供能量

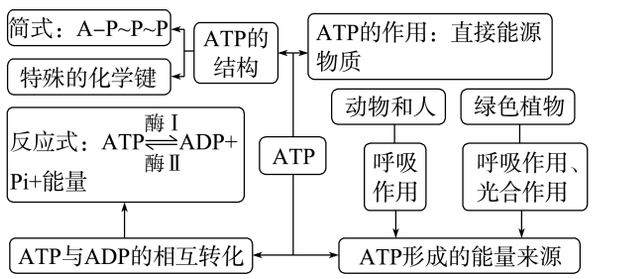
B.ATP是细胞可直接利用的能源物质

C.ATP与ADP可快速转化

D.ATP是吸能反应和放能反应的纽带

B　**解析**：根据题意，在肌肉上滴加葡萄糖溶液，肌肉不收缩，说明葡萄糖不能直接提供能量；在同一块肌肉上滴加ATP溶液，肌肉很快就发生了明显的收缩，说明ATP是细胞可直接利用的能源物质。

提质归纳



课后素养评价（十七）　细胞的能量“货币”ATP

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

知识点1　ATP的结构与转化

1. 下列关于ATP分子的叙述中，错误的是（　　）

A.ATP中含有1个核糖和1个含氮碱基

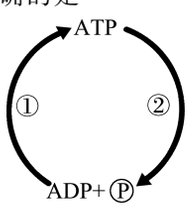
B.ATP脱去所有磷酸基团后就是ADP

C.ATP储存有大量能量

D.ATP脱去2个磷酸基团后可作为合成核糖核酸的基本原料

B　**解析**：ATP由1分子腺苷和3分子磷酸基团组成，1分子腺苷包括1分子核糖和1分子腺嘌呤（含氮碱基），A正确；当ATP脱去所有磷酸基团后是腺苷，B错误；ATP是一种高能磷酸化合物，储存有大量能量，C正确；ATP脱去2个磷酸基团后是AMP，AMP为腺嘌呤核糖核苷酸，可作为合成核糖核酸的基本原料，D正确。

2. 下图为ATP—ADP循环图解，其中①和②表示过程。下列叙述正确的是（　　）



A.①中能量可来源于光能和化学能，②中能量可以转化为光能和化学能

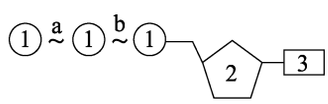
B.ADP由一个腺嘌呤和两个磷酸基团组成，在细胞中含量很少

C.生物体内各种吸能反应所需的能量均来自过程②

D.在睡眠状态下人体肌肉细胞中反应①的速率和运动状态下相近

A　**解析**：①表示ATP的合成过程，ATP中的能量可以来自光合作用的光能、细胞呼吸中的化学能；②表示ATP的水解过程，ATP水解释放的能量可以转化为光能和化学能，A正确。一个ADP由一个腺嘌呤、一个核糖和两个磷酸基团组成，在细胞中含量很少，B错误。②表示ATP的水解过程，该过程往往伴随着吸能反应，但并不是所有的吸能反应所需的能量均来自ATP的水解，C错误。在睡眠状态下人体肌肉细胞中①ATP的合成速率小于运动状态下人体肌肉细胞中①ATP的合成速率，D错误。

3. 下图表示ATP的结构。下列说法正确的是（　　）



A.b键断裂后形成ADP和Pi

B.图中的3表示ATP中的字母“A”

C.由1、2、3各一分子形成的物质是组成DNA的基本单位

D.a键断裂释放的能量可以直接用于生命活动

D　**解析**：a键断裂后形成ADP和Pi，A错误；ATP中的字母“A”表示腺苷，题图中的3表示腺嘌呤，B错误；由1、2、3各一分子形成的物质是腺嘌呤核糖核苷酸，它是组成RNA的基本单位，C错误；a键断裂释放的能量可以直接用于生命活动，D正确。

知识点2　ATP的利用

4. 下列选项中不能使ADP含量增加的是（　　）

A.K^+进入肾小管壁的上皮细胞

B.甘油进入生物细胞

C.大脑思考

D.由氨基酸合成蛋白质

B　**解析**：甘油进入生物细胞的过程属于自由扩散，不消耗ATP，不会使ADP的含量增加，B正确。

5.举重队大力士们在赛场上的气魄常让人敬佩不已。下面有关他们体内能量供应的说法错误的是（　　）

A.由于长期的艰苦训练，大力士们的肌肉细胞中储存有大量的 ATP 供比赛时利用

B.大力士们举重时的直接能源物质是 ATP

C.大力士们体内重要的能源物质是糖类

D.举重运动员奋力一举时，骨骼肌细胞中 ATP 和 ADP 的转化是相互的

A　**解析**：生物体内 ATP 的含量很少，A 错误。

6.某研究小组为验证 ATP 是萤火虫发光器发光的直接能源物质，切取了多个萤火虫发光器并平均分为三组，编号为甲、乙、丙，分别滴加等量的生理盐水、葡萄糖溶液和 ATP 溶液。实验结果显示各组均有发光的和不发光的。下列叙述中，正确的是（　　）

A.该实验结果能够表明，ATP 是萤火虫发光器发光的直接能源物质

B.切取发光器后时间间隔过长，有些发光器的生命活性已完全丧失

C.该实验中切取发光器的操作不合理，应选择健康完整的萤火虫为材料

D.应将萤火虫饥饿处理一段时间后，再切取其发光器立即进行分组实验

B　**解析**：实验结果显示各组均有发光的和不发光的，所以不能证明 ATP 是萤火虫发光器发光的直接能源物质，A 错误；根据各组均有发光的和不发光的，说明有些发光器的生命活性已完全丧失，B 正确；完整的萤火虫能够通过呼吸作用提供能量，所以不能选择健康完整的萤火虫为材料，C 错误；能提升实验结果准确性的合理操作为切取萤火虫的发光器放置适当时间消耗掉能量后用于实验，D 错误。

B组　应用·实践

7.下图是 ATP 和 ADP 相互转化的示意图，①②表示相关反应。下列叙述正确的是（　　）

$$ATP \underset{②}{\overset{①}{\rightleftharpoons}} ADP + Pi + 能量$$

A.ATP 分子中的五碳糖是脱氧核糖

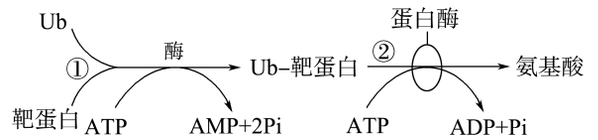
B.①和②需要的酶是同一种酶

C.①②过程在活细胞内时刻不停地发生

D.人体肌细胞中储存着大量的 ATP

C　**解析**：ATP 分子中的五碳糖是核糖，A 错误；①需要的酶是 ATP 水解酶，②需要的酶是 ATP 合成酶，B 错误；ATP 和 ADP 在活细胞内时刻不停地发生相互转化，从而保证细胞对 ATP 的大量需求，C 正确；人体肌细胞中储存着少量的 ATP，D 错误。

8.从动物的胰脏中分离到一类低分子量的蛋白质（Ub），能对细胞中的异常蛋白（靶蛋白）贴上“标签”，被贴“标签”的靶蛋白随即被蛋白酶水解，其过程如图所示。相关说法正确的是（　　）



A.Ub 为靶蛋白贴“标签”的过程不需要消耗能量

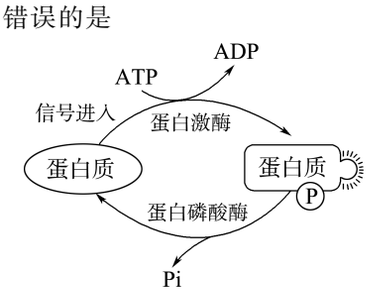
B.Ub 在靶蛋白水解过程中起到催化的作用

C.AMP 是 RNA 的基本组成单位之一，AMP 分子不含有特殊的化学键

D.靶蛋白水解过程与人消化道内蛋白质水解过程相同

C　**解析**：Ub 能识别靶蛋白，并与靶蛋白结合形成 Ub-靶蛋白，该过程需要酶的参与和消耗 ATP 水解释放的能量，A 错误；题图中的靶蛋白如果不与 Ub 结合，便不能被蛋白酶水解，说明 Ub 在靶蛋白水解过程中起的作用是识别靶蛋白并与之结合，B 错误；ATP 含有 2 个特殊的化学键，脱去 2 个磷酸基团后形成的 AMP 是 RNA 的基本组成单位之一——腺嘌呤核糖核苷酸，腺嘌呤核糖核苷酸中不含特殊的化学键，C 正确；由题图可知，靶蛋白水解过程需要消耗能量，而人消化道内蛋白质水解过程不需要消耗能量，D 错误。

9.蛋白质的磷酸化在信号传递过程中起着重要作用，而很多转化过程都需要 ATP 的参与，蛋白质磷酸化后，空间结构发生了变化，活性也发生了变化。蛋白质磷酸化和去磷酸化的过程如图所示。下列相关叙述错误的是（　　）



A.蛋白质磷酸化的过程会消耗 ATP，使 ATP 的含量明显下降

B.蛋白质磷酸化和去磷酸化的过程体现了蛋白质结构与功能相适应的观点

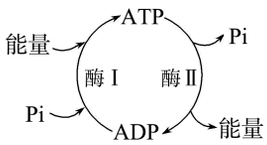
C.蛋白质的磷酸化和去磷酸化不属于可逆反应

D.蛋白质的磷酸化属于吸能反应，其能量来自 ATP 中活跃的化学能

A　**解析**：蛋白质磷酸化的过程会消耗 ATP，同时细胞内也有 ATP 合成，所以细胞内 ATP 含量基本不变，A 错误；蛋白质磷酸化和去磷酸化的过程体现了蛋白质结构与功能相适应的观点，B 正确；蛋白质的磷酸化过程需要蛋白激酶，而去磷酸化过程需要蛋白磷酸酶，所以蛋白质的磷酸化和去磷酸化不属于可逆反应，C 正确；据题图可知，蛋白质磷酸化过程伴随 ATP 的水解，ATP 水解释放能量，故

该过程属于吸能反应，能量来自 ATP 中活跃的化学能，D 正确。

10. 下图是细胞内 ATP 与 ADP 相互转化的示意图，请据图回答下列问题：



(1)在人体内，图示左侧的能量来自_____作用，右侧的能量用于_____(举一例)。

(2)在绿色植物体内，图示左侧的能量来自_____作用和_____作用。

(3)从图中可知，在适宜的温度和酶的作用下，ADP 转变成 ATP 时还需要的条件是_____。将 ADP 转化为 ATP 的图示改写成反应式的形式：_____。

(4)经测定，正常成年人静止状态下 24 h 将有 40 kg ATP 发生转化，而细胞内 ADP、ATP 的总量仅为 2～10 mmol/L，为满足能量需要，生物体内解决这一矛盾的合理途径是_____。

解析：(1)在人体内，图示左侧的能量用来合成 ATP，来自呼吸作用释放的能量，右侧的能量是 ATP 水解释放的能量，用于细胞中耗能的生命活动，如大脑思考、主动运输等。(4)细胞内 ADP、ATP 的总量很少，为满足细胞的能量需要，ATP 与 ADP 的相互转化在细胞内时刻不停地发生且处于动态平衡之中。

答案：(1)呼吸　大脑思考(不唯一)　(2)呼吸　光合

(3)能量和 Pi　ADP＋能量＋Pi $\xrightarrow{\text{酶}}$ ATP

(4)ATP 与 ADP 的相互转化时刻不停地发生且处于动态平衡之中

第 3 节　细胞呼吸的原理和应用

第 1 课时　细胞呼吸的方式及有氧呼吸

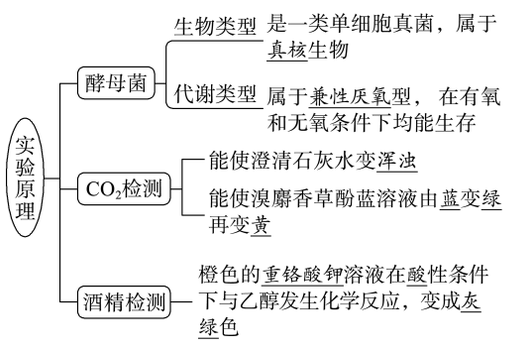
学习任务目标

1. 探究酵母菌细胞呼吸的方式。
2. 阐明有氧呼吸的过程。

○ 问题式预习 ○

一、探究酵母菌细胞呼吸的方式

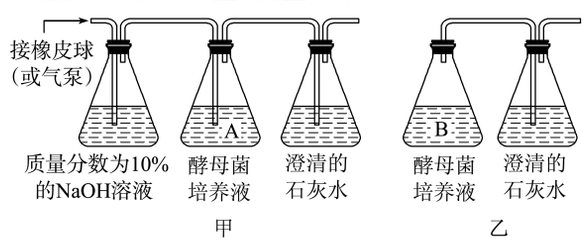
1.实验原理



2.实验步骤

(1)配制酵母菌培养液：酵母菌＋质量分数为 5%的葡萄糖溶液。

(2)检测 CO_2 的产生，装置如下图所示：



(3)检测酒精的产生：各取 2 mL 酵母菌培养液的滤液，分别注入 2 支干净的试管中→分别滴加 0.5 mL 溶有 0.1 g 重铬酸钾的浓硫酸溶液→振荡并观察溶液的颜色变化。

3.实验现象

条件	澄清石灰水的变化		酸性的重铬酸钾溶液
	是否变浑浊	浑浊程度	
甲组(有氧)	是	高	无变化
乙组(无氧)	是	低	出现灰绿色

4.实验结论

(1)酵母菌在有氧和无氧条件下都能进行细胞呼吸。

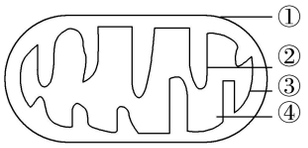
(2)酵母菌细胞呼吸产物

①有氧条件：产生大量 CO_2 和水。

②无氧条件：产生酒精和少量 CO_2。

二、有氧呼吸

1.主要场所——线粒体



(1)写出图中序号代表的结构名称：

①线粒体外膜；②嵴；

③线粒体内膜；④线粒体基质。

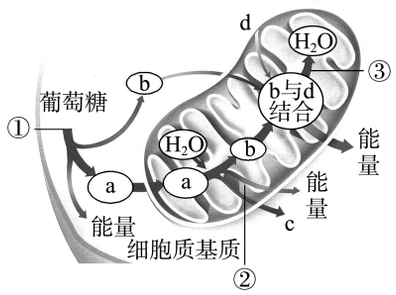
(2)与有氧呼吸有关的酶分布在②③④(填图中序号)。

2.总反应式

$C_6H_{12}O_6+6H_2O+6O_2 \xrightarrow{酶} 6CO_2+12H_2O+能量$

3.过程

观察有氧呼吸过程示意图，回答问题：



(1)写出图中①②③代表的有氧呼吸对应阶段：

①第一阶段；②第二阶段；③第三阶段。

(2)写出 a、b、c、d 代表的物质：

a.丙酮酸；b.[H]；c.CO_2；d.O_2。

(3)三个阶段均释放出能量，释放能量最多的阶段是③(填图中序号)。

(4)写出图中①②③所处的场所：

①细胞质基质；②线粒体基质；

③线粒体内膜。

4.概念

细胞在氧的参与下，通过多种酶的催化作用，把葡萄糖等有机物彻底氧化分解，产生二氧化碳和水，释放能量，生成大量 ATP 的过程。

◇思考

[教材 P93 图 5-9]图中的能量能写成 ATP 吗？

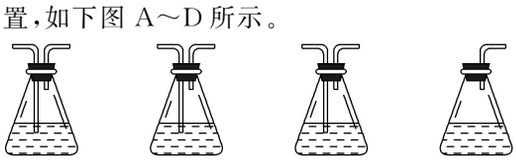
提示：不能，因为有氧呼吸释放的能量只有一少部分储存在 ATP 中，大部分以热能的形式散失。

○ 任务型课堂 ○

任务一 探究酵母菌细胞呼吸的方式

探究活动

某兴趣小组想探究酵母菌是否在有氧、无氧条件下均能产生 CO_2。现提供若干套(每套均有数个)实验装置，如下图 A～D 所示。



(1)请根据实验目的选择装置序号，并按照实验的组装要求排序(装置可重复使用)，有氧条件下的装置序号：C→A→B(或 C→B→A→B)；无氧条件下的装置序号：D→B。

(2)装置中 C 瓶的作用是吸收空气中的 CO_2，排除其对实验结果的干扰；B 瓶中澄清的石灰水还可用溴麝香草酚蓝溶液代替。

(3)该实验的无关变量有哪些？如何控制无关变量？

提示：无关变量有温度、葡萄糖溶液的浓度、酵母菌活性等；无关变量应保持相同且适宜。

(4)该实验有没有对照组？

提示：该实验中有氧条件和无氧条件均为实验组，相互对照。

【探究总结】

实验操作的提醒及目的

实验操作提醒	操作目的
配制培养液时，将葡萄糖溶液先煮沸再冷却后加入锥形瓶	①煮沸：除去其他杂菌，防止其他杂菌的干扰； ②冷却后再加入：防止高温将酵母菌杀死
先通入 NaOH 溶液再通入酵母菌培养液中	排除空气中 CO_2 对实验结果的干扰
酵母菌培养液封口放置一段时间	让酵母菌将瓶中的 O_2 消耗完，确保其在实验过程中只进行无氧呼吸

评价活动

1.下列关于“探究酵母菌细胞呼吸的方式”实验的叙述，错误的是 (　　)

A.酸性重铬酸钾溶液检测酒精，颜色呈现灰绿色

B.实验中需控制的无关变量有温度、pH、培养液浓度等

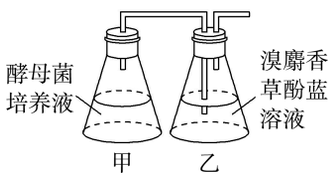
C.实验中将葡萄糖溶液煮沸的目的是灭菌和去除溶液中的 O_2

D.可通过观察澄清石灰水是否变浑浊来判断酵母菌细胞呼吸的方式

D　**解析**：酵母菌有氧呼吸和无氧呼吸的产物中都

有 CO_2，均能使澄清石灰水变浑浊，因此不能通过观察澄清石灰水是否变浑浊来判断酵母菌细胞呼吸的方式，D 错误。

2. 生物研究小组利用自制的纤维素水解液（含质量分数为 5%的葡萄糖溶液）培养酵母菌并研究其细胞呼吸（如图）。下列叙述正确的是　（　　）



A. 增加甲瓶的酵母菌数量可提高乙醇最大产量

B. 乙瓶的溶液由蓝变绿再变黄，表明酵母菌细胞呼吸产生了 CO_2

C. 乙瓶中有气泡产生时即可向甲瓶加入酸性重铬酸钾溶液以检测乙醇生成

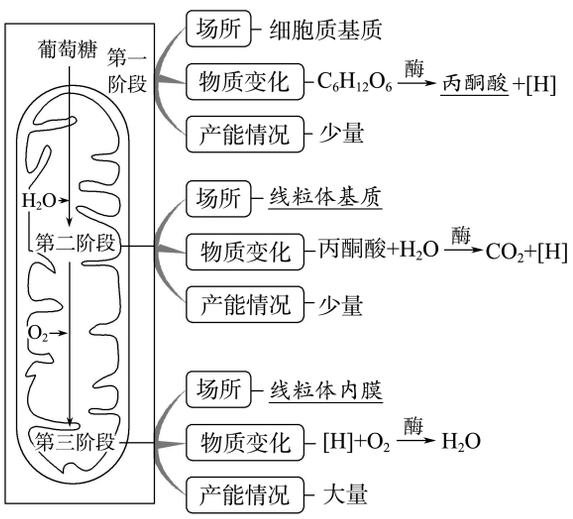
D. 若增加有氧呼吸的对照实验，除插入通气管外其他处理与本组相同

B　**解析**：乙醇的最大产量与容器中的葡萄糖溶液的量有关，酵母菌数量只影响其达到最大产量所需的时间，A 错误；CO_2 通入溴麝香草酚蓝溶液中，溶液颜色变化为蓝→绿→黄，B 正确；用酸性重铬酸钾溶液检测酒精时，应该待实验结束后从甲瓶取出部分液体进行检测，因为葡萄糖也能与酸性重铬酸钾反应发生颜色变化，所以需要将酵母菌的培养时间适当延长以耗尽溶液中的葡萄糖，C 错误；若增加有氧呼吸的对照实验，需将通气管先通入 NaOH 溶液，再通入酵母菌培养液，其他处理与本组相同，D 错误。

任务二 有氧呼吸

探究活动

阅读教材及教材图 5-9 有氧呼吸过程示意图，完成下图所示有氧呼吸过程模型构建，并回答下列问题：



（1）糖类（葡萄糖）为什么必须分解成丙酮酸后才能进行有氧呼吸的第二、第三阶段？

提示：因为线粒体膜上不含运输葡萄糖的载体蛋白，葡萄糖不能进入线粒体（或线粒体内没有催化葡萄糖分解的酶）。

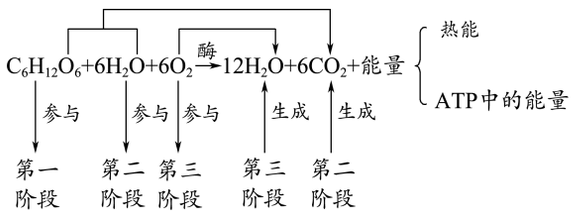
（2）有氧呼吸过程中，H_2O 参与第二阶段反应，在第三阶段产生；[H] 在第一、第二阶段产生，参与第三阶段的反应；O_2 只参与第三阶段反应，CO_2 是在第二阶段产生的。

（3）若用放射性同位素 ^{18}O 分别标记有氧呼吸中的 $C_6H_{12}O_6$ 和 O_2，放射性会分别出现在哪种产物中？

提示：$C_6H_{12}{}^{18}O_6 \rightarrow C^{18}O_2$；$^{18}O_2 \rightarrow H_2{}^{18}O$。

【探究总结】

1. 有氧呼吸总反应式剖析

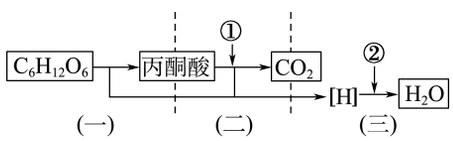


2. 有氧呼吸中[H]和 ATP 的来源和去向

物质	来源	去向
[H]	$C_6H_{12}O_6$ 和 H_2O	与 O_2 结合生成水
ATP	三个阶段都产生	用于各项生命活动

评价活动

1. 下图所示为某动物细胞内部分物质的代谢过程，下列相关叙述正确的是　（　　）



A. 图解过程中大部分能量以热能的形式散失

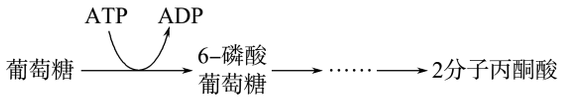
B. 图解中（一）（二）两阶段产生[H]的场所都是线粒体

C. 图解中（三）阶段产生的 H_2O 中的氢最终都来自葡萄糖

D. 1 分子丙酮酸在（二）（三）阶段产生的能量一样多

A　**解析**：细胞呼吸过程释放的能量只有少量储存在 ATP 中，大部分能量以热能的形式散失，A 正确；图解中（一）阶段产生[H]的场所是细胞质基质，（二）阶段产生[H]的场所是线粒体基质，B 错误；图解中（三）阶段产生的 H_2O 中的氢最终来自葡萄糖和第二阶段参与反应的水，C 错误；细胞呼吸过程中，丙酮酸在（二）阶段释放的能量少，在（三）阶段释放的能量多，D 错误。

2. 线粒体的外膜含有孔蛋白，当孔蛋白通道完全打开时，丙酮酸等相对分子质量小于 1 kDa 的物质可自由通过线粒体的外膜。下图表示细胞呼吸中部分物质的变化过程，下列相关说法错误的是　（　　）



A.葡萄糖转变为丙酮酸需要多种酶参与
B.图示过程既消耗 ATP 又产生 ATP
C.丙酮酸以自由扩散的方式通过线粒体外膜
D.NADH 也是细胞呼吸第一阶段的产物

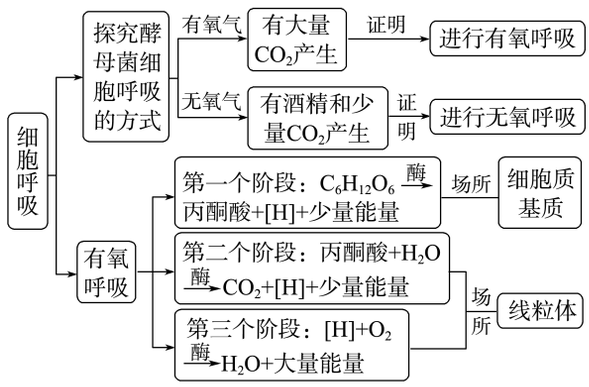
C　**解析**：由题图可知，细胞呼吸第一阶段是连续的反应过程，每一步都需要酶参与，A 正确；题图为细胞呼吸的第一阶段，消耗 ATP，此阶段也能产生少量的 ATP，B 正确；分析题意可知，丙酮酸以协助扩散的方式通过线粒体外膜，C 错误；细胞呼吸第一阶段的产物有丙酮酸、NADH 和少量 ATP，D 正确。

3. 线粒体是细胞进行有氧呼吸的主要场所。研究发现，经常运动的人肌细胞中线粒体数量通常比缺乏锻炼的人多。下列与线粒体有关的叙述，错误的是（　　）

A.有氧呼吸时细胞质基质和线粒体中都能产生 ATP
B.线粒体内膜上的酶可以参与[H]和氧反应形成水的过程
C.线粒体中的丙酮酸分解成 CO_2 和[H]的过程需要 O_2 的直接参与
D.线粒体中能合成某些蛋白质

C　**解析**：有氧呼吸第一阶段的场所是细胞质基质，第二、第三阶段的场所是线粒体，三个阶段均可产生 ATP，故有氧呼吸时细胞质基质和线粒体中都可产生 ATP，A 正确；线粒体内膜是有氧呼吸第三阶段的场所，该阶段 O_2 和[H]反应生成水，该过程需要酶的催化，B 正确；丙酮酸分解为 CO_2 和[H]是有氧呼吸第二阶段，场所是线粒体基质，该过程需要水的参与，不需要 O_2 的直接参与，C 错误；线粒体是半自主性细胞器，可以合成某些蛋白质，D 正确。

提质归纳



课后素养评价（十八）　细胞呼吸的方式及有氧呼吸

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

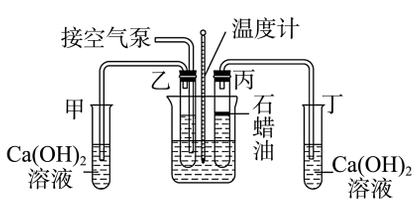
知识点 1　探究酵母菌细胞呼吸的方式

1. 下列对“探究酵母菌细胞呼吸的方式”实验的分析，错误的是（　　）

A.实验的自变量是氧气的有无
B.溴麝香草酚蓝溶液可用来检验酒精
C.将空气通过氢氧化钠溶液的洗气瓶以排除空气中二氧化碳对实验的干扰
D.先封口放置一段时间，充分消耗完装置中的氧以控制无氧条件

B　**解析**：溴麝香草酚蓝溶液可用来检验二氧化碳，而酒精需要用酸性的重铬酸钾溶液检测，B 错误。

2. 下图表示某生物学小组探究酵母菌呼吸方式的实验设计装置。下列叙述正确的是（　　）



A.实验自变量为有无 O_2
B.乙、丙两试管加入干酵母后应先煮沸排除原有气体干扰
C.气泵泵入的气体应先除去 O_2
D.实验因变量为 CO_2 的有无

A　**解析**：本实验的自变量是有无 O_2，A 正确；煮沸会杀死酵母菌，应煮沸后再加入干酵母，B 错误；气泵泵入气体的目的是为酵母菌提供 O_2，但应先除去 CO_2，以免影响结果检测，C 错误；根据实验装置可知，该实验的因变量为 CO_2 的有无，D 错误。

知识点 2　有氧呼吸

3. 长期生活在高原的人体内线粒体的数量较多，线粒体内氧化酶的活性较高，使组织细胞氧利用率也较高，以应对高原低氧环境。参与有氧呼吸并在线粒体基质中作为反应物的是（　　）

A.还原型辅酶Ⅰ　　B.丙酮酸
C.氧气　　D.二氧化碳

B　**解析**：有氧呼吸过程分三个阶段，第一阶段是葡萄糖分解成 2 分子丙酮酸和少量的[H]，同时释放了少量的能量，发生的场所是细胞质基质；第二阶

段是丙酮酸和水反应产生二氧化碳和[H]，同时释放少量的能量，发生的场所是线粒体基质；第三阶段是前两个阶段产生的[H]与氧气结合形成水，释放大量的能量，发生的场所是线粒体内膜，因此B正确。

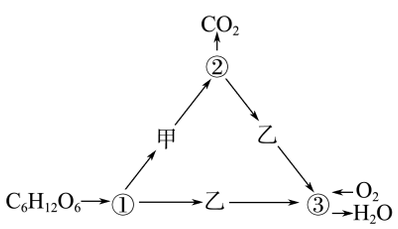
4. 给兔注射 $C_6H_{12}{}^{18}O_6$，在兔体内最先发现含有 ^{18}O 的物质是（　　）

A.丙酮酸　　B.H_2O

C.CO_2　　D.乳酸

A　**解析**：根据有氧呼吸第一阶段是葡萄糖分解成丙酮酸和[H]，可以推测在兔体内最先发现含有 ^{18}O 的物质是丙酮酸，A正确。

5. 下图表示细胞呼吸作用的过程，其中①～③代表有关生理过程发生的场所，甲、乙代表有关物质。下列相关叙述正确的是（　　）



A.①和②分别为线粒体、细胞质基质

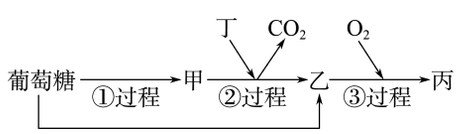
B.①和②处所参与的酶的种类相同

C.②和③处都能产生大量ATP

D.甲、乙分别代表丙酮酸、[H]

D　**解析**：根据题图分析可知，①和②处分别发生有氧呼吸第一阶段和第二阶段，故为细胞质基质、线粒体基质，A错误；①和②处发生的生理过程不同，所参与的酶的种类不同，B错误；①和②处产生少量ATP，③处产生大量ATP，C错误；甲、乙分别代表丙酮酸、[H]，D正确。

6. 下图是人体细胞有氧呼吸的过程简图，甲～丁代表相关物质。下列叙述正确的是（　　）



A.葡萄糖中的大部分能量在①过程中以热能形式散失

B.②过程既有 H_2O 的消耗，也有 H_2O 的产生

C.③过程产生丙的同时会产生大量ATP

D.若提供 $^{18}O_2$，则较长时间后 ^{18}O 只能出现在丙物质中

C　**解析**：①过程为有氧呼吸第一阶段，释放少量的能量，葡萄糖中的大部分能量储存到了丙酮酸中，A错误；②过程为有氧呼吸第二阶段，H_2O 和丙酮酸反应生成 CO_2 和[H]，没有 H_2O 的产生，B错误；③过程为有氧呼吸第三阶段，乙为[H]，和 O_2 反应生成丙（H_2O），并释放大量的能量，C正确；若提供 $^{18}O_2$，^{18}O 首先出现在 H_2O 中，水参与有氧呼吸第二阶段，可以生成 $C^{18}O_2$，因此较长时间后 ^{18}O 能出现在 CO_2 中，D错误。

B组　应用·实践

7. 菜粉蝶幼虫因体细胞中有NADH脱氢酶（催化[H]与氧反应的酶）而对鱼藤酮十分敏感，生产上常利用鱼藤酮来防治菜粉蝶幼虫。下列相关分析错误的是（　　）

A.幼虫体细胞线粒体内膜上分布有NADH脱氢酶

B.幼虫体细胞内的[H]主要来自线粒体基质

C.幼虫体细胞有氧呼吸的三个阶段都能产生[H]

D.鱼藤酮会降低幼虫体细胞内的ATP水平，从而导致幼虫死亡

C　**解析**：NADH脱氢酶是催化[H]与氧反应的酶，[H]与氧反应的场所是线粒体内膜，故幼虫体细胞线粒体内膜上分布有NADH脱氢酶，A正确；有氧呼吸第一阶段产生少量[H]，场所是细胞质基质，有氧呼吸第二阶段产生大量[H]，场所是线粒体基质，因此幼虫体细胞内的[H]主要来自线粒体基质，B正确；幼虫体细胞有氧呼吸的第一、第二阶段能产生[H]，第三阶段消耗[H]，C错误；鱼藤酮会降低幼虫体细胞内的ATP水平，从而导致幼虫死亡，D正确。

8. 糖酵解是糖分解为丙酮酸的过程，普遍存在于细胞中。下列叙述正确的是（　　）

A.糖酵解的过程需要消耗氧气

B.糖酵解发生在线粒体基质中

C.糖酵解的过程不产生 CO_2

D.糖酵解释放的能量主要用于合成ATP

C　**解析**：糖酵解是糖分解为丙酮酸的过程，该过程发生在细胞呼吸的第一阶段，不消耗氧气，不产生 CO_2，A错误，C正确；糖酵解过程发生在细胞质基质中，B错误；糖酵解释放的能量大部分以热能形式散失了，少部分用于合成ATP，D错误。

9. 生长在低寒地带的沼泽植物臭菘，其花序在成熟时温度可达30 ℃。臭菘花序细胞耗氧速率是其他细胞的100倍以上，但消耗单位质量葡萄糖生成ATP的量却只有其他细胞的40%。下列相关推断错误的是（　　）

A.花序细胞主要通过有氧呼吸生成 ATP

B.氧气在有氧呼吸的第三阶段被消耗

C.花序细胞呼吸产生的热量远少于其他细胞

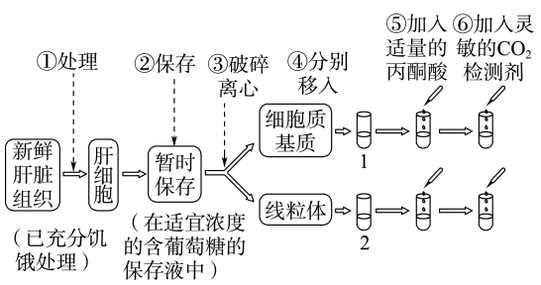
D.花序细胞的这种呼吸特点有利于花序的发育

C　**解析**：由“臭菘花序细胞耗氧速率是其他细胞的 100 倍以上”可知，其细胞呼吸方式主要为有氧呼吸，A 正确；氧气在有氧呼吸的第三阶段被消耗，产生水和释放大量的能量，B 正确；据题干信息消耗“单位质量葡萄糖生成 ATP 的量却只有其他细胞的 40%”，说明以热能形式散失的能量更多，花序细胞呼吸产生的热量远多于其他细胞，C 错误；花序细胞呼吸释放的热能多，有利于适应寒冷的环境，有利于花序的发育，D 正确。

10. 某课题小组为了确定细胞有氧呼吸第二阶段发生的场所，进行了如下探究。

实验假设：有氧呼吸第二阶段只发生在线粒体中，不能在细胞质基质中完成。

实验过程：



实验结果：1 号和 2 号试管中均检测到 CO_2（与预期结果不相符）。

请分析回答：

(1)实验结果与预期不相符的原因是肝细胞利用保存液中的葡萄糖进行有氧呼吸，线粒体产生的 CO_2 扩散进入细胞质基质中。改进措施：_____。

(2)实验步骤⑥依据的原理是丙酮酸在有氧呼吸的第二阶段和水彻底分解成_____，因此可以通过检测是否有_____产生来判断丙酮酸是否被分解。

(3)若该实验时间过长，则空气中的 CO_2 溶入样本中的量足以被检测剂检测出。为了提高实验的科学性，排除干扰因素带来的实验误差，应如何解决？_____。

解析：(1)为了防止肝细胞利用保存液中的葡萄糖进行有氧呼吸，使线粒体产生的 CO_2 进入细胞质基质，应采用不含葡萄糖的保存液。(2)丙酮酸和水在有氧呼吸第二阶段反应生成 CO_2 和[H]，因此可以通过检测剂检测是否有 CO_2 产生来判断丙酮酸是否被分解。(3)为了排除空气中的 CO_2 溶入样本对实验结果产生的干扰，可以分别给 1 号试管和 2 号试管设置对照，对照组所加的物质分别与 1 号试管和 2 号试管相同，只是步骤⑤不加丙酮酸。

答案：(1)用不含葡萄糖的保存液　(2)CO_2 和[H]　CO_2　(3)分别给 1 号试管和 2 号试管设置对照，对照组所加的物质分别与 1 号试管和 2 号试管相同，只是步骤⑤不加丙酮酸

第 2 课时　无氧呼吸、细胞呼吸原理的应用

学习任务目标

1.掌握无氧呼吸的反应过程。
2.说明生物通过细胞呼吸将储存在有机分子中的能量转化为生命活动可以利用的能量。
3.探讨细胞呼吸原理的应用。

○ 问题式预习 ○

一、无氧呼吸

1.无氧呼吸的场所：细胞质基质。

2.无氧呼吸的过程

(1)第一个阶段：与有氧呼吸的第一个阶段完全相同。

(2)第二个阶段：丙酮酸在酶(与催化有氧呼吸的酶不同)的催化作用下，分解成酒精和二氧化碳，或者转化成乳酸。

注意：无氧呼吸第二阶段不释放能量。

3.无氧呼吸的类型及反应式

有氧呼吸
- 产酒精：$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{酶} 2C_2H_5OH(酒精)+2CO_2+少量能量$
- 产乳酸：$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{酶} 2C_3H_6O_3(乳酸)+少量能量$

4.无氧呼吸的概念：指细胞在没有氧气参与的情况下，葡萄糖等有机物经过不完全分解，释放少量能量的过程。

5.细胞呼吸的概念：指有机物在细胞内经过一系列的氧化分解，生成二氧化碳或其他产物，释放能量并生成ATP的过程。

二、细胞呼吸原理的应用

1.提倡有氧运动。避免肌细胞因供氧不足进行无氧呼吸积累过多乳酸，从而使肌肉酸胀乏力。

2.作物栽培时及时松土透气。根细胞充分地进行有氧呼吸，产生大量的能量，有利于根系生长，促进根系对无机盐(矿质离子)的吸收。

3.水果、粮食的储藏。通过降低温度、降低氧气含量来减弱水果、粮食的呼吸作用，以延长保质期。

4.生产各种酒。利用麦芽、葡萄、粮食和酵母菌以及发酵罐等，在控制通气的情况下，使酵母菌进行无氧呼吸，可以生产各种酒。

5.发面。在馒头和面包的制作过程中，利用酵母菌的有氧呼吸，使馒头和面包变得松软可口。

6.选用透气的“创可贴”、透气的消毒纱布包扎伤口。既为伤口敷上药物，又为伤口创造了有氧环境，避免厌氧细菌繁殖，有利于伤口愈合。

7.伤口过深或被锈钉扎伤，需要及时治疗。避免破伤风芽孢杆菌进行无氧呼吸而大量繁殖引发破伤风。

8.制作酸菜、酸奶、泡菜。利用乳酸菌进行无氧呼吸产生乳酸。

◇**思考**

[教材 P96“拓展应用”]给板结的土壤及时松土的主要目的是什么？

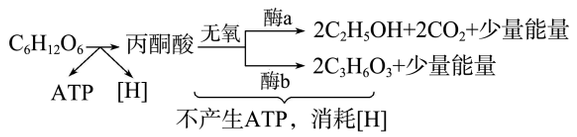
提示：给板结的土壤及时松土透气可以使根细胞进行充分的有氧呼吸，从而有利于根系的生长和对无机物的吸收；增强根系的水土保持能力，避免根细胞由于无氧呼吸产生酒精对根系造成的伤害。此外，松土透气还有利于土壤中好氧微生物的生长繁殖，促使这些微生物对土壤有机物的分解，为植物生长提供更多的 CO_2。

○ 任务型课堂 ○

任务一　分析无氧呼吸的过程及其与有氧呼吸的比较

探究活动

探究 1　下图为无氧呼吸的类型和过程，据图回答有关问题：



(1)不同细胞无氧呼吸产物不同的直接原因是什么？

提示：不同细胞所具有的酶的种类不同，导致反应途径不同，产物也不同。

(2)无氧呼吸有无[H]的积累？无氧呼吸第一阶段产生的[H]的作用是什么？

提示：无氧呼吸没有[H]的积累。第一阶段产生的[H]参与第二阶段的反应。

(3)在无氧呼吸过程中，葡萄糖含有的化学能大部分未释放，仍存留在酒精或乳酸中，只有少部分释放出来，其释放的能量大部分以热能形式散失，少部分储存在ATP中。

探究 2 列表比较有氧呼吸和无氧呼吸

项目		有氧呼吸	无氧呼吸
不同点	场所	细胞质基质和线粒体	细胞质基质
	条件	需氧、酶	不需氧、需酶
	产物	CO_2、H_2O	酒精和 CO_2 或乳酸
	能量	大量	少量
相同点	过程	葡萄糖分解为丙酮酸阶段相同	
	实质	分解有机物，释放能量，合成 ATP	
	意义	为生物体的各项生命活动提供能量	

【探究总结】

“三看法”判断细胞呼吸的方式（以葡萄糖为底物）

（1）一看——反应物和产物

①消耗 O_2 或产物中有 H_2O，一定存在有氧呼吸。

②产物中有酒精或乳酸，一定存在无氧呼吸。

（2）二看——物质的量的关系

根据 CO_2 释放量与 O_2 消耗量判断

①不消耗 O_2，释放 CO_2→只进行产酒精的无氧呼吸。

②不消耗 O_2，不释放 CO_2→只进行产乳酸的无氧呼吸，或细胞已死亡。

③CO_2 释放量等于 O_2 吸收量→只进行有氧呼吸，或既进行有氧呼吸又进行产乳酸的无氧呼吸。

④CO_2 释放量大于 O_2 吸收量→既进行有氧呼吸又进行产酒精的无氧呼吸。

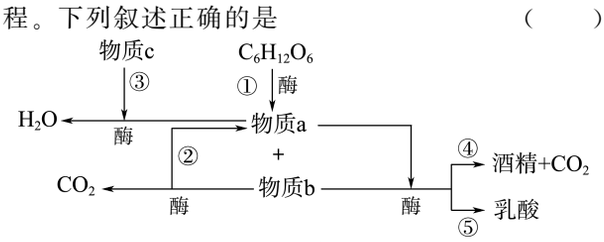
（3）三看——反应的场所

①真核细胞：若整个细胞呼吸过程均在细胞质基质中进行，则为无氧呼吸；若部分过程在线粒体中进行，则为有氧呼吸。

②原核细胞：原核细胞没有线粒体，故原核细胞的细胞呼吸在细胞质基质和细胞膜上进行，其呼吸方式应根据产物判断。

评价活动

1. 下图为细胞呼吸的模式图，其中序号表示生理过程。下列叙述正确的是（　　）



A.④过程和⑤过程都不能产生 ATP

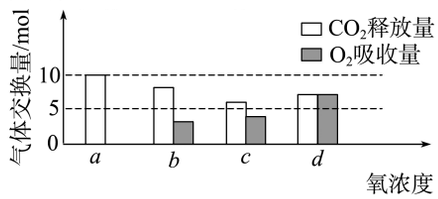
B.骨骼肌细胞中可以发生的过程有①②③④

C.酵母菌细胞中③过程发生的场所是线粒体基质

D.①④过程中葡萄糖储存的能量大部分以热能的形式散失

A　**解析**：由题图分析可知，④过程为无氧呼吸产生酒精的第二阶段，⑤过程为无氧呼吸产生乳酸的第二阶段，都不释放能量，不能产生 ATP，A 正确；骨骼肌细胞进行无氧呼吸时产生乳酸，所以骨骼肌细胞中可以发生的过程有①②③⑤，B 错误；酵母菌是真核生物，③过程为有氧呼吸的第三阶段，发生的场所是细胞中的线粒体内膜，C 错误；①④过程为无氧呼吸产生酒精的过程，无氧呼吸中葡萄糖的能量大部分储存在不彻底的氧化产物酒精中，没有释放出来，D 错误。

2. 下图表示苹果组织细胞中 CO_2 释放量和 O_2 吸收量的变化（均以葡萄糖为呼吸底物）。下列相关叙述不正确的是（　　）



A.图中氧浓度为 a 时只有无氧呼吸

B.图中氧浓度为 b 时，若 CO_2 释放量为 8 mol，O_2 吸收量为 4 mol，则此时无氧呼吸消耗的有机物多

C.a、b、c、d 四个浓度中，b 是适合储藏苹果的氧浓度

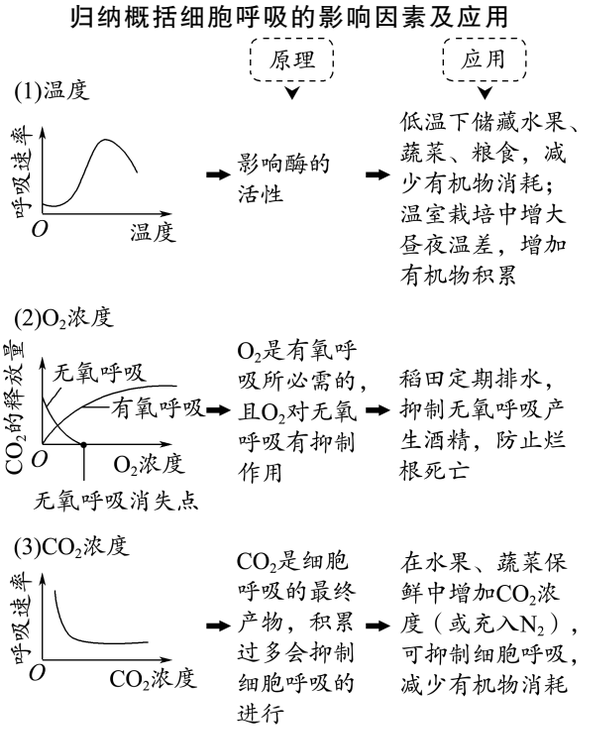
D.图中氧浓度为 d 时只进行有氧呼吸

C　**解析**：氧浓度为 a 时，只有 CO_2 释放，只进行无氧呼吸，A 正确；氧浓度为 b 时，若 CO_2 释放量为 8 mol，O_2 吸收量为 4 mol，则有氧呼吸 CO_2 释放量为 4 mol，消耗的葡萄糖为 4/6＝2/3 mol，无氧呼吸 CO_2 释放量为 4 mol，所以无氧呼吸消耗的葡萄糖为 4/2＝2 mol，即无氧呼吸消耗的有机物多，B 正确；储存苹果应选择有机物消耗最少，呼吸作用最弱时的氧浓度，CO_2 释放量最少时，呼吸作用最弱，所以 c 是最适合储藏苹果的氧浓度，C 错误；氧浓度为 d 时，O_2 吸收量等于 CO_2 释放量，此时只进行有氧呼吸，D 正确。

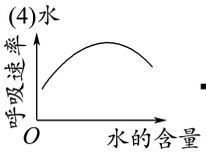
任务二 细胞呼吸原理的应用

【探究总结】

归纳概括细胞呼吸的影响因素及应用



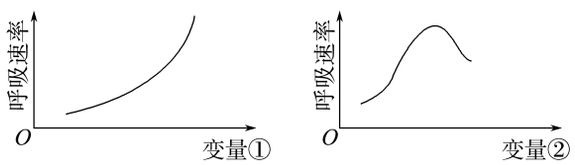
(4)水



→ 水作为有氧呼吸的原料和环境因素影响细胞呼吸的速率 → 粮食储藏要求干燥，减少有机物消耗；干种子萌发前进行浸泡处理

评价活动

1.甲、乙两幅图是某同学绘制的不同环境因素与呼吸作用间关系的坐标曲线，该同学依据曲线作出的下列叙述错误的是　　(　　)



A.图甲中的变量①可表示含水量，蔬菜保鲜时应降低含水量

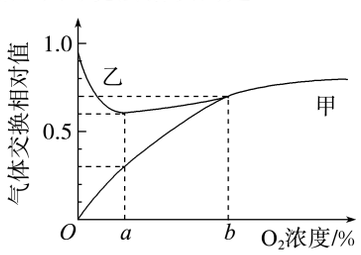
B.图甲中的变量①可表示 O_2 浓度，无氧条件下呼吸速率最低，适合储藏

C.图乙中的变量②可表示温度，大棚种植时夜间适当降温，有利于增产

D.图乙中的变量②不可表示 O_2 浓度

B　**解析**：题图甲呼吸速率随着变量①含水量的升高而升高，蔬菜保鲜时应降低含水量，A 正确；题图甲中的变量①表示 O_2 浓度时，无氧条件下只进行无氧呼吸，呼吸速率不是最低，不适合储藏，B 错误；题图乙中的变量②表示温度时，大棚种植时夜间适当降温，以降低细胞呼吸速率，有利于增产，C 正确；O_2 促进细胞呼吸，O_2 浓度高，呼吸速率不会下降，故题图乙中的变量②不可表示 O_2 浓度，D 正确。

2.(2023·山东卷改编)某种植株的非绿色器官在不同 O_2 浓度下，单位时间内 O_2 吸收量和 CO_2 释放量的变化如图所示。若细胞呼吸分解的有机物全部为葡萄糖，下列说法错误的是　　(　　)



A.甲曲线表示 O_2 吸收量

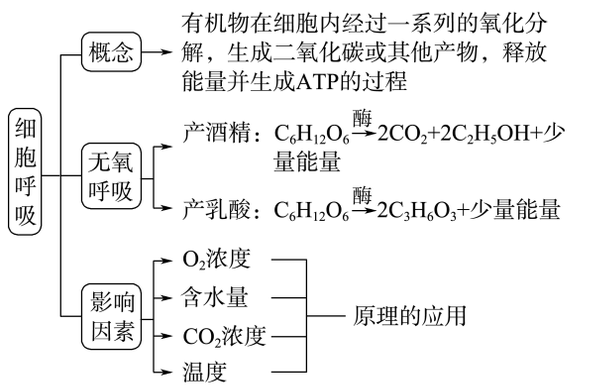
B.O_2 浓度为 b 时，该器官不进行无氧呼吸

C.O_2 浓度由 0 到 b 的过程中，有氧呼吸消耗葡萄糖的速率逐渐增加

D.O_2 浓度为 a 时最适合保存该器官，该浓度下葡萄糖消耗速率最小

D　**解析**：分析题图可知，图中横坐标是 O_2 浓度，当氧气浓度为 0 时，乙曲线所示气体仍有释放，说明乙曲线表示 CO_2 释放量，甲曲线表示 O_2 吸收量，A 正确。O_2 浓度为 b 时，两曲线相交，说明此时 O_2 吸收量和 CO_2 释放量相等，已知细胞呼吸分解的有机物全部为葡萄糖，故此时植物只进行有氧呼吸，不进行无氧呼吸，B 正确。O_2 浓度为 0 时，植物只进行无氧呼吸；氧气浓度为 a 时，植物同时进行有氧呼吸和无氧呼吸；O_2 浓度为 b 时，植物只进行有氧呼吸，故 O_2 浓度由 0 到 b 的过程中，有氧呼吸消耗葡萄糖的速率逐渐增加，C 正确。O_2 浓度为 a 时，气体交换相对值 CO_2 为 0.6，O_2 为 0.3，其中有 0.3 的 CO_2 是由有氧呼吸产生的，0.3 的 CO_2 是由无氧呼吸产生的，按有氧呼吸 $C_6:O_2:CO_2=1:6:6$，无氧呼吸 $C_6:CO_2=1:2$，算得 C_6(葡萄糖)的相对消耗量为 $0.05+0.15=0.2$。而在 b 点即无氧呼吸消失点时，O_2 和 CO_2 的相对值为 0.7，算得 C_6 的相对消耗量约为 0.11，明显比 a 点时低，所以 a 点时葡萄糖的消耗速率不是最小，且无氧呼吸会产生酒精，不一定满足某些生物组织的储存，D 错误。

提质归纳



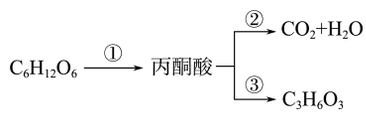
课后素养评价（十九）　无氧呼吸、细胞呼吸原理的应用

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

知识点 1　无氧呼吸

1.下图为癌细胞呼吸过程中主要的物质变化，①～③为相关生理过程。研究发现，氧气充足时，癌细胞仍主要依赖效率较低的糖酵解(葡萄糖分解成丙酮酸的过程)途径供应能量，并产生大量乳酸。下列叙述正确的是　　(　　)



A.癌细胞只能进行无氧呼吸

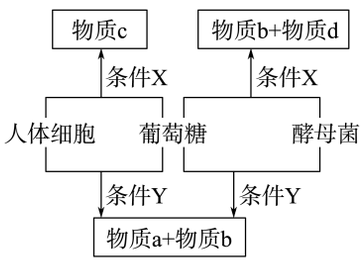
B.有氧呼吸是指①②③三个阶段

C.图中只有①过程产生 ATP

D.供应等量的能量，癌细胞消耗的葡萄糖比正常细胞的多

D **解析**：癌细胞既可以进行有氧呼吸也能进行无氧呼吸，A 错误；有氧呼吸是指①②两个过程，B 错误；题图中①②两个过程都能产生 ATP，C 错误；依题意，氧气充足时，癌细胞仍主要依赖效率较低的糖酵解途径供应能量，因此，供应等量的能量，癌细胞消耗的葡萄糖比正常细胞的多，D 正确。

2. 下图为酵母菌和人体细胞呼吸流程图。下列叙述正确的是（　　）



A. 条件 X 下酵母菌细胞呼吸时，葡萄糖中的能量一共有 3 条去路

B. 人在马拉松运动中所需能量主要来自条件 Y 下葡萄糖在线粒体中的氧化分解

C. 物质 a、b、c、d 分别为水、CO_2、酒精、乳酸

D. 人体细胞和酵母菌都能在 X 或 Y 条件下进行细胞呼吸，皆属于兼性厌氧型生物

A **解析**：以葡萄糖为呼吸底物时，人体细胞和酵母菌在有氧条件下的产物都是 CO_2 和水，在无氧条件下的产物不同，人体细胞的无氧呼吸产物是乳酸，酵母菌的无氧呼吸产物是酒精和 CO_2，故题图中的条件 X 为无氧，条件 Y 为有氧，物质 a～d 分别为水、CO_2、乳酸、酒精，C 错误；无氧条件下，酵母菌不能彻底氧化分解葡萄糖，葡萄糖中的能量有三个去向，储存在酒精中、以热能形式散失、储存在 ATP 中，A 正确；人在马拉松运动中能量主要来自有氧(Y)条件下葡萄糖的氧化分解，但葡萄糖不能进入线粒体中氧化分解，B 错误；人属于需氧型生物，酵母菌属于兼性厌氧型生物，D 错误。

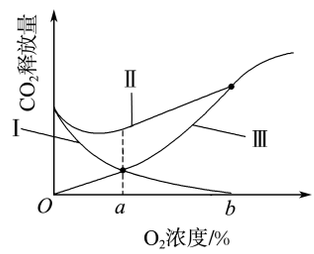
知识点 2　细胞呼吸原理的应用

3. 细胞呼吸原理广泛用于生产实践中，表中措施与目的对应不正确的是（　　）

选项	应用	措施	目的
A	制作酸奶	通入无菌空气	加快乳酸菌繁殖，有利于乳酸发酵
B	种子储藏	晒干	降低自由水含量，减弱细胞呼吸
C	水果保鲜	零上低温	降低酶的活性，减弱细胞呼吸
D	栽种庄稼	疏松土壤	促进根有氧呼吸，有利于吸收无机盐离子

A **解析**：参与酸奶制作的微生物是乳酸菌，属于厌氧菌，因此制作酸奶的过程不能通入空气，A 错误；种子储藏时要降低自由水含量，减弱细胞呼吸，减少有机物的消耗，B 正确；水果保鲜的目的是既要保持水分，又要减弱呼吸作用，所以低温是最好的方法，但温度不能太低，否则会冻坏水果，C 正确；植物根对矿质元素的吸收过程是一个主动运输过程，需要能量和载体蛋白，在植物生长过程中松土，可以提高土壤中氧气的含量，有利于根细胞的有氧呼吸，从而为根细胞吸收无机盐离子提供更多的能量，D 正确。

4. 下图表示某高等植物的非绿色器官的细胞呼吸与 O_2 浓度的关系，下列叙述不正确的是（　　）



A. O_2 浓度为 0 时，是植物种子储存的最佳 O_2 浓度

B. O_2 浓度为 b 时，该器官只进行有氧呼吸

C. 如果是人体细胞，则该图中的曲线Ⅰ、Ⅱ不存在

D. 曲线Ⅲ细胞呼吸发生的场所是线粒体和细胞质基质

A **解析**：分析题图可知，Ⅰ表示无氧呼吸释放的 CO_2 量，Ⅱ表示 CO_2 释放总量，Ⅲ表示有氧呼吸释放的 CO_2 量。O_2 浓度为 0 时，细胞只进行无氧呼吸，消耗大量有机物，不适合储存植物种子，A 错误；当 O_2 浓度为 b 时，无氧呼吸完全被抑制，该器官只进行有氧呼吸，B 正确；如果是人体，只有有氧呼吸产生 CO_2，无氧呼吸只产生乳酸，则题图中的曲线Ⅰ、Ⅱ不存在，C 正确；曲线Ⅲ表示有氧呼吸，发生的场所是细胞质基质和线粒体，D 正确。

B组　应用·实践

5. 马铃薯块茎储藏不当会出现酸味，这种现象与马铃薯块茎细胞的无氧呼吸有关。下列叙述错误的是（　　）

A. 马铃薯块茎细胞无氧呼吸产生的乳酸是由丙酮酸转化而来

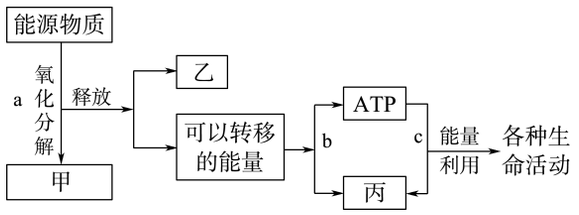
B. 马铃薯块茎细胞无氧呼吸产生丙酮酸时伴随着大量 ATP 的生成

C. 升高马铃薯块茎储藏库中氧气的浓度会抑制酸味的产生

D. 适当降低马铃薯块茎储藏库中的温度会抑制酸味的产生

B **解析**：马铃薯块茎细胞无氧呼吸的第一个阶段，葡萄糖被分解成丙酮酸，丙酮酸在第二个阶段被转化成乳酸，A 正确；马铃薯块茎细胞无氧呼吸产生丙酮酸时会生成少量 ATP，B 错误；马铃薯块茎储存过程中，升高氧气浓度或适当降低温度，其无氧呼吸强度减弱，产生的乳酸减少，会使酸味减弱，C、D 正确。

6.下图表示细胞内的能量释放、转移和利用的过程。下列有关分析不合理的是　　(　　)



A.a过程中必定有[H]的产生和消耗

B.通过a过程,能源物质中的大多数能量可能以乙的形式散失

C.放能反应一般与图中b代表的反应相联系

D.图中c代表的反应只发生在线粒体中

D　**解析**:分析题图可知,a过程表示细胞呼吸,其实质是分解有机物,释放能量,该过程中必定有[H]的产生和消耗,A合理;a过程如果进行有氧呼吸,则能源物质中的能量大多数是以乙(热能)的形式散失,如果进行无氧呼吸,则能源物质中的能量大多数仍储存在有机物乳酸或酒精中,B合理;放能反应一般与题图中b代表的反应(ATP的合成)相联系,C合理;题图中c代表的反应是ATP的水解过程,不只发生在线粒体中,有的细胞没有线粒体也可以发生此过程,D不合理。

7.“葡萄美酒夜光杯,欲饮琵琶马上催”中提及的葡萄美酒,其酿造原理是细胞呼吸,该原理不仅应用于酿酒,还在生活和生产中得到了广泛应用。结合细胞呼吸原理分析,下列叙述不合理的是　　(　　)

A.酿造葡萄酒时,适当通气更利于酵母菌的繁殖,之后密封利于发酵

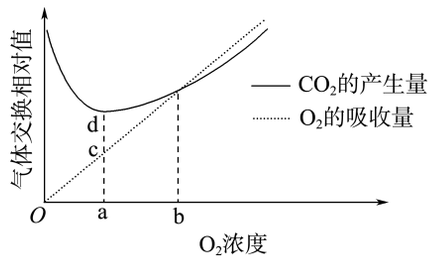
B.经常给花盆中的土壤松土,有利于盆栽植物的生长

C.冰箱中的酸奶储存不当,发生胀袋是乳酸菌发酵的结果

D.定期排水晒田可避免水稻幼根因缺氧而变黑、腐烂

C　**解析**:酿造葡萄酒时,要先适当通气,利于酵母菌繁殖,后密封,有利于酵母菌发酵,A合理;花盆中的土壤需要经常松土,提高根部的氧气含量,促进根部细胞的有氧呼吸,利于盆栽植物的生长,B合理;乳酸菌发酵产生乳酸,不产生二氧化碳,因此酸奶胀袋不是乳酸菌发酵的结果,C不合理;水稻生长过程中定期排水晒田是为了避免水稻幼根因缺氧而进行无氧呼吸产生酒精,其对根细胞有毒害作用,会使幼根变黑、腐烂,D合理。

8.下图表示植物非绿色器官呼吸时,O_2的吸收量和CO_2产生量的相互关系,有关叙述错误的是(　　)



A.在a点比较适合长期储存该植物器官

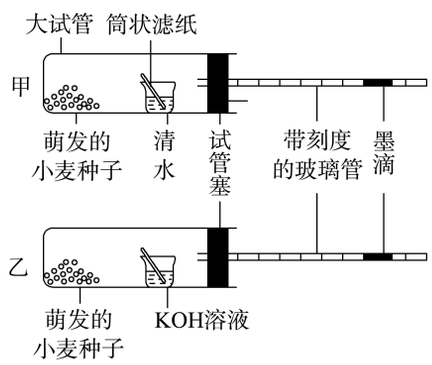
B.在b点仍能产生少量的酒精

C.若cd=ca,a点时无氧呼吸强度是有氧呼吸强度的3倍

D.该器官有可能来自油料作物

C　**解析**:据题图分析可知,O_2浓度在a点时,CO_2的产生量最低,有机物的消耗最少,所以比较适合长期储存该植物器官,A正确;由于b点后O_2吸收量高于CO_2产生量,所以该植物器官呼吸底物有脂肪等物质的参与,故该器官有可能来自油料作物,b点时,仍能进行无氧呼吸产生少量CO_2和酒精,B、D正确;由于细胞呼吸底物有葡萄糖和脂肪等物质,因此a点时无氧呼吸强度不是有氧呼吸强度的3倍,C错误。

9.呼吸熵(RQ)指单位时间内进行呼吸作用的生物释放二氧化碳量与吸收氧气量的比值(RQ=释放的二氧化碳体积/消耗的氧气体积)。下图表示测定消毒过的萌发的小麦种子呼吸熵的实验装置。请分析并回答下列问题:



(1)乙装置中,KOH溶液中放置筒状滤纸的目的是_____。

(2)假设小麦种子只以糖类为呼吸底物,在25 ℃下经过10 min后观察墨滴的移动情况,若发现甲装置中墨滴不动,乙装置中墨滴左移,则10 min内小麦种子进行_____过程;若发现甲装置中墨滴右移,乙装置中墨滴不动,则10 min内小麦种子进行_____过程。

(3)在25 ℃下10 min内,如果甲装置中墨滴右移30 mm,乙装置中墨滴左移200 mm,那么萌发小麦种子的呼吸熵是_____。

(4)为校正甲装置中因物理因素引起的气体体积变化,还应设置一个对照装置。对照装置的大试管和小烧杯中应分别放入_____。

解析：(1)KOH溶液扩散到筒状滤纸上，能增大吸收CO_2的面积。(2)甲装置中放置的是清水，不能吸收CO_2，若墨滴不动，说明产生的CO_2量正好与消耗的O_2量相等；乙装置中放置的是KOH溶液，能吸收CO_2，若乙装置中墨滴左移，说明消耗了O_2，结合甲、乙装置中墨滴的移动情况可知，10 min内小麦种子进行了有氧呼吸过程。若甲装置中墨滴右移，说明产生的CO_2量大于消耗的O_2量；乙装置中墨滴不动，说明没有消耗O_2，结合甲、乙装置中墨滴的移动情况可知，10 min内小麦种子进行了无氧呼吸。(3)乙装置中墨滴左移的200 mm是消耗的O_2的体积，与甲装置对照分析可知，释放的CO_2体积为230 mm，所以呼吸熵＝230/200＝1.15。(4)为校正误差，对照组应用等量煮沸杀死的萌发的小麦种子和清水。

答案：(1)增大吸收CO_2的面积　(2)有氧呼吸　无氧呼吸　(3)1.15　(4)等量煮沸杀死的萌发的小麦种子、清水

第4节　光合作用与能量转化

第1课时　捕获光能的色素和结构

学习任务目标

1.尝试提取和分离叶绿体中的色素，简述绿叶中色素的种类及功能。
2.说出叶绿体的结构和功能。

○ 问题式预习 ○

一、绿叶中色素的提取和分离

1.提取绿叶中的色素

(1)实验原理：绿叶中的色素能够溶解在有机溶剂无水乙醇中。

(2)实验步骤

取材——5 g新鲜绿叶，剪去主叶脉，剪碎
↓
研磨——加入二氧化硅和碳酸钙，再加入5~10 mL无水乙醇
↓
过滤——玻璃漏斗基部放单层尼龙布
↓
收集——试管口用棉塞塞严

2.分离绿叶中的色素

(1)实验原理：各种色素在层析液中溶解度不同，溶解度高的随层析液在滤纸上扩散得快，反之则慢。

(2)实验步骤

制备滤纸条：剪滤纸条：将滤纸剪成宽度略小于试管直径、长度略小于试管长度的滤纸条，并在一端剪去两角；铅笔画线：在距去角一端底部1 cm处用铅笔画一条细的横线

↓

画滤液细线：吸取滤液：用毛细吸管吸取少量滤液；画线：沿铅笔线均匀地画出一条细线；重复画线：待滤液干后，再画一到两次

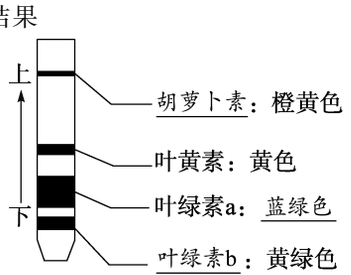
↓

分离绿叶中的色素：倒层析液：将适量的层析液倒入试管中；放滤纸条：将滤纸条(有滤液细线的一端朝下)轻轻插入层析液中，随后用棉塞塞紧试管口

↓

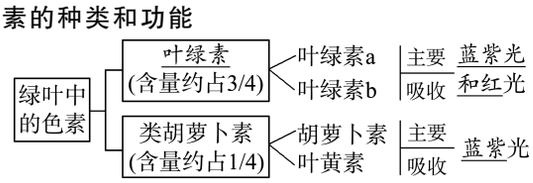
观察与记录：观察滤纸条上出现的色素条带，并记录

(3)实验结果



滤纸条上有4条色素带，每条色素带的颜色不同(填“相同”或“不同”)，宽窄不同(填“相同”或“不同”)。

3.色素的种类和功能



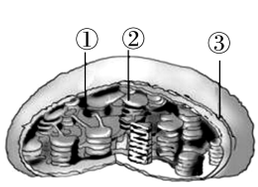
◇思考

[教材P99“旁栏思考”]植物工厂里为什么不用发绿光的光源？

提示：绿色光源发出绿色的光，这种波长的光线几乎不能被光合色素吸收，因此无法用于光合作用。

二、叶绿体的结构适于进行光合作用

1.结构



(1)内部

①基质：含有与光合作用有关的酶。

②基粒：由类囊体堆叠而成，其膜表面上分布着吸收光能的色素分子，也有进行光合作用的酶。

(2)外表：具有双层膜，[③]为叶绿体外膜。

2.功能：进行光合作用的场所。

○ 任务型课堂 ○

任务一 绿叶中色素的提取和分离

【探究总结】

实验异常现象的原因分析

(1)收集到滤液颜色过浅的原因

①未加二氧化硅:研磨不充分。

②未加碳酸钙:色素分子被破坏。

③加入无水乙醇过多:提取液浓度过低。

④菠菜叶片不新鲜:色素含量较低。

(2)滤纸条上出现异常色素带的原因

①色素带重叠:滤液细线不能达到细、直、齐的要求,造成色素带扩散不一致。

②看不到色素带:滤液细线接触到层析液,且时间较长,色素全部溶解到层析液中。

③只出现胡萝卜素、叶黄素的色素带:未加碳酸钙。

评价活动

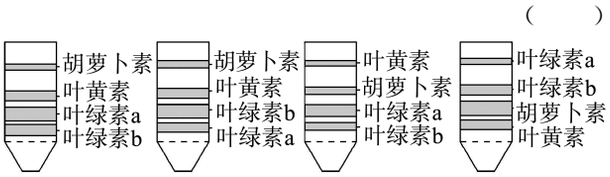
1.某同学在进行“绿叶中色素的提取和分离”实验时,进行了以下操作:①将 5 g 新鲜菠菜叶片剪碎放入研钵中,加入无水乙醇后直接进行研磨;②将预备好的滤纸条一端剪去两角,在距这一端 1 cm 处用钢笔画一条横线;③为增强实验效果,将滤液细线画粗些;④将滤纸条画有滤液细线的一端朝下,轻轻插入层析液中,让滤液细线浸入层析液中。该同学的操作有误的是　(　　)

A.①　　B.②④

C.①②③　　D.①②③④

D　**解析**:将 5 g 新鲜完整的菠菜叶,剪去主叶脉,剪碎,放入研钵中,加入无水乙醇、二氧化硅和碳酸钙以后,迅速、充分地进行研磨,①错误;将预备好的滤纸条一端剪去两角,在距这一端 1 cm 处用铅笔画一条横线,不能用钢笔画线,②错误;用毛细吸管吸取少量滤液,沿铅笔线均匀地画出一条细线,为增强实验效果,待滤液干后,可将滤液细线重复画一到两次,但是不能画得太粗,③错误;将滤纸条画有滤液细线的一端朝下,轻轻插入层析液中,但是滤液细线不能浸入层析液中,④错误。因此,以上操作都是错误的,D 符合题意。

2.用菠菜叶进行“绿叶中色素的提取和分离”的实验,滤液经层析后,色素带在滤纸条上的分布顺序是　(　　)



A　**解析**:由于四种色素在层析液中溶解度的不同,造成其扩散速度不同。溶解度最大的是胡萝卜素,它扩散的距离最远,其次是叶黄素,然后是叶绿素 a,扩散距离最小的是叶绿素 b,A 正确。

3.(2023·江苏卷)下列关于“提取和分离叶绿体色素”实验的叙述,合理的是　(　　)

A.用有机溶剂提取色素时,加入碳酸钙是为了防止类胡萝卜素被破坏

B.若连续多次重复画滤液细线可累积更多的色素,但易出现色素带重叠

C.该实验提取和分离色素的方法可用于测定绿叶中各种色素含量

D.用红色苋菜叶进行实验可得到 5 条色素带,花青素位于叶绿素 a、b 之间

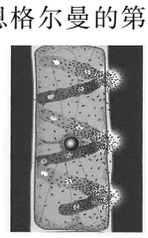
B　**解析**:用有机溶剂提取色素时,加入碳酸钙是为了防止叶绿素被破坏,A 错误;画滤液细线时要间断画 2～3 次,即等上一次干了以后再画下一次,若连续多次重复画滤液细线可累积更多的色素,但是会造成滤液细线过宽,易出现色素带重叠,B 正确;该实验中分离色素的方法是纸层析法,可根据各种色素在滤纸条上呈现的色素带的宽窄来判断各色素的含量,但该实验所用的方法不能用于具体测定绿叶中各种色素含量,C 错误;花青素存在于液泡中,易溶于水,不易溶于有机溶剂,故用红色苋菜叶进行实验不能得到 5 条色素带,D 错误。

任务二 叶绿体的结构适于进行光合作用

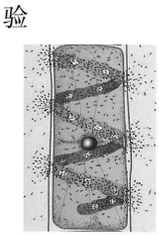
探究活动

请结合教材中恩格尔曼实验,回答问题:

(1)恩格尔曼的第一个实验



装置1
黑暗中用极细的光束照射



装置2
暴露在光下

①该实验选择水绵和需氧细菌作为实验材料的优点:水绵的叶绿体呈螺旋带状分布,便于观察;用需氧细菌可确定释放氧气多的部位。

②在黑暗环境中用极细的光束照射水绵,需氧细菌的分布是怎样的?说明了什么?

提示:需氧细菌只向叶绿体被光束照射到的部位集中。说明氧气是由叶绿体在光照条件下吸收光能进行光合作用释放出来的。

③完全暴露在光照下,需氧细菌分布在叶绿体所有受光部位,设计该组实验的目的是什么?

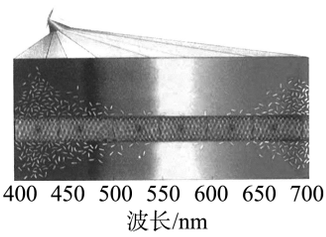
提示:和装置 1 进行对照,明确实验结果完全是由光照射到叶绿体引起的。

④首先要将实验装置放在黑暗且隔绝空气的条

件下，然后进行实验，为什么？

提示：排除氧气和光对实验结果的干扰。

(2)恩格尔曼的第二个实验



在第二个实验中，大量的需氧细菌聚集在红光和蓝紫光区域，为什么？

提示：光合色素主要吸收红光和蓝紫光，在此波长光的照射下，叶绿体会释放氧气，因此需氧细菌在此区域聚集。

【探究总结】

恩格尔曼实验设计的“四妙”

(1)实验材料选得妙：实验材料选择水绵和需氧细菌。水绵的叶绿体呈螺旋带状，便于观察；用需氧细菌可确定释放氧气多的部位。

(2)排除干扰的方法妙：没有空气的黑暗环境，排除了光和空气中氧气的干扰。

(3)观测指标设计得妙：用极细的光束点状投射，叶绿体上可分为获得光照多和光照少的部位，相当于一组对照实验。

(4)实验对照设计得妙：进行黑暗(局部光照)和曝光对照实验，明确实验结果完全是由光照引起的。

评价活动

1.下图为叶绿体结构模式图。叶绿体是植物进行光合作用的细胞器，下面有关叶绿体结构和功能的叙述，错误的是 (　　)

A.①④分别为外膜和内膜，具有选择透过性的功能特点

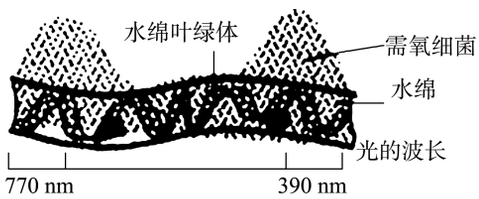
B.②为基粒，类囊体的薄膜上含有与光合作用有关的色素和酶

C.③为叶绿体基质，与光合作用无关

D.光合作用的酶分布在②③

C　**解析**：①是叶绿体外膜，②是基粒，③是基质，④是内膜，③基质中含有许多进行光合作用所必需的酶，C错误。

2.科学家恩格尔曼用透过三棱镜的光照射水绵临时装片，发现需氧细菌大量聚集在如图所示区域。以下分析不正确的是 (　　)



A.实验过程中装片需放置在黑暗环境中是为了设置自变量

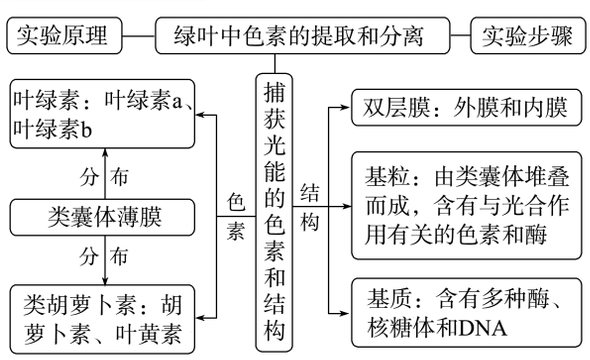
B.需氧细菌聚集多的原因是光合作用制造的有机物多

C.图中需氧细菌分布的差异是水绵在不同区域光合作用强度不同造成的

D.水绵的叶绿体呈螺旋带状分布在细胞中有利于实验的进行

B　**解析**：该实验中光照为自变量，故实验过程中装片需放置在黑暗环境中是为了设置自变量，A正确；需氧细菌聚集多的原因是氧气多，B错误；题图中需氧细菌分布的差异是水绵不同区域光合作用强度不同造成的，C正确；水绵的叶绿体呈螺旋带状分布在细胞中有利于实验的进行，便于实验结果的观察，D正确。

提质归纳



课后素养评价（二十）　捕获光能的色素和结构

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

知识点1　叶绿体色素的提取与分离

1.提取叶绿体中色素时要加入无水乙醇，其原因是（　　）

A.防止叶绿素被破坏

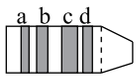
B.使色素溶解

C.便于叶片研磨成匀浆

D.促使叶绿素分离

B　**解析**：叶绿体中的色素能够溶解在有机溶剂中，而不溶于水，因此加入无水乙醇可使色素溶解，B正确。

2.下图为“绿叶中色素的提取和分离”实验中得到的滤纸条色素带，以下说法正确的是（　　）



A.a位置为叶绿素a

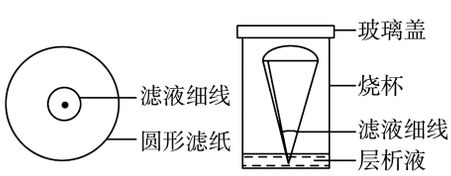
B.若用衰老的黄叶，则c、d显现不明显

C.c位置色素溶解度最大

D.若滤液细线接触层析液，则四条色素带不变

B　**解析**：a位置扩散距离最远，说明该色素溶解度最大，为胡萝卜素，A、C错误；c、d分别为叶绿素a、叶绿素b，若用衰老的黄叶，则c、d显现不明显，B正确；若滤液细线接触层析液，则色素会溶解在层析液中，四条色素带不明显，D错误。

3.某人用新鲜绿叶做“绿叶中色素的提取和分离”实验时，采用圆形滤纸片，将提取出的色素溶液画在距圆心1 cm的圆上，将滤纸自圆心折叠后层析。经层析后，色素被分离为四个半径不同且颜色不同的同心圆环，请推测最内圈和最外圈色素的颜色分别是（　　）



A.蓝绿色、橙黄色　　B.黄绿色、橙黄色

C.蓝绿色、黄绿色　　D.橙黄色、黄绿色

B　**解析**：采用纸层析法分离色素的原理是色素在层析液中的溶解度不同，随着层析液扩散的速度不同，最后的结果是观察到四条色素带，从外到内依次是胡萝卜素（橙黄色）、叶黄素（黄色）、叶绿素a（蓝绿色）、叶绿素b（黄绿色），B正确。

4.细胞中色素种类和含量不同导致植物叶片呈现红色、绿色、黄色等多种颜色。为了研究秋天枫叶变红的原因，研究小组用无水乙醇提取红叶中的色素，用层析液进行分离，发现滤纸条上呈现橙黄色、黄色、蓝绿色、黄绿色四条色素带，靠近层析液的两条色素带非常窄。相关分析不合理的是（　　）

A.叶肉细胞中的色素都分布在类囊体薄膜上

B.分离的四种色素在层析液中的溶解度不同

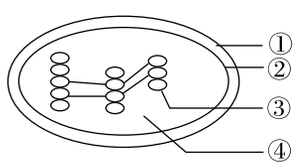
C.靠近层析液的两条色素带分别呈蓝绿色和黄绿色

D.使叶片呈红色的色素可能不溶于无水乙醇

A　**解析**：叶肉细胞中的色素分布在叶绿体和液泡中，光合色素才分布在类囊体薄膜上，A不合理；色素在层析液中溶解度不同，因而在滤纸上的迁移速率不同，使四种色素相互分离开，B合理；靠近层析液的两条色素带分别是叶绿素a和叶绿素b，颜色分别是蓝绿色和黄绿色，C合理；提取和分离的四条色素带中没有呈红色的色素，说明使细胞呈现红色的色素没有提取出来，推测可能的原因是这种色素不溶于无水乙醇，D合理。

知识点2　叶绿体是光合作用的场所

5.下图为某种细胞器的结构示意图。请据图回答下列问题：



(1)这种细胞器主要存在于绿色植物的_____细胞中。

(2)该细胞器的[　　]_____和[　　]_____中分布着酶，与_____作用有关。

(3)该细胞器中的色素主要分布在[　　]_____，这些色素的主要作用是_____。

解析：叶绿体主要分布在绿色植物的叶肉细胞中，具有内外两层膜。基粒由一个个圆饼状的囊状结构（类囊体）堆叠而成，上面分布着叶绿素等色素，主要功能是吸收、传递和转化光能。与光合作用有关的酶分布在叶绿体的类囊体薄膜和基质中。

答案：(1)叶肉　(2)③　类囊体薄膜　④　基质　光合　(3)③　类囊体薄膜　吸收、传递和转化光能

B组　应用·实践

6.(2023·全国乙卷)植物叶片中的色素对植物的生长发育有重要作用。下列有关叶绿体中色素的叙述，错误的是（　　）

A.氮元素和镁元素是构成叶绿素分子的重要元素

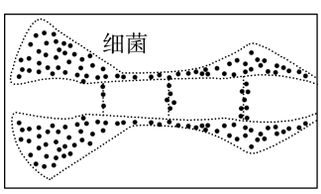
B.叶绿素和类胡萝卜素存在于叶绿体中类囊体薄膜上

C.用不同波长的光照射类胡萝卜素溶液，其吸收光谱在蓝紫光区有吸收峰

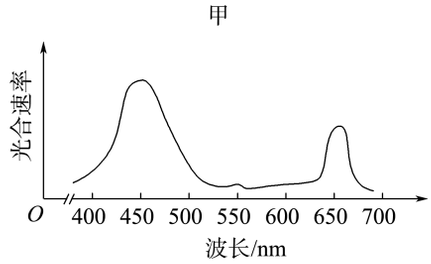
D.叶绿体中的色素在层析液中的溶解度越高，随层析液在滤纸上扩散得越慢

D　**解析**：叶绿素的元素组成是C、H、O、N、Mg，氮元素和镁元素是构成叶绿素分子的重要元素，A正确；吸收光能的4种色素存在于叶绿体中类囊体薄膜上，包括叶绿素和类胡萝卜素，B正确；类胡萝卜素主要吸收蓝紫光，用不同波长的光照射类胡萝卜素溶液，其吸收光谱在蓝紫光区有吸收峰，C正确；叶绿体中的色素在层析液中的溶解度越高，随层析液在滤纸上扩散得越快，D错误。

7.德国科学家恩格尔曼曾设计了一个实验以研究光合作用的光谱。他将透过三棱镜产生的光谱投射到丝状水绵体上，并在水绵悬液中放入需氧细菌，观察需氧细菌的聚集情况（如图甲）。他由此推断水绵在红光区和蓝紫光区的光合作用较强（如图乙）。这个实验的思路是　　（　　）



甲



乙

A.需氧细菌对不同的光反应不一样，需氧细菌聚集多的地方，需氧细菌光合作用强

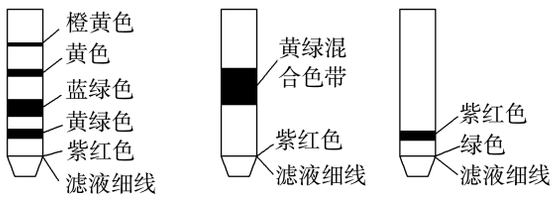
B.需氧细菌聚集多的地方，O_2浓度高，说明水绵光合作用强

C.需氧细菌聚集多的地方，有机物较多，说明水绵光合作用强

D.需氧细菌聚集多的地方，O_2浓度高，说明光合色素集中分布在该部位

B　**解析**：需氧细菌向O_2浓度高的地方聚集，据此可推断水绵的放氧部位和该处的光合作用强度，B正确。

8.为探究月季紫红叶片中的色素种类和性质，某实验小组使用不同的试剂作为层析液对该叶片的色素提取物进行分离，结果如图，以下分析错误的是　　（　　）



甲组：层析液为石油酸∶丙酮∶苯=20∶2∶1　　乙组：层析液为无水乙醇　　丙组：层析液为水

A.甲组的实验结果说明在该组层析液中各种色素的溶解度差异较大

B.光合色素易溶于无水乙醇，因此无水乙醇适用于光合色素的分离

C.分析甲、乙组实验结果可排除紫红色素属于类胡萝卜素的可能性

D.分析丙组实验结果可推测紫红色素可能是位于液泡的水溶性色素

B　**解析**：甲组色素分离效果较好，各种色素区别较明显，说明在该组层析液中各种色素的溶解度差异较大，A正确；光合色素易溶于无水乙醇，因此无水乙醇适用于光合色素的提取，B错误；甲组类胡萝卜素明显分离，同时紫红色素存在于滤液细线的位置，乙组实验结果也表现为紫红色素处于滤液细线位置，此时的类胡萝卜素没有分离，但可以随层析液在滤纸上扩散，两组实验结果说明紫红色素不属于类胡萝卜素，C正确；丙组实验的层析液是水，此时紫红色素分离，说明该色素为水溶性色素，因此，可推测紫红色素可能是位于液泡的水溶性色素，D正确。

9.香菜是一种耐盐碱的经济作物。为探究不同盐浓度对香菜叶绿素含量的影响，某中学生物兴趣小组利用两种方法提取色素并测定叶绿素的含量，过程如图1。请据图分析并回答下列问题：

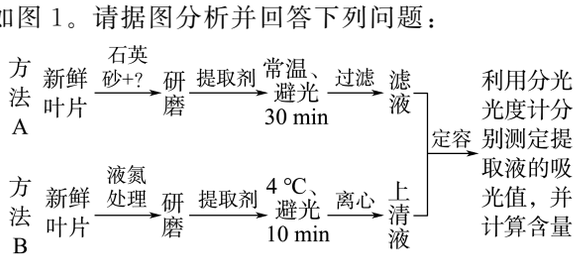


图1

(1)方法A中，加石英砂的目的是_____，同时还应添加一定量的_____，以防止叶绿素被破坏。

(2)方法A、B中，研磨后需静置一段时间的原因是_____。

(3)经分光光度计测定，不同盐浓度对香菜叶绿素

含量的影响如图2。

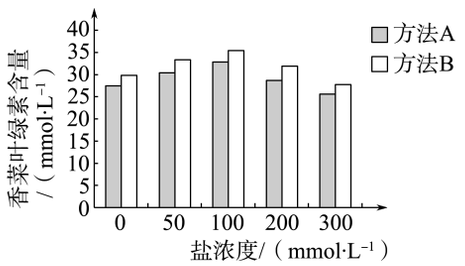


图2

①实验中盐浓度范围设置的依据是_____。

②结果表明，提取色素效果较好的方法是_____，结合实验过程分析，可能的原因有_____、_____。

解析：(1)方法A中，加石英砂的目的是使研磨更充分，同时还应添加一定量的碳酸钙，以防止研磨过程中叶绿素被破坏。(2)方法A、B中，研磨后需静置一段时间的原因是使色素充分溶解在提取液中，以提高提取色素的效果。(3)①由柱形图及题意分析可知，实验中盐浓度范围设置的依据应是盐碱地的盐浓度，以使结果更加真实可靠。②结果表明方法B得到的叶绿素含量始终高于方法A，因此提取色素效果较好的方法是方法B；分析其原因可能与以下因素有关：a.液氮处理能充分破碎细胞释放叶绿素；b.温度低能降低叶绿素的降解；c.时间短能降低叶绿素的降解；d.离心能减少叶绿素的损失等。

答案：(1)有助于研磨充分　碳酸钙　(2)使色素充分溶解在提取液中，以提高提取色素的效果

(3)①盐碱地的盐浓度　②方法B　液氮处理能充分破碎细胞释放叶绿素，温度低能降低叶绿素的降解(或时间短能降低叶绿素的降解，或离心能减少叶绿素的损失)

第2课时　光合作用的原理

学习任务目标

1.通过对光合作用光反应阶段和暗反应阶段相关实验研究的思考和讨论，说明光合作用过程。

2.从物质与能量观视角，阐明光合作用原理，认同人类对光合作用的认识过程是逐步的、不断发展的。

○ 问题式预习 ○

一、光合作用的概念和反应式

1.概念

场所：绿色植物的①叶绿体　反应物：②二氧化碳和水　概念　能量来源：③光能　产物：有机物和④氧气

2.反应式：$CO_2+H_2O \xrightarrow[\text{叶绿体}]{\text{光能}} (CH_2O)+O_2$。

二、光合作用原理的探索历程

人物	实验过程及现象	实验结论
1928年	甲醛对植物有毒害作用	甲醛不能通过光合作用转化成糖
1937年希尔	在离体叶绿体的悬浮液中加入铁盐或其他氧化剂，在光照下可以释放出氧气	离体叶绿体在适当条件下发生水的光解、产生氧气的化学反应称为希尔反应
1941年鲁宾和卡门	用同位素示踪法，研究了光合作用中氧气的来源：$H_2{}^{18}O+CO_2$→植物→放出$^{18}O_2$　$H_2O+C^{18}O_2$→植物→放出O_2	光合作用释放的氧气来自水
1954年阿尔农	在光照下，叶绿体可合成ATP。这一过程总是与水的光解相伴随	水的光解过程中合成ATP
卡尔文	用^{14}C标记的CO_2，供小球藻进行光合作用	探明CO_2中的碳转化成有机物中的碳的途径

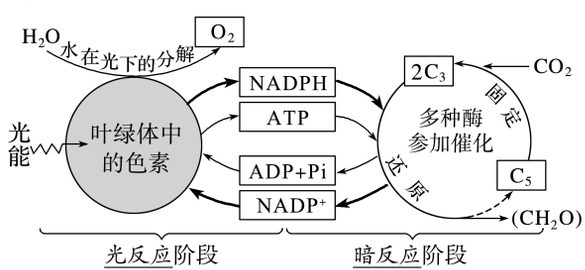
◇思考

[教材P103“思考·讨论”]希尔反应能否说明植物光合作用产生的氧气中的氧元素全部来自水？为什么？

提示：不能。因为悬浮液中还有其他物质也有氧元素，希尔反应未排除这一点。

三、光合作用的过程

1.光合作用的过程图解



2.光反应阶段

(1)概念：光合作用第一个阶段的化学反应，必须有光才能进行，这个阶段叫作光反应阶段。

(2)场所：叶绿体的类囊体薄膜上。

(3)条件：光、色素、酶、水、ADP、Pi、$NADP^+$。

(4)过程：
- 水的光解：$2H_2O \xrightarrow{\text{光能}} 4H^+ + O_2$
- $H^+ + NADP^+ \longrightarrow NADPH$
- ATP的形成：$ADP+Pi+\text{能量} \xrightarrow{\text{酶}} ATP$

3.暗反应阶段

（1）概念：光合作用第二个阶段中的化学反应，不直接依赖光，这个阶段叫作暗反应阶段。

（2）场所：叶绿体的基质中。

（3）条件：多种酶、NADPH、ATP、CO_2、C_5。

（4）过程
- CO_2 的固定：$CO_2+C_5 \xrightarrow{酶} 2C_3$
- C_3 的还原：$2C_3 \xrightarrow[酶]{NADPH、ATP} (CH_2O)$或 C_5

◇思考

1.叶绿体中 NADPH 和 ADP 的移动方向分别是怎样的？

提示：NADPH 从类囊体薄膜移向叶绿体基质，ADP 从叶绿体基质移向类囊体薄膜。

2.[教材 P103 图 5-14]暗反应不直接依赖光，那么暗反应能在长时间黑暗的条件下持续进行吗？

提示：不能。因为在黑暗条件下不能进行光反应，暗反应缺少光反应提供的 NADPH 和 ATP。

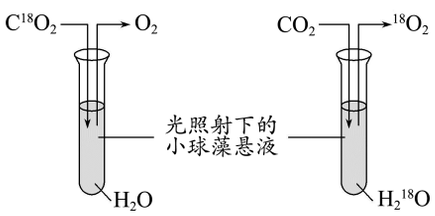
○ 任务型课堂 ○

任务一 光合作用的探究历程

探究活动

材料1 1937 年，植物学家希尔用离体的叶绿体做实验。他将离体的叶绿体加到具有氢受体的水溶液中，在无 CO_2 的条件下给予光照，发现叶绿体中有 O_2 放出。

材料2 下图是利用小球藻进行光合作用实验的示意图（鲁宾、卡门实验）。



材料3 从 1946 年起，卡尔文用放射性同位素 ^{14}C 标记 CO_2 示踪。他选用小球藻进行实验，将其装在一个透明的密闭容器中，并向密闭容器中通入 $^{14}CO_2$，当反应进行到 5 s 时，^{14}C 出现在一种五碳化合物（C_5）和一种六碳糖（C_6）中，将反应时间缩短到 0.5 s 时，^{14}C 出现在一种三碳化合物（C_3）中。经过 9 年左右的时间，他终于弄清了光合作用中暗反应的循环途径。

（1）希尔反应中离体叶绿体悬浮液中加了氧化剂，这样做的目的是什么？氧化剂起了什么作用？（用化学反应式表示）

提示：目的是结合 H_2O 分解产生的 $2H^+$ 和 $2e^-$。$NADP^+ + 2H^+ + 2e^- \xrightarrow{酶} NADPH + H^+$。

（2）在鲁宾和卡门的实验中，用 ^{18}O 同时标记 H_2O 和 CO_2 可行吗？为什么？

提示：不可行，若同时标记 H_2O 和 CO_2，则不能区分产物 O_2 中的氧元素是来自 H_2O 还是 CO_2。

（3）分析材料 3，^{14}C 的转移途径是什么？

提示：$^{14}CO_2 \longrightarrow {}^{14}C_3 \longrightarrow (^{14}CH_2O) + {}^{14}C_5$。

【探究总结】

光合作用探索历程的经典实验

希尔实验	证明离体叶绿体在适当条件下发生水的光解，产生 O_2
鲁宾和卡门的实验	发现光合作用中 O_2 来源于 H_2O
阿尔农实验	发现在光照下，叶绿体可合成 ATP，且该过程总与水的光解相伴随
卡尔文实验	探明 CO_2 中的碳转化成有机物中的碳的途径

评价活动

1.卡尔文为了探明暗反应中碳原子的转移途径，给植物提供 $^{14}CO_2$，当反应进行至第 5 s 时，^{14}C 出现在一种 C_5 和一种 C_6 中；若反应时间缩短到 0.5 s，^{14}C 出现在一种 C_3 中。下列相关叙述错误的是（　　）

A.用 ^{14}C 标记 CO_2 的目的是追踪 CO_2 中的碳原子

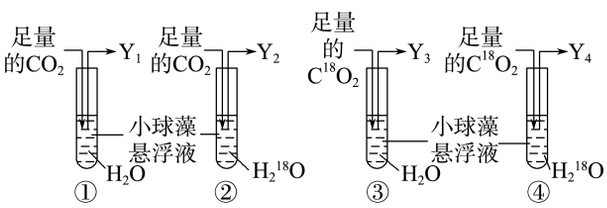
B.卡尔文通过控制反应时间来探究碳原子的转移途径

C.若适当延长反应时间，则会检测到更多种含 ^{14}C 的化合物

D.该实验研究暗反应，因此应该在黑暗环境中进行该实验

D **解析：**该实验中用 ^{14}C 标记 CO_2 的目的是追踪 CO_2 中的碳原子，便于根据放射性检测碳原子的转移途径，A 正确；卡尔文通过控制反应时间来探究碳原子的转移途径，在不同的时间点检测，能探明碳元素的转移途径，B 正确；若适当延长反应时间，则 ^{14}C 会转移到更多的中间产物中，C 正确；该实验研究暗反应，但暗反应的进行需要光反应提供[H]和 ATP，因此该实验要在光照条件下进行，D 错误。

2.下图是在较强光照且温度相同以及水和小球藻的质量相等的条件下，小球藻进行光合作用的实验示意图。一段时间后，以下与实验相关的比较中，不正确的是（　　）



A.Y_2 的质量大于 Y_3 的质量

B.④中小球藻的质量大于①中小球藻的质量

C.②中水的质量大于④中水的质量

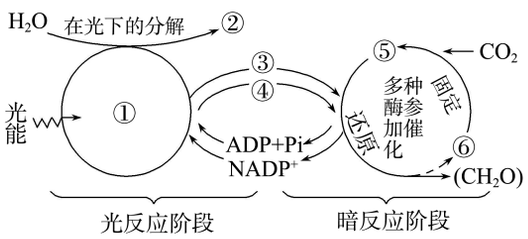
D.试管①的质量大于试管②的质量

C　**解析**：Y_1 和 Y_3 是 O_2，Y_2 和 Y_4 是 $^{18}O_2$，因此 Y_2 的质量大于 Y_3 的质量，A 正确；④中小球藻中含有的有机物是($CH_2{}^{18}O$)，而①中小球藻含有的有机物是(CH_2O)，故④中小球藻的质量大于①中小球藻的质量，B 正确；②和④中的水都为 $H_2{}^{18}O$，且含量相同，因此质量相等，C 错误；在试管①和②中原有质量相等的情况下，②中释放的是 $^{18}O_2$，而①中释放的是 O_2，故剩余质量①大于②，D 正确。

任务二 光合作用的过程

探究活动

光合作用是一个非常复杂的过程，包括一系列的化学反应。下图是光合作用的图解，结合该图和教材内容分析并回答问题：



(1)写出图中序号代表的物质的名称

①叶绿体中的色素；②O_2；③NADPH；④ATP；⑤C_3；⑥C_5。

(2)据图分析光合作用的光反应阶段和暗反应阶段发生的物质变化和能量变化。

提示：光反应阶段：①物质变化

a.水的光解：$2H_2O \xrightarrow{光能} 4H^+ + 4e^- + O_2$

b.NADPH 的形成：$NADP^+ + H^+ + 2e^- \xrightarrow{酶} NADPH$

c.ATP 的生成：ADP＋Pi＋能量 $\xrightarrow{酶}$ ATP

②能量变化：光能转化为活跃的化学能，储存在 ATP 和 NADPH 中，均用于暗反应。

暗反应阶段：①物质变化

a.CO_2 的固定：$CO_2 + C_5 \rightarrow 2C_3$

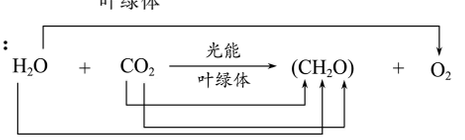
b.C_3 的还原：$C_3 \xrightarrow[NADPH、ATP]{酶} (CH_2O) + C_5$

②能量变化：ATP 和 NADPH 中的化学能转化为有机物中的化学能。

(3)根据图中关系，在下列反应式中用箭头标出反应物中 C、H、O 元素的去向。

$H_2O + CO_2 \xrightarrow[叶绿体]{光能} (CH_2O) + O_2$

提示：

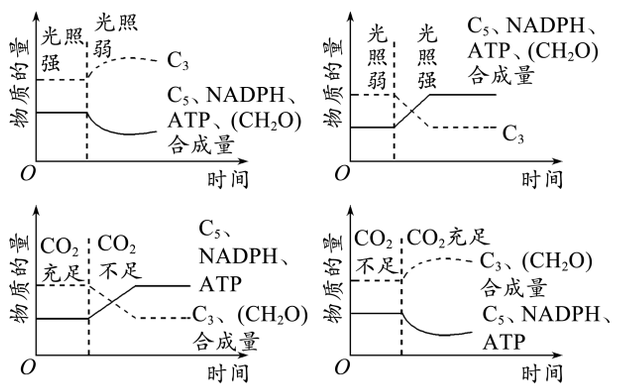


(4)夏季中午，气孔关闭后，短时间内叶绿体中 C_3 和 C_5 会发生怎样的变化？

提示：C_3 的量下降，C_5 的量上升。

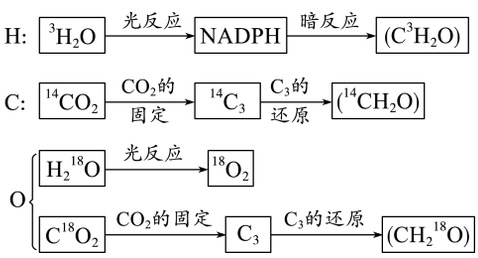
【探究总结】

(1)“模型法”表示 C_3 和 C_5 的含量变化



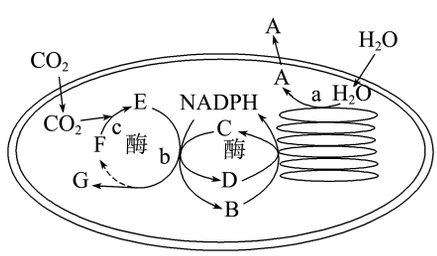
注意：以上各物质含量的变化是在外界条件改变的短时间内发生的，且是相对含量的变化。

(2)同位素标记元素转移途径



评价活动

1.下图是光合作用过程的图解，其中 A～G 代表物质，a、b、c 代表生理过程。下列相关叙述错误的是（　　）



A.图中 a 过程发生在类囊体薄膜上

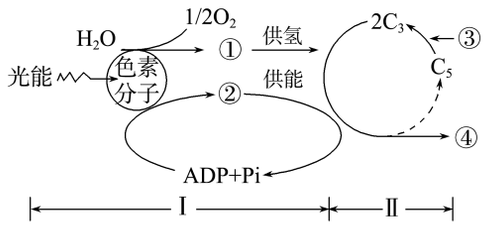
B.若光照突然停止，短时间内叶绿体中 F 的含量会增加

C.c 过程是 CO_2 固定，发生在叶绿体基质中

D.E 接受 C 和 NADPH 释放的能量并被 NADPH 还原

B　**解析**：F 为 C_5，若光照突然停止，光反应停止，ATP 和 NADPH 减少，C_3 的还原减弱，形成的 C_5 减少，CO_2 量不变，CO_2 固定过程消耗的 C_5 不变，短时间内叶绿体中 C_5 的含量会减少，B 错误。

2.下图为高等植物光合作用过程图解，其中①②③④表示物质，Ⅰ、Ⅱ表示过程。下列说法错误的是（　　）



A.过程Ⅱ发生于叶绿体基质中；过程Ⅰ发生于叶绿体类囊体薄膜上

B.图示①～④依次为NADH、ATP、CO_2、(CH_2O)

C.弱光条件下植物没有释放O_2，但植物可进行光合作用

D.在水稻开花期剪掉部分花穗，叶片的光合速率会暂时下降

B　**解析**：过程Ⅱ为暗反应，该过程发生于叶绿体基质中；过程Ⅰ为光反应，该过程发生于叶绿体类囊体薄膜上，A正确；图示①～④依次为NADPH、ATP、CO_2、(CH_2O)，B错误；弱光条件下植物没有释放O_2，但植物可进行光合作用，只是光合速率小于或等于呼吸速率，C正确；禾谷类作物开花期，光合作用产生的有机物主要运输到花穗，若剪掉部分花穗，叶片的光合速率会暂时下降，D正确。

3.在其他条件适宜的情况下，植物正常进行光合作用时突然停止光照，并在黑暗中立即开始连续取样分析，在短时间内叶绿体中C_3和C_5化合物含量的变化是　（　）

A.C_3和C_5都迅速减少

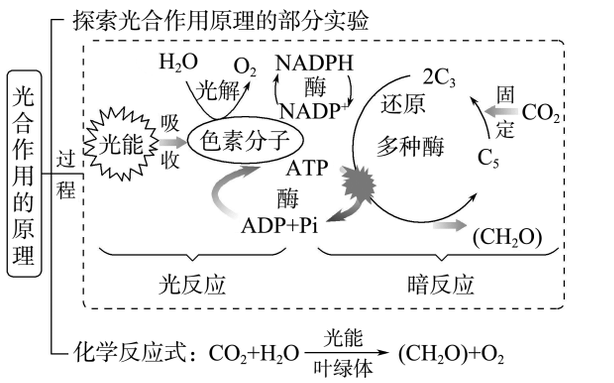
B.C_3和C_5都迅速增加

C.C_3迅速增加，C_5迅速减少

D.C_3迅速减少，C_5迅速增加

C　**解析**：在植物正常进行光合作用时突然停止光照，光反应停止，光反应阶段的产物NADPH和ATP减少，进而导致暗反应中C_3还原为C_5的过程受阻，而C_5和CO_2结合生成C_3的过程不受影响，故短时间内C_3大量积累，C_5迅速减少，C正确。

提质归纳



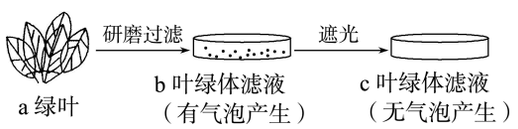
课后素养评价（二十一）　光合作用的原理

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

知识点1　光合作用的探究历程

1.二十世纪，科学家希尔曾做过如图实验，有关该实验的分析错误的是　（　）



A.装置b中气泡内的气体是氧气

B.实验表明光合作用的场所是叶绿体

C.c中无气泡产生是因为缺乏二氧化碳

D.实验表明光照是光合作用的必要条件

C　**解析**：装置b中气泡内的气体是叶绿体进行光合作用产生的氧气，A正确；只有叶绿体滤液，仍然能够进行光合作用，并产生氧气，说明叶绿体是光合作用的场所，B正确；装置c中无气泡产生是因为缺少光合作用的条件——光照，而不是缺乏二氧化碳，C错误；遮光后c装置中不再有气泡产生，说明光照是光合作用的必要条件，D正确。

2.下列关于光合作用探究历程中几位科学家的研究方法及结论的叙述，错误的是　（　）

A.希尔利用离体叶绿体和氧化剂证明光合作用中氧气的产生和糖类的合成是同一个反应

B.恩格尔曼利用水绵和需氧细菌直接证明了叶绿体能吸收光能用于光合作用放氧

C.鲁宾和卡门利用同位素示踪法证明光合作用产生的氧气中氧元素全部来自水

D.卡尔文用^{14}C标记CO_2发现小球藻的光合作用中碳原子的转移途径为$CO_2 \rightarrow C_3 \rightarrow$糖类

A　**解析**：希尔反应是在离体叶绿体的悬浮液（有H_2O、无CO_2）中加入铁盐或其他氧化剂，在光照下放氧的化学反应，悬浮液中没有合成糖类所必需的原料，A错误。

知识点2　光合作用的原理

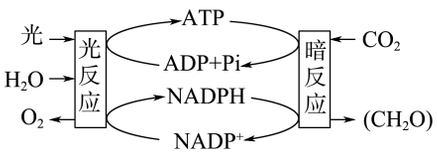
3.光合作用中产生的氧气和生成的葡萄糖中的氧元素分别来自　（　）

A.CO_2和H_2O　　B.H_2O和H_2O

C.H_2O和CO_2　　D.CO_2和CO_2

C　**解析**：光合作用产生的氧气中氧元素全部来自H_2O，葡萄糖是暗反应中的产物，其中的氧元素来自CO_2，C正确。

4.光合作用过程包括光反应和暗反应，下图表示光反应与暗反应的关系，据图判断下列叙述不正确的是（　　）



A.光反应为暗反应提供 ATP 和 NADPH

B.停止光照，叶绿体中 ATP 和 NADPH 含量下降

C.ATP 的移动方向是由类囊体薄膜到叶绿体基质

D.植物在暗处可大量合成(CH_2O)

D　**解析**：植物在暗处，由于没有光照不能进行光反应，产生的 ATP 和 NADPH 不足，导致暗反应产生少量的(CH_2O)后停止，D 错误。

5.将单细胞绿藻置于 25 ℃、适宜的光照及充足的 CO_2 条件下培养，经过一段时间后，突然停止光照，发现绿藻体内 C_3 的含量突然上升，下列说法合理的是（　　）

A.暗反应停止，不能继续形成 NADPH 和 ATP

B.暗反应仍进行，C_3 继续大量形成 C_5

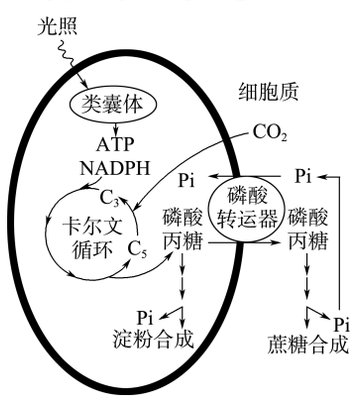
C.光反应仍进行，形成 NADPH 和 ATP，促进了 C_3 的形成和积累

D.光反应停止，不能继续形成 NADPH 和 ATP，C_3 不能被还原，导致 C_3 积累

D　**解析**：突然停止光照，光反应阶段停止，无法继续产生 NADPH 和 ATP，短时间内 C_3 的消耗减少，合成暂不变，C_3 含量上升，D 正确。

B组　应用·实践

6.叶绿体中合成的光合产物主要通过磷酸转运器以磷酸丙糖的形式运到细胞质基质，然后转化成蔗糖，其机制如图所示。若用抑制剂抑制磷酸转运器的活动，下列现象不会出现的是（　　）



A.叶肉细胞吸收 CO_2 的量增加

B.卡尔文循环受到抑制

C.光反应可能不能正常进行

D.叶绿体中淀粉的量增加

A　**解析**：若用抑制剂抑制磷酸转运器的活动，则磷酸丙糖转运到细胞质基质中的量减少，留在叶绿体中积累，导致光合作用减弱，叶肉细胞吸收 CO_2 的量减少，导致暗反应即卡尔文循环受到抑制，ATP 和 NADPH 消耗减少，进而影响光反应的正常进行，磷酸丙糖外运减少，在叶绿体内转化成淀粉。

7.卡尔文给小球藻提供 $^{14}CO_2$ 和适宜的光照，研究光合作用暗反应过程中 C 的转移路径。某同学根据卡尔文实验的相关资料，提出了一些推论，其中不合理的是（　　）

资料	推论
(1)将光照时间逐渐缩短至几分之一秒，发现 90% 的放射性物质是一种 C_3	①
(2)经过 5 s 光照后，检测到含有放射性的 C_5 和葡萄糖	②
(3)在适宜光照和 CO_2 充足的条件下，C_3 和 C_5 的含量很快达到稳定状态，含有放射性的糖类不断增加	③
(4)当停止光照时，C_3 明显增加，C_5 明显减少	④

A.推论①：C_3 是 CO_2 被还原的第一个产物

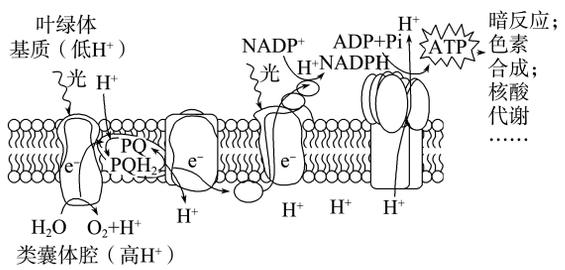
B.推论②：C_3 进一步反应生成 C_5 和葡萄糖

C.推论③：C_3 是暗反应的中间产物，糖类是终产物

D.推论④：C_3 转化为 C_5 需要依赖光反应的产物

A　**解析**：根据资料(1)可知，C_3 是 CO_2 被固定的第一个产物，A 不合理；结合(1)(2)可知，C_3 进一步反应生成 C_5 和葡萄糖，B 合理；根据 C_3 的含量维持稳定而含放射性的糖类不断增加可知，C_3 是暗反应的中间产物，糖类是终产物，C 合理；根据光照停止时，C_3 明显增加，C_5 明显减少可知，光照与 C_3 和 C_5 的转化有关，且 C_3 转化为 C_5 需要依赖光反应的产物，D 合理。

8.下图为类囊体膜蛋白排列和光反应产物形成的示意图。据图分析，下列叙述错误的是（　　）



A.水光解产生的 O_2 若被有氧呼吸利用，最少要穿过 4 层膜

B.$NADP^+$ 与电子（e^-）和质子（H^+）结合形

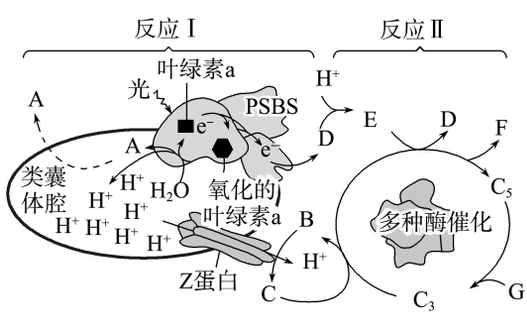
成 NADPH

C.产生的 ATP 可用于暗反应及其他消耗能量的反应

D.电子（e^-）的有序传递是完成光能转换的重要环节

A　**解析**：O_2 在叶绿体的类囊体薄膜产生，在线粒体内膜被利用，故叶绿体产生的 O_2 被线粒体利用至少需要穿过叶绿体的 3 层膜（包括类囊体膜 1 层膜和叶绿体的内外膜）和线粒体的 2 层膜，共 5 层生物膜，A 错误；据题图分析，$NADP^+$ 与 e^- 和 H^+ 结合形成 NADPH，B 正确；根据题图中的信息，光反应产生的 ATP 可用于暗反应、色素合成和核酸代谢等一些消耗能量的反应，C 正确；电子传递释放的能量用于 H^+ 的逆浓度梯度运输，使类囊体腔内维持高浓度的 H^+，H^+ 由类囊体腔顺浓度梯度运输至叶绿体基质，驱动 ATP 的合成，电子有序传递保证了 ATP 和 NADPH 的合成，是完成光能转换的重要环节，D 正确。

9. 下图是光合作用过程示意图（字母代表物质），图中 PSBS 是一种类囊体膜蛋白，它能感应类囊体腔内的高 H^+ 浓度而被激活，激活了的 PSBS 抑制电子在类囊体膜上的传递，最终将过量的光能转变成热能释放，从而防止强光对植物细胞造成损伤。



（1）将绿叶中提取的色素进行分离，依据的原理是

_____

_____

_____，

叶绿素 a 主要吸收_____光。

（2）图中的 A 是_____，C 是_____。

（3）若反应Ⅱ中 G 的浓度突然降低一半，短时间内 C_5 的含量将_____（填“升高”“降低”或“不变”）。如果要追踪反应Ⅱ中相关元素的去向，常用_____法。

（4）过度光照会激活 PSBS，直接抑制_____过程，导致电子不能传递给_____（填图中字母），所以过量的光能将不能转变为化学能。

解析：据题图分析可知，反应Ⅰ表示光反应阶段，反应Ⅱ表示暗反应阶段。在光反应阶段，光合色素吸收的光能一方面将水分解为氧和 H^+，氧直接以氧分子的形式释放出去，H^+ 与氧化型辅酶Ⅱ（$NADP^+$）结合，形成还原型辅酶Ⅱ（NADPH），故 A 为氧气，D 为 $NADP^+$，E 为 NADPH；另一方面在有关酶的催化作用下，促使 ADP 与 Pi 结合，形成 ATP，故 B 为 ADP 和 Pi，C 为 ATP。进一步分析反应过程可知，F 为（CH_2O），G 为 CO_2。（1）不同的色素在层析液中的溶解度不同，溶解度高的随层析液在滤纸上扩散得快，溶解度低的随层析液在滤纸上扩散得慢，据此可将绿叶中色素分离。叶绿素 a 主要吸收红光和蓝紫光。（2）题图中的 A 是 O_2，C 是 ATP。（3）据图分析可知 G 为 CO_2，若 CO_2 浓度突然降低一半，则短时间内 CO_2 的固定速率下降，即 C_5 的消耗速率下降，而 C_5 的生成速率不变，故短时间内 C_5 的含量将升高。（4）PSBS 是一种类囊体膜蛋白，它能感应类囊体腔内的高 H^+ 浓度而被激活，激活了的 PSBS 抑制电子在类囊体膜上的传递，据此推测过度光照会激活 PSBS，直接抑制水的光解过程，导致电子不能传递给 D，过量的光能将不能转变为化学能。

答案：（1）不同的色素在层析液中的溶解度不同，随层析液在滤纸上的扩散速度不同　红光和蓝紫　（2）O_2　ATP　（3）升高　同位素示踪（或同位素标记）　（4）水的光解　D

第3课时　光合作用的影响因素及应用

学习任务目标

1.设计并实施实验，探究环境因素对光合作用强度的影响。
2.关注光合作用原理的应用。

○ 问题式预习 ○

一、探究光照强度对光合作用强度的影响实验和化能合成作用

1.光合作用强度

植物在单位时间内通过光合作用制造糖类的数量。

2.探究光照强度对光合作用强度的影响

(1)实验原理

实验原理：
- 抽去圆形小叶片中的气体后，叶片在水中下沉，光照下叶片进行光合作用产生氧气，充满细胞间隙，叶片又会上浮
- 光合作用越强，单位时间内圆形小叶片上浮的数量越多

(2)实验步骤

- 取材：取生长旺盛的绿叶，用直径为0.6 cm的打孔器打出圆形小叶片30片
- 排气：将圆形小叶片置于注射器内，并让注射器吸入清水，待排出注射器内残留的空气后，用手指堵住注射器前端的小孔并缓缓拉动活塞，使圆形小叶片内的气体逸出，重复2~3次
- 沉水：将处理过的圆形小叶片放入黑暗处盛有清水的烧杯中待用。叶片因细胞间隙充满水，所以全都沉到水底
- 分组：取3只小烧杯，分别倒入20 mL富含CO_2的清水
- 光照：分别向3只小烧杯中各放入10片圆形小叶片，然后分别置于强、中、弱三种光照下
- 观察并记录：同一时间段内各实验装置中圆形小叶片浮起的数量

(3)实验结果

光照越强，相同时间内烧杯中圆形小叶片浮起的数量越多。

(4)实验结论

一定范围内，随着光照强度的不断增加，光合作用强度不断增强。

二、光合作用原理的应用及化能合成作用

1.光合作用原理在生产实践中的应用

实例	原理
间作套种	不同植物对光照的需求不同
冬季大棚温度白天适当提高，晚上适当降低	白天提高温度，促进光合作用；夜间降温，抑制呼吸作用
“正其行，通其风”	增大CO_2浓度，有利于光合作用的进行
合理灌溉	缺少水导致气孔关闭，CO_2供应不足

2.化能合成作用

- 概念：利用体外环境中的某些无机物氧化时所释放的能量来制造有机物
- 实例：硝化细菌能将土壤中的氨(NH_3)氧化成亚硝酸（HNO_2），进而氧化成硝酸（HNO_3），并利用这一过程中释放的化学能，将CO_2和H_2O合成糖类，供自身利用

◇思考

[教材P105“旁栏思考”]植物在进行光合作用的同时，还会进行呼吸作用。我们观测到的光合作用指标，如O_2的产生量，是植物光合作用实际产生的总O_2量吗？

提示：不是，用这种方法观察到的O_2的产生量，实际是光合作用的O_2释放量，与植物光合作用实际产生的O_2量不同，没有考虑到植物自身呼吸作用对O_2的消耗。

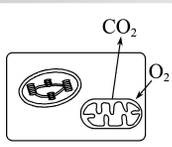
○ 任务型课堂 ○

任务一　探究光照强度对光合作用强度的影响实验

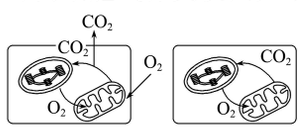
探究活动

在本实验中，水中圆形小叶片在强、中、弱不同光照条件下，分别呈现上浮、沉到水底的状况，原因及叶肉细胞的气体交换图分析如下：

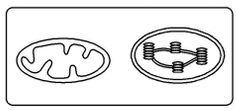
(1)在黑暗情况下，植物叶片只进行细胞呼吸，吸收氧气，产生的二氧化碳较易溶于水，所以叶片沉到水底。叶肉细胞气体交换图如下：



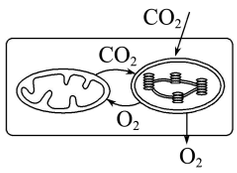
(2)在弱光下，此时的光合作用强度小于或等于细胞呼吸强度，叶片中仍然没有足够的氧气，叶片仍然沉到水底。叶肉细胞气体交换图如下：



（3）在中、强光下，叶片上浮，试分析其原因并在下图中绘制叶肉细胞气体交换图。



提示：光合作用强度大于细胞呼吸强度，叶片中氧气增多。



【探究总结】

探究光照强度对光合作用强度的影响实验分析

（1）本实验中的数值并不代表真正的光合速率，而是光合作用的净产值，即光合作用与细胞呼吸的差值。

（2）用注射器使叶片中的气体逸出后，放在黑暗环境中待用的目的是防止在有光的条件下产生 O_2，使叶片浮上来。

（3）也可将水溶液换成 $NaHCO_3$ 溶液（或者 CO_2 缓冲液），以持续提供 CO_2。

（4）本实验的自变量是光照强度，可以通过更换灯泡大小或改变灯和试管之间的距离来改变光照强度。

（5）因变量是光合作用强度，可通过观测单位时间内被抽去空气的圆形小叶片上浮的数量或者是浮起相同数量的叶片所用的时间长短来衡量光合作用的强弱。

评价活动

1. 关于“探究光照强度对光合速率的影响”实验叙述错误的是（　　）

A. 实验过程中注射器的作用是排出小圆片内的气体

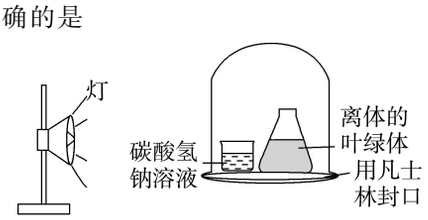
B. 可以通过观察小圆片上浮所需要的时间来反映光合速率

C. 实验的自变量是光照强度，可在相同的距离下放置不同瓦数的灯泡

D. 如果升高环境温度，小圆片上浮时间会缩短

D　**解析**：如果升高环境温度，有可能会使酶的活性下降而导致光合速率下降，小圆片上浮时间可能会延长，D 错误。

2. 用高速离心机打碎小球藻细胞，获得可以进行光合作用的离体叶绿体，进行如图所示的实验，下列叙述不正确的是（　　）



A. 离体的叶绿体中能合成糖类

B. 碳酸氢钠溶液所起的作用是提供二氧化碳

C. 烧杯中的液体改为氢氧化钠溶液会导致该实验无糖类产生

D. 灯与锥形瓶之间的距离不影响光合作用的强度

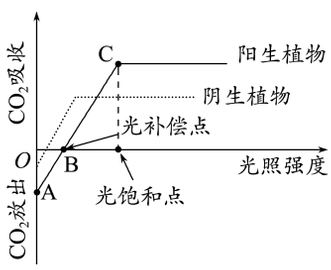
D　**解析**：灯与锥形瓶之间的距离，表示不同的光照强度，光照强度影响光合作用的强度，D 错误。

任务二 光合作用原理的应用及化能合成作用

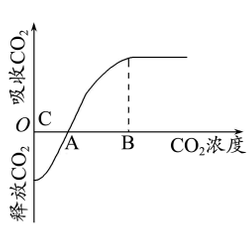
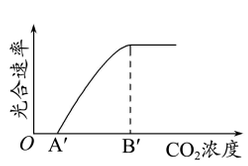
【探究总结】

影响光合作用的因素及其应用

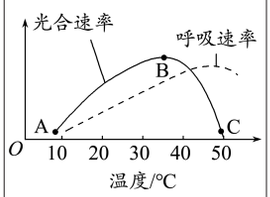
（1）光照强度

原理	光照强度直接影响光反应阶段中 NADPH 和 ATP 的生成，进而影响暗反应阶段
曲线模型	
应用	①温室生产中，适当增强光照强度，可以提高光合速率，使作物增产； ②阴生植物的光补偿点和光饱和点都较阳生植物低，如图中虚线所示，间作套种农作物，可合理利用光能

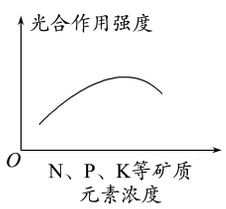
（2）CO_2 浓度

原理	CO_2 影响暗反应阶段，制约 C_3 的形成	
曲线模型及分析	 图1  图2	图 1 中 A 点表示 CO_2 补偿点，即光合速率等于呼吸速率时的 CO_2 浓度，图 2 中 A′点表示进行光合作用所需 CO_2 的最低浓度。B 和 B′点都表示 CO_2 饱和点
应用	在农业生产上可以通过“正其行，通其风”，增施农家肥等增大 CO_2 浓度，提高光合速率	

(3)温度

原理	温度通过影响酶的活性影响光合作用	
曲线模型及分析		AB段：在B点之前，随着温度升高，光合速率增大；B点：酶的最适温度，光合速率最大； BC段：随着温度升高，酶的活性下降，光合速率减小，50 ℃左右光合速率几乎为零
应用	温室栽培植物时，白天调到光合作用最适温度，以提高光合速率；晚上适当降低温室内温度，以降低细胞呼吸速率，提高植物有机物的积累量	

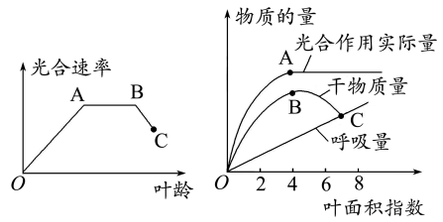
(4)矿质元素

原理	矿质元素是参与光合作用的许多重要化合物的组成成分，缺乏会影响光合作用的进行。例如，N是酶的组成元素，N、P是ATP的组成元素，Mg是叶绿素的组成元素等	
曲线模型及分析		在一定浓度范围内，增大必需矿质元素的供应，可提高光合作用强度；但当超过一定浓度后，会因土壤溶液浓度过高，植物发生渗透失水而导致植物光合作用强度下降
应用	在农业生产上，根据植物的需肥规律，适时、适量地施用肥料，可以提高光能利用率	

(5)叶龄和叶面积

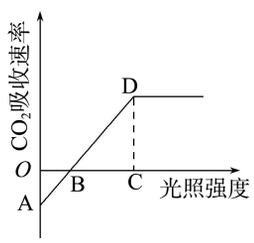
原理	①叶龄：叶片由小到大的过程中，叶面积逐渐增大，叶肉细胞中的叶绿体逐渐增多，光合色素逐渐增大，光合作用速率不断增强。生长到一定程度，叶片面积和光合色素等达到稳定状态，光合作用速率也基本稳定。伴随着叶片的衰老，部分色素遭到破坏，光合作用速率减小 ②叶面积：随着叶面积指数的增大，进行光合作用和细胞呼吸的叶面积增加，但叶面积指数增大到一定值后，由于叶片的相互遮挡，进行光合作用的叶面积不再增大，而进行细胞呼吸的叶面积仍在增大，从而使细胞呼吸有机物的消耗量大于光合作用有机物的生成量，所以有机物的积累量不断降低

续表

曲线模型	
应用	a.合理密植(增加光合作用面积)； b.适当间苗； c.修剪枝叶以增加有效光合作用面积； d.适当摘除老叶

评价活动

1.下图表示植物光合作用速率随光照强度改变的曲线，下列说法错误的是　(　　)



A.若适当提高温度，光合速率的增加值小于呼吸速率的增加值，则B点应相应地向右移动

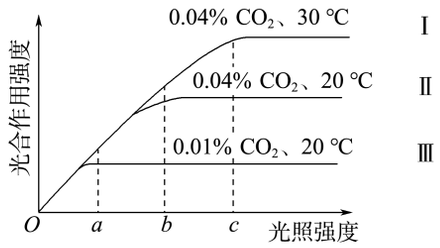
B.若增加二氧化碳浓度，B点左移，C点左移，D点向右上方移动

C.D点时，ATP从类囊体薄膜向叶绿体基质移动

D.若图为阳生植物，则换为阴生植物，B点向左移动，D点向左下方移动

B　**解析**：B点为光补偿点，此时光合作用与呼吸作用强度相等，若适当提高温度，光合速率的增加值小于呼吸速率的增加值，则补偿点B应相应地向右移动，A正确；若增加二氧化碳浓度，则光合作用强度增加，B点左移，C点右移，D点向右上方移动，B错误；D点时的光合作用强度最大，其光反应产生的ATP从类囊体薄膜移向叶绿体基质，参与暗反应过程中三碳化合物的还原，C正确；阴生植物的光补偿点和光饱和点均低于阳生植物，若题图中换为阴生植物，则B点向左移动，D点向左下方移动，D正确。

2.科学家研究CO_2浓度、光照强度和温度对同一植物光合作用强度的影响，得到如图实验结果。请据图判断，下列叙述错误的是　(　　)



A.光照强度为 a 时，造成曲线Ⅱ和Ⅲ光合作用强度差异的原因是 CO_2 浓度不同

B.光照强度为 b 时，造成曲线Ⅰ和Ⅱ光合作用强度差异的原因是温度不同

C.光照强度为 $a\sim b$ 时，曲线Ⅰ、Ⅱ光合作用强度随光照强度升高而升高

D.光照强度为 $a\sim c$ 时，曲线Ⅰ、Ⅲ光合作用强度随光照强度升高而升高

D **解析**：光照强度为 a 时，影响曲线Ⅱ、Ⅲ光合作用强度的温度、光照强度相同，而 CO_2 浓度不同，A正确；光照强度为 b 时，影响曲线Ⅰ、Ⅱ光合作用强度的 CO_2 浓度和光照强度相同，而温度不同，B正确；在光照强度为 $a\sim b$ 时，曲线Ⅰ、Ⅱ都未达到光饱和点，光合作用强度随光照强度升高而升高，C正确；光照强度在 $a\sim c$ 之间时，曲线Ⅲ已达到光饱和点，随光照强度增加，光合作用强度不再增加，D错误。

3.农业生产中，农民会采取一些措施来提高农作物的产量。下列措施不能增产的是（　　）

A.对温室中的农作物，阴天时适度补充光照

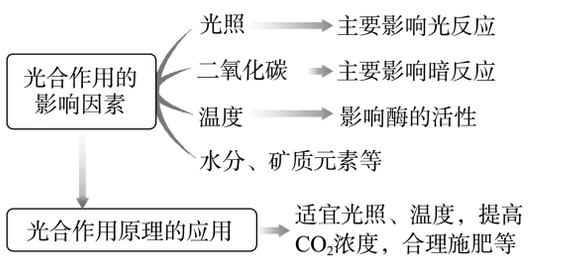
B.种植棉花时，尽量缩小株距和行距，以增加植株的数量

C.蔬菜种植过程中，及时去掉植株下部衰老变黄的叶片

D.在夏天晴朗的中午，对温室大棚通风或施放干冰

B **解析**：温室中的农作物，阴天光照较弱，植物光合作用较弱，合成的有机物较少，所以适度补充光照有利于光合作用的进行，合成有机物，从而增加产量，A不符合题意；种植棉花时，如果尽量缩小株距和行距，则导致棉花分布过于密集，相互遮挡，不利于光照和空气的流通，导致光合作用减弱和细胞呼吸增强，因此会导致棉花产量降低，B符合题意；蔬菜植株发育过程中，衰老变黄的叶片光合作用较弱，且进行细胞呼吸作用消耗有机物，故及时去掉蔬菜下部衰老变黄的叶片，减少有机物的消耗，利于蔬菜植株有机物的积累，从而增加产量，C不符合题意；在夏天晴朗的中午，由于气温较高，植物的蒸腾作用过于旺盛导致气孔部分关闭，影响了植物对二氧化碳的吸收，使得光合作用强度降低，因此对温室大棚通风或施放干冰能在一定程度上增加二氧化碳的浓度，有利于光合作用的进行，使产量增加，D不符合题意。

提质归纳



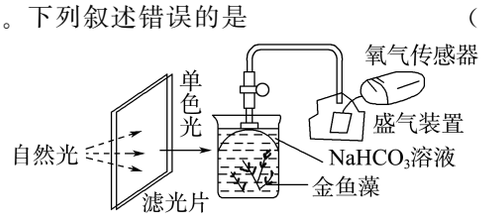
课后素养评价（二十二）　光合作用的影响因素及应用

建议用时：60分钟

A组 学习·理解

知识点1　探究环境因素对光合作用强度的影响

1.下图表示测定金鱼藻光合作用强度的密闭实验装置，氧气传感器可监测 O_2 量的变化。已知光饱和点是指植物光合速率达到最大时对应的最小光照强度。下列叙述错误的是（　　）



A.$NaHCO_3$ 溶液可以为金鱼藻光合作用提供 CO_2

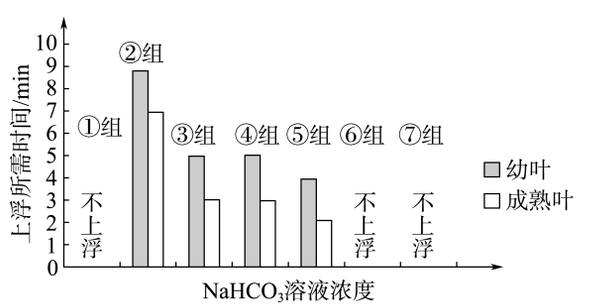
B.单色光照射时，相同光照强度下一定时间内用红光比用绿光测到的 O_2 量多

C.氧气传感器测到的 O_2 量就是金鱼藻光合作用产生的 O_2 量

D.拆去滤光片，改变光照强度，并将所得数据绘制成曲线，可推知金鱼藻的光饱和点

C **解析**：氧气传感器测到的 O_2 量是金鱼藻净光合作用产生的 O_2 量，即总光合作用产生的 O_2 量与呼吸作用消耗的 O_2 量的差值，C错误。

2.某实验小组利用菠菜幼叶和成熟叶的叶圆片，在适宜条件下探究 $NaHCO_3$ 溶液浓度对光合作用强度的影响，结果如图。下列说法正确的是（　　）



A.叶圆片上浮情况只与光合作用强度有关，与呼吸作用强度无关

B.②～⑤组幼叶圆片上浮的速度比成熟叶圆片上浮的速度快

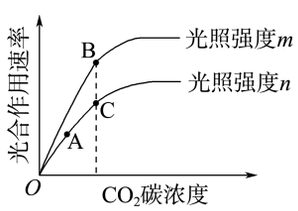
C.若适当加大光照强度，⑥⑦组的叶圆片也会上浮

D.取叶圆片时应避开大的叶脉，以减少无关变量对实验的干扰

D　**解析**：叶圆片的上浮情况取决于光合作用和呼吸作用产生的气体是否在细胞间积累，即表示净光合速率，因此叶圆片上浮情况与光合作用强度和呼吸作用强度都有关，A 错误；上浮时间越短，光合速率越强，据题图可知，②～⑤组幼叶圆片上浮时间大于成熟叶圆片，说明 ②～⑤组幼叶圆片光合作用较弱，叶圆片上浮的速度较慢，B 错误；⑥⑦组叶圆片不上浮的原因是 $NaHCO_3$ 溶液浓度过高，导致细胞渗透失水过多而死亡，因此即使适当加大光照强度，⑥⑦组的叶圆片也不会上浮，C 错误；叶脉上没有叶绿体，叶绿体都在叶面上，不避开叶脉的话会影响实验结果，因此取叶圆片时应避开大的叶脉，以减少无关变量对实验的干扰，D 正确。

知识点 2　影响光合作用的因素及应用

3.下图是光合作用速率受 CO_2 浓度影响的曲线图，以下组合可以表示光照强度对光合作用速率有影响的是　（　　）

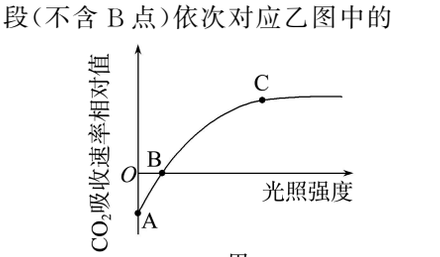


A.A 和 B　　B.A 和 C

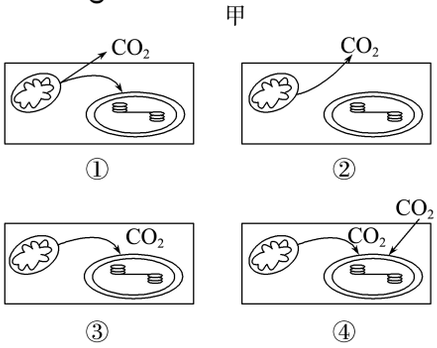
C.B 和 C　　D.A、B 和 C

C　**解析**：A、B 点条件差异有光照强度和 CO_2 浓度，A、C 点条件差异仅有 CO_2 浓度；B、C 点条件差异仅有光照强度，C 正确。

4.通过实验测得一片叶子在不同光照条件下吸收和释放 CO_2 的情况如甲图所示，乙图表示细胞的几种生理状况。甲图中的 A 点、AB 段（不含 A、B 点）、B 点、BC 段（不含 B 点）依次对应乙图中的　（　　）



甲



乙

A.①②③④

B.①③②④

C.②④③①

D.②①③④

D　**解析**：题图乙中所示细胞①的线粒体产生的 CO_2 除供给叶绿体外还有部分外排，说明呼吸速率大于光合速率；细胞②的线粒体产生的 CO_2 都外排，叶绿体不吸收，说明该细胞只进行细胞呼吸，不进行光合作用；细胞③的线粒体产生的 CO_2 都供给叶绿体，与外界没有 CO_2 的交换，说明光合速率等于呼吸速率；细胞④的叶绿体不仅吸收线粒体产生的 CO_2，还需要从外界吸收 CO_2，说明光合速率大于呼吸速率。题图甲中 A 点只进行细胞呼吸，不进行光合作用，与题图乙中所示细胞②发生的情况相符；题图甲中 AB 段（不含 A、B 点）CO_2 吸收速率相对值不断增大，但仍小于 0，说明此阶段该叶片光合速率小于呼吸速率，与题图乙中所示细胞①发生的情况相符；题图甲中 B 点对应的光照强度为光补偿点，此时光合速率等于呼吸速率，与题图乙中所示细胞③发生的情况相符；题图甲中 BC 段（不含 B 点）CO_2 吸收速率相对值随光照强度的增大不断增大，且大于 0，此阶段光合速率大于呼吸速率，与题图乙中所示细胞④发生的情况相符，D 正确。

5.阳台菜园逐渐成为城市生活的时尚，居民在体验种植乐趣的同时，还能收获新鲜的蔬菜。下列说法正确的是　（　　）

A.阳台内的蔬菜进行光合作用主要利用自然光

B.为提高产量，在晚上可适当提高阳台蔬菜所处环境的温度

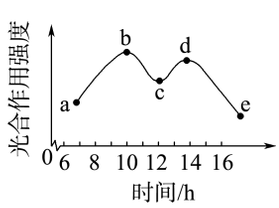
C.增施农家肥可提高二氧化碳浓度，促进夜间暗反应的不断进行

D.蔬菜中的叶绿素对光的吸收效率与光的波长呈正相关

A　**解析**：一般情况下，阳台内的蔬菜进行光合作用利用的光是自然光，A 正确；为提高产量，在晚上可适当降低阳台蔬菜所处环境的温度，以减少有机物的消耗，B 错误；夜间没有光照，不能进行光反应，不能为暗反应提供 NADPH 和 ATP，因此不能持续进行暗反应，C 错误；叶绿素 a 与叶绿素 b 主要吸收蓝紫光和红光，而对绿光的吸收则很少，因此叶绿素对光的吸收效率与光的波长不呈正相关，D 错误。

B组　应用·实践

6.下图表示夏季晴朗的白天某种绿色植物叶片光合作用强度变化曲线。下列对此图的描述错误的是　（　　）



A.ab段光合作用强度变化的主要原因是光照强度

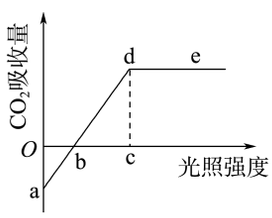
B.bc段光合作用强度下降是因为部分气孔关闭，二氧化碳吸收量减少，暗反应速率下降

C.de段光合作用强度变化的主要原因是温度

D.从图中可以推断限制光合作用的因素有光照强度、温度和CO_2浓度

C　**解析**：de段随着时间的递增，光照强度逐渐减弱，导致光合作用强度逐渐降低，即de段光合作用强度变化的主要原因是光照强度减弱，C错误。

7.下图为表示CO_2吸收量与光照强度关系的坐标图，当光合作用相关因素改变后，对a、b、c点移动的描述不正确的是　（　）



A.若植物体缺Mg^{2+}，则对应的b点将左移

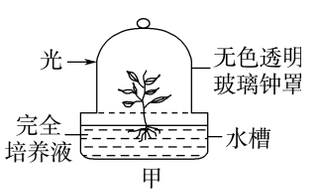
B.已知某植物光合作用和呼吸作用的最适温度分别是25 ℃和30 ℃，则温度由25 ℃上升到30 ℃时，对应的a点将下移，b点将右移

C.若原曲线代表阳生植物，则阴生植物对应的a点、b点、c点将分别上移、左移、左移

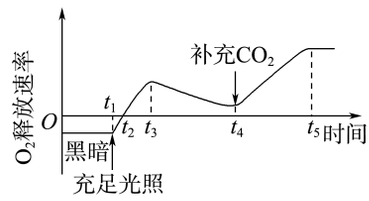
D.若实验时将光照由白光改为蓝光（光照强度不变），则b点将左移

A　**解析**：若植物体缺Mg^{2+}，则叶绿素含量降低，光合速率下降，需要更强光照条件，才能使光合速率等于呼吸速率，故b点右移，A错误；温度由25 ℃上升到30 ℃时，呼吸速率上升，故a点下移，呼吸速率上升，光合速率下降，要让光合速率＝呼吸速率，需要更强光照条件，故b点右移，B正确；阳生植物的呼吸速率、光补偿点和光饱和点都比阴生植物高，若原曲线代表阳生植物，则阴生植物对应的a点、b点、c点将分别上移、左移、左移，C正确；植物光合作用主要利用的光是红光和蓝紫光，若实验时将光照由白光改为蓝光（光照强度不变），光合速率上升，要让光合速率＝呼吸速率，需要较弱光照即可，故b点将向左移，D正确。

8.为测定某植物的光合速率，某同学将该植物放入如图甲所示装置中，在光合作用最适温度下进行培养，然后测量不同时段密闭的透明玻璃罩内植物的O_2释放速率，结果如图乙所示。下列说法不正确的是　（　）



甲



乙

A.若培养液中缺少镁元素，t_1～t_2时间段会延长

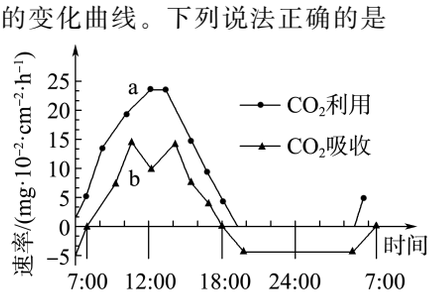
B.在t_5时适当升高温度，植株光合速率将会进一步加快

C.在t_4时向玻璃罩内适量补充CO_2会加快植株的光反应速率

D.在t_3～t_4阶段，O_2释放速率降低的主要原因是玻璃罩内CO_2含量下降

B　**解析**：镁是合成叶绿素的必需元素，所以用缺镁的培养液培养一段时间，叶肉细胞内叶绿素合成减少，导致光合速率降低，则t_1～t_2时间段会延长，A正确；该实验是在最适温度下进行的，因此t_5时适当升高温度，植株光合速率将会减弱，B错误；由题图可知，在t_4时向玻璃罩内适量补充CO_2会加快植株的光反应速率，C正确；在t_4时向玻璃罩内适量补充CO_2会加快植株的光反应速率，说明在t_3～t_4阶段，O_2释放速率降低的主要原因是玻璃罩内CO_2含量下降，D正确。

9.下图为夏季某植物CO_2利用速率和CO_2吸收速率随时间的变化曲线。下列说法正确的是　（　）



A.该植物在7:00时开始进行光合作用

B.曲线b在10:00～12:00、14:00～18:00下降的原因相同

C.与18:00时相比，7:00时C_3的还原速率较慢

D.在18:00时，该植物有机物的积累量达到最大

D　**解析**：由CO_2利用速率曲线可知，该植物在7:00（光合作用和呼吸作用相等）前就已开始进行光合作用，A错误；曲线b在10:00～12:00下降是由气孔关闭导致植物吸收的CO_2减少引起的，而14:00～18:00下降是由光照强度降低引起的，B错误；由CO_2利用速率曲线可知，与18:00时相比，7:00时CO_2利用速率更大，说明光合速率较大，则C_3的还原速率较大，C错误；据题图分析可知，18:00时CO_2吸收速率降为0，此后细胞呼吸速率大于光合速率，消耗有机物，故18:00时有机物积累量最大，D正确。

10.科学研究中，植物光合产物合成部位被称作“源”，光合产物储存部位被称作“库”。下图1为光合产物合成及向“库”运输过程示意图。回答下列问题：

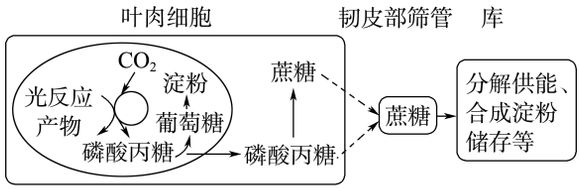


图1

(1)图1中的暗反应阶段利用光反应产生的_____将_____还原为磷酸丙糖。磷酸丙糖可在叶绿体中合成_____储存，也可运至细胞质基质合成蔗糖。

(2)科研人员通过去除部分桃树枝条上的果实，探究“库”的大小对叶片净光合速率等的影响，结果如下表所示。

组别	对照组（留果）	实验组（去果）
净光合速率/（$\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$）	5.39	2.48
叶片蔗糖含量/（$mg \cdot g^{-1}FW$）	30.14	34.20
叶片淀粉含量/（$mg \cdot g^{-1}FW$）	60.61	69.32
气孔导度/（$mmol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$）	51.41	29.70

①结合图1及上表推测，去果处理使叶片中_____含量增加，导致_____在叶绿体内外积累；同时发现气孔导度在下降，这会使_____供应不足，抑制暗反应，光合速率进一步下降。

②为进一步探究蔗糖浓度对叶绿体光合速率的影响，研究人员进行了相关实验。该实验通过_____法获得离体叶绿体，将其悬浮在类似于_____（填细胞结构）的溶胶状环境中，确保其正常的结构和功能。根据图2的实验结果推测，当蔗糖浓度在_____范围时，可抑制光合速率。

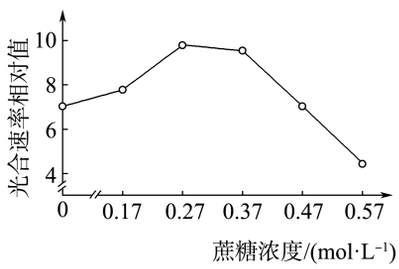


图2

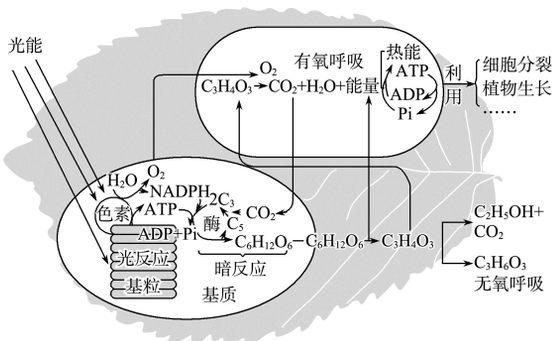
解析：(1)根据题图1可知，暗反应阶段利用光反应产生的ATP和NADPH，将C_3还原为磷酸丙糖。磷酸丙糖再进一步生成淀粉储存起来。(2)根据题表分析可知，去果的实验组和对照组相比较，蔗糖和淀粉的含量增加，从而导致了磷酸丙糖在叶绿体内外积累；气孔导度下降会直接引起CO_2供应不足，从而抑制暗反应阶段。分离细胞器的方法是差速离心法，分离出的细胞器要使其悬浮在类似于细胞质基质的环境中，这样才能保证叶绿体的结构功能不受影响。根据曲线分析可知，当蔗糖浓度为0.47 mol·L^{-1}时，与蔗糖浓度为0时的净光合速率相接近，超过该浓度后，随着蔗糖浓度升高，光合速率相对值降低。由题图2可知，当蔗糖浓度在0.47～0.57 mol·L^{-1}浓度范围时，可抑制光合速率。

答案：(1)ATP和NADPH　C_3　淀粉　(2)①蔗糖和淀粉　磷酸丙糖　CO_2　②差速离心　细胞质基质　0.47～0.57 mol·L^{-1}

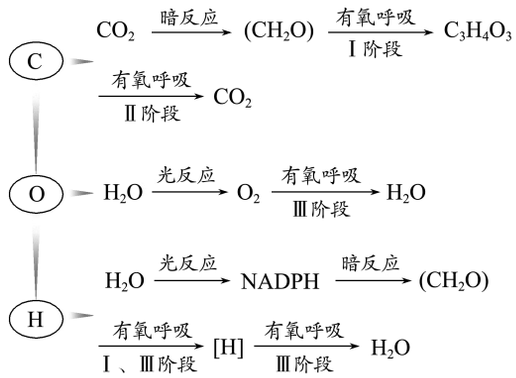
专项提升课　光合作用和细胞呼吸的综合应用

一、光合作用与细胞呼吸的联系

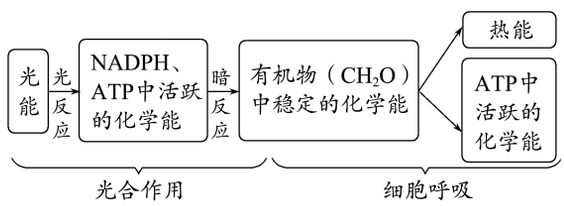
1.图解光合作用和细胞呼吸的过程



2.物质联系



3.能量联系



对点训练

1.下图是糖类的合成与分解过程示意图。下列有关叙述正确的是　　（　　）

$$CO_2+H_2O+能量 \underset{②}{\overset{①}{\rightleftharpoons}} (CH_2O)+O_2$$

A.①和②过程可在同一个细胞中同时进行

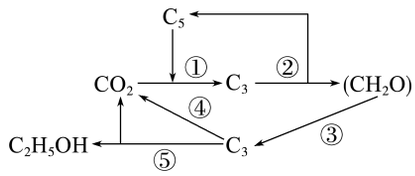
B.无光条件下，过程①和②都不能进行

C.过程①在叶绿体中进行，过程②在线粒体中进行

D.过程②产生的能量全部储存在ATP中

A　**解析**：①表示光合作用，②表示细胞呼吸，可同时发生在绿色植物的叶肉细胞中，A正确；无光条件下，光合作用不能进行，但细胞呼吸不受光照影响，B错误；真核生物中，过程①在叶绿体中进行，过程②在细胞质基质和线粒体中进行，在原核生物中，光合作用和细胞呼吸在细胞质和细胞膜等场所进行，C错误；有氧呼吸释放的能量大部分以热能的形式散失，少数储存在ATP中，D错误。

2.某植物光合作用与细胞呼吸过程中部分含碳化合物的变化如下图所示，其中①～⑤表示相应生理过程。下列说法错误的是　　（　　）



A.图中两个C_3不是同一种物质

B.过程①不消耗ATP，过程②消耗ATP

C.过程③④⑤中均有ATP的生成

D.图中所示过程仅③④发生在人体细胞中

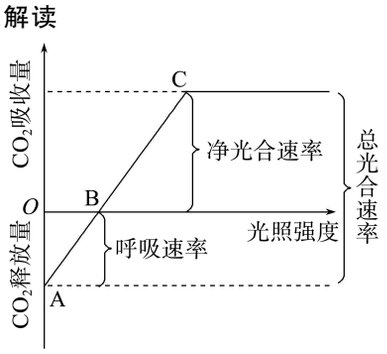
C　**解析**：分析题图可知，图中C_3分别表示光合作用过程中，固定CO_2生成的一种三碳化合物分子和呼吸作用第一阶段产生的丙酮酸（$C_3H_4O_3$），所以图中两个C_3不是同一种物质，A正确；过程①表示暗反应中CO_2的固定，该过程不消耗ATP，过程②表示C_3的还原，该过程需要消耗光反应提供的ATP，B正确；图中过程③表示由(CH_2O)转变为C_3，所以表示呼吸作用的第一阶段，过程④表示由C_3转变为CO_2，所以表示有氧呼吸的第二阶段，过程⑤表示由C_3转变为CO_2和酒精，所以表示无氧呼吸第二阶段，产生酒精和CO_2，其中过程③④中均有ATP的生成，过程⑤无ATP的生成，C错误；图中过程①②表示暗反应过程，过程⑤表示无氧呼吸产生酒精和二氧化碳的过程，人进行无氧呼吸时产生乳酸，所以图中所示过程仅③④发生在人体细胞中，D正确。

二、总（真）光合速率、净（表观）光合速率和呼吸速率的关系

1.表示方法

总（真）光合速率	①O_2产生速率	②CO_2固定（或消耗）速率	③有机物产生（或制造、生成）速率
净（表观）光合速率	①O_2释放速率	②CO_2吸收速率	③有机物积累速率
呼吸速率	①黑暗中O_2吸收速率	②黑暗中CO_2释放速率	③黑暗中有机物消耗速率

2.关系曲线解读



(1)绿色组织在黑暗条件下或非绿色组织只进行呼吸作用,测得的数值为呼吸速率(图中A点)。

(2)绿色组织在有光条件下,光合作用与呼吸作用同时进行,测得的数值为净(表观)光合速率。

(3)总(真)光合速率＝净(表观)光合速率＋呼吸速率。

(4)曲线分析

①A点:只进行呼吸作用,不进行光合作用,净光合速率小于0。

②AB段:总(真)光合速率小于呼吸速率,净光合速率小于0。

③B点:总(真)光合速率等于呼吸速率,净光合速率等于0。

④B点以后:总(真)光合速率大于呼吸速率,净光合速率大于0。

3.与植物生长的关系

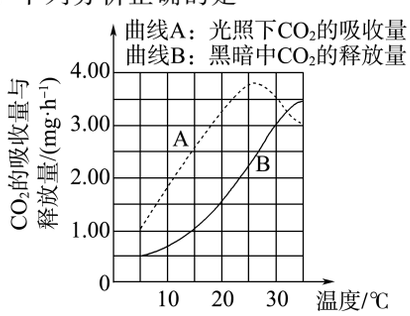
(1)当净(表观)光合速率＞0时,植物因积累有机物而生长。

(2)当净(表观)光合速率＝0时,植物不能生长。

(3)当净(表观)光合速率＜0时,植物不能生长,若长时间处于此种状态,植物将死亡。

对点训练

3.以测定的CO_2吸收量与释放量为指标,研究温度对某绿色植物光合作用与呼吸作用的影响,结果如图所示。下列分析正确的是　(　　)



A.光照相同时间,35 ℃时光合作用制造的有机物的量与30 ℃时相等

B.光照相同时间,在20 ℃条件下植物积累的有机物的量最多

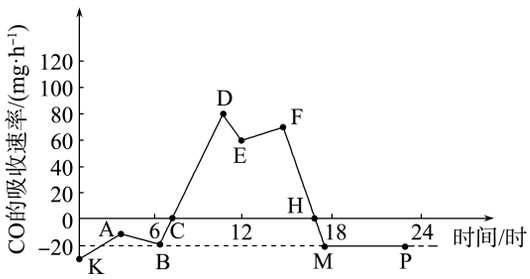
C.温度高于25 ℃时,光合作用制造的有机物的量开始减少

D.两曲线的交点表示绿色植物制造的有机物的量与呼吸作用消耗的有机物的量相等

A　**解析**:分析题图可知,虚线表示光合作用净积累有机物量,实线表示呼吸作用消耗有机物的量,总光合作用＝制造的有机物量＝虚线量＋实线量,故在光照相同时间的条件下,35 ℃时光合作用制造的有机物的量与30 ℃时相等,A正确;光照相同时间,植物积累的有机物的量为净光合作用量,25 ℃条件下最多,B错误;在30 ℃和35 ℃时该植物光合作用制造的有机物的量相等,故不可能在温度高于25 ℃时光合作用制造的有机物的量开始减少,C错误;两曲线的交点表示净光合作用积累或增加的有机物的量与呼吸作用消耗的有机物的量相同,D错误。

三、自然和密闭环境中一昼夜植物光合作用曲线分析

1.自然环境中一昼夜植物光合作用曲线



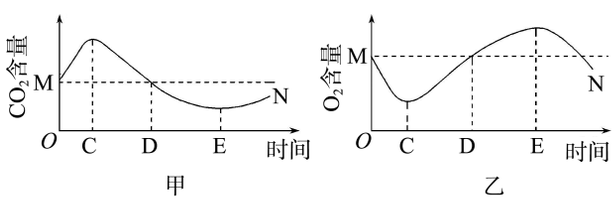
(1)A点:夜温降低,细胞呼吸减弱,CO_2释放减少。

(2)开始进行光合作用的点:B;结束光合作用的点:M。

(3)光合速率与呼吸速率相等的点:C、H;有机物积累量最大的点:H。

(4)DE段下降的原因是气孔部分关闭,CO_2吸收减少;FH段下降的原因是光照强度减弱。

2.密闭环境中一昼夜CO_2和O_2含量的变化



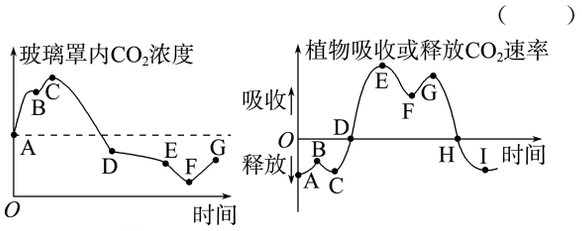
(1)光合速率等于呼吸速率的点:C、E。

(2)图甲中若N点低于虚线,则该植物一昼夜表现为生长,其原因是N点低于M点,说明一昼夜密闭容器中CO_2含量减少,即总光合量大于总呼吸量,植物生长。

(3)图乙中若N点低于虚线,则该植物一昼夜不能生长,其原因是N点低于M点,说明一昼夜密闭容器中O_2含量减少,即总光合量小于总呼吸量,植物不能生长。

对点训练

4.将一植株放在密闭玻璃罩内,置于室外一昼夜,获得的实验结果如图所示。下列有关说法错误的是　(　　)



A.图甲中的光合作用开始于C点之前,结束于F点之后

B.到达图乙中的D点时,玻璃罩内的CO_2浓度最高

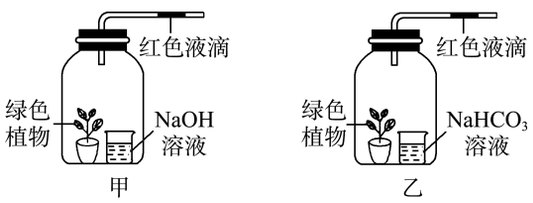
C.图甲中的F点对应图乙中的G点

D.经过这一昼夜之后，植物体的有机物含量会增加

C　**解析**：题图甲中的C、F点表示光合作用速率等于细胞呼吸速率，根据相应的时间可知，与题图乙中的D、H点相符，即C点对应D点，F点对应H点，C错误。

四、测定光合速率和呼吸速率的方法

1.小液滴移动法



(1)装置中溶液的作用：在测定细胞呼吸速率时，NaOH溶液可吸收容器中的CO_2；在测定净光合速率时，$NaHCO_3$溶液可提供CO_2，保证了容器内CO_2浓度的稳定。

(2)测定方法

①将植物(甲装置)置于黑暗中一定时间，记录红色液滴移动的距离，计算呼吸速率。

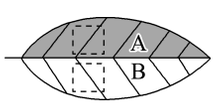
②将同一植物(乙装置)置于光照下一定时间，记录红色液滴移动的距离，计算净光合速率。

③根据呼吸速率和净光合速率可计算得到真正(总)光合速率。

(3)物理误差的校正：为防止气压、温度等物理因素所引起的误差影响实验结果，应设置对照实验，即用死亡的绿色植物分别进行上述实验，根据红色液滴的移动距离对原实验结果进行校正。

2.半叶法

如下图所示，将植物对称叶片的一部分(A)遮光，另一部分(B)则留在光下进行光合作用(即不作处理)，并采用适当的方法阻止两部分间物质和能量的转移。一定时间后，在这两部分叶片的对应部位截取同等面积的叶片，分别烘干称重，记为M_A、M_B，开始时二者相应的有机物含量应视为相等，照光后的叶片重量大于暗处的叶片重量，超过部分即为光合作用产物的量，再通过计算可得出光合速率。



3.黑白瓶法

“黑白瓶”问题是一类通过净光合作用强度和有氧呼吸强度推算总光合作用强度的试题，其中“黑瓶”不透光，测定的是有氧呼吸量；“白瓶”给予光照，测定的是净光合作用量，可分为有初始值与没有初始值两种情况，规律如下：

规律1：有初始值的情况下，黑瓶中氧气的减少量(或二氧化碳的增加量)为有氧呼吸量；白瓶中氧气的增加量(或二氧化碳的减少量)为净光合作用量；二者之和为总光合作用量。

规律2：没有初始值的情况下，白瓶中测得的现有量与黑瓶中测得的现有量之差即总光合作用量。

对点训练

5.下图为某研究小组测定光照强度对植物叶片光合作用影响的实验装置。将该装置先放在黑暗条件下一段时间，然后给予不同强度的光照。关于该实验的叙述，正确的是　(　　)

A.温度、CO_2浓度和有色液滴的移动距离都是无关变量

B.CO_2缓冲液的作用是维持容器中CO_2浓度的稳定

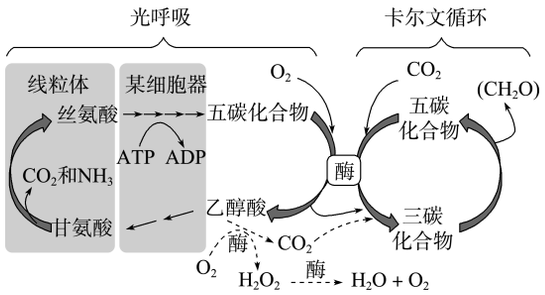
C.如果有色液滴向右移动，说明该植物不进行光合作用

D.如果有色液滴向左移动，说明该植物不进行光合作用

B　**解析**：该实验的目的是探究光照强度对植物叶片光合作用的影响，自变量是光照强度，因变量是光合作用强度，有色液滴的移动距离作为观测的指标，温度、CO_2浓度是无关变量，A错误；CO_2缓冲液的作用是维持容器中CO_2浓度的稳定，B正确；有色液滴移动的距离是由装置内O_2的变化量引起的，如果有色液滴向右移动，说明光合作用释放的氧气量大于呼吸作用吸收的氧气量，C错误；如果有色液滴向左移动，说明光合作用释放的氧气量小于呼吸作用吸收的氧气量，D错误。

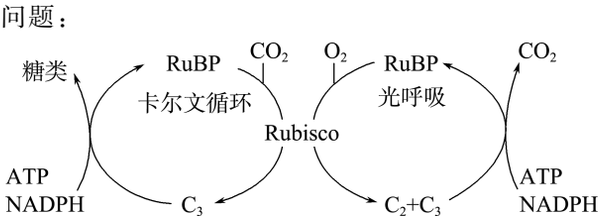
专项提升课　光合作用的特殊代谢途径

一、光呼吸



对点训练

1. Rubisco普遍分布于玉米、大豆等植物的叶绿体中，它是光呼吸（细胞在有光、高O_2、低CO_2情况下发生的生化反应）中不可缺少的加氧酶，也是卡尔文循环中固定CO_2最关键的羧化酶。Rubisco能以五碳化合物（RuBP）为底物，在CO_2/O_2值高时，使其结合CO_2发生羧化，在CO_2/O_2值低时，使其结合O_2发生氧化，具体过程如图所示。请回答下列问题：



(1)在天气晴朗、空气干燥的中午，大豆叶肉细胞中光呼吸强度较通常条件下会明显_____（填“升高”或“降低”）。

(2)玉米、大豆等植物的叶片中消耗O_2的场所有_____。从能量代谢的角度看，光呼吸和有氧呼吸最大的区别是_____。

(3)科研人员利用大豆来探究光呼吸抑制剂亚硫酸氢钠的增产效果。

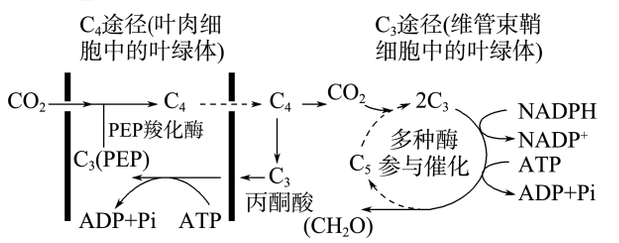
①亚硫酸氢钠可通过改变二碳化合物（乙醇酸）氧化酶的空间结构来抑制该酶的活性，从而抑制光呼吸的进行。另外，亚硫酸氢钠还能促进色素对光能的捕捉，从而促进_____的进行。

②喷施适宜浓度的亚硫酸氢钠溶液后，大豆单位时间内释放O_2的量较喷施前_____（填“增多”“减少”或“不变”），原因是_____（答出两点）。

解析：(1)根据题干信息，干燥的中午，往往会发生气孔关闭，CO_2通过气孔的量减少，从而使CO_2/O_2值降低，光呼吸强度较通常条件下会明显升高。(2)玉米、大豆等植物通过有氧呼吸消耗O_2的场所是线粒体内膜，通过光呼吸消耗O_2的场所是叶绿体基质。由题图可知，光呼吸消耗ATP，故从能量代谢的角度看，光呼吸和有氧呼吸最大的区别是光呼吸消耗ATP，有氧呼吸产生ATP。(3)①亚硫酸氢钠还能促进色素对光能的捕捉，进而通过促进光反应的进行而提高光合作用强度。②喷施适宜浓度的亚硫酸氢钠溶液后，光能利用增加，水的光解加快，O_2释放量增多；亚硫酸氢钠抑制乙醇酸氧化酶的活性，进而抑制了光呼吸的进行，O_2吸收量减少，故大豆单位时间内释放O_2的量较喷施前增多。

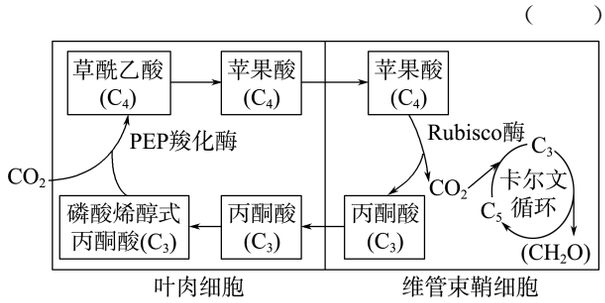
答案：(1)升高　(2)叶绿体（基质）、线粒体（内膜）　光呼吸消耗ATP（能量），有氧呼吸产生ATP（能量）　(3)①光反应（光合作用）　②增多　光能利用增加，水的光解加快；亚硫酸氢钠通过抑制乙醇酸氧化酶的活性，进而抑制了光呼吸的进行

二、C4途径



对点训练

2. 研究发现，玉米、甘蔗等植物除了和C_3植物一样具有卡尔文循环（固定CO_2的初产物为C_3，简称C_3途径），还有另一条固定CO_2的途径，固定CO_2的初产物为C_4，简称C_4途径。这类植物因此被称为C_4植物，其固定CO_2的途径如图所示。研究发现，C_4植物中PEP羧化酶对CO_2的亲和力约是Rubisco酶的60倍。下列有关叙述错误的是（　　）



A. 图中CO_2进入叶肉细胞被固定的最初产物是草酰乙酸

B. 高温条件下，C_4植物光合效率高的原因是气孔不关闭

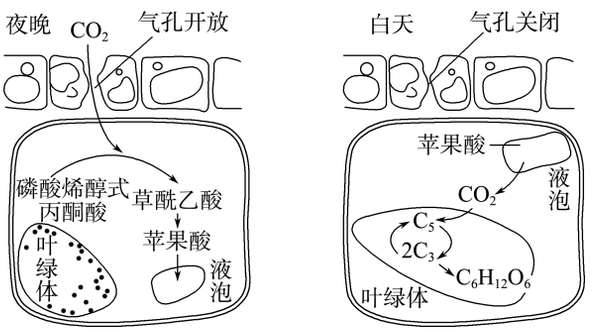
C. 低浓度CO_2条件下，C_4植物可能比C_3植物生长得好

D. 苹果酸的主要作用是将叶肉细胞中的CO_2转入维管束鞘细胞

B　**解析**：题图中CO_2进入叶肉细胞后，与磷酸烯醇式丙酮酸结合，生成草酰乙酸，A正确；高温条件下，C_4植物光合效率高的原因是C_4植物中PEP羧

化酶对 CO_2 的亲和力远大于 Rubisco 酶，故 C_4 植物能够利用较低浓度的 CO_2 进行光合作用，B 错误；低浓度 CO_2 条件下，C_4 植物能够利用低浓度的 CO_2 进行光合作用，C_3 植物则不能，因此 C_4 植物可能比 C_3 植物生长得好，C 正确；由题图可知，苹果酸的主要作用是将叶肉细胞中的 CO_2 转入维管束鞘细胞，D 正确。

三、CAM 途径



对点训练

3. 研究表明石斛多糖是石斛的主要药效成分之一，具有抗炎、抗氧化和增强免疫功能的作用，而多糖的合成离不开光合作用。石斛夜晚打开气孔吸收 CO_2，并将其转化为苹果酸储存于液泡，白天气孔关闭无法与外界进行气体交换，但可利用苹果酸分解产生的 CO_2 进行光合作用合成多糖，这种光合作用途径被称为景天酸代谢。以下说法错误的是（　　）

A. 夜晚石斛液泡中的 pH 将下降

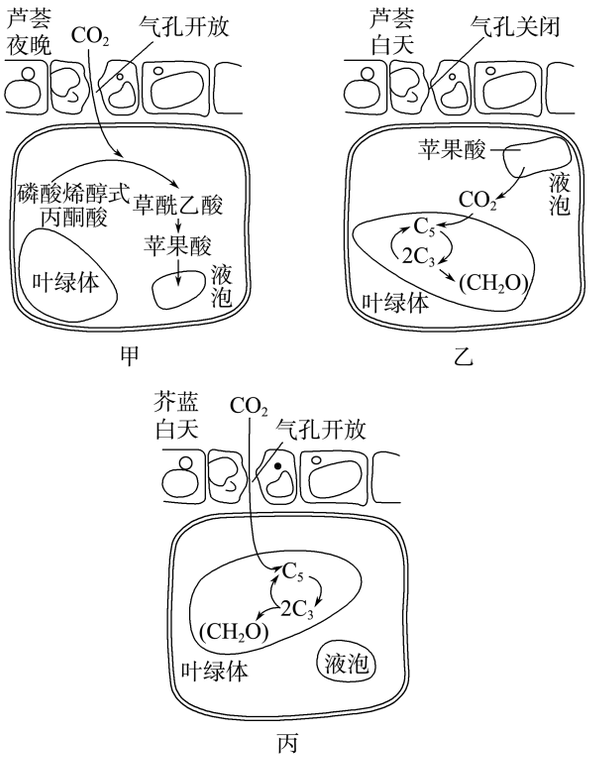
B. 从 CO_2 的固定到糖类的生成还需经历 C_3 的还原

C. 白天石斛进行光合作用时，参与卡尔文循环的 CO_2 均来自苹果酸分解

D. 景天酸代谢途径有利于提高植物对干旱环境的适应性

C　**解析**：石斛夜晚打开气孔吸收 CO_2，并将其转化为苹果酸储存于液泡，因此，夜晚石斛液泡中的 pH 将下降，A 正确；从 CO_2 的固定到糖类的生成属于暗反应过程，该过程还包括 C_3 的还原过程，B 正确；景天酸代谢过程中，白天石斛进行光合作用时，固定的 CO_2 除来自苹果酸分解外，还有线粒体产生的 CO_2，C 错误；景天酸代谢途径中白天气孔关闭，降低蒸腾作用，起到了保水的作用，有利于提高植物对干旱环境的适应性，D 正确。

4. 芦荟具有一种特殊的 CO_2 同化方式：夜间气孔开放，吸收 CO_2 转化成苹果酸储存在液泡中；白天气孔关闭，液泡中的苹果酸分解释放 CO_2 参与光合作用。上述过程如图甲、乙所示。芥蓝的 CO_2 利用过程如图丙所示，据图回答下列问题：



(1) 芦荟夜晚不能合成 $C_6H_{12}O_6$，原因是缺少暗反应必需的_____。

(2) 在上午 10:00，突然降低环境中 CO_2 的浓度，短时间内芦荟和芥蓝细胞中 C_3 含量的变化分别是_____、_____。

(3) 芦荟气孔开、闭的特点是对环境的适应，推测其生活环境的特点是_____。从进化角度看，这种特点的形成是自然选择的结果。

解析：(1) 芦荟在夜晚不能进行完整的光合作用，因为虽然能吸收 CO_2，但没有光反应提供的 ATP、NADPH。(2) 根据芦荟的特点白天气孔关闭，空气中 CO_2 的浓度变化对其没有影响，而芥蓝受空气中 CO_2 浓度变化影响较大，如果在白天突然降低环境中的 CO_2 浓度，C_3 生成会大幅度减少。(3) 由题可知，芦荟夜晚气孔开放，白天气孔关闭，推测其生活环境的特点是可能是炎热、干旱。从进化角度看，这种特点的形成是长期自然选择的结果。

答案：(1) ATP、NADPH　(2) 基本不变　下降　(3) 炎热、干旱

★★★

迁·移·应·用

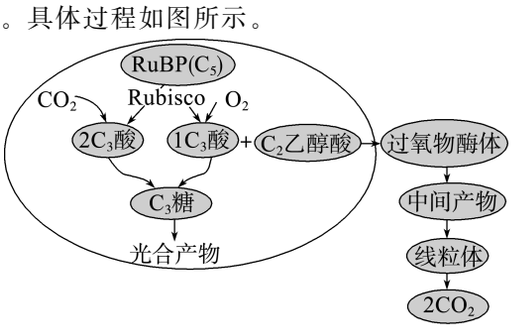
学习目标

1.通过酶的特性的探索，理解光合作用过程，形成系统观。
2.通过光合作用原理的理解，提高科学探究能力。
3.能够运用所学知识，对相关问题提出合理的见解和建议。

活动一　结合酶的特性，理解光合作用过程

任务探究

据联合国经济与社会事务部预测，2050年全球人口将增至97亿。如果农作物产量依然维持在现有水平，届时人类必将面临严重的粮食短缺局面。世界范围内便掀起了一场以通过生物工程技术提高植物光合效率为中心的“第二次绿色革命”。而“光呼吸代谢工程”被认为是此次革命的一个关键突破口。光呼吸现象产生的分子机制是O_2和CO_2竞争核酮糖-1，5-二磷酸羧化酶（Rubisco）。在暗反应中，Rubisco能够以CO_2为底物实现CO_2的固定（羧化反应）；在光下，当O_2浓度高、CO_2浓度低时，O_2会竞争Rubisco，在光的驱动下将碳水化合物氧化生成CO_2和水（加氧反应）。光呼吸是一个高耗能的反应，正常生长条件下光呼吸就可损耗掉光合产物的25%～30%。具体过程如图所示。



光合作用和光呼吸过程

探究思考

1.暗反应的每一步生化反应均需要不同的酶来进行催化，这体现了酶的哪一特性？

提示：专一性。

2.在暗反应中，Rubisco能够以CO_2为底物实现CO_2的固定（羧化反应）；在光下，当O_2浓度高、CO_2浓度低时，O_2会竞争Rubisco，在光的驱动下将碳水化合物氧化生成CO_2和水（加氧反应）。根据你对酶的专一性的理解，这是否能说明Rubisco不具有专一性？为什么？

提示：不能。酶的专一性是指一种酶只能催化一种或一类反应，Rubisco具有专一性。

3.研究发现，光合产物1/3以上要消耗在光呼吸底物上。生产实际中，常通过适当升高CO_2浓度达到增产的目的，请分析并解释其原理（从光合作用原理和Rubisco催化反应特点两个方面作答）。

提示：CO_2浓度升高可促进光合作用暗反应的进行，进而提高光合作用强度，同时还可促进Rubisco催化更多的C_5与CO_2结合，减少与O_2的结合，从而降低光呼吸速率。

4.已知强光下ATP和NADPH的积累会产生超氧阴离子自由基，从而对叶绿体光合作用的反应中心造成伤害。依据图中信息，解释植物在干旱天气和过强光照下，光呼吸的积极意义。

提示：叶片缺水，气孔部分关闭，CO_2吸收减少，低浓度CO_2使得暗反应速度减慢，光反应产物ATP和NADPH积累，产生O^{2-}，伤害细胞，而光呼吸可以消耗多余的ATP和NADPH，避免对叶绿体光合作用的反应中心造成伤害。

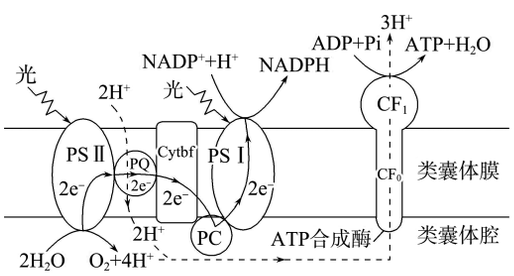
学习总结

项目	光反应	暗反应（碳反应）
实质	光能转化为化学能，并释放O_2	同化CO_2，合成有机物
需要条件	外界条件：光照；内部条件：色素、酶	不需要光照；内部条件：酶
反应场所	叶绿体类囊体的薄膜上	叶绿体基质内
物质变化	①水的光解：水分解成NADPH和O_2； ②ATP的合成：在相关酶的作用下，ADP和Pi形成ATP	①CO_2的固定：$CO_2+C_5 \xrightarrow{酶} 2C_3$； ②$C_3$的还原：$2C_3 \xrightarrow{酶} (CH_2O)+C_5$
能量变化	光能→活跃的化学能	活跃的化学能→有机物中稳定的化学能
相应产物	O_2、ATP和NADPH	糖类等有机物

活动二 利用光合作用原理，实现生产方式的转变，为实现碳达峰和碳中和提供新的思路

任务探究

下图为类囊体薄膜上发生的光反应示意图，其中PSⅠ和PSⅡ分别是光系统Ⅰ和光系统Ⅱ，是叶绿素和蛋白质构成的复合体，能吸收利用光能进行电子的传递。其中PQ、Cytbf、PC是传递电子的蛋白质，PQ在传递电子的同时能将H^+运输到类囊体腔中，图中实线为电子的传递过程，虚线为H^+的运输过程，ATP合成酶由CF_0和CF_1两部分组成。



探究思考

(1)据图分析，类囊体膜上的ATP合成酶的作用有哪些？

提示：运输H^+和催化ATP的合成。

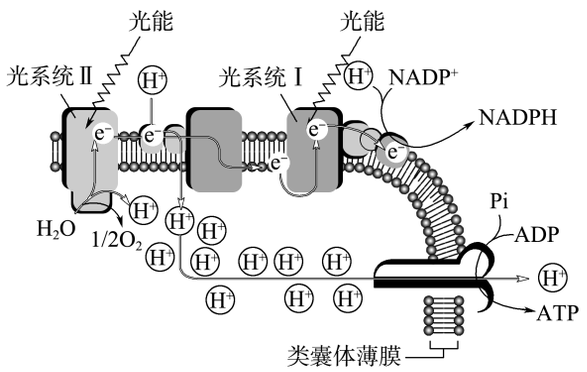
(2)据图分析，使类囊体膜两侧H^+浓度差增大的过程有哪些？

提示：水的光解产生H^+；PQ运输H^+；合成NADPH消耗H^+。

(3)分析上图，结合光反应的相关知识，描述发生在类囊体膜上的能量转换过程。

提示：光能转化为电能，再转化为类囊体膜两侧的H^+电化学势能，最后转化为NADPH和ATP中活跃的化学能。

学习总结



(1)光系统Ⅱ进行水的光解。产生氧气、H和自由电子(e^-)，电子(e^-)经过电子传递链传递，最终介导NADPH的产生。

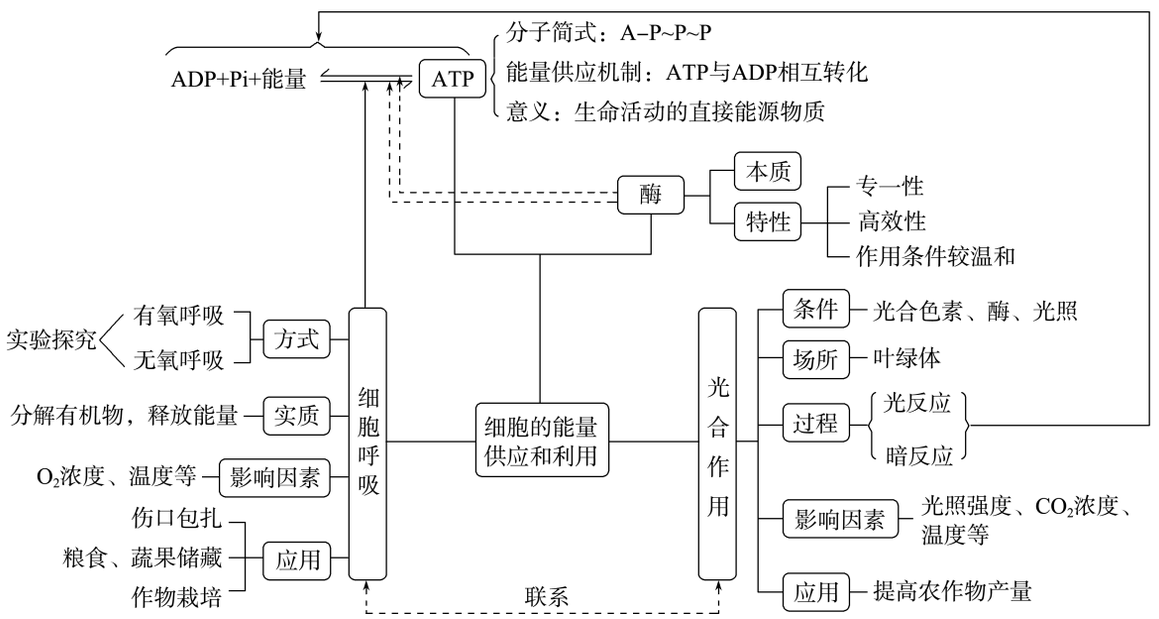
(2)电子传递过程中释放能量，利用这部分能量将质子(H^+)逆浓度从类囊体的基质侧泵入囊腔侧，从而建立了质子浓度(电化学)梯度。光系统Ⅱ在类囊体的囊腔侧进行的水的光解产生质子(H^+)以及在类囊体的基质侧H^+和$NADP^+$形成NADPH的过程，对建立质子浓度(电化学)梯度也有所贡献。

(3)类囊体膜对质子是高度不通透的，因此，类囊体内的高浓度质子只能通过ATP合成酶顺浓度梯度流出，而ATP合成酶利用质子顺浓度流出的能量来合成ATP。

★★★

重·构·拓·展

多维体系构建



学科视野拓展

光合午休现象

光合午休是指植物在中午光照较强时，光合速率会降低的现象，也称为“光合午睡”“光合午休现象”等。这是植物在进化过程中形成的一种适应干旱环境的策略，通过关闭部分气孔、降低蒸腾作用来减少水分的散失，从而避免过度失水对植物造成的伤害。但是，这种适应策略也会导致植物在中午时段的二氧化碳吸收量减少，进而影响光合作用暗反应的进行，最终使得光合速率降低。

引起光合午休的主要原因包括强光、高温和低湿等环境因素。这些因素会导致植物气孔部分关闭、光呼吸增强和光化学效率降低，从而影响光合作用的进行。此外，土壤干旱和大气干旱也会加剧光合午休的程度。

光合午休是植物中的普遍现象，但不同植物的光合午休程度存在差异。一些植物通过自身的调节机制能够减轻光合午休的程度，如提高叶片的水分利用效率、增加叶片的反射率等。

在农业生产中，光合午休现象会对作物产量和品质产生一定的影响。因此，采取适当的措施如适时灌溉、选用抗旱品种、增强光合能力等，可以缓和光合午休的程度，提高作物的光合作用效率和产量。

◇思考

若你是一名农业技术人员，如何通过改变农业管理措施来减轻作物光合午休现象对产量的不利影响？请提出多种可能的策略并阐述其原理和预期效果。

单元测试卷（四）

（考查范围：第5章　时间：75分钟　分值：100分）

一、选择题：本题共15小题，每小题3分，共45分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 下列关于酶的叙述，正确的是　　（　　）

A. 作为生物催化剂，酶作用的反应物都是有机物

B. 胃蛋白酶应在酸性、37 ℃条件下保存

C. 醋酸杆菌中与发酵产酸相关的酶，分布于其线粒体内膜上

D. 从成年牛、羊等草食类动物的肠道内容物中可获得纤维素酶

D　**解析**：一般来说，酶是活细胞产生的具有催化作用的有机物，但其作用的反应物不一定是有机物，如过氧化氢酶作用的反应物过氧化氢就是无机物，A错误；胃蛋白酶应在酸性、低温下保存，B错误；醋酸杆菌是细菌，属于原核生物，不具有线粒体结构，C错误；成年牛、羊等草食类动物肠道中有可以分解纤维素的微生物，所以从其肠道内容物中可以获得纤维素酶，D正确。

2. 多酶片为肠溶衣与糖衣的双层包衣片，内层为胰酶（其包括胰淀粉酶、胰蛋白酶、胰脂肪酶等），外层为胃蛋白酶。下列有关多酶片的叙述错误的是　　（　　）

A. 为了便于吞咽，可以将药片嚼碎后吞服

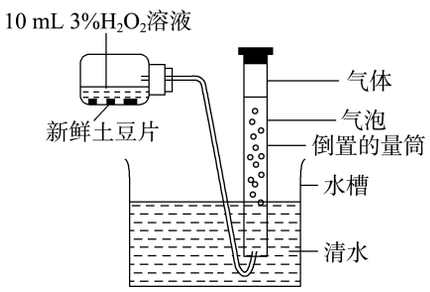
B. 糖衣有保护胃蛋白酶的作用，且能在胃中溶解

C. 肠溶衣的作用是保护胰酶，避免胰酶被胃蛋白酶催化

D. 胰酶可以消化淀粉、蛋白质和脂肪等物质

A　**解析**：嚼碎服用时，肠溶衣包裹的酶释放会后在酸性的胃液中失去活性，无法发挥作用，所以为充分发挥多酶片的作用，使用时应整片吞服，A错误；多酶片的成分：胰酶、胃蛋白酶、糖衣层（遇酸易溶化）、肠溶衣层（遇碱易溶化），为了让多酶片在胃和小肠都发挥作用，多酶片自外而内的成分依次是糖衣层、胃蛋白、酶肠溶衣层、胰酶，使多酶片逐一酶解而发挥功能，B正确；肠溶衣层（遇碱易溶化），可以保护胰酶，避免胰酶被胃蛋白酶催化，C正确；胰酶包括胰淀粉酶、胰蛋白酶、胰脂肪酶等，因为酶具有专一性，所以胰酶可以消化淀粉、蛋白质和脂肪等物质，D正确。

3. 某小组为探究新鲜土豆片中酶的特点，利用如图所示实验装置开展了实验研究。下列叙述错误的是　　（　　）



A. 实验中产生大量气体，可推测新鲜土豆片中含有H_2O_2酶

B. 一段时间后量筒中气体量不再增加，是土豆片的数量有限所致

C. 若用煮熟土豆片替代新鲜土豆片重复实验，则气体生成速率明显下降

D. 若增加用氯化铁替代新鲜土豆片的实验，可用于证明酶的高效性

B　**解析**：实验中产生大量气体，说明酶促反应速率快，由此可推测，新鲜土豆片中含有能够催化H_2O_2分解的H_2O_2酶，A正确；一段时间后量筒中气体量不再增加，是由于H_2O_2完全被分解，不再有O_2产生，B错误；若用煮熟土豆片替代新鲜土豆片重复实验，则H_2O_2酶的活性丧失，气体生成速率明显下降，C正确；酶的高效性是指同无机催化剂相比，酶降低活化能的作用更显著，因而催化效率更高，可见，若增加用氯化铁替代新鲜土豆片的实验，可用于证明酶的高效性，D正确。

4. 海洋的“蓝眼泪”现象是由单细胞生物夜光藻暴发导致，其体内的荧光素接受ATP提供的能量后被激活，在荧光素酶的作用下形成氧化荧光素，会使夜晚海面上出现美丽的蓝色荧光，宛如浩瀚夜空。下列叙述正确的是　　（　　）

A. 夜光藻细胞中的遗传物质彻底水解的产物是4种脱氧核苷酸

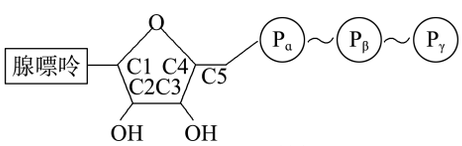
B.荧光素酶提供了激活荧光素所需的活化能从而减少反应对 ATP 的需求

C.可用荧光素—荧光素酶生物发光法对生物组织中的 ATP 进行定量测定

D.海面出现蓝色荧光时，夜光藻细胞内产生 ATP 的速率远超过产生 ADP 的速率

C　**解析**：夜光藻是细胞结构的生物，遗传物质是 DNA，其彻底水解后可产生 4 种碱基、1 种磷酸和 1 种五碳糖，A 错误；酶可以降低化学反应所需的活化能而不能为反应供能，B 错误；荧光素的激活需要 ATP 水解释放的能量，因此可利用荧光素—荧光素酶生物发光法，通过测定光能的大小，对生物组织中的 ATP 进行定量测定，C 正确；生物体内 ATP 和 ADP 的相互转化处于动态平衡，D 错误。

5. ATP 是细胞的直接能源物质，ATP 分子失去两个磷酸基团后的产物是核糖核苷酸，下图为 ATP 的结构式，下列叙述正确的是　（　　）



ATP分子结构

注：C1 表示碳原子的位置是 1 号碳，其他同理。

A.ATP 与 ADP 是同一种物质的两种不同存在形式

B.ATP 末端磷酸基团（P_γ）转移，可为某些吸能反应供能

C.ATP 的能量主要储存在腺苷与磷酸基团（P_α）之间的化学键中

D.剧烈运动时 ATP 被大量消耗，导致细胞中 ATP/ADP 的比值失衡

B　**解析**：ATP 中末端磷酸基团（P_γ）被水解后，生成 ADP，因此，ATP 与 ADP 是两种物质，A 错误；γ 位的磷酸基团通过特殊化学键与 ADP 的磷酸基团（P_β）连接形成 ATP，该特殊化学键含很高能量，因此，当 ATP 末端磷酸基团（P_γ）转移时，特殊化学键断裂，释放的能量可为某些吸能反应供能，B 正确；ATP 的能量主要储存在磷酸基团（P_α）与磷酸基团（P_β）、磷酸基团（P_β）与磷酸基团（P_γ）之间的特殊化学键中，C 错误；细胞中 ATP 与 ADP 的含量都保持相对稳定，当大量消耗 ATP 时，细胞也会大量产生 ADP，因此，剧烈运动时 ATP 被大量消耗，不会导致细胞中 ATP/ADP 的比值失衡，D 错误。

6. 通常认为，马铃薯块茎部位的细胞无氧呼吸时产生乳酸，而根部的细胞无氧呼吸时产生乙醇。下列相关叙述正确的是　（　　）

A.每分子葡萄糖经无氧呼吸产生酒精时生成的 ATP 比产生乳酸时生成的多

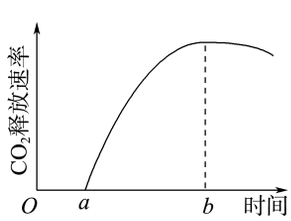
B.马铃薯块茎细胞无氧呼吸产生乳酸时伴随着 CO_2 的释放

C.马铃薯块茎和根部细胞中与细胞呼吸有关的酶可能不完全相同

D.根部细胞无氧呼吸时葡萄糖中的能量大部分以热能形式散失

C　**解析**：无论是产生酒精还是产生乳酸的无氧呼吸，都只在第一阶段释放少量能量，第二阶段无能量释放，故每分子葡萄糖经无氧呼吸产生酒精时生成的 ATP 和产生乳酸时相同，A 错误；马铃薯块茎细胞无氧呼吸产生乳酸时没有 CO_2 的释放，B 错误；根据题意，马铃薯块茎部位的细胞无氧呼吸时产生乳酸，而根部的细胞无氧呼吸时产生乙醇，酶具有专一性，故二者与细胞呼吸有关的酶可能不完全相同，C 正确；根部细胞无氧呼吸时葡萄糖中的能量大部分储存在乙醇中，D 错误。

7. 某种植物可通过呼吸代谢途径的改变来适应缺氧环境，其根细胞既可进行产乳酸的无氧呼吸，也可进行产酒精与二氧化碳的无氧呼吸。在无氧条件下，该种植物根细胞经呼吸作用释放 CO_2 的速率随时间的变化趋势如右图所示。下列叙述错误的是　（　　）



A.在 a～b 阶段，根细胞产生酒精的速率逐渐增大

B.在 b 之后，根细胞无氧呼吸产生的能量逐渐减少

C.在时间 a 之前，植物根细胞无 CO_2 释放，只进行产乳酸的无氧呼吸

D.植物根细胞无氧呼吸产生的酒精跨膜运输的过程不需要消耗 ATP

B　**解析**：由题图可知，在 a～b 阶段，根细胞产生 CO_2 的速率逐渐增大，说明根进行产酒精与 CO_2 的无氧呼吸速率逐渐增大，产生酒精的速率也逐渐

增大，A 正确；在 b 之后，根细胞 CO_2 的释放量减小，只能说明产酒精与 CO_2 的无氧呼吸减弱，但不能确定产乳酸的无氧呼吸的强弱，所以无法确定无氧呼吸产生的能量逐渐减少，B 错误；图示为无氧条件下植物根细胞经呼吸作用释放 CO_2 的速率随时间的变化趋势，a 之前植物根无氧呼吸不释放 CO_2，说明植物根细胞只进行产乳酸的无氧呼吸，C 正确；酒精是通过自由扩散的方式进出细胞的，该过程不需要消耗 ATP，D 正确。

8. 细胞呼吸的原理在生活和生产中得到了广泛的应用。下列叙述错误的是（　　）

A. 用透气的消毒纱布包扎伤口，是为了促进伤口细胞的有氧呼吸

B. 储藏水果可通过降低温度和氧气含量，减少有机物的消耗

C. 提倡有氧运动，可避免肌细胞进行无氧呼吸产生乳酸引起身体不适

D. 稻田及时排水，可避免根部细胞无氧呼吸产生酒精造成烂根

A　**解析**：用透气的消毒纱布包扎伤口，是为了抑制厌氧细菌繁殖，A 错误；储存水果需要减少有机物的消耗，低温可以抑制呼吸相关酶的活性，而降低氧气含量，可以降低呼吸速率，B 正确；肌细胞可以进行无氧呼吸产生乳酸，提倡有氧运动，可避免肌细胞进行无氧呼吸产生乳酸引起身体不适，C 正确；植物在淹水条件下会进行无氧呼吸——酒精发酵，产生酒精而造成烂根，故稻田应及时排水，D 正确。

9. 下列有关“绿叶中色素的提取和分离”实验的叙述中，错误的是（　　）

A. 将 5 克新鲜菠菜叶剪碎后放入研钵，加入碳酸钙、石英砂和无水乙醇后，迅速研磨

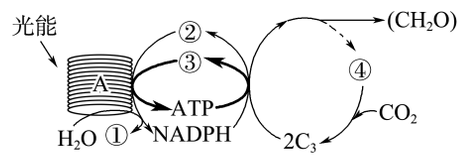
B. 吸取少量滤液，沿铅笔细线均匀画出一条滤液细线，并连续快速画 2～3 次

C. 把画好细线的滤纸条插入层析液中，滤液细线不能浸没在层析液中

D. 滤纸上色素带最宽的是叶绿素 a

B　**解析**：将 5 克新鲜菠菜叶剪碎后，放入研钵中，加入无水乙醇、碳酸钙、石英砂后，迅速研磨，A 正确；吸取少量滤液，沿铅笔细线均匀画出一道滤液细线，待滤液干燥后，再画一次，这样重复 2～3 次，B 错误；把画好细线的滤纸条插入层析液中，滤液细线不能触及层析液，不能摇晃，否则色素溶于层析液中，不能得到色素带，C 正确；滤纸上色素带最宽的是叶绿素 a，因为叶绿素 a 的含量最高，D 正确。

10. 下图为光合作用过程示意图，其中 A 表示结构，①②③④表示有关物质。下列说法错误的是（　　）



A. ②③的产生发生在叶绿体基质中

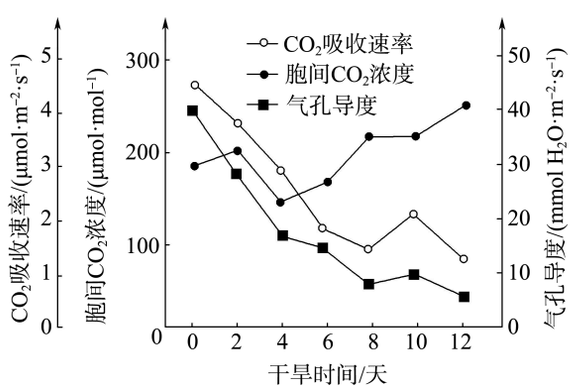
B. CO_2 的固定是 CO_2 与④在酶催化下结合的过程

C. (CH_2O) 中稳定的化学能来自 ATP 和 NADPH

D. A 结构中光合色素吸收的光能全部转换成 ATP 中的化学能

D　**解析**：题图中 A 为类囊体薄膜，进行的反应过程为水的光解产生 NADPH 和氧气，同时合成 ATP，NADPH 和 ATP 在叶绿体基质中参与暗反应，生成②$NADP^+$ 和③ADP＋Pi，A 正确；CO_2 的固定是 CO_2 与④C_5 在酶催化下生成两分子 C_3 的过程，B 正确；光合作用的光反应产生的 ATP、NADPH 均可以为三碳化合物的还原提供能量，转化为有机物 (CH_2O) 中稳定的化学能，C 正确；题图中 A 为类囊体薄膜，进行光反应过程，在光反应中，光合色素所固定的光能全部转化为不稳定的化学能储存到 ATP 和 NADPH 中，D 错误。

11. 西洋参受干旱胁迫，生长会受影响。检测西洋参在重度干旱条件下与光合作用相关的指标，结果如图所示。下列叙述正确的是（　　）



A. CO_2 吸收速率随着干旱时间的延长而上升

B.干旱既影响光反应又影响暗反应

C.胞间 CO_2 浓度仅受气孔导度影响

D.降低气孔导度不利于西洋参适应干旱环境

B　**解析**：据题图可知，随着干旱时间的延长，CO_2 吸收速率整体呈下降趋势，A 错误。干旱条件下土壤含水量降低，植物根系吸收的水分减少，光反应减慢，产生的 O_2 和 H^+ 减少，NADPH 和 ATP 的合成减慢，进而导致 C_3 的还原减慢；缺水还会导致植物叶片气孔导度下降，CO_2 的吸收量减少，影响暗反应中 CO_2 的固定过程，B 正确。胞间 CO_2 浓度除了受气孔导度影响外，还受其他因素的影响，如细胞呼吸强度等，C 错误。降低气孔导度可以在一定程度上减少水分的散失，有利于西洋参适应干旱环境，D 错误。

12. ANT 是一种位于线粒体内膜上的转运蛋白，其表面有 ATP 和 ADP 的结合位点。在正常状态下，ANT 作为一个反向转运载体把 ADP 转运到线粒体基质，把 ATP 从线粒体基质中运出。而在肿瘤细胞中，ANT 转运 ADP 和 ATP 的方向相反。研究发现苍术苷可降低 ANT 与 ADP 的亲和力。下列分析不正确的是（　　）

A.ANT 在转运 ATP 和 ADP 时空间结构会发生改变

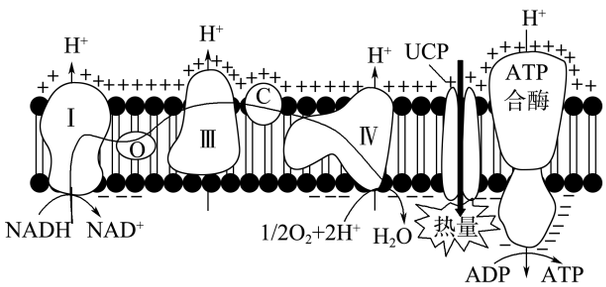
B.肿瘤患者体内细胞质基质和线粒体中合成的 ATP 均可通过 ANT 转运

C.与正常细胞相比，肿瘤细胞的有氧呼吸受到抑制

D.苍术苷不会对细胞有氧呼吸第二阶段造成影响

D　**解析**：ANT 表面有 ATP 和 ADP 的结合位点，在转运 ATP 和 ADP 时空间结构会发生改变，A 正确；肿瘤患者体内细胞质基质和线粒体中合成的 ATP 均可通过 ANT 转运，只是方向不同，B 正确；与正常细胞相比，肿瘤细胞中 ANT 转运 ADP 和 ATP 的方向相反，导致肿瘤细胞的有氧呼吸受到抑制，C 正确；研究发现苍术苷可降低 ANT 与 ADP 的亲和力，有氧呼吸第二阶段也有 ATP 和 ADP 的转化（合成 ATP），故对细胞有氧呼吸第二阶段造成影响，D 错误。

13. 有氧呼吸第三阶段的电子传递链如图所示。图中复合物Ⅰ、Ⅲ、Ⅳ能传递电子并逆浓度梯度运输 H^+，建立膜 H^+ 势能差；ATP 合酶能参与生物体的氧化磷酸化和光合磷酸化，其作用是在跨膜 H^+ 势能的推动下合成 ATP；UCP 是一种特殊的 H^+ 通道。下列相关叙述正确的是（　　）



A.ATP 合酶既能运输 H^+ 又能为 ATP 的合成提供活化能

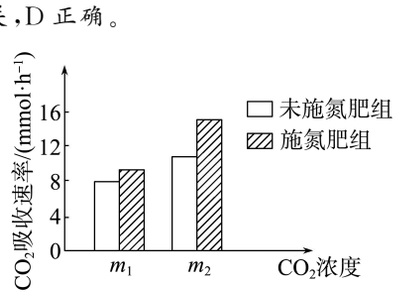
B.细胞中只有线粒体内膜上有 ATP 合酶

C.有氧呼吸和无氧呼吸的第二阶段均能产生 NADH

D.有氧呼吸过程中，葡萄糖中的能量部分以热能形式散失可能与 UCP 有关

D　**解析**：ATP 合酶既能运输 H^+ 又能催化 ATP 的合成，酶的作用机理是降低化学反应的活化能，A 错误；ATP 合酶能参与生物体的氧化磷酸化和光合磷酸化，故线粒体内膜和叶绿体类囊体薄膜上都有 ATP 合酶，B 错误；无氧呼吸的第二阶段消耗 NADH，C 错误；由题图可知，UCP 是一种特殊的 H^+ 通道，产生的能量以热能散失，故有氧呼吸过程中，葡萄糖中的部分能量以热能形式散失可能与 UCP 有关，D 正确。

14. 为探究 CO_2 浓度和氮肥对小麦产量的影响，某同学通过实验测得小麦单位叶面积的 CO_2 吸收速率（$mmol \cdot h^{-1}$），结果如图所示。下列说法错误的是（　　）



A.该实验中的温度和光照强度应适宜并且保持一致

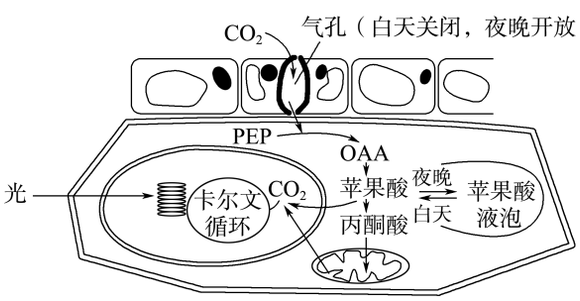
B.吸收的氮可用于合成 NADPH 和叶绿素等含氮物质

C.适当增大 CO_2 浓度和施加氮肥都有利于小麦增产

D.叶绿体中 CO_2 的固定量就是测得的叶片的 CO_2 吸收量

D　**解析**：本实验中的自变量是 CO_2 浓度和是否施加氮肥，温度和光照强度为无关变量，各组应适宜并且保持一致，A 正确；吸收的氮可用于合成 NADPH 和叶绿素等含氮物质，B 正确；由题图分析可知，随着 CO_2 浓度的增加，小麦单位叶面积的 CO_2 吸收速率增加，光合速率增强，相同的 CO_2 浓度下，施加氮肥组比不施加氮肥组的 CO_2 吸收速率快，光合速率强，所以适当增大 CO_2 浓度和施加氮肥都有利于小麦增产，C 正确；叶片的 CO_2 吸收量代表净光合速率，叶绿体中 CO_2 的固定量代表总光合速率，总光合速率＝净光合速率＋呼吸速率，故叶绿体中 CO_2 的固定量不等于测得的叶片的 CO_2 吸收量，D 错误。

15. 景天科植物（CAM）多为一年生或多年生肉质草本，其光合作用过程如图所示。下列相关叙述正确的是（　　）



CAM植物光合作用过程示意图

A.由图推测，CAM 植物叶肉细胞细胞液的 pH 夜晚比白天高

B.夜晚气孔打开吸收 CO_2，但无法进行光反应，故叶肉细胞无法合成 ATP

C.若白天适当增加外界 CO_2 浓度，该过程中 C_3 生成量增加

D.CAM 代谢途径的出现，可能与植物适应干旱条件有关

D　**解析**：CAM 植物在晚上气孔打开，吸收 CO_2 变成苹果酸，苹果酸进入液泡储存起来，白天苹果酸分解释放出 CO_2 用于卡尔文循环，因此 CAM 植物叶肉细胞细胞液的 pH 夜晚比白天要低，A 错误；夜晚气孔打开吸收 CO_2，但无法进行光反应，此时叶肉细胞可通过呼吸作用合成 ATP，B 错误；CAM 植物在白天气孔关闭，白天适当增加外界 CO_2 浓度，并不影响 C_3 的生成量，C 错误；CAM 植物白天气孔关闭，可以减少蒸腾作用，夜晚气孔打开吸收 CO_2，所以 CAM 代谢途径的出现，可能与植物适应干旱条件有关，D 正确。

二、非选择题：本题共 5 小题，共 55 分。

16.（10 分）某工厂生产了一种含有蛋白酶的洗衣粉。请回答以下问题：

（1）质检局为了检验该洗衣粉中是否真的含有蛋白酶，设计了如图 1 所示装置进行实验：

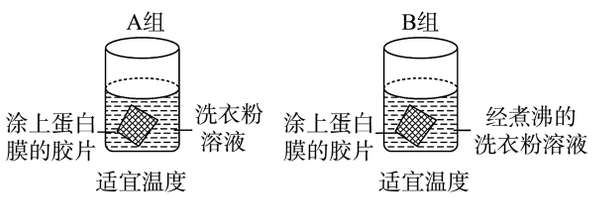


图1

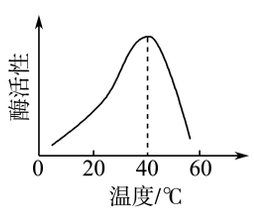


图2

若出现的结果是_____，则说明该洗衣粉中含有蛋白酶。

（2）一同学为探究该洗衣粉中酶催化作用的最适温度，参考上述（1）的实验材料及方法进行了有关实验，并将结果以图 2 所示曲线表示。

①该洗衣粉中的酶催化的最适温度为_____℃。

②用该洗衣粉洗衣服时不能用 60 ℃以上热水的原因是_____。

③该实验可以用_____作为酶活性大小的观察指标。

（3）该洗衣粉不能用于洗涤丝质及羊毛衣料，原因是_____。

解析：（1）由题意可知，该实验的目的是检验该洗衣粉中是否真的含有蛋白酶，若含有蛋白酶，A 组中的蛋白膜消失；B 组中的洗衣粉溶液煮沸后，蛋白酶由于高温失去活性，因此 B 组蛋白膜不消失。（2）①分析题图 2 可知，40 ℃为该洗衣粉中的酶催化的最适温度。②高温能够使酶失活，题图中

60 ℃时加酶洗衣粉中的酶已经失活，所以用该洗衣粉洗衣服时不能用60 ℃以上热水。③该实验的因变量是酶的活性大小，酶的活性大小可以通过反应物的减少，即蛋白膜消失所需时间的长短作为观察指标。(3)由于丝质和羊毛衣料所含的蛋白质会被加酶洗衣粉中的蛋白酶分解，从而损坏衣物，所以该洗衣粉不能用于洗涤丝质及羊毛衣料。

答案：(1)A组中蛋白膜消失，B组中蛋白膜不消失　(2)①40　②高温使酶失去活性　③蛋白膜全部消失所需的时间(其他合理答案亦可)

(3)丝质及羊毛衣料的主要成分是蛋白质，加酶洗衣粉中的蛋白酶能将其分解，从而损坏衣料

17.(10分)图1表示萌发的小麦种子中可能发生的相关生理过程，A～E表示物质，①～④表示过程。有一瓶含有酵母菌的葡萄糖培养液，当通入不同浓度的O_2时，其产生的酒精和CO_2的量如图2所示。请据图回答下列问题：

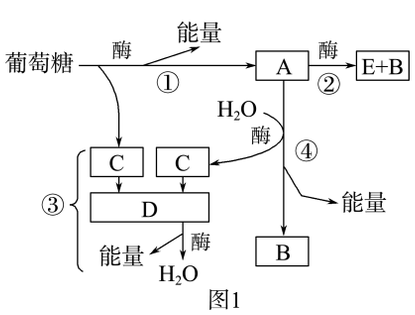


图1

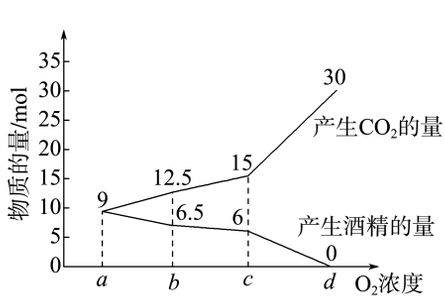


图2

(1)图1中催化反应②和④的酶分别位于_____中，物质C为[H]。

(2)图1中①②过程主要发生在小麦种子萌发的早期，其中E为_____，④过程为有氧呼吸的第二阶段，其中物质A、D分别是_____。

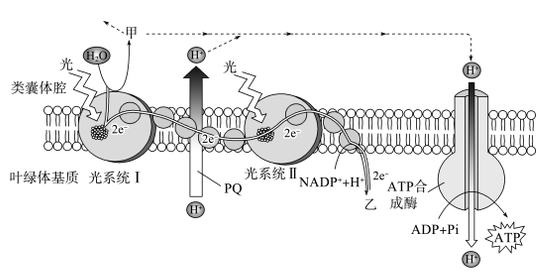
(3)图2中当O_2浓度为a时，酒精产生量与CO_2产生量相等，说明此时只进行_____呼吸；当O_2浓度为b时，产生CO_2的量多于酒精的量，说明酵母菌还进行了有氧呼吸；当O_2浓度为d时，没有酒精产生，说明酵母菌只进行_____呼吸。

(4)图2中当O_2浓度为c时，产生6 mol酒精的同时会产生6 mol CO_2，需要消耗3 mol葡萄糖，剩余的9 mol CO_2来自有氧呼吸，需消耗_____mol葡萄糖，因此有_____的葡萄糖用于酵母菌的酒精发酵。

解析：(1)由题图可知，题图1中②表示无氧呼吸的第二阶段，④表示有氧呼吸的第二阶段，故催化反应②和④的酶分别位于细胞质基质和线粒体基质中。(2)题图1中①②过程主要发生在小麦种子萌发的早期，即无氧呼吸中的酒精发酵，其中E为酒精，④过程为有氧呼吸的第二阶段，其中物质A为丙酮酸，D为O_2。(3)题图2中当O_2浓度为a时，酒精产生量与CO_2产生量相等，说明此时只进行无氧呼吸；当O_2浓度为b时，产生CO_2的量多于酒精的量，说明酵母菌还进行了有氧呼吸，当O_2浓度为d时，没有酒精产生，说明酵母菌只进行有氧呼吸。(4)题图2中当O_2浓度为c时，产生6 mol酒精的同时会产生6 mol CO_2，需要消耗3 mol葡萄糖，剩余的9 mol CO_2来自有氧呼吸，根据有氧呼吸反应式中的葡萄糖：CO_2＝1∶6可知，有氧呼吸需消耗9÷6＝1.5 mol葡萄糖，因此消耗的葡萄糖用于酵母菌酒精发酵的占3÷(3＋1.5)＝2/3。

答案：(1)细胞质基质、线粒体基质　(2)酒精　丙酮酸、O_2　(3)无氧　有氧　(4)1.5　2/3

18.(10分)叶绿体中的光系统Ⅰ和光系统Ⅱ是由叶绿素和蛋白质构成的复合体，它们可以吸收不同波长的光，释放并传递电子，是光反应得以实现的重要结构。下图表示光系统的基本工作原理，回答下列问题：



(1)图中甲代表的物质是_____，实验室模拟图示过程时，除了给予充足光照外，容器中还应加入水、含光合色素的类囊体薄膜、_____(答出两种即可)。

(2)图中结构 PQ 在传递电子过程中，能利用部分电子的能量逆浓度将 H^+ 转运到类囊体腔中。图中，光反应过程左右两次 H^+ 跨膜运输的方式分别是_____，据图分析类囊体膜上 ATP 合成酶的功能有_____(答出两种即可)。

(3)为探究紫外线对芦苇光合作用的影响，设置自然光照组(CK)、紫外线强度增强 25%组(R1)、紫外线强度增强 50%组(R2)三组，连续处理 60 天后进行相关检测，结果如下表：

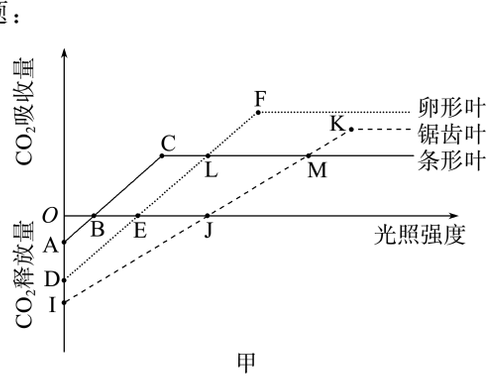
组别	总叶绿素含量/(mg·g^{-1}FW)	基粒
CK 组	1.37	排列整齐而致密
R1 组	1.28	排列松散
R2 组	0.85	排列稀疏紊乱，类囊体模糊不清

请根据实验结果并结合上图光系统的工作原理，阐述高强度紫外线辐射导致芦苇生长缓慢的原因：_____。

解析：(1)光反应阶段水在光照下分解为 O_2、e^- 和 H^+，故甲代表 O_2 和 H^+。光反应阶段需要光照、水、$NADP^+$、ADP、Pi 等原料以及相关酶的催化，故实验室模拟光反应过程时除了给予充足光照外，容器中还应加入水、含光合色素的类囊体薄膜、$NADP^+$、ADP(或 Pi、相关的酶类等)。(2)由题图可知，H^+ 通过 ATP 合成酶从类囊体腔进入叶绿体基质，该过程合成了 ATP，类囊体腔的 H^+ 浓度高于叶绿体基质。左侧 H^+ 跨膜运输逆浓度梯度，需要载体，需要能量，为主动运输；右侧 H^+ 跨膜运输需要载体，不需要消耗能量，为协助扩散。ATP 合成酶催化 ATP 的合成，也可以顺浓度梯度跨膜运输 H^+，说明 ATP 合成酶同时具有催化和运输功能。(3)本实验的目的是探究紫外线对芦苇光合作用的影响，实验结果为高强度紫外线照射组(R2)，总叶绿素含量下降，并且基粒排列稀疏紊乱，类囊体模糊不清。说明高强度紫外线照射下，叶绿素含量减少，类囊体膜等结构被破坏，使光能吸收和电子传递受阻，ATP 和 NADPH 生成减少，暗反应合成有机物的速率降低，芦苇积累的有机物减少，进而导致芦苇生长缓慢。

答案：(1)O_2 和 H^+　$NADP^+$、ADP(或 Pi、相关的酶类等)　(2)主动运输、协助扩散　催化 ATP 的合成、H^+ 的运输通道　(3)高强度紫外线照射下，叶绿素含量减少，类囊体膜等结构被破坏，使光能吸收和电子传递受阻，ATP 和 NADPH 生成减少，暗反应合成有机物的速率降低，芦苇积累的有机物减少，进而导致芦苇生长缓慢

19.(13 分)胡杨适于生长在干旱的沙漠中，它的叶片在幼苗时期全部为条形叶，随着树龄增长，同一株树自下而上会逐渐出现条形叶、卵形叶和锯齿阔卵形叶(简称锯齿叶)，这种叶形变化是胡杨长期对荒漠干旱环境适应的结果。为探究叶形对胡杨光合作用强度的影响，研究人员通过实验测得不同光照强度对胡杨不同叶形的光合速率的影响，实验结果如图甲所示。回答下列有关光合作用的问题：



甲

(1)图甲中 L 点，胡杨卵形叶在单位时间内、单位叶面积中有机物制造量大于条形叶，理由是_____。

(2)图甲中 F 点对应的光照强度表示_____。与 E 点相比较，F 点的叶肉细胞中三碳化合物的含量_____(填“较高”“相同”或“较低”)。

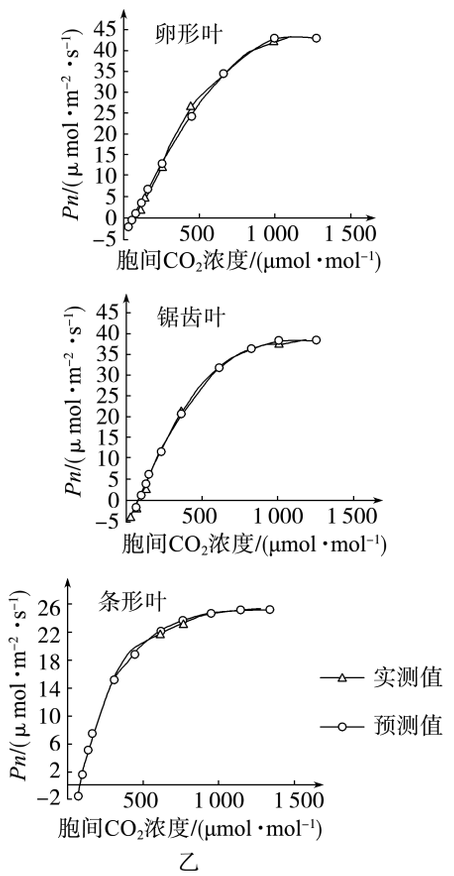
(3)在较长时间烈日暴晒的沙漠环境中，_____(填叶形)的叶片的生长受影响最严重，结合图甲

所示信息阐述判断的理由：_____

_____

_____。

(4)图乙是胡杨不同叶形的净光合速率(Pn)随胞间 CO_2 浓度的变化曲线。



乙

由图乙可知，在相同的胞间 CO_2 浓度下，不同叶片的 Pn 大小关系为_____。这表明：适于生活在干旱高温的沙漠环境下的叶片的着生位置为_____。

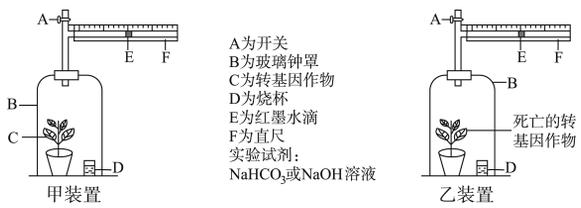
(5)综上所述，锯齿叶最适于生活在光照较强的沙漠环境，理由是_____

_____。

解析：(1)真(总)光合速率等于净光合速率与呼吸速率之和。题图甲曲线与坐标纵轴的交点 A、D 分别表示条形叶和卵形叶的呼吸速率，题图曲线处于横轴上方的范围为净光合速率，在 L 点对应的光照强度下，胡杨卵形叶的真光合速率大于条形叶，所以卵形叶在单位时间内、单位叶面积中有机物制造量大于条形叶。(2)由题图甲可知，当光照强度大于 F 点所对应的光照强度时，卵形叶的光合速率维持在最大值，说明当光照强度为 F 点对应的光照强度时，卵形叶的光合速率不再受光照强度的影响，因此该光照强度为卵形叶的光饱和点。E 点时卵形叶的光合速率等于呼吸速率，此时光照强度较弱，光反应较弱，生成的 ATP 和 NADPH 较少；F 点时卵形叶的光合作用强度达到最大，光反应达到最大值，生成的 ATP 和 NADPH 较多，因此暗反应中被还原的三碳化合物较多，所以 F 点叶肉细胞中三碳化合物的含量比 E 点时低。(3)因为条形叶的光补偿点(B 点对应光照强度)和光饱和点(C 点对应光照强度)在三种叶形中最低，这表明条形叶适于生长在弱光下，所以在长时间烈日暴晒的沙漠环境中，条形叶的叶片的生长受到的影响最严重。(4)由题图乙可知，在相同的胞间 CO_2 浓度下，不同叶片的 Pn 大小关系为条形叶＜锯齿叶＜卵形叶(或卵形叶＞锯齿叶＞条形叶)。Pn 越大越有利于植物生长，由题意“同一株树自下而上会逐渐出现条形叶、卵形叶和锯齿阔卵形叶”可知，着生在胡杨树中部的卵形叶或上部的锯齿叶由于 Pn 比条形叶大而适于生活在干旱高温的沙漠环境下。(5)综上所述，锯齿叶的光补偿点和光饱和点在三种叶形中最高，表明锯齿叶适于生活在光照较强的沙漠中；且在相同胞间 CO_2 浓度下，锯齿叶的 Pn 较高，因此锯齿叶最适应干旱高温的沙漠环境。

答案：(1)L 点时条形叶和卵形叶的净光合速率相等，但是卵形叶的呼吸速率大于条形叶的呼吸速率　(2)卵形叶的光饱和点　较低　(3)条形叶　因为条形叶的光补偿点(B 点)和光饱和点(C 点)在三种叶形中最低，这表明条形叶适于生长在弱光下，所以在长时间烈日暴晒的沙漠环境中，条形叶的叶片的生长受到的影响最严重　(4)条形叶＜锯齿叶＜卵形叶(或卵形叶＞锯齿叶＞条形叶)　树的中部或上部　(5)锯齿叶的光补偿点和光饱和点在三种叶形中最高，表明锯齿叶适于生活在光照较强的沙漠中；且在相同胞间 CO_2 浓度下，锯齿叶的 Pn 较高

20.(12分)某中学生物兴趣小组在暑假开展了对某转基因作物光合作用强度测试的研究课题，设计了如下图所示的装置。请你利用这些装置完成光合作用强度的测试实验，并分析回答有关问题：



(1)先测定植物的细胞呼吸强度，方法步骤如下：

①甲、乙两装置的D中都放入_____，装置乙作为对照。

②将甲、乙装置的玻璃钟罩进行_____处理，放在温度等条件相同且适宜的环境中。

③30 min后分别记录甲、乙两装置中红墨水滴移动的方向和距离。

(2)测定植物的净光合作用强度，方法步骤如下：

①甲、乙两装置的D中都放入_____。

②把甲、乙装置放在_____。

③30 min后分别记录甲、乙两装置中红墨水滴移动的方向和距离。

(3)实验进行30 min后，记录的甲、乙装置中红墨水滴移动情况如下表。

项目	实验30 min后红墨水滴移动情况	
测定植物细胞呼吸强度	甲装置	____(填“左”或“右”)移1.5 cm
	乙装置	右移0.5 cm
测定植物净光合作用强度	甲装置	____(填“左”或“右”)移4.5 cm
	乙装置	右移0.5 cm

(4)假设红墨水滴每移动1 cm，植物体内的葡萄糖增加或减少1 g，那么该植物的呼吸速率是_____g/h；白天光照15 h，一昼夜葡萄糖的积累量是_____g(不考虑昼夜温差的影响)。

解析：(1)要测定光合作用强度必须先测定细胞呼吸强度，在测定细胞呼吸强度时一定要先将实验装置置于黑暗条件下，使植物只进行细胞呼吸。用NaOH溶液除去玻璃钟罩内的CO_2，植物进行细胞呼吸消耗一定量的O_2，释放等量的CO_2，而CO_2被NaOH溶液吸收，根据一定时间内玻璃钟罩内气体体积的减少量即可计算出细胞呼吸强度。(2)在测定净光合作用强度时要满足光合作用所需的条件：充足的光照、一定浓度的CO_2(由$NaHCO_3$溶液提供)，光合作用过程中消耗一定量的CO_2，产生等量的O_2，而$NaHCO_3$溶液可保证装置内CO_2浓度的恒定，因此，玻璃钟罩内气体体积的变化只受O_2释放量的影响，不受CO_2气体减少量的影响。所以甲、乙装置D中放入$NaHCO_3$溶液，乙装置作为对照组。(3)根据以上装置可知，在测定呼吸速率时，装置中气体变化主要是O_2的消耗，因此甲装置液滴左移；在测定净光合速率时，由于CO_2维持相对稳定，气体变化主要是光合作用O_2的净释放，因此液滴右移。(4)对照实验装置甲、乙中红墨水滴移动是环境因素(如气压等)对实验产生影响的结果，因此，植物细胞呼吸消耗O_2的量等于玻璃钟罩内气体体积的改变量，即该植物的细胞呼吸速率为$(1.5+0.5)\times2=4$ g/h；净光合速率为$(4.5-0.5)\times2=8$ g/h；白天光照15 h的净光合作用量是$8\times15=120$ g，一昼夜葡萄糖的积累量是15 h的光合作用实际生产量减去24 h的细胞呼吸消耗量，等同于15 h白天的净光合作用量减去9 h黑夜的细胞呼吸消耗量，即$120-4\times9=84$ g。

答案：(1)①NaOH溶液　②遮光

(2)①$NaHCO_3$溶液，装置乙作为对照　②光照充足、温度等条件相同且适宜的环境中

(3)左　右　(4)4　84

第 6 章

细胞的生命历程

单元概览

核心概念

概念 2　细胞的生存需要能量和营养物质，并通过分裂实现增殖

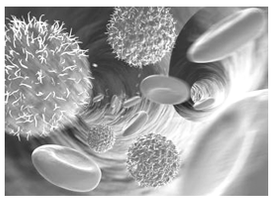
2.3 细胞会经历生长、增殖、分化、衰老和死亡等生命进程

2.3.1 描述细胞通过不同的方式进行分裂，其中有丝分裂保证了遗传信息在亲代和子代细胞中的一致性

2.3.2 说明在个体发育过程中，细胞在形态、结构和功能方面发生特异性的分化，形成了复杂的多细胞生物体

2.3.3 描述在正常情况下，细胞衰老和死亡是一种自然的生理过程

单元任务



红细胞的“前世”是造血干细胞，造血干细胞是能自我更新，有较强分化、发育和再生能力，可以产生各种类型血细胞的始祖细胞，人体内的红细胞就是由骨髓内的造血干细胞产生的。然而红细胞的“今生”非常短暂，从产生至成熟需 3～7 天，成熟后进入血液，约 120 天后衰亡，人体内时刻伴随着红细胞的更新。

○思考与探究

思考 1 造血干细胞以什么方式实现自我更新？	**任务** 1 细胞周期；有丝分裂。
思考 2 造血干细胞是如何形成红细胞的？	**任务** 2 细胞分化；细胞全能性。
思考 3 衰老的红细胞具有什么特征？又是如何被清除的？	**任务** 3 细胞衰老；细胞凋亡。

★★★

探·究·构·建

第1节 细胞的增殖

第1课时 细胞周期和高等植物细胞的有丝分裂

学习任务目标

1.说明细胞增殖的方式。
2.阐明细胞周期的概念及包括的阶段。
3.描述植物细胞有丝分裂过程中各阶段的主要变化。

○ 问题式预习 ○

一、细胞增殖与细胞周期

1.细胞增殖

概念 → 细胞通过细胞分裂增加细胞数量的过程
过程 → 包括物质准备和细胞分裂两个相连续的过程
意义 → 是生物体生长、发育、繁殖、遗传的基础

2.细胞周期

(1)细胞周期的概念

①前提条件：连续分裂的细胞。

②时间：从一次分裂完成时开始，到下一次分裂完成时为止。

③两个阶段：分裂间期和分裂期。

(2)分裂间期：占细胞周期的90%～95%

①时间：从细胞一次分裂结束到下一次分裂之前。

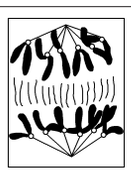
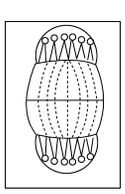
②主要物质变化：完成DNA分子的复制和有关蛋白质的合成。

◇思考

[教材P111表6-1]从细胞增殖角度分析，这些细胞的异同点有哪些？

提示：相同点：都能增殖，具有细胞周期且都是分裂间期持续时间大于分裂期；不同点：细胞周期不同，分裂间期与分裂期所占的比例也不同。

二、高等植物细胞的有丝分裂

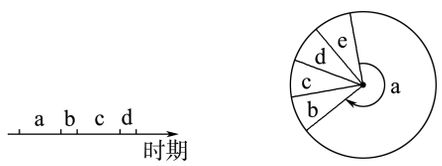
时期	图示	主要变化特征
前期		①染色体的变化：染色质丝螺旋缠绕，缩短变粗，成为染色体。每条染色体包括两条由一个共同的着丝粒连接着的并列的姐妹染色单体； ②细胞变化： a.从细胞的两极发出纺锤丝，形成一个梭形的纺锤体； b.核仁逐渐解体，核膜逐渐消失
中期		①纺锤丝牵引着染色体运动，使其着丝粒排列在赤道板上； ②染色体形态比较稳定，数目比较清晰，便于观察
后期		①染色体数目变化：每个着丝粒分裂成两个，姐妹染色单体分开，染色体数目加倍； ②染色体运动：子染色体在纺锤丝的牵引下移向细胞两极
末期		①染色体变化：染色体变成染色质丝，纺锤丝逐渐消失； ②细胞结构变化： a.新的核膜、核仁出现，形成两个新的细胞核； b.赤道板位置出现细胞板并逐渐扩展为新的细胞壁

○ 任务型课堂 ○

任务一 细胞增殖与细胞周期

探究活动

下图是细胞周期的两种表示方法，据图回答有关问题：



甲　　乙

(1)根据图甲、图乙，用字母表示相应的细胞周期。

提示：图甲：a＋b、c＋d；图乙：a＋b＋c＋d＋e

(2)若图甲中的 b＋c＝a＋b＝a＋d，(b＋c)或(a＋d)可以表示一个细胞周期吗？请分析原因。

提示：不可以。(b＋c)不是一个细胞周期，因为细胞周期分为两个时段，先是分裂间期，后是分裂期，且分裂间期时间大于分裂期时间；(a＋d)不是一个细胞周期，因为一个细胞周期在时间上是连续的。

(3)并非所有细胞都有细胞周期，试判断下列细胞有无细胞周期，并说明理由。

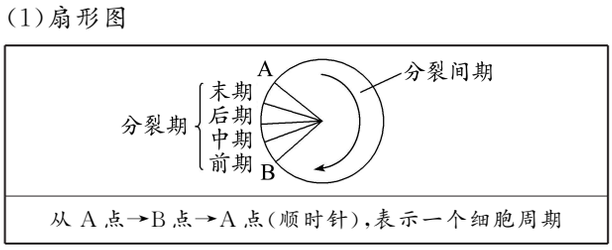
①根尖分生区细胞　②根尖成熟区细胞　③神经细胞　④精子或卵细胞　⑤人的宫颈癌细胞　⑥人的成熟红细胞　⑦形成层细胞　⑧叶肉细胞　⑨洋葱表皮细胞　⑩受精卵

提示：①⑤⑦⑩有细胞周期，②③④⑥⑧⑨无细胞周期。连续分裂的细胞有细胞周期，高度分化的体细胞和生殖细胞不能分裂，因此无细胞周期。

【探究总结】

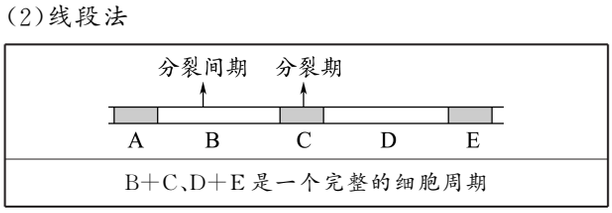
1.细胞周期的表示方法

(1)扇形图



从 A 点→B 点→A 点(顺时针)，表示一个细胞周期

(2)线段法



B＋C、D＋E 是一个完整的细胞周期

判断一个完整的细胞周期的方法

①“先长后短”：一个细胞周期一定要先经过一个长的分裂间期，再经过一个短的分裂期。

②“终点到终点”：从完成时开始，到完成时结束，为一个细胞周期。

③“先复制后分裂”：一个细胞周期一定要先完成 DNA 的复制，才能完成细胞的分裂。

2.影响细胞周期的因素

(1)内部因素：不同种类的细胞，细胞周期持续的时间不同，间期和分裂期所占的比例也不同。

(2)外部因素：温度、pH、射线、生理和病理状况等通过影响酶的活性影响细胞周期。

3.不是所有细胞都具有细胞周期

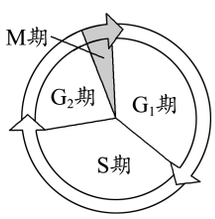
(1)只有连续分裂的细胞才具有细胞周期，例如受精卵、干细胞、分生区细胞、形成层细胞、生发层细胞、癌细胞(不正常分裂)等。

(2)以下细胞不具有细胞周期

①分化程度高的细胞不再分裂，因此不具有细胞周期，如神经细胞。

②有些细胞分裂结束后不再进行分裂，因此不具有细胞周期，如卵细胞。

4.分裂间期的三个阶段



细胞周期示意图

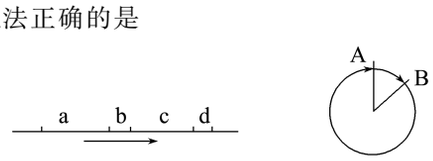
G_1 期(DNA 合成前期)：合成 RNA 和有关蛋白质，为 DNA 合成做准备；

S 期(DNA 合成期)：合成 DNA；

G_2 期(DNA 合成后期)：合成 RNA 和有关蛋白质，为分裂期做准备。

评价活动

1.甲、乙两图可分别示意细胞周期。下列关于细胞周期的说法正确的是　(　　)



甲　　乙

A.细胞周期的大部分时间都处于分裂期

B.机体内所有的体细胞都处于细胞周期中

C.细胞周期可由图甲中的(b＋c)段或图乙中的 A→B→A 表示

D.连续分裂的真核细胞，分裂间期结束后开始进入分裂期

D　**解析**：细胞分裂间期较分裂期时间更长，因此细

胞周期的大部分时间都处于分裂间期，A 错误；成熟的红细胞、神经细胞等高度分化成熟的细胞不分裂，不具有细胞周期，因此机体内并不是所有的体细胞都处于细胞周期中，B 错误；细胞周期是指连续分裂的细胞从一次分裂完成时开始，到下一次分裂完成时为止所经历的全过程，题图甲中 a 和 c 表示分裂间期，b 和 d 表示分裂期，题图乙中 B→A 表示分裂间期，A→B 表示分裂期，因此细胞周期可由题图甲中的 a＋b 段或 c＋d 段或题图乙的 B→A→B 表示，C 错误；连续分裂的真核细胞，一个细胞周期＝分裂间期（在前）＋分裂期（在后），因此分裂间期结束后开始进入分裂期，D 正确。

2. 细胞增殖具有周期性。下表是不同动植物细胞的细胞周期，据表分析，下列有关叙述错误的是（　　）

细胞类型	分裂间期/h	分裂期/h	细胞周期/h
小鼠十二指肠上皮细胞	13.5	1.8	15.3
蚕豆根尖分生区细胞	15.3	2.0	17.3
人的肝细胞	21	1	22
人的宫颈癌细胞	20.5	1.5	22

A. 最好选用小鼠十二指肠上皮细胞观察有丝分裂过程，因其细胞周期最长

B. 分裂间期看似静止，但核糖体、线粒体、染色体等活动旺盛

C. 细胞分裂结束后，形成的子细胞又可以进入新的分裂间期

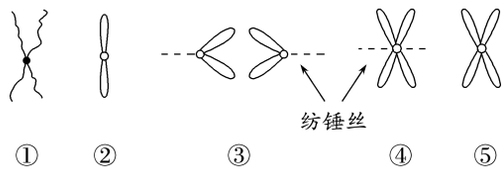
D. 不同种类细胞的分裂是不同步的，相同种类细胞的分裂是同步的

D　**解析**：最好选用小鼠十二指肠上皮细胞观察有丝分裂过程，因其分裂期占细胞周期比例最大（1.8÷15.3≈0.118，2.0÷17.3≈0.116，1÷22≈0.045，1.5÷22≈0.068），A 正确；分裂间期细胞中主要进行 DNA 复制和有关蛋白质的合成，因此核糖体、线粒体、染色体等活动旺盛，B 正确；处于细胞周期中的细胞，细胞分裂结束后，形成的子细胞又可以进入新的分裂间期，C 正确；不同种类细胞的分裂是不同步的，即便是同种细胞，各个细胞的分裂也是不同步的，D 错误。

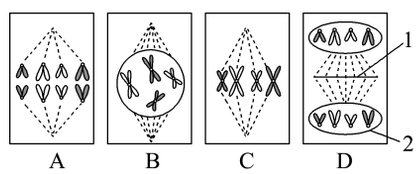
任务二 高等植物细胞的有丝分裂

探究活动

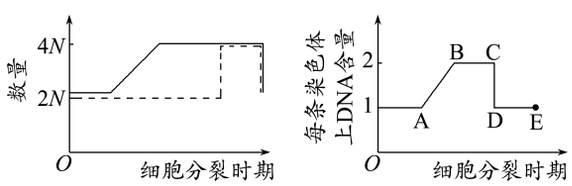
材料 1　图①～⑤表示一个细胞周期中某染色体变化的不同情况。



材料 2　图甲表示高等植物细胞处于不同分裂时期的细胞图像，图乙表示细胞分裂的不同时期染色体数、核 DNA 数的变化，图丙表示细胞分裂的不同时期每条染色体中 DNA 含量的变化。



甲



乙　　丙

（1）材料 1 中，在整个细胞周期中，染色体变化的顺序是什么？（用箭头及图中的序号表示）

提示：①→⑤→④→③→②。

（2）根据材料 2，依次写出图甲中细胞有丝分裂的顺序（用箭头及字母表示）。图甲 A 细胞中的染色体、染色单体分别是多少条？

提示：B→C→A→D；8、0。

（3）在有丝分裂过程中，染色体、纺锤体的出现和消失分别在什么时期？核膜、核仁的解体和重建分别在什么时期？

提示：染色体、纺锤体在前期出现，在末期消失；核膜、核仁在前期解体，在末期重建。

（4）染色单体形成于何时？消失于何时？什么时期存在染色单体？

提示：染色单体形成于分裂间期（染色体复制），消失于后期（着丝粒分裂）；分裂间期、前期、中期存在染色单体。

（5）在材料 2 图甲 A、B、C、D 细胞图像中，对应图丙 BC 段的是哪几个分裂图像？图丙中 CD 段形成的原因是什么？

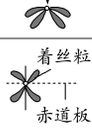
提示：B、C；着丝粒分裂，姐妹染色单体分开。

(6)据图乙分析,可否推知染色体与核 DNA 的数量关系一定为 1∶1?

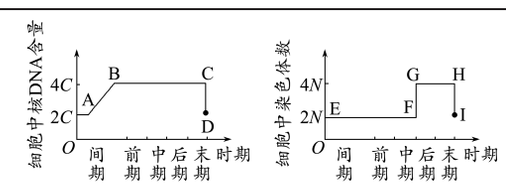
提示:不一定,无染色单体时,染色体数∶核 DNA 数=1∶1;有染色单体存在时,染色体数∶核 DNA 数=1∶2。

【探究总结】

1.一个细胞周期中细胞内染色体、核 DNA 分子等数目的变化

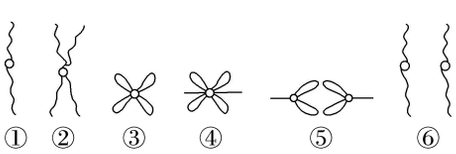
时期	染色体形态变化	染色体行为变化	染色体(2N)数目变化	染色单体数目变化	核 DNA(2C)数目变化
间期		复制	2N	0→4N	2C→4C
前期		散乱分布于纺锤体中央	2N	4N	4C
中期		着丝粒排列在赤道板上	2N	4N	4C
后期		着丝粒分裂,移向两极	2N→4N	4N→0	4C
末期		平均分配到两个子细胞中	4N→2N	0	4C→2C

2.核 DNA、染色体数量变化曲线

曲线	
解读	(1)A→B 的变化原因是 DNA 分子复制; (2)F→G 的变化原因是着丝粒分裂,姐妹染色单体分开,形成子染色体; (3)C→D、H→I 的变化原因都是一个亲代细胞分裂成两个子细胞

评价活动

1.下图为某种植物根尖细胞分裂过程中染色质与染色体规律性变化的模式图。下列相关叙述错误的是(　　)



A.①→②是分裂间期,此时细胞内核膜、核仁消失

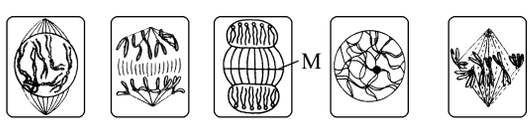
B.④所示时期纺锤丝牵引染色体运动,使每条染色体排列于一个平面上

C.⑤所示时期为有丝分裂后期,细胞中的染色体数目增加一倍

D.⑤→⑥染色体解螺旋为染色质丝,核膜、核仁重新出现

A　**解析**:①→②是分裂间期,而核膜和核仁消失发生在有丝分裂前期,即②→③过程,A 错误;④所示时期为有丝分裂中期,此时纺锤丝牵引染色体运动,使每条染色体排列于一个平面上,B 正确;⑤所示时期为有丝分裂后期,着丝粒分裂,染色体数目加倍,C 正确;⑥所示时期为有丝分裂末期,⑤→⑥染色体解螺旋变为染色质丝,核膜、核仁重新出现,D 正确。

2.下图为高等植物细胞有丝分裂过程各时期图像,下列有关叙述正确的是(　　)



A.图示植物细胞分裂期出现的先后顺序是②③④⑤

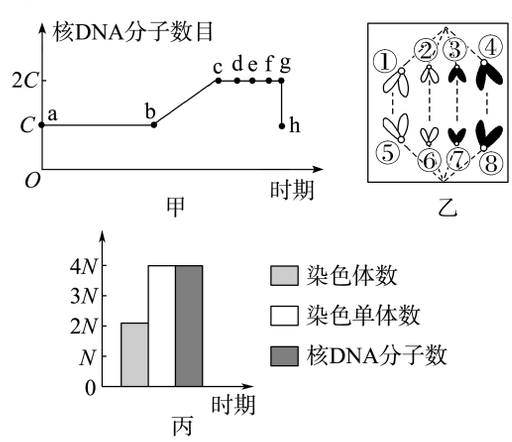
B.图③中,M 的形成与中心体、高尔基体的活动密切相关

C.图④过程,导致细胞染色体、核 DNA 数目均发生了加倍

D.图⑤时期是显微镜下观察染色体的最佳时期

D　**解析**:题图中①表示前期,②表示后期,③表示末期,④表示分裂间期,⑤表示中期,故图示植物细胞分裂期出现的先后顺序是①⑤②③,A 错误;图③中,M 表示细胞板,其形成与高尔基体的活动密切相关,B 错误;④表示分裂间期,完成 DNA 分子的复制和有关蛋白质的合成,使核 DNA 数目加倍,但是染色体数目不变,C 错误。

3.下图甲～丙为某生物一个体细胞有丝分裂过程中相关物质的数量变化和分裂模式图,请据图回答下列问题:



(1)图乙中含有的染色体数是_____条。

(2)图乙为细胞有丝分裂的_____期图像。该时期的主要特征是_____。

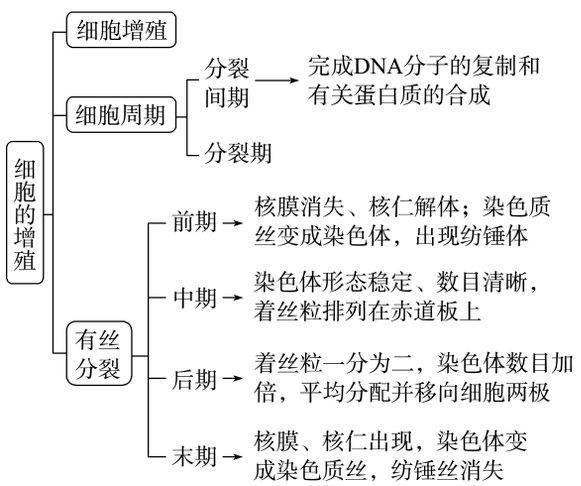
(3)若图乙中②染色体的遗传信息来自父方，那么与之遗传信息完全相同的染色体为_____，其遗传信息完全相同的原因是_____。

(4)图乙对应于图甲中的_____段，图丙对应于图甲中的_____段。

解析：(1)(2)图乙是处于有丝分裂后期的图像，该时期着丝粒分裂后，染色体在纺锤丝的牵引下移向细胞两极，染色体数目加倍，共有8条。(3)由于两条姐妹染色单体上的两个DNA分子是由同一个DNA分子复制而来的，所以②⑥的遗传信息是相同的。(4)图乙处于有丝分裂后期，对应于图甲的e～f段，而图丙可以表示DNA复制结束之后着丝粒分裂之前的一段，即c～e段。

答案：(1)8 (2)后 染色体的着丝粒分裂，染色体在纺锤丝的牵引下移向细胞两极 (3)⑥ 它们是由同一条染色体复制、分离后形成的 (4)e～f c～e

提质归纳



课后素养评价（二十三） 细胞周期和高等植物细胞的有丝分裂

建议用时：60分钟

A组 学习·理解

知识点1 细胞周期

1.下列关于细胞周期的叙述，正确的是 （ ）

A.细胞发生分裂后立即进入下一个细胞周期

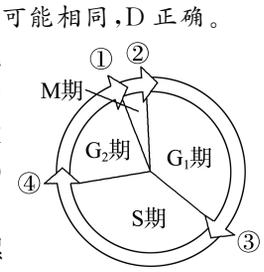
B.分裂期的时间长于分裂间期

C.细胞周期由前期、中期、后期、末期组成

D.细胞种类不同，细胞周期持续时间可能相同

D **解析**：有的细胞分裂后不再分裂，即不再进入下一个细胞周期，A错误；分裂间期的时间一般远远长于分裂期，B错误；细胞周期由分裂间期和分裂期(分为前期、中期、后期、末期)组成，C错误；细胞种类不同，细胞周期持续时间可能相同，D正确。

2.右图为蛔虫受精卵的细胞周期示意图，①②③④表示其中四个时间点，下列叙述错误的是 （ ）



A.①→①表示一个细胞周期

B.①→②会发生染色质的螺旋化

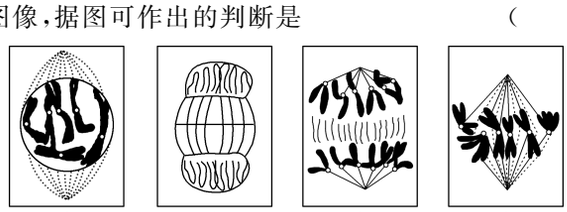
C.③→④发生了DNA的复制

D.④→①合成有丝分裂所需的蛋白质

A **解析**：细胞周期是从一次分裂完成时开始，至下一次分裂完成时为止，题图中①→②为分裂期，所以②→②为一个细胞周期，A错误；染色质的螺旋化发生在分裂期的前期，即发生在①→②时期之中，B正确；③→④是S期，此时期进行DNA的复制，C正确；④→①是G_2期，此时合成有丝分裂所需的蛋白质，D正确。

知识点2 高等植物细胞有丝分裂

3.图①～④分别是同一细胞在细胞分裂不同时期的图像，据图可作出的判断是 （ ）



A.若按分裂的先后顺序排列，应为①→④→③→②

B.图①中中心粒发出的星射线形成了纺锤体，此时共有6条染色体

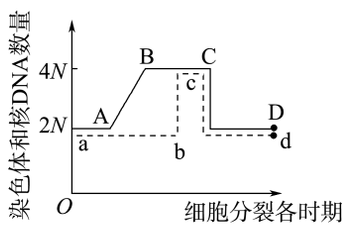
C.图③中着丝粒分裂后，染色体数目加倍，染色单体数目也加倍

D.图④中，着丝粒整齐地排列在细胞板上，此时是观察染色体的最佳时期

A **解析**：题图为植物细胞分裂期图像，①为分裂前期，②为分裂末期，③为分裂后期，④为分裂中期，A正确；植物细胞分裂前期由细胞两极发出纺锤丝形成纺锤体，B错误；着丝粒分裂后，染色体数目加倍，染色单体消失，C错误；图④为有丝分裂中期，

着丝粒整齐地排列在赤道板上，细胞板是末期才形成的，D错误。

4. 下图是植物细胞有丝分裂一个细胞周期中染色体数及核DNA数量变化的曲线图，下列分析错误的是（　　）



A.实线是核DNA数量变化的曲线图

B.虚线是染色体数量变化的曲线图

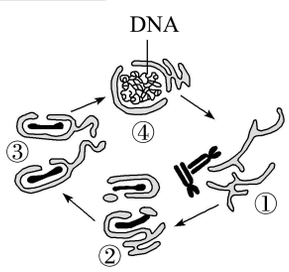
C.AB段进行DNA复制

D.B点着丝粒开始分裂

D　**解析**：AB段进行DNA复制，则实线表示核DNA数量变化，虚线表示染色体数量变化，着丝粒分裂后，染色体倍增，即题图中bc段发生着丝粒分裂，D错误。

B组　应用·实践

5. 右图表示某植物细胞有丝分裂时细胞核裂解和重建过程。以下说法正确的是（　　）



A.①→②→③→④为一个完整的细胞周期

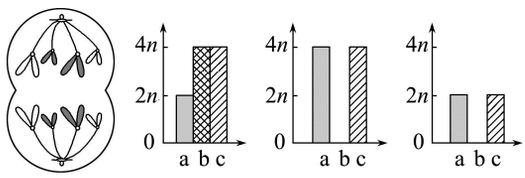
B.①中完成DNA的复制及相关蛋白质的合成

C.在③中内质网的作用十分突出

D.经过该过程，两个子细胞中的DNA含量可能不同

D　**解析**：题图中①表示核膜裂解，染色体清晰，为分裂前期；②是末期开始；③是新细胞核形成，为末期；④是分裂间期，有完整细胞核。①→②→③→④表示细胞核的裂解和重建过程，而细胞核在前期消失，在末期重建，所以①→②→③→④不能表示一个完整的细胞周期，A错误；DNA复制及相关蛋白质的合成在④时期完成，B错误；植物细胞在有丝分裂末期先形成细胞板再形成细胞壁，③中高尔基体的作用突出，C错误；经过该过程，两个子细胞中的核DNA含量相同，但细胞质DNA含量不一定相同，因此两个子细胞中的DNA含量可能不同，D正确。

6. 下图甲表示某二倍体动物细胞（$2n$）有丝分裂图像，图乙、丙、丁分别是对该动物细胞有丝分裂不同时期染色体数、姐妹染色单体数和核DNA分子数的统计（图乙、丙、丁中的a、b、c表示的含义相同）。下列叙述正确的是（　　）



A.该动物的体细胞中都含有4条染色体

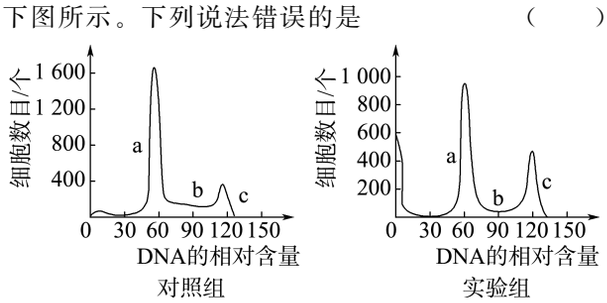
B.图乙中的a、b、c分别表示染色体、核DNA和染色单体

C.图丙可以最恰当地表示图甲所示时期的染色体、核DNA和染色单体的关系

D.图丁所示细胞正处于有丝分裂后期

C　**解析**：题图甲处于有丝分裂后期，有8条染色体，因此该二倍体动物体细胞中有4条染色体，但其处于有丝分裂后期和末期中的体细胞内有8条染色体，A错误。据题意和图示分析可知，题图丙与题图丁均不含b，说明b表示染色单体；题图乙中a∶c=1∶2，说明a表示染色体，c表示核DNA分子，因此题图乙中的a、b、c分别表示染色体、染色单体和核DNA，B错误。题图甲所示时期是有丝分裂后期，而题图丙中的柱形图所代表的时期是有丝分裂后期或末期，因此题图丙可以最恰当地表示题图甲所示时期的染色体、核DNA和染色单体的关系，C正确。题图丁所示细胞染色体数和核DNA数相等且未加倍，不可能处于有丝分裂后期，D错误。

7. 流式细胞仪可以根据细胞中DNA相对含量的不同对细胞分别计数。细胞周期包括分裂间期和分裂期，分裂间期包括G_1期（DNA合成前期）、S期（DNA合成期）和G_2期（DNA合成后期）三个阶段。科研人员用药物X处理体外培养的某动物的胚胎干细胞，实验前后所得流式细胞仪检测结果如下图所示。下列说法错误的是（　　）



A.发生着丝粒分裂的细胞处于c段

B.b段的细胞内核仁解体、核膜消失

C.药物X将导致处于G_2和M期的细胞比例增加

D.a段的细胞数目多说明分裂间期比分裂期时间长

B　**解析**：由题图可知，a峰对应DNA的相对含量为60，c峰对应DNA的相对含量为120，则两峰之间的细胞进行的主要活动为DNA复制，则c段表示G_2、M期，发生着丝粒分裂的细胞处于c段，A

正确；细胞内核仁解体、核膜消失发生在有丝分裂的前期（在 c 段内），B 错误；根据题图分析可知，实验组加入药物 X，与对照组相比，处于 a 段的细胞数下降，而 c 段的细胞数上升，说明该药物可以导致处于 G_2 和 M 期的细胞比例增加，C 正确；根据细胞周期分析可知，a 段表示 G_1 期，b 段表示 S 期，c 段表示 G_2、M 期，a 段的细胞数目多说明分裂间期比分裂期时间长，D 正确。

8. 图 1 表示细胞有丝分裂过程中某种结构的变化，图 2 表示一个细胞有丝分裂周期中染色体数目的变化。请据图回答下列问题：

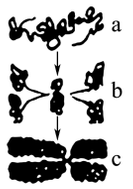


图1

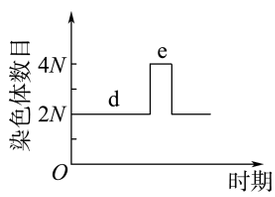
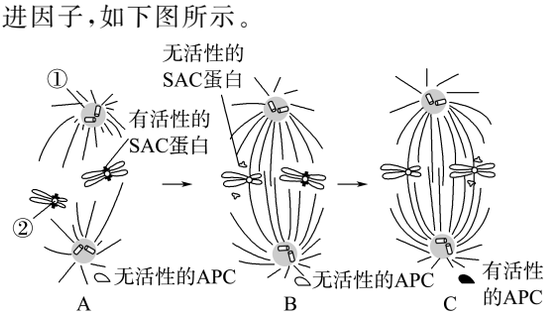


图2

(1)图 1 中的 a→b 过程在_____期完成，该时期细胞中发生的主要变化是_____；b→c 的变化过程发生于图 2 曲线中的_____阶段。

(2)图 2 中 e 时期细胞的核 DNA 含量和染色体数之比为_____，形成该比例的原因是_____。

(3)有丝分裂中染色体的正确分离需要细胞内的监控机制来保证，纺锤体组装检验点依赖 SAC 蛋白，它监控着纺锤丝与着丝粒之间的连接，APC 为后期促进因子，如下图所示。



ⅰ.开始时 SAC 蛋白位于②上，如果②与纺锤丝连接并排列在_____上，SAC 蛋白会很快失活并脱离②，②的名称是_____；当所有的 SAC 蛋白都脱离后，细胞进入图 C 所示的时期，APC 被激活，完成正常的有丝分裂。

ⅱ.某种药物 M 能抑制 APC 的活性，若将 M 加入正在进行有丝分裂的细胞培养液中，可能出现的结果是_____。

ⅲ.请结合已有知识，解释本检验机制对于有丝分裂正常进行的意义：_____。

解析：(1)图 1 中的 a→b 过程发生了染色体的复制，发生在有丝分裂前的间期，该时期发生了 DNA 的复制和相关蛋白质的合成，细胞有适度的生长；b→c 是染色质丝螺旋形成光学显微镜下能够看到的结构——染色体，发生在有丝分裂前期，发生于图 2 曲线中的 d 阶段。(2)e 时期细胞染色体着丝粒分裂，姐妹染色单体分开，每条染色体上有 1 个 DNA 分子，所以核 DNA 含量和染色体数之比为 1∶1。(3)ⅰ.②是染色体的着丝粒，如果着丝粒与纺锤丝连接并排列在赤道板上，则 SAC 蛋白会很快失活并脱离②。ⅱ.某种药物 M 能抑制 APC 的活性，若将 M 加入正在进行有丝分裂的细胞培养液中，可能出现的结果是细胞中着丝粒不分裂，姐妹染色单体不分开，染色体数目不能加倍，不能进入后期。ⅲ.SAC 蛋白监控着纺锤丝与着丝粒之间的连接，如果染色体着丝粒没有排列在赤道板上，则不能激活 APC，细胞不能进入后期，所以该检验机制对于有丝分裂正常进行的意义是能够保证所有的染色体的着丝粒与纺锤丝连接并排列在赤道板上，激活 APC，促进细胞进入后期，保证细胞分裂正常进行和染色体平均分配，维持亲子代细胞在遗传上的稳定性。

答案：(1)间　发生了 DNA 的复制和相关蛋白质的合成，细胞有适度的生长　d　(2)1∶1　染色体着丝粒分裂，姐妹染色单体分开　(3)ⅰ.赤道板　着丝粒　ⅱ.细胞中着丝粒不分裂，姐妹染色单体不分开，染色体数目不能加倍，不能进入后期　ⅲ.能够保证所有的染色体的着丝粒与纺锤丝连接并排列在赤道板上，激活 APC，促进细胞进入后期，保证细胞分裂正常进行和染色体平均分配，维持亲子代细胞在遗传上的稳定性

第 2 课时　动物细胞的有丝分裂与观察根尖分生区组织细胞的有丝分裂

学习任务目标

1.说明动植物细胞有丝分裂的异同。
2.描述制作装片并观察根尖分生区组织细胞有丝分裂的过程。

○ 问题式预习 ○

一、动植物细胞有丝分裂的不同和无丝分裂

1.动植物细胞有丝分裂的不同点

时期	植物细胞有丝分裂	动物细胞有丝分裂
间期	 无中心粒	 有中心粒，且完成倍增
前期	 细胞两极发出纺锤丝形成纺锤体	 中心粒移向细胞两极，并发出星射线形成纺锤体
末期	 细胞板扩展形成细胞壁，分割细胞	 细胞膜从细胞的中部向内凹陷，缢裂细胞

2.有丝分裂的特征和意义

(1)特征：将经过复制的亲代细胞的染色体，精确地平均分配到两个子细胞中。

(2)意义：在细胞的亲代和子代间保持了遗传的稳定性。

3.无丝分裂

(1)过程：细胞核延长，核缢裂，整个细胞缢裂。

(2)特点：不出现纺锤丝和染色体的变化。

(3)实例：蛙的红细胞的分裂。

二、观察根尖分生区组织细胞的有丝分裂

1.实验原理

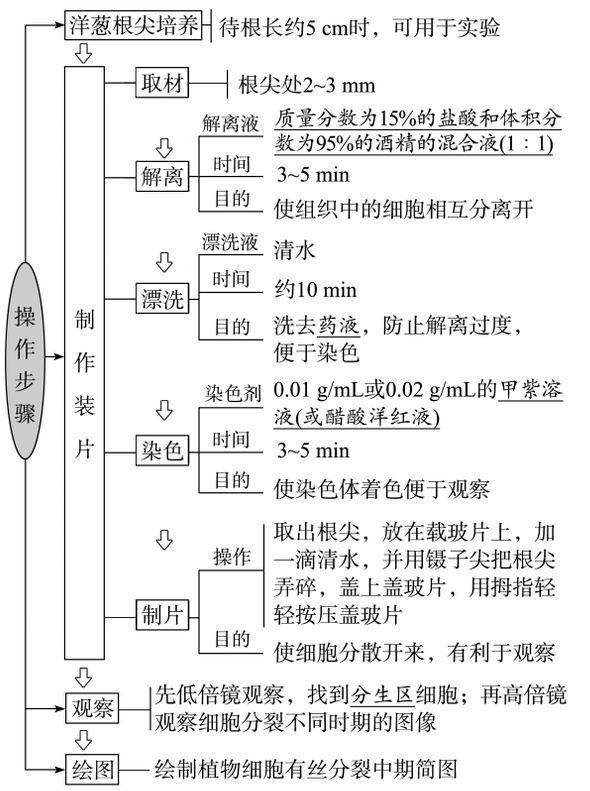
(1)高等植物根尖、茎尖的分生区细胞能进行有丝分裂。

(2)在高倍显微镜下，可根据细胞内染色体的形态识别该细胞所处的有丝分裂时期。

(3)细胞核内的染色体容易被碱性染料(如甲紫溶液)着色。

(4)盐酸和酒精混合液能使组织中的细胞相互分离。

2.操作步骤



◇思考

[教材 P116“探究·实践”](1)怎样才能观察到细胞分裂各个时期的细胞？

提示：如果要找到各个分裂时期的细胞，需不断地移动装片，在不同的视野中寻找。

(2)为何要找分生区？分生区的特点是什么？能用高倍物镜找分生区吗？为什么？

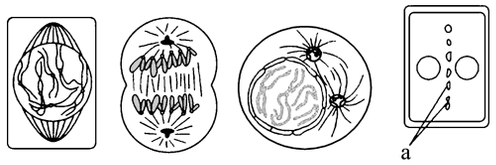
提示：因为在根尖中只有分生区的细胞能够进行有丝分裂。分生区的特点：细胞呈正方形，排列紧密，有的细胞处于分裂状态。不能用高倍物镜找分生区，因为高倍物镜观察的实际范围很小，难以找到分生区。

○ 任务型课堂 ○

任务一 高等动植物细胞有丝分裂的不同点

探究活动

探究 1 下图甲～丁为有丝分裂过程中相关时期图像：



甲　乙　丙　丁

(1)图甲与图丙中细胞所处时期的分裂过程有什么不同？

提示：纺锤体的来源不同：图甲为高等植物细胞，在有丝分裂前期由细胞两极发出纺锤丝形成纺锤体；图丙为动物细胞，在有丝分裂前期由中心粒发出星射线形成纺锤体。

(2)图丁中 a 可聚集形成什么结构？细胞在有丝分裂过程中都会出现该结构吗？为什么？

提示：a 可聚集形成细胞板。不是都出现，只有植物细胞会在有丝分裂末期出现细胞板，并逐渐扩展形成细胞壁，最后形成两个子细胞；动物细胞在有丝分裂末期不形成细胞板，而是细胞膜从细胞中部向内凹陷，最后把细胞缢裂成两部分。

探究 2 运用教材 P115“思维训练”中的细胞模型所给的数据进行计算得到下表，请据表分析：

细胞模型的边长/mm	2	4	8
表面积/mm^2	24	96	384
体积/mm^3	8	64	512
表面积与体积之比	3	3/2	3/4
葡萄糖向内扩散的深度/mm	0.5	0.5	0.5
葡萄糖扩散的体积/整个“细胞”体积	7/8	37/64	169/512

(1)细胞的表面积和体积之比与细胞的大小有什么关系？

提示：细胞越大，该比值越小。

(2)从物质运输的效率看，细胞为什么不能太大？

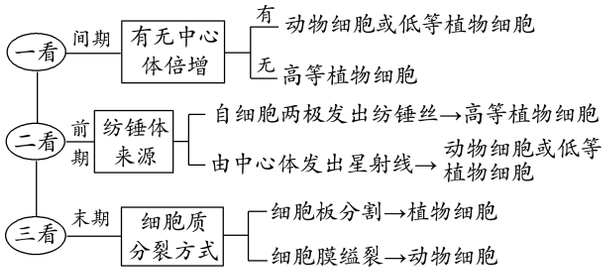
提示：细胞越大，与周围环境进行物质交换的效率就越低。

(3)细胞是越小越好吗？请说明理由。

提示：不是。组成细胞的结构(如核糖体等)和物质(如酶等)必须占据一定的空间，细胞内各种生化反应的进行也需要一定的空间，这些因素决定了细胞的体积不能太小。

【探究总结】

1.“三看法”界定动植物细胞有丝分裂图像



2.与细胞分裂有关的细胞器及其生理作用

细胞器	细胞类型	生理作用
核糖体	动物、植物	各种蛋白质的合成场所
中心体	动物、低等植物	前期参与纺锤体的形成
高尔基体	植物	末期参与细胞壁的形成
线粒体	动物、植物	提供能量

评价活动

1. 下列各项中，能正确说明动植物细胞有丝分裂区别的是（　　）

A.染色体和纺锤体的形成方式不同

B.间期的时间长短不同

C.纺锤体的形成和细胞质的分裂方式不同

D.染色体的活动规律不同

C　**解析**：动植物细胞结构的不同，导致有丝分裂过程中出现差异，具体表现在前期纺锤体的形成以及末期细胞质的分裂方式上，C 正确。

2. 下表为某同学观察到的 4 个装片中细胞有丝分裂的结果，能表示动物细胞有丝分裂前期与末期装片的依次是（　　）

编号	观察结果
1	中心粒发出星射线，染色体散乱排列
2	细胞中部凹陷
3	细胞中部形成了细胞板
4	细胞两极发出纺锤丝，染色体散乱排列

A.1 号、3 号　　B.4 号、2 号

C.1 号、2 号　　D.4 号、3 号

C　**解析**：动物细胞有丝分裂前期由中心粒发出星射线形成纺锤体，而植物细胞则由细胞两极发出的纺锤丝形成纺锤体；动物细胞有丝分裂末期细胞膜中部向内凹陷，细胞缢裂为两部分，而植物细胞则通过形成细胞板将细胞一分为二，所以能表示动物细胞有丝分裂前期与末期装片的依次是题表中的 1、2 号，C 正确。

3.下列有关细胞不能无限生长原因的解释中，不合理的是（　　）

A.细胞体积越大，其应激响应延迟越严重

B.细胞体积越大，其表面积和体积的比值越大，物质运输效率相对越低

C.细胞表面积与体积的关系限制了细胞长大

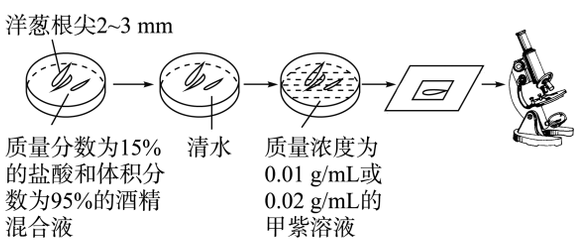
D.细胞核控制细胞代谢的范围存在一定限度

B　**解析**：细胞体积越大，其表面积和体积的比值越小，物质运输效率相对越低，B错误。

任务二 观察根尖分生区组织细胞的有丝分裂

探究活动

下图表示洋葱根尖分生区组织细胞有丝分裂装片的制作与观察：



(1)取材时为什么只能剪取根尖2～3 mm，而不能太长？

提示：若剪取根尖过长会包括伸长区，伸长区细胞不进行细胞分裂，增加了寻找目标细胞的难度。

(2)视野中处于哪个时期的细胞数目最多？为什么？

提示：处于分裂间期的细胞最多，因为细胞周期中分裂间期所占的时间最长。

(3)在有丝分裂中观察染色体形态和数目的最佳时期是哪个时期？为什么？

提示：最佳观察时期为有丝分裂中期，因为这个时期的染色体形态稳定，数目清晰。

(4)在实验过程中为什么不能选定一个细胞持续观察其各个分裂时期的特点？

提示：因为解离过程中细胞已经死亡，观察到的只是处于一个固定时期的细胞。

【探究总结】

实验成功的关键点

- 选材
  - 类型：选取细胞周期短、分裂期占细胞周期比例相对较大的材料
  - 部位：选取分裂旺盛的部位（如根尖、芽尖的分生区）
  - 时间：选取分裂旺盛的时间
- 操作
  - 解离时间
    - 太短：细胞间质未被完全溶解，压片时细胞不易分散
    - 过长：细胞解离过度，根尖酥软，影响染色和制片
  - 漂洗时间
    - 适宜：洗去多余的解离液，防止因解离过度而影响染色和制片
  - 染色时间
    - 太短：染色体或染色质不能完全着色
    - 过长：使其他部分也被染成深色，难以分辨染色体
  - 压片力度
    - 过轻：细胞不能充分分散开
    - 过重：将组织压烂
- 观察
  - 细胞状态：显微镜下观察的都是死细胞，不能看到细胞的动态变化
  - 细胞数目：处于分裂间期的细胞数目最多，原因是细胞周期中分裂间期所占时间最长
  - 最佳观察时期：中期，原因是中期染色体形态稳定、数目清晰

评价活动

1.下列关于有丝分裂实验过程的叙述，错误的一项是（　　）

A.解离的目的是用药液使组织细胞相互分离

B.漂洗的目的是洗去根尖上的盐酸，以利于染色时碱性染料着色

C.用甲紫溶液可将细胞核中的染色质染成紫色

D.当看到一个处于中期的细胞时，应连续观察该细胞从中期到末期的变化

D　**解析**：解离的目的是用药液使根尖组织细胞相互分离，A正确；漂洗的目的是洗去根尖上的盐酸，以利于染色时碱性染料着色，防止盐酸与碱性染料反应，影响染色效果，B正确；染色质是容易被碱性染料染成深色的物质，所以用甲紫溶液可将细胞核中的染色质染成紫色，C正确；在解离时细胞已被杀死，故不能观察到一个细胞从中期到末期的变化，D错误。

2.在观察植物细胞有丝分裂实验中，三位实验人员制作洋葱根尖装片的操作步骤（“＋”表示操作，“－”表示未操作）如下表所示：

实验人员	操作				
	取材	解离	漂洗	染色	压片
甲	根尖1～3 mm处	－	＋	＋	＋
乙	根尖1～3 mm处	＋	－	＋	＋
丙	根尖5～7 mm处	＋	＋	＋	＋

甲、乙、丙观察到的实验现象分别是（　　）

A.细胞重叠、染色体着色很浅不清楚、细胞分散染

色体清楚

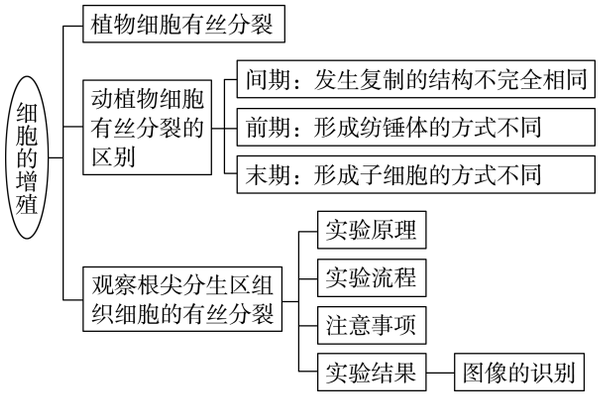
B.细胞分散但看不到染色体、染色体着色清楚、细胞分散染色体清楚

C.细胞重叠、染色体着色很浅不清楚、细胞着色清楚但看不到染色体

D.染色体着色很浅不清楚、细胞分散染色体清楚、细胞分散染色体清楚

C　**解析**：解离的目的是使细胞相互分散开，甲未解离，细胞相互重叠；漂洗的目的是洗去解离液，便于染色，乙未漂洗，影响染色效果，染色体着色很浅不清楚；根尖 5～7 mm 处为伸长区，伸长区细胞已失去分裂能力，染色体呈染色质状态，观察不到染色体，C 正确。

提质归纳



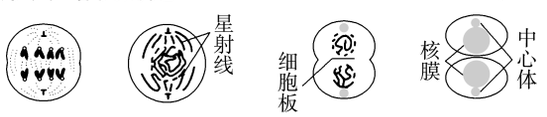
课后素养评价（二十四）　动物细胞的有丝分裂与观察根尖分生区组织细胞的有丝分裂

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

知识点 1　动物细胞的有丝分裂

1.下列各图均为某同学绘制的动物体细胞分裂模式图，其中错误的是（　　）



A　　B　　C　　D

C　**解析**：细胞板出现在植物细胞中，动物细胞中不会出现，C 错误。

2.图 1、图 2 表示某种生物细胞有丝分裂过程中某一时期的模式图。下列叙述错误的是（　　）

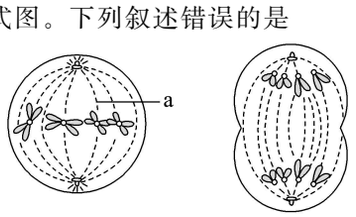


图1　　图2

A.图 1 细胞中共有 4 条染色体，8 个核 DNA 分子

B.图 2 细胞中共有 8 个核 DNA 分子，0 条染色单体

C.a 构成纺锤体，动植物细胞形成纺锤体的方式不同

D.图 2 的下一时期将在细胞中央出现细胞板进而形成细胞壁

D　**解析**：题图 2 中细胞没有细胞壁，为动物细胞，其分裂末期在细胞中央不会出现细胞板，D 错误。

知识点 2　观察根尖分生区组织细胞的有丝分裂

3.下列关于“观察根尖分生区组织细胞的有丝分裂”实验的叙述，正确的是（　　）

A.漂洗的目的是洗去多余的碱性染料，有利于观察各时期染色体的形态和分布

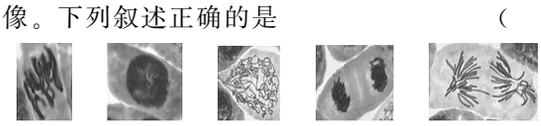
B.染色时，将甲紫溶解在质量分数为 2% 的醋酸溶液中配制成醋酸洋红液再进行染色

C.实验中可以观察到染色体排列在赤道板位置上的细胞，大多数呈正方形

D.在该实验过程中，能够清晰地观察到一个细胞的连续分裂过程

C　**解析**：漂洗的目的是洗去多余的解离液，A 错误；将甲紫溶解在质量分数为 2% 的醋酸溶液中配制成甲紫溶液再进行染色，B 错误；实验中可以观察到染色体排列在赤道板位置上的细胞为正在分裂的细胞，在根尖部位能分裂的细胞为分生区细胞，其形态大多呈正方形，C 正确；在该实验过程中，细胞已死亡，不能观察到一个细胞的连续分裂过程，D 错误。

4.下图①～⑤为大蒜根尖细胞有丝分裂不同时期的图像。下列叙述正确的是（　　）



①　②　③　④　⑤

A.制片流程：解离→染色→漂洗→制片

B.分裂过程的先后顺序为①③④⑤，构成细胞周期

C.④的细胞中央会形成细胞板，最终扩展为细胞壁

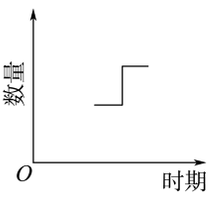
D.⑤中染色体形态清晰，是观察染色体的最佳时期

C　**解析**：制片流程为解离→漂洗→染色→制片，A 错误；①表示分裂中期，②表示分裂间期，③表示分裂前期，④表示分裂末期，⑤表示分裂后期，故分裂过程的先后顺序为②③①⑤④，构成细胞周期，B 错误；④为分裂末期，此时期细胞将在赤道板的位置出现一个细胞板，逐渐扩展形成新的细胞壁，C

正确；⑤表示分裂后期，①表示分裂中期，中期染色体形态稳定、数目清晰，是观察染色体的最佳时期，D错误。

B组　应用·实践

5. 洋葱根尖分生区细胞有丝分裂过程中，某物质或结构数量的变化如图所示。下列推测正确的是（　　）



A.该过程可导致细胞中染色单体数目加倍

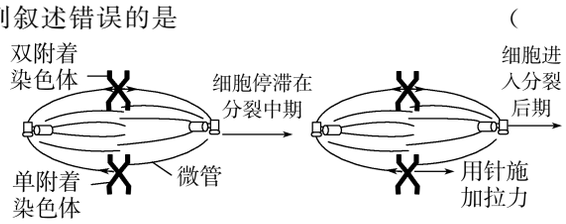
B.图示可表示一条染色体上DNA的数量变化

C.经该过程后相同的核DNA会移向细胞两极

D.图示过程的下一时期出现细胞板替代赤道板

C　**解析**：细胞有丝分裂过程中，染色单体发生从0到$4N$再到0的变化，不会出现题图中的曲线，A错误；有丝分裂前的间期，进行DNA复制，使一条染色体上DNA的数目由1变为2，但不是瞬间加倍的，B错误；该过程表示染色体数目加倍，表示的是有丝分裂后期着丝粒分裂，分裂后相同的核DNA会移向细胞两极，C正确；赤道板是一个虚拟的平面位置，不是真实存在的结构，D错误。

6. 在有丝分裂中期，若出现图示单附着染色体，细胞将延缓后期的起始，直至该染色体的着丝粒与另一极的纺锤丝相连，并正确排列在赤道板上。此过程受位于前期和中期错误排列的染色体上的MAD2蛋白的监控，中期正确排列的染色体上没有MAD2蛋白。用玻璃微针勾住单附着染色体，模拟施加来自另一极的正常拉力时，细胞会进入分裂后期。下列叙述错误的是（　　）



A.当所有染色体上的MAD2蛋白都消失时，细胞才能进入分裂后期

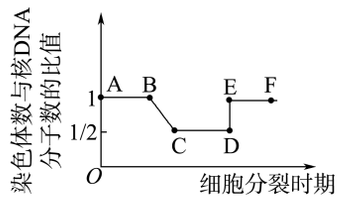
B.细胞分裂能否进入后期与来自两极纺锤丝的均衡拉力有关

C.MAD2蛋白功能异常，细胞将在染色体错误排列时停滞在分裂中期

D.癌细胞的染色体排布异常时仍然能继续分裂可能与监控缺失有关

C　**解析**：由题意可知，分裂中期正确排列的染色体上没有MAD2蛋白，当所有染色体上的MAD2蛋白都消失后细胞才能进入分裂后期，A正确；当用玻璃微针勾住单附着染色体，模拟施加来自另一极的正常拉力时，细胞会进入分裂后期，可见细胞分裂能否进入后期与来自两极纺锤丝的均衡拉力有关，B正确；MAD2蛋白功能异常，细胞分裂监控缺失，在染色体错误排列时，细胞不会停滞在分裂中期，能继续分裂，C错误；癌细胞的染色体排布异常时仍然能继续分裂，可能与监控缺失有关，D正确。

7. 下图表示某动物细胞分裂的不同时期，细胞内染色体数与核DNA分子数的比值的变化。下列叙述错误的是（　　）



A.AB段细胞中核糖体的活动很活跃

B.处于CD段的细胞中核DNA分子数是染色体数的2倍

C.着丝粒分裂发生在DE段

D.BC段只进行DNA复制

D　**解析**：AB段为间期的一段，主要进行相关蛋白质等的合成，所以核糖体的活动很活跃，A正确；根据题图可知，处于CD段的细胞中染色体数与核DNA分子数的比值为1/2，故核DNA分子数是染色体数的2倍，B正确；DE段发生着丝粒分裂，每条染色体上的DNA分子数由2变为1，C正确；BC段主要进行DNA的复制，此外还有蛋白质的合成等其他的生命活动，D错误。

8. 为了寻找更为理想的观察植物细胞有丝分裂的实验材料以及探究不同材料适宜的取材时间，科研人员进行了如下实验。步骤1：剔除大蒜蒜瓣和红葱的老根，置于装有适量清水的烧杯中，在20～25 ℃下培养，每2 d更换一次清水。

步骤2：待大蒜和红葱的须根长出后，每24 h测量一次须根长度，记录数据，结果如图1。

步骤3：若干天后，从8:00～16:00，每2 h取生长健壮的须根根尖制成临时装片。观察时随机选取30个视野，统计各视野中分裂期细胞数以及细胞总数，并计算细胞分裂指数（细胞分裂指数＝分裂期细胞数/细胞总数），结果如图2。

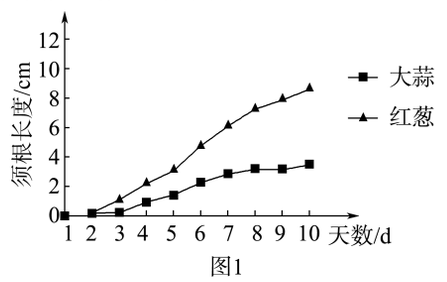


图1

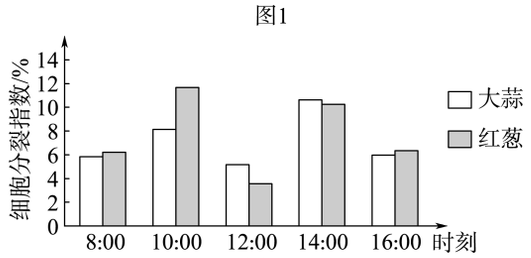


图2

分析回答：

(1)绘制图 1 所依据的数据，应该是同一时间测得的须根长度的_____。

(2)步骤 3 中，制作根尖临时装片的过程是取材→解离→_____。

(3)植物细胞壁的胞间层主要由果胶组成，使相邻细胞粘连。洋葱细胞的胞间层比大蒜、红葱厚，若以洋葱为材料进行本实验，解离时要_____或_____等，否则观察时会出现_____现象。

(4)根据本实验结果，最适宜的材料及最佳取材时间分别是_____。

解析：(1)实验中要对所得数据计算平均值，以排除偶然因素的影响，确保实验结果的可靠性。(3)细胞壁的主要成分是纤维素和果胶，植物细胞之间胞间层的主要成分是果胶，解离的目的是用盐酸使果胶水解。如果胞间层厚，则可适当提高盐酸浓度或延长解离时间，否则观察时会出现细胞相互重叠现象。(4)据图 2 可知，红葱上午 10:00 左右的细胞分裂指数最高。

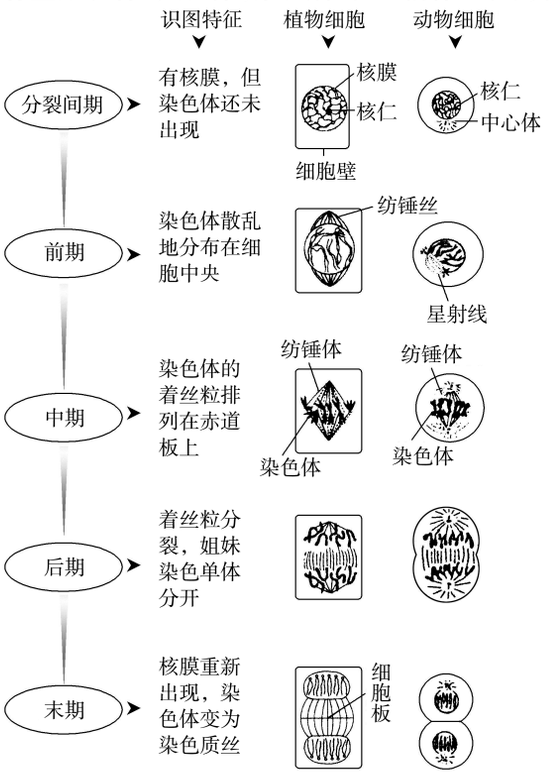
答案：(1)平均值　(2)漂洗→染色→制片

(3)适当延长解离时间　适当提高盐酸浓度　细胞相互重叠

(4)红葱、上午 10:00 左右

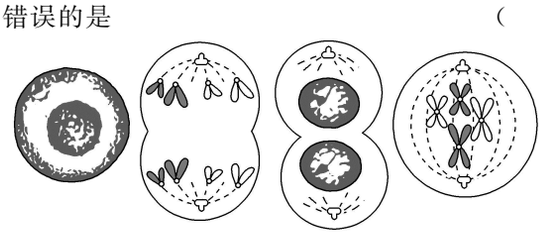
专项提升课　有丝分裂过程中相关图像和曲线分析

一、有丝分裂各时期的图像识别(以二倍体生物为例)



对点训练

1.下图是某动物细胞增殖时不同时期的图像，下列叙述错误的是　(　　)



A.图示细胞在细胞周期中的顺序是图 1→图 4→图 2→图 3

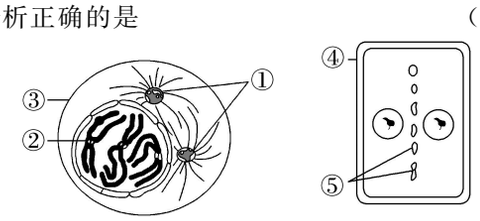
B.在图 2 细胞所属时期，细胞中的核 DNA 数目不变，染色体数目加倍

C.若某药物可抑制纺锤体的形成，则它极可能作用于图 2 细胞所属时期

D.图 4 细胞所属时期开始出现染色体，图 3 细胞所属时期染色体开始转变成染色质丝

C　**解析**：图 1 所示细胞处于有丝分裂前的间期；图 2 所示细胞中着丝粒分裂，处于有丝分裂后期；图 3 所示细胞的细胞膜从中央向内凹陷，处于有丝分裂末期；图 4 所示细胞中出现姐妹染色单体，且分布散乱，处于有丝分裂前期。由以上分析可知，上述细胞在细胞周期中的顺序是图 1→图 4→图 2→图 3，A 正确；图 2 所示细胞处于有丝分裂后期，细胞中的核 DNA 数目不变，着丝粒分裂使染色体数目加倍，B 正确；纺锤体的形成发生在有丝分裂前期，若某药物可抑制纺锤体的形成，则它极可能作用于图 4 所示细胞所属时期，C 错误；染色体出现于有丝分裂前期，即图 4 所示细胞所属时期，染色体逐渐变成细长而盘曲的染色质丝的时期是有丝分裂末期，即图 3 所示细胞所属时期，D 正确。

2.下图为动物和植物细胞的有丝分裂模式图，下列相关分析正确的是　(　　)



甲　　乙

A.甲为分裂间期，乙为分裂末期

B.①在前期完成倍增，发出星射线

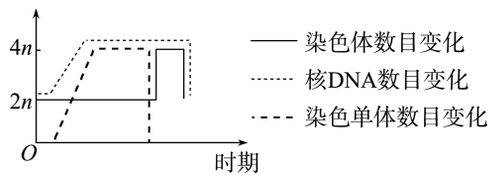
C.②的主要成分是 DNA 和蛋白质

D.⑤的内含物成分和④基本相同

D　**解析**：图甲没有细胞壁，含有一对中心粒构成的中心体，中心粒正在移向两极，因此可知图甲中动物细胞处于有丝分裂前期，图乙含有细胞壁，赤道板位置正在形成细胞板，因此可知图乙中植物细胞处于有丝分裂末期，A 错误；①为中心粒，在间期复制，在前期移向细胞两极发出星射线，B 错误；②为着丝粒，主要成分是蛋白质，C 错误；④为细胞壁，⑤为细胞板，细胞板最后形成细胞壁，故⑤的内含物成分和④基本相同，D 正确。

二、细胞周期中核 DNA、染色体、染色单体数目变化曲线分析

1.曲线模型

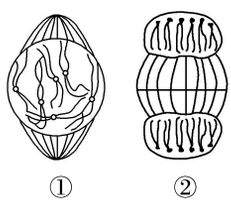


2.曲线解读

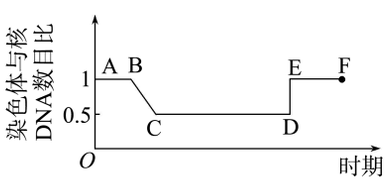
项目	上升段变化的原因	下降段变化的原因
核 DNA	分裂间期核 DNA 复制，核 DNA 数目加倍	分裂末期结束时细胞一分为二，核 DNA 数目减半
染色体	分裂后期着丝粒分裂，染色体数目加倍	分裂末期结束时细胞一分为二，染色体数目减半
染色单体	分裂间期 DNA 复制，染色单体形成	分裂后期姐妹染色单体分开，染色单体消失

对点训练

3.图甲表示某高等植物细胞周期中的相关图像，图乙表示细胞内染色体与核 DNA 数目比的变化关系，下列叙述正确的是（　　）



甲



乙

A.图甲中的①中心体的活动很活跃，图乙 AB 段核糖体的活动很活跃

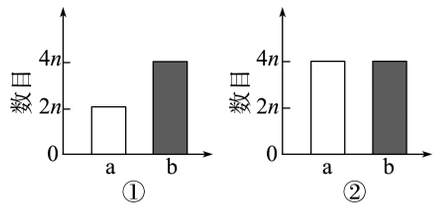
B.图甲中的②处于图乙中的 EF 段，属于分裂后期

C.图甲中的①处于图乙中的 CD 段，细胞中染色体数∶核 DNA 数∶染色单体数＝1∶2∶2

D.着丝粒分裂发生在 DE 段，是图甲中的②所示时期

C　**解析**：高等植物细胞没有中心体，图乙中 AB 段可表示分裂间期中蛋白质的合成时期，该时期核糖体的活动很活跃，A 错误；图甲中的②出现细胞板，处于分裂末期，B 错误；CD 段为核 DNA 复制后，着丝粒未分开前，包含核 DNA 分子复制后的分裂间期、分裂前期、分裂中期，此阶段中染色体数∶核 DNA 数∶染色单体数＝1∶2∶2，C 正确；DE 段染色体与核 DNA 数目比由 0.5 变为 1，是因为发生了着丝粒的分裂，不是图甲中的②所示时期，D 错误。

4.下图是二倍体动物细胞有丝分裂不同时期染色体(a)数目、核 DNA 分子(b)数目的柱形统计图，下列有关叙述正确的是（　　）



A.①可表示前期，该时期有完整的核膜

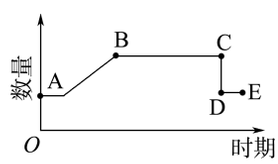
B.②可表示中期，该时期染色体继续螺旋化缩短变粗

C.②可表示后期，该时期发生着丝粒分裂，染色体数目加倍

D.②可表示末期，该时期有细胞板形成

C　**解析**：有丝分裂前期每条染色体上含有两条姐妹染色单体，每条染色单体上含有一个 DNA 分子，故有丝分裂前期染色体数是 $2n$，核 DNA 分子数是 $4n$，与题图①相符，但有丝分裂前期，核膜逐渐消失，核仁解体，A 错误；有丝分裂中期染色体数∶核 DNA 分子数＝1∶2，与图②不符，B 错误；有丝分裂后期由于着丝粒分裂，姐妹染色单体分离，导致细胞中染色体数目加倍，但核 DNA 分子数目不变，故染色体数与核 DNA 分子数均为 $4n$，与图②相符，C 正确；动物细胞中没有细胞板形成，D 错误。

5.下图为与细胞分裂有关的坐标曲线。下列说法错误的是（　　）



A.若纵轴表示 1 条染色体上的 DNA 数量，则 C→D 过程细胞中核 DNA 数量不变

B.若纵轴表示 1 个细胞中核 DNA 数量，则 E 点对应时期 1 条染色体上的 DNA 数量与 A 点对应时期相同

C.若纵轴表示 1 条染色体上的 DNA 数量，则 A→B 过程染色体数量不变

D.若纵轴表示 1 个细胞中核 DNA 数量，则 A→C(包含 C 点)过程染色体数量不变

D　**解析**：若纵轴表示 1 条染色体上的 DNA 数量，则 C→D 过程表示有丝分裂后期，着丝粒分裂，染色体数量加倍，但该过程细胞中核 DNA 数量不变，A 正确；若纵轴表示1 个细胞中核 DNA 数量，则 E 点对应时期细胞分裂已经完成，此时 1 条染色体上 DNA 的数量与 A 点对应时期相同，都为 1 个，B 正确；若纵轴表示 1 条染色体上的 DNA 数量，则 A→B 表示 DNA 复制过程，此过程中没有着丝粒分裂，所以染色体数量不变，C 正确；若纵轴表示 1 个细胞中核 DNA 数量，题图中 A→C(包含 C 点)过程包括分裂后期，在分裂后期着丝粒分裂，染色体数量加倍，D 错误。

第2节 细胞的分化

学习任务目标

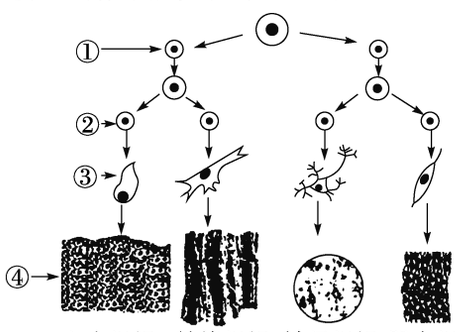
1.基于教材示意图，理解细胞分化的概念和生物学意义；基于教材实例，理解动物体细胞的细胞核具有全能性。

2.通过归纳与概括，对比分析细胞分化、细胞全能性，明确它们之间的相互关系。

○ 问题式预习 ○

一、细胞分化及其意义

1.概念：在个体发育中，由一个或一种细胞增殖产生的后代，在形态、结构和生理功能上发生稳定性差异的过程，叫作细胞分化（如下图所示）。



其中①→②表示细胞增殖；②→③表示细胞分化。

2.特点

（1）细胞分化是一种持久性的变化。

（2）一般来说，分化了的细胞一直保持分化后的状态，直到死亡，即具有不可逆性。

（3）细胞分化是生物界中普遍存在的生命现象。

3.原因：细胞中的基因选择性表达的结果，即在个体发育过程中，不同种类的细胞中遗传信息的表达情况不同。

4.结果：形成形态、结构和功能都有很大差别的组织和器官。

5.意义

（1）是生物个体发育的基础。

（2）使多细胞生物体中的细胞趋向专门化，有利于提高生物体各种生理功能的效率。

二、细胞的全能性

1.概念：细胞经分裂和分化后，仍具有产生完整有机体或分化成其他各种细胞的潜能和特性。

2.类别

（1）植物细胞的全能性

①实例：植物组织培养。

②结论：高度分化的植物细胞仍然具有发育成完整植株的能力。

（2）动物细胞细胞核的全能性

①实例：非洲爪蟾、克隆羊“多莉”、体细胞克隆猴“中中”和“华华”。

②结论：已分化的动物体细胞的细胞核是具有全能性的。

◇**思考**

种子萌发长成新植株能体现细胞的全能性吗？

提示：不能，种子萌发的过程只是个体的生长发育过程。

3.干细胞

（1）概念：动物和人体内仍保留着少数具有分裂和分化能力的细胞。

（2）举例：人骨髓中的许多造血干细胞，能通过增殖和分化，不断产生红细胞、白细胞和血小板，补充到血液中去。

◇**思考**

[教材P121“与社会的联系”]人体许多疾病或意外伤害，都是由组织或器官受到损伤而引起的。如果能够在体外保存和培养各种干细胞就可以对受到损伤的组织或器官进行修复和更换。将自体骨髓干细胞植入胰腺组织后可分化为“胰岛样”细胞，以替代损伤的胰岛B细胞，达到治疗糖尿病的目的。自体骨髓干细胞分化为“胰岛样”细胞的原因是什么？

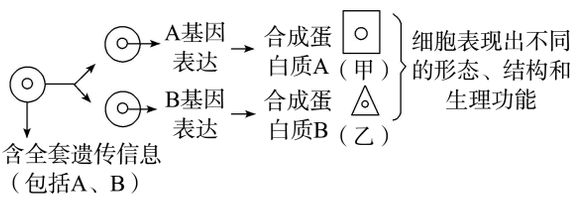
提示：基因选择性表达的结果。

○ 任务型课堂 ○

任务一 细胞分化

探究活动

下图表示细胞分化的过程，据图回答有关问题：



（1）据图，A、B基因中，细胞甲、乙含有的基因和表达的基因分别是哪种？

提示：细胞甲含有的是A和B基因，表达的是A基因；细胞乙含有的是A和B基因，表达的是B基因。

（2）细胞甲、乙都要进行呼吸作用，都要合成相关的酶，据此推断细胞甲、乙中DNA和蛋白质的种类是否相同？

提示：DNA相同，蛋白质的种类不完全相同。

(3)根据以上推理，细胞分化的实质是什么？

提示：基因的选择性表达。

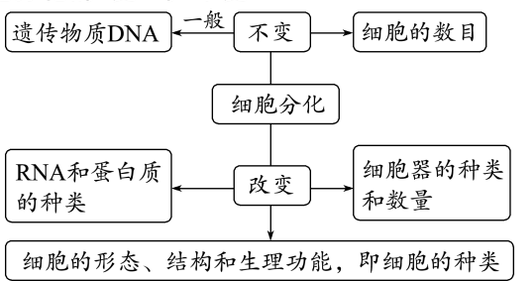
(4)一个生物体内各种体细胞的遗传信息相同吗？为什么？

提示：相同。因为多细胞生物体的所有体细胞都是由一个受精卵经过有丝分裂形成的，即细胞分化形成的各种细胞的细胞核内遗传信息没有发生变化。

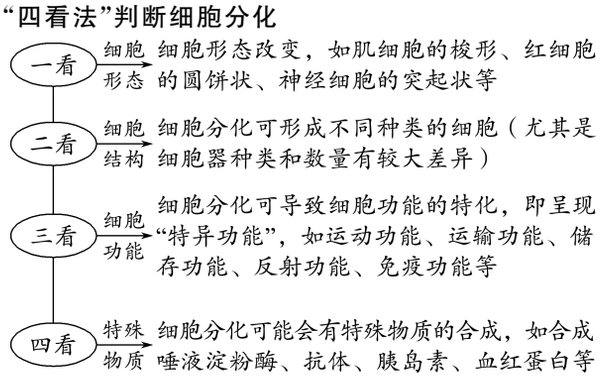
【探究总结】

1. 生物体中的基因可分为管家基因和奢侈基因。管家基因是在多细胞生物体的细胞中均表达的基因，如核糖体合成酶基因、ATP合成酶基因、呼吸酶基因等。奢侈基因只在生物体中某些特定种类的细胞中表达，如血红蛋白基因在红细胞内表达，胰岛素基因在胰岛B细胞内表达。

2.细胞分化的“变”与“不变”



3.“四看法”判断细胞分化



评价活动

1. 成年人的人体内有40万亿～60万亿个细胞。这些细胞属于200多种不同的类型，根据分化程度的不同，又可进一步分为600多种细胞。与此同时，人体细胞的结构又基本相同。下列有关叙述正确的是（　　）

A.人体细胞的结构和功能都基本相同

B.人体细胞的细胞质中的遗传物质都不相同

C.上述事实说明人体细胞既有多样性，又有统一性

D.人体中多样的细胞种类不利于提高人体适应不同环境的能力

C　**解析**：不同类型的细胞结构基本相同，但功能往往不同，A错误；人体细胞的细胞质中的遗传物质在线粒体中，细胞在分裂时细胞质的遗传物质可能不均分，因此细胞质中的遗传物质不一定相同，B错误；人体的众多细胞具有相同的基本结构，但具体的形态、结构又不相同，承担不同的功能，人体细胞既有多样性，又有统一性，C正确；人体中有多样的细胞种类，不同的细胞具有不同的功能，使生物体的代谢更高效，从而使个体更能适应环境而生存，D错误。

2. 科学家利用皮肤细胞“炮制”出iPS细胞（多能干细胞），此项研究成果获得了2012年诺贝尔生理学或医学奖。下图为该技术的操作流程模式图，根据图示推断iPS细胞（　　）

A.分化程度较低，能分化成多种细胞

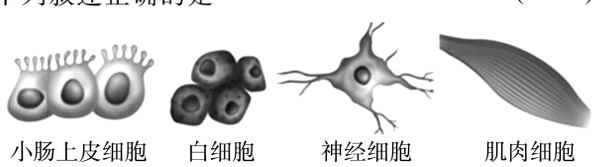
B.水分减少，代谢速率较慢

C.分化形成的表皮细胞中染色体数目发生了变化

D.可分化形成一个完整的动物个体

A　**解析**：根据题图推断iPS细胞分化程度较低，能分化成多种细胞，A正确；iPS细胞分裂能力强，代谢速率较快，水分应该增多，B错误；细胞分化的实质是基因的选择性表达，染色体数目不变，C错误；iPS细胞不可分化形成一个完整的动物个体，D错误。

3. 形态结构各异，执行不同功能的多种细胞构成了一个生命有机体。下图为来自同一个体的4种细胞，下列叙述正确的是（　　）



A.因为来自同一个体，所以各细胞中的蛋白质种类均相同

B.因为各细胞中携带的基因不同，所以形态、结构和功能不同

C.虽然各细胞大小不同，但细胞中含量最多的化合物相同

D.各细胞的生理功能不同，细胞核中的遗传物质也不同

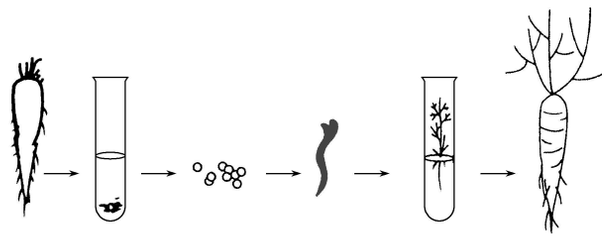
C　**解析**：来自同一个体的细胞细胞核中的DNA相同，由于细胞分化，各细胞中的蛋白质种类不完全相同，A错误；各细胞中携带的基因相同，但由于基因的选择性表达，各细胞形态、结构和功能不同，B错误；4种细胞形态、大小不同，但细胞中含量最多的化合物相同，都是水，C正确；各细胞的生理功能不同，是细胞分化的结果，但是细胞核中的遗传物质相同，D错误。

任务二 细胞全能性

探究活动

探究1　阅读材料，回答问题：

下图是1958年美国科学家斯图尔德以一小块胡萝卜韧皮部的一些细胞为材料，培育出能开花结果的胡萝卜植株的实验过程。



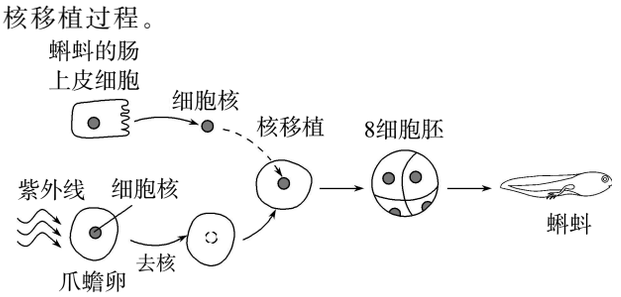
（1）植物体上的细胞没有表现出全能性，而是分化成了不同的组织和器官，这说明植物细胞全能性的表达需要什么条件？

提示：植物细胞全能性的表达需要离体条件和一定的外界条件。

（2）图示的细胞遗传物质相同吗？为什么？

提示：相同；因为细胞分化并非遗传物质改变造成的，而是基因选择性表达的结果。

探究 2 下图是非洲爪蟾蝌蚪的肠上皮细胞的核移植过程。



（1）上图说明动物体细胞的细胞核具有全能性。如果将肠上皮细胞单独培养能获得新的个体吗？不能。

（2）上图说明去核的卵细胞中的细胞质对动物细胞核全能性的表达发挥着重要作用。

（3）分析该实例，请你说明已经分化的细胞具有全能性的原因是什么？

提示：已经分化的细胞仍然具有本物种生长发育所需要的全套遗传物质。

【探究总结】

1.细胞全能性

（1）细胞全能性的四点提醒

①理论上活细胞（哺乳动物成熟的红细胞等无核细胞除外）都具有全能性。

②只有发育为完整个体或者分化成其他各种细胞才能说该过程“体现”细胞的全能性。

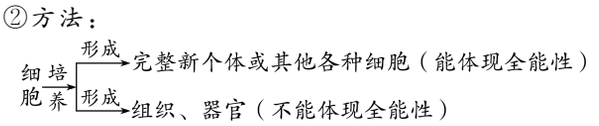
③克隆动物只能“体现”动物体细胞的细胞核具有全能性。

④一般来说，细胞分化程度越高，全能性越难以表达，但卵细胞的分化程度较高，其全能性也较高。

（2）判断细胞全能性是否表现的方法

①依据：发育的起点是细胞，终点是形成完整新个体或其他各种细胞。

②方法：



2.细胞分化与细胞全能性的关系

项目	细胞分化	细胞全能性
原因	不同细胞中的遗传信息表达情况不同	含有本物种全套遗传物质
结果	形成形态、结构和生理功能不同的细胞	形成新的个体或分化成其他各种细胞
关系	①两者发生过程中遗传物质都不发生改变； ②一般来说，细胞分化程度越高，全能性越难以表达	

评价活动

1.下列有关细胞全能性的叙述，正确的是　　（　　）

A.植物体只有高度分化的体细胞才具有全能性

B.人体成熟红细胞在一定条件下可以体现出全能性

C.植物细胞的全能性是指细胞经分裂和分化后，仍具有产生完整有机体或分化成其他各种细胞的潜能和特性

D.高度分化的植物细胞随时可以表现出全能性

C　**解析**：植物体内几乎所有活细胞都具有全能性，A错误；人体成熟红细胞没有细胞核和线粒体等，没有遗传物质，所以无法体现全能性，B错误；高度分化的植物细胞在离体和适宜的条件下，可以表现出全能性，D错误。

2.下列哪种细胞的全能性最容易表达出来？　（　　）

A.青蛙的上皮细胞

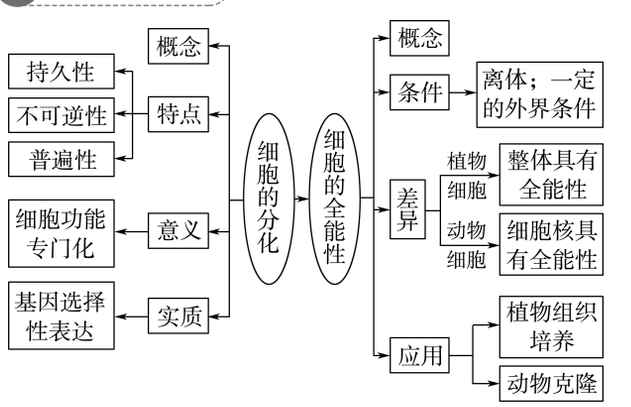
B.胡萝卜根的韧皮部细胞

C.大白鼠的肝脏细胞

D.人的皮肤生发层细胞

B　**解析**：细胞全能性是指高度分化的细胞仍具有发育成完整个体或分化成其他各种细胞的潜能和特性。从理论上讲，每一个分化的细胞中都含有一整套该生物个体的遗传物质（基因），在合适的条件下，它们都有可能重新被激活并表达，即重新分裂和分化。就目前的研究成果看，受精卵的全能性最高，其次是生殖细胞，再次是体细胞，而在体细胞中，无论植物细胞还是动物细胞，都能在一定程度上表现出全能性，但动物细胞的全能性受到限制，不如植物细胞的全能性容易表达出来，故选B。

提质归纳



课后素养评价（二十五）　细胞的分化

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

知识点1　细胞的分化

1.细胞分化是生物界普遍存在的生命现象，是生物个体发育的基础。下列关于细胞分化的叙述错误的是（　　）

A.细胞分化具有持久性

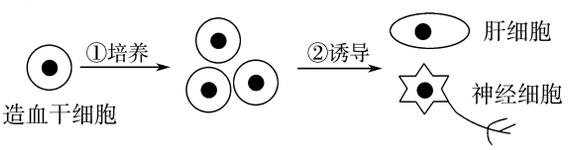
B.细胞分化是基因选择性表达的结果

C.已分化的细胞没有全能性

D.细胞分化有利于提高生物体各种生理功能的效率

C　**解析**：细胞分化贯穿于整个生命历程，具有持久性，A正确；细胞分化的根本原因是基因的选择性表达，B正确；已分化的细胞中包含该生物生长、发育、繁殖的全套基因，一般具有全能性，C错误；细胞分化使细胞的种类增多，功能趋于专门化，可提高生物体各种生理功能的效率，D正确。

2.下图表示人体造血干细胞在离体条件下，经诱导形成神经细胞和肝细胞的过程。下列有关叙述正确的是（　　）



A.①过程是基因选择性表达的结果

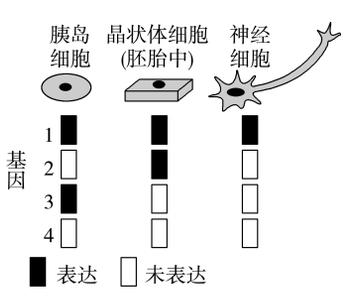
B.图中各细胞的遗传信息的表达情况相同

C.①过程可发生DNA的复制

D.②过程的实质是基因数量的变化

C　**解析**：题图中①是细胞增殖，②是细胞分化，细胞分化是基因选择性表达的结果，其基因的种类和数量不变，A、D错误；题图中各细胞的分化程度和分化方向不同，故各细胞的遗传信息的表达情况不同，B错误；①过程是细胞增殖，涉及DNA的复制，C正确。

3.取同种生物的不同类型的细胞，检测其基因表达情况，结果如图所示。已知①②③④4种基因分别是晶状体蛋白基因、胰岛素基因、呼吸酶基因和血红蛋白基因。则基因1和基因4最可能分别是（　　）



A.①③　　B.③④　　C.②④　　D.①②

B　**解析**：据题图可知，基因1在所有细胞中都表达，说明其表达产物不具有特异性，所有细胞均含有，故为③呼吸酶基因；基因2只在晶状体细胞中表达，其他细胞不表达，说明基因2的表达产物具有特异性，即为①晶状体蛋白基因；同理基因3是③胰岛素基因，只在胰岛细胞中表达；而基因4在这三种细胞中都没有表达，说明三种细胞中都没有该蛋白质，即基因4为④血红蛋白基因，血红蛋白只存在于红细胞中，故选B。

4.人体小肠壁是由多种细胞形成的结构。其中，上皮细胞呈柱状且排列紧密，上皮细胞间还夹杂分布着呈高脚酒杯状的杯状细胞。下列说法不正确的是（　　）

A.上皮细胞在肠壁组织中呈有序分布

B.肠壁上皮细胞具有保护和吸收营养物质的作用

C.杯状细胞的结构和其功能相适应

D.肠壁组织中细胞数目众多、种类不同、形态各异，但功能一致

D　**解析**：上皮细胞呈柱状且排列紧密，在肠壁组织中呈有序分布，A正确；肠壁上皮细胞分布在肠壁表面，且分化出了小肠绒毛，增大了小肠的表面积，具有保护作用和吸收营养物质的作用，B正确；细胞的形态和功能是相适应的，杯状细胞的结构和其功能也相适应，C正确；肠壁组织中细胞数目众多、种类不同、形态各异，功能不完全一致，D错误。

知识点2　细胞的全能性

5.科学家培养鼠的胚胎干细胞分化出了心肌细胞，一段时间后发育成了直径约1 mm的心脏类器官。这一研究成果对器官移植技术的发展具有重大意义，该研究成果说明胚胎干细胞（　　）

A.分化程度高于心肌细胞

B.具有无限增殖的能力

C.经诱导可发生定向分化

D.表现出全能性

C　**解析**：由题干“鼠的胚胎干细胞分化出了心肌细胞”，说明胚胎干细胞分化程度低于心肌细胞，A错误；胚胎干细胞具有一定的增殖能力，但不能无限增殖，B错误；由题干信息可知，胚胎干细胞分化出的心肌细胞一段时间后发育成了直径约1 mm的心脏类器官，说明胚胎干细胞经诱导可发生定向分化，C正确；全能性是指细胞经分裂和分化后，仍具有产生完整有机体或分化成其他各种细胞的潜能和特性，胚胎干细胞分化出了心肌细胞，形成心脏类器官，并未体现全能性，D错误。

6.用母羊甲的乳腺细胞的细胞核，与母羊乙去掉细胞

核的卵细胞组成一个新细胞，最终成功培育出了“多莉”羊。下列说法错误的是 （ ）

A.动物体细胞的细胞核具有全能性

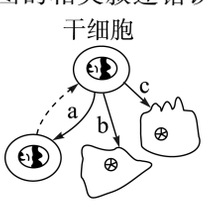
B.这个乳腺细胞核内含有该物种个体发育所需要的全套遗传物质

C.“多莉”羊的特征与母羊乙几乎完全相同

D.“多莉”羊的特征与母羊甲几乎完全相同

C **解析**：该重组细胞能发育成一个动物体，是因为乳腺细胞的细胞核内含有该物种发育所需要的全套遗传物质，表明动物体细胞的细胞核具有全能性，A、B正确；所获得的“多莉”羊特征与母羊甲的特征几乎完全相同，因为“多莉”羊的遗传物质主要来自母羊甲的细胞核，C错误，D正确。

7. 动物和人体内具有分裂和分化能力的细胞称为干细胞。下列对下图的相关叙述错误的是 （ ）



A.a过程表示干细胞能自我更新

B.b、c过程表示干细胞具有分化能力

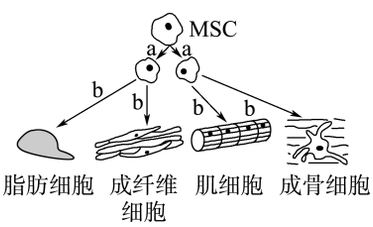
C.a、b、c过程中细胞的遗传信息表达情况不同

D.b过程形成的细胞直接组成器官，可供器官移植使用

D **解析**：由题图可知，a表示细胞增殖，即通过有丝分裂实现自我更新，A正确；b、c表示细胞分化，形成不同类型的细胞，行使特定的功能，B正确；细胞分化的实质是基因的选择性表达，使得遗传信息表达情况不同，但遗传物质不会发生改变，C正确；b过程形成的细胞先形成组织，再构成器官，可供器官移植使用，D错误。

B组 应用·实践

8. 人体的骨髓中存在少量的间充质干细胞（MSC，多能干细胞的一种），下图表示MSC形成不同组织细胞的过程。下列叙述错误的是 （ ）



A.MSC细胞与a过程产生的子细胞的核内遗传物质相同

B.经b过程后，细胞器种类和数量出现改变

C.MSC细胞全能性高于体细胞，但低于受精卵

D.b过程后细胞形态、功能发生变化，是因为核内遗传物质有所改变

D **解析**：b过程后细胞形态、功能发生变化，是因为基因的选择性表达，而核内遗传物质没有发生改变，D错误。

9. 上海生命科学研究院成功诱导人成纤维细胞重编程为hiHep细胞。hiHep细胞具有肝细胞的许多功能。下列相关叙述错误的是 （ ）

A.人成纤维细胞重编程为hiHep细胞不能体现细胞的全能性

B.该项成果表明，对于分化了的细胞，其分化后的状态是可以改变的

C.人成纤维细胞与hiHep细胞内的核酸是完全一样的

D.hiHep细胞的诱导成功为人类重症肝病的治疗提供了可能性

C **解析**：要体现细胞的全能性需要发育成完整个体或分化成其他各种细胞，A正确；该项成果表明，人成纤维细胞（即分化了的细胞）还可以重新编程，改变其分化的状态，B正确；人成纤维细胞与hiHep细胞内的核DNA完全相同，但其中的RNA不一定相同，C错误；hiHep细胞具有肝细胞的许多功能，因此可以为人类重症肝病的治疗提供可能，D正确。

10. 下表为环腺苷酸（cAMP）和环鸟苷酸（cGMP）的浓度（M_1、M_2、M_3、M_4表示浓度，且$M_1<M_2<M_3<M_4$）对细胞分化的影响情况（“+”表示促进分化，“−”表示抑制分化）。下列叙述正确的是 （ ）

浓度	M_1	M_2	M_3	M_4
cAMP	−	+	++	+++
cGMP	++	+	−	−−

A.cAMP和cGMP的浓度对细胞分化具有调控作用

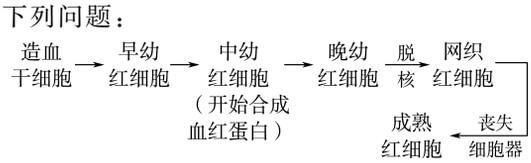
B.cAMP浓度增高时，将促进细胞分裂

C.cGMP浓度增高时，将促进细胞分化

D.cAMP和cGMP对细胞分裂没有影响

A **解析**：从题表中数据可以看出，随着cAMP浓度的增加，对细胞分化的影响由抑制变为促进，且促进细胞分化的强度增大；随着cGMP浓度的增加，促进细胞分化的强度减弱，抑制细胞分化的强度增大，即cAMP和cGMP的浓度对细胞分化具有调控作用，但通过此表不能看出这两种物质对细胞分裂有何影响，A正确，B、C、D错误。

11. 下图为某哺乳动物红细胞的形成过程示意图，回答下列问题：



（1）由造血干细胞形成系列幼红细胞的过程称为_____，这是细胞内_____的结

果。通常情况下，某个体所有造血干细胞的遗传信息完全相同，原因是_____。

(2)血红蛋白的合成场所为_____，图中能合成血红蛋白的细胞有中幼红细胞、_____。

(3)研究发现，某毒素只能与染色质结合，导致染色质中的DNA不能复制，在该毒素作用下，造血干细胞内的分裂过程受阻，从而使造血干细胞停留在细胞周期的_____。

解析：(1)造血干细胞形成系列幼红细胞的过程中，血红蛋白基因在红细胞中选择性表达形成血红蛋白，此过程为细胞分化。通常情况下，造血干细胞都是来自同一个细胞的有丝分裂，因此某个体所有造血干细胞中的遗传物质是相同的。(2)血红蛋白属于胞内蛋白，因此是在(游离)核糖体上合成的，由题图可知，由中幼红细胞开始合成血红蛋白，而在红细胞成熟之后，细胞器丧失，不能再合成血红蛋白，所以图中能合成血红蛋白的细胞有中幼红细胞、晚幼红细胞和网织红细胞。(3)若毒素抑制DNA复制，则造血干细胞由于不能进行DNA复制而停留在分裂间期。

答案：(1)细胞分化　基因选择性表达　造血干细胞都来自同一个细胞的有丝分裂　(2)(游离)核糖体　晚幼红细胞、网织红细胞　(3)分裂间期

第3节　细胞的衰老和死亡

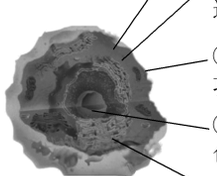
学习任务目标

1.掌握细胞衰老的特征，并分析其原因；阐明细胞凋亡的意义。
2.通过比较和分类，辨析细胞凋亡与细胞坏死。

○ 问题式预习 ○

一、细胞衰老

1.特征



①细胞内的水分减少，细胞萎缩，体积变小
②细胞内多种酶的活性降低，呼吸速率减慢，新陈代谢速率减慢
③细胞膜通透性改变，使物质运输功能降低
④细胞核体积增大，核膜内折，染色质收缩、染色加深
⑤细胞内色素逐渐积累，妨碍细胞内物质的交流和传递

2.原因

(1)自由基学说

①自由基的来源：细胞不断进行的各种氧化反应容易产生自由基，辐射以及有害物质入侵也会刺激细胞产生自由基。

②自由基的危害：攻击和破坏细胞内各种执行正常功能的生物分子，且会引发雪崩式的反应。

(2)端粒学说

①端粒：染色体两端的一段特殊序列的DNA—蛋白质复合体。

②特点：端粒DNA序列在每次细胞分裂后会缩短一截。

③结果：在端粒DNA序列被“截”短后，端粒内侧正常基因的DNA序列就会受到损伤，结果使细胞活动渐趋异常。

3.细胞衰老和个体衰老的关系

(1)单细胞生物：细胞衰老＝个体衰老。

(2)多细胞生物：个体衰老过程是组成个体的细胞普遍衰老的过程。

◇思考

1.老年人体内有没有幼嫩的细胞？年轻人体内有没有衰老的细胞？

提示：都有，无论老年人还是年轻人，体内每天都有细胞衰老，也都有新细胞产生。

2.[教材P125正文]从细胞水平解释：老年人的心脏为什么没有年轻人的心脏收缩有力？

提示：老年人的细胞普遍衰老，心肌细胞也普遍衰老，细胞膜通透性降低，物质运输功能减弱，细胞内多种酶的活性降低，细胞代谢减慢。

二、细胞的死亡

1.细胞凋亡

(1)概念：由基因所决定的细胞自动结束生命的过程。

(2)机制：由遗传机制决定的程序性调控。

(3)类型

①细胞的自然更新；

②清除被病原体感染的细胞；

③个体发育过程中的程序性死亡。

(4)意义：对于多细胞生物体完成正常发育，维持内部环境的稳定，以及抵御外界各种因素的干扰都起着非常关键的作用。

2.细胞坏死

(1)原因：种种不利因素的影响，如极端的物理、化学因素或严重的病理性刺激。

(2)结果：细胞正常代谢活动受损或中断引起细胞损伤和死亡。

3.下列属于细胞凋亡的是①②③，属于细胞坏死的是④。

①手指发育过程中，指间细胞的自动死亡；

②红细胞寿命只有120天左右，红细胞的自我更新；

③清除被病原体感染的细胞。

④被浓硫酸烧伤导致一些细胞死亡。

◇**思考**

[教材P127“拓展应用”]白细胞与红细胞的功能不同，凋亡的速率也不一样，白细胞凋亡的速率比红细胞快得多，原因是什么？

提示：细胞凋亡的速率与它们的功能有关系。因为白细胞的主要功能是吞噬病菌等，所以白细胞凋亡的速率很快。

○ 任务型课堂 ○

任务一 细胞的衰老

探究活动

材料1 “少小离家老大回，乡音无改鬓毛衰。”与年轻人相比，老年人有许多衰老的特征。例如头发变白、出现“老年斑”、满脸皱纹、头发稀疏、浑身乏力、行动迟缓等。

材料2 在人的一生中，体细胞一般能够分裂50～60次。科学家利用分裂了40次的男性成纤维细胞和分裂了10次的女性成纤维细胞进行如下实验。

组别	实验方案	继续培养10～20代实验结果
一组	两种细胞等量混合培养	女性细胞的分裂依旧旺盛，男性细胞逐渐停止分裂
二组	将女性细胞核注入男性去核细胞中	融合细胞分裂依旧旺盛
三组	将男性细胞核注入女性去核细胞中	融合细胞逐渐停止分裂

(1)老年人为什么大多数头发花白，满脸“老年斑”？

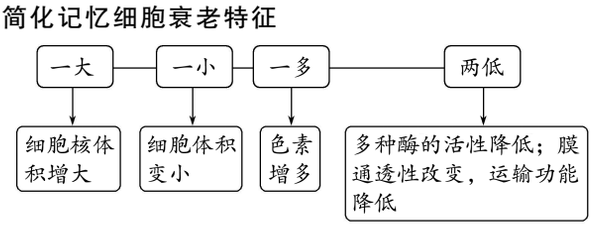
提示：衰老细胞中酪氨酸酶活性降低，黑色素合成减少，故头发变白；衰老细胞的细胞膜通透性改变，色素积累，出现“老年斑”。

(2)由材料2的实验结果可得出什么结论？

提示：由第一组实验结果可知，两种细胞在同样条件下培养结果不同，故细胞衰老是由细胞自身因素决定的；对比第二组、第三组实验结果可知，男性细胞核使细胞分裂逐渐停止，女性细胞核使细胞分裂依旧旺盛，实验表明细胞分裂的潜力主要取决于细胞核而非细胞质。

【探究总结】

1.简化记忆细胞衰老特征

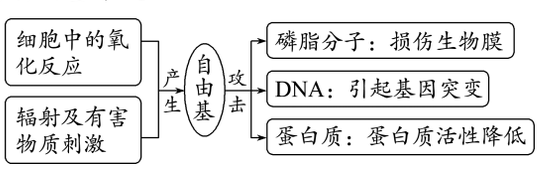


2.衰老的表现及形成原因

个体衰老的表现	对应的细胞衰老的原因
皮肤干燥、发皱	细胞内水分减少，细胞体积变小
头发变白	细胞内的(酪氨酸)酶活性降低
“老年斑”	细胞内色素的积累
无力	细胞内呼吸速率减慢
吸收能力下降	细胞膜通透性改变，使物质运输功能降低

3.细胞衰老的原因

(1)自由基学说



(2)端粒学说

评价活动

1.“君不见，高堂明镜悲白发，朝如青丝暮成雪。”诗中“青丝”变成“雪”的过程，不会出现的是 （ ）

A.细胞内色素积累

B.细胞核体积减小

C.细胞物质运输能力下降

D.细胞内多种酶活性降低

B **解析**：“青丝”变成“雪”的过程指的是人头发变白、衰老的过程。细胞衰老后，细胞内的色素逐渐积累，妨碍物质交流和信息传递，A不符合题意；细胞衰老后，细胞核体积增大，核膜内折，B符合题意；细胞衰老的过程中，细胞膜通透性改变，物质运输能力下降，C不符合题意；细胞衰老后，细胞内多种酶的活性降低，呼吸速率减慢，D不符合题意。

2.下列关于细胞衰老原因的叙述，错误的是 （ ）

A.端粒DNA序列随细胞分裂次数的增多而逐渐缩短，正常基因的DNA序列就会受到损伤

B.自由基攻击蛋白质，使蛋白质活性下降，导致细胞衰老

C.自由基攻击DNA，可能引起基因突变

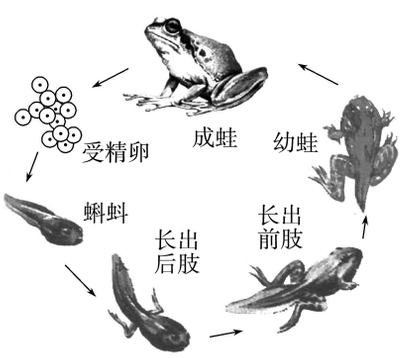
D.自由基攻击细胞膜上的糖类时，会引发雪崩式的反应，对生物膜损伤比较大

D　**解析**：端粒DNA序列在每次细胞分裂后会缩短一截，随着分裂次数增多，端粒内侧的正常基因的DNA序列就会受到损伤，A正确；自由基会攻击蛋白质，使蛋白质活性下降，致使细胞衰老，B正确；自由基会攻击DNA，可能引起基因突变，C正确；当自由基攻击生物膜的组成成分磷脂分子时，产物同样是自由基，这些新产生的自由基又会去攻击别的分子，从而引发雪崩式的反应，对生物膜损伤比较大，D错误。

任务二 细胞的死亡

探究活动

下图是青蛙变态发育示意图，蝌蚪在发育过程中，长出的尾巴逐渐消失。请回答下列问题：



(1)蝌蚪尾巴的消失属于哪种生命现象？其与哪种细胞器的关系最密切？为什么？

提示：这是细胞凋亡的结果。与溶酶体密切相关，因为溶酶体内含有多种水解酶，能够分解自动死亡的细胞。

(2)将蝌蚪尾部用浓盐酸处理后，尾部溃烂消失，这与(1)题所述现象是否相同？为什么？

提示：与(1)题所述细胞凋亡不同，这是由极端化学因素(浓盐酸)引起的细胞坏死。

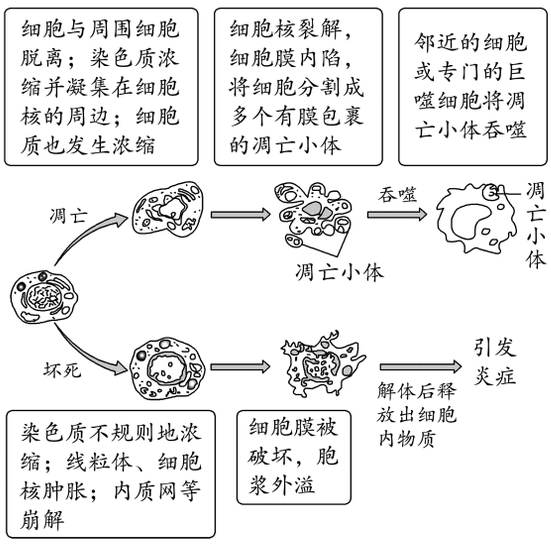
(3)烫伤后皮肤黏膜的脱落，骨折时部分骨细胞的死亡，吸烟者肺部细胞因尼古丁的作用而死亡，这些现象是细胞坏死的结果。

(4)上面(1)(2)题所述现象是否都受遗传物质的控制？

提示：不是，细胞凋亡受遗传物质控制，而细胞坏死不受遗传物质控制。

【探究总结】

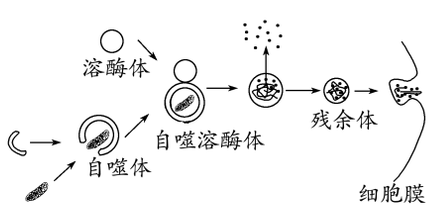
1.细胞凋亡和细胞坏死过程图示



2.区分细胞凋亡和细胞坏死

项目	细胞凋亡	细胞坏死
原因	正常生理变化	极端的物理、化学因素或严重的病理性刺激
溶酶体变化	完整	裂解
是否需要能量	需要	不需要
调节过程	受基因调控	被动进行
炎症反应	不释放细胞内容物，无炎症反应	释放细胞内容物，引发炎症
对机体影响	有利	有害

3.细胞自噬



(1)概念：在一定条件下，细胞会将受损或功能退化的细胞结构等，通过溶酶体降解后再利用。

(2)意义：①处于营养缺乏条件下的细胞，通过细胞自噬可以获得维持生存所需的物质和能量；②在细胞受到损伤、微生物入侵或细胞衰老时，通过细胞自噬，可以清除受损或衰老的细胞器，以及感染的微生物和毒素，从而维持细胞内部环境的稳定；③有些激烈的细胞自噬，可能诱导细胞凋亡。

评价活动

1.研究人员鉴别出一组非肽类 Caspase 抑制剂及其分子作用机制，并证实它们能够抑制细胞凋亡过程中信号的传递。下列相关叙述不正确的是（　　）

A.细胞凋亡过程中的信号传递与细胞膜表面的某种蛋白质有关

B.细胞凋亡是由基因控制的细胞程序性死亡

C.Caspase 抑制剂在核糖体上合成

D.细胞的增殖和凋亡失控都会导致许多疾病的发生

C　**解析**：细胞间的信号传递与细胞膜表面的糖蛋白有关，A 正确；细胞凋亡是由基因控制的程序性死亡，是机体正常的生理反应，B 正确；题干已说明 Caspase 抑制剂是非肽类，因此 Caspase 抑制剂不可能在核糖体上合成，C 错误；细胞的增殖失控会导致疾病，如癌症，细胞凋亡失控也会导致许多疾病的发生，D 正确。

2.细胞自噬作用主要是清除降解细胞内衰老、损伤的细胞器以及不再需要的生物大分子，也可清除变性或错误折叠的蛋白质，降解产物可用于供能和生物合成。研究表明，细胞自噬作用还与个体发育、肿瘤细胞的恶性增殖及神经退行性疾病有关。下列说法错误的是（　　）

A.细胞自噬有利于胞内物质更新，以维持细胞内部环境稳定

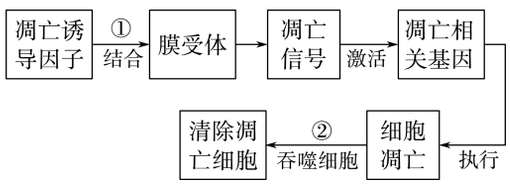
B.受损或功能退化的细胞结构可以通过溶酶体降解后再利用

C.衰老细胞的溶酶体可以合成多种水解酶来降解衰老细胞器

D.研究细胞的自噬机制可开辟治疗癌症和老年性疾病的新途径

C　**解析**：细胞自噬作用主要是清除降解细胞内衰老、损伤的细胞器以及不再需要的生物大分子，也可清除变性或错误折叠的蛋白质，所以细胞自噬有利于胞内物质更新，以维持细胞内部环境稳定，A 正确；在一定条件下，细胞会将受损或功能退化的细胞结构等通过溶酶体降解后再利用，B 正确；溶酶体中水解酶的化学本质是蛋白质，合成场所是核糖体，C 错误；细胞自噬作用还与个体发育、肿瘤细胞的恶性增殖及神经退行性疾病有关，因此，研究细胞的自噬机制可开辟治疗癌症和老年性疾病新途径，D 正确。

3.下图为动物机体的细胞凋亡及清除示意图。据图分析，下列叙述错误的是（　　）



A.①过程表明细胞凋亡是特异性的，体现了生物膜的信息传递功能

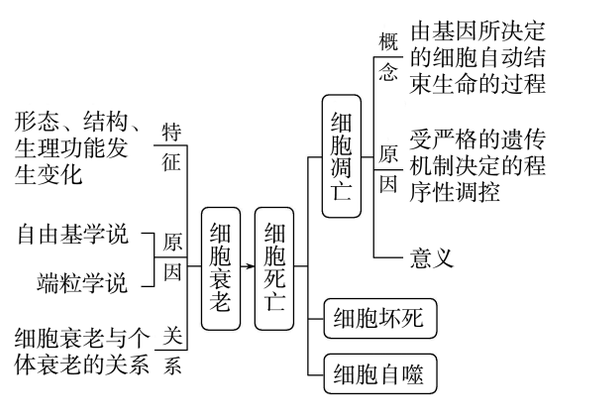
B.细胞凋亡过程中有新蛋白质合成，体现了基因的选择性表达

C.②过程中凋亡细胞被吞噬，表明细胞凋亡是细胞被动死亡的过程

D.凋亡相关基因是机体固有的，在动物生长发育过程中发挥重要作用

C　**解析**：①过程是凋亡诱导因子与膜受体发生特异性结合，表明细胞凋亡具有特异性，体现了生物膜的信息传递功能，A 正确；细胞凋亡过程中有新蛋白质合成，是基因选择性表达的结果，B 正确；细胞被吞噬前，经过基因的调控，已经主动死亡，所以②过程不能表明细胞凋亡是细胞被动死亡的过程，C 错误；凋亡相关基因是机体固有的，只是在特定时期才会表达并发挥作用，D 正确。

提质归纳



课后素养评价（二十六）　细胞的衰老和死亡

建议用时：60分钟

A组　学习·理解

知识点1　细胞的衰老

1.下列关于个体衰老和细胞衰老的叙述，正确的是（　　）

A.个体衰老和细胞衰老是一致的

B.细胞衰老表示生物体各种功能的衰退，是一种不正常的状态

C.人体各种组织细胞衰老时，都会出现细胞核体积变大，细胞体积变小等特征

D.在正常情况下，细胞不会因为分裂次数增多而加速衰老

C　**解析**：对于单细胞生物而言，细胞的衰老就是个体的衰老，但是对于多细胞生物而言，细胞衰老，个体不一定衰老，A错误；细胞衰老和个体衰老都是正常现象，是一种自然现象，B错误；细胞衰老都会出现细胞核体积变大，细胞体积变小等特征，C正确；在正常情况下，细胞会因分裂次数增多逐渐丧失正常的功能而加速衰老，D错误。

2.“不知明镜里，何处得秋霜”生动地描述了岁月催人老的自然现象。随着年龄的增长，头发会逐渐变白，手、面部皮肤上出现“老年斑”，还会出现皮肤干燥、行动迟缓等情况。下列有关叙述正确的是（　　）

A.“老年斑”是衰老细胞中黑色素沉积导致的

B.头发变白是因为细胞中呼吸酶活性降低

C.行动迟缓与酶活性降低及代谢速率下降有关

D.皮肤干燥与细胞保水能力上升有关

C　**解析**：“老年斑”是衰老细胞中色素积累的结果，A错误；头发变白是细胞内酪氨酸酶的活性降低，使黑色素合成减少所致，B错误；行动迟缓与酶活性降低及代谢速率下降导致产生的能量不足有关，C正确；皮肤干燥与细胞内水分减少有关，D错误。

知识点2　细胞的死亡和细胞自噬

3.下列关于细胞凋亡的叙述，不正确的是（　　）

A.由严格的遗传机制决定的程序性调控

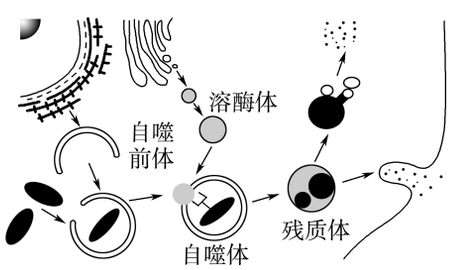
B.由基因决定的细胞自动结束生命的过程

C.受极端的物理、化学因素等作用引起的细胞死亡

D.有利于生物体维持细胞数量的相对平衡

C　**解析**：细胞凋亡是由基因所决定的细胞自动结束生命的过程，是受到严格的由遗传机制决定的程序性调控，A、B正确；受极端的物理、化学因素等作用引起的细胞死亡属于细胞坏死，不是细胞凋亡，C错误；细胞凋亡有利于生物体维持细胞数量的相对平衡，D正确。

4.细胞自噬是真核生物进化中保留的对细胞内物质进行周转的重要过程，它与细胞凋亡、细胞衰老一样，是十分重要的生物学现象，参与生物的生长、发育等多种过程。下图表示细胞通过自噬作用清除衰老线粒体的过程，下列相关叙述错误的是（　　）



A.自噬前体来源于内质网，吞噬衰老线粒体的过程体现了膜的流动性

B.自噬体具有双层膜结构，其形成与高尔基体密切相关

C.自噬体的形成需借助于膜的流动性，这一过程需要消耗能量

D.细胞凋亡和细胞衰老的过程中，细胞的自噬作用可能增强

B　**解析**：由题图可知，自噬前体来源于内质网，具有双层膜结构，吞噬衰老线粒体的过程体现了膜的流动性，B错误。

B组　应用·实践

5.研究发现*Klotho*基因是一种与衰老密切相关的基因，它通过调控离子通道、信号通路或其他基因的

表达而发挥抗衰老、保护肾脏和保护心血管等作用。一项实验表明，*Klotho* 基因缺陷的小鼠寿命缩短了80%，而过度表达 *Klotho* 基因后能够延长雄鼠30.8%、雌鼠19.0%的寿命。下列有关叙述错误的是（　　）

A.高等动物衰老的细胞内 *Klotho* 基因的表达可能受到了抑制

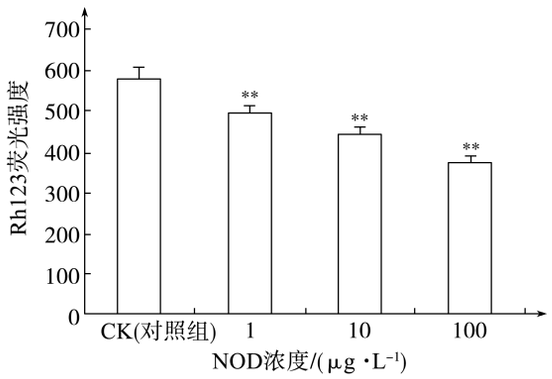
B.衰老的细胞萎缩，体积变小，细胞核体积增大，核膜内折，染色质收缩

C.细胞代谢产生的自由基可能会攻击 *Klotho* 基因引起基因突变，导致细胞衰老

D.将更多的 *Klotho* 基因转入细胞后就能完全阻止细胞衰老

D　**解析**：*Klotho* 基因是一种与衰老密切相关的基因，它通过调控离子通道、信号通路或其他基因的表达而发挥抗衰老的作用，所以高等动物衰老的细胞内 *Klotho* 基因的表达可能受到了抑制，使细胞易衰老，A 正确；衰老的细胞水分减少，细胞萎缩，体积变小，但细胞核体积增大，核膜内折，染色质收缩，B 正确；根据分析可知，*Klotho* 基因的表达可抵抗衰老，而细胞代谢产生的自由基可导致细胞衰老，可能是细胞代谢产生的自由基攻击 *Klotho* 基因引起基因突变，导致细胞衰老，C 正确；研究发现，*Klotho* 基因缺陷的小鼠寿命缩短了80%，而过度表达 *Klotho* 基因后能够延长雄鼠30.8%、雌鼠19.0%的寿命，说明细胞衰老不只与 *Klotho* 基因有关，且基因的表达具有一定的调控作用，并非转入的 *Klotho* 基因越多，表达形成的蛋白质越多，故将更多的 *Klotho* 基因转入细胞后也不一定能完全阻止细胞衰老，D 错误。

6.线粒体膜电位（MMP）是维持线粒体产生 ATP 的先决条件，MMP 的稳定有利于维持细胞的正常生理功能。Rh123 可以用来检测胞内线粒体膜电位的变化情况，该物质的荧光强度可以直接表示线粒体膜的电位变化。节球藻毒素（NOD）能诱导鲫鱼巨噬细胞凋亡，为探究其机制进行了相关研究，结果如图所示。下列相关叙述错误的是（　　）



A.若丙酮酸转化为乳酸的过程减弱可能不会导致线粒体膜电位降低

B.图中 NOD 会抑制鲫鱼巨噬细胞的有氧呼吸，且浓度升高抑制增强

C.提高巨噬细胞中线粒体的膜电位能够促进巨噬细胞的凋亡

D.结果表明 NOD 可能作用于巨噬细胞的线粒体诱导其凋亡

C　**解析**：丙酮酸分解为乳酸的过程在细胞质基质中进行，因此该过程减弱不会导致线粒体膜电位降低，A 正确；据题图可知，NOD 浓度升高后，MMP 下降，因此有氧呼吸受阻，且浓度越高受阻程度越高，B 正确；NOD 能诱导鲫鱼巨噬细胞凋亡，据题图可知，随着 NOD 浓度的增加，膜电位减弱，因此提高巨噬细胞线粒体的膜电位能够抑制巨噬细胞的凋亡，C 错误；结果表明 NOD 处理使线粒体膜电位发生变化，推测 NOD 可能作用于巨噬细胞的线粒体诱导其凋亡，D 正确。

7.人体不同细胞的寿命和分裂能力不同（见下表）。根据表中有关数据，下列说法正确的是（　　）

细胞种类	寿命	能否分裂
小肠上皮细胞	1～2 d	能
平滑肌细胞（分布于内脏器官）	很长	能
心肌细胞	很长	不能
神经细胞	很长	绝大多数不能
白细胞	5～7 d	不能

A.寿命长的细胞一般都能进行分裂

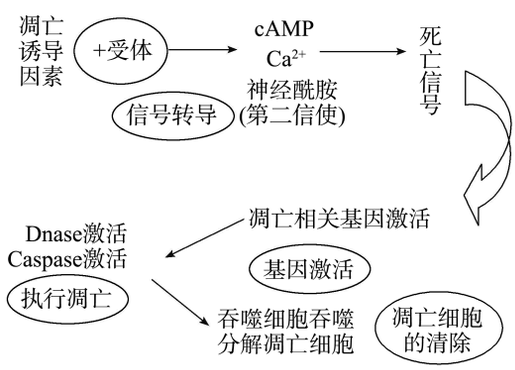
B.寿命短的细胞都不能进行分裂

C.细胞的寿命和分裂能力与它们各自的功能有关

D.红细胞的寿命较短，由此可推测其具有分裂能力

C　**解析**：根据题表信息可得出，细胞的寿命与分裂能力之间没有对应关系，即细胞的寿命与细胞分裂能力无关，而与它们各自的功能有关，A、B错误，C正确。红细胞寿命较短，且不具有分裂能力，D错误。

8. 细胞凋亡是细胞自动结束生命的过程，下图表示细胞凋亡的过程，图中Dnase为核酸内切酶，能够切割DNA形成DNA片段；Caspase是一类蛋白水解酶，负责选择性地切割某些蛋白质。请据图回答下列问题：



(1)细胞膜上受体的化学本质是_____，受体的存在体现了细胞膜具有_____的功能。

(2)凋亡基因被激活后最终通过_____(填细胞器名称)来合成其产物。

(3)Dnase能够切割DNA形成DNA片段，使正常基因失去功能，从酶的角度分析，说明Dnase具有_____作用。Caspase能够破坏特定蛋白质中的_____，从而形成多肽片段，导致蛋白质失活。

(4)吞噬细胞以_____形式吞噬凋亡细胞，与凋亡细胞分解密切相关的细胞器是_____。

解析：(1)细胞膜上受体的化学本质是糖蛋白，受体的存在体现了细胞膜具有信息交流的功能。(2)基因控制形成的直接产物是蛋白质，蛋白质的合成场所是核糖体。(3)Dnase能够切割DNA形成DNA片段，具有催化作用。Caspase是一类蛋白水解酶，能够破坏蛋白质中的肽键。(4)吞噬细胞以胞吞形式吞噬凋亡细胞，与凋亡细胞分解密切相关的细胞器是溶酶体。

答案：(1)糖蛋白　信息交流　(2)核糖体　(3)催化　肽键　(4)胞吞　溶酶体

★★★

迁·移·应·用

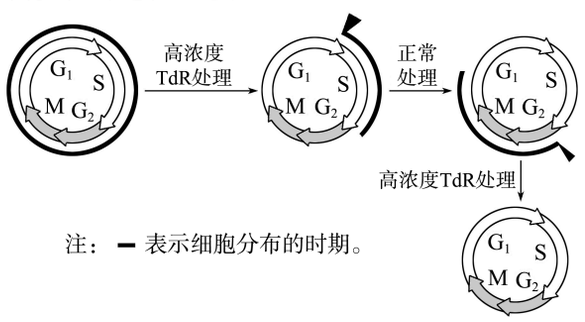
学习目标

结合材料，深度理解细胞周期的概念和细胞分裂的规律性。

活动 细胞周期的同步化

任务探究

细胞周期包含四个阶段：G_1期（DNA复制前期）、S期（DNA复制期）、G_2期（DNA复制后期）和M期（分裂期）。细胞周期同步化是指借助特定方法使分裂细胞都停留在细胞周期的同一阶段的现象。高浓度的胸腺嘧啶核苷（TdR）双阻断法是常用的同步方法。TdR能可逆地抑制S期DNA合成，而不作用于其他细胞阶段的运转，最终导致细胞群被同步化。下图为研究人员利用TdR双阻断法使人宫颈癌细胞群同步化的过程示意图。



注：━ 表示细胞分布的时期。

探究思考

1.第一次进行高浓度的TdR处理的目的是什么？处理的时间应控制在多长范围内？

提示：将细胞周期阻断在S期；处理的时间应控制在不短于G_1+G_2+M期时长。

2.正常处理应该如何进行（从处理的方法和处理的时长两方面考虑），才能使细胞群中的细胞分裂均处于G_1、G_2或M期？

提示：正常处理应该是指去除TdR，并且处理时长应大于S期且小于G_1+G_2+M期时长，这样停滞在S期的细胞可继续进行分裂，并均处于G_1、G_2或M期。

3.经过上述三次处理后，能够使所有细胞实现细胞周期同步化，并且都应停滞在细胞周期的哪两个时期的交界处？

提示：G_1/S。

学习总结

细胞周期同步化的方法

在一般培养条件下，群体中的细胞处于不同的细胞周期时相中。为了研究某一时相细胞的代谢、增殖、基因表达或凋亡，需采取一些方法使细胞处于细胞周期的同一时相，这就是细胞周期同步化技术。其方法如下：

（1）DNA合成阻断法：用TdR（胸腺嘧啶脱氧核苷）等DNA合成抑制剂特异性地抑制DNA合成，而不影响处于其他时期细胞的运转，最终可将细胞群阻断在G_1/S期交界处。

（2）中期阻断法：秋水仙素能抑制纺锤体的形成，使细胞周期被阻断在中期，实现细胞周期同步化。常用的药物有秋水仙素和秋水仙酰胺，后者毒性较低。秋水仙素的作用是可逆的，当生物体内的秋水仙素被代谢降解后其作用消失，不再抑制微管和纺锤体形成，细胞可继续分裂。

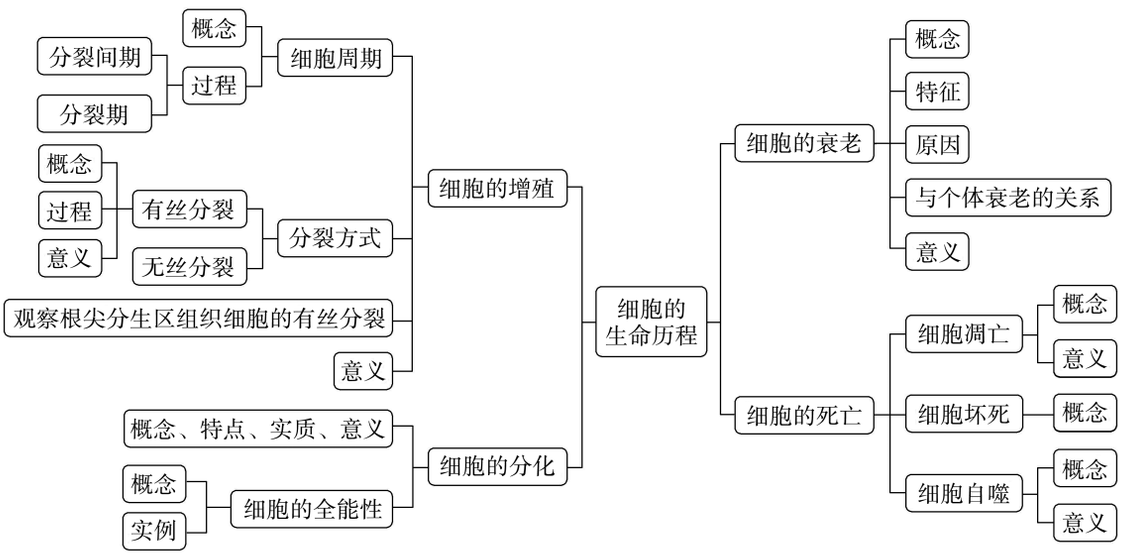
（3）有丝分裂摇落法：处于有丝分裂分裂期的细胞与培养皿的附着性低，此时轻轻振荡，M期（分裂期）细胞脱离器壁，悬浮于培养液中，收集培养液，再加入新鲜培养液，按照此方法继续收集，则可获得一定数量的中期细胞。优点是操作简单，同步化程度高，细胞不受药物伤害；缺点是获得的细胞数量较少（分裂细胞占1%～2%），只能应用在贴壁细胞中。

（4）营养限制法：在细胞全营养培养液中降低或剥夺某种营养物质，从而使细胞分裂暂停在某一时期（如G_1期）的细胞同步化方法。其中常用的方法有血清饥饿法和氨基酸饥饿法。血清饥饿法是通过降低培养液中的血清浓度，使培养细胞因缺乏血清生长因子而不能分裂，一定时间后再加入血清，细胞就开始同步生长分裂了。

★★★

重·构·拓·展

多维体系构建



学科视野拓展

关注我国人口老龄化问题

人口老龄化是指总人口中因年轻人口数量减少、年长人口数量增加而导致的老年人口比例相应增长的社会状态，原因是人口生育率降低和人均寿命延长。当一个国家或地区60岁以上老年人口占人口总数的10%，或65岁以上老年人口占人口总数的7%，即意味着这个国家或地区处于老龄化社会。

2017年10月18日，习近平总书记在党的十九大报告中指出，积极应对人口老龄化。2019年11月，中共中央、国务院印发了《国家积极应对人口老龄化中长期规划》。2021年5月11日，第七次全国人口普查结果显示，中国60岁及以上人口占比超18%，人口老龄化程度进一步加深。

◇**思考**

请从细胞生命历程的角度，联系生活实际，为延缓个体衰老提出2～3条生活建议。

单元测试卷（五）

（考查范围：第6章　时间：75分钟　分值：100分）

一、选择题：本题共15小题，每小题3分，共45分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 下列关于细胞分裂和细胞生长的叙述，正确的是（　　）

A. 无丝分裂过程中不出现染色体和纺锤丝，也不发生遗传物质的复制和分配

B. 真核细胞分裂的主要方式是有丝分裂，原核细胞分裂的主要方式是无丝分裂

C. 细胞核与细胞质的比例关系是限制细胞体积不能无限长大的原因

D. 细胞生长使细胞的表面积与体积之比变大，物质运输效率提高

C　**解析**：无丝分裂过程中虽然不出现纺锤丝和染色体的变化，但仍发生遗传物质的复制和分配，A错误；真核细胞分裂的方式包括有丝分裂、无丝分裂和减数分裂，有丝分裂是主要的分裂方式，原核细胞的分裂方式为二分裂，B错误；细胞中细胞核所控制的范围有限，故细胞核与细胞质的比例关系是限制细胞体积不能无限长大的原因之一，C正确；细胞生长使细胞的表面积与体积之比变小，物质运输效率降低，D错误。

2. 根据增殖情况，高等动物细胞可大体分为三类：①周期细胞，这类细胞始终保持活跃的分裂能力，连续进入细胞周期循环；②G_0期细胞，这类细胞暂时脱离细胞周期，执行特定的生物学功能，在某种刺激下，这些细胞能重新进入细胞周期；③终末分化细胞，这类细胞高度分化，终生不再分裂。下列相关说法正确的是（　　）

A. 造血干细胞属于周期细胞，心肌细胞属于终末分化细胞

B. 同一个体的G_0期细胞和终末分化细胞遗传物质不同

C. 三类细胞的寿命为周期细胞＞G_0期细胞＞终末分化细胞

D. 若某周期细胞有丝分裂时未形成纺锤体，则分裂停滞在分裂间期

A　**解析**：造血干细胞始终保持活跃的分裂能力，能连续进入细胞周期循环，属于周期细胞，心肌细胞高度分化，属于终末分化细胞，A正确；同一个体的G_0期细胞和终末分化细胞都是由同一个受精卵分裂、分化而来的细胞，遗传物质相同，B错误；细胞的寿命与分裂能力之间没有对应关系，因此无法判断这三种细胞的寿命长短，C错误；纺锤体形成于分裂期的前期，因此若某周期细胞有丝分裂时未形成纺锤体，则分裂停滞在分裂期，D错误。

3. 下表是三种细胞的细胞周期持续时间，以下叙述正确的是（　　）

细胞类型	分裂间期/h	分裂期/h
①蚕豆根尖分生区细胞	15.3	2.0
②小鼠十二指肠上皮细胞	T_1	T_2
③人的肝细胞	21.0	1.0

A. ①和②的中心粒发出星射线形成纺锤体

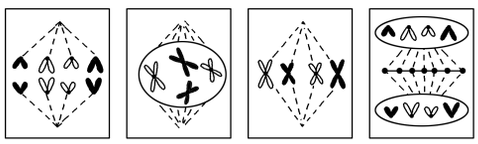
B. ①的分裂期进行细胞周期相关蛋白质的合成

C. ②中$T_1 \leqslant T_2$，末期细胞中赤道板的位置会出现细胞板

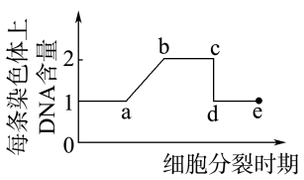
D. ③中分裂期细胞数所占比例低于4.7%

D　**解析**：①是高等植物细胞，②是动物细胞，高等植物细胞由细胞两极发出纺锤丝形成纺锤体，而动物细胞由中心粒发出星射线形成纺锤体，A错误；细胞周期相关蛋白质的合成发生在分裂间期，而不是分裂期，B错误；②是动物细胞，无细胞壁，故末期细胞中赤道板的位置不会出现细胞板，且$T_1 > T_2$，C错误；③为人的肝细胞，进行有丝分裂时分裂间期所用时间为21.0 h，分裂期所用时间为1.0 h，分裂期细胞数所占比例为$1 \div 22 \approx 4.5\%$，低于4.7%，D正确。

4. 图甲表示某高等植物细胞处于有丝分裂不同时期的细胞图像，图乙表示不同分裂时期每条染色体上DNA含量的变化，下列说法错误的是（　　）



甲



乙

A.动物细胞有丝分裂过程与图甲主要区别是B、D时期

B.图甲中的B时期，每条染色体含有两个相同的DNA分子

C.图乙中ab段表示核DNA的含量加倍而染色体数量不变

D.图乙的cd段对应图甲中D时期，此时无姐妹染色单体

D　**解析**：动物与植物细胞有丝分裂的主要区别在前期(B)和末期(D)，A正确；图甲中的B时期，每条染色体含有两条染色单体，所以有两个相同的DNA分子，B正确；图乙中ab段每条染色体上的DNA分子由1个变为2个，发生了DNA的复制，DNA含量加倍，而染色体数量不变，C正确；图乙cd段对应A时期，D错误。

5. 下图是某高等动物的细胞有丝分裂某些时期的图像。下列叙述错误的是　　(　　)

甲　　乙　　丙

A.甲处于细胞分裂的前期，星射线构成了纺锤体

B.乙处于细胞分裂的后期，含有2组中心体

C.丙处于细胞分裂的中期，含有8条染色单体

D.三个细胞中染色体数∶染色单体数∶核DNA数都为1∶2∶2

D　**解析**：甲细胞中染色体散乱排布，处于有丝分裂前期，此时星射线构成了纺锤体，A正确；乙细胞发生了着丝粒分裂，姐妹染色单体分离，处于有丝分裂后期，细胞中含有2组中心体，B正确；丙细胞中所有染色体着丝粒排列在赤道板上，处于有丝分裂中期，此时细胞中有4条染色体，8条染色单体，C正确；乙细胞中没有染色单体，甲、丙细胞染色体数∶染色单体数∶核DNA数都为1∶2∶2，D错误。

6. 在高等动物的体细胞分裂时，其遗传物质的分配存在“染色体非随机分配”现象：DNA无损伤的染色体移向一个子细胞，而DNA有损伤的染色体都被“隔离”到另一个子细胞，后者细胞周期阻滞并出现死亡现象。下列叙述错误的是　　(　　)

A.DNA损伤可发生在有丝分裂过程中

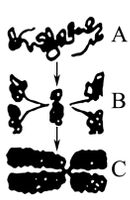
B.“染色体非随机分配”现象依赖于星射线的牵引

C.“染色体非随机分配”现象有利于维持生物体细胞遗传物质的稳定

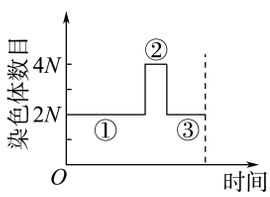
D.DNA损伤的细胞死亡不受遗传物质的控制

D　**解析**：根据题干“在高等动物的体细胞分裂时”，可推测DNA损伤可发生在有丝分裂过程中，A正确；在高等动物的体细胞分裂过程中，星射线牵引着染色体移向细胞的两极，因此“染色体非随机分配”依赖于星射线的牵引，B正确；“染色体非随机分配”现象可以减少DNA有损伤的细胞的存在，有利于维持生物体细胞遗传物质的稳定，C正确；DNA损伤的细胞死亡受遗传物质的控制，D错误。

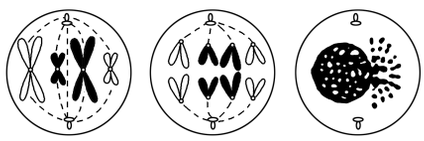
7. 下图表示某真核生物细胞有丝分裂的相关图像。图Ⅰ表示在分裂过程中某种结构的变化，图Ⅱ表示分裂过程中一个细胞中染色体数目的变化，图Ⅲ表示部分细胞的分裂示意图。以下相关叙述正确的是　　(　　)



Ⅰ



Ⅱ



Ⅲ

A.图Ⅲ中的乙细胞时期，着丝粒在纺锤丝的牵引下一分为二

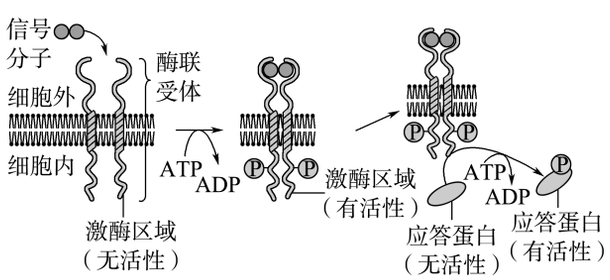
B.图Ⅱ②时期染色体数目暂时加倍

C.该细胞有丝分裂末期将形成细胞板，高尔基体在此过程中发挥重要作用

D.该细胞有丝分裂过程与低等植物细胞的区别主要体现在有丝分裂的前期

B　**解析**：图Ⅲ中的乙细胞时期，着丝粒一分为二，染色体数目加倍，而着丝粒一分为二的过程是自行发生的，与纺锤丝的牵引没有关系，子染色体移向细胞两极与纺锤丝的牵引有关，A 错误；图Ⅱ②时期是有丝分裂后期，着丝粒分裂，姐妹染色单体分开形成子染色体，染色体数目暂时加倍，B 正确；由图Ⅲ可知，该细胞为动物细胞，动物细胞在有丝分裂末期不会出现细胞板，C 错误；低等植物细胞含中心体，有丝分裂前期形成纺锤体的方式与动物细胞相同，两种细胞的区别主要体现在有丝分裂的末期，D 错误。

8.在多细胞生物体的发育过程中，细胞的分化及其方向是由细胞内外信号分子共同决定的。某信号分子诱导细胞分化的部分应答通路如图。下列叙述正确的是（　　）



A.细胞对该信号分子的特异应答，依赖于细胞内的相应受体

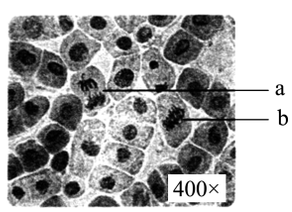
B.酶联受体是细胞膜上的蛋白质，具有识别、运输和催化作用

C.ATP 水解释放的磷酸分子与靶蛋白结合，使其磷酸化而有活性

D.活化的应答蛋白通过影响基因的表达，最终引起细胞定向分化

D　**解析**：细胞对该信号分子的特异应答，依赖于细胞外侧的酶联受体，A 错误；酶联受体位于细胞膜上，化学本质是蛋白质，能识别相应的信号分子，磷酸化的酶联受体具有催化作用，但不具有运输作用，B 错误；ATP 水解产生 ADP 和磷酸基团，磷酸基团与其他物质如靶蛋白结合，使其磷酸化而有活性，C 错误；细胞分化的实质是基因的选择性表达，故活化的应答蛋白通过影响基因的表达，最终引起细胞定向分化，D 正确。

9.（2022·湖南卷改编）洋葱根尖细胞染色体数为 8 对，细胞周期约 12 小时。观察洋葱根尖细胞有丝分裂，拍摄照片如图所示。下列分析正确的是（　　）



A.a 为分裂后期细胞，共有 32 条染色单体

B.b 为分裂中期细胞，含染色体 16 条、核 DNA 分子 32 个

C.根据图中中期细胞数的比例，可计算出洋葱根尖细胞分裂中期时长

D.根尖培养过程中用 DNA 合成抑制剂处理，分裂间期细胞所占比例降低

B　**解析**：题图为洋葱根尖细胞的有丝分裂图，a 为分裂后期细胞，此时着丝粒已分裂，没有染色单体，A 错误；b 细胞着丝粒整齐排列在赤道板上，细胞处于有丝分裂中期，洋葱根尖细胞染色体数为 8 对（16 条），有丝分裂中期染色体数目与体细胞相同，但核 DNA 分子数目加倍，故 b 细胞含染色体 16 条，核 DNA 分子 32 个，B 正确；各时期细胞数目所占比例与其在分裂周期中所占时间呈正相关，故已知细胞周期时间，根据各时期细胞数目所占比例可计算各时期的时间，但应统计多个视野中的比例，题图中只有一个视野，无法准确推算，C 错误；分裂间期的 S 期进行 DNA 分子复制，若根尖培养过程

中用 DNA 合成抑制剂处理，细胞停滞在分裂间期，故分裂间期细胞所占比例升高，D 错误。

10. 骨髓基质细胞是骨髓中的干细胞，经诱导可以生成心肌细胞、成骨细胞、神经细胞等。脑缺血会造成局部脑神经细胞的不可逆损伤，甚至死亡。运用干细胞疗法有可能实现对脑缺血引起的受损伤神经细胞的结构与功能的修复和重建。下列相关叙述错误的是（　　）

A. 骨髓基质细胞生成不同类型细胞的过程中既有细胞增殖也有细胞分化

B. 骨髓基质细胞生成不同类型细胞的过程中细胞核基因的种类没有改变

C. 利用干细胞疗法治愈患者，可体现出动物细胞的细胞核具有全能性

D. 心肌细胞、成骨细胞和神经细胞的细胞质中的 mRNA，既有相同的又有不同的

C　**解析**：骨髓基质细胞是骨髓中的干细胞，通过细胞增殖和分化可以生成心肌细胞、成骨细胞、神经细胞等，因此，骨髓基质细胞生成不同类型细胞的过程中既有细胞增殖也有细胞分化，A 正确；骨髓基质细胞经过增殖和分化过程生成不同类型细胞，细胞增殖和分化过程中遗传物质不变，因此骨髓基质细胞生成不同类型细胞的过程中细胞核基因的种类没有改变，B 正确；利用干细胞疗法治愈患者，没有体现出动物细胞的细胞核具有全能性，因为该过程没有分化出各种细胞或形成新的个体，C 错误；心肌细胞、成骨细胞和神经细胞是细胞分化形成的，细胞分化是基因选择性表达的结果，因此心肌细胞、成骨细胞和神经细胞的细胞质中的 mRNA，既有相同的又有不同的，D 正确。

11.（2023·海南卷）根边缘细胞是从植物根冠上游离下来的一类特殊细胞，可合成并向胞外分泌多种物质形成黏胶层。用 DNA 酶或蛋白酶处理黏胶层会使其厚度变薄。将物质 A 加入某植物的根边缘细胞悬液中，发现根边缘细胞的黏胶层加厚，细胞出现自噬和凋亡现象。下列有关叙述错误的是（　　）

A. 根边缘细胞黏胶层中含有 DNA 和蛋白质

B. 物质 A 可导致根边缘细胞合成胞外物质增多

C. 根边缘细胞通过自噬可获得维持生存所需的物质和能量

D. 物质 A 引起的根边缘细胞凋亡，是该植物在胚发育时期基因表达的结果

D　**解析**：物质 A 引起细胞凋亡是在外界不良环境下引起的，不是在胚发育时期基因表达的结果，D 错误。

12. 葡萄糖饥饿和缺氧压力使细胞中自由基（ROS）水平上升，激活自噬通路蛋白（Beclin1）磷酸化，阻碍 Beclin1 和 Bcl-2 结合，从而诱导细胞自噬。包裹损伤线粒体的双层膜结构称为自噬体，其与溶酶体融合后可降解受损的线粒体，维持细胞稳态。下列说法错误的是（　　）

A. ROS 可攻击线粒体的 DNA 和蛋白质，引起线粒体损伤

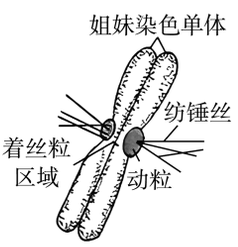
B. 当 Beclin1 和 Bcl-2 结合后，可诱导细胞自噬现象的发生

C. 溶酶体内的水解酶可水解线粒体，维持细胞生存所需的物质和能量

D. 激烈的细胞自噬可能诱导细胞凋亡，甚至个体死亡

B　**解析**：ROS 作为自由基可攻击细胞中具有正常功能的物质和结构，因此，其可攻击线粒体的 DNA 和蛋白质，引起线粒体损伤，A 正确；Beclin1 和 Bcl-2 结合被阻碍，从而诱导细胞自噬，据此可推测，当 Beclin1 和 Bcl-2 结合后，可抑制细胞自噬现象的发生，B 错误；溶酶体中含有多种水解酶，其内的水解酶可水解衰老、损伤的线粒体，为细胞生存提供所需的物质和能量，C 正确；激烈的细胞自噬可能诱导细胞凋亡，甚至个体死亡，D 正确。

13. 细胞有丝分裂过程中，纺锤丝通过动粒附着在着丝粒区域，姐妹染色单体均附着于纺锤丝上，这被称为双定向作用（如图所示）。若该作用出现异常，则有丝分裂会暂停。下列叙述错误的是（　　）



A.染色体数目的加倍与双定向作用存在因果关系

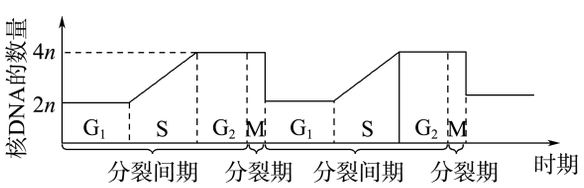
B.若双定向作用异常，则有丝分裂时细胞内染色体可能无法移向细胞两极

C.细胞有丝分裂过程中的双定向作用异常，会影响细胞周期的完整性

D.蛙的红细胞的无丝分裂过程中不存在双定向作用

A　**解析**：染色体数目的加倍是着丝粒分裂的结果，与双定向作用不存在因果关系，A错误；由题中信息可知，双定向作用中姐妹染色单体均附着于纺锤丝上，且有丝分裂后期染色体向细胞两极移动需要纺锤丝的牵引，推测双定向作用异常时，有丝分裂后期细胞内染色体可能无法移向细胞两极，B正确；由题中信息可知，若双定向作用出现异常，则有丝分裂不能继续进行，故细胞有丝分裂过程中的双定向作用异常会影响细胞周期的完整性，C正确；双定向作用与纺锤丝和染色体有关，而蛙的红细胞的无丝分裂过程中没有出现纺锤丝和染色体的变化，故蛙的红细胞的无丝分裂过程中不存在双定向作用，D正确。

14. 某种连续分裂的动物细胞，细胞周期如图所示，包括G_1期（8 h）、S期（8 h）、G_2期（6 h）和M期（2 h）。现有该种细胞若干，为使所有细胞处于细胞周期同一时相，需按如下步骤操作：①在培养液中添加过量TdR（一种DNA合成抑制剂），培养细胞足够时间；②去除TdR，培养细胞10 h；③再次添加过量TdR，培养细胞足够时间。下列叙述错误的是（　　）



A.操作①后，原处于S期的细胞停滞于S/G_2交界处

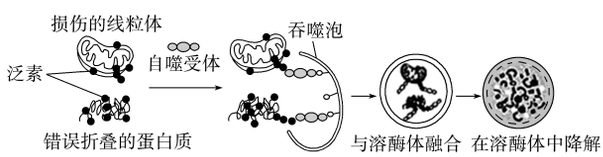
B.操作①后，原处于M期的细胞停滞于G_1/S交界处

C.操作②后，培养液中没有处于S期的细胞

D.操作③后，所有细胞都停滞于G_1/S交界处

A　**解析**：操作①在培养液中添加过量TdR（一种DNA合成抑制剂），培养细胞足够时间后，原处于S期的细胞被抑制，停滞于S期，原处于M期的细胞沿着细胞周期运转，最后停在G_1/S交界处，A错误，B正确；操作②去除TdR，培养细胞10 h，使所有被积累在G_1/S期和停留在S期（8 h）的细胞都通过S期，C正确；操作③，再次添加过量TdR，培养细胞足够时间，细胞群体沿着G_2、M和G_1期运转，最终被阻滞在G_1/S交界处，D正确。

15. 细胞自噬是细胞成分降解和回收利用的基础，对生物的生长发育有重要意义。泛素是一种真核细胞内的多肽，细胞中错误折叠的蛋白质或损伤的细胞器被泛素标记后最终会被溶酶体降解，以维持细胞内部环境的稳定，其机制如图所示。下列相关叙述错误的是（　　）



A.溶酶体中的酸性水解酶会降解溶酶体膜蛋白

B.吞噬泡与溶酶体融合依赖膜蛋白和膜磷脂的运动

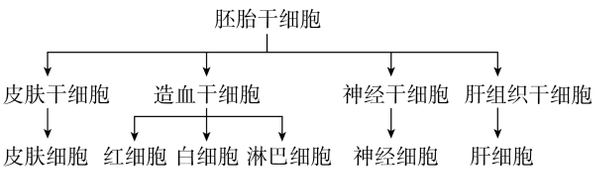
C.细胞衰老后，被溶酶体降解的线粒体等细胞器增多

D.长期缺乏营养物质时，细胞自噬增强以提供物质和能量

A　**解析**：由于溶酶体膜经过特殊修饰导致溶酶体中的酸性水解酶不会降解溶酶体膜蛋白，A错误；吞噬泡与溶酶体融合依赖膜的流动性，而膜的流动性建立在膜蛋白和膜磷脂的运动上，B正确；细胞进入衰老时期后，损伤的线粒体增多，从而使被溶酶体降解的线粒体增多，C正确；受损或功能退化的细胞结构等通过溶酶体降解后再利用，能为细胞提供物质和能量，在长期饥饿或不利条件下，细胞自噬会增强以提供物质和能量，D正确。

二、非选择题：本题共5小题，共55分。

16.（10分）下图为哺乳动物的胚胎干细胞分化的示意图。请据图回答下列问题：



(1)在机体内,皮肤干细胞分化成皮肤细胞是机体细胞中基因_____的结果。

(2)某患者不能产生正常的白细胞,通过骨髓移植可以达成治疗的目的。骨髓移植的实质是将图中的_____细胞移植到患者体内。

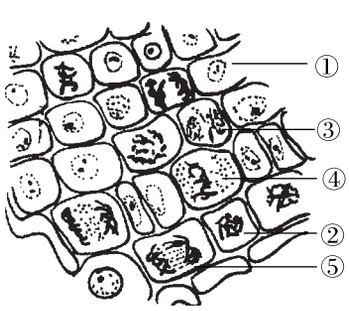
(3)若要克隆某种哺乳动物,从理论上分析,红细胞、白细胞、皮肤细胞、神经细胞中不能选为供体细胞的是成熟的_____,其原因是_____。

(4)若某药物可抑制肝肿瘤细胞DNA的复制,使用该药物可使肝肿瘤细胞停留于细胞周期的_____期。

解析:(1)细胞分化是基因选择性表达的结果。(2)骨髓是人体的造血组织,其中存在造血干细胞,骨髓移植的实质是将题图中的造血干细胞移植到患者体内。(3)克隆某种哺乳动物需要供体提供细胞核,而成熟的红细胞没有细胞核,所以不能作为供体。(4)DNA分子的复制在细胞分裂间期进行,若某药物可抑制DNA复制,则使用该药物可使细胞周期停留在分裂间期。

答案:(1)选择性表达　(2)造血干　(3)红细胞　成熟的红细胞中无细胞核　(4)分裂间

17.(12分)下图是植物细胞在显微镜下的有丝分裂过程图像,分析回答下列问题:



(1)填写①～⑤各属于什么时期:

①_____,②_____,③_____,④_____,⑤_____。

(2)从分子水平看,分裂间期细胞的主要变化是_____。

(3)细胞核中出现染色体是在_____期。该时期的每一条染色体包括_____。

(4)观察和计数染色体的最佳时期是_____期。着丝粒分裂发生在_____期。染色体数加倍发生在_____期。

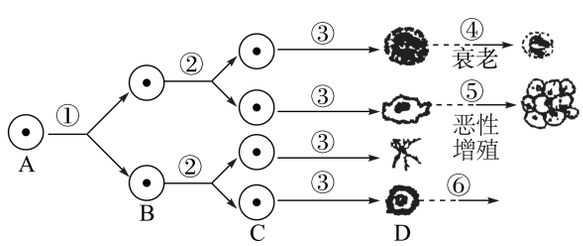
解析:识别细胞分裂各时期图像,应掌握各分裂时期的主要特征,分裂间期①主要特征是核膜完整、核质均匀、核仁清楚。应注意此时期细胞貌似"静止",但从分子水平看,细胞内部正发生着复杂的变化,即完成DNA分子的复制和有关蛋白质的合成。前期②主要特征是细胞核中出现染色体,同时核仁逐渐解体,核膜逐渐消失。中期④主要特征是染色体的着丝粒规则地排列在细胞中央的赤道板上,此时期的染色体形态、数目最清晰,是观察和计数的最佳时期。后期⑤主要变化是着丝粒分裂,姐妹染色单体分开,染色体数加倍,同时,纺锤丝收缩,牵引两套染色体分别移向两极。末期③的主要特征是染色体恢复成染色质状态,同时出现新的核膜、核仁,形成两个新的细胞核,在植物细胞中,末期还可看到细胞板的出现以及细胞壁的形成。

答案:(1)分裂间期　前期　末期　中期　后期

(2)完成DNA分子的复制和有关蛋白质的合成

(3)前　两条姐妹染色单体,二者由一个共同的着丝粒连接着　(4)中　后　后

18.(11分)下图表示某种动物细胞的生命历程,请回答有关问题:



(1)①③所示的变化,在生物学上分别称为_____。

(2)④过程中细胞除细胞核体积增大外,细胞膜发生的变化是_____。

(3)若D是胰腺细胞,用含^{18}O标记的氨基酸培养液培养D细胞,结果发现在合成分泌蛋白的过程中产生了$H_2{}^{18}O$,则$H_2{}^{18}O$的生成部位是_____。该胰腺细胞是否具有增殖能力?_____,为什么?_____。

(4)白血病患者常用异体骨髓移植的方法获得新的造血干细胞D，新的D细胞的生命历程为_____。

(5)若D是某种哺乳动物成熟的红细胞，为证明药液X会抑制红细胞对Ca^{2+}的吸收，可通过下面的实验进行验证：

①配制含Ca^{2+}的红细胞培养液，并均等分为甲、乙两组，分别加入成熟的红细胞，测定培养液中Ca^{2+}含量。

②_____，在适宜条件下培养一段时间。

③测定甲、乙两组细胞培养液中的Ca^{2+}含量。

解析：(1)①②为细胞增殖，③为细胞分化。(2)衰老细胞除细胞核体积增大外，细胞膜发生的变化是通透性改变，物质运输能力降低。(3)蛋白质的合成是在核糖体上进行的，合成方式为氨基酸的脱水缩合，所以$H_2{}^{18}O$的生成部位是核糖体；胰腺细胞是高度分化的细胞，正常情况下不具有增殖能力。(4)造血干细胞可以增殖、分化产生新的白细胞、红细胞和血小板(或增殖、分化产生新的各种血细胞)。(5)设计实验要遵循单一变量原则和对照原则。

答案：(1)细胞增殖、细胞分化　(2)通透性改变，物质运输能力降低　(3)核糖体　不具有　细胞已高度分化　(4)增殖、分化产生新的白细胞、红细胞和血小板(或增殖、分化产生新的各种血细胞)　(5)②甲组加入药液X，乙组加入等量的生理盐水

19.(10分)真核细胞中，细胞周期检验点是细胞周期调控的一种机制，检验点通过细胞的反馈信号来启动或推迟进入下一个时期。三种常见检验点的功能如下：

检验点	功能
A	评估细胞大小
B	评估DNA是否准确复制
C	评估纺锤体是否正确组装

(1)细胞周期是指_____。

(2)检验点A决定细胞是否进行分裂，若通过了检验点A，细胞开始进行分裂，据此推测，此时检验点A接收的反馈信号是_____。检验点B与检验点A发生的先后顺序为_____。

(3)通过检验点B后，细胞中染色体与核DNA的数量比变为_____。从检验点B到检验点C，细胞内染色质丝发生的变化为_____。

(4)检验点C还可评估纺锤丝是否与着丝粒正确连接，则此检验点对有丝分裂的重要作用是_____。

解析：(1)细胞周期是指连续分裂的细胞，从一次分裂完成时开始，到下一次分裂完成时为止，包括分裂间期和分裂期。(2)检测点A的功能是评估细胞大小，当细胞体积增大到一定程度时，细胞开始分裂，因此检验点A接受的反馈信号是细胞体积增大到一定程度。DNA复制后才能进行细胞分裂，因此检验点B与检验点A发生的先后顺序为先B后A。(3)DNA复制后每条染色体上含有两条染色单体，每条染色单体含有一个DNA分子，因此通过检验点B后，细胞中染色体与核DNA的数量比变为1∶2。纺锤体形成在有丝分裂的前期，进入前期的细胞染色质丝逐渐螺旋缩短变粗，形成光学显微镜下可见的染色体。所以从检验点B到检验点C，细胞内染色质丝发生的变化为染色质丝螺旋缠绕，缩短变粗，成为染色体。(4)纺锤丝与着丝粒准确连接，可保证在后期着丝粒分裂后染色体均分到细胞两极。

答案：(1)连续分裂的细胞，从一次分裂完成时开始，到下一次分裂完成时为止　(2)细胞体积增大到一定程度　先B后A　(3)1∶2　染色质丝螺旋缠绕，缩短变粗，成为染色体　(4)确保复制后的染色体均分到细胞两极

20.(12分)图1是细胞有丝分裂示意图，图2是细胞有丝分裂过程中染色体数目变化曲线图，图3表示在低倍显微镜视野中看到的洋葱根尖细胞。请据图回答下列问题：

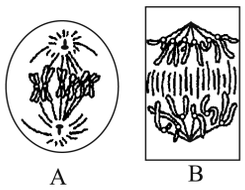


图1

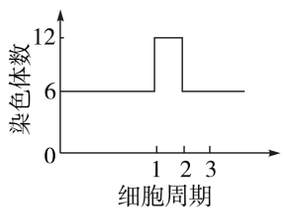


图2

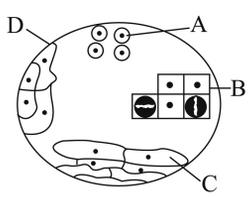


图3

(1)图 1 中的 A 表示的是_____(填生物类别)细胞进行有丝分裂的_____期。此时细胞中有_____个核 DNA 分子,_____条染色单体。

(2)图 1 中的 B 表示的有丝分裂过程相当于图 2 中曲线的哪一段?_____。该生物的体细胞中有_____条染色体。

(3)用胰蛋白酶处理染色体后,剩余的细丝状结构是_____。

(4)图 3 中属于分生区细胞的是_____(填图中字母)。换用高倍物镜观察前,若要使分生区细胞移至视野中央,应将装片向_____方移动。

(5)在观察植物细胞有丝分裂实验中,要对实验材料(洋葱根尖)进行染色,染色主要是让细胞内的_____染上颜色(紫色或红色),便于观察清楚。甲紫溶液和醋酸洋红液都是_____性染料。

(6)观察洋葱根尖细胞的有丝分裂时,剪取 2～3 mm 根尖,立即放入解离液中解离,其目的是_____。

解析:(1)图 1 中 A 图细胞没有细胞壁,并且由中心体发出星射线形成纺锤体,每条染色体的着丝粒排列在细胞中央的赤道板上,表示动物细胞有丝分裂中期图。该细胞含有 6 条染色体,12 条染色单体,12 个核 DNA 分子。(2)图 1 中的 B 图发生了着丝粒分裂,染色体向细胞两极移动,表示植物细胞有丝分裂后期图,对应图 2 中 1～2 段;此时细胞中具有 12 条染色体,是体细胞的 2 倍,因此该生物的体细胞中有6 条染色体。(3)染色体主要是由蛋白质和 DNA 组成的,用胰蛋白酶处理染色体后,染色体上的蛋白质被分解,因此剩余的细丝状结构主要是 DNA。(4)分生区细胞呈正方形,并且细胞排列紧密,因而图 3 中 B 属于分生区细胞。此时分生区细胞位于视野的右侧,由于显微镜下观察到的是倒立的虚像,因此要将分生区细胞移到视野的中央,应该向右方移动装片。(5)观察植物细胞有丝分裂实验中,要将实验材料(洋葱根尖)进行染色,甲紫溶液和醋酸洋红液都是碱性染料,能让细胞内的染色质(或染色体)着色。(6)观察洋葱根尖细胞的有丝分裂时,解离的目的是使组织细胞相互分离开来。

答案:(1)动物　中　12　12　(2)1～2　6　(3)DNA　(4)B　右　(5)染色质(或染色体)　碱　(6)使组织细胞相互分离开来