点金训练

教师用书

生物学

选择性必修1
稳态与调节

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　人体的内环境与稳态

○单元概览 …… 1
○探究构建　第 1 节　细胞生活的环境 …… 2
　　第 2 节　内环境的稳态 …… 7
○迁移应用　活动　深度理解细胞通过内环境与外界环境进行物质交换 …… 14
○重构拓展 …… 16

第 2 章　神经调节

○单元概览 …… 23
○探究构建　第 1 节　神经调节的结构基础 …… 24
　　第 2 节　神经调节的基本方式 …… 29
　　第 3 节　神经冲动的产生和传导 …… 34
　　第 1 课时　兴奋在神经纤维上的传导 …… 34
　　第 2 课时　兴奋在神经元之间的传递 …… 39
　　专项提升课　兴奋传导与传递的相关实验探究 …… 45
　　第 4 节　神经系统的分级调节 …… 47
　　第 5 节　人脑的高级功能 …… 52
○迁移应用　活动　突触对于维持神经系统结构和功能的重要作用 …… 57
○重构拓展 …… 59

第 3 章　体液调节

○单元概览 …… 68
○探究构建　第 1 节　激素与内分泌系统 …… 69
　　第 2 节　激素调节的过程 …… 75
　　第 1 课时　血糖调节 …… 75
　　第 2 课时　甲状腺激素的调节 …… 80
　　第 3 节　体液调节与神经调节的关系 …… 85
　　第 1 课时　体液调节与神经调节的比较及体温调节 …… 85
　　第 2 课时　水盐平衡调节及体液调节与神经调节的相互关系 … 89
　　专项提升课　动物生命活动调节模型 …… 94
○迁移应用　活动　深度理解信息分子的作用机制 …… 96
○重构拓展 …… 98
期中质量评估 …… 107

第 4 章　免疫调节

○单元概览…… 114

○探究构建　第 1 节　免疫系统的组成和功能…… 115

第 2 节　特异性免疫…… 120

第 1 课时　体液免疫…… 120

第 2 课时　细胞免疫…… 125

第 3 节　免疫失调…… 130

第 4 节　免疫学的应用…… 136

○迁移应用　活动　深度理解树突状细胞在免疫调节中的作用…… 141

○重构拓展…… 143

第 5 章　植物生命活动的调节

○单元概览…… 152

○探究构建　第 1 节　植物生长素…… 153

第 1 课时　生长素的合成、运输与分布 …… 153

第 2 课时　生长素的生理作用和应用…… 159

第 2 节　其他植物激素…… 163

第 3 节　植物生长调节剂的应用…… 168

第 4 节　环境因素参与调节植物的生命活动…… 174

○迁移应用　活动　深度理解光照对植物生命活动的调控 …… 180

○重构拓展…… 182

期末质量评估…… 191

第1章

人体的内环境与稳态

单元概览

探究人体内环境的稳态

“朝晖夕阴,气象万千。”受季节更替、气候变化和地域影响,人体所处的外界环境不断发生着变化,但人体能够通过自身的调节作用,维持内环境的稳定状态,从而为细胞进行生命活动提供相对稳定的环境条件。

内环境的相对稳定是机体细胞进行正常生命活动的必要条件。什么是内环境?内环境与机体细胞有着怎样的关系?机体通过哪些调节才能维持内环境的相对稳定?

核心概念

概念 1　生命个体的结构与功能相适应,各结构协调统一共同完成复杂的生命活动,并通过一定的调节机制保持稳态

1.1　内环境为机体细胞提供适宜的生存环境,机体细胞通过内环境与外界环境进行物质交换。

1.1.1　说明血浆、组织液和淋巴等细胞外液共同构成高等动物细胞赖以生存的内环境。

1.1.2　阐明机体细胞生活在内环境中,通过内环境与外界环境进行物质交换,同时也参与内环境的形成和维持。

1.1.3　简述机体通过呼吸、消化、循环和泌尿等系统参与内、外环境间的物质交换。

1.2　内环境的变化会引发机体的自动调节,以维持内环境的稳态。

1.2.1　以血糖、体温、pH 和渗透压等为例,阐明机体通过调节作用保持内环境的相对稳定,以保证机体的正常生命活动。

1.2.2　举例说明机体不同器官、系统协调统一地共同完成各项生命活动,是维持内环境稳态的基础。

学习目标

1.基于对人体内环境稳态的理解,说明血浆、组织液和淋巴液等细胞外液共同构成机体细胞赖以生存的内环境。

2.概述机体通过呼吸、消化、循环、泌尿等系统参与内、外环境间的物质交换,说明稳态由机体所有细胞乃至器官、系统共建、共享。

3.能够尝试选用不同的生物材料,设计实验,模拟生物体维持 pH 的稳定。

4.基于稳态失调相关实例的分析,养成自我保健的意识和习惯,宣传健康生活知识。

★★★

探·究·构·建

第1节　细胞生活的环境

学习任务目标

1.运用系统观和稳态与平衡观，认识血浆、组织液和淋巴液共同构成内环境；说明内环境的理化性质。

2.运用图示和模型等方法阐释内环境为机体细胞提供适宜的生存环境并与外界环境进行物质交换。

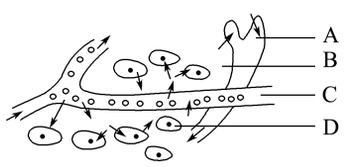
○ 问题式预习 ○

一、体内细胞生活在细胞外液中

1.体液

(1)概念：人体内含有的大量以水为基础的液体。

(2)组成



①[A]淋巴液、[B]组织液和[C]血浆三种液体合称为细胞外液，由细胞外液构成的液体环境叫作内环境，占体液的比例约为1/3。

②[D]细胞内液占体液的比例约为2/3。

③体液包括A、B、C、D(填图中字母)。

2.内环境

(1)内环境各成分及细胞内液的关系

①血浆

组织液、淋巴液 —来源→ 血浆 —去向→ 组织液

②组织液

血浆、细胞内液 —来源→ 组织液 —去向→ 细胞内液、淋巴液、血浆

③淋巴液

组织液 —来源→ 淋巴液 —去向→ 血浆

(2)将下列细胞与其生活的内环境连接起来。

①心肌细胞	a.组织液、血浆
②毛细血管壁细胞	b.组织液、淋巴液
③毛细淋巴管壁细胞	c.淋巴液、血浆
④红细胞	d.组织液
⑤淋巴细胞	e.血浆

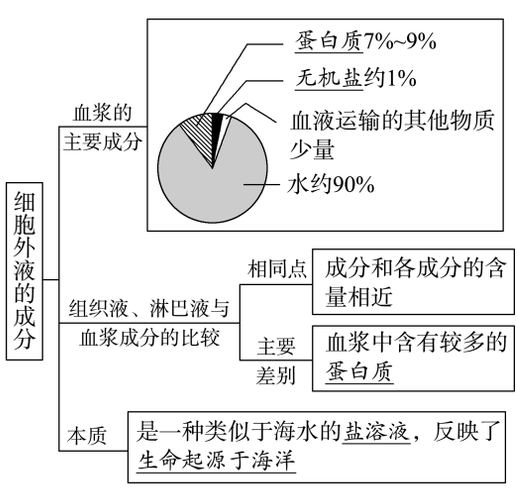
答案：①—d　②—a　③—b　④—e　⑤—c

◇思考

[教材第2页正文]消防员在工作时挥汗如雨，汗液属于细胞外液吗？尿液、消化液、泪液、唾液呢？

提示：不属于。人的汗腺、尿道、消化道、泪腺等与外界环境相通，属于外界环境，故其中的液体如汗液、尿液、消化液、泪液、唾液不属于体液，故不属于细胞外液。

二、细胞外液的成分



◇思考

[教材第4页“思考·讨论”]运动时，丙酮酸转化成乳酸的过程发生在内环境中吗？

提示：不是，人体细胞进行无氧呼吸时，丙酮酸转化为乳酸的过程发生在细胞内液中，细胞内液不属于内环境。

三、内环境的理化性质

1.溶液渗透压

(1)定义：溶液中溶质微粒对水的吸引力。

(2)渗透压大小与溶质微粒数目的关系

溶质微粒数目	对水的吸引力	溶液渗透压
越多	越大	越高
越少	越小	越低

(3)影响渗透压大小的主要物质

类型	主要影响物质
血浆渗透压	无机盐、蛋白质
细胞外液渗透压	Na^+、Cl^-

2.酸碱度

(1)正常人血浆的 pH:7.35～7.45。

(2)维持因素:与血浆中的 HCO_3^-、H_2CO_3 等物质有关。

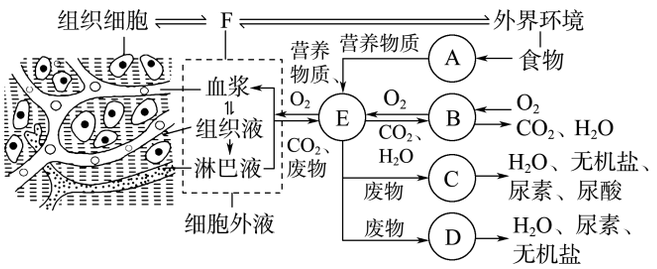
3.温度:人体细胞外液的温度一般维持在 37 ℃左右。

◇思考

[教材第 5 页正文]细胞外液中溶质含量最多的是蛋白质,为什么细胞外液渗透压的 90% 以上来源于 Na^+ 和 Cl^-?

提示:溶液渗透压的大小取决于单位体积溶液中溶质微粒的数目。虽然蛋白质含量最高,但蛋白质的相对分子质量较 Na^+ 和 Cl^- 大得多,数目远小于 Na^+ 和 Cl^-。

四、细胞通过内环境与外界环境进行物质交换



1.据图分析:体内细胞只有通过[F]内环境 才能与外界环境进行物质交换。

2.据图写出参与内环境与外界环境进行物质交换所需要的系统或器官。

A.消化系统,B.呼吸系统,C.泌尿系统,D.皮肤,E.循环系统。

◇思考

[教材第 6 页"思考·讨论"]参与维持 pH 的 HCO_3^-/H_2CO_3 是怎样形成的?

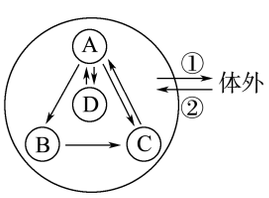
提示:细胞代谢产生的 CO_2 与 H_2O 结合,形成 H_2CO_3,然后在碳酸酐酶的作用下,发生下列反应:$H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$。

○ 任务型课堂 ○

任务一 内环境的组成成分

探究活动

下图表示人体细胞与外界环境之间进行物质交换的过程,其中 A、B、C、D 表示 4 种体液,①②表示有关的物质。据图回答以下问题:



(1)写出 4 种体液的名称:A.组织液,B.淋巴液,C.血浆,D.细胞内液。

(2)B 与 C 在成分上最主要的区别是什么?

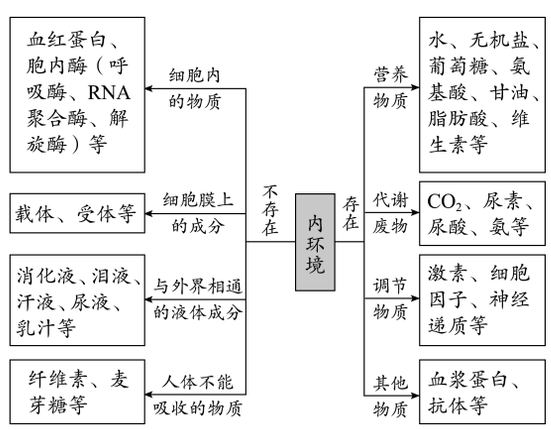
提示:B 与 C 在成分上最主要的区别是 C 中含有较多的蛋白质,B 中蛋白质含量很少。

(3)在下列物质或过程中,不会在人体内环境中出现的是①③⑤。

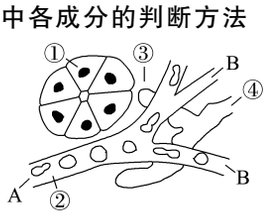
①血红蛋白　②葡萄糖　③葡萄糖脱氢分解产生丙酮酸　④二氧化碳　⑤食物中的蛋白质分解成氨基酸　⑥胰岛素　⑦抗体　⑧尿素　⑨维生素

【探究总结】

1.内环境中"存在"与"不存在"的物质



2.内环境示意图中各成分的判断方法

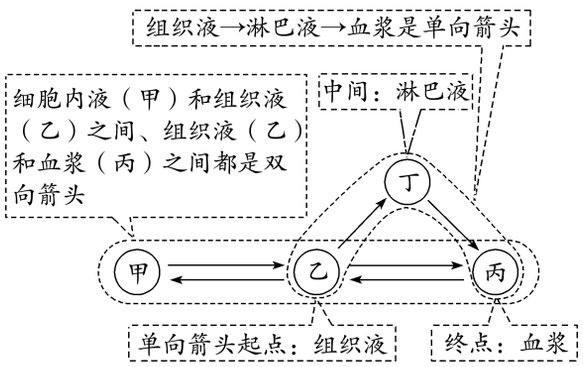


(1)管状结构 —无盲端→ 毛细血管→②为血浆;—有盲端→ 毛细淋巴管→④为淋巴液

(2)组织细胞 —内→ 细胞内液体→①为细胞内液;—外→ 细胞间的液体→③为组织液

(3)A端若为动脉上端,则一般情况下,A处氧分压高于B处(肺泡处除外),A处营养物质含量高于B处(小肠处除外),B处CO_2和代谢产物含量均高于A处。

3.巧用单、双向箭头判断内环境物质交换示意图



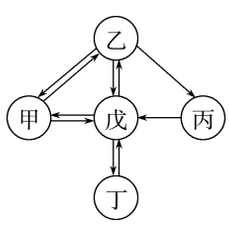
4.提醒

(1)内环境是针对多细胞动物的一个概念,单细胞动物和植物没有所谓的内环境。

(2)内环境主要包括组织液、血浆和淋巴液,但不是说就只有这三种。例如,脑脊液(脑细胞间隙液)也属于内环境组成成分。

评价活动

1.下图是人体肝脏组织中几种体液的关系示意图,其中丁中含有血红蛋白。下列分析正确的是 (　　)



A.神经元可生活在乙中,淋巴细胞都生活在丙中

B.与丙相比,乙、戊中蛋白质含量相对较少

C.甲可表示毛细淋巴管壁细胞的细胞内液

D.红细胞中的O_2进入肝细胞被利用至少需要穿过4层细胞膜

D　**解析**:由题图中箭头方向可知,乙、丙、戊分别为组织液、淋巴液、血浆,淋巴细胞生活的内环境是戊(血浆)和丙(淋巴液),A错误;与戊(血浆)相比,乙(组织液)、丙(淋巴液)中蛋白质含量相对较少,B错误;乙为组织液,戊为血浆,因此甲可表示毛细血管壁上皮细胞的细胞内液,C错误;红细胞中的O_2进入肝细胞被利用,首先要穿出红细胞(1层膜),然后进出毛细血管壁细胞(2层膜),最后进入肝细胞(1层膜)被利用,需要穿过4层细胞膜,D正确。

2.在2022年的北京冬奥会上,我国运动健儿取得了骄人的成绩。在运动员科学训练和比赛期间需要监测一些相关指标,下列指标中不属于内环境组成成分的是 (　　)

A.血红蛋白　　B.血糖

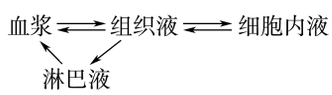
C.肾上腺素　　D.性激素

A　**解析**:血红蛋白是红细胞内的蛋白质,细胞内的物质不属于内环境成分,A符合题意;血糖是血浆中的葡萄糖,是人体重要的营养物质,属于内环境的组成成分,B不符合题意;肾上腺素、性激素分别是由肾上腺和性腺分泌的激素,作为调节物质,它们直接分泌到内环境中,再由体液进行运输,属于内环境的组成成分,C、D不符合题意。

任务二 内环境的理化性质及其功能

探究活动

组织水肿是指组织间隙液体过多而引起的全身或身体的一部分肿胀的症状。请结合渗透压的概念及下页图所示模型,回答下列问题:



(1)为什么静脉注射的生理盐水为0.9%的NaCl溶液?如果输液时使用的NaCl溶液的质量分数低于或高于0.9%,将会对细胞造成怎样的影响?

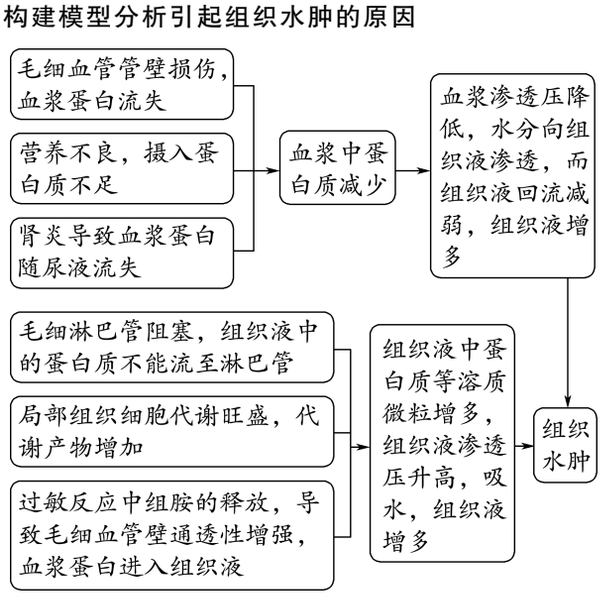
提示:0.9%的NaCl溶液(生理盐水)与血浆的渗透压相同,是血浆的等渗溶液。如果输液时使用的NaCl溶液的质量分数低于或高于0.9%,则会造成组织细胞吸水或失水,进而影响细胞的形态和功能。

(2)由于轻微创伤,某人小腿某处皮下发绀并且局部水肿,请分析水肿的原因。

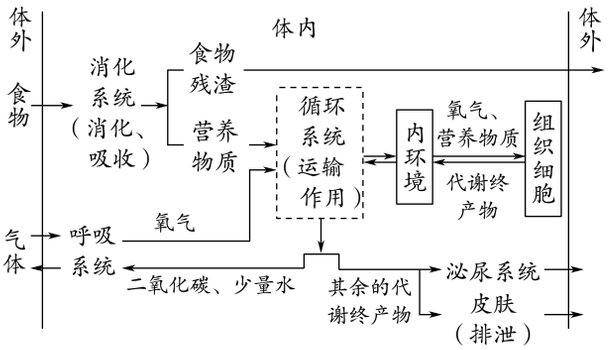
提示:毛细血管破裂,部分血液外流,使局部组织液渗透压升高,组织液吸水增多形成组织水肿。

【探究总结】

1.构建模型分析引起组织水肿的原因



2.细胞通过内环境与外界环境进行物质交换的模型图



评价活动

1.人体血浆渗透压可分为由蛋白质等大分子物质形成的胶体渗透压和由无机盐等小分子物质形成的晶体渗透压。下列有关说法错误的是　　（　　）

A.在血浆中，维持晶体渗透压的主要是 Na^+ 和 Cl^-

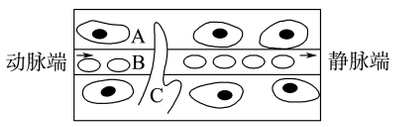
B.血浆中的胶体渗透压明显高于组织液和淋巴液

C.胰岛素、胰蛋白酶和抗体都参与血浆胶体渗透压的形成

D.营养不良引起的组织水肿与血浆中胶体渗透压的降低有关

C　**解析**：血浆中的晶体渗透压主要由 Na^+ 和 Cl^- 等无机盐离子维持，因为它们是细胞外液中含量占明显优势的无机盐离子，A 正确；血浆含有较多蛋白质（如血浆蛋白），而组织液和淋巴液中蛋白质含量较低，因此血浆的胶体渗透压明显高于后两者，B 正确；胰岛素（激素）和抗体（血浆蛋白）属于血浆中的大分子物质，参与胶体渗透压的形成，但胰蛋白酶由胰腺分泌到消化道，正常情况下不会进入血浆，不参与血浆胶体渗透压的形成，C 错误；营养不良时，血浆蛋白减少，导致血浆中胶体渗透压下降，水分向组织液渗透增多，引发组织水肿，D 正确。

2.在感染性肺水肿的病理过程中，会出现肺毛细血管通透性增加、肺毛细血管压力增加、淋巴循环障碍等症状。下图为肺组织的局部结构示意图，A、B、C 分别表示不同的体液。下列关于感染性肺水肿的分析，错误的是　　（　　）



注：“→”表示B的流动方向。

A.肺组织中绝大多数细胞可与 A 进行物质交换

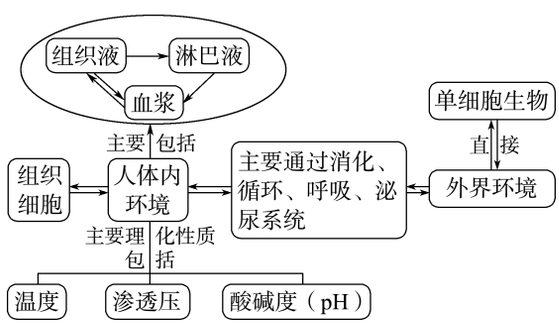
B.血液流经肺组织，动脉端 O_2 含量比静脉端高

C.肺毛细血管通透性增加会导致血浆渗透压降低，引起肺组织水肿

D.肺静脉闭塞症或肺静脉狭窄、输液过量均可导致肺毛细血管压力增加

B　**解析**：题图中 A 为组织液，B 为血浆，C 为淋巴液。肺组织中绝大多数细胞生活在组织液中，组织液是这些细胞生活的直接环境，因此肺组织中绝大多数细胞可与 A（组织液）进行物质交换，A 正确；血液流经肺组织，在该部位发生气体交换，排出 CO_2，吸收 O_2，显然，动脉端 O_2 含量比静脉端低，B 错误；肺毛细血管通透性增加会导致血浆渗透压降低，组织液渗透压升高，从而引起肺组织水肿，C 正确；肺静脉闭塞症或肺静脉狭窄、输液过量均可导致肺毛细血管压力增加，D 正确。

提质归纳



课后素养评价（一）

基础落实

知识点 1　内环境的组成和成分

1.下列生理活动发生在人体内环境中的是　　（　　）

A.胰岛 B 细胞合成胰岛素

B.乳酸与 $NaHCO_3$ 反应生成乳酸钠和 H_2CO_3

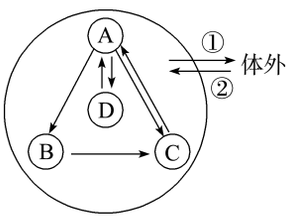
C.食物中的脂肪在小肠中被胆汁乳化为脂肪微粒

D.红细胞通过无氧呼吸产生乳酸

B　**解析**：胰岛 B 细胞合成胰岛素发生在胰岛 B 细胞内（细胞内液），属于细胞内的生理过程，A 不符合题意；乳酸与 $NaHCO_3$ 反应发生在血浆中，该过程在内环境中进行，B 符合题意；食物中的脂肪在小肠中被胆汁乳化为脂肪微粒，小肠属于消化道，消化道与外界相通，不属于内环境，C 不符合题意；

红细胞无氧呼吸产生乳酸在红细胞内(细胞内液)进行,属于细胞内代谢,D不符合题意。

2.下图是健康人体细胞和内环境之间进行物质交换的示意图(A～D代表液体成分)。下列叙述正确的是 (C)



A.D中含量最多的是蛋白质

B.A、B、D代表的液体构成体液

C.C可来自A,并可流入D

D.水、葡萄糖、血红蛋白等可从D进入A

知识点2　内环境的理化性质

3.下列关于人体内环境的叙述,正确的是 ( )

A.渗透压、酸碱度和温度是细胞外液理化性质的三个主要方面

B.细胞外液渗透压的90%以上来源于血浆蛋白

C.正常人的血浆pH接近中性,与血浆中含有HCO_3^-、NO_3^-等离子有关

D.血浆渗透压的大小主要与其中无机盐的含量有关,尤其是Na^+、Cl^-

A　**解析**:细胞外液的理化性质主要包括渗透压、酸碱度和温度三个方面,这是内环境稳态的重要指标,A正确;细胞外液渗透压的90%以上来源于Na^+和Cl^-,血浆蛋白仅占较小部分,B错误;血浆pH的维持主要依赖HCO_3^-/H_2CO_3等缓冲系统,而NO_3^-并非缓冲物质,与pH调节无关,C错误;血浆渗透压的大小与无机盐和蛋白质均有关,其中无机盐(尤其是Na^+、Cl^-)起主要作用,D错误。

4.血浆渗透压可分为胶体渗透压和晶体渗透压,其中由蛋白质等大分子物质形成的渗透压称为胶体渗透压,由无机盐等小分子物质形成的渗透压称为晶体渗透压。下列叙述正确的是 ( )

A.血红蛋白含量显著降低时,血浆胶体渗透压降低,水分由血浆进入组织液

B.细胞外液的渗透压90%以上来源于蛋白质等大分子物质形成的胶体渗透压

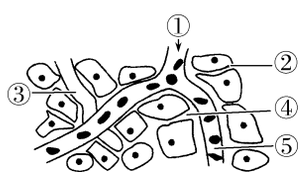
C.人的血浆渗透压约为770 kPa,相当于细胞内液的渗透压

D.大量喝清水后,经胃肠吸收进入血浆的水量会增加,从而使血浆晶体渗透压升高

C　**解析**:血浆蛋白含量显著降低时,血浆胶体渗透压降低,水分由血浆进入组织液,可引起组织水肿,血红蛋白是红细胞的组成成分,不会直接影响血浆胶体渗透压,A错误;细胞外液的渗透压与其中含有的蛋白质和无机盐的含量有关,其中90%以上来源于Na^+和Cl^-形成的晶体渗透压,B错误;人的血浆渗透压约为770 kPa,相当于细胞内液的渗透压,进而有利于维持细胞的正常形态和功能,C正确;大量喝清水后,经胃肠吸收进入血浆的水量会增加,从而使血浆晶体渗透压下降,D错误。

能力提升

5.下图是细胞与内环境进行物质交换的示意图,①处的箭头表示血液流动的方向。下列说法正确的是 (C)



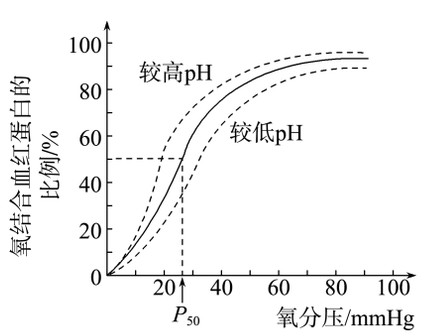
A.若②为肌肉细胞,则①处的氧气浓度低于⑤处

B.④是人体内新陈代谢的主要场所

C.毛细淋巴管壁细胞生活的具体内环境是③④

D.③④中的钠离子和氯离子可以通过毛细淋巴管壁相互交换

6.下图表示不同pH条件下血红蛋白与氧气的结合情况,血红蛋白在氧含量高的地方与氧结合,在氧含量低的地方与氧分离,其中P_{50}是指血氧饱和度为50%时的氧分压。下列叙述错误的是 ( )



A.血浆的pH降低会导致P_{50}减小,细胞处于缺氧状态

B.氧气从红细胞进入周围组织细胞需要穿过4层膜

C.血浆 pH 适当升高会使血红蛋白与氧气的亲和力增强

D.剧烈体育运动过后，血红蛋白与氧气的亲和力会减弱

A　**解析**：分析题图可知，血浆 pH 降低（较低 pH）时，P_{50} 增大，而非减小，A 错误；氧气从红细胞进入周围组织细胞的路径为红细胞膜（1 层）→毛细血管壁（2 层，进＋出上皮细胞）→组织细胞膜（1 层），总计穿过 4 层膜，B 正确；由题图可知，在较高 pH 条件下，血红蛋白与氧气的结合比例更高，说明血浆 pH 适当升高会增强血红蛋白与氧气的亲和力，C 正确；剧烈体育运动后，细胞呼吸产生的二氧化碳增多，使血浆 pH 降低，结合题图可知，较低 pH 下血红蛋白与氧气的结合比例下降，即亲和力减弱，D 正确。

7.新生儿缺氧缺血性脑损伤会引起新生儿窒息死亡或智力障碍。研究人员发现，缺氧缺血首先启动了发生水肿的机制，造成脑组织水肿。下列叙述错误的是（　D　）

A.正常情况下，脑组织液中的大部分物质会被重新吸收进入血浆

B.脑内缺氧缺血会造成脑细胞代谢紊乱，较多代谢废物释放到组织液中，造成组织水肿

C.若脑部血浆渗透压降低，则水分子会通过毛细血管壁进入组织液造成组织水肿

D.脑细胞内的液体构成内环境，内环境可以与外界环境直接进行物质交换

8.脑脊液是存在于脑室及蛛网膜下腔的一种无色透明液体，是脑细胞生存的直接环境。脑脊液是由血浆在脑室脉络丛处滤过产生的，并可经蛛网膜处重新流入静脉，不含红细胞，但含有少量淋巴细胞。正常脑脊液具有一定的压力，对维持颅压的相对稳定有重要作用。回答下列问题：

(1)脑脊液_____（填“属于”或“不属于”）细胞外液，它与血浆之间的物质运输是_____（填“双向”或“单向”）的。

(2)脑脊液与_____的化学组成大致相同，脑脊液产生过多或循环通路受阻会导致颅内压_____（填“升高”或“降低”），细菌性脑膜炎会导致脑脊液中的淋巴细胞数量_____。

(3)机体脑部受到严重外伤时可能会引发脑水肿。地塞米松是一种人工合成的糖皮质激素类药物，临床上常被用来治疗脑水肿，其副作用是停药后会出现反弹。科研人员研究发现促皮质激素（ACTH）也能用于治疗脑水肿。为了研究 ACTH 的治疗效果，有关医疗专家做了临床试验，实验结果如下表所示。

编号	使用药物	治疗时间	治疗前水肿指数	治疗后水肿指数	停药两周后水肿 指数
A 组	ACTH（79 例）	3 个月	4.1～9.6	1.1～2.9	1.1～2.9
B 组	地塞米松（79 例）	3 个月	5.1～7.1	3.3～4.9	5.1～9.8

对照实验类型有空白对照、相互对照和自身对照等，该实验方案体现了_____对照；根据表中数据可得出结论：

①_____；

②_____。

答案：(1)属于　双向　(2)组织液　升高　增多　(3)相互对照和自身　ACTH 治疗脑水肿的效果好于地塞米松　用 ACTH 治疗后基本上无反弹情况出现

第 2 节　内环境的稳态

学习任务目标

1.运用稳态与平衡观，说明内环境稳态维持的机制。

2.模拟生物体维持 pH 的稳定，理解机体维持稳定的机制。

3.结合内环境稳态失衡引起的疾病，养成自我保健的意识和良好的生活习惯。

○ 问题式预习 ○

一、内环境的动态变化

1.内环境的稳态

(1)概念:正常机体通过调节作用,使各个器官、系统协调活动,共同维持内环境的相对稳定状态。

(2)实质:内环境的各种化学成分和理化性质保持相对稳定的状态。

(3)影响内环境稳态的因素

①外因:外界环境因素的变化。

②内因:体内细胞不断进行的代谢活动。

(4)实例:人体体温的日变化规律

正常情况下,不同人的体温,会因年龄、性别等的不同而存在着微小差异;同一个人的体温在一日内也有变化,但变化幅度一般不超过 1 ℃。

2.模拟生物体维持 pH 的稳定

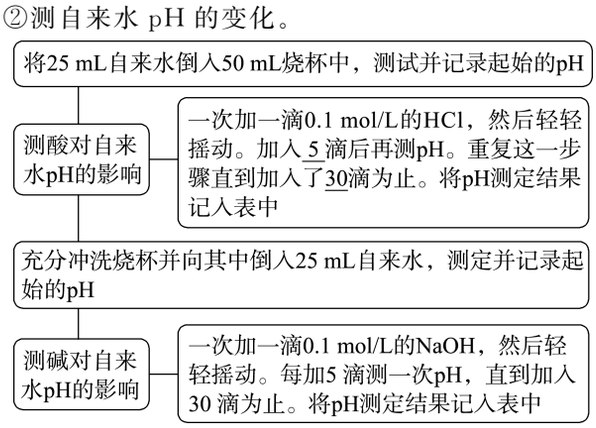
(1)实验目的:通过比较自来水、缓冲液和肝匀浆在加入酸或碱后 pH 的变化,推测生物体是如何维持 pH 稳定的。

(2)原理:生物组织中 pH 之所以维持稳定与其含有缓冲物质有关。

(3)方法步骤

①设计实验记录表。

②测自来水 pH 的变化。



③充分冲洗烧杯,用缓冲液代替自来水,重复②过程,记录结果。

④充分冲洗烧杯,用肝匀浆代替自来水,重复②过程,记录结果。

(4)分析实验数据:根据所得数据,以酸或碱的滴数为横坐标,以 pH 为纵坐标,画出每次实验中 pH 变化的曲线。

(5)实验结论:生物组织匀浆类似于缓冲液,加入少量酸或碱不会发生 pH 的大幅度变动。

(6)人体内环境的 pH 维持在一定范围内的机理:人体内环境中有很多缓冲对,其中最重要的是 HCO_3^-/H_2CO_3,其次还有 $HPO_4^{2-}/H_2PO_4^-$ 等。

◇思考

[教材第 7 页"问题探讨"]血检报告中每种成分的参考值都是一个变化范围,这说明什么?

提示:①内环境的理化性质不是恒定不变的,而是在一定范围内波动;②不同个体间存在一定差异。

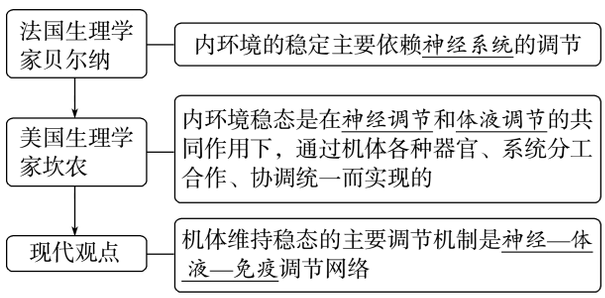
二、对稳态调节机制的认识及内环境稳态的重要意义

1.内环境稳态调节的基础

人体各器官、系统协调一致地正常运行,是维持内环境稳态的基础。

直接相关的系统:消化系统、呼吸系统、循环系统、泌尿系统。

2.对稳态调节机制的探究历程



3.稳态失调

(1)人体维持稳态的调节能力是有一定限度的。

(2)造成稳态破坏的原因:外界环境的变化过于剧烈,或人体自身的调节功能出现障碍。

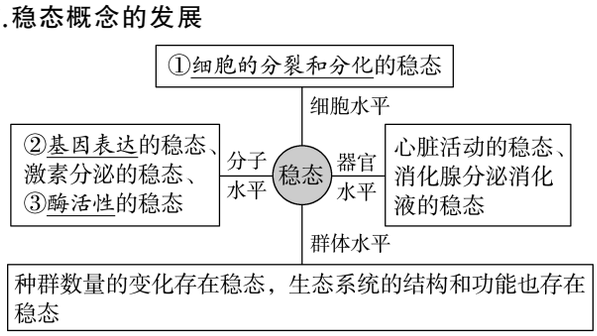
4.内环境稳态的意义

(1)实例分析

内环境成分或理化性质	意义
渗透压正常	维持组织细胞正常的形态与功能
体温和 pH 相对稳定	酶活性正常,保证酶促反应正常进行
血糖、氧气含量稳定	保证机体正常的能量供应

(2)意义:内环境稳态是机体进行正常生命活动的必要条件。

5.稳态概念的发展



◇思考

[教材第 10 页"与社会的联系"]为什么说严重中暑使人的体温超过 40 ℃时致死率比较高?(从酶的活性角度分析)

提示:当体温超过 40 ℃时,人体内大多数酶的活性会丧失,且无法恢复,导致细胞代谢无法正常进行,从而导致个体死亡。

○ 任务型课堂 ○

任务一 模拟生物体维持 pH 的稳定

探究活动

为了探究血浆 pH 维持稳定的机制，设计实验比较蒸馏水、人工配制的缓冲液、血浆三种液体分别滴加 0.1 mol/L NaOH 和0.1 mol/L HCl 后 pH 变化的情况。思考并回答下列关于实验设计及评价的问题：

(1)蒸馏水中加入酸或碱后 pH 为什么变化明显？

提示：蒸馏水中没有缓冲物质，因此加入酸或碱后 pH 变化明显。

(2)每组中所加酸或碱的浓度和量是否相同？为什么？

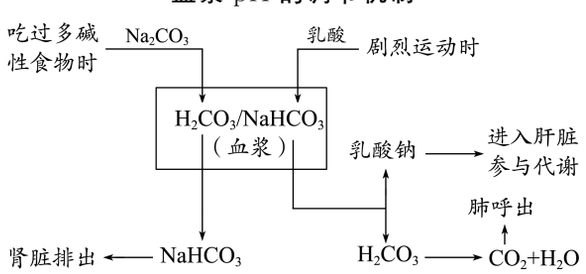
提示：相同。探究实验需要遵循单一变量原则，该实验的自变量为物质的种类，每组中所加酸或碱的浓度和量都属于无关变量，都应该相同。

(3)血浆在加入酸或碱后 pH 不会发生很大变化，为什么？

提示：因为血浆中含有缓冲物质。

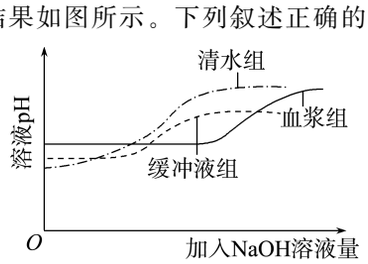
【探究总结】

血浆 pH 的调节机制



评价活动

1.某兴趣小组在“模拟生物体维持 pH 的稳定”的实验中，比较了清水、缓冲液和生物材料(血浆)在加入碱后 pH 的变化，探究生物体如何维持 pH 的稳定，实验结果如图所示。下列叙述正确的是（　　）



A.本实验中的自变量是实验材料类型和加入 NaOH 溶液的量

B.实验中要确保加入各组的溶液是“等量”的，这是对实验自变量的要求

C.图中的结果表明血浆的缓冲能力是有限的，缓冲液组维持 pH 稳定的能力强于血浆组

D.血浆中有缓冲物质，加入酸或碱后，pH 恒定不变

A　**解析**：该实验比较了清水、缓冲液和生物材料(血浆)在加入碱后 pH 的变化情况，自变量是实验材料类型，结合题图横坐标可知该实验中的另一个自变量是加入 NaOH 溶液的量，A 正确。实验中要确保加入各组的溶液是“等量”的，这是对实验无关变量的要求，B 错误。结合题图曲线变化可知，缓冲液和血浆的缓冲能力是有限的，与缓冲液组相比，血浆组 pH 明显上升时所对应的 NaOH 溶液加入量更大，表明血浆组维持 pH 稳定的能力强于缓冲液组，C 错误。血浆中含有缓冲物质，因此在加入一定量的 NaOH 溶液后 pH 不会发生明显变化，但随着加入量持续增大，血浆组 pH 有所上升，D 错误。

2.关于“模拟生物体维持 pH 的稳定”实验，下列叙述错误的是（　　）

A.生物材料可选用动物血浆、肝匀浆

B.每次加 5 滴后测 pH，加到 30 滴时共测了 7 次

C.磷酸盐缓冲液主要利用的缓冲物质是 $HPO_4^{2-}/H_2PO_4^-$

D.生物材料和磷酸盐缓冲液可始终维持 pH 的稳定

D　**解析**：动物血浆、肝匀浆含有缓冲物质，可用于“模拟生物体维持 pH 的稳定”实验，A 正确；滴加 HCl 或 NaOH 之前需要记录溶液的起始 pH，故每次加 5 滴后测 pH，加到 30 滴时共测了 7 次，B 正确；磷酸盐缓冲液主要利用的缓冲物质是 $HPO_4^{2-}/H_2PO_4^-$，C 正确；生物材料和磷酸盐缓冲液调节 pH 的能力是有一定限度的，当加入的酸性或碱性物质的量超出一定范围，pH 将无法维持 pH 相对稳定，D 错误。

3.某同学登山后出现腿部肌肉酸痛，一段时间后缓解。他查阅资料得知，肌细胞生成的乳酸可在肝脏转化为葡萄糖被细胞再利用。下列叙述正确的是（　　）

A.肌肉酸痛是因为乳酸积累导致血浆 pH 显著下降

B.肌细胞生成的乳酸进入肝细胞只需通过组织液的运输

C.乳酸转化为葡萄糖的过程在内环境中进行

D.促进乳酸在体内的运输有利于缓解酸痛

D　**解析**：肌肉酸痛是由肌细胞生成的乳酸积累造成的，由于血浆中缓冲对的调节，血浆pH下降并不明显，A错误；肌细胞生成的乳酸进入肝细胞需要通过血液和组织液的运输，B错误；乳酸转化为葡萄糖的过程在肝细胞中进行，C错误；肌细胞无氧呼吸产生的乳酸进入细胞外液中积累导致肌肉酸痛，促进乳酸在体内的运输有利于缓解酸痛，D正确。

任务二 内环境的稳态

探究活动

1.在高温环境中只要不待过长时间，一般不会中暑。但若长时间在高温环境中工作，体内热量不能及时散失，就会造成中暑。中暑的病人细胞代谢会发生紊乱，试解释其原因。这一现象与人体的稳态有什么关系？

提示：中暑的病人热量不能及时散失，导致体温升高，酶活性降低，进而引起细胞代谢紊乱。该现象一方面说明人体有维持稳态的能力，另一方面也说明人体维持稳态的调节能力是有一定限度的。

2.严重腹泻后，如果只喝水，不补充盐，内环境的渗透压会出现什么变化？这会带来怎样的后果？

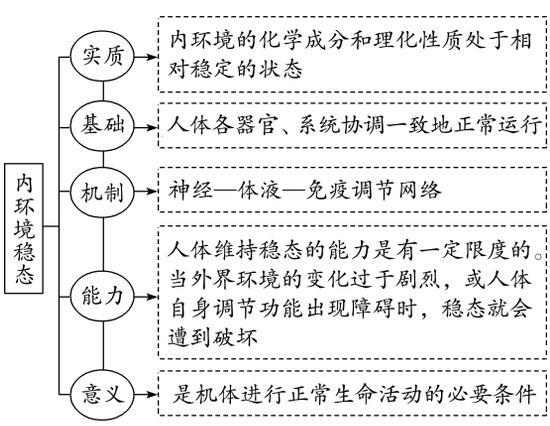
提示：内环境渗透压会降低，从而造成细胞吸水膨胀，进一步导致细胞代谢和功能紊乱。

3.援藏的技术人员到青藏高原后会出现头痛、乏力、心跳加快甚至血压升高等症状，为什么？这说明外界环境与内环境稳态之间有什么关系？

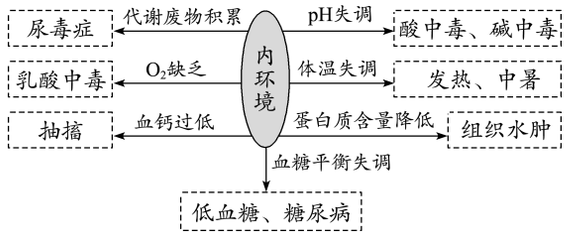
提示：因为高原氧气稀薄，人体供氧不足，影响了内环境的稳态。这说明外界环境的改变会影响内环境稳态。

【探究总结】

1.内环境稳态概念的理解

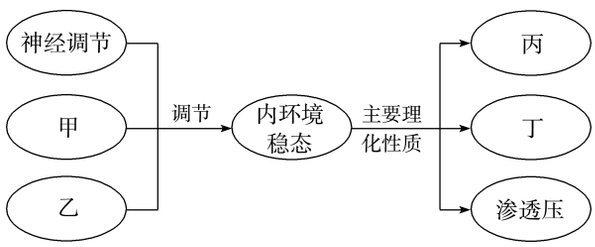


2.归纳概括内环境稳态失调引起的疾病



评价活动

1.下图是关于人体内环境稳态调节的示意图，下列说法错误的是　（　）



A.甲、乙表示体液调节和免疫调节，丙、丁可以表示温度和酸碱度

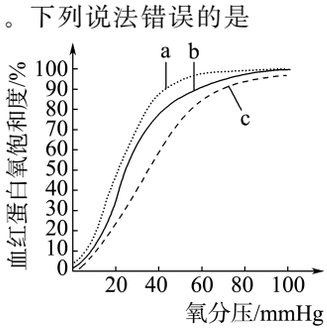
B.内环境稳态的实质是指内环境的理化性质都处于动态平衡之中

C.内环境的渗透压不会因为静脉注射一定量的生理盐水而发生改变

D.CO_2是人体细胞呼吸产生的废物，但可以参与维持内环境的稳态

B　**解析**：内环境稳态的维持依赖神经—体液—免疫调节网络，故甲、乙表示体液调节和免疫调节，内环境的主要理化性质是温度、酸碱度和渗透压，故丙、丁可表示温度和酸碱度，A正确；内环境稳态的实质是指内环境的化学成分和理化性质都处于动态平衡之中，B错误；生理盐水的渗透压和细胞外液的渗透压相同，内环境的渗透压不会因为静脉注射一定量的生理盐水而发生改变，C正确；CO_2是人体细胞呼吸产生的废物，进入组织液形成H_2CO_3，参与维持内环境的稳态，D正确。

2.人体中的血红蛋白(Hb)构型主要有R型和T型，其中R型与氧的亲和力是T型的500倍，血液pH升高、温度下降等因素都可以使血红蛋白由T型转化为R型。已知血红蛋白氧饱和度与血红蛋白氧亲和力呈正相关，下图表示氧分压与血红蛋白氧饱和度的关系。下列说法错误的是　（　）



注：1 mmHg≈0.133 kPa。

A.血液流经组织后，二氧化碳含量升高，有利于氧合血红蛋白释放氧气

B.血红蛋白的构型由R型变为T型时，实线b向虚线c方向偏移

C.机体运动后或炎症等能使组织温度升高，实线b向虚线a方向偏移

D.R型和T型之间的相互转化，有利于维持内环境的相对稳定

C　**解析**：血液流经组织后，二氧化碳含量升高，氧分压降低，血红蛋白氧饱和度降低，已知血红蛋白氧饱和度与血红蛋白氧亲和力呈正相关，因此血红蛋白氧亲和力下降，有利于氧合血红蛋白释放氧气，A正确；已知血红蛋白氧饱和度与血红蛋白氧亲和力呈正相关，R型血红蛋白与氧的亲和力是T型的500倍，血红蛋白的构型由R型向T型转变，则与氧的亲和力下降，血红蛋白氧饱和度下降，实线b向虚线c方向偏移，B正确；由题干信息“血液pH升高、温度下降等因素都可以使血红蛋白由T型转化为R型”可知，机体运动后或炎症等使组织温度升高后，促使血红蛋白从R型向T型转变，与氧的亲和力下降，实线b向虚线c方向偏移，C错误；R型和T型之间的相互转化，有利于维持内环境中氧含量的相对稳定，D正确。

3. 人体剧烈运动产生的乳酸会进入循环系统，大部分运输至肝脏用于重新形成葡萄糖或者糖原，极少部分运输至肾脏通过尿液排出体外。然而，运动过度有可能导致横纹肌不堪重负而溶解。下列叙述错误的是（　　）

A.正常运动时，人体细胞无氧呼吸产生的乳酸不会引起内环境pH明显下降

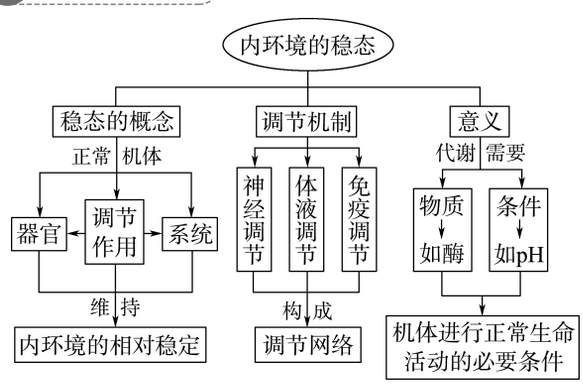
B.会发生横纹肌溶解，表明机体维持稳态的能力是有限的

C.若尿液含有乳酸，说明肾小管和集合管的重吸收功能异常

D.内环境的pH、温度和渗透压等正常时，仍可能处于失衡状态

C　**解析**：人体内存在缓冲物质，可中和无氧呼吸产生的乳酸，维持内环境pH相对稳定，故正常运动时pH不会明显下降，A正确；横纹肌溶解是超出机体调节能力的病理状态，说明机体维持稳态的能力有限，B正确；由题干信息可知，乳酸有极少部分通过尿液排出，说明正常生理状态下可有少量乳酸经尿液排出，故若尿液含有乳酸不能说明肾小管和集合管重吸收功能异常，C错误；内环境的稳态包括组成成分和理化性质（pH、温度和渗透压）的相对稳定，只有两者都相对稳定，才是真正意义的稳态，D正确。

提质归纳



课后素养评价（二）

基础落实

知识点1　内环境稳态

1. 下列有关人体内环境及其稳态的说法，正确的是（　　）

A.内环境是人体进行细胞代谢的主要场所

B.内环境稳态是指其理化性质维持相对稳定

C.pH稳定仅依靠血液中的缓冲对就能维持

D.机体的细胞参与了内环境的形成和维持

D　**解析**：细胞代谢的主要场所是细胞质基质，而非内环境，A错误；内环境稳态不仅包括理化性质（如温度、pH、渗透压）的相对稳定，还包括各种成分的平衡，B错误；内环境pH的稳定，不仅依靠血液中的缓冲对（如HCO_3^-/H_2CO_3），还需要呼吸系统（如排出CO_2调节酸碱平衡）、泌尿系统（如排出酸性或碱性物质）等多个系统的共同参与，C错误；细胞生活在内环境中，通过与内环境进行物质交换（如细胞从内环境获取营养物质、排出代谢废物），参与了内环境的形成和维持，D正确。

2. 下列关于“模拟生物体维持pH的稳定”实验的叙述，正确的是（　B　）

A.实验中每组都进行了前后自身对照，不必再进行重复实验

B.根据所得实验数据，一般以HCl或NaOH滴数为横坐标，以pH为纵坐标，绘制实验结果

C.从加入HCl或NaOH的变化来看，生物材料与缓冲液的结果完全相同，与自来水的结果不同

D.生物材料的缓冲作用需要通过 H_2CO_3/CO_3^{2-} 等缓冲对来完成

知识点 2　内环境稳态的调节机制

3.内环境的相对稳定是机体进行正常生命活动的基础。下列说法正确的是　（　D　）

A.运动过程中人体体温略有升高，是内环境稳态失调的表现

B.内环境稳态是指在机体的调节作用下，内环境的理化性质处于稳态

C.稳态是机体通过消化系统、呼吸系统、循环系统、泌尿系统这 4 个系统的协调活动来维持的

D.在生命系统的各个层次上都普遍存在着稳态

4.神舟二十一号航天员在太空驻留期间，环控生保系统通过精准调控舱内气压、氧气分压、温度、湿度等参数，保障航天员机体稳态。下列关于内环境稳态的叙述，正确的是　（　　）

A.稳态仅存在于人体等多细胞生物的个体层次，单细胞生物因无内环境，不存在稳态现象

B.舱内 CO_2 浓度升高会刺激航天员呼吸中枢加快呼吸频率，说明 CO_2 可参与内环境稳态的调节

C.内环境稳态的核心是渗透压、温度、酸碱度等理化性质保持稳定不变，为细胞代谢提供适宜条件

D.在太空环境中，内环境稳态的维持主要依赖体液调节，神经调节和免疫调节仅起辅助作用

B　**解析**：稳态不仅存在于多细胞生物的个体层次，单细胞生物（如草履虫）也可通过调节维持细胞内部环境稳定（如渗透压），故稳态现象普遍存在，A 错误；舱内 CO_2 浓度升高会刺激呼吸中枢加快呼吸频率，排出过量 CO_2，以维持内环境酸碱度稳态，说明 CO_2 可作为调节信号参与稳态调节，B 正确；内环境稳态的核心是化学成分和理化性质保持相对稳定，并非只涉及理化性质，也并非稳定不变，C 错误；内环境稳态依赖神经—体液—免疫调节网络共同维持，需要神经调节、体液调节和免疫调节协同配合，D 错误。

能力提升

5.溶血性尿毒症综合征（HUS）是一类急性血管内溶血（即红细胞破裂）性贫血伴肾功能衰竭的综合征，表现为微血管溶血性贫血、血小板减少和急性肾衰竭三联征，引起该病的病因尚不明确，细菌中的大肠杆菌、痢疾杆菌的感染或系统性红斑狼疮都可引起该病的发生。下列说法错误的是　（　B　）

A.HUS 患者血浆中会含有血红蛋白

B.使人患出血性肠炎的大肠杆菌可能会引发 HUS，该病原体在实验室培养时需用到活的动物细胞

C.HUS 的特征之一为急性肾衰竭，可能会导致患者细胞外液渗透压改变

D.HUS 患者发生肾衰竭后，内环境稳态会被破坏，患者的正常生存会受到影响

6.习惯性叹气、过度紧张焦虑等可导致身体过量排出 CO_2，从而引发呼吸性碱中毒，出现肢体麻木、头晕、胸闷甚至抽搐等症状，患者可通过反复屏气控制症状。下列叙述错误的是　（　　）

A.患者体内产生 CO_2 的场所是细胞质基质和线粒体基质

B.正常人血浆 pH 的维持与其所含有的 HCO_3^-、H_2CO_3 等物质有关

C.出现呼吸性碱中毒说明人体维持稳态的调节能力是有一定限度的

D.CO_2 是人体细胞呼吸产生的代谢产物，也参与维持内环境的稳态

A　**解析**：人体细胞进行无氧呼吸只产生乳酸，不产生 CO_2，所以患者体内产生 CO_2 的场所只有线粒体基质，A 错误；人体内环境中有很多缓冲对，其中最重要的是 HCO_3^-/H_2CO_3，其次还有 $HPO_4^{2-}/H_2PO_4^-$ 等，B 正确；出现呼吸性碱中毒，是因为身体过量排出 CO_2，这表明人体维持稳态的调节能力是有一定限度的，当外界干扰超过这个限度时，稳态就会遭到破坏，C 正确；CO_2 是人体细胞呼吸产生的代谢产物，同时它可以参与维持内环境的稳态，比如通过与水结合形成 H_2CO_3，对血浆 pH 进行调节，D 正确。

7. 通常人体血浆内尿酸的含量为 0.18～0.42 mmol/L，体内尿酸的生成量与排泄量处于平衡状态。研究表明，肾小管细胞膜上的转运蛋白 H 负责将尿酸分泌到肾小管腔。当血浆中尿酸浓度长期超过正常范围时可能会引起痛风。下列说法错误的是（　D　）

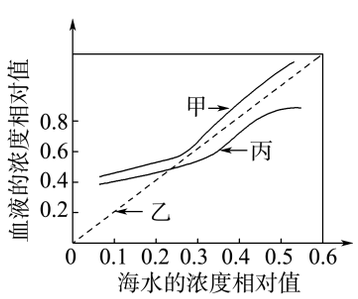
A.转运蛋白 H 的数量和活性都会影响血浆中尿酸的浓度

B.出现痛风症状说明人体维持稳态的调节能力是有限的

C.适当饮水能够促进体内的尿酸代谢，改善痛风的症状

D.血浆中含有缓冲物质，尿酸长期积累过多不会影响其 pH

8. 下图表示实验条件下，三种海蟹在其他环境条件一定，不断改变海水浓度时，血液浓度的变化情况（已知海水的正常浓度相对值约为0.5），下列描述正确的是（　　）



①在较低浓度的海水中才能维持内环境相对稳定的是甲

②无法判断甲、乙、丙调节内环境相对稳定能力的强弱

③维持内环境相对稳定能力最弱的是乙

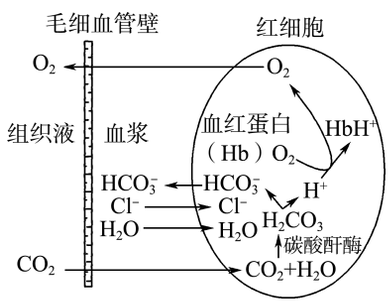
④维持内环境相对稳定能力最强的是丙

A.①③④　　B.①③

C.②　　D.③④

A　**解析**：机体维持内环境稳态的能力是有一定限度的，随着外界环境的变化，内环境的化学成分和理化性质变化越小，则机体维持稳态的能力越强。由题图可知，甲在海水浓度较低的情况下能维持血液浓度相对稳定；在海水浓度较高的情况下，血液浓度随海水浓度变化而发生较大的变化，因此甲适于在较低浓度的海水中生存。乙的血液浓度始终随海水浓度的变化而变化，说明乙维持内环境相对稳定的能力最弱。丙在海水浓度较低和较高的情况下，血液浓度随海水浓度变化而发生变化的幅度最小，说明丙维持内环境相对稳定的能力最强。由以上分析可知，①③④正确，②错误，故选 A。

9. 人体血液中的 O_2 与血红蛋白（Hb）结合，以氧合血红蛋白形式在血液中运输；大部分 CO_2 在血浆中以 HCO_3^- 的方式运输，如图所示。据图回答下列问题：



（1）血浆中 CO_2 主要来自_____（填生理过程）。

（2）CO_2 进入红细胞后，HCO_3^- 数量_____。血浆的 pH 之所以能维持稳定，与它含有_____等离子有关。

（3）生成的 H^+ 与血红蛋白结合，引起血红蛋白的_____发生改变，促进氧气释放并扩散到内环境中，供组织细胞吸收和利用。

（4）由于红细胞内_____被消耗和_____的进入，细胞内渗透压升高，血浆中的水分子进入红细胞。

答案：（1）有氧呼吸　（2）增加　HCO_3^-、H_2CO_3　（3）空间结构　（4）H_2O　Cl^-（氯离子）

迁 · 移 · 应 · 用

活动 深度理解细胞通过内环境与外界环境进行物质交换

【真题呈现】

(2025 · 云南卷)长跑运动员在比赛过程中,出现呼吸加快、大量流汗等生理现象,但血浆 pH 仍保持相对稳定。分析血浆 pH 稳定的原因,下列说法正确的是(　　)

A.大量流汗排出了无机盐

B.喝碱性饮料以中和乳酸

C.内环境中存在 HCO_3^-/H_2CO_3 缓冲对

D.呼吸过快时 O_2 摄入和 CO_2 排出均减少

C　**解析**:大量流汗排出无机盐主要影响的是体内的水盐平衡,从而影响渗透压,对血浆 pH 稳定的维持没有直接作用,A 错误;喝下的碱性饮料会被胃酸中和,不能中和血浆中的乳酸,B 错误;内环境中存在 HCO_3^-/H_2CO_3 缓冲对,当机体产生乳酸等酸性物质时,HCO_3^- 会与之反应,维持血浆 pH 的稳定,当碱性物质增多时,H_2CO_3 会与之反应,从而使血浆 pH 保持相对稳定,这是血浆 pH 稳定的重要原因,C 正确;呼吸过快时,O_2 摄入量增加,CO_2 排出量也增加,这样可以调节血浆中 CO_2 的浓度,维持酸碱平衡,D 错误。

【真题溯源】

人体的呼吸通过肺泡来实现。在流感病毒侵袭肺部后,可能导致肺部炎症反应,引起肺内组织液的生成和回流平衡失调,破坏肺泡毛细血管的内皮细胞和肺泡上皮细胞,使得血管通透性增加,液体渗出,使大量组织液不能在短时间内被肺淋巴和肺静脉系统吸收,积聚在肺泡、肺间质和细小支气管内,形成肺水肿,从而造成肺通气与换气功能严重障碍。另外,严重的流感病毒感染可能导致机体出现强烈的免疫反应和炎症因子释放,进一步加重肺部损伤,促使肺水肿的发生。对于流感病毒引发的肺水肿,治疗通常包括抗病毒治疗(如使用奥司他韦等药物)、对症支持治疗(如吸氧、呼吸支持、利尿等),以缓解症状和减轻肺部损伤。

图 1 为肺泡及周边结构示意图,图 2 为感染引发肺水肿的机制。



图1

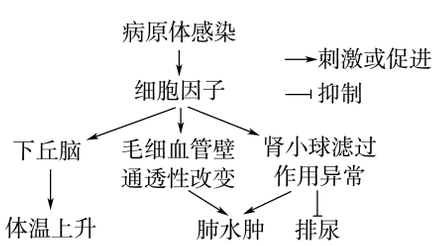


图2

【情境发掘】

1.肺水肿主要由液体从毛细血管异常渗透到肺部组织间隙所导致。根据图 2 分析,导致肺水肿的原因主要有哪两个方面?

提示:根据图 2 分析导致肺水肿的原因:一方面是肾小球滤过作用异常;另一方面是毛细血管壁通透性增加,血浆中的蛋白质等物质进入组织液,使肺部组织液渗透压升高,促进水分进入组织液,最终使得组织液增多。

2.感染病原体后,肺水肿患者在恢复内环境稳态过程中的调节机制是什么?

提示:目前普遍认为,内环境稳态的调节机制为神经—体液—免疫调节网络。

3.结合图 1,吸入的 O_2 从肺泡运送至其他组织细胞被利用,至少经过几层生物膜?

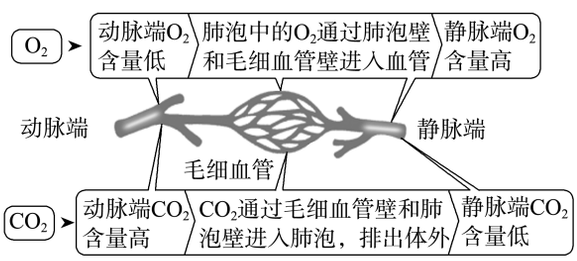
提示：进、出肺泡细胞壁细胞(2层)＋进、出毛细血管壁细胞(2层)＋进、出红细胞(2层)＋进、出毛细血管壁细胞(2层)＋进入组织细胞并进入线粒体(3层)，因此，至少经过11层生物膜。

【总结提升】

交换过程中内环境物质含量的变化

(1)一般的组织器官中 O_2 和营养物质(如葡萄糖、氨基酸等)在毛细血管动脉端的含量＞静脉端的含量；而代谢废物(如 CO_2 等)在毛细血管动脉端的含量＜静脉端的含量。

(2)肺组织中 O_2、CO_2 含量的变化规律



【变式训练】

1.(2024·湖北卷)磷酸盐体系($HPO_4^{2-}/H_2PO_4^-$)和碳酸盐体系(HCO_3^-/H_2CO_3)是人体内两种重要的缓冲体系。下列叙述错误的是　(　　)

A.有氧呼吸的终产物在机体内可转变为 HCO_3^-

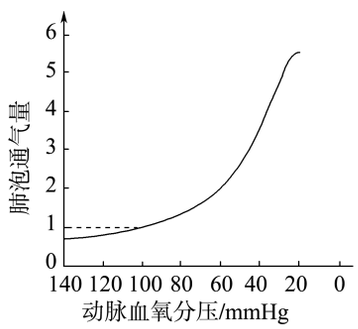
B.细胞呼吸生成ATP的过程与磷酸盐体系有关

C.缓冲体系的成分均通过自由扩散方式进出细胞

D.过度剧烈运动会引起乳酸中毒说明缓冲体系的调节能力有限

C　**解析**：有氧呼吸的终产物为 CO_2 和 H_2O，CO_2 溶于水后形成 H_2CO_3，再由 H_2CO_3 形成 H^+ 和 HCO_3^-，A正确；细胞呼吸生成ATP的过程与磷酸盐体系有关，如在细胞呼吸中磷酸盐作为底物参与了ATP的合成，B正确；缓冲体系的成分如 HCO_3^-、HPO_4^{2-} 携带电荷，不能通过自由扩散方式进出细胞，C错误；机体内环境中的缓冲物质能够对乳酸起缓冲作用，但过度剧烈运动会引起乳酸中毒，说明缓冲体系的调节能力有限，D正确。

2.(2022·海南卷)缺氧是指组织氧供应减少或不能充分利用氧，导致组织代谢、功能和形态结构异常变化的病理过程。动脉血氧分压与肺泡通气量(基本通气量为1)之间的关系如图所示。下列有关叙述错误的是　(　　)



A.在动脉血氧分压从60 mmHg降至20 mmHg的过程中，肺泡通气量快速增加，以增加组织供氧

B.生活在平原的人进入高原时，肺泡通气量快速增加，过度通气可使血液中 CO_2 含量降低

C.缺氧时，人体肌细胞可进行无氧呼吸产生能量

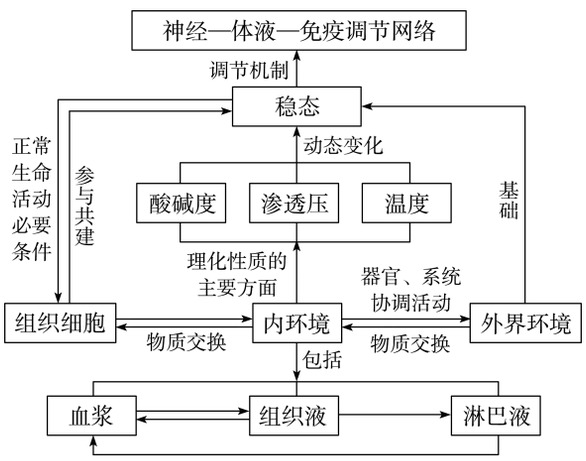
D.缺氧时，机体内产生的乳酸与血液中的 H_2CO_3 发生反应，以维持血液pH的稳定

D　**解析**：由题图可知，动脉血氧分压从60 mmHg降至20 mmHg的过程中，肺泡通气量迅速增加，吸入的氧气增多，以增加组织供氧，A正确；高原上缺乏氧气，生活在平原的人进入高原时，动脉血氧分压会降低，肺泡通气量会快速增加，过度通气排出 CO_2，使血液中 CO_2 含量降低，B正确；在缺氧条件下，人体肌细胞可进行无氧呼吸产生乳酸，并释放能量，C正确；缺氧时，机体内产生的乳酸主要与血液中的 $NaHCO_3$ 发生反应，以维持血液pH的稳定，D错误。

★★★

重·构·拓·展

多维体系构建



学科视野拓展

尿　毒　症

尿毒症是各类肾脏疾病发展到晚期的严重状态。通俗地讲，就是肾脏的“排毒”和“调节”功能几乎完全丧失，导致体内代谢废物、多余的水分等无法正常排出，引发全身多系统损害的临床综合征。

从病因来看，尿毒症不是单一疾病，主要由三类问题引发：一是肾脏本身的疾病，如慢性肾小球肾炎；二是其他疾病引发的肾损伤，其中糖尿病是导致肾损伤最常见的原因，高血压也是长期的损伤因素；三是少数遗传性疾病，如多囊肾病。

当肾脏功能丧失90%以上时，身体会出现一系列异常表现：首先是毒素蓄积，血液中的尿素、肌酐等废物无法清除，会让人感到乏力、恶心、食欲不振；其次是水电解质紊乱，如高血钾症可诱发心律失常，钙磷失衡会导致骨痛、骨质疏松；此外，还会影响多个系统功能，出现贫血（脸色苍白、头晕）、心血管问题（高血压、心脏病）、神经不适（手脚麻木、失眠）等并发症。

目前治疗的核心是肾脏替代治疗。一是透析治疗，包括血液透析和腹膜透析，通过透析设备或腹腔内透析液，帮助清除体内代谢废物和多余的水分，维持生命；二是肾移植，能够有效恢复肾功能，但面临供体短缺和免疫排斥等问题。近年来，可穿戴式人工肾、基因编辑、干细胞疗法等新技术正在积极探索中，未来有望为尿毒症患者提供更好的治疗选择。

◇思考

1.“透析治疗”能否治愈尿毒症？

2.根据上述对尿毒症的描述，谈谈健康人需要从哪些方面预防尿毒症。

单元质量评估(一)

(考查范围:第1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。每小题只有一个选项符合题目要求。

1.内环境是机体内细胞直接生活的环境,区别于个体生活的外界环境。下列有关内环境的叙述,正确的是　(　A　)

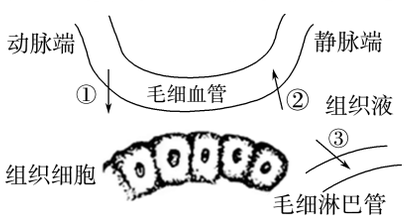
A.葡萄糖、尿酸、甘油三酯都属于内环境的成分

B.食物的消化、吸收和原尿中水的重吸收都发生在内环境中

C.血浆中含量最多的离子和化合物分别是Na^+、Cl^-和蛋白质

D.组织液流向血浆的液体量与流向淋巴液的液体量大致相等

2.下图是人体组织液部分来源与去向示意图,①②③代表箭头所示过程。下列叙述正确的是(　A　)



A.①过程生成的组织液量多于②过程回流的组织液量

B.动脉端血浆渗透压降低可引起静脉端回流组织液增多

C.③过程受阻并不影响①和②过程之间的动态平衡

D.淋巴液经毛细淋巴管壁进入组织液再经②过程回流至血浆

3.下列关于人体内环境及稳态的叙述,正确的有　(　A　)

①内环境是细胞代谢和机体进行生命活动的主要场所

②严重腹泻、呕吐,只需要补充足够的葡萄糖即可

③细胞外液占体液的2/3,细胞内液占体液的1/3

④内环境稳态的维持需要多种器官、系统的协调作用,并且人体维持内环境稳态的调节能力有限

⑤健康人的内环境的每一种成分都处于动态平衡之中,就是内环境的稳态

A.1项　　B.2项

C.3项　　D.4项

4.人在进行一定强度的体力劳动后,手掌或脚掌上可能会磨出水疱。水疱中的液体主要是组织液,一段时间后水疱可自行消失。下列叙述正确的是　(　D　)

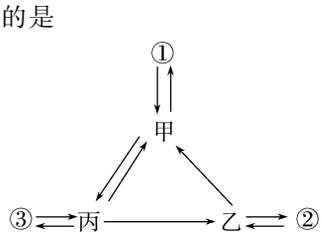
A.水疱的成分中蛋白质的含量最高

B.水疱中液体的成分与血浆中完全相同

C.水疱主要是细胞中的水大量渗出到组织液形成的

D.水疱自行消失是因为其中的液体可以渗入毛细血管和毛细淋巴管

5.医生在给重症肺炎患者进行常规治疗时,一般通过雾化(气溶胶吸入疗法)干扰素进行抗病毒治疗,当患者出现呼吸衰竭时,需使用呼吸机辅助通气,以维持内环境稳态。下图甲、乙、丙表示人体内环境的三大主要成分,①②③表示人体内细胞。下列有关叙述正确的是　(　　)



A.呼吸机辅助通气可使较充足的O_2通过②和乙进入甲

B.只要人体内甲、乙、丙中水和电解质平衡,就不会患病

C.静脉注射的药物直接进入乙中,可以使药物快速到达患者病变部位

D.病情严重时通过雾化治疗,药物可以不经过甲、乙,直接作用于②

D　**解析**:分析题图可知,甲是血浆,乙是淋巴液,丙是组织液,①是血细胞,②是淋巴细胞,③是组织细胞。呼吸机辅助通气可使较充足的O_2先进入甲(血浆),再进入丙(组织液),最后进入③(组织细胞)等被利用,A错误。人体的内环境稳态包括内环境的理化性质和组成成分的相对稳定,故甲、乙、丙中水和电解质平衡,人体仍可能患病,B错误。静脉注射的药物直接进入甲(血浆)中,可以使药物快速到达患者病变部位,C错误。病情严重时通过雾化治疗,药物可以不经过甲、乙,而是通过呼吸道直接作用于呼吸道黏膜处发挥免疫效应的[②]淋巴细胞,以增强治疗效果,D正确。

6.正常情况下,内环境处于一种可变的动态平衡状态。内环境的稳态对于生物的生存具有极其重要的意义。下列叙述不正确的是　(　C　)

A.内环境是机体内细胞直接生活的环境,主要包括血浆、组织液和淋巴液

B.人在剧烈运动时出汗会导致大量失钠,对细胞外液渗透压的影响大于细胞内液

C.人体细胞的代谢产物 CO_2 等不参与内环境稳态的形成与维持

D.内环境稳态是人体进行正常生命活动的必要条件

7.近年来,“生酮饮食法”被越来越多的人滥用于减肥、瘦身。“生酮饮食”是一种高脂肪、适量蛋白质、低碳水化合物的饮食方案。酮体是肝脏细胞中脂肪氧化分解的中间产物,其酸性较强,易引发酮症酸中毒。酮体生成后进入血液,输送到肝外组织被利用,过多的酮体从尿液排出形成酮尿。下列相关叙述正确的是 (　　)

A.脂肪氧化分解生成酮体发生在内环境中

B.尿液和血液中的酮体都属于内环境成分

C.饥饿较长一段时间后,血液中酮体的含量会增加

D.“生酮饮食法”可以减肥,利于人体健康

C　**解析**:脂肪氧化分解生成酮体发生在肝脏细胞内,并非内环境中,A 错误;尿液与外界环境相通,不属于内环境成分,B 错误;饥饿较长一段时间后,血糖浓度降低,机体需要分解脂肪提供能量,脂肪氧化分解生成的酮体增多,所以血液中酮体的含量会增加,C 正确;由题意可知,酮体酸性较强,易引发酮症酸中毒,所以“生酮饮食法”不利于人体健康,D 错误。

8.某实验小组的同学欲探究土豆匀浆能否维持 pH 的相对稳定,采用蒸馏水、缓冲液和土豆匀浆作为实验材料进行了相关实验,其中的一组实验结果如下表所示。下列叙述正确的是 (　　)

组别	试管 1	试管 2	试管 3
待测液	2 mL 蒸馏水	2 mL 配制 的缓冲液	2 mL 土豆匀浆
滴加 液体	0.1 mol·L^{-1} HCl	0.1 mol·L^{-1} HCl	0.1 mol·L^{-1} HCl
pH 检测	下降较快	变化不明显	变化不明显

A.实验中试管 1、2 为对照组,试管 3 为实验组

B.上述实验结果说明,土豆匀浆中的缓冲对为 HCO_3^-/H_2CO_3

C.上述实验结果说明,土豆匀浆调节 pH 的能力是有限的

D.上述实验结果说明,土豆匀浆中的缓冲物质与缓冲液中的完全相同

A　**解析**:该实验的目的是探究土豆匀浆能否维持 pH 的相对稳定,自变量为是否加入土豆匀浆,因变量为 pH 变化,因此实验中试管 1、2 为对照组,试管 3 为实验组,A 正确;向土豆匀浆中加入 HCl 后 pH 变化不明显,说明土豆匀浆能维持 pH 的相对稳定,可能存在缓冲物质,但不清楚缓冲对是否为 HCO_3^-/H_2CO_3,也不清楚土豆匀浆中的缓冲物质与缓冲液中的是否完全相同,B、D 错误;题中实验结果无法说明土豆匀浆调节 pH 的能力是有限的,C 错误。

9.《素问·生气通天论》中指出,“阴平阳秘,精神乃治;阴阳离决,精气乃绝”。《伤寒论》中提出,“阴阳自和者,必自愈”。下列叙述错误的是 (　　)

A.内环境稳态的维持是有一定限度的,稳态被破坏时会危害机体健康

B.维持内环境稳态的基础是神经—体液—免疫调节网络

C.中暑高热是内环境“阴阳失和”的一种表现

D.健康的生活方式有助于机体维持“阴阳自和”

B　**解析**:内环境稳态是机体进行正常生命活动的必要条件,内环境稳态的维持是有一定限度的,稳态被破坏时会危害机体健康,A 正确;维持内环境稳态的基础是机体各器官、系统协调一致地正常运行,神经—体液—免疫调节网络是维持内环境稳态的调节机制,B 错误;正常情况下内环境的温度保持相对稳定,中暑高热是内环境“阴阳失和”的一种表现,C 正确;内环境稳态受到环境因素的影响,健康的生活方式有助于机体维持“阴阳自和”,D 正确。

10.运动饮料是为向机体迅速补充糖类、水分和无机盐等而设计的,不同的运动饮料配方不同,不同配方的主要区别在于溶于饮料中的糖(白砂糖和聚合糖)和盐(钠盐和钾盐)的量不同,浓度越大渗透压越高。下表所示是 4 种饮品的部分成分及含量(单位:g/100 mL),结合内环境稳态相关知识,下列分析正确的是 (　　)

饮品类型	糖类	氯化钠	二氧化碳
某品牌纯净水	0	0	0
某品牌碳酸饮料	11.2	0.3	0.66
黄瓶饮料	1.0	0.3	0
蓝瓶饮料	10.0	0	0

A.过多饮用纯净水会导致血浆渗透压升高,引发“水中毒”

B.碳酸饮料中的二氧化碳能中和机体运动后产生的乳酸,从而维持血浆 pH

C.黄瓶饮料中的 Na^+ 可参与维持细胞外液渗透压,维持神经、肌肉的正常功能

D.蓝瓶饮料中的糖可直接进入血浆,参与维持细胞外液渗透压且为细胞供能

C　**解析**:纯净水不含溶质,过量饮用会稀释血浆,导致血浆渗透压降低,引发“水中毒”,A 错误。碳酸饮料中的 CO_2 溶于水形成碳酸(H_2CO_3),使溶液呈酸性,无法中和乳酸,血浆 pH 的稳定主要依

赖其中的缓冲对(如 $NaHCO_3/H_2CO_3$)维持,B 错误。黄瓶饮料含氯化钠(0.3 g/100 mL),其中的 Na^+ 是维持细胞外液渗透压的主要离子,且人体内 Na^+ 缺乏会引起神经、肌肉细胞的兴奋性降低,C 正确。蓝瓶饮料中的糖(10.0 g/100 mL)需经消化分解为单糖后才能被吸收进入血浆,不能直接参与渗透压调节,D 错误。

11. 丙型肝炎由丙型肝炎病毒(HCV)感染引起,患者大部分在感染期伴有血浆中高水平丙氨酸氨基转移酶(ALT,主要存在于肝细胞中)和因肝脏组织液增多而引起的轻度肝水肿等症状。临床上还需对患者的血氧饱和度指标和水、无机盐的平衡等进行监测。下列叙述不正确的是　　(　　)

A. 组织液的组成成分来源于毛细淋巴管壁渗出物和细胞的代谢产物

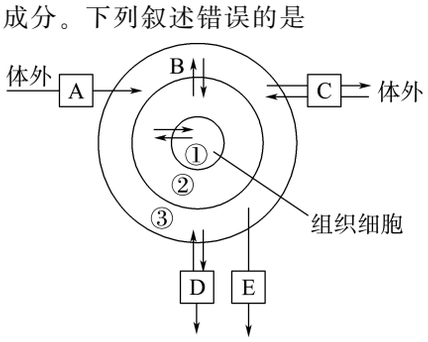
B. HCV 导致肝细胞受损,ALT 释放到血液中使其含量超出正常范围

C. 血氧饱和度正常为机体细胞呼吸提供充足的 O_2,避免能量供应不足

D. 监测患者的 Na^+、Cl^- 等无机盐含量,可了解其内环境渗透压状况

A　**解析**:组织液的组成成分来源于血浆和细胞代谢产物,A 错误;由题干信息可知,丙型肝炎患者在感染期伴有血浆中高水平丙氨酸氨基转移酶(ALT),说明 HCV 导致肝细胞受损,ALT 释放到血液中使其含量超出正常范围,B 正确;血氧饱和度正常可为机体细胞呼吸提供充足的 O_2,避免能量供应不足,C 正确;Na^+、Cl^- 等无机盐含量可影响内环境渗透压,因此监测患者的 Na^+、Cl^- 等无机盐含量,可了解其内环境渗透压状况,D 正确。

12. 下图为人体新陈代谢局部模式图,A～D 分别代表人体与新陈代谢相关的四大系统,①②③为体液的组成成分。下列叙述错误的是　　(　　)



A. 毛细血管壁细胞生活的具体内环境是②③

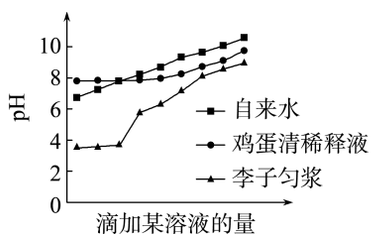
B. ①②③属于细胞外液,细胞外液的渗透压 90% 来自 Na^+ 和 Cl^-

C. D 是泌尿系统,E 与代谢废物的排出也有密切关系

D. C 是呼吸系统,可以从外界吸收 O_2,排出体内的 CO_2

B　**解析**:分析题图可知,①是细胞内液,②是组织液,③是血浆,A 是消化系统,B 是循环系统,C 是呼吸系统,D 是泌尿系统,E 是皮肤,毛细血管壁细胞生活的具体内环境是[②]组织液和[③]血浆,A 正确;①属于细胞内液,B 错误;D 是泌尿系统,E 是皮肤,与代谢废物的排出有密切关系,C 正确;C 是呼吸系统,可以从外界吸收 O_2,排出体内的 CO_2,D 正确。

13. 某生物兴趣小组用自来水、鸡蛋清稀释液、李子匀浆作为实验材料探究生物体维持 pH 稳态的机制,实验结果如下图所示。下列叙述错误的是　　(　　)



A. 该实验可用血浆、马铃薯匀浆等代替鸡蛋清稀释液、李子匀浆

B. 图中滴加的物质为 HCl 溶液,李子匀浆中也可能存在能维持 pH 稳定的物质

C. 实验结果说明鸡蛋清稀释液、李子匀浆维持 pH 稳定的能力有限

D. 由图可知,鸡蛋清稀释液比李子匀浆维持 pH 稳定的能力强

B　**解析**:该实验可用植物材料也可用动物材料进行,A 正确;题图中滴加的物质为碱性溶液(如 NaOH 溶液),与清水组相比,李子匀浆 pH 变化较小,说明李子匀浆中也可能存在能维持 pH 稳定的物质,B 错误;鸡蛋清稀释液、李子匀浆的 pH 变化幅度刚开始较小,后来变大,说明它们维持 pH 稳定的能力有限,C 正确;鸡蛋清稀释液和李子匀浆的 pH 刚开始都能维持稳定,但李子匀浆 pH 很快发生变化,故鸡蛋清稀释液维持 pH 稳定的能力更强,D 正确。

14. 人体血浆渗透压可分为由蛋白质等大分子物质形成的胶体渗透压和由无机盐等小分子物质形成的晶体渗透压。下列说法不正确的是　　(　　)

A. 正常机体内血浆渗透压相当于细胞内液渗透压

B. 血浆的胶体渗透压大于组织液或淋巴液的胶体渗透压

C. 正常人大量饮用清水后,血浆晶体渗透压会下降

D. 葡萄糖、胰岛素、呼吸酶和 Na^+ 等都参与了血浆渗透压的形成

D　**解析**:正常机体内血浆渗透压相当于细胞内液渗透压,这样才能保持细胞正常的形态和功能,A 正确;血浆中蛋白质含量高于淋巴液或组织液,所以血浆的胶体渗透压大于组织液或淋巴液的胶体渗透压,B 正确;正常人大量饮用清水后,胃腔内

的渗透压下降，经胃吸收进入血浆的水量会增多，从而使血浆晶体渗透压下降，C正确；葡萄糖、胰岛素、抗体和Na^+等都参与了血浆渗透压的形成，但呼吸酶存在于细胞内，与血浆渗透压的形成无关，D错误。

15. 2017年，科学家研制了一个充满电解质溶液的大塑料袋，并用它来抚育早产的羊羔。羊羔在此“人造子宫”中待了4周。足月后，研究者发现，它们与在母羊子宫中待到足月出生的小羊一样健康。从内环境稳态的角度分析，下列对“人造子宫”的说法不正确的是（　　）

A.“人造子宫”中除水和电解质外，还包含多种可以促进羊羔生长的营养物质和生长因子

B.“人造子宫”内的液体必须具备适宜的温度和酸碱度

C.每天注入定量电解质溶液，以确保“人造子宫”内的液体得到更新，保持相对稳定

D.“人造子宫”外部不需要配置类似于母羊体内胎盘的结构，与早产羊羔的脐带连通

D　**解析**：“人造子宫”内的电解质溶液能够为早产羊羔生活提供适宜的液体环境，除水和电解质外，还包含多种可以促进羊羔生长的营养物质和生长因子，A正确；羊羔健康生长除了要维持电解质溶液必要的成分和含量，还要满足适宜羊羔发育的理化性质，如温度、酸碱度等，B正确；由于营养物质不断被消耗，故“人造子宫”需每天注入定量的电解质溶液以确保“羊水”得到更新，满足“羊水”营养物质的供应，C正确；“人造子宫”外部需要配置机器胎盘，与早产羊羔的脐带连通，早产羊羔能通过机器胎盘来获得养料，排出代谢废物，以维持内环境的稳定，D错误。

二、非选择题：本题共5小题，共55分。

16.（10分）常规体检时，通常要做血液生化六项的检查，以了解肝功能、肾功能、血糖、血脂等是否正常。下表是某男子血液生化六项检查的化验单。请回答下列问题：

项目		测定值	单位	参考范围
丙氨酸氨基转移酶	ALT	17	U/L	9～60
肌酐	CRE↑	1.9	mg/dL	0.5～1.5
尿素氮	BUN↑	34.6	mg/dL	6～23
血清葡萄糖	GLU↑	223	mg/dL	60～110
甘油三酯	TG↑	217	mg/dL	50～200
总胆固醇	TCHO	179	mg/dL	150～220

（1）组织液、淋巴液的成分及含量与血浆相近，但并不相同，最大的差别是_____。

（2）内环境的理化性质主要包括渗透压、_____和_____三个方面，其中血浆渗透压的大小主要与_____的含量有关。

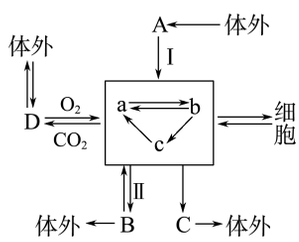
（3）肌酐是人体肌肉代谢的产物，属于小分子物质，可通过肾小球滤过，全部随尿液排出。根据此化验单中肌酐的数值，可推测该男子的_____（填器官名称）功能异常。

（4）血液中每种成分的参考值都有一个变化范围，说明健康人的血液中每一种成分都处于_____中。

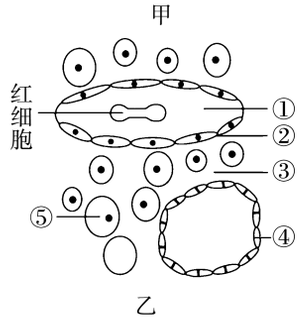
解析：（2）内环境的理化性质包括渗透压、酸碱度和温度。渗透压的大小取决于单位体积溶液中溶质微粒的数目，血浆渗透压的大小主要与无机盐和蛋白质的含量有关，无机盐在含量上占有明显优势的是Na^+和Cl^-。（3）肌酐可通过肾小球滤过，全部随尿液排出，此化验单中肌酐的数值超过正常值，可推测该男子的肾脏可能受损，使肌酐不能及时排出。（4）化验单显示血液中每种成分的参考值都有一个变化范围，即血液中每种成分在生物体内的含量不是恒定的，说明健康人的血液中每一种成分都处于动态平衡中。

答案：（1）血浆中含有较多的蛋白质　（2）酸碱度　温度　蛋白质和无机盐　（3）肾脏　（4）动态平衡

17.（11分）人体与外界环境之间进行物质交换离不开内环境。图甲表示人体内细胞与外界环境之间进行物质交换的过程，A、B、C、D表示直接与内环境进行物质交换的几种器官（A是小肠），Ⅰ、Ⅱ是有关的生理过程。图乙为人体组织局部示意图，②④所在位置是某些管道的横切面。回答下列问题：



甲



乙

（1）图甲中的B、D分别表示_____，Ⅰ表示_____。O_2从体外进入肝脏细胞至少需要通过_____层磷脂双分子层。

(2)图甲中的a对应图乙中的_____(填序号)。从组织液与血浆的关系看,导致组织水肿的因素很多。下列各项中,能引起组织水肿的有_____。

A.营养不良　　B.肾小球肾炎

C.吃了很咸的食物　　D.淋巴循环受阻

(3)下表所示为人体内几种不同体液的物质组成和含量(mmol/L)的测定数据。E、F、G、H中与图乙中⑤相对应的字母是_____。

成分		Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	有机酸	蛋白质
E	F	142	5.0	2.5	1.5	103.3	6.0	16.0
	G	147	4.0	1.25	1.0	114.0	7.5	1.0
H		10	140	2.5	10.35	25	—	47

(4)图乙中CO_2浓度最高的是_____(填序号)。

(5)内环境稳态的实质是内环境的化学成分和_____处于动态平衡之中。

解析:(1)题图甲中的B将代谢废物排出体外,同时进行重吸收,是肾;人体通过D与体外进行气体交换,D是肺;Ⅰ表示消化系统的消化、吸收。O_2从体外进入肝脏细胞至少需要穿过肺泡壁细胞、毛细血管壁细胞、红细胞、毛细血管壁细胞到达肝部组织液,再穿过肝细胞膜即到达肝细胞内,至少穿过$4\times2+1=9$层细胞膜,即9层磷脂双分子层。(2)题图甲中的a为血浆,位于毛细血管中,故对应题图乙中的①。营养不良使摄入蛋白质减少,会使血浆中蛋白质减少,引起血浆渗透压降低,组织液从血浆中吸水,导致组织水肿,A符合题意;肾小球肾炎导致血浆蛋白随尿液排出,会使血浆中蛋白质减少,引起血浆渗透压降低,组织液从血浆中吸水,导致组织水肿,B符合题意;吃了很咸的食物会使血浆渗透压升高,血浆从组织液中吸水,不会出现组织水肿,C不符合题意;淋巴循环受阻,组织液中部分蛋白质无法通过淋巴循环运走,组织液渗透压升高,组织液从血浆中吸水,导致组织水肿,D符合题意。(3)题图乙中⑤为细胞内液,题表中H的K^+和蛋白质含量最高,所以H是细胞内液,E是细胞外液,题图乙的⑤对应H。(4)CO_2是细胞呼吸的产物,来源于细胞内液,故题图乙中CO_2浓度最高的是⑤(细胞内液)。(5)内环境稳态指的是正常机体通过调节作用,使各个器官和系统协调活动,共同维持内环境的相对稳定,其实质是内环境的化学成分和理化性质处于动态平衡之中。

答案:(1)肾、肺　消化、吸收　9　(2)①　A、B、D　(3)H　(4)⑤　(5)理化性质

18.(10分)人在醉酒或酒精中毒后,可能会出现恶心、呕吐、精神恍惚等症状,严重者还会出现昏迷、肝功能受损、呼吸衰竭等症状。临床治疗中可通过注射药物来保护肝功能,减少乙醇吸收,加速乙醇氧化分解等。回答下列问题:

(1)通过静脉注射和肌内注射时,药物首先进入的细胞外液分别是_____和_____。

(2)大量饮酒后,外周毛细血管壁的通透性会增加,_____渗透压会升高,人体可能会出现组织水肿现象。

(3)肝脏是酒精的主要代谢场所,酒精的代谢途径如下图所示。当人的免疫力低下时,其肝脏分解能力会减弱,酒量会下降。

乙醇 $\xrightarrow{\text{乙醇脱氢酶}}$ 乙醛 $\xrightarrow{\text{乙醛脱氢酶}}$ 乙酸 $\longrightarrow$ CO_2和水

①乙酸分解形成的CO_2会扩散出毛细血管壁,进入肺泡,从而排出体外,毛细血管壁细胞生活的内环境为_____。

②欲保证酒精含量在体内处于稳态,需要通过_____调节网络来维持。

解析:(1)静脉滴注药物时,药物首先进入的细胞外液是血浆;肌内注射药物时,药物首先进入的细胞外液是组织液。(2)大量饮酒后,外周毛细血管壁的通透性会增加,大量蛋白质进入组织液,组织液渗透压会升高,人体可能会出现组织水肿现象。(3)①毛细血管壁细胞生活的内环境为组织液、血浆。②目前普遍认为,神经—体液—免疫调节网络是维持机体稳态的主要调节机制,因此欲保证酒精含量在体内处于稳态,需要通过神经—体液—免疫调节网络来维持。

答案:(1)血浆　组织液　(2)组织液　(3)①组织液、血浆　②神经—体液—免疫

19.(11分)“酸碱体质”可以说是一种流传甚广的伪科学理论,在该理论中,根据食物在体内的代谢产物对体液酸碱度的影响,简单地将食物分为“酸性食物”和“碱性食物”。实际上,人体内酸碱处于平衡状态,无法像该理论宣称的通过饮食调节。据此回答下列问题:

(1)正常人血浆的pH为_____。血浆pH之所以保持稳定,与HCO_3^-、_____等物质有关,其中HCO_3^-的形成途径是_____。

(2)人体中的缓冲对主要存在于_____等体液中,调节pH的过程发生在_____中。

(3)我们吃的食物经代谢后会产生一些酸性或碱性的物质,这些物质进入内环境不会使人体的pH发生显著变化,其原因是人体的_____等系统能够参与控制酸碱平衡,同时血液中有很多缓冲对,它们组成了人体内部的酸碱缓冲系统。

(4)剧烈运动后,运动员会感到肌肉酸痛但内环境的酸碱度能保持相对稳定,请解释上述现象出现的原因。_____。

解析:(1)正常人的血浆pH维持在7.35～7.45,人体内的缓冲对有HCO_3^-/H_2CO_3、$HPO_4^{2-}/H_2PO_4^-$等,其中HCO_3^-的形成途径为人体产生的CO_2与H_2O结合形成H_2CO_3,H_2CO_3分解产生HCO_3^-。(2)缓冲对主要存在于细胞外液中,维持细胞外液的渗透压,即主要存在于血浆、组织液、淋巴液中,缓冲对调节pH主要发生在内环境中。(3)人体的消化系统、泌尿系统、循环系统和呼吸系统等能够参与控制酸碱平衡,同时血液中有很多缓冲对,它们共同组成了身体内部的酸碱缓冲系统。(4)人体血液运输氧气的能力是有一定限度的,剧烈运动时,人体需要的能量增加,需氧量增加,供氧不足,肌肉细胞进行无氧呼吸产生乳酸导致肌肉酸痛,但由于内环境中存在缓冲物质进行调节,所以pH能保持相对稳定。

答案:(1)7.35～7.45　H_2CO_3　细胞代谢产生的CO_2与H_2O结合形成H_2CO_3,H_2CO_3分解产生HCO_3^-　(2)血浆、组织液、淋巴液　血浆、组织液、淋巴液(内环境)　(3)消化系统、泌尿系统、循环系统、呼吸系统　(4)剧烈运动时,供氧不足,肌肉细胞进行无氧呼吸产生乳酸导致肌肉酸痛,但由于内环境中存在缓冲物质进行调节,所以pH能保持相对稳定

20.(13分)血浆渗透压包括血浆晶体渗透压和血浆胶体渗透压。晶体渗透压主要指由血浆中的小分子物质(如Na^+和Cl^-)形成的渗透压,胶体渗透压主要指由血浆蛋白等大分子物质形成的渗透压。请回答下列问题:

(1)人体内环境的稳态会发生变化的原因是_____。某人食物中长期缺乏蛋白质,导致血浆胶体渗透压_____,由此可见,内环境稳态的意义是_____。

(2)科学家用化学分析的方法测得人体血浆的化学组成中,蛋白质含量为7%～9%,无机盐含量约为1%,但无机盐在维持血浆渗透压中占重要地位,原因是_____。

溶血是指红细胞破裂,血红蛋白逸出红细胞的现象。体外实验表明,若红细胞处于质量分数低于0.45%的NaCl溶液中,会出现溶血现象,请从血浆渗透压的角度分析,溶血发生的原因是_____。

(3)人体中血红蛋白构型主要有T型和R型,其中R型与氧的亲和力约是T型的500倍。内、外因素的改变会导致血红蛋白与氧的亲和力发生变化,如血液pH升高、温度下降等因素可促使血红蛋白从T型向R型转变,推测在肺部毛细血管处,血红蛋白由_____(填"R型向T型"或"T型向R型")转变,原因是_____。体温升高时,血红蛋白的变化与在肺部毛细血管处的变化_____(填"相同"或"相反")。

解析:(1)由于外界环境的变化和体内细胞代谢活动的进行,人体内环境的稳态会在一定范围内发生变化。长期营养不良会导致血浆中蛋白质含量减少,血浆胶体渗透压下降,组织液回流减弱,组织间隙液体增多,进而导致组织水肿现象,由此可见,内环境稳态是机体进行正常生命活动的必要条件。(2)渗透压是单位体积的溶液内,溶质微粒对水的吸引力,无机盐相对分子质量小,单位体积溶液中无机盐微粒数目多,产生的渗透压大。溶血是指红细胞破裂,血红蛋白逸出红细胞的现象。当血浆渗透压过低时,进入红细胞内的水分增多,致使红细胞膨胀、破裂,血红蛋白逸出,进而造成溶血现象。(3)人体中血红蛋白构型主要有T型和R型,其中R型与氧的亲和力约是T型的500倍,在肺部毛细血管处氧气含量很充足,因此血红蛋白由T型向R型转变。温度下降等因素可促使血红蛋白从T型向R型转变,那么体温升高时血红蛋白从R型向T型转变,因此血红蛋白的变化与在肺部毛细血管处的变化相反。

答案:(1)外界环境的变化和体内细胞代谢活动的进行　降低　内环境稳态是机体进行正常生命活动的必要条件　(2)无机盐相对分子质量小,单位体积溶液中无机盐微粒数目多,产生的渗透压大(或蛋白质相对分子质量大,单位体积溶液中蛋白质微粒数目少,产生的渗透压小)　血浆渗透压过低时,进入红细胞的水分增多,致使红细胞膨胀、破裂,血红蛋白逸出　(3)T型向R型　肺部毛细血管处氧气含量很充足　相反

第2章 神经调节

单元概览

探究神经系统的调节过程

唐代诗人卢纶在《和张仆射塞下曲》中写道:“林暗草惊风,将军夜引弓。”将军看到风吹草动,迅速引弓搭箭的行为在生物学上属于反射活动,这种行为是在神经系统的参与下完成的。

人和动物的神经系统能够及时感知内外环境发生的变化并迅速作出反应,从而协调各器官、系统的生命活动,使机体维持稳态并适应多变的环境。那么,人和动物如何通过神经系统调节生命活动?神经调节的基本方式和结构基础是什么?神经冲动是怎样产生和传导的?人脑有哪些高级功能呢?

核心概念

概念1　生命个体的结构与功能相适应,各结构协调统一共同完成复杂的生命活动,并通过一定的调节机制保持稳态

1.3　神经系统能够及时感知机体内、外环境变化,并作出反应调控各器官、系统的活动,实现机体稳态。

1.3.1　概述神经调节的基本方式是反射(可分为条件反射和非条件反射),其结构基础是反射弧。

1.3.2　阐明神经细胞膜内外在静息状态具有电位差,受到外界刺激后形成动作电位,并沿神经纤维传导。

1.3.3　阐明神经冲动在突触处的传递通常通过化学传递方式完成。

1.3.4　分析位于脊髓的低级神经中枢和脑中相应的高级神经中枢相互联系、相互协调,共同调控器官和系统的活动,维持机体的稳态。

1.3.5　举例说明中枢神经系统通过自主神经来调节内脏的活动。

1.3.6　简述语言活动和条件反射是由大脑皮层控制的高级神经活动。

学习目标

1.基于体验脊髓反射的实验过程,解释神经细胞的特殊性、支持反射活动的神经结构基础。

2.阐述神经冲动的传导和传递、脊髓和脑的联系,阐明中枢神经系统是机体控制中心,能运用分级调节原理分析相关疾病发生的原因。

3.针对条件反射的建立、生物电的发现等活动,能根据过程分析原理,根据现象提出合理的假说,并预测结果,认同科学探究与发现对人类发展的作用。

4.尝试应用学习和记忆的原理提高学习效率,能调整自己的情绪,积极、健康地享受美好生活。关注日常生活中有关神经传导障碍的实例、药物成瘾的现象等,远离成瘾行为,养成健康文明的生活方式。

★★★

探·究·构·建

第1节　神经调节的结构基础

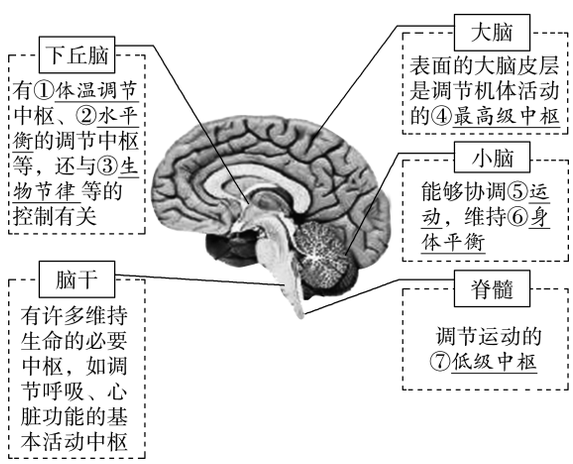
学习任务目标

1.运用结构和功能观，借助图片分析神经元的结构和功能。
2.采用对比与分析、归纳与概括的方法，说出交感神经和副交感神经的异同。
3.基于交感神经和副交感神经的功能，认同自主神经系统使机体更好地适应环境变化。

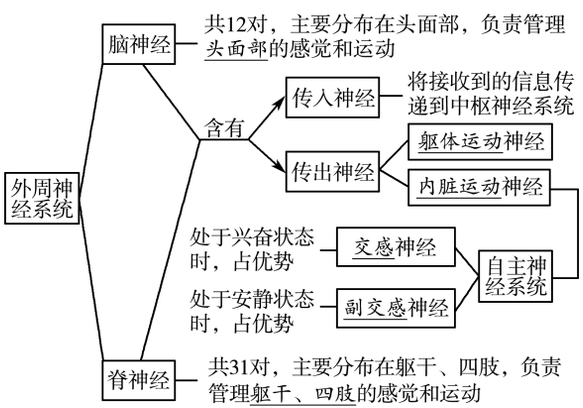
○ 问题式预习 ○

一、神经系统的基本结构

1.中枢神经系统



2.外周神经系统



◇思考

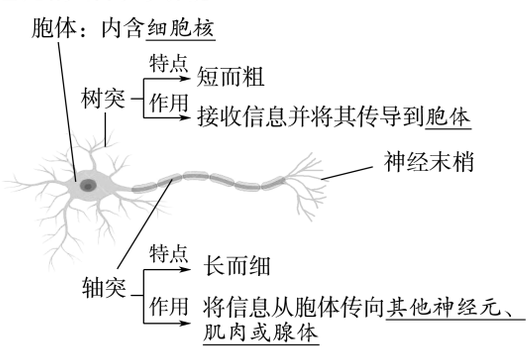
[教材第19页图2-2]迷走神经中促进胃肠蠕动的神经属于副交感神经(填“交感神经”或“副交感神经”)。交感神经和副交感神经对同一器官的作用通常是相反的，有什么意义？

提示：可以使机体对外界刺激作出更精确的反应，使机体更好地适应环境的变化。

二、组成神经系统的细胞

1.组成神经系统的细胞主要包括神经元和神经胶质细胞两大类。

2.神经元的结构与功能



3.神经胶质细胞

(1)分布：广泛分布于神经元之间。

(2)功能

①对神经元起辅助作用，具有支持、保护、营养和修复神经元等多种功能。

②参与构成神经纤维表面的髓鞘，和神经元一起共同完成神经系统的调节功能。

◇思考

[教材第20页“拓展应用”]有些神经元树突很多，并且轴突很长，如支配人足部肌肉的轴突长度可超过1 m，这有什么意义？

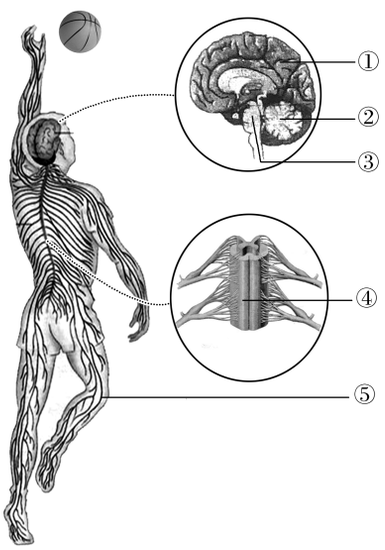
提示：有些神经元的轴突很长，这有利于将信息输送到远距离的支配器官；树突很多有利于充分接收信息。

○ 任务型课堂 ○

任务一 神经系统的基本结构

探究活动

篮球联赛对运动员的智慧和体能都是很大的考验。结合下图所示人体神经系统的组成及神经元结构示意图，回答下列问题：



(1)图中①是大脑，②是小脑，③是脑干，④是脊髓，⑤是神经。

(2)比赛过程中运动员因剧烈运动导致汗腺分泌增加，维持体温平衡的神经中枢在下丘脑，保证后仰投篮后能平稳落地的神经中枢在小脑。

(3)运动员能有意识地控制发球、扣球等动作，却无法有意识地在一般情况下控制心跳、呼吸、胃肠蠕动等，这是为什么？

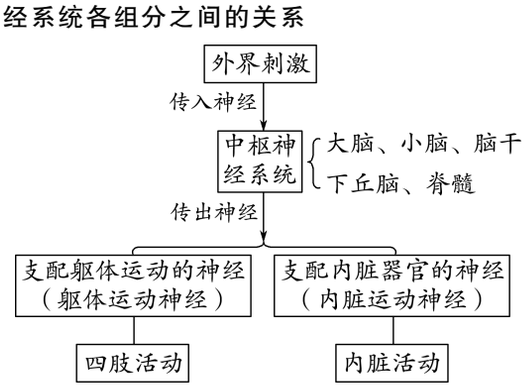
提示：控制发球、扣球等动作的传出神经是躯体运动神经，明显受意识支配；而控制心跳、呼吸、胃肠蠕动的传出神经是内脏运动神经，不受意识支配。

(4)比赛结束后，运动员的心跳和支气管等会发生怎样的变化？

提示：运动结束后，副交感神经兴奋，使支气管收缩，心跳减慢。

【探究总结】

1.神经系统各组分之间的关系



2.交感神经和副交感神经功能的比较

	兴奋状态	安静状态
作用	交感神经作用加强，副交感神经作用受抑制	交感神经作用受抑制，副交感神经作用加强
表现	心跳加快，血液循环加强，肺通气量加大	心跳减慢，血液循环减弱，肺通气量减小
意义	满足机体剧烈运动的需要	适应机体安静状态的需要

3.自主神经系统的四点归纳

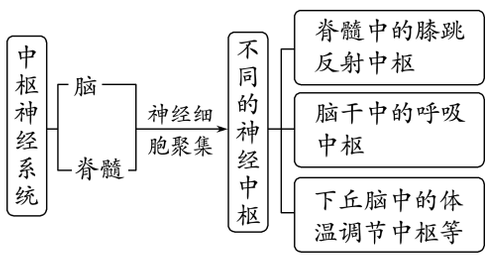
(1)自主神经系统不是传入神经，而是传出神经的一部分。

(2)自主神经系统不是只有脊神经的一部分，还有脑神经的一部分。

(3)在生理活动过程中，一般交感神经的作用是兴奋性的，副交感神经的作用是抑制性的。

(4)交感神经和副交感神经均不受意识支配。

4.提醒：中枢神经系统≠神经中枢



(1)中枢神经系统是神经系统的主要部分，包括脑和脊髓。

(2)神经中枢是由位于中枢神经系统中的大量神经细胞聚集在一起形成的，分别负责调控某一特定的生理功能，如脊髓中的膝跳反射中枢、脑干中的呼吸中枢、下丘脑中的体温调节中枢等。

(3)中枢神经系统中含有许多神经中枢。同一生理功能可以分别由不同的神经中枢来调控，这些不同的神经中枢之间相互联系，共同调控。

评价活动

1.杭州亚运会男子百米决赛中，随着发令枪响，运动员起跑、加速、冲刺。体育场内响起热烈的欢呼声和呐喊声，现场观众激动万分。下列有关叙述正确的是（　　）

A.运动员交感神经兴奋，血管舒张，心跳加快

B.运动员大量出汗后只需补充大量的水

C.观众副交感神经兴奋，支气管收缩，胃肠蠕动增强

D.运动员奔跑过程受躯体运动神经支配

D　**解析**：运动员快速奔跑、观众激动时，机体均处于兴奋状态，此时交感神经活动占优势，血管收缩，心跳加快，支气管扩张，胃肠蠕动减慢，A、C 错误；运动员大量出汗会同时丢失水和无机盐，应适量补充淡盐水，B 错误；奔跑等身体运动受躯体运动神经支配，D 正确。

2. 研究人员为研究交感神经和副交感神经对心脏的支配作用，分别测定狗在正常情况、阻断副交感神经和阻断交感神经后的心率，结果如表所示。下列分析错误的是（　　）

实验处理	心率/(次/min)
正常情况	90
阻断副交感神经	180
阻断交感神经	70

A.交感神经和副交感神经对心脏的作用是相反的

B.对心脏支配占优势的是副交感神经

C.副交感神经兴奋引起心脏搏动加快

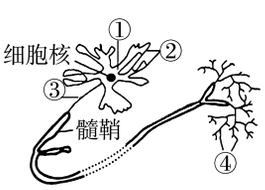
D.交感神经和副交感神经属于传出神经

C　**解析**：由题表可知，与正常情况相比，只有副交感神经时，心率降低，只有交感神经时，心率升高，且升高的幅度大于降低的幅度，说明交感神经和副交感神经对心脏的作用是相反的，且在正常情况下对心脏支配占优势的是副交感神经，A、B 正确；副交感神经兴奋时，心脏搏动减慢，C 错误；交感神经和副交感神经属于传出神经，D 正确。

任务二 组成神经系统的细胞

探究活动

肌萎缩侧索硬化是一种慢性、进行性神经性疾病，又名渐冻症，主要对运动神经元以及其支配的躯干、四肢和头面部肌肉造成损伤，主要临床表现为进行性的骨骼肌无力、肌萎缩、肌束颤动、肢体瘫痪等症状。下图为完整的神经元结构示意图，请思考并回答下列有关问题：



(1)图中序号依次表示：①胞体，②树突，③轴突，④神经末梢。

(2)神经元是神经系统结构与功能的基本单位，既能接收信息也能传出信息，二者分别依靠什么结构完成？能把信息传向哪些结构？

提示：神经元靠树突接收信息并传导到胞体；靠轴突把信息从胞体传向其他神经元、肌肉或腺体。

(3)一个神经元内信息的传导方向是树突→胞体→轴突。

【探究总结】

区分神经元、神经纤维、神经末梢与神经

(1)神经元包括胞体、树突和轴突。

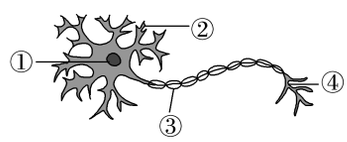
(2)神经纤维：由呈纤维状的轴突和外面套有的一层髓鞘构成。

(3)神经末梢：是树突和轴突末端的细小分支，遍布全身。

(4)神经：许多神经纤维集结成束，外面包有一层包膜，构成一条神经。

评价活动

1. 下图为神经元的结构模式图，下列有关叙述错误的是（　　）



A.①是神经元的胞体，②③④是突起

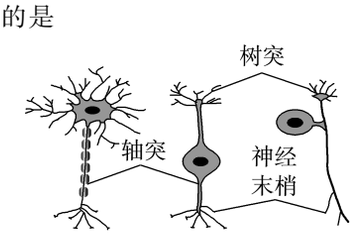
B.神经元的突起包含树突和轴突两种类型

C.神经元既能接收信息，也能传导信息

D.轴突延伸数米，有利于神经元发挥信号长距离传导的功能

A　**解析**：由题图可知，①是神经元胞体中的细胞核，②是树突，③是髓鞘，④是神经末梢，A 错误。

2. 下图为人体不同类型的神经元结构模式图，下列叙述正确的是（　　）



多极神经元　双极神经元　假单极神经元

A.3 种神经元形态相似，树突通常短而粗，用来接收信息并将其直接传向其他神经元、肌肉或腺体

B.3 种神经元和神经胶质细胞一样，基本结构都包括细胞膜、细胞质和细胞核，功能也相同

C.3 种神经元都由胞体、轴突、树突等组成，并且神经末梢只位于轴突末端

D.3 种神经元尽管突起数量不同，但末端形成的神经末梢分布于全身各处

D　**解析**：树突接收信息并将其传导到胞体，再经轴突传向其他神经元、肌肉或腺体，A 错误；神经元是神经系统结构与功能的基本单位，神经胶质细胞是对神经元起辅助作用的细胞，二者的功能不同，B 错误；树突和轴突末端的细小分支叫作神经末梢，它们分布于全身各处，C 错误，D 正确。

3. 1977 年以前人们认为高等动物成年后，神经元凋亡后就不再发生了，但之后的科学家研究发现，包括

人类在内的多种动物成体脑中都有神经元的发生。研究表明，复杂的环境经历、适量的跑动能增加小鼠大脑海马区新生神经元的数量，但应激可抑制神经元发生。下列叙述错误的是（　　）

A.神经胶质细胞可能起到减少神经元死亡的作用

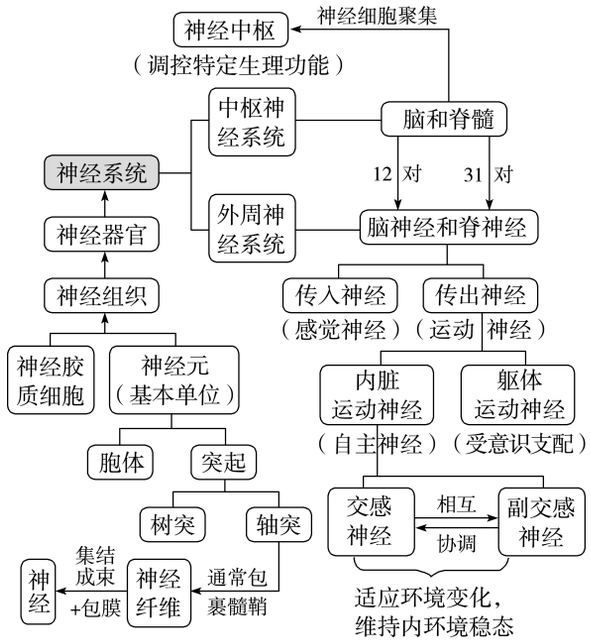
B.神经元的发生包括细胞增殖和分化等过程

C.环境温度的剧烈变化、创伤等可促进神经元发生

D.成年人丰富的学习活动可以促进脑中神经元的产生

C　**解析**：神经胶质细胞对神经元有营养、修复和保护等作用，可起到减少神经元死亡的作用，A正确；神经元是已分化的细胞，新的神经元的产生包括细胞增殖和分化等过程，B正确；环境温度的剧烈变化、缺氧、创伤和精神紧张、焦虑不安等应激可抑制神经元发生，C错误；人脑中的神经元的数量并非一成不变，成年人也会产生新的神经元，而丰富的学习活动和生活体验可以促进脑中神经元的产生，D正确。

提质归纳



课后素养评价（三）

基础落实

知识点1　神经系统的组成

1. 人体生命活动都离不开神经系统的调节和控制。下列有关叙述错误的是（　　）

A.自主神经系统属于外周神经系统，是脊神经的一部分

B.小脑具有协调运动、维持身体平衡的功能

C.位于脑干的呼吸中枢是维持生命的必要中枢

D.神经系统由脑、脊髓和它们发出的神经组成

A　**解析**：自主神经系统属于外周神经系统，是脊神经和脑神经中支配内脏、血管和腺体活动的神经，包括交感神经与副交感神经，A错误；小脑的主要功能是使运动协调，维持身体的平衡，B正确；脑干位于大脑的下方和小脑的前方，呼吸中枢位于脑干，是维持生命的必要中枢，C正确；人体神经系统由脑、脊髓和它们所发出的神经组成，与脑相连的神经叫脑神经，与脊髓相连的神经叫脊神经，D正确。

2. 下列关于脑神经与脊神经的叙述，错误的是（　D　）

A.脑神经共12对，主要分布在头面部

B.脑神经负责管理头面部的感觉和运动

C.脊神经共31对，主要分布在躯干、四肢

D.脑神经中没有支配内脏器官的神经

3. 下列关于人体神经系统组成的叙述，正确的是（　B　）

A.中枢神经系统由大脑（位于颅腔）和脊髓（位于椎管内）构成

B.在中枢神经系统内，不同的神经中枢分别负责调控某一特定的生理功能

C.外周神经系统按照调控对象分为躯体感觉神经和内脏运动神经

D.自主神经系统是只受意识支配的完全自主性的运动神经

4. 自主神经系统是调节内脏活动的神经组织，又称植物神经系统、内脏神经系统，是神经系统的重要组成部分，包括交感神经和副交感神经两部分。它们在大脑皮层和皮层下自主神经中枢的控制下，管理各种器官的平滑肌、心脏的心肌、腺体及其他内脏器官的活动，调节机体新陈代谢的进行。下列说法正确的是（　C　）

A.交感神经和副交感神经控制同一内脏生命活动时的效果一定是相反的

B.自主神经系统控制内脏生命活动时是自主的，不受大脑皮层的控制

C.交感神经和副交感神经对同一器官的作用，可使机体作出更精确的反应

D.自主神经系统属于周围神经系统中脊神经发出的传入神经

知识点2　神经元的结构

5.研究表明，当老年人思维活跃时，他们的大脑中有一类蛋白质含量很高，这些蛋白质可以增强神经元之间的联系。下列相关叙述错误的是　（　A　）

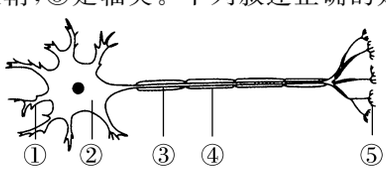
A.神经元和神经胶质细胞是神经系统结构与功能的基本单位

B.神经元是由胞体、树突和轴突等部分构成的

C.神经胶质细胞广泛分布于神经元之间，其数量比神经元数量多

D.在外周神经系统中，神经胶质细胞参与构成神经纤维表面的髓鞘

6.下图是组成神经系统的某种细胞的结构示意图，其中④是髓鞘，③是轴突。下列叙述正确的是（　　）



A.图示细胞为神经胶质细胞，其数量远远多于神经元

B.①为树突，能接收信息并将其直接传导到其他细胞

C.[③]轴突外面套有一层[④]髓鞘，共同构成一条神经

D.⑤是神经末梢，轴突和树突的末端均有神经末梢

D　**解析**：题图细胞为神经元，不是神经胶质细胞，A错误；①为树突，能接收信息并将其传导到[②]胞体，而不是传导到其他细胞，B错误；[③]轴突外面套有一层[④]髓鞘，共同构成神经纤维，许多神经纤维集结成束，外面包有一层包膜，构成一条神经，C错误；⑤是神经末梢，轴突和树突的末端均有神经末梢，D正确。

能力提升

7.在人体中，自主神经系统（ANS）从未停止过调节机体生命活动，但我们却察觉不到。下列相关叙述正确的是　（　　）

A.ANS包括交感神经和副交感神经，属于中枢神经系统

B.在支气管的收缩方面，交感神经和副交感神经相互协同

C.副交感神经都是脊神经，其兴奋性增强可引起胃肠蠕动加快

D.大脑等神经中枢对ANS的活动起调整作用，使ANS不完全自主

D　**解析**：自主神经系统（ANS）由交感神经和副交感神经组成，属于外周神经系统，A错误；交感神经兴奋使支气管扩张，副交感神经兴奋使支气管收缩，二者对支气管的调控作用是相反的，B错误；副交感神经部分为脑神经（如迷走神经支配内脏），部分为脊神经（如盆内脏神经），并非都是脊神经，其兴奋可促进胃肠蠕动，C错误；大脑皮层、下丘脑等高级神经中枢可调整自主神经系统的活动，使ANS不完全自主，D正确。

8.在胸外科患者中有着一群特殊的“水手”，称为手汗症患者。为根治手掌多汗，医生可借助胸腔镜，点断某交感神经。下列关于交感神经和副交感神经的叙述，错误的是　（　D　）

A.人体大多数内脏器官或组织同时接受交感神经和副交感神经的双重支配

B.与手掌出汗相比，人体的膝跳反射和缩手反射不受自主神经系统的支配

C.手汗症患者手掌多汗可能是交感神经活动增强导致的

D.人体自主神经系统是脊神经的一部分，属于中枢神经系统的自主神经

9.有的动物神经元可长达数米。一个神经元可以有多个树突，树突向外延伸的过程中可以再生出新的分支。下列有关叙述错误的是　（　D　）

A.神经元的细胞核、DNA可以指导轴突中蛋白质的合成

B.神经末梢位于树突和轴突的末端，分布在全身各处

C.树突在逐渐延伸的过程中体现了细胞膜的流动性

D.树突向外延伸并生出新的分支是由神经元细胞分裂形成的

10.通过下列科学家的研究成果认识脑的功能，并以此指导我们的生活。

研究成果一：切除小白鼠的大脑，小白鼠失去知觉，但心跳和呼吸仍在进行，胃肠依然能够消化食物。

研究成果二：切除小白鼠的小脑，小白鼠的动作变得很不协调，步子迈得大而不稳，腿抬得高而笨拙，吃食物时，嘴不容易准确地碰到食物。

研究成果三：切除小白鼠的脑干，小白鼠的呼吸、心跳停止，立即死亡。

（1）“植物人”没有意识、感觉，也无法运动，可以判断是其脑的_____损伤了。

（2）“舞蹈症”患者的动作不准确，缺乏平衡感，可以判断是_____发生了病变。

（3）体育课上，老师嘱咐同学们在运动时要特别注意保护好后脑，利用上述研究成果，请你作出解释。

（4）为了有效地保护中枢神经系统，在骑摩托、滑冰时要采取哪些保护措施？

答案：（1）大脑皮层　（2）小脑　（3）因为此处有调节人体基本生命活动的中枢——脑干。　（4）戴头盔等。（合理即可）

第 2 节　神经调节的基本方式

学习任务目标

1.运用结构与功能观，说明反射正常进行的结构基础。
2.采用归纳与概括、模型与建模的方法，阐明反射弧的结构。
3.依据条件反射建立过程和实验结果，说出条件反射的特点。

○ 问题式预习 ○

一、反射与反射弧

1.反射

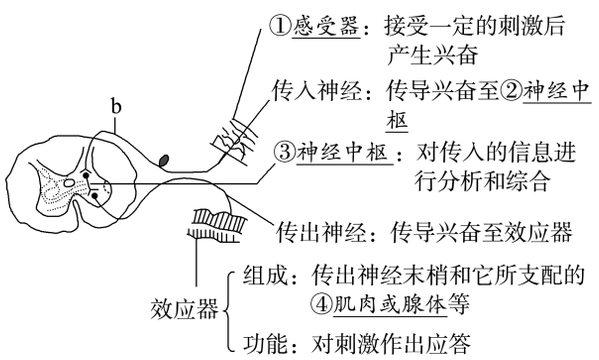
(1)概念：在中枢神经系统的参与下，机体对内外刺激所产生的规律性应答反应。

(2)结构基础：反射弧。

(3)实例：眨眼反射、膝跳反射、缩手反射等。

2.反射弧

(1)基本结构



(2)直接刺激 b，能够引起肌肉收缩，这不属于(填“属于”或“不属于”)反射，原因是没有经过完整的反射弧。

(3)写出反射的过程：刺激→感受器→传入神经→神经中枢→传出神经→效应器→作出应答。

3.兴奋

(1)概念：指动物体或人体内的某些细胞或组织(如神经组织)感受外界刺激后，由相对静止状态变为显著活跃状态的过程。

(2)产生条件：在反射活动中，感受器接受一定的刺激。

(3)传导部位：在反射弧中传导，在脑与脊髓等中枢神经系统中传导。

◇思考

[教材第 22 页“思考·讨论”]手触摸到蜡烛火焰时，是先缩手还是先感到疼痛？为什么？

提示：先缩手，因为缩手反射的神经中枢在脊髓，感觉到疼痛的神经中枢在大脑皮层。

二、非条件反射与条件反射

1.非条件反射

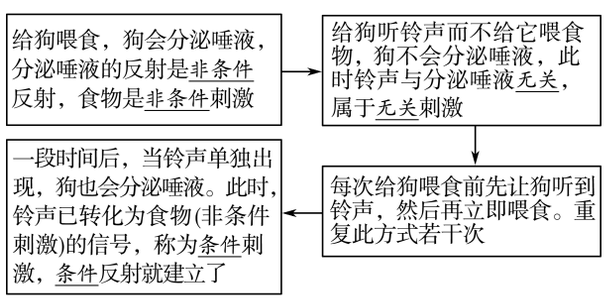
(1)概念：与生俱来的，无须经过训练就具有的反射。

(2)实例：缩手反射和膝跳反射等。

2.条件反射

(1)概念：出生后在生活过程中通过学习和训练而形成的反射。

(2)实例：以狗的唾液分泌与铃声关系为例，说明条件反射的建立过程。



(3)维持：需要非条件刺激的强化。

(4)消退

①原因：反复应用条件刺激而不给予非条件刺激。

②实质：条件反射的消退使得动物获得了两个刺激间新的联系，是一个新的学习过程，需要大脑皮层的参与。

(5)意义

①使机体具有更强的预见性、灵活性和适应性。

②大大提高了动物应对复杂环境变化的能力。

◇思考

[教材第 25 页“拓展应用”]如何训练，才能让猫或狗在固定位置大小便？

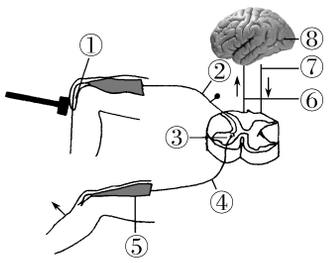
提示：①在猫、狗将要大小便的时候，将它转移到固定大小便的地点，完成大小便后给予一定的奖励；②如果随意大小便，不在固定地点大小便，给予一定的惩罚等。

○ 任务型课堂 ○

任务一 反射与反射弧

探究活动

用橡皮锤叩击膝盖下面的韧带，小腿会突然抬起（发生膝跳反射）并感觉到腿被叩击了，其神经调节过程如图所示。请回答下列问题：



（1）该反射弧中②④分别代表什么？请写出你的判断依据。

提示：②代表传入神经，④代表传出神经。依据是有神经节的是传入神经，将兴奋传到效应器的是传出神经。

（2）若叩击的力度过小，还能发生膝跳反射吗？为什么？

提示：不能，感受器需要接受一定强度的刺激后才能产生兴奋，若叩击的力度过小，感受器无法产生兴奋，也就无法发生膝跳反射。

（3）该反射弧中效应器是⑤（填序号），是由传出神经末梢及其所支配的肌肉构成的。若某人因意外导致效应器受损，刺激感受器时，此人有（填“有”或“没有”）感觉、没有（填“有”或“没有”）反应。

（4）用橡皮锤叩击膝盖下面的韧带后，人会感觉到腿被叩击了，请利用箭头和图中序号表示该过程中兴奋的传导过程。这是否属于反射？

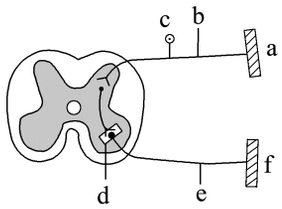
提示：①→②→③→⑥→⑧。该过程没有经过完整的反射弧，不属于反射。

【探究总结】

1.反射弧结构与功能的分析

结构	功能	结构破坏对功能的影响
感受器	接受刺激，产生兴奋	无感觉，无效应
传入神经	将兴奋由感受器传导到神经中枢	
神经中枢	产生兴奋，并对传入的信息进行分析和综合	
传出神经	将兴奋由神经中枢传至效应器	有感觉，无效应
效应器	对刺激作出应答	
相互联系	反射弧中任一环节中断，反射都不能发生，反射弧结构的完整性是反射发生的基础	

2.反射弧中传入神经和传出神经的判断



a.感受器
b.传入神经
c.神经节
d.突触
e.传出神经
f.效应器

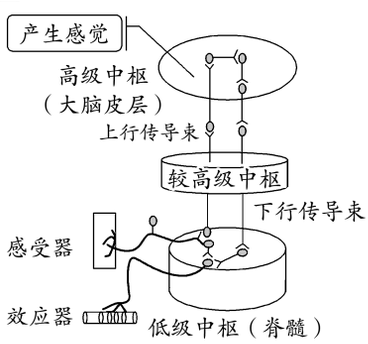
（1）根据是否具有神经节：有神经节的是传入神经。

（2）根据脊髓灰质内的“—<•—”结构判断：与“—<”相连的为传入神经，与“•—”相连的为传出神经。

（3）根据脊髓灰质结构判断：与前角（宽大部分）相连的为传出神经，与后角（狭窄部分）相连的为传入神经。

（4）切断实验法：若切断某一神经，刺激外周段（远离中枢的位置），肌肉不收缩，而刺激向中段（近中枢的位置），肌肉收缩，则切断的为传入神经，反之则为传出神经。

3.感觉的产生



4.提醒：兴奋除了在反射弧中传导，还会在脑与脊髓等中枢神经系统中传导。一切感觉（视觉、听觉、味觉、痛觉、嗅觉等）都在大脑皮层形成，感觉的形成都不属于反射。

评价活动

1.科学家研发了一种新型神经假体装置，由传感器采集信息，绕过受损的脊髓胸段，通过微电极阵列直接刺激传出神经控制肌肉收缩。一名脊髓胸段高位完全断裂的瘫痪患者（仅头颈部能感知和自主运动）安装该装置后，其手臂皮肤触压信号可触发装置预设的抓握反射。下列相关叙述正确的是（　　）

A.该装置模拟了脊髓中神经中枢的功能，触发肌肉收缩

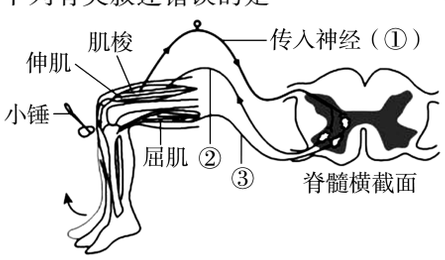
B.在该预设的抓握反射的反射弧中，效应器是手臂的肌肉

C.手臂皮肤触压信号由患者的传入神经通过脊髓传导至大脑

D.患者能感觉到手臂触压，因为反射弧的感受器正常

A　**解析**：该装置绕过脊髓受损部分，直接刺激传出神经，替代了脊髓中神经中枢对信号的处理和传递功能，因此模拟了脊髓中神经中枢的功能，A正确；效应器由传出神经末梢及其支配的肌肉或腺体组成，选项中仅提到“手臂的肌肉”，未包含传出神经末梢，描述不完整，B错误；患者脊髓胸段完全断裂，手臂触压信号无法通过脊髓传导至大脑，C错误；反射弧的感受器虽然正常，但脊髓断裂导致神经信号无法传递至大脑，患者无法感知触压，D错误。

2. 膝跳反射需要伸肌和屈肌共同完成，反射过程如图所示。下列有关叙述错误的是　（　　）



A. 膝跳反射的反射弧由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经及效应器组成

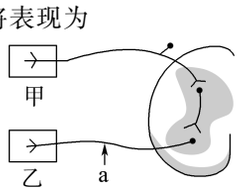
B. 用小锤敲击后，兴奋会从脊髓传导到大脑皮层产生相应感觉

C. 对①和②进行适宜刺激都能引起小腿抬起

D. 刺激肌梭后，引起伸肌和屈肌共同收缩，完成膝跳反射

D　**解析**：反射弧通常是由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器组成的，A正确；在膝跳反射中，兴奋会从位于脊髓的低级中枢传导到大脑皮层，进而产生腿被叩击了的感觉，B正确；①是传入神经，②是传出神经，对①和②进行适宜刺激均能引起小腿抬起，C正确；刺激肌梭后，引起伸肌收缩，屈肌舒张，二者共同完成膝跳反射，D错误。

3. 下图为某反射弧示意图，甲为感受器、乙为效应器（肌肉）。现a处受到损伤，而其他部分正常，当感受器受到刺激后将表现为　（　　）



A. 既有感觉，同时肌肉又有收缩反应

B. 失去感觉，同时肌肉也无收缩反应

C. 有感觉，但肌肉无收缩反应

D. 失去感觉，但肌肉有收缩反应

C　**解析**：反射的结构基础是反射弧，反射弧不完整，反射不能发生。题图中a（传出神经）受损，即使感受器接受适宜刺激，人体也不会作出反应，但感受器产生的神经冲动能通过传入神经传到脊髓的神经中枢，再通过脊髓传到大脑皮层，因而可形成感觉，C符合题意。

任务二 非条件反射与条件反射

探究活动

阅读教材第24、25页并结合图2-5可知，巴甫洛夫进行了实验：狗吃食物时分泌唾液，不给食物，则不会引起唾液分泌。若在每次喂食前先摇铃，经过若干次训练后，只要铃声响起，不给食物，狗也分泌唾液。思考并回答下列问题：

（1）狗吃食物时分泌唾液属于哪种类型的反射？“食物”属于哪种刺激？反射中枢在什么部位？请写出相关的反射弧。

提示：狗吃食物时分泌唾液属于非条件反射；“食物”属于非条件刺激；反射中枢在大脑皮层以下。口腔黏膜及味觉感受器→传入神经→唾液分泌中枢→传出神经→唾液腺。

（2）铃声响起，不给食物，狗也分泌唾液，这是什么反射？为什么？

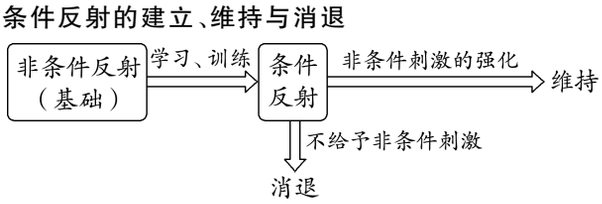
提示：条件反射；因为通过反复训练后，狗听到铃声就会分泌唾液，这种反射是在非条件反射的基础上，通过学习和训练而形成的。

（3）一段时间总是只给铃声不给食物，狗对铃声建立起来的条件反射逐渐消退，这属于条件反射的简单丧失吗？

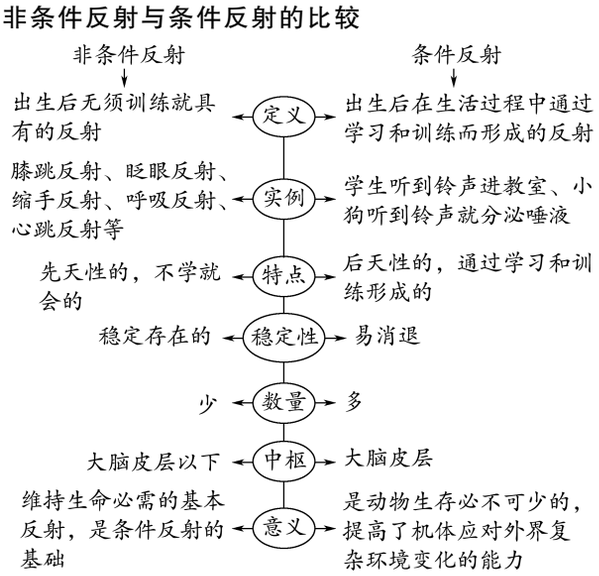
提示：条件反射的消退不是条件反射的简单丧失，而是中枢把原先引起兴奋性效应的信号转变为产生抑制性效应的信号，铃声的出现不再预示着食物的到来。因此条件反射的消退使得动物获得了两个刺激间新的联系，是一个新的学习过程。

【探究总结】

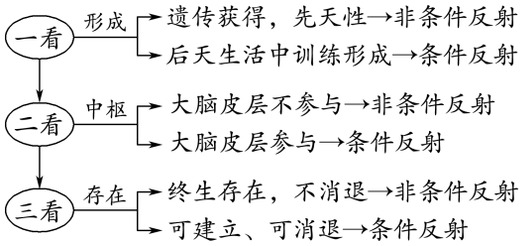
1. 条件反射的建立、维持与消退



2. 非条件反射与条件反射的比较



3.“三看法”判断条件反射与非条件反射



评价活动

1. 炎热的夏季，蚊子较多。当蚊子叮咬人的皮肤时，人们常常会很自然地用手去驱赶，甚至是拍死蚊子。下列相关叙述错误的是（　　）

A.“很自然地用手去驱赶”活动不需要大脑皮层的参与

B.题中活动至少涉及两种反射且反射弧不同

C.蚊子叮咬而产生痛觉属于非条件反射

D.感觉到疼痛用手驱赶需要大脑皮层的参与

C　**解析**：蚊子叮咬引起的“很自然地用手去驱赶”活动属于无意识活动，为非条件反射，大脑皮层没有参与，A正确；“很自然地用手去驱赶”属于无意识活动，为非条件反射，“拍死蚊子”为条件反射，两者涉及的反射弧不同，B正确；蚊子叮咬而产生痛觉不属于反射，C错误；感觉到疼痛说明大脑皮层感受到刺激，因此感觉到疼痛再用手驱赶需要大脑皮层的参与，D正确。

2. 用洗耳球对大鼠的角膜吹气，大鼠会不自主地产生眨眼反射，此时可测量到眼眨肌电信号。对大鼠进行一段时间的训练，发生了如下表所示的变化。下列有关叙述正确的是（　　）

刺激	气流信号	声音信号 气流信号	声音信号
眼眨肌电信号			

A.声音信号是非条件刺激

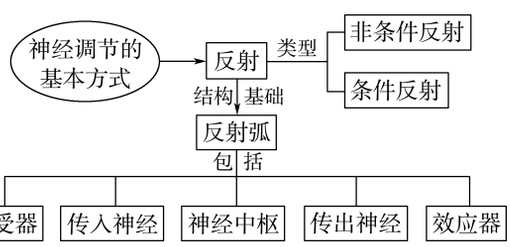
B.气流信号是条件刺激

C.一段时间后，声音信号由无关刺激转变为条件刺激

D.一段时间后，气流信号不再引起眨眼反射

C　**解析**：前期的声音信号为无关刺激，后期的声音信号是条件刺激，能引起大鼠出现条件反射，A错误；气流信号是非条件刺激，能引起非条件反射——眨眼反射，B错误；用洗耳球对大鼠的角膜吹气，同时给予声音信号，经过训练后，只有声音刺激，大鼠眼眨肌也能出现电信号，说明声音信号由无关刺激转变为了条件刺激，C正确；气流信号是非条件刺激，能一直引起眨眼反射，D错误。

提质归纳



课后素养评价（四）

基础落实

知识点1　反射及反射弧

1. 下列有关反射和反射弧的叙述，正确的是（　　）

A.神经系统结构和功能的基本单位是反射弧，而神经调节的基本方式是反射

B.用手触碰含羞草叶片能使其合拢，这一现象不属于反射

C.反射弧至少由3个神经元组成

D.只要反射弧结构完整，给予刺激，即可出现反射活动

B　**解析**：神经系统结构和功能的基本单位是神经元，神经调节的基本方式是反射，A错误；反射需通过中枢神经系统，含羞草无神经系统，其叶片合拢属于应激反应，不属于反射，B正确；最简单的反射弧（如膝跳反射）仅包含2个神经元（传入神经元和传出神经元），C错误；反射发生需反射弧完整且接受适宜刺激，若刺激未作用于感受器或中枢被抑制，即使反射弧结构完整也无法完成反射，D错误。

2. 海洋馆中的海豚表演是最吸引游客的节目，海豚表演节目是一种复杂的反射活动。下列与反射和反射弧相关的叙述，正确的是（　A　）

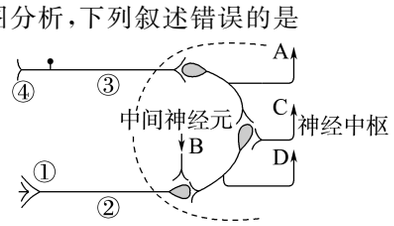
A.反射活动必须通过反射弧来完成

B.一个反射活动仅靠一个神经元即可完成

C.反射弧的神经中枢都位于脊髓中

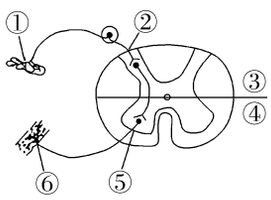
D.反射弧的效应器是传出神经所支配的肌肉或腺体

3. 下图是某反射弧的组成示意图（虚线内为神经中枢），据图分析，下列叙述错误的是（　B　）



A.图中兴奋传递的方向是④③②①
B.刺激该反射弧的感受器或传出神经，可使效应器产生相同的反射活动
C.刺激图中②③任一部位，都不能引起反射
D.当图中④受到刺激而②损伤时，人体能产生感觉

4.某人腰椎部位受外伤导致右侧下肢运动障碍，受伤的腰椎部位与右侧下肢的反射弧如图所示，其中③④分别表示腰椎部位神经中枢的背部侧和腹部侧，下列分析错误的是　（　B　）



A.若受伤部位是②，刺激右侧下肢无感觉
B.若受伤部位是③，刺激右侧下肢有感觉
C.若受伤部位是④，刺激右侧下肢有感觉
D.若受伤部位是⑤，刺激右侧下肢有感觉

知识点2　非条件反射和条件反射

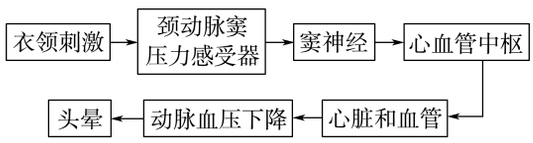
5.人在婴儿时期就能完成一些简单的非条件反射，之后机体不断接触外界环境，经过训练可逐渐形成越来越多的条件反射。下列叙述正确的是　（　　）
A.刚进入寒冷环境时发生的骨骼肌不自主战栗属于非条件反射
B.条件反射是通过后天学习得来的，其遗忘消退与大脑无关
C.当眼球被意外撞击时会产生金星四溅的感觉属于非条件反射
D.正常情况下，人在成长过程中反射的形式会越来越简单

A　**解析**：刚进入寒冷环境时骨骼肌不自主战栗，是生来就有的、不需要学习获得的反射，属于非条件反射，A正确；条件反射的遗忘消退与大脑的高级神经活动（如大脑皮层的突触联系改变）密切相关，并非“与大脑无关”，B错误；“金星四溅”是视觉感受器受物理刺激产生的感觉，并非通过反射弧引发的规律性应答，不属于反射活动，C错误；人在成长过程中，会通过后天学习形成更多条件反射，反射的形式越来越复杂，D错误。

6.某饲养员长期给大熊猫喂食，大熊猫听到该饲养员的脚步声就会分泌唾液。下列叙述错误的是　（　C　）
A.如果该饲养员反复进出大熊猫笼舍却不喂食，该条件反射就会逐渐减弱
B.此过程需要大脑皮层和低级中枢的共同参与
C.食物属于条件刺激，饲养员的脚步声属于非条件刺激
D.条件反射的消退也是一个学习过程

能力提升

7.动脉血压正常时，过高过紧的衣领会直接刺激颈动脉窦压力感受器，使人产生头晕甚至晕厥的现象，即“衣领综合征”，其调节过程如下图所示。下列叙述正确的是　（　D　）

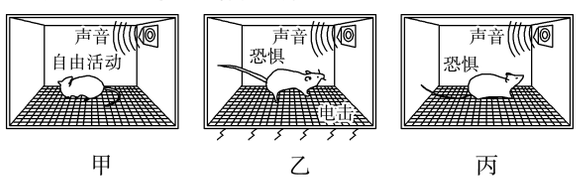


A.窦神经受损时，颈动脉窦压力感受器不能产生兴奋
B.窦神经是传出神经，心脏和血管属于效应器
C.“衣领综合征”是反射启动后引起血压升高所致
D.产生“衣领综合征”的反射活动为非条件反射

8.宠物训练中，驯犬师常通过特定方式让狗狗建立“听到特定哨声就回到主人身边”的反应。训练初期，狗狗听到该哨声无明显反应（仅偶尔抬头），但每当吹响该哨声后，驯犬师立即给狗狗投喂喜爱的零食，重复多次后，狗狗单独听到该哨声便会主动跑到主人身边。下列关于该过程的分析，正确的是　（　　）
A.训练初期，“特定哨声”是无关刺激，“狗狗吃到零食后分泌唾液”是条件反射
B.训练过程中，“特定哨声”与“投喂零食”的结合，使哨声逐渐转变为非条件刺激
C.训练成功后，若长期只吹哨不投喂零食，狗狗“听到哨声回到主人身边”的反应会逐渐减弱甚至消失
D.在该过程中，狗狗通过脊髓、脑干等中枢完成反射活动，而与大脑皮层无关

C　**解析**：训练初期，“特定哨声”是无关刺激（与反射无关的中性刺激），“狗狗吃到零食后分泌唾液”属于非条件反射（食物直接刺激引起的先天性反射），A错误；训练过程中，“特定哨声”与“投喂零食”（非条件刺激）反复结合，使哨声转变为条件刺激（可引发条件反射的刺激），B错误；训练成功后，若长期只吹哨不投喂零食（即不给予非条件刺激强化），条件反射会逐渐减弱甚至消失，C正确；条件反射的建立需大脑皮层参与，D错误。

9.恐惧是小鼠的情感反应之一。小鼠经历条件恐惧后，当再次接触条件刺激时，会产生一系列的生理反应，包括自主神经紧张、应激激素分泌增加以及防御行为增多等。图甲、乙、丙为小鼠恐惧实验的示意图。下列说法错误的是　（　D　）



甲　　乙　　丙

A.声音引起的恐惧反射需要电击和声音多次结合

B.图乙中的电击属于引起恐惧反射的非条件刺激

C.图丙中的小鼠已形成恐惧反射，若长期只给予声音刺激，则恐惧反射会逐渐消退

D.电击引起的恐惧反射比声音引起的恐惧反射经历时间长

10.用脊蛙（去除脑保留脊髓的蛙）进行屈腿反射实验时，刺激蛙左腿，左腿收缩，右腿也会收缩。说明左右反射弧的中枢存在某种联系。在一次制作脊蛙的过程中，某研究人员不小心伤到了蛙右侧大腿上的神经，但不知是传入神经还是传出神经，于是设计了如下实验方案进行探究：

（1）刺激蛙右腿，若右腿不收缩而左腿收缩，说明伤及的是_____神经。

（2）刺激蛙右腿，若_____，则可初步判断伤及的是传入神经。但不知传出神经是否也同时受到伤害，请帮其设计实验加以探究（写出实验思路、预期实验结果和结论）。

实验思路：_____。

预期实验结果和结论：_____

_____

_____。

解析：（1）刺激蛙右腿，若右腿不收缩而左腿收缩，说明右腿受到刺激后产生的兴奋，能传递到左腿的效应器，但不能传递到右腿的效应器，因此伤及的是传出神经。（2）若伤及的是传入神经，则刺激蛙右腿，左右腿均不收缩。若要通过实验探究右腿的传出神经是否受损，可刺激左腿（传入神经正常），观察右腿是否收缩。如果右腿的传出神经未受损伤，则右腿收缩；如果右腿的传出神经受损伤，则右腿不收缩。

答案：（1）传出　（2）左右腿均不收缩　刺激左腿，观察右腿是否收缩　若右腿收缩，则说明传出神经未受损；若右腿不收缩，则说明传出神经受损

第3节　神经冲动的产生和传导

第1课时　兴奋在神经纤维上的传导

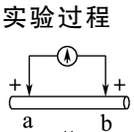
学习任务目标

运用归纳与概括、模型与建模的方法，阐明兴奋在神经纤维上的产生及传导机制。

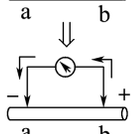
○ 问题式预习 ○

一、神经表面电位差实验

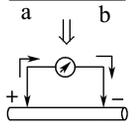
1.实验过程



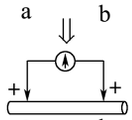
静息时，没有电位变化，说明①神经表面各处电位相等。



左侧一端给予刺激，刺激端电极（a）电位变为②负电位，电表指针③向左偏转。



a处恢复④正电位，另一电极（b）处变为负电位，电表指针⑤向右偏转。



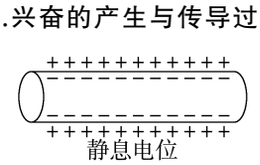
b处恢复⑥正电位，电表指针恢复，神经表面各处电位相等。

2.实验结论

在神经系统中，兴奋是以电信号（神经冲动）的形式沿着神经纤维传导的。

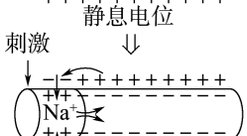
二、兴奋在神经元上的产生及传导过程

1.兴奋的产生与传导过程



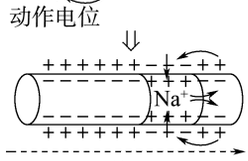
静息电位

未受到刺激时，由于K^+外流，膜电位表现为内负外正，称为静息电位



刺激　动作电位

接受刺激时，由于Na^+内流，膜电位表现为内正外负，称为动作电位。这个区域称为兴奋区，它和非兴奋区由于电位差的存在而发生电荷移动，形成了局部电流



兴奋传导方向

局部电流刺激相近的未兴奋部位发生同样的电位变化，将兴奋向前传导，后方又恢复为静息电位

2.兴奋传导方向与局部电流方向的关系

（1）在膜外，局部电流方向与兴奋传导方向相反。

（2）在膜内，局部电流方向与兴奋传导方向相同。

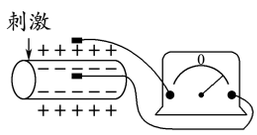
○ 任务型课堂 ○

任务 兴奋在神经纤维上的传导

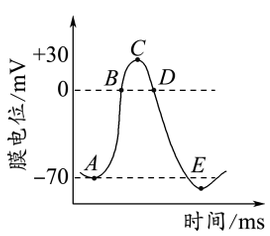
探究活动

材料1　静息状态下，枪乌贼神经细胞内液和细胞外液中 K^+ 浓度分别是 400 mmol/L 和 20 mmol/L，Na^+ 浓度分别是 50 mmol/L 和 440 mmol/L。

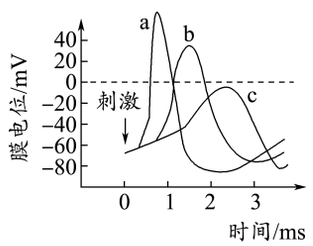
材料2　如图甲所示，将电表两极分别置于离体的枪乌贼巨大神经纤维膜的内侧和外侧，在电表外一点施加适宜刺激，得到膜内、外两侧电位差的变化曲线如图乙所示。



甲



乙



丙

材料3　科学家在细胞外液渗透压和 K^+ 浓度相同的条件下进行了含有不同 Na^+ 浓度的细胞外液对离体枪乌贼神经纤维电位变化影响的实验，结果如图丙所示。

1.分析材料1，神经细胞膜内外 Na^+、K^+ 浓度差的维持依靠的是哪种运输方式？

提示：主动运输。

2.分析材料2图乙，回答下列问题：

(1)*A* 点时，神经细胞的膜电位为静息电位(填“静息电位”或“动作电位”)，形成原因是 K^+ 外流。

(2)当受到一次阈刺激(或阈上刺激)时，膜内电位由原来的约−70 mV 变为约+30 mV 的水平，形成了动作电位(填“静息电位”或“动作电位”)，产生 *AC* 段曲线，其形成原因是 Na^+ 内流。

(3)*CE* 段时，K^+ 通道打开，相应离子以协助扩散的方式大量外流，膜电位迅速下降，恢复至静息电位。

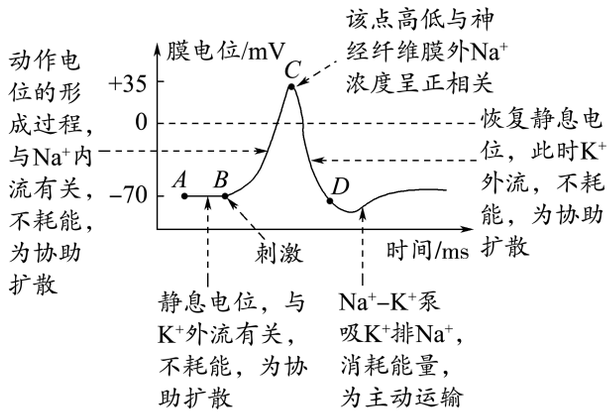
(4)*E* 点附近，为恢复刺激前的离子水平，神经纤维膜上钠钾泵活跃，将 Na^+ 运出细胞，将 K^+ 运入细胞，其跨膜运输方式是主动运输。

3.分析材料3图丙中3条曲线，你认为影响动作电位峰值的主要因素是什么？a、b、c 3种细胞外液中 Na^+ 浓度高低的关系是什么？

提示：细胞外液中 Na^+ 浓度。a＞b＞c。

【探究总结】

1.兴奋传导过程中膜电位变化原理分析

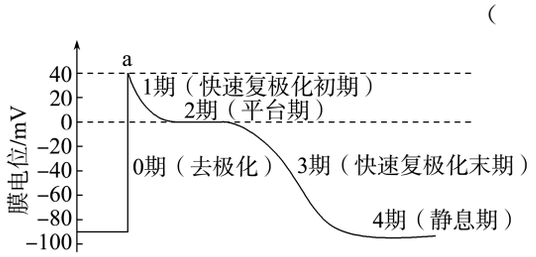


2.细胞外液中 Na^+、K^+ 浓度改变对膜电位的影响

浓度变化	静息电位或动作电位的变化
细胞外Na^+浓度增加	静息电位不变，动作电位峰值变大
细胞外Na^+浓度降低	静息电位不变，动作电位峰值变小
细胞外K^+浓度增加	静息电位（绝对值）变小
细胞外K^+浓度降低	静息电位（绝对值）变大

评价活动

1.人体心室肌细胞静息电位和动作电位的产生(如图)与多种离子的流动有关。下图中0期为去极化；1、2和3期 Na^+ 通道关闭，同时 K^+ 外流；2期出现主要依赖 K^+ 和 Ca^{2+} 的流动。下列说法正确的是(　　)



A.0期的形成主要与 Ca^{2+} 内流有关

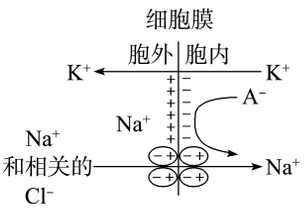
B.若增大刺激强度，则图中a点膜电位增大

C.2期时心室肌细胞会发生 Ca^{2+} 内流和 K^+ 外流

D.4期时钠钾泵开始工作，将 Na^+ 泵入，将 K^+ 泵出

C　**解析：**0期的形成主要与 Na^+ 内流有关，A错误；a点膜电位的大小与细胞膜内外 Na^+ 浓度差有关，与刺激强度无关，B错误；2期时心室肌细胞会发生 Ca^{2+} 内流和 K^+ 外流，导致膜电位在0 mV相对稳定，C正确；钠钾泵的活动是持续进行的，并非在4期时才开始工作，且钠钾泵以逆浓度梯度的方式将 K^+ 泵入，将 Na^+ 泵出，D错误。

2.下图表示神经细胞静息电位形成的离子机制，A^- 表示带负电的大分子有机物(如蛋白质)。下列有关叙述错误的是(　　)



A.神经细胞静息电位形成时既有 K^+ 的外流，也有 Na^+ 的内流

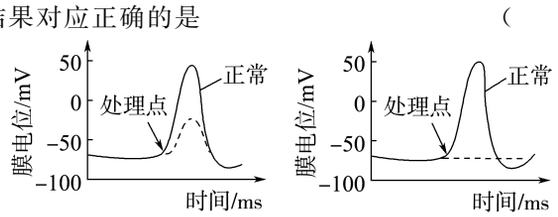
B.细胞膜内外存在不同浓度的离子，膜对离子具有不同的通透性

C.A^- 在细胞内聚集，参与膜内负电位的形成

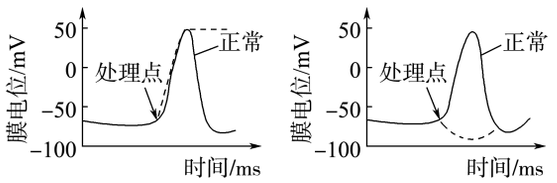
D.维持静息电位的稳定不需要 Na^+-K^+ 泵的作用

D　**解析**：由题图可知，静息状态下，有较大数量的 K^+ 外流、较少数量的 Na^+ 内流，A 正确；细胞膜内外存在离子浓度差，如 K^+ 内高外低、Na^+ 外高内低，且膜对不同离子通透性不同，如静息时细胞膜对 K^+ 的通透性远大于 Na^+，B 正确；A^- 不能通过细胞膜，在膜内侧聚集，参与负电位的形成，C 正确；Na^+-K^+ 泵通过消耗能量排出 Na^+，吸收 K^+，维持细胞内外的离子浓度差，在维持静息电位的稳定上具有重要的作用，D 错误。

3. 以枪乌贼的粗大神经纤维为材料，在神经纤维的表面放置两个相距 2～3 cm 的电极，利用不同的处理使神经纤维上膜电位产生不同的变化，处理方式及作用机理如下，①～④处理方式与下列可能出现的结果对应正确的是　（　　）



甲　　乙



丙　　丁

①利用药物Ⅰ阻断 Na^+ 通道

②利用药物Ⅱ阻断 K^+ 通道

③利用药物Ⅲ打开 Cl^- 通道，导致 Cl^- 内流

④将神经纤维置于稍低浓度的 Na^+ 溶液中

A.甲—④，乙—②，丙—①，丁—③

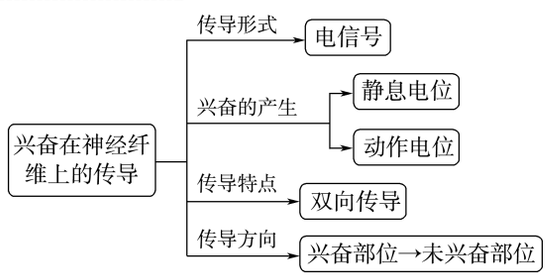
B.甲—①，乙—②，丙—③，丁—④

C.甲—④，乙—①，丙—②，丁—③

D.甲—③，乙—①，丙—④，丁—②

C　**解析**：题图甲虚线的峰值降低，说明处理后 Na^+ 内流量减少，可能是神经纤维所处溶液中 Na^+ 浓度低，故甲对应④；题图乙虚线没有波动，不能形成动作电位，说明处理后 Na^+ 内流受阻，故乙对应①；题图丙虚线表示形成动作电位后无法恢复为静息电位，说明处理后 K^+ 外流受阻，故丙对应②；题图丁虚线表示膜两侧的电位差变大，③处理可致使该现象出现，故丁对应③。

提质归纳

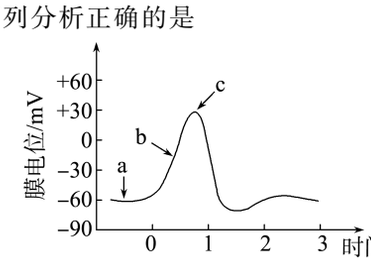


课后素养评价（五）

基础落实

知识点 1　兴奋的产生

1. 研究人员利用微电极技术测量枪乌贼巨大轴突的膜电位变化，结果如图所示，a 点为静息电位。已知细胞外 Na^+ 浓度远高于细胞内，K^+ 浓度分布则相反。下列分析正确的是　（　　）



A.a 点所示的静息电位主要是由 Na^+ 持续内流维持的

B.b 点上升支的形成是因为 K^+ 通道打开，K^+ 大量内流

C.在 c 点之后，细胞膜对 Na^+ 的通透性降低，而 K^+ 通道大量开放导致 K^+ 外流

D.若利用药物阻断 K^+ 通道，则动作电位的峰值会显著升高

C　**解析**：静息电位（a 点）主要是由 K^+ 通道开放，K^+ 外流维持的，A 错误；b 点电位上升支是由 Na^+ 通道打开，Na^+ 大量内流形成的，B 错误；c 点之后，动作电位下降，细胞膜对 Na^+ 的通透性降低，同时 K^+ 通道大量开放，K^+ 大量外流，使膜电位恢复，C 正确；动作电位的峰值主要由膜内外 Na^+ 的浓度差决定，阻断 K^+ 通道对此无影响，D 错误。

2.研究表明，草乌中含有乌头碱，乌头碱可与神经元上的 Na^+ 通道结合，使其持续开放，从而引起呼吸衰竭、心律失常等症状，严重时可导致死亡。下列叙述正确的是（　　）

A.静息状态时神经元细胞的细胞膜电位表现为外负内正

B.Na^+ 通道打开，会导致胞外 Na^+ 内流，且消耗能量

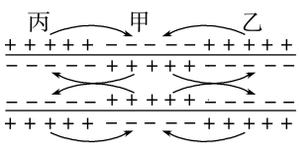
C.心跳过快时，人体内副交感神经活动占据优势

D.利用阻碍 Na^+ 通道开放的药物可缓解乌头碱中毒的症状

D　**解析**：静息状态时神经元细胞的细胞膜电位表现为外正内负，A 错误；Na^+ 内流为协助扩散，不消耗能量，B 错误；心跳过快时，主要是交感神经占据优势，C 错误；乌头碱能使 Na^+ 通道持续开放，阻碍 Na^+ 通道开放的药物能在一定程度上缓解乌头碱中毒的症状，D 正确。

知识点 2　兴奋在神经纤维上传导

3.下图是兴奋在神经纤维上产生和传导的示意图。下列说法与图示相符的是（　　）



A.图中兴奋部位是乙和丙

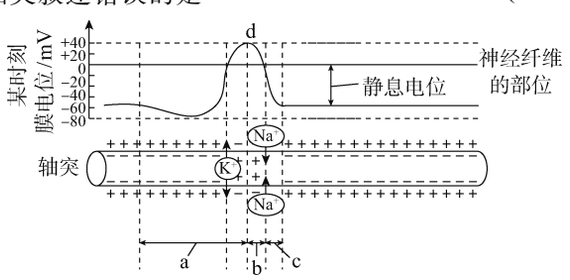
B.图中弧线箭头最可能表示局部电流方向

C.图中兴奋传导方向是丙→甲→乙

D.兴奋传导方向与膜外电流方向一致

B　**解析**：兴奋部位的电位为动作电位，即内正外负，所以兴奋部位是甲，A 错误；局部电流膜内由兴奋部位指向未兴奋部位，膜外与此相反，因此，题图中弧线箭头最可能表示局部电流方向，B 正确；兴奋的传导方向是从兴奋部位传向未兴奋部位，兴奋部位是甲，因此兴奋传导的方向为甲→丙、甲→乙，C 错误；兴奋传导方向与膜内局部电流方向相同，D 错误。

4.下图为某神经元一个动作电位的传导示意图，下列相关叙述错误的是（　　）



A.动作电位沿着神经纤维传导时，不会随传导距离的增加而衰减

B.图中 a→b→c 的过程就是动作电位产生和恢复的过程

C.产生 c 段是由 Na^+ 经通道蛋白内流引起的，不消耗 ATP

D.动作电位的传导是由局部电流刺激邻近未兴奋部位实现的

B　**解析**：动作电位的大小与细胞内外 Na^+ 浓度差有关，不会随传导距离的增加而衰减，A 正确；动作电位的产生是由 Na^+ 内流引起的，恢复静息电位是由 K^+ 外流引起的，b、c 段是 Na^+ 内流阶段，a 段是 K^+ 外流阶段，因此动作电位产生及静息电位恢复的过程是 c→b→a，B 错误；c 是动作电位，动作电位的产生由 Na^+ 经通道蛋白内流引起，该过程属于协助扩散，不需要消耗 ATP，C 正确；兴奋部位（外负内正）与邻近未兴奋部位（外正内负）之间会形成局部电流，局部电流会刺激未兴奋部位的 Na^+ 通道开放，引发 Na^+ 内流，进而产生新的动作电位，使兴奋沿神经纤维传导，D 正确。

能力提升

5.下表所示为哺乳动物骨骼肌细胞在静息时细胞内外的相关离子浓度及细胞膜对该离子的通透性。下列相关分析中，错误的是（　　）

离子种类	细胞内浓度/（mmol·L^{-1}）	细胞外浓度/（mmol·L^{-1}）	通透性
K^+	155	4	100%
Na^+	12	145	5%
Cl^-	3.8	120	10%
A^-（带负电荷的大分子蛋白）	155	0	0%

A.静息时，细胞膜对 K^+ 的通透性最高，K^+ 对静息电位的贡献最大

B.若提高外界溶液的 KCl 浓度，该细胞静息电位绝对值增大

C.虽然细胞内外 Na^+ 浓度差较大，但其对静息电位的贡献较小

D.此状态下细胞膜内 K^+/Na^+ 的值比动作电位形成过程中的高

B　**解析**：静息时细胞膜对 K^+ 通透性达 100%（远高于 Na^+ 的 5%），且 K^+ 顺浓度梯度外流是形成静息电位的主要原因，故 K^+ 对静息电位贡献最大，A 正确。提高外界 KCl 浓度即增加细胞外 K^+ 浓度，会减小细胞内外的 K^+ 浓度差，减弱 K^+ 外流驱动力，导致静息电位绝对值减小，B 错误。尽管 Na^+ 存在较大的浓度差（外高内低），但因静息时膜对 Na^+ 通透性极低（仅 5%），Na^+ 内流量少，故对静息电位贡献较小，C 正确。静息时细胞内 K^+ 浓度

(155 mmol·L^{-1})远高于Na^+浓度(12 mmol·L^{-1}),K^+/Na^+的值约为12.9,动作电位形成时Na^+大量内流,使胞内Na^+浓度短暂升高,K^+/Na^+的值下降,故静息时该比值更高,D正确。

6.河鲀毒素是一种剧毒神经毒素,能与Na^+通道特异性结合从而阻断Na^+内流,导致神经传导中断,但对K^+通道无直接作用。下列说法正确的是(　　)

A.河鲀毒素可以改变神经元静息电位差值

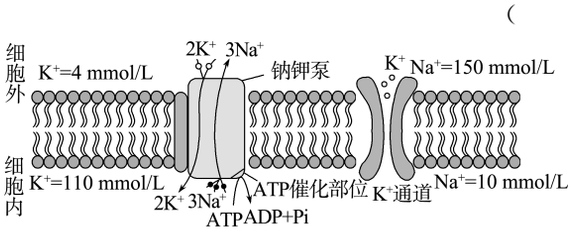
B.河鲀毒素可使神经元持续处于兴奋状态

C.中毒后可能出现肌肉痉挛症状

D.河鲀毒素可开发成为临床上的麻醉药剂

D　**解析**:静息电位主要由K^+外流形成,而河鲀毒素仅阻断Na^+通道,对K^+通道无作用,因此静息电位差值不会改变,A错误;动作电位的产生依赖Na^+内流,河鲀毒素阻断Na^+通道后,神经元无法产生动作电位,故无法持续兴奋,B错误;肌肉痉挛由肌肉持续兴奋引起,但河鲀毒素阻断神经冲动传导,会导致肌肉无法接收信号而松弛,C错误;河鲀毒素阻断Na^+通道可抑制神经冲动传导,可开发成为临床上的麻醉药剂,D正确。

7.下图为神经细胞的细胞膜部分结构与功能的示意图。下列依据此图作出的判断,错误的是(　　)



A.神经细胞未受刺激时,主要对K^+有通透性,K^+外流,产生内负外正的静息电位

B.神经细胞受刺激后,对Na^+的通透性增加,Na^+内流,产生内正外负的动作电位

C.在膜外,邻近的未兴奋部位的阳离子流向兴奋部位,直接使未兴奋部位膜外电位降低

D.人体细胞缺氧时,可能会通过影响钠钾泵的功能对神经元的兴奋性产生影响

C　**解析**:神经细胞未受刺激时,细胞膜主要对K^+有通透性,K^+外流,使膜外的阳离子浓度高于膜内,静息电位表现为内负外正,A正确;神经细胞受刺激后,细胞膜对Na^+的通透性增加,Na^+内流,使膜内的阳离子浓度高于膜外,细胞膜两侧的动作电位表现为内正外负,B正确;在膜外,邻近的未兴奋部位和兴奋部位之间由于电位差的存在而发生电荷移动,形成局部电流,而不是阳离子流动,C错误;由题图可知,K^+进细胞,Na^+出细胞,都需要钠钾泵参与,并消耗能量,所以人体细胞缺氧时,能量供应减少,可能会通过影响钠钾泵的功能,对神经元的兴奋性产生影响,D正确。

8.图1是置于适宜环境中的枪乌贼完整无损的粗大神经纤维,用其进行图2所示实验。G表示电表,a、b为两个微电极,阴影部分表示开始产生局部电流的区域。请回答下列问题:

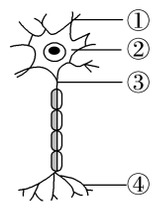


图1

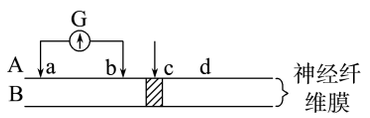


图2

(1)②是_____,神经纤维是由[　]_____以及外面套着的髓鞘共同组成的。

(2)局部电流在膜外由_____(填"兴奋"或"未兴奋")部位流向_____(填"兴奋"或"未兴奋")部位,在膜内流向和膜外相反,这样就形成了局部电流回路。

(3)图2中,当刺激c处产生兴奋时,c处A侧为_____(填"正"或"负")电位,B侧为_____(填"正"或"负")电位,此时兴奋在神经纤维上的传导是_____(填"单向"或"双向")的。

(4)如果将图2中a、b两个电极置于神经纤维膜外,同时在c处给予一个强刺激,电表的指针会发生_____次方向_____(填"相同"或"相反")的偏转。若将b电极置于d处膜外(图中ab=bd),a电极位置不变,则刺激c处后,电表的指针先向_____(填"右"或"左")偏转。

解析:(1)神经元的基本结构包括[②]胞体、[③]轴突和[①]树突,神经纤维是由[③]轴突以及外面套着的髓鞘共同组成的。(2)局部电流在膜外由未兴奋部位流向兴奋部位,在膜内由兴奋部位流向未兴奋部位,这样就形成了局部电流回路。(3)题图2中,当刺激c处产生兴奋时,神经细胞膜的通透性发生改变,对钠离子的通透性增加,钠离子大量内流,形成内正外负的动作电位,即c处A侧为负电位,B侧为正电位;此时兴奋在神经纤维上的传导是双向的。(4)如果将题图2中a、b两个电极置于神经纤维膜外,同时在c处给予一个强刺激,兴奋先后到达b、a电极,故电表的指针会发生两次方向相反的偏转;若将b电极置于d处膜外,a电极位置不变,则刺激c处后,兴奋先到达d处,d处电位先变为外负内正,此时a处电位还是外正内负,电表的指针先向右偏转。

答案:(1)胞体　③　轴突　(2)未兴奋　兴奋　(3)负　正　双向　(4)2　相反　右

第 2 课时　兴奋在神经元之间的传递

学习任务目标

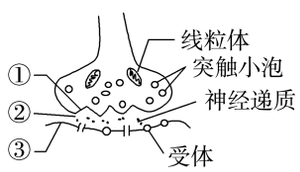
1.运用归纳与概括、模型与建模的方法，阐明兴奋在神经元之间传递的特点及过程。
2.运用结构与功能观，理解兴奋在神经元之间单向传递的原因。
3.积极向他人宣传毒品的危害，自觉远离毒品。

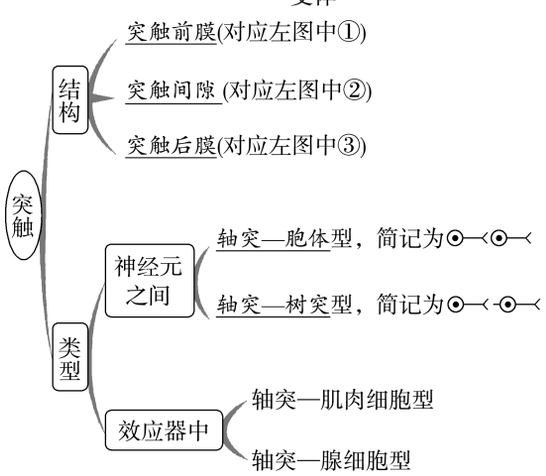
○ 问题式预习 ○

一、兴奋在神经元之间的传递

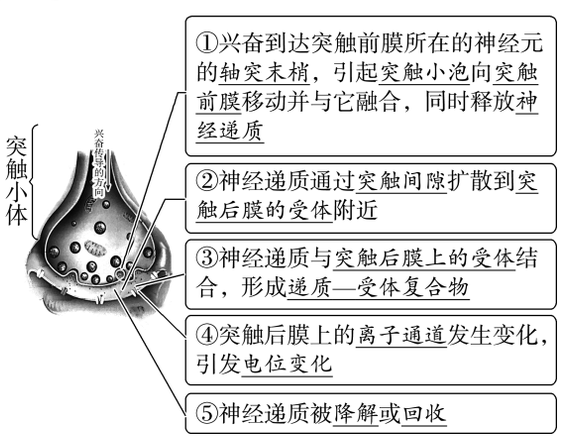
1.突触小体：神经元的轴突末梢经过多次分枝，最后每个小枝末端膨大，呈杯状或球状，叫作突触小体。

2.结构基础——突触

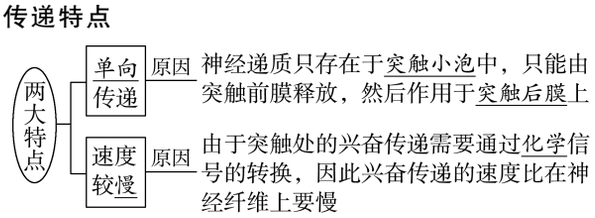




3.传递过程



4.传递特点



◇思考

[教材第 29 页“相关信息”]神经递质都是生物大分子吗？神经递质从突触前膜释放的方式是什么？需要转运蛋白和能量吗？

提示：不是，大部分神经递质是小分子有机物，还有 NO 等。释放方式为胞吐。不需要转运蛋白，但需要能量。

二、滥用兴奋剂、吸食毒品的危害

1.兴奋剂和毒品

(1)兴奋剂：原是指能提高中枢神经系统机能活动的一类药物，如今是运动禁用药物的统称。

(2)毒品：指鸦片、海洛因、甲基苯丙胺(冰毒)、吗啡、大麻、可卡因以及国家规定管制的其他能够使人形成瘾癖的麻醉药品和精神药品。

2.兴奋剂、毒品的作用位点和机理

(1)作用位点：往往是突触。

(2)作用机理

①有些物质能促进神经递质的合成和释放。

②有些会干扰神经递质与受体的结合。

③有些会影响分解神经递质的酶的活性。

3.可卡因的危害

(1)使转运蛋白失去回收多巴胺的功能，多巴胺在突触间隙持续发挥作用，导致突触后膜上的多巴胺受体减少，影响机体正常的神经活动。

(2)干扰交感神经的作用，导致心脏功能异常，还会抑制免疫系统的功能。

(3)产生心理依赖性，长期吸食易产生触幻觉和嗅幻觉。

4.我们的责任和义务

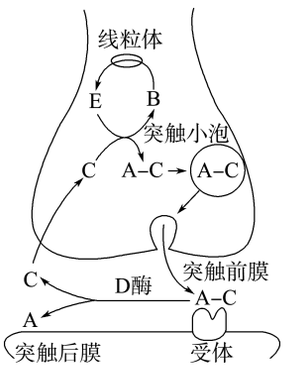
珍爱生命，远离毒品，向社会宣传滥用兴奋剂和吸食毒品的危害。

○ 任务型课堂 ○

任务一 兴奋在神经元之间的传递

探究活动

乙酰胆碱(A-C)可作为兴奋性神经递质,其合成与释放过程如下图所示,请据图回答下列问题:



(1)与在神经纤维上传导相比,兴奋在神经元之间传递的速度慢(填"快"或"慢"),原因是突触处的兴奋传递需要经过电信号→化学信号→电信号的信息转换。

(2)在乙酰胆碱合成和释放过程中,能被循环利用的物质是什么?判断依据是什么?递质发挥作用后的去向是什么?

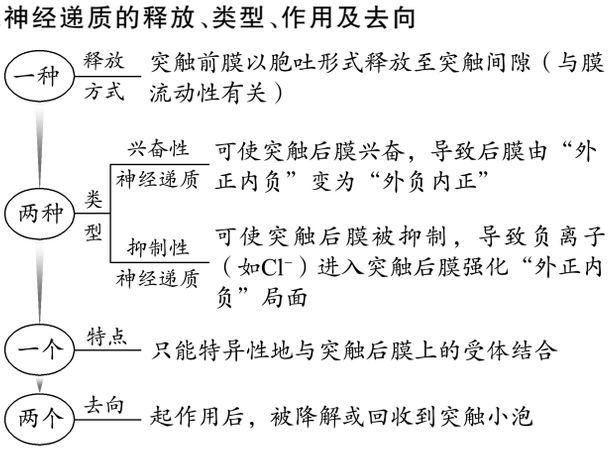
提示:C物质。乙酰胆碱分解后形成的C物质被运回到上一个神经元内重新合成A-C,能被循环利用。由此推断,神经递质与受体分开后,迅速被降解或回收。

(3)A-C与受体结合后突触后膜为什么会产生兴奋?

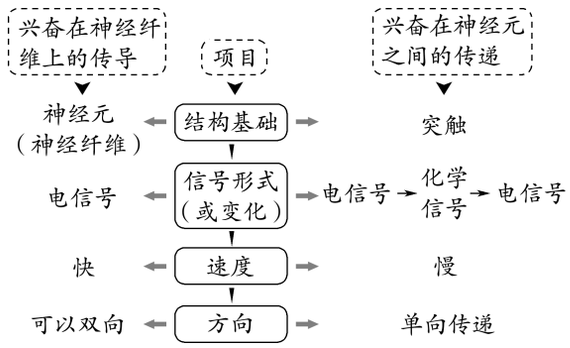
提示:乙酰胆碱(A-C)是兴奋性神经递质,与受体结合后,会引发突触后膜兴奋,突触后膜的Na^+内流,使膜内外电位表现为内正外负。

【探究总结】

1.神经递质的释放、类型、作用及去向



2.比较兴奋在神经纤维上的传导和在神经元之间的传递



评价活动

1.机体内相邻的神经元之间通过突触联系起来。下列关于突触结构及其功能的叙述,正确的是(　　)

A.神经递质作用于突触后膜后,要经过胞吞作用进入下一个神经元

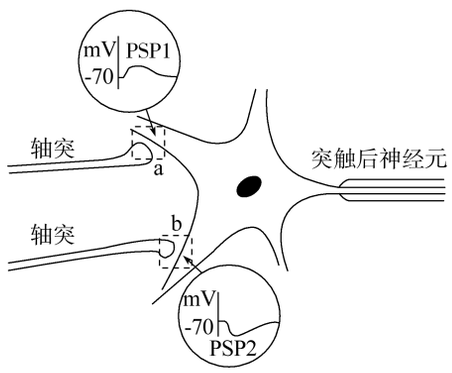
B.神经元轴突和胞体的表面膜都可以受到其他神经元树突末梢的支配

C.神经元轴突末梢可以形成多个突触小体,从而可以形成多个突触

D.神经递质的合成、分泌以及分泌后向突触后膜转移的过程都需要消耗能量

C　**解析**:神经递质作用于突触后膜后被降解或回收,不进入下一个神经元,A错误;神经元树突和胞体都可以与其他神经元的轴突形成突触,所以树突和胞体的表面膜都可以受到其他神经元轴突末梢的支配,B错误;神经元轴突末梢可形成多个突触小体,进而与其他神经元形成多个突触,C正确;突触前膜释放的神经递质运输至突触后膜为自由扩散,不需要消耗能量,D错误。

2.神经元的轴突末梢可与另一个神经元的树突或胞体构成突触。通过微电极测定细胞的膜电位,PSP1和PSP2分别表示突触a和突触b的后膜电位,如图所示。下列叙述正确的是(　　)



A.突触a前膜释放的递质使突触a后膜通透性增加,突触b前膜释放的递质使突触b后膜通透性降低

B.PSP1 和 PSP2 共同影响突触后神经元动作电位的产生

C.PSP1 由 K^+ 外流或 Cl^- 内流形成，PSP2 由 Na^+ 或 Ca^{2+} 内流形成

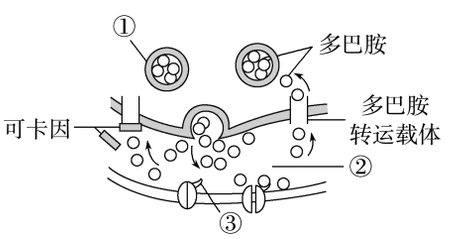
D.突触 a 前膜释放的递质增多，使 PSP1 变化幅值增大；突触 b 前膜释放的递质增多，使 PSP2 变化幅值减小

B　**解析**：突触 a 释放的递质使突触后膜上膜电位增大，推测可能是递质导致突触后膜的 Na^+ 通透性增加，突触后膜上 Na^+ 通道开放，Na^+ 大量内流；突触 b 释放的递质使突触后膜上膜电位减小，推测可能是递质导致突触后膜的 Cl^- 通透性增大，突触后膜上 Cl^- 通道开放，Cl^- 大量内流，A 错误。题图中 PSP1 中膜电位增大，可能是 Na^+ 或 Ca^{2+} 内流形成的，PSP2 中膜电位减小，可能是 K^+ 外流或 Cl^- 内流形成的，它们共同影响突触后神经元动作电位的产生，B 正确，C 错误。细胞接受有效刺激后，一旦产生动作电位，其幅值就达到最大，增加刺激强度，动作电位的幅值不再增大，故突触 a、b 前膜释放的递质增多，PSP1、PSP2 变化幅值不变，D 错误。

任务二 滥用兴奋剂、吸食毒品的危害

探究活动

每年 6 月 26 日为“国际禁毒日”，厉行禁毒是我国一贯的立场和主张。下图表示毒品可卡因的作用机制，图中①②③为神经元或突触上的某些结构，回答下列问题：



(1)多巴胺是以什么方式释放的？有什么意义？

提示：多巴胺以胞吐的方式释放。意义是将神经递质迅速、定量、定向地释放到突触间隙，高效率地作用于突触后膜。

(2)在正常生理状态下，多巴胺发挥作用后会与多巴胺转运载体结合，使其由突触间隙转运到胞内储存起来。可卡因和多巴胺在多巴胺转运载体上的结合位点相同，据此推测可卡因让吸毒者产生快感的作用机制。

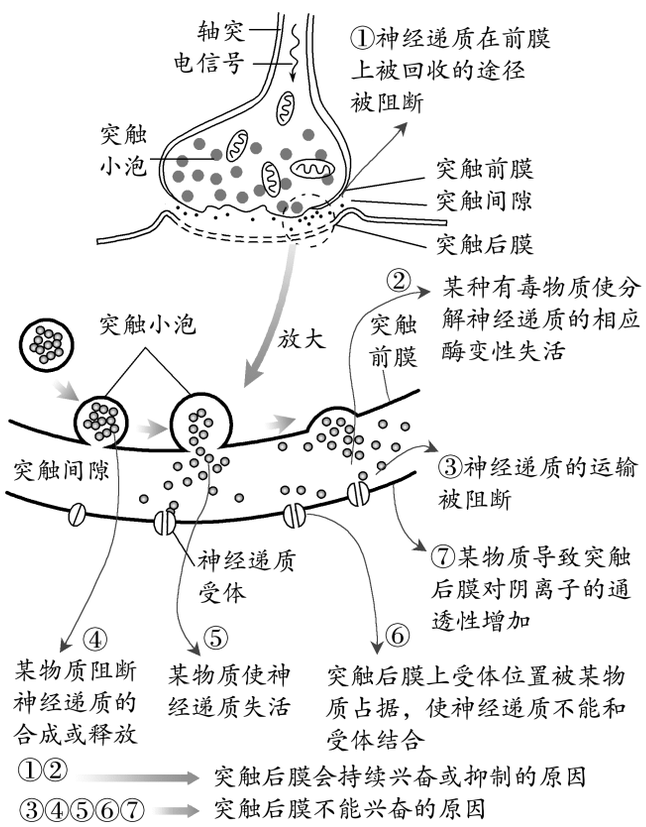
提示：可卡因通过和多巴胺竞争在多巴胺转运载体上的结合位点，间接抑制多巴胺的转运回收，从而导致突触间隙中多巴胺含量增多，突触后膜持续性兴奋，进而让吸毒者产生快感。

(3)兴奋剂和毒品大多是通过突触来发挥作用的，除了可卡因的作用机制，请推测其他种类的兴奋剂或毒品可能的作用机制。(写出一种即可)

提示：可能的机制有促进神经递质的合成和释放、促进神经递质与受体结合、抑制神经递质的分解等。

【探究总结】

兴奋传递过程中出现异常的情况分析



评价活动

1.人脑中本来有一种类吗啡肽物质，没有毒性且对身体有益。吸毒者在吸食了吗啡等毒品之后，外来的类吗啡肽物质进入人体，可以使人体感到愉悦，但会通过抑制 Ca^{2+} 的跨膜转运，减少自身类吗啡肽物质的分泌，最后只能靠外界的类吗啡肽物质来维持人体的生理活动，自身的类吗啡肽物质完全停止分泌。下列说法正确的是　(　)

A.类吗啡肽物质与可卡因引起毒瘾的机制相同

B.长时间使用含有类吗啡肽的药物不会产生精神依赖

C.研究促进突触前膜上 Ca^{2+} 转运蛋白开放的药物可以提供戒毒新思路

D.由于外来的类吗啡肽对人体有害，我们应该禁止使用含有类吗啡肽的药物

C　**解析**：外来的类吗啡肽物质进入人体后，抑制自身类吗啡肽的分泌，而可卡因使转运载体失去回收多巴胺的功能，二者引起毒瘾的机制不相同，A 错误；长时间使用含有类吗啡肽的药物会抑制自身类吗啡肽的分泌，最后产生精神依赖，B 错误；毒瘾的

形成是外来的类吗啡肽物质抑制Ca^{2+}的跨膜转运，进而减少自身的类吗啡肽的分泌，最终导致对外来类吗啡肽物质的依赖，据此可推测，研究促进突触前膜上Ca^{2+}转运蛋白开放的药物促进自身类吗啡肽的产生，从而实现戒毒，因而可以提供戒毒新思路，C正确；我们应该合理使用含有类吗啡肽的药物，D错误。

2. 甲基苯丙胺(METH)是冰毒的主要成分，通过与多巴胺(DA)转运蛋白结合，抑制突触前膜对DA的回收，促进DA释放，从而提高中枢神经系统的兴奋程度。长期滥用冰毒导致DA受体减少后，吸毒者必须通过吸食更多冰毒来维持这些神经元的活动。下列叙述错误的是（　　）

A.吸食冰毒会导致突触间隙DA浓度升高

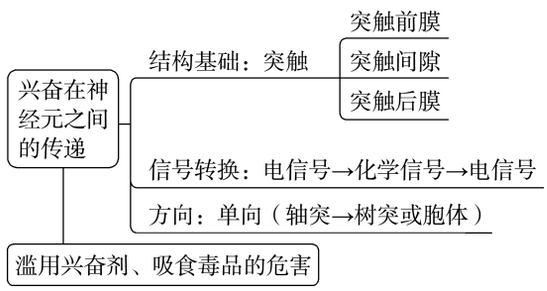
B.吸食冰毒成瘾与长期滥用冰毒导致DA受体减少有关

C.DA转运蛋白和DA受体都分布在突触前膜上

D.DA与受体结合后，突触后膜上Na^+通道蛋白的活性增强，Na^+内流增多

C　**解析**：甲基苯丙胺(METH)抑制多巴胺(DA)转运蛋白的回收功能并促进DA释放，导致突触间隙DA浓度升高，A正确；长期滥用冰毒使DA受体减少，突触后膜对DA的敏感性下降，需要更多的DA才能维持兴奋，从而导致成瘾，B正确；DA转运蛋白位于突触前膜，而DA受体位于突触后膜，两者分布位置不同，C错误；DA作为兴奋性神经递质，与受体结合后引发突触后膜Na^+通道开放，Na^+内流形成动作电位，D正确。

提质归纳

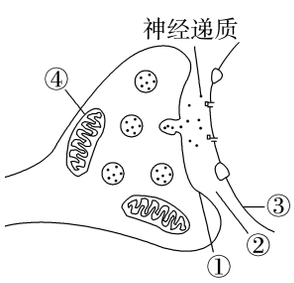


课后素养评价(六)

基础落实

知识点1　兴奋在神经元之间的传递

1. 下图是兴奋在神经元之间传递的示意图，下列关于此图的描述，正确的是（　　）



A.①②③构成突触小体

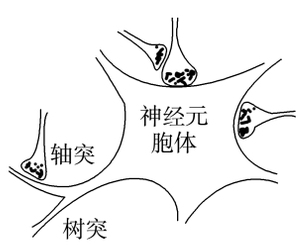
B.神经递质均是生物大分子物质

C.结构③膜电位的变化与其选择透过性密切相关

D.神经递质经突触小泡的转运和①的主动运输被释放至突触间隙，需要④提供能量

C　**解析**：神经元的轴突末梢膨大的部分是突触小体，突触小体可以与其他神经元的胞体或树突等相接近，共同形成突触，突触的结构包括[①]突触前膜、[②]突触间隙、[③]突触后膜，A错误；神经递质虽然通过胞吐被释放到突触间隙，但通常是小分子物质，B错误；神经递质与[③]突触后膜上的受体结合后，会引起离子的跨膜运输，进而引起膜电位的变化，离子的跨膜运输与细胞膜的选择透过性密切相关，C正确；[①]突触前膜通过胞吐作用将神经递质释放至突触间隙，D错误。

2. 下图是有关突触的结构图，下列叙述不正确的是（　　）



A.轴突末梢上也存在神经递质的受体

B.根据图示突触接触的部位分类，突触有3种类型

C.兴奋在突触处的传递可实现电信号→化学信号→电信号的转变

D.突触前膜释放的神经递质，一定会引起突触后膜兴奋

D　**解析**：由题图可知，突触可以是轴突—轴突型，故轴突上也有神经递质的受体，A正确；根据题图可知，突触有3种类型，分别是轴突—树突型、轴突—轴突型和轴突—胞体型，B正确；兴奋在突触处的传递可实现电信号→化学信号→电信号的转

变，在突触前膜上发生电信号→化学信号的转变，在突触后膜上发生化学信号→电信号的转变，C正确；神经递质分为兴奋性神经递质和抑制性神经递质，若突触前膜释放的神经递质为抑制性神经递质，会引起突触后膜抑制，D错误。

知识点2　滥用兴奋剂、吸食毒品的危害

3. 珍爱生命，远离毒品，是我们每个人应尽的责任和义务。下列叙述错误的是（　　）

A. 兴奋剂不是毒品，在体育比赛中可适量使用

B. 我国公民不得私自种植罂粟、大麻等毒品原料植物

C. 每个公民都应洁身自好，坚持“毒品绝不能碰”的准则

D. 毒品可造成神经系统兴奋性异常，使人心理和生理双重“上瘾”

A　**解析**：兴奋剂会让使用者获得不公平的优势，为了维护比赛的公平，保护参赛者的身心健康，运动比赛禁止使用兴奋剂，A错误；我国公民不得私自种植罂粟、大麻等毒品原料植物，B正确；每个公民都应洁身自好，坚持“毒品绝不能碰”的准则，C正确；毒品可造成神经系统兴奋性异常，使人心理和生理双重“上瘾”，危害自己和他人，D正确。

4. 多巴胺(DA)是脑内传递愉悦感的一种神经递质。毒品可卡因可使转运蛋白失去回收DA的功能，DA留在突触间隙持续发挥作用，进而导致突触后膜上DA受体减少。可卡因失效后，机体正常神经活动受影响，必须继续服用可卡因才能获得愉悦感，于是形成恶性循环，毒瘾难戒。下列说法错误的是（　　）

A. DA由神经元合成，可影响其他神经元

B. DA经自由扩散通过突触间隙，作用于突触后膜上的DA受体

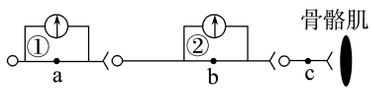
C. DA受体的数量明显减少可作为检测毒瘾的依据之一

D. 毒瘾难戒也与DA受体数量减少后难以恢复密切相关

B　**解析**：多巴胺(DA)是脑内传递愉悦感的一种神经递质，由神经元合成，可影响其他神经元，A正确；DA由突触前膜以胞吐方式释放后，经扩散通过突触间隙(不是自由扩散)，作用于突触后膜上的DA受体，B错误；毒瘾患者突触后膜上DA受体减少，故DA受体的数量明显减少可作为检测毒瘾的依据之一，C正确；毒瘾患者突触后膜上DA受体减少，必须继续服用可卡因才能获得愉悦感，于是形成恶性循环，毒瘾难戒，故毒瘾难戒也与DA受体数量减少后难以恢复密切相关，D正确。

能力提升

5. 乙酰胆碱是一类兴奋性神经递质，某种杀虫剂能使突触间隙中的乙酰胆碱酯酶(分解乙酰胆碱)活性受抑制。下图为某反射弧的局部结构示意图，a、b点分别为电表①和电表②的两个接线端之间的中点。下列相关说法正确的是（　　）



A. 图中所示的反射弧的局部结构中有3个神经元和2个突触

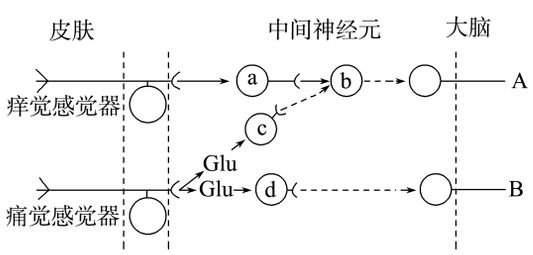
B. 刺激b点，电表①的指针不偏转，电表②的指针发生2次方向相反的偏转

C. 刺激b点，若肌肉收缩但电表②的指针不偏转，说明兴奋在神经纤维上是单向传导的

D. 使用该杀虫剂，并对a点施加适宜刺激，则会产生肌肉持续收缩的中毒现象

D　**解析**：题图中的反射弧局部结构中有3个神经元，连同骨骼肌共构成3个突触，A错误；对b点施加适宜刺激，由于兴奋在突触处只能进行单向传递，故电表①的指针不发生偏转，而b点为电表②两个接线端之间的中点，所以刺激b点后，电表②的指针也不发生偏转，B错误；刺激b点，肌肉收缩但电表②的指针不偏转，说明兴奋在神经纤维上是双向传导的，C错误；杀虫剂抑制乙酰胆碱酯酶的活性，导致突触间隙中的乙酰胆碱不被分解而持续作用，刺激a点后，乙酰胆碱释放并持续激活突触后膜，引起骨骼肌持续收缩，产生中毒现象，D正确。

6. 抓挠止痒的生活经验背后，存在着神经信号间的复杂调节，抓挠产生的痛觉信号可抑制痒觉信号的传递，如图所示，图中的Glu(谷氨酸)是一种兴奋性神经递质。下列叙述错误的是（　　）



A. 痒觉感受器兴奋后，信号经传入神经传至中间神经元，最终在大脑皮层形成痒觉

B. 抓挠时兴奋的传入神经轴突末梢释放Glu，作用于神经元c并使其膜电位发生变化

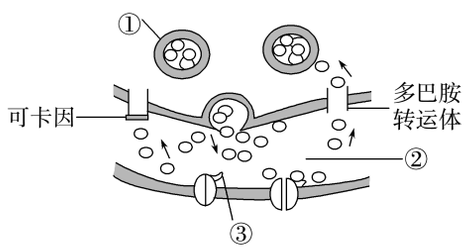
C. 在抓挠止痒的反射弧中，兴奋的传递具有单向

性，这与突触的结构特征密切相关

D.Glu使神经元c兴奋，c释放的神经递质促进b兴奋，从而阻止痒觉信号的传递

D　**解析**：痒觉感受器兴奋后，信号经传入神经、中间神经元传递，最终在大脑皮层形成痒觉，A正确；抓挠时痛觉感受器兴奋，其传入神经末梢释放Glu（兴奋性神经递质），作用于神经元c、d，使神经元c、d的膜电位发生变化（由静息电位变为动作电位），B正确；反射弧中兴奋的传递是单向的，因为突触的结构特征使神经递质只能由突触前膜释放，作用于突触后膜，C正确；Glu是兴奋性神经递质，使神经元c兴奋后，神经元c释放的神经递质会抑制痒觉中间神经元b的兴奋，进而抑制痒觉信号的传递，D错误。

7. 可卡因能干扰神经递质多巴胺的正常作用，对大脑核心奖赏通路进行化学劫持。下图简要表示该过程，①～③代表相关结构或物质。下列相关叙述正确的是（　　）



A.多巴胺储存在①突触小泡中，其释放过程为主动运输

B.多巴胺通过③进入下一个神经元内使其产生动作电位

C.可卡因能促进②中的多巴胺被上一个神经元回收，导致愉悦感增强

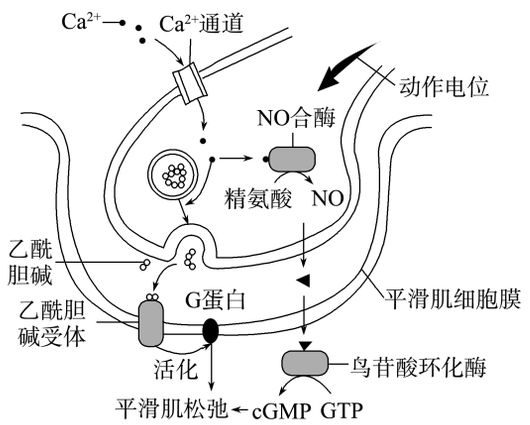
D.长时间吸食可卡因会导致③数量减少，进而引发可卡因药物耐受

D　**解析**：①表示突触小泡，可储存神经递质，突触小体通过胞吐的方式释放神经递质，A错误；多巴胺作为神经递质不进入下一个神经元内，B错误；根据题图分析可知，可卡因阻碍了多巴胺转运体对突触间隙（②）中多巴胺的回收，C错误；长时间吸食可卡因会导致突触后膜上的受体（③）减少，吸食者必须持续吸入可卡因，进而产生对其的依赖性，即可卡因药物耐受，D正确。

8. 舞蹈病是一种由亨廷顿蛋白（Htt）基因突变所导致的神经系统退行性疾病。患者表现为全身肌肉不自主地抽搐，引起异常运动或者异常姿势，就像跳舞一样。研究人员发现，患者神经细胞内Htt蛋白结构异常，在细胞内过度聚集无法被清除，干扰突触小泡的运输，抑制神经递质释放。回答下列问题：

（1）由舞蹈病患者的症状推测，结构异常的Htt蛋白积累导致_____（填“兴奋性”或“抑制性”）神经递质的释放被抑制。神经递质发挥作用后的去向是_____。

（2）NO是气体神经递质，具有疏水性，可自由通过细胞膜，它能激活细胞内的鸟苷酸环化酶（GC），催化GTP转化为cGMP，从而抑制Na^+内流进入血管平滑肌细胞，影响心血管系统。下图表示自主神经元支配血管平滑肌舒张的过程。



①平滑肌细胞膜对应突触结构中的_____。图中Ca^{2+}的作用是_____。图示调节过程最终会使血管平滑肌兴奋性_____（填“降低”或“提高”）。

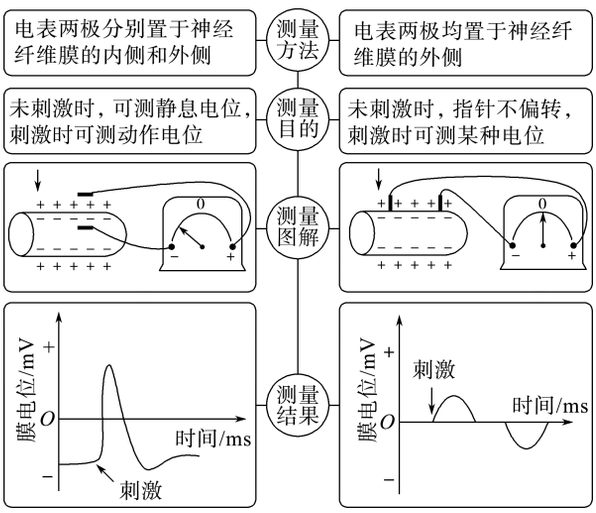
②除NO外，图中的_____也属于神经递质。NO释放到突触间隙中的方式为_____。

解析：（1）舞蹈病患者表现为全身肌肉不自主地抽搐，引起异常运动，显然神经细胞内Htt蛋白的积累会抑制抑制性神经递质的释放，进而使兴奋无法终止而引起肌肉抽搐。神经递质发挥作用后被分解或回收。（2）①平滑肌细胞膜能接受神经递质，属于突触结构中的突触后膜。题图中Ca^{2+}能促进乙酰胆碱的释放和促进NO合酶合成NO。NO是气体神经递质，具有疏水性，可自由通过细胞膜，它能激活细胞内的鸟苷酸环化酶（GC），催化GTP转化为cGMP，从而抑制Na^+内流，使平滑肌兴奋性降低。②除NO外，题图中的乙酰胆碱也属于神经递质。NO是气体，其释放到突触间隙中的方式为自由扩散。

答案：（1）抑制性　被分解或回收　（2）①突触后膜　促进乙酰胆碱的释放和促进NO合酶合成NO　降低　②乙酰胆碱　自由扩散

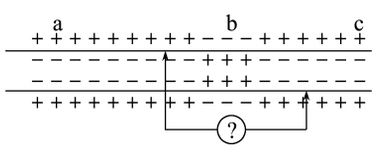
专项提升课　兴奋传导与传递的相关实验探究

一、膜电位测量的两种方法



对点训练

1. 某实验小组对培养液中离体神经纤维的电位进行测量，该神经纤维在某时刻的状态如下图所示，其中a、b、c为神经纤维上不同的位点。假设电表指针偏转方向和电流方向相同，下列叙述正确的是（　　）



A. 培养液中的Na^+浓度不会影响神经纤维膜电位的大小

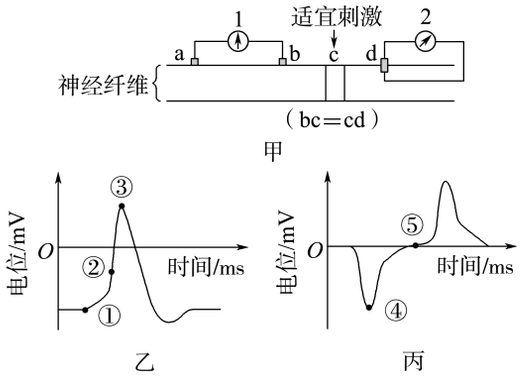
B. 兴奋由a点向b点传导

C. 图示状态下，电表的指针应向左偏转

D. 神经纤维上静息电位的维持主要与Na^+的外流有关

C　**解析**：动作电位形成的原因是Na^+内流，因此动作电位的大小受神经元内外Na^+浓度差大小的影响，A错误；b点表现为外负内正，为兴奋部位，a点表现为外正内负，可能为未兴奋部位，也可能已兴奋过，因此兴奋可能由a点向b点传导，也可能由b点向a点传导，还可能由b点向a、c点传导，B错误；题图中电表的右侧为正电位，左侧为负电位，电流由正电位流向负电位，电表指针偏转方向和电流方向相同，因此电表的指针应向左偏转，C正确；神经纤维上静息电位的维持主要与K^+的外流有关，D错误。

2. 如图甲所示，在某神经纤维上安装两个完全相同的灵敏电表，电表1两个电极分别在a、b处膜外，电表2两个电极分别在d处膜的内外侧。在bd的中点c给予适宜刺激，相关的电位变化曲线如图乙、丙所示。据图分析，下列说法不正确的是（　　）



A. 电表1记录得到图丙所示的曲线图

B. 图乙曲线处于③点时，d点处于未兴奋状态

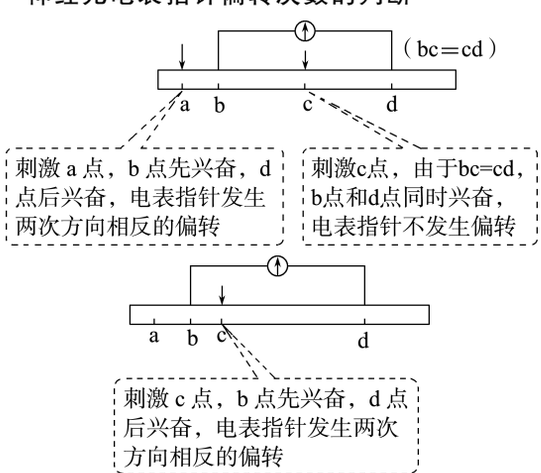
C. 图乙曲线处于③点时，图丙曲线正处于④点

D. 图丙曲线处于⑤点时，图甲a处电位表现为外正内负

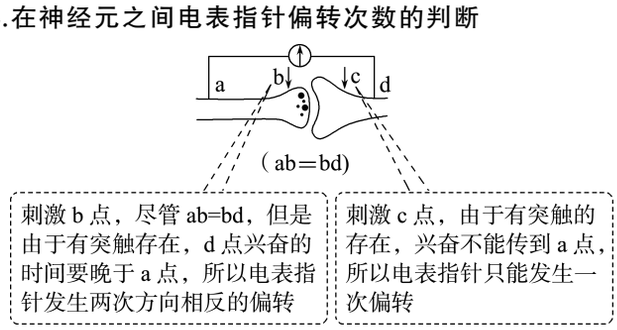
B　**解析**：电表1两个电极分别在a、b处膜外，初始电位为0，对应题图丙所示曲线，A正确；题图乙曲线处于③点时，动作电位达到最大值，d点处于兴奋状态，由于bc=cd，此时b点也兴奋，动作电位达到最大，电表1指针向右偏转，对应题图丙曲线④点，B错误，C正确；题图丙曲线处于⑤点时，兴奋传至ab中间位置，此时a点处于静息状态，电位表现为外正内负，D正确。

二、电表指针偏转问题

1. 同一神经元电表指针偏转次数的判断

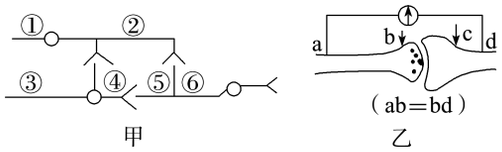


2. 在神经元之间电表指针偏转次数的判断



对点训练

3.图甲表示3个神经元及其联系，图乙表示突触结构，在a、d两点连接一个灵敏电流计，下列说法正确的是（　　）



甲　　乙

A.刺激图甲中②处，可以测到电位变化的有①②③④⑤⑥

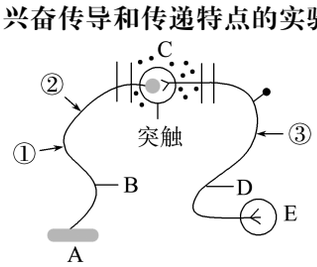
B.在突触处完成化学信号→电信号→化学信号的转变

C.刺激图乙b点，灵敏电流计的指针偏转1次；刺激c点，灵敏电流计的指针偏转2次

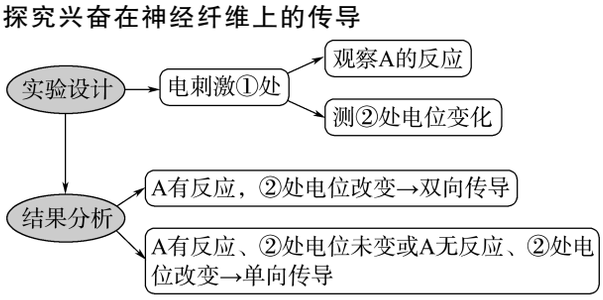
D.若抑制图乙细胞的呼吸作用，不影响兴奋的传递

A　**解析**：兴奋在同一个神经元上可双向传导，但在神经元之间只能单向传递，因此刺激题图甲中②处，可以测到电位变化的有①②③④⑤⑥，A正确。在突触处完成电信号→化学信号→电信号的转变，B错误。b点位于突触前膜，刺激b点，电流计的指针会发生2次方向相反的偏转；c点位于突触后膜，由于兴奋在神经元之间的传递是单向的，因此电流计的指针只发生1次偏转，C错误。题图乙细胞间的兴奋传递依靠神经递质，神经递质通过胞吐释放，消耗能量，而能量主要来自线粒体的有氧呼吸，因此抑制题图乙细胞的呼吸作用，会影响兴奋的传递，D错误。

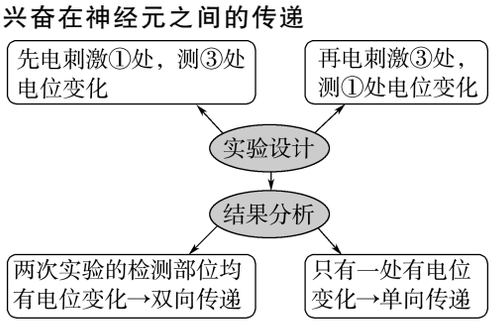
三、反射弧中兴奋传导和传递特点的实验探究



1.探究兴奋在神经纤维上的传导



2.探究兴奋在神经元之间的传递

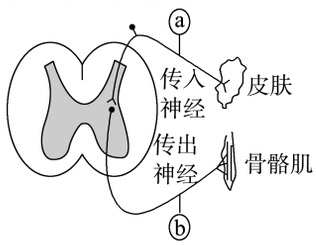


3.药物阻断实验

探究某药物（如麻醉药）是阻断兴奋在神经纤维上的传导，还是阻断兴奋在突触处的传递，可分别将药物置于神经纤维上和突触处，依据其能否产生阻断效果作出合理推断。

对点训练

4.破坏蛙脑，保留脊髓，用任氏液做蛙心静脉灌注，以维持蛙的基本生命活动。暴露蛙左后肢屈腿反射的传入神经和传出神经，分别连接电位计a和b。将蛙左后肢趾尖浸入质量分数为0.5%的硫酸后，电位计a和b有电位波动，出现屈腿反射。下图为该反射的反射弧结构示意图，回答下列问题：



(1)若在任氏液中滴加质量分数为0.65%的NaCl溶液，则神经细胞外Na^+浓度大幅升高，使_____加速，从而使_____加强，神经元兴奋性增高，导致Ca^{2+}外流，心脏收缩力降低，心率减弱。若在任氏液中添加某种药物，重复屈腿反射实验发现，电位计a有波动，电位计b未出现波动，左后肢未出现屈腿反射，推测其原因可能是_____

_____

（答出两点即可）。

(2)请用该屈腿反射的材料设计实验验证兴奋在神经纤维上双向传导，而在反射弧中只能单向传递。简要写出实验方法和实验现象。

_____

_____。

解析：(1)神经纤维受到刺激时，Na^+内流的方式为协助扩散，若神经细胞外Na^+浓度大幅升高，会使Na^+内流加速，动作电位加强。将蛙左后肢趾尖浸入添加了某种药物的任氏液中，电位计a有波动，电位计b未出现波动，左后肢未出现屈腿反射，原因可能是在药物的影响下，突触前膜释放的神经递质不能与突触后膜上的特异性受体结合或者突触前膜不能释放神经递质等。(2)可刺激电位计b与骨骼肌之间的传出神经，观察a、b处电位变化，实验结果应为电位计b有电位波动，电位计a未出现电位波动，且左后肢屈腿，从而验证兴奋在神经纤维上双向传导，而在反射弧中只能单向传递。

答案：(1)Na^+内流　动作电位　突触前膜释放的神经递质不能与突触后膜上的特异性受体结合；突触前膜不能释放神经递质（或神经递质与药物结合而不能与突触后膜上的特异性受体结合；或突触后膜上的特异性受体与药物结合而不能与神经递质结合；或药物抑制神经递质合成；或神经递质被分解等）　(2)刺激电位计b与骨骼肌之间的传出神经，电位计b有电位波动，电位计a未出现电位波动，左后肢屈腿

第 4 节　神经系统的分级调节

学习任务目标

1.运用稳态与平衡观，说明神经调节维持内环境稳态的机制。
2.采用模型与建模的方法，阐明神经系统分级调节的内涵。

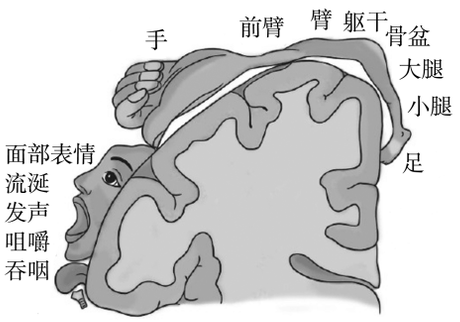
○ 问题式预习 ○

一、神经系统对躯体运动的分级调节

1.大脑皮层

位置 — 大脑的表面
⇩
构成 — 神经元胞体及其树突
⇩
形态 — 有丰富的沟回
⇩
联系 — 大脑通过脑干与脊髓相连
　　大脑发出的指令，可以通过脑干传到脊髓

2.大脑皮层与躯体运动的关系



(1)躯体各部分的运动机能在皮层的第一运动区内都有它的代表区。

①刺激大脑皮层中央前回的顶部，可以引起下肢的运动。

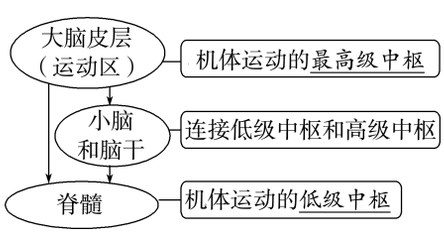
②刺激大脑皮层中央前回的下部，会引起头部器官的运动。

③刺激大脑皮层中央前回的其他部位，会引起其他相应器官的运动。

(2)特点：皮层代表区的位置与躯体各部分的关系是倒置的。

3.神经系统对躯体运动的分级调节

(1)分级调节示意图



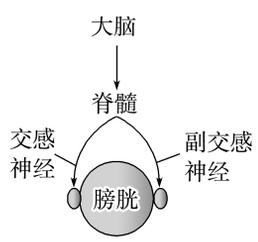
(2)分级调节的意义：机体的运动在大脑皮层以及其他中枢的分级调节下，变得更加有条不紊与精准。

二、神经系统对内脏活动的分级调节

1.神经系统不同中枢对排尿反射的控制

(1)神经系统对内脏活动的调节与它对躯体运动的调节相似，也是通过反射进行的。

(2)排尿反射的分级调节



①低级中枢的调控：脊髓对膀胱扩大和缩小的控制由自主神经系统支配。副交感神经兴奋，会使膀胱缩小；交感神经兴奋，不会导致膀胱缩小。

②高级中枢的调控：人能有意识地控制排尿，是因为大脑皮层对脊髓进行着调控。

2.神经系统对其他内脏器官的分级调节

- 脊髓：是调节内脏活动的低级中枢，通过它可以完成简单的内脏反射活动，如排尿、排便、血管舒缩等
- 脑干：有许多重要的调节内脏活动的基本中枢，如调节呼吸运动的中枢，调节心血管活动的中枢等
- 下丘脑：是调节内脏活动的较高级中枢，它也使内脏活动和其他生理活动相联系，以调节体温、水平衡、摄食等主要生理过程
- 大脑皮层：是许多低级中枢活动的高级调节者，它对各级中枢的活动起调整作用，这就使得自主神经系统并不完全自主

◇思考

[教材第 35 页“思考·讨论”]有些成人由于外伤等丧失意识或胸部脊髓损伤，出现像婴儿那样尿床的情况，试分析原因。

提示：可能是大脑皮层相应中枢出现损伤，也可能是大脑皮层与脊髓反射中枢的神经联系出现了损伤。

○ 任务型课堂 ○

任务一 神经系统对躯体运动的分级调节

探究活动

阅读教材第34页“思考·讨论”，回答下列问题：

(1)脑卒中患者的上肢、下肢和脊髓都没有受伤，为什么不能运动呢？这说明大脑与脊髓之间有什么关系？

提示：脑卒中患者的大脑功能区受损，失去了对肢体的控制。这说明脊髓控制的运动受到大脑的调控。

(2)某人头部遭受意外，导致下肢运动障碍，但是头部活动正常，经鉴定为大脑第一运动区局部损伤，你能推断受损的具体部位吗？依据是什么？

提示：很可能是第一运动区的顶部受损，而下部正常，因为第一运动区的顶部控制下肢运动，而下部控制头部器官的运动。

(3)偏瘫患者一侧大脑受损，导致对侧上下肢运动障碍。这说明皮层代表区对躯体运动支配有什么特点？

提示：左右交叉支配(说明：头面部多为双侧支配)。

(4)这种神经系统对躯体运动的分级调节有怎样的意义？

提示：脑中的相应高级中枢会发出指令对低级中枢进行不断调整，使机体的运动在大脑皮层以及其他中枢的分级调节下，变得更加有条不紊与精准。

【探究总结】

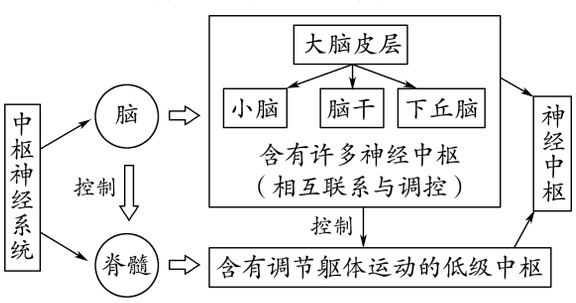
1.大脑皮层第一运动区(中央前回)控制躯体运动的特点

(1)有精细的功能定位：大脑皮层不同的代表区控制躯体各部分的运动，而且代表区的位置与躯体各部分的关系是倒置的。

(2)运动越精细复杂的器官，其代表区面积越大；代表区范围的大小与躯体中相应部位的大小无关，与躯体运动的精细复杂程度呈正相关。

(3)交叉控制：对躯体运动的调节是交叉的，中央前回左边控制右侧躯体的运动，中央前回右边控制左侧躯体的运动。

2.大脑皮层对躯体运动的分级调节模型



评价活动

1.下列关于神经系统结构和功能的叙述，错误的是 (　　)

A.边听课边做笔记依赖神经元的活动及神经元之间的联系

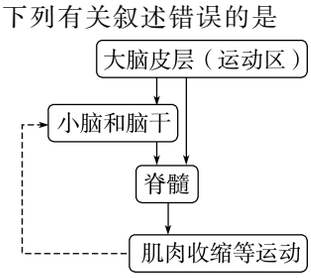
B.条件反射的消退是一个新的学习过程，需要大脑皮层参与

C.刺激人体大脑皮层中央前回的顶部，可以引起下肢的运动

D.支配躯体及四肢运动的全部神经就是外周神经

D　**解析**：边听课边做笔记需要大脑皮层的高级功能(如语言、记忆、协调)，依赖神经元间的联系(突触传递)及多个脑区协同，A正确；条件反射的消退不是条件反射的简单丧失，而是中枢把原先引起兴奋性效应的信号转变为产生抑制性效应的信号，是一个新的学习过程，需要大脑皮层参与，B正确；大脑皮层中央前回(躯体运动区)的顶部对应下肢运动，刺激此处可引起下肢运动，C正确；外周神经系统包括脑神经和脊神经，而支配躯体及四肢运动的神经仅为脊神经中的传出部分，并非全部神经，D错误。

2.下图是人体躯体运动调节示意图，小脑与大脑皮层及肌肉之间存在复杂的回路联系，当大脑皮层运动区向脊髓前角运动神经元发出冲动时，可同时将此冲动传入小脑。而当肌肉进行相应活动时，肌梭、肌腱等器官又将肌肉活动的各种复杂信息连续不断地传入小脑，进而通过小脑对脊髓的控制来影响肌肉活动。下列有关叙述错误的是 (　　)



A.躯体运动受大脑皮层、小脑、脑干以及脊髓等的共同调控

B.躯体运动调节过程中存在分级调节，大脑皮层对脊髓具有控制作用

C.大脑皮层发出的指令必须经过小脑和脑干才能传给低级中枢

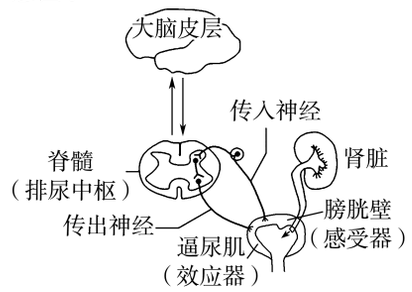
D.肌肉活动的各种信息会不断传入小脑，有利于保持运动的平衡性

C　**解析**：躯体运动受大脑皮层、小脑、脑干以及脊髓等的共同调控，相应器官、系统的生理活动才能进行得更加有条不紊和精确，A正确；躯体运动调节是一种分级调节，位于脊髓的低级中枢受脑中相应高级中枢的调控，B正确；大脑皮层发出的指令可以直接传给脊髓等低级中枢，C错误；小脑与机体平衡有关，肌肉活动的各种复杂信息连续不断地传入小脑，有利于保持运动的平衡性，D正确。

任务二　神经系统对内脏活动的分级调节

探究活动

排尿是一种复杂的反射活动，当膀胱充盈时，膀胱壁上相应感受器受到刺激产生兴奋，使人产生尿意，当环境条件适宜时，完成排尿反射，下图为人体排尿反射示意图。



(1)用文字和箭头表示婴儿的无意识排尿的兴奋传导途径。

提示：膀胱壁(感受器)→传入神经→脊髓(排尿中枢)→传出神经→逼尿肌(效应器)。

(2)成人可以有意识地控制排尿，婴儿却不能。二者控制排尿的神经中枢的功能有何差别？

提示：差别在于成人的大脑皮层发育完善，婴儿的大脑发育不完善，不能很好地控制排尿反射。

(3)当人受到意外惊吓时，意识会暂时失灵，导致尿失禁，这说明什么？

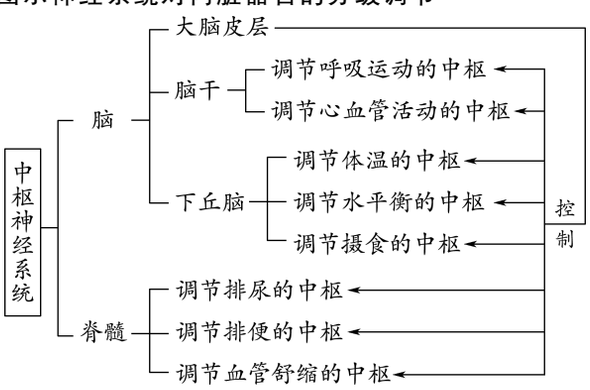
提示：排尿反射的高级中枢在大脑皮层，低级中枢在脊髓，在一定情况下，高级中枢大脑皮层会失去对低级中枢脊髓的控制，说明高级中枢对低级中枢的控制具有相对性。

(4)上述例子说明神经中枢之间有什么联系？

提示：这些例子说明低级中枢受相应的高级中枢的调控，神经系统存在分级调节。

【探究总结】

1.图示神经系统对内脏器官的分级调节



2.大脑皮层对各级神经中枢的控制是相对的

(1)如果没有大脑皮层对其他神经中枢的调控，机体就不能很好地适应正常生理活动的需要。

(2)在一定条件下，大脑皮层会失去对低级中枢的控制。

评价活动

1.在考试前，即使没有尿意，但为了避免考试中途去厕所，某些同学可能会选择进考场前去排一次尿。下图是人体排尿反射过程的示意简图，下列说法正确的是（　　）



A.控制人体排尿反射和眨眼反射的中枢都位于脊髓

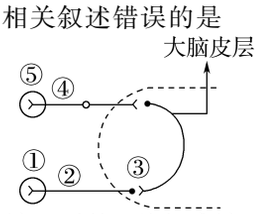
B.当有意识地排尿时，排尿反射仍属于非条件反射

C.有意识的排尿行为既有反馈调节，也有分级调节

D.考前的排尿反射可表示为膀胱→d→脊髓→b→膀胱

C　**解析**：排尿反射属于低级的反射活动，其神经中枢在脊髓，由脊髓直接控制膀胱进行排尿，而控制眨眼反射的神经中枢在脑干，A错误；当人有意识地排尿时，排尿反射在非条件反射的基础上，经过一定的过程，在大脑皮层的参与下完成，此时的排尿反射是在后天生活中通过学习形成的，属于条件反射，B错误；有意识地排尿是在大脑皮层控制下完成的，存在着分级调节，同时也存在着反馈调节，C正确；考前的排尿反射为大脑皮层控制下的排尿过程，可表示为脑→a→脊髓→b→膀胱，D错误。

2.排尿受脊髓和大脑皮层的共同控制，有些人由于外伤等丧失意识，会出现像婴儿那样尿床的情况。下图表示排尿反射的相关结构(虚线内表示脊髓的部分结构)，下列相关叙述错误的是（　　）



A.②属于自主神经系统，副交感神经兴奋会使膀胱缩小

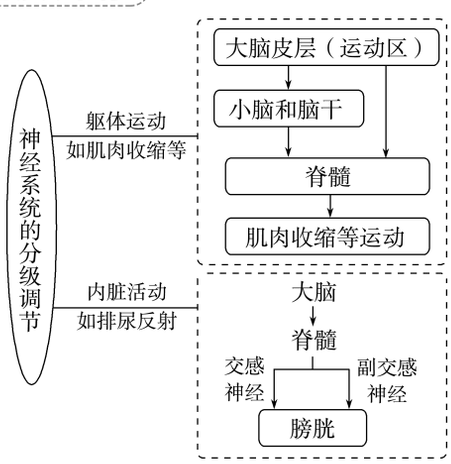
B.产生尿意的过程属于非条件反射

C.婴儿的排尿不能体现神经系统的分级调节

D.由图可知，兴奋不仅在反射弧中传导，还可在中枢神经系统中传导

B　**解析**：根据神经中枢中的突触结构判断，②为支配膀胱的传出神经，它的活动不受意识支配，属于自主神经系统，副交感神经兴奋会使膀胱缩小，有利于排尿，A正确；大脑皮层产生尿意的过程，没有经过完整的反射弧，不属于反射，B错误；婴儿排尿的中枢在脊髓，不受意识的支配，是脊髓控制的结果，不能体现神经系统的分级调节，C正确；题图中兴奋不仅可以在反射弧中传导，还可以从脊髓传至大脑皮层，即在中枢神经系统中传导，D正确。

提质归纳



课后素养评价(七)

基础落实

知识点1　神经系统对躯体运动的分级调节

1.人体各部位的感觉与运动机能在大脑皮层体觉区与运动区中都有它的代表区。下列关于人大脑皮层功能的叙述,错误的是　　(　　)

A.刺激大脑皮层中央前回的下部,可以引起头面部肌肉的运动

B.一侧大脑皮层中央前回顶部受损,会使对侧下肢的运动功能出现障碍

C.头面部肌肉的代表区在运动区呈倒置排列,即口部在上,眼部在下

D.运动精细复杂程度大的部位如手,在大脑皮层所占的面积比躯干的大

C　**解析**:刺激大脑皮层中央前回的下部,会引起头部器官的运动,A正确;中央前回顶部对应下肢,因此一侧大脑皮层中央前回顶部受损会导致对侧下肢运动障碍,B正确;头面部肌肉代表区在运动区呈正立排列(如口部在下,眼部在上),而非倒置,C错误;运动精细复杂的部位(如手)在大脑皮层所占面积更大,其神经分布更密集,D正确。

2.打篮球是一种全身肌肉参与的协调运动,下列相关叙述错误的是　　(　A　)

A.防守对方进攻时,大脑皮层可以接受躯体运动神经传来的兴奋

B.运动员传球时,交感神经和副交感神经都参与支配机体内脏器官活动

C.运动过程中交感神经活动占据优势,出现心跳加快、支气管扩张等现象

D.大脑皮层向脊髓、小脑等中枢发出指令,体现了神经系统的分级调节

3.下列有关神经系统对躯体运动的分级调节的叙述,错误的是　　(　B　)

A.大脑皮层可以直接或间接地对脊髓的活动进行调控

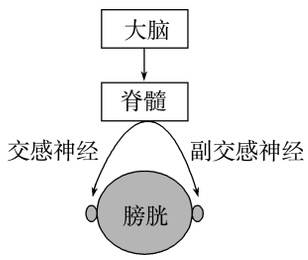
B.躯体的运动只受大脑皮层中躯体运动中枢的调控

C.脑中的高级中枢能发出指令对低级中枢进行调控

D.机体运动能有条不紊且精准地进行,与躯体运动的分级调节有关

知识点2　神经系统对内脏活动的分级调节

4.排尿不仅受到脊髓的控制,也受到大脑皮层的调控。排尿反射的分级调节如图所示。下列叙述正确的是　　(　　)



A.交感神经兴奋会导致膀胱缩小促进排尿

B.脊髓对膀胱的控制不受大脑皮层的调控

C.婴儿无法自主控制排尿与脊髓发育不完善有关

D.若脊髓与大脑皮层之间的神经通路受损,将无法产生尿意

D　**解析**:交感神经兴奋,不会导致膀胱缩小,副交感神经兴奋,会使膀胱缩小,促进排尿,A错误;排尿不仅受到脊髓的控制,也受到大脑皮层的调控,B错误;婴儿的大脑皮层发育不完善,控制能力弱,所以经常尿床,C错误;若脊髓与大脑皮层之间的神经通路受损,感觉信号无法上传至大脑皮层,将无法产生尿意,D正确。

5.给位于大脑和小脑之间的脑桥细胞注射阻止神经递质(γ-氨基丁酸)与相应受体结合的药物M后,小鼠的排尿阈值(引起排尿反射的最低尿量值)降低。下列相关叙述正确的是　　(　D　)

A.注射一定量的γ-氨基丁酸能促进小鼠排尿

B.控制小鼠排尿反射的低级中枢位于脑桥

C.γ-氨基丁酸运出脑桥细胞需要载体蛋白的协助

D.大脑皮层对脊髓的调控能使小鼠有意识地控制排尿

能力提升

6.基底神经节是位于大脑皮层之下、紧靠下丘脑的一些神经元,一方面可以调节脑干水平以下的运动神经元的兴奋性,另一方面又可以经下丘脑上行影响大脑皮层对运动的控制,主要效应是抑制全身紧张。帕金森病是由向基底神经节输入的两种拮抗信息传出平衡受到破坏所致,表现为运动减少和肌肉强直。下列叙述错误的是　　(　C　)

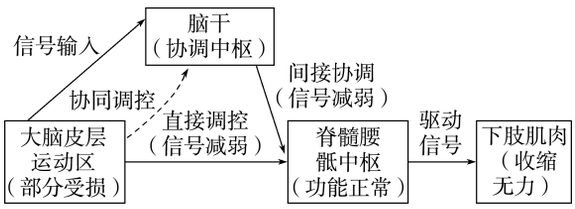
A.损毁基底神经节会导致全身肌肉强直

B.基底神经节与运动有关,但其效应还要受大脑皮层控制

C.输入信息兴奋大于抑制是帕金森病的主要成因

D.某些神经元退化导致信息传递异常可能是帕金森病成因之一

7.脑卒中(中风)患者常因大脑皮层运动区受损出现下肢运动障碍,下图为患者神经调控路径的示意图。下列叙述正确的是　　(　　)



A.因大脑皮层运动区部分受损，脑干协调中枢无法接收信号

B.大脑皮层运动区对脊髓腰骶中枢只有直接调控这一种方式

C.若脊髓腰骶中枢功能异常，仅靠脑干间接协调可恢复正常运动

D.患者下肢肌肉收缩无力，与大脑皮层运动区直接调控信号减弱有关

D　**解析**：分析题图可知，大脑皮层运动区除了直接调控脊髓腰骶中枢，还可以通过脑干协调中枢间接调控，所以即使大脑皮层运动区部分受损，脑干协调中枢仍有可能通过其他途径接收信号并发挥作用，A错误；由题图可知，大脑皮层运动区对脊髓腰骶中枢有直接调控和通过脑干协调中枢间接调控两种方式，B错误；脊髓腰骶中枢是下肢运动的重要控制中枢，它直接控制着下肢肌肉的运动，如果该中枢功能异常，即使有脑干的间接协调，也无法使下肢运动恢复正常，C错误；大脑皮层运动区直接调控脊髓腰骶中枢，进而控制下肢肌肉的运动，当大脑皮层运动区直接调控信号减弱时，就会导致下肢肌肉收缩无力，D正确。

8.由意外事故或疾病引起的脊髓横断，将引起断面以下节段暂时性丧失反射活动能力，称为脊休克。脊休克时，断面以下节段脊髓支配的骨骼肌紧张性降低或消失，外周血管扩张，膀胱内尿充盈。随着时间的延长，脊休克后的一些反射可逐渐恢复，但第二次横断脊髓并不会出现脊休克现象。下列相关叙述错误的是　（　B　）

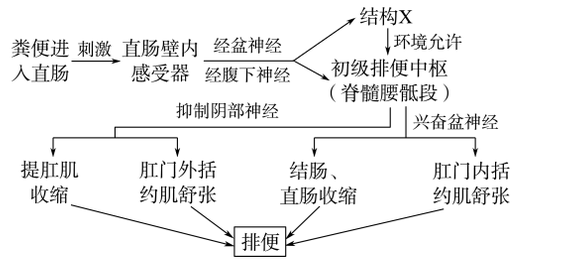
A.脊休克表明脊髓中存在调控内脏的反射活动中枢

B.脊休克是由脊髓横断刺激本身引起的病理现象

C.脊休克时，断离的脊髓节段失去了来自大脑皮层的调控

D.排尿反射恢复后，病人可能会出现排尿不完全现象

9.排便反射是一种内脏反射动作。粪便下降到直肠，刺激直肠壁，通过反射作用使结肠、直肠等发生一系列的蠕动运动，同时又使肛门内、外括约肌放松以及提肛肌收缩，遂将粪便排出。其调节过程如下图所示。回答下列问题：



(1)结构X是_____。从反射弧的结构分析，盆神经属于_____。胃肠蠕动加强时自主神经系统中的_____神经活动占据优势。

(2)当环境条件允许排便时，脊髓腰骶段内的神经元间兴奋传递时发生的信号转换是_____，该信号传递至阴部神经的神经元，使其细胞膜内外的电位表现为_____。

(3)盆神经兴奋后，导致结肠和直肠收缩，而肛门内括约肌舒张，原因可能是_____（答一点）。

(4)身体健康的成人能有意识地抑制排便，原因是_____；但若便意经常被抑制，直肠对粪便压力刺激敏感性降低，容易导致便秘。

解析：(1)结构X可以调控初级排便中枢，因此结构X是大脑皮层。由题图可知，盆神经既属于传入神经，也属于传出神经。自主神经系统中的副交感神经活动占据优势时胃肠蠕动加强。(2)神经元间兴奋传递时发生的信号转换是电信号→化学信号→电信号，该信号传递至阴部神经的神经元，会抑制阴部神经，使其不能兴奋，因此其细胞膜内外的电位表现为外正内负。(3)盆神经兴奋后不同突触释放的神经递质的种类可能不同，或结肠、直肠和肛门内括约肌上的神经递质受体种类可能不同，导致结肠和直肠收缩，而肛门内括约肌舒张。(4)高级排便中枢(大脑皮层)可以调节低级排便中枢(脊髓)的活动，因此身体健康的成人能有意识地抑制排便。

答案：(1)大脑皮层　传入神经和传出神经　副交感　(2)电信号→化学信号→电信号　外正内负　(3)盆神经兴奋后不同突触释放的神经递质的种类可能不同(或结肠、直肠和肛门内括约肌上的神经递质受体种类可能不同)　(4)高级排便中枢(大脑皮层)可以调节低级排便中枢(脊髓)的活动

第5节　人脑的高级功能

学习任务目标

1.运用结构与功能观，说明言语区与人类语言的关系。
2.采用演绎与推理的方法，运用学习和记忆的规律提高学习效率。
3.养成良好的学习习惯，学会调整自己的情绪。

○ 问题式预习 ○

一、语言功能

1.大脑的功能

(1)感知外部世界。

(2)控制机体的反射活动。

(3)具有语言、学习和记忆等方面的高级功能。

2.语言功能

(1)语言功能是人脑特有的高级功能，与大脑皮层的言语区有关。

(2)大脑皮层言语区(连线)

功能区	功能性障碍症	症状
①S区	Ⅰ.听觉性失语症	A.不能讲话(听得懂、看得懂)
②H区	Ⅱ.失写症	B.不能写字(听得懂、看得懂)
③V区	Ⅲ.运动性失语症	C.看不懂
④W区	Ⅳ.失读症	D.听不懂(能写、能讲、能看)

答案：①—Ⅲ—A　②—Ⅰ—D　③—Ⅳ—C　④—Ⅱ—B

3.人脑左右半球的功能

左半球 → 大多数人主导语言功能的区域，主要负责逻辑思维

右半球 → 主要负责大多数人的形象思维

◇思考

[教材第37页“思考·讨论”]在英语听力考试时，参与的言语区有哪些？

提示：H区、V区和W区。

二、学习与记忆

1.学习和记忆的含义

学习和记忆是指神经系统不断地接受刺激，获得新的行为、习惯和积累经验的过程。不是由单一脑区控制的，而是由多个脑区和神经通路参与。

2.人类的记忆过程(分成四个阶段)

感觉性记忆(易迅速消退) —多加注意→ 第一级记忆 —反复运用、强化→ 第二级记忆 —反复重复，将新信息与已有的信息整合→ ①第三级记忆(永久记忆)

短时记忆(可能与②神经元之间即时的信息交流有关，尤其与形状像③海马的脑区有关)

长时记忆(可能与突触④形态及⑤功能的改变以及⑥新突触的建立有关)

◇思考

[教材第39页旁栏思考]在学习过程中，老师经常强调要动用多种器官。这有什么道理？

提示：学习的过程是一个信息获取与加工的过程，在获取信息的过程中需要多种器官的共同参与；学习与记忆不是由单一脑区控制的，而是由多个脑区和神经通路参与。

三、情绪

1.概念：人对环境所作出的反应。情绪是大脑的高级功能之一。

2.抑郁与抑郁症

精神压力、生活挫折、疾病、死亡等情况 —产生→ 消极情绪 —积累→ 抑郁 —得不到缓解→ 抑郁症

抑郁 —自我调适、心理咨询、别人支持→ 消失

3.调节方法

(1)积极建立和维系良好的人际关系、适量运动和调节压力都可以帮助我们减少和更好地应对情绪波动。

(2)当情绪波动超出自己能够调节的程度时，应向专业人士咨询。

◇思考

[教材第39页“相关信息”]影响情绪的抗抑郁药一般都通过什么途径影响神经系统的功能？

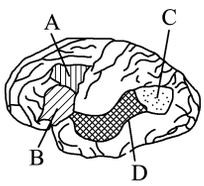
提示：抗抑郁药一般都通过作用于突触处来影响神经系统的功能。

○ 任务型课堂 ○

任务一 人脑的语言功能

探究活动

观察人类大脑皮层的言语区示意图，分析并回答下列问题：



(1)人的大脑有哪些区别于动物大脑的高级功能？

提示：人的大脑区别于动物大脑的高级功能有语言功能等。

(2)A、B、C、D各代表什么言语区？

提示：A、B、C、D依次代表W区、S区、V区、H区。

(3)大脑皮层的语言中枢有什么特点？

提示：分区控制。不同的区域既有分工，又有联系，共同负责人类复杂的语言功能。

【探究总结】

1.大脑皮层言语区的划分及功能障碍症

言语区	联想记忆	损伤后的病症	患病特征
S区(运动性言语区)	Speak→S	运动性失语症	病人可听懂别人的讲话和看懂文字，但不会讲话，即无法用语言表达自己的思想
H区(听觉性言语区)	Hear→H	听觉性失语症	病人能讲话、书写，能看懂文字，但听不懂别人的谈话
V区(视觉性言语区)	Vision→V	视觉性失语症	病人的视觉无障碍，但看不懂文字的含义，变得不能阅读
W区(书写性言语区)	Write→W	书写性失语症	病人可听懂别人讲话和看懂文字，也会讲话，手部运动正常，但失去书写、绘图能力

2.区分听觉中枢和听觉性语言中枢、视觉中枢和视觉性语言中枢的技巧

(1)能否“听见”声音，与听觉中枢有关；而能否“听懂”语言，与听觉性语言中枢有关。

(2)能否“看见”物体，与视觉中枢有关；而能否“看懂”文字，与视觉性语言中枢有关。

3.常见生理或病理现象及参与或损伤的神经中枢分析

生理或病理现象	神经中枢参与(损伤)
考试时专心答题	大脑皮层V区和W区（高级中枢）参与
聋哑人表演舞蹈《千手观音》时	大脑皮层视觉中枢、言语区的V区、躯体运动中枢
某同学跑步时	大脑皮层、小脑、下丘脑、脑干和脊髓
植物人	大脑皮层损伤、小脑功能退化，但下丘脑、脑干、脊髓功能正常
高位截瘫	脊髓受伤，其他部位正常

评价活动

1.2025年央视春晚首次推出视障版和听障版无障碍转播，通过音频解说帮助视障人士听懂节目，利用手语翻译和实时字幕辅助听障人士看懂内容。下列说法正确的是（　　）

A.多数人的音乐和绘画形象思维由大脑右半球负责

B.听障人士阅读手语翻译时，视觉中枢兴奋，最终在V区产生听觉

C.视障人士言语区的V区受损，但H区正常，因此能听懂节目

D.手语翻译员控制手部运动的中枢位于大脑皮层中央前回的顶部

A　**解析**：大多数人的音乐、绘画等形象思维主要由大脑的右半球负责，语言、逻辑思维等由大脑的左半球负责，A正确。反射是指在中枢神经系统的参与下，机体对内外刺激所产生的规律性应答反应。视觉形成于大脑皮层的视觉中枢，而V区是言语区中负责处理文字符号等视觉性语言信息的中枢，B错误。言语区V区(视觉性语言中枢)负责阅读文字，H区(听觉性语言中枢)负责理解口语。视障人士因视觉输入缺失导致V区功能受限，通过音频解说听懂节目需H区正常，视障通常为感官缺陷，而非必然与脑区病理损伤相关，C错误。大脑皮层中央前回为躯体运动中枢，其定位呈倒置分布，顶部控制下肢，中部控制上肢(含手部)，下部控制头面部，D错误。

2.缺血性脑卒中是脑部血管阻塞引起的脑部损伤，可发生在脑的不同区域。若缺血性脑卒中患者无其他疾病或损伤，下列说法错误的是（　　）

A.损伤发生在大脑皮层S区时，患者不能发出声音

B.损伤发生在下丘脑时，患者可能出现生物节律失调

C.损伤导致上肢不能运动时，患者的缩手反射仍可发生

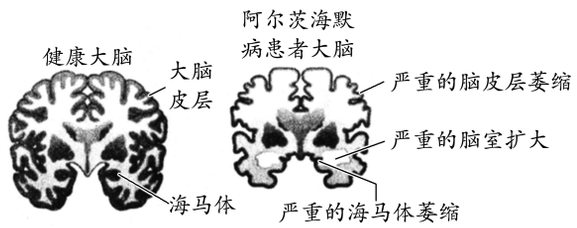
D.损伤发生在大脑时，患者可能会出现排尿不完全

A　**解析**：S区为运动性语言中枢，损伤后，患者与讲话有关的肌肉和发声器官完全正常，能发出声音，但不能用词语表达思想，A错误。

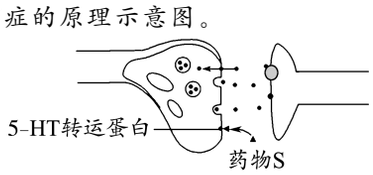
任务二 学习、记忆及情绪

探究活动

材料1 阿尔茨海默病是老年人常见的一种疾病，该病主要表现为患者逐渐丧失记忆和语言功能，计算和推理等思维能力受损（如迷路），情绪不稳定。下图为健康人与阿尔茨海默病患者的大脑示意图。



材料2 研究证实，抑郁症的发生与神经细胞间5-羟色胺（5-HT）等物质的含量降低有关，5-羟色胺是一种能帮助我们保持心情愉悦的物质，其发挥作用后被重吸收至突触小体或被氧化酶氧化。下图为药物S治疗抑郁症的原理示意图。



1.结合教材内容和材料1，尝试解释阿尔茨海默病患者迷路的可能原因。

提示：记忆障碍——与海马体萎缩有关（“短时记忆与大脑皮层下一个形状像海马的脑区有关”）。

2.根据材料2回答下列问题：

（1）5-羟色胺是一种具有双向调节作用的神经递质，能与神经元细胞上不同类型的受体结合，维持皮层的兴奋性平衡。

（2）某人患抑郁症，使用药物S进行治疗，据图分析药物S的作用原理。

提示：药物S与5-羟色胺的转运蛋白结合，抑制5-羟色胺的回收，增加突触间隙中5-羟色胺的含量。

（3）除使用药物S治疗外，请依据所学知识再写出一种治疗抑郁症的思路。

提示：通过药物抑制突触间隙中（5-羟色胺）氧化酶的活性，增加5-羟色胺浓度。

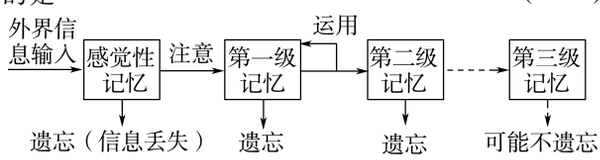
【探究总结】

记忆四个阶段的神经机制及举例

记忆时间	脑内可能的神经机制	举例
感觉性记忆	感觉讯号传向大脑，在大脑皮层感觉区传递的时程	在查找字典上的某个词时，对其他的词一闪而过
第一级记忆	特定的神经信息在有关神经通路中往返传递一段时间，其化学机制可能是关键大分子的可逆性构象变化	查到一个电话号码，拨完后即忘
第二级记忆	蛋白质合成增加，突触功能增强等。神经信息影响mRNA或基因表达	经历中的重要事件
第三级记忆	脑内新突触建立或突触结构不可逆变化	本人姓名、年龄、生日等

评价活动

1.下图表示人类不同形式记忆的关系，下列说法错误的是（　　）



A.感觉性记忆和第一级记忆为短时记忆，其中感觉性记忆不是真正的记忆

B.短时记忆可能与神经元之间即时的信息交流有关

C.学习和记忆是人脑特有的高级功能

D.后两个阶段为长时记忆，可能与新突触的建立有关

C　**解析：**感觉性记忆和第一级记忆为短时记忆，其中感觉性记忆有效作用时间不超过1 s，所记的信息不构成真正的记忆，A正确；短时记忆可能与神经元之间即时的信息交流有关，尤其是与大脑皮层下一个形状像海马的脑区有关，B正确；学习和记忆是人脑的高级功能，但不是人脑特有的高级功能，C错误；长时记忆可能与突触形态及功能的改变以及新突触的建立有关，D正确。

2.海蜗牛在被电击几次后，能学会利用长时间蜷缩的方式保护自己，没有经过电击刺激的海蜗牛则没有类似的防御行为。研究者提取前者腹部神经元的RNA注射到后者颈部，发现原本没有受过电击的海蜗牛也“学会”了防御，而对照组则没有此现象。以下叙述不符合该实验的是（　　）

A.有助于我们对动物记忆形成机制的研究

B.对照组的海蜗牛需要注射生理盐水

C.该实验不能说明RNA直接决定了动物记忆的形成

D.该实验说明特定的RNA可以使海蜗牛“获得记忆”

B　**解析：**由题干信息可知，该实验为研究记忆形成的机制提供了方向，故该实验有助于对动物记忆形成机制的研究，A不符合题意；根据实验单一变量原则可知，该实验的对照组需要注射来自没有受过电击刺激海蜗牛的RNA，B符合题意；RNA能够指导蛋白质的合成，故该实验不能说明RNA直接决定了动物记忆的形成，C不符合题意；由题干信息“研究者提取前者腹部神经元的RNA注射到后者颈部，发现原本没有受过电击的海蜗牛也‘学会’了防御”可知，该实验说明特定的RNA可以使海蜗牛“获得记忆”，D不符合题意。

3.抑郁症是由高级神经活动产生的重度消极情绪得不到缓解而形成的。被称为5-羟色胺再摄取抑制剂的药物，可选择性地抑制突触前膜对5-羟色胺的回收，使得突触间隙中5-羟色胺的浓度维持在一定

的水平，有利于神经系统的活动正常进行。下列说法不正确的是（　　）

A.5-羟色胺的合成和分泌发生障碍容易使人的消极情绪持续

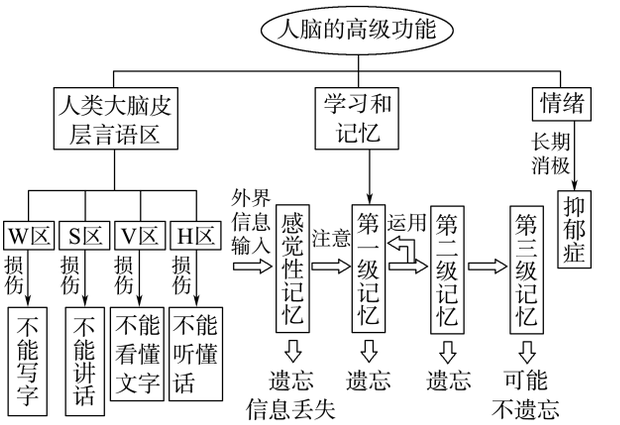
B.5-羟色胺再摄取抑制剂通过抑制 ATP 水解来阻止回收 5-羟色胺

C.抑郁症患者体内某些突触间隙的 5-羟色胺含量比正常人的少

D.建立和维系良好的人际关系、适量的运动和调节压力可以减少情绪的波动，有利于抑郁症的治疗

B　**解析**：突触前膜对 5-羟色胺的重吸收具有选择性，因此，5-羟色胺再摄取抑制剂作用于突触前膜具有特异性，应是与突触前膜重吸收 5-羟色胺的有关转运蛋白结合，若是抑制 ATP 水解，则会影响神经元多种耗能的生命活动，B 错误。

提质归纳



课后素养评价（八）

基础落实

知识点 1　语言功能

1.1861 年，法国外科医生布罗卡发现，人大脑左半球额叶后部有一鸡蛋大的区域，如果该区域受到损伤，则病人可以理解语言，但不能说完整的句子。现在把这个区域叫作布罗卡区。下列关于人的大脑皮层的叙述，正确的是（　　）

A.布罗卡区可能是言语区中的 S 区

B.语言、学习和记忆等均是人类独有的高级功能

C.大多数人言语区位于大脑左半球，逻辑思维主要由右半球负责

D.聋哑人之间的手语交谈依靠视觉中枢和躯体运动中枢就能实现

A　**解析**：布罗卡区受损表现为能理解语言但不能说完整句子，对应言语区中的 S 区，S 区受损会导致运动性失语症，A 正确；语言、学习和记忆等是人脑的高级功能，其中语言功能是人脑特有的，B 错误；大多数人言语区位于大脑左半球，且逻辑思维主要由左半球负责，C 错误；聋哑人的手语交谈，除视觉中枢（看手语）、躯体运动中枢（做手语）外，还需要言语区（如 V 区理解手语含义）的参与，D 错误。

2.大脑的威尔尼克区受损伤会引起印入性失语症。患者表现为说话语音语法都正常，但话语没意义，能听到语音，但不能辨别出语义。据此推测威尔尼克区（　B　）

A.位于大脑皮层躯体运动中枢

B.包括言语区的 S 区和 H 区

C.是产生形象思维的生物基础

D.属于外周神经系统的一部分

知识点 2　学习、记忆、情绪

3.下列关于动物的学习和记忆的叙述，错误的是（　　）

A.暂时使用的号码容易遗忘是因为它属于感觉性记忆

B.学习和记忆涉及脑内神经递质的作用以及某些种类蛋白质的合成

C.学习是神经系统不断地接受刺激，获得新的行为、习惯和积累经验的过程

D.人的第一级记忆与形状像海马的脑区有关，长时记忆可能与新突触的建立有关

A　**解析**：感觉性记忆持续时间极短（不足 1 s），而暂时使用的信息属于第一级记忆，需通过反复强化才能转为长时记忆，A 错误；学习和记忆涉及脑内神经递质的作用以及某些种类蛋白质的合成，B 正确；学习是指神经系统不断地接受刺激，获得新的行为、习惯和积累经验的过程，C 正确；第一级记忆（短时记忆）与大脑皮层下一个形状像海马的脑区有关，长时记忆与新突触的建立有关，D 正确。

4.“微笑抑郁症”是抑郁症的一种，是一种新型抑郁倾向。由于“工作的需要”“面子的需要”“礼节的需要”等，患者白天大多数时间都面带微笑，这种“微笑”并不是发自内心深处的真实感受，而是一种负担，久而久之成为情绪的抑郁。下列关于抑郁症患者成因推测及防治措施的叙述，错误的是（　D　）

A.繁重的学习、生活、工作负担可能是发生抑郁症的重要原因之一

B.适度锻炼、合理作息、正规治疗等措施有利于抑郁症患者的康复

C.早筛查、早发现、早治疗能有效地控制抑郁症的发生

D.情绪不属于人脑的高级功能，消极情绪的不断累积就可能形成抑郁症

能力提升

5.脑梗死的临床症状表现为局灶性神经功能缺损，可能呈现为偏瘫、感觉障碍、失语等，重症病例可能进展为脑疝甚至脑死亡。并发症中常见的有肢体麻痹和肌肉运动障碍，讲话及吞咽困难，记忆减退和思考困难等。下列有关叙述错误的是（　　）

A.若下肢偏瘫，则有可能是大脑皮层中央前回的顶部受损

B.失语可能是因为大脑皮层言语区的 S 区发生了功能障碍

C.脑梗死患者的长时记忆困难是因为形状像海马的脑区受损

D.脑梗死患者身体运动不协调是因为其小脑受损

C　**解析**:大脑皮层中央前回为躯体运动区,其顶部控制下肢运动,若此处受损可能导致下肢偏瘫,A正确;大脑皮层言语区的S区为运动性语言中枢,S区受损可导致失语(不能讲话),B正确;长时记忆可能与突触形态及功能的改变以及新突触的建立有关,短时记忆可能与神经元之间即时的信息交流有关,尤其是与大脑皮层下一个形状像海马的脑区有关,所以脑梗死患者的长时记忆困难与突触形态及功能的改变以及新突触的建立有关,C错误;小脑能够协调运动,维持身体平衡,脑梗死患者身体运动不协调是因为其小脑受损,D正确。

6. 研究人员发现一种名为鸢尾素的激素(一种蛋白质),在运动时会被释放到血液中,它不仅对突触结构有一定的保护作用,还能促进大脑中与记忆有关的海马区神经细胞的生长。研究人员利用小鼠进行了相关实验。下列分析错误的是　(　A　)

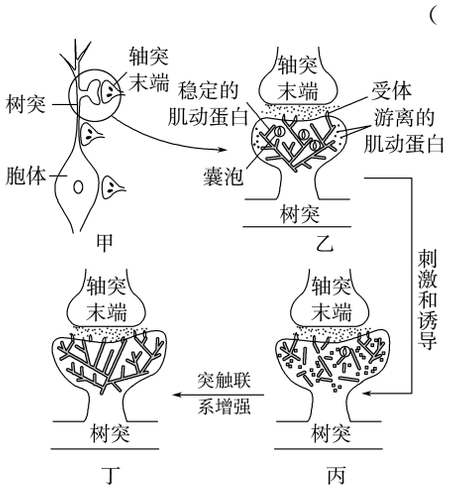
A.鸢尾素对突触的保护是通过抑制神经递质与受体结合来实现的

B.施加了鸢尾素阻断剂的实验小鼠记忆测试表现比对照组差

C.神经细胞膜上分布着与鸢尾素特异性识别的受体

D.增加体育锻炼可以在一定程度上预防记忆衰退

7. 记忆形成过程中,海马区突触后神经元中肌动蛋白发生的变化如下图所示。下列叙述不正确的是　(　C　)



A.图甲中有两种突触类型

B.在记忆形成过程中,突触后神经元内包裹着神经递质受体的囊泡会与突触后膜融合

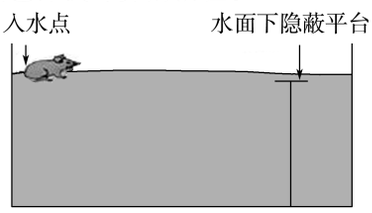
C.神经递质由轴突末端释放,作用于突触后膜上的受体后都被灭活

D.记忆的形成与肌动蛋白的稳定、游离状态有关

8. 为了探究铅中毒对大鼠学习记忆的影响,研究人员将大鼠分为4组,其中1组饮水,其余3组饮等量不同浓度的醋酸铅溶液,60 d后进行检测。

检测a:用如图所示水迷宫(池水黑色,大鼠无法看到平台)进行实验,大鼠从入水点入水,训练其寻找水面下隐蔽平台,重复训练4天后撤去平台,测定大鼠从入水点到达原平台水域的时间。

检测b:测定脑组织匀浆铅含量及乙酰胆碱酯酶(AChE)活性。AChE活性检测原理:AChE可将乙酰胆碱(ACh)水解为胆碱和乙酸,胆碱与显色剂显色,根据颜色深浅计算酶活性。



组别	①	②	③	④
醋酸铅溶液浓度/(g·L^{-1})	0	0.05	1.00	2.00
脑组织铅含量/(g·gprot^{-1})	0.18	0.29	0.57	1.05
AChE活性/(U·mgprot^{-1})	1.56	1.37	1.08	0.76
到达原平台水域时间/s	22.7	23.1	26.9	36.4

请回答下列问题:

(1)表中用于评价大鼠学习记忆能力的指标是_____,通过该指标可知_____组大鼠的学习记忆能力最弱。

(2)乙酰胆碱(ACh)是与学习记忆有关的神经递质,该神经递质由突触前膜释放进入_____,与突触后膜上的受体结合,引发突触后膜发生_____变化。ACh发挥效应后在_____的催化下水解。本实验可通过检测单位时间内_____的生成量,进而计算该酶的活性。

(3)表中结果表明,脑组织中铅含量越高,ACh水解速度越_____(填"快"或"慢")。

(4)在水迷宫实验过程中,使短时记忆转化为长时记忆的措施是_____,以此强化神经元之间的联系。长时记忆的形成可能与_____有关。

答案:(1)到达原平台水域时间　④　(2)突触间隙　电位　乙酰胆碱酯酶(AChE)　胆碱　(3)慢　(4)重复训练(或不断重复)　突触形态及功能的改变以及新突触的建立

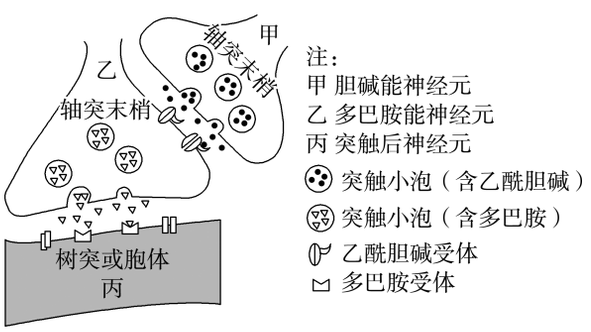
★★★

迁·移·应·用

活动　突触对于维持神经系统结构和功能的重要作用

【真题呈现】

(2022·广东卷)研究多巴胺的合成和释放机制,可为帕金森病(老年人多发性神经系统疾病)的防治提供实验依据,最近研究发现在小鼠体内多巴胺的释放可受乙酰胆碱调控,该调控方式通过神经元之间的突触联系来实现(如图)。据图分析,下列叙述错误的是(　　)



A.乙释放的多巴胺可使丙膜的电位发生改变

B.多巴胺可在甲与乙、乙与丙之间传递信息

C.从功能角度看,乙膜既是突触前膜也是突触后膜

D.乙膜上的乙酰胆碱受体异常可能影响多巴胺的释放

B　**解析**:多巴胺是乙释放的神经递质,与丙膜上的受体结合后会使其膜发生电位变化,A正确;分析题图可知,多巴胺可在乙与丙之间传递信息,不能在甲和乙之间传递信息,B错误;分析题图可知,乙膜既是乙酰胆碱作用的突触后膜,又是释放多巴胺的突触前膜,C正确;多巴胺的释放受乙酰胆碱的调控,故乙膜上的乙酰胆碱受体异常可能影响多巴胺的释放,D正确。

【真题溯源】

人的中脑边缘有“奖赏通路”,其释放的多巴胺可使某些神经元兴奋,让人产生愉悦感,如图1所示。研究人员为了研究手机游戏给人带来快乐的机制,测定了手机游戏成瘾者和正常人体内等量的被放射性同位素^{14}C标记的雷氯必利(一种可与多巴胺竞争性结合突触后膜上的多巴胺受体的物质)与多巴胺受体结合的比例,如图2所示。

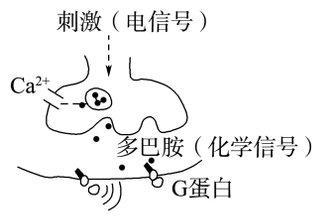


图1

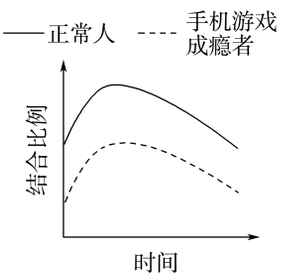


图2

研究人员统计了游戏成瘾者和正常人突触后膜上的多巴胺受体分子含量的变化,结果如图3所示(图中白色面积越大,代表受体越多)。



甲　　乙

图3

【情境发掘】

1.请用简要的语言描述图1所示结构处兴奋是如何由突触前神经元传递给G蛋白所在神经元的。

提示:兴奋到达突触前膜所在的神经末梢,引起突触小泡向前膜移动并释放多巴胺,多巴胺通过突触间隙扩散到突触后膜上的受体附近,与受体结合,形成递质—受体复合物,引起G蛋白活化,促使Na^+内流,突触后膜形成动作电位,突触后神经元兴奋。

2.图3中更有可能是游戏成瘾者的是谁?试结合实验结果阐述游戏成瘾的原因。

提示:甲。根据图2的实验结果可知,长时间玩手机游戏会导致游戏成瘾患者突触后膜上受体数量减少,只能通过玩手机游戏增大突触间隙多巴胺的含量,以维持正常的兴奋水平,因此导致游戏成瘾。根据图3结果可知,甲的受体数量较少,因此甲更有可能是游戏成瘾者。

【总结提升】

多巴胺在行为驱动的“奖赏机制”中扮演着核心角色,它就像大脑的“快乐信使”,负责传递愉悦感、强化行为动机,并推动我们不断追求有益目标。

1.多巴胺如何传递愉悦感？

当大脑期待或获得奖励（比如吃美食、完成目标）时，中脑的腹侧被盖区（VTA）会释放多巴胺，激活伏隔核等脑区，产生“快乐信号”。这种愉悦感会强化相关行为，形成“做得好→感觉好→还想做”的循环。

2.多巴胺如何驱动行为动机？

多巴胺不仅传递快乐，更关键的是它激发“想要”的欲望。比如：

期待奖励时：看到美食或想到完成工作，多巴胺会提前释放，推动你行动。

不确定奖励时：做某件事时，随机出现的奖励会刺激多巴胺，让你不断重复行为。

3.多巴胺与成瘾有什么关系？

成瘾性药物（如可卡因、吗啡）会劫持多巴胺系统，导致多巴胺异常释放。比如：

可卡因：阻断多巴胺回收，让快乐信号持续放大。

吗啡：抑制抑制性神经元，间接增加多巴胺释放。

长期使用成瘾性药物会破坏正常“奖赏机制”，让人对药物产生依赖，甚至失去对普通快乐的兴趣。

【变式训练】

1.日常生活中，普遍存在人们过度使用和依赖社交媒体的现象，其原因与大脑中的“奖赏通路”机制密切相关，涉及多巴胺等单胺类兴奋性神经递质的释放。突触前神经元膜上的单胺转运蛋白（MAT）发挥作用，可以减少突触间隙中的单胺类兴奋性神经递质的数量。下列叙述错误的是（　　）

A.多巴胺通过突触前膜释放到突触间隙的运输方式是胞吐

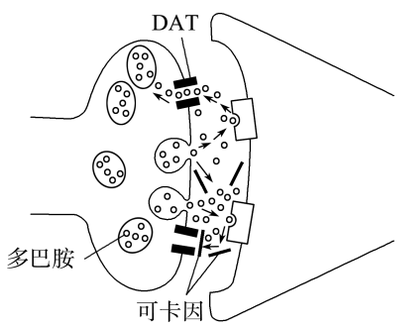
B.多巴胺作用于突触后膜，使突触后膜内侧 Na^+ 浓度增大

C.MAT 可能会将突触间隙中的单胺类兴奋性神经递质回收

D.抑郁症患者所服用的抗抑郁药一般为 MAT 的激活剂

D　**解析**：多巴胺储存在突触小泡中，通过胞吐方式释放到突触间隙，A 正确；多巴胺作为兴奋性神经递质，与突触后膜受体结合后引起 Na^+ 内流，导致突触后膜内侧 Na^+ 浓度增大，B 正确；单胺转运蛋白（MAT）位于突触前膜，其功能是回收突触间隙中的单胺类神经递质（如多巴胺），从而减少神经递质在突触间隙的停留时间，C 正确；抑郁症通常与突触间隙中单胺类神经递质浓度过低有关，MAT 的激活剂会增强神经递质回收，进一步降低突触间隙中神经递质的浓度，加重症状，所以抗抑郁药应是 MAT 的抑制剂，D 错误。

2.“奖赏效应”对于机体趋利避害、促进个体生存与种群延续具有重要作用。多巴胺机制是机体实现“奖赏效应”的核心机制之一。下图是毒品可卡因干扰多巴胺机制的示意图。回答下列问题：



（1）图中所示的是突触结构，突触间隙中的液体是_____。据图可知，在实现“奖赏效应”的过程中，多巴胺作为一种神经递质通过_____的方式被释放后，与突触后膜上的特异性受体结合，引发位于_____的“奖赏中枢”产生欣快感。

（2）研究表明，膜蛋白 DAT 具有回收多巴胺的功能，可卡因能与 DAT 蛋白发生特异性结合并抑制其功能。可卡因引起强烈欣快感的原因是_____。

（3）长期滥用可卡因会造成突触后膜上的多巴胺受体减少。当停止使用可卡因后，生理状态下的多巴胺“奖赏效应”_____，人体产生极端痛苦的体验，从而造成对毒品的成瘾性依赖。

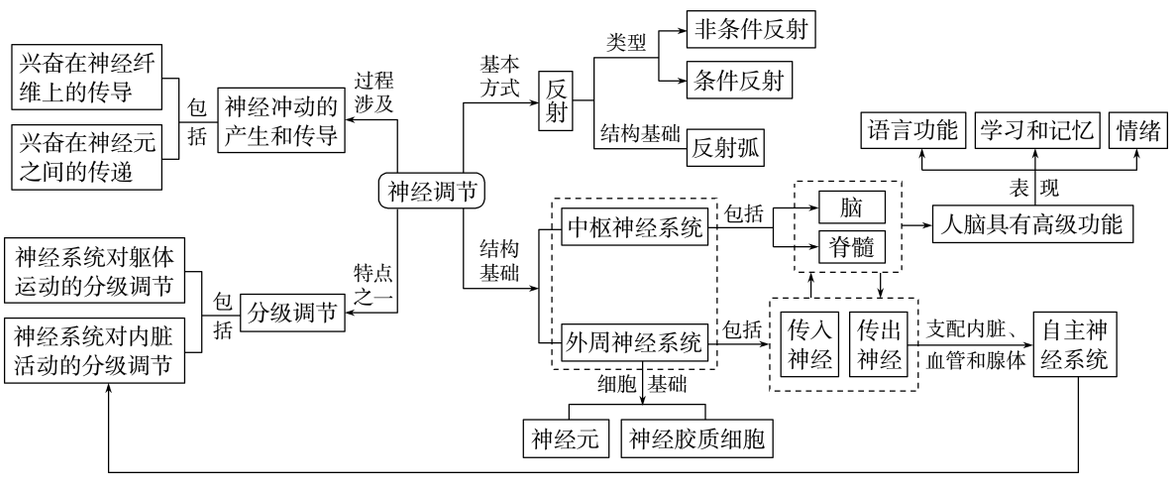
解析：（1）突触间隙中的液体是组织液，多巴胺作为一种神经递质通过胞吐的方式被释放后，与突触后膜上的特异性受体结合，引发位于大脑皮层的“奖赏中枢”产生欣快感。（2）研究表明，膜蛋白 DAT 具有回收多巴胺的功能，可卡因能与 DAT 蛋白发生特异性结合并抑制其功能。可卡因引起强烈欣快感的原因是可卡因阻碍多巴胺回收，使突触间隙中多巴胺增加，“奖赏效应”加强。（3）长期滥用可卡因会造成突触后膜上的多巴胺受体减少。当停止使用可卡因后，生理状态下的多巴胺“奖赏效应”减弱，人体产生极端痛苦的体验，从而造成对毒品的成瘾性依赖。

答案：（1）组织液　胞吐　大脑皮层　（2）可卡因阻碍多巴胺回收，使突触间隙中多巴胺增加，“奖赏效应”加强　（3）减弱

★★★

重·构·拓·展

多维体系构建



学科视野拓展

脑科学与神经生物学可对日常学习进行指导，以下为几种供同学们借鉴的学习方法：

1.学习的本质是增加神经细胞之间的连接（突触）。不断重复技能或知识的训练，神经元会尝试建立新的连接，训练次数越多，连接越稳定，掌握的本领就越牢固。

2.根据艾宾浩斯的遗忘曲线和脑科学关于海马体的研究，多次复习可增强记忆。复习的节奏建议：第一次复习可在学习后第二天，第二次复习在第一次复习后一周，第三次复习在第二次复习后两周，第四次复习在第三次复习后一个月。

3.与输入相比，大脑更重视输出。在输出过程中提取并整合的记忆，才是大脑能够长久记住的。所以通过向他人讲解、自我测试等方式进行知识输出，能够帮助我们发现自己的薄弱点，进一步加深对知识的理解和记忆。

4.好奇心和记忆是相辅相成的，一方面好奇心增加，记忆会变得更多；另一方面，脑海当中记忆的知识越多，所产生的好奇心也会越重。

5.激活大脑的杏仁核区域，引发情绪激动，可增强记忆。背诵时可运用联想法引发代入感，激发自己的情绪，促进记忆。

6.大脑中不同类型的记忆储存在不同分区，要想记得好、记得牢，需充分调动多种感官参与学习。调动越多的感官，可利用越多的大脑通路，建立更多的神经联结，从而能用更多方式对信息进行编码，增加记忆线索，提高回忆的成功率。

7.好好睡觉有助于记忆恢复。因为睡觉时，大脑的海马体在工作，该过程能够使白天的记忆得到有效整理，促进短期记忆转化为长期记忆。

◇思考

1.AI已经深入人们的生活和学习，谈谈AI与人脑学习的异同。

2.结合本章所学，并利用书籍、网络收集资料，写一篇《给自己的学习建议》，谈一谈有哪些策略和技巧，可以用来提升自己的学习效率。

单元质量评估(二)

(考查范围:第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。每小题只有一个选项符合题目要求。

1.条件反射的建立提高了人和动物对外界复杂环境的适应能力,是人和高等动物生存必不可少的学习过程。下列叙述正确的是　(　C　)

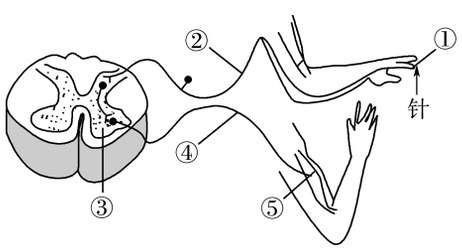
A.实验犬看到盆中的肉时唾液分泌增加是先天具有的非条件反射

B.有人听到"酸梅"有止渴作用是条件反射,与大脑皮层言语区的S区有关

C.条件反射的消退是在中枢神经系统内产生了抑制性效应的结果

D.条件反射的建立需要大脑皮层参与,条件反射的消退不需要大脑皮层参与

2.针刺手指,人会快速抬手避开,并有刺痛感,下图①~⑤表示完成该反射的反射弧的5个组成部分。下列叙述正确的是　(　A　)



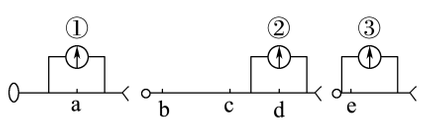
A.③处神经元可接收和释放神经递质

B.刺痛感先于抬手动作发生

C.电刺激④处会引起抬手并产生疼痛感

D.完成此抬手动作需要大脑皮层的参与

3.下图是反射弧的局部结构示意图,刺激某位点,检测各位点电位变化。下列说法错误的是　(　B　)



A.图中共有3个神经元和2个突触

B.刺激b点,电表①②③的指针均能发生2次偏转

C.刺激a点,电表①的指针不发生偏转,而电表②的指针能发生2次方向相反的偏转

D.刺激c点,如果电表①的指针不发生偏转,电表③的指针能发生偏转,说明兴奋在神经元之间的传递是单向的

4.胃肠道中存在着一套由大量神经元构成的相对独立的内在神经系统。研究表明,正常情况下人体的自主神经对胃肠道的内在神经系统具有调节作用,但是在切除自主神经后,内在神经系统依然可以独立调节胃肠道的运动、分泌等功能。下列说法错误的是　(　C　)

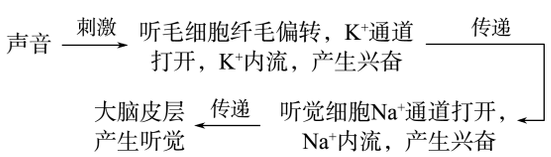
A.副交感神经兴奋时,可以引起胃肠蠕动和消化液分泌加强,进而提高消化吸收速率

B.神经冲动沿神经元的轴突传递时,膜内局部电流的方向是从兴奋部位流向未兴奋部位

C.切除自主神经后,内在神经系统独立调节肠道运动的过程是一种反射活动

D.自主神经系统属于传出神经,它们的活动可以受到大脑皮层的调控

5.听觉是人体听觉器官在声波的作用下产生的对声音特性的感觉,其产生过程如下图所示。下列叙述正确的是　(　D　)



A.听觉在人出生后无须训练即可具有,其产生过程属于人体的非条件反射

B.听觉细胞突触前膜释放的神经递质通过自由扩散作用于突触后膜上特定的受体

C.老年人听觉逐渐丧失是一个新的学习过程,需要大脑皮层听觉中枢的参与

D.听毛细胞是听觉通路中的感受器,组织液中K^+浓度升高,其更容易产生兴奋

6.脊髓位于椎管内,根据脊椎节段由上至下可分为颈段、胸段、腰段、骶段和尾段。高位截瘫是指第二胸椎以上的脊髓损伤所引起的截瘫,此时四肢丧失运动功能;下半身截瘫是指第三胸椎以下的脊髓损伤所引起的截瘫,此时下半身运动功能丧失。下列相关叙述正确的是　(　　)

A.脊髓是调节运动的低级中枢,与内脏活动调节无关

B.高位截瘫患者四肢丧失运动功能最可能的原因是大脑相关运动区域受损

C.下半身截瘫患者下半身丧失运动功能最可能的原因是大脑与脊髓之间的通路受损

D.脑卒中患者也是因为与高位截瘫相同的原因出现了四肢不能运动的病症

C　**解析**：脊髓是调节内脏活动的低级中枢，通过它可以完成简单的内脏反射活动，A 错误；结合题干信息可知，高位截瘫患者四肢丧失运动功能最可能的原因是脊髓受损，B 错误；下半身截瘫患者的大脑和脊髓的联系通道被切断，因此尽管下肢没有受到任何损伤，运动功能也会丧失，C 正确；结合题干信息可知，脑卒中患者的大脑出现损伤，导致四肢不能运动，与高位截瘫导致四肢不能运动的原因不同，D 错误。

7. 研究人员发现，γ-氨基丁酸属于抑制性神经递质。当人精神紧张，感到压力时，交感神经兴奋，自主神经的平衡被打破导致失眠。而 γ-氨基丁酸通过激活副交感神经，降低交感神经兴奋来防止失眠。下列相关叙述错误的是（　A　）

A.γ-氨基丁酸是由神经细胞的核糖体合成的神经递质

B.人体的正常睡眠是由交感神经和副交感神经平衡维持的

C.γ-氨基丁酸作用于突触后膜可能导致膜内外电位差增大

D.可以口服 γ-氨基丁酸缓解压力引起的失眠

8. 有些人的牙齿遇到寒冷刺激时会有刺痛感，研究发现，这可能与成牙本质细胞中 *TRCP5* 基因过量表达有关。寒冷刺激时，TRCP5 蛋白会引起成牙本质细胞膜上的钙离子通道打开，使 Ca^{2+} 进入并与细胞相互作用，最终导致神经产生兴奋，进而引起疼痛。临床上丁香油可用于治疗牙疼。下列说法错误的是（　B　）

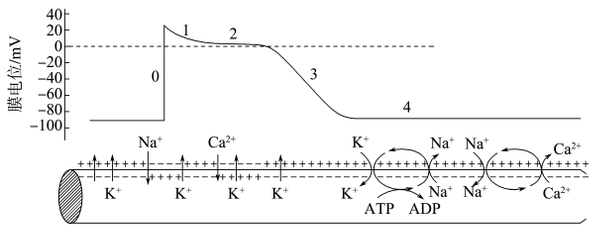
A.临床上用丁香油治疗牙疼的原理可能是抑制了 TRCP5 蛋白的形成

B.寒冷刺激在大脑皮层产生刺痛感觉的过程，属于非条件反射

C.Ca^{2+} 经过通道蛋白时，不需要与其结合，也不需要细胞提供能量

D.牙疼是因为成牙本质细胞膜上的钙离子通道开放，Ca^{2+} 内流，使膜两侧的电位表现为外负内正

9. 心肌细胞与神经细胞类似，均具有生物电现象。心肌细胞的动作电位形成过程分为 0～4 五个时期，其膜电位变化及形成机制如下图所示。下列说法正确的是（　　）



A.若适当降低细胞外溶液的 K^+ 浓度，心肌细胞的兴奋性将会提高

B.神经递质作用于心肌后，一定引起 Na^+ 通道介导的 Na^+ 内流，出现 0 期

C.2 期可延长心肌细胞的动作电位时程，是区别神经细胞动作电位的主要特征

D.4 期中，Ca^{2+} 通过 Na^+-Ca^{2+} 交换逆浓度梯度排出细胞的直接动力来自 ATP

C　**解析**：适当降低细胞外溶液的 K^+ 浓度，会导致静息状态下 K^+ 外流增多，则静息电位的绝对值变大，心肌细胞的兴奋性将会降低，A 错误。兴奋性神经递质可引起心肌细胞兴奋，引起 Na^+ 通道介导的 Na^+ 内流；而抑制性神经递质作用于心肌细胞，则不会引起 Na^+ 通道介导的 Na^+ 内流，B 错误。在心肌细胞 2 期中，膜电位变化非常平缓，出现平台现象，与 Ca^{2+} 内流和 K^+ 外流有关，而神经细胞 2 期的电位变化只与 K^+ 外流有关，因此 2 期是区别神经细胞动作电位的主要特征，C 正确。在 4 期中，Ca^{2+} 通过 Na^+-Ca^{2+} 交换逆浓度梯度排出细胞的直接动力来自细胞内外的 Na^+ 浓度差形成的势能，而非 ATP，D 错误。

10. 中枢神经系统中的抑制性神经元能够分泌抑制性神经递质，引起突触后膜发生 Cl^- 内流、K^+ 外流，从而造成突触后膜的膜电位发生改变，使突触后神经元受到抑制。图 1 是与膝跳反射有关的部分结构示意图（图中①～⑧表示细胞结构），图 2 表示膜电位变化曲线。发生膝跳反射时，伸肌②收缩，屈肌⑦舒张。下列说法正确的是（　　）

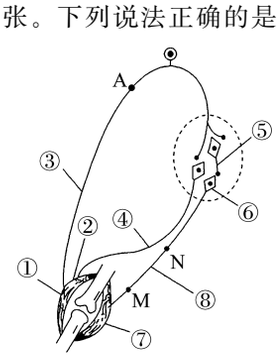


图1

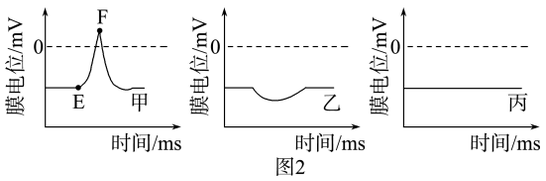


图2

A.图1中有3个神经元，④和⑧均为传出神经

B.图1中的①为膝跳反射的感受器，⑦为效应器

C.如果刺激图1中③处，则②发生膝跳反射，N处电位变化为图2中的丙

D.若图1中⑤为抑制性神经元，③的轴突末梢释放的神经递质使⑤兴奋

D　**解析**：从题图1中胞体和神经节的数目判断，有4个神经元，A错误。题图1中③上面有神经节，可判断③为传入神经，①为膝跳反射的感受器，但效应器是传出神经末梢及其支配的肌肉，[②]伸肌、[⑦]屈肌均属于效应器的一部分，B错误。完成反射活动的条件之一是必须有完整的反射弧，刺激③处会发生膝跳反应，而不是反射，由于发生膝跳反射时，伸肌②收缩，屈肌⑦舒张，故支配⑦的传出神经⑧不兴奋，即N处电位变化为题图2中的丙，C错误。若⑤为抑制性神经元，③的轴突末梢释放的神经递质作用于⑤，使⑤兴奋，进而使⑤释放抑制性神经递质，抑制支配屈肌的传出神经，D正确。

11.下图是人体排尿反射过程示意图，下列叙述错误的是　（　）



A.尿检时主动排尿需大脑经a过程对脊髓进行调控

B.婴儿的排尿反射过程可表示为膀胱→d→脊髓→b→膀胱

C.a过程产生的神经递质对脊髓的作用效果可能是兴奋或抑制

D.某成年患者能产生尿意但尿失禁，其受损的结构可能是c

D　**解析**：尿检时主动排尿是在大脑皮层控制下的排尿，需经过a过程对脊髓进行调控，A正确；婴儿的大脑发育还不完善，还不能控制脊髓排尿中枢的活动，所以婴儿的排尿反射过程可表示为膀胱→d(传入神经)→脊髓→b(传出神经)→膀胱，B正确；大脑皮层可控制脊髓的低级神经中枢，既可控制主动排尿，又可抑制排尿，所以a过程产生的神经递质对脊髓的作用效果可能是兴奋或抑制，C正确；某成年人患者能产生尿意，说明膀胱→d→脊髓→c→脑的通路是正常的，但尿失禁，即能排尿，但排尿不受大脑皮层的支配，说明脑→a→脊髓的通路出现了障碍，故其受损的结构可能是a，D错误。

12.小鼠摄入樱桃味糖精溶液时，糖精溶液会引起小鼠分泌唾液。小鼠摄入有肠毒素的樱桃味糖精溶液后会出现呕吐现象，多次摄入后会产生味觉回避反应(对樱桃味糖精溶液产生厌恶反应)。下列有关说法错误的是　（　）

A.有肠毒素的樱桃味糖精溶液引起小鼠形成味觉属于条件反射

B.樱桃味糖精溶液引起小鼠分泌唾液属于非条件反射

C.味觉回避反应的建立需要大脑皮层的参与

D.味觉回避反应的建立有利于动物个体生存

A　**解析**：有肠毒素的樱桃味糖精溶液引起小鼠形成味觉未经过完整的反射弧，不属于反射，A错误；非条件反射是指生来就有的先天性反射，是一种比较低级的神经活动，故樱桃味糖精溶液引起小鼠唾液分泌属于非条件反射，B正确；味觉回避反应的建立属于条件反射，需要大脑皮层的参与，C正确；动物在一定条件下，形成味觉回避反应，这属于条件反射，条件反射可使机体识别有害物质并预先做出反应，有利于个体生存，D正确。

13.在大脑的深处，海马体和相邻的脑区中，神经元的网络就像是一台记忆的机器。这些神经元的轴突和树突之间发送和接收着名为“神经递质”的电化学信号。这些信号会从上一个神经元出发，经过轴突和树突，抵达下一个神经元的受体。下列叙述错误的是　（　）

A.学习与记忆是由多个脑区和神经通路参与的

B.第一级记忆停留时间延长就很容易转入第二级记忆

C.短时记忆可能与神经元之间即时的信息交流有关

D.临时记住的电话号码几分钟后就遗忘了，这属于感觉性记忆

D　**解析**：如同人脑的其他高级功能一样，学习和记忆也不是由单一脑区控制的，而是由多个脑区和神经通路参与，A正确；第一级记忆中的小部分信息经过反复运用、强化，在第一级记忆中停留的

时间延长，这样就很容易转入第二级记忆，B正确；短时记忆可能与神经元之间即时的信息交流有关，尤其是与大脑皮层下一个形状像海马的脑区有关，C正确；感觉性记忆是转瞬即逝的，有效作用时间往往不超过1 s，临时记住的电话号码几分钟后就遗忘了，这属于第一级记忆，D错误。

14. 科研人员分离出某通道蛋白C，并将其整合到神经纤维上（如图1所示，甲、乙为电流表）。当整合成功的蛋白C吸收特定波长光子后，离子通道打开，可导致神经细胞兴奋。图2表示神经纤维受到一次有效刺激后的动作电位情况（阈电位是指能触发动作电位的膜电位临界值）。下列说法正确的是（　　）

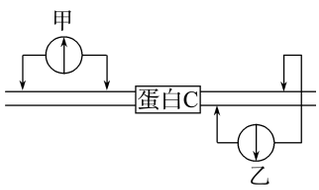


图1

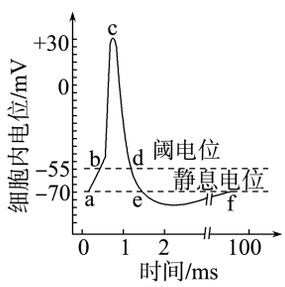


图2

A.若用特定波长光子刺激神经纤维，膜内电位能从a升到b以上，说明蛋白C整合成功

B.若蛋白C位于两个电流表的中点，则吸收特定波长光子后两个电流表的指针不偏转

C.图1中神经纤维受到有效刺激后，乙电流表能够出现图2所示的电位变化

D.如果细胞外液中K^+浓度升高，图2中静息电位的绝对值将增大

A　**解析**：蛋白C可吸收特定波长的光子，导致神经细胞Na^+内流而产生兴奋。用特定波长光子刺激神经纤维，使膜电位从a升到b以上，说明神经纤维上整合了蛋白C，产生了兴奋，A正确。若蛋白C位于两个电流表的中点，蛋白C吸收特定波长光子后，可导致神经细胞兴奋，兴奋在神经纤维上的传导是双向的，两个电流表都会发生两次方向相反的偏转，B错误。乙电流表的两个电极都在膜外，其测量的是膜外电位差，不会出现题图2所示的膜内电位变化，C错误。静息电位是由K^+外流导致的，若K^+在细胞外液中浓度升高，则K^+外流的量就会减少，静息电位的绝对值会减小，D错误。

15. 图1表示甲、乙、丙、丁4个神经元之间的联系。电表的2个电极a、b分别置于神经元丁同一点的膜内、膜外。图2是刺激图1中相关神经元时在电表上记录到的数据变化图。已知电位变化超过阈电位才能产生动作电位，下列有关说法错误的是（　　）

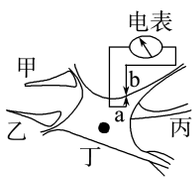


图1

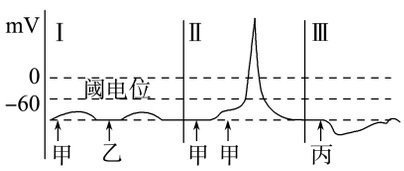


图2

A.若要使丁兴奋，可采用提高单次刺激强度或短时间内连续多次刺激的方法

B.图2中单独刺激一次甲或乙，无法使丁产生动作电位，原因可能是突触前膜释放的兴奋性神经递质的量不足

C.刺激丙，释放的抑制性神经递质，通过突触间隙扩散并作用于丁上的特异性受体，可能会引起Cl^-内流

D.若连续3次刺激甲使丁兴奋，则Ⅱ阶段的曲线峰值会进一步升高

D　**解析**：由题图2可知，单独刺激一次甲或乙，产生的电位都没有超过阈电位，多个阈下刺激叠加，可以产生动作电位，故要使丁兴奋，可以采用提高单次刺激强度或短时间内连续多次刺激的方法，A正确；题图2中单独刺激一次甲或乙，无法使丁产生动作电位，可能是因为突触前膜释放的兴奋性神经递质的量不足，导致突触后膜Na^+内流较少，不足以产生动作电位，B正确；刺激丙，静息电位的绝对值变大，可知丙释放的是抑制性神经递质，其通过扩散作用于丁上的特异性受体，可能使Cl^-内流，C正确；动作电位峰值与细胞内外Na^+浓度差有关，若连续3次刺激甲使丁兴奋，Ⅱ阶段曲线峰值不会进一步升高，D错误。

二、非选择题：本题共5小题，共55分。

16.（10分）安静状态时心脏跳动减慢，剧烈运动时心脏跳动加快，心脏的节律性主要受自主神经系统调节。其中副交感神经会释放乙酰胆碱（ACh），

作用于心肌细胞膜上的M型受体，使心肌细胞的收缩受到抑制，心率减慢；交感神经释放的去甲肾上腺素（NE）可以和心肌细胞膜上的β-肾上腺素受体结合，使心率加快。阿托品是M型受体的阻断剂，普萘洛尔是β-肾上腺素受体的阻断剂。请回答下列问题：

（1）调节心脏功能的基本活动中枢位于_____；ACh合成后主要储存在突触小泡中，突触小泡与_____融合后释放ACh。

（2）注射_____（填“阿托品”或“普萘洛尔”）可使家兔出现心率加快、呼吸急促等中毒症状，此时_____（填“能”或“不能”）注射NE作为解药，理由是_____。

（3）现欲验证副交感神经通过分泌某物质作用于心肌细胞，使蛙心率明显减慢。根据提供的实验材料，请完善实验思路并预测实验结果。

实验材料：两个蛙的心脏X（有副交感神经支配）和Y（无副交感神经支配）、营养液。

实验思路及预期结果：

①取蛙的心脏X和Y分别置于成分相同的营养液中；

②_____；

③_____。

解析：（1）许多维持生命的必要中枢，如调节呼吸、心脏功能的基本活动中枢都位于脑干。ACh是神经递质，合成后主要储存在突触小泡中，突触小泡与突触前膜融合后释放ACh。（2）乙酰胆碱（ACh）作用于心肌细胞膜上的M型受体，使心肌细胞的收缩受到抑制，心率减慢，而阿托品是M型受体的阻断剂，注射阿托品可使家兔出现心率加快、呼吸急促等中毒症状。此时不能注射NE作为解药，因为NE可使心率加快，会加重中毒症状。（3）心脏X有副交感神经支配，副交感神经可使心跳减慢，因此刺激副交感神经，心脏X的跳动将减慢。心脏X保留有副交感神经，而心脏Y没有副交感神经支配，且当神经系统控制心脏活动时，副交感神经会分泌某物质，所以从放置心脏X的营养液中取适量液体（含有化学信号）注入心脏Y的营养液中，可观察到心脏Y的跳动减慢。

答案：（1）脑干　突触前膜　（2）阿托品　不能　NE可使心率加快，会加重中毒症状　（3）②刺激心脏X的副交感神经，心脏X跳动减慢　③从放置心脏X的营养液中取出一些液体，注入放置心脏Y的营养液中，心脏Y跳动也减慢

17.（13分）某建筑工人不慎被一枚长钉扎入脚掌，他猛然抬脚，大叫一声“哎呀！”若下图1为其体内某反射弧结构示意图，A、E、M、N为反射弧上的位点，D为神经与肌肉接头部位。据图作答：

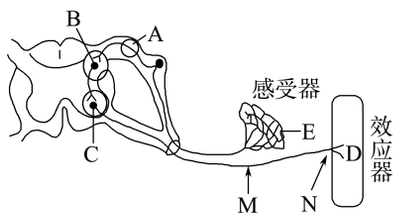


图1

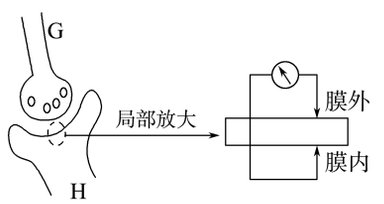


图2

（1）与大叫一声“哎呀”有关的是大脑皮层言语区中的_____区。

（2）若对A点施加一强刺激，则细胞膜外发生的电位变化是_____；若刺激图1中M点，则A点_____（填“能”或“不能”）发生这种变化，从图中相关字母所示结构分析，这是由于_____，兴奋在上述结构处具有这种传递特点的原因是_____。

（3）若该工人受伤后自行用药，误服了可以阻止D处神经递质与受体作用后分解的某药品，则服用后对D处肌肉的作用效应是_____。

（4）研究表明，突触前膜释放的神经递质与突触后膜上的特异性受体结合，可提高突触后膜对某些离子的通透性，若促进Na^+内流，则引起后一个神经元兴奋；若促进Cl^-内流，则引起后一个神经元抑制。为探究乙酰胆碱作用于某种神经元后，引起该神经元兴奋还是抑制，某生物兴趣小组做了如下实验：

①将电表接于H神经元细胞膜内、外两侧，此时电表指针的偏转如图2所示，此时突触后膜内、外两侧存在电位差，使电表指针向左偏转。

②在突触间隙注入适量的乙酰胆碱，观察电表指针偏转方向：若＿＿＿＿＿＿＿＿，则说明乙酰胆碱引起该神经元兴奋；若＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿，则说明乙酰胆碱引起该神经元抑制。

③步骤②在注入乙酰胆碱的同时不能刺激G神经元，原因是＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

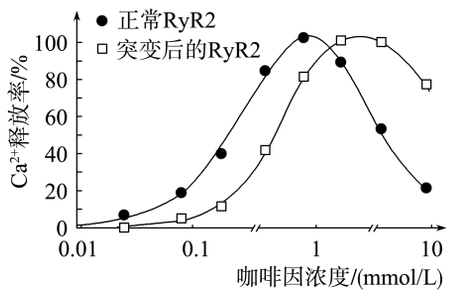
解析：(1)大脑皮层言语区中的S区与说话有关。(2)题图1中的A是传入神经纤维上的位点，此处受刺激后，细胞膜的电位由静息电位变为动作电位，细胞膜外表面电位变化是由正变负。由于兴奋经过突触B、C时，只能单方向传递，所以刺激题图1中M点时，A点不能产生兴奋，A点细胞膜外不能发生由正变负的电位变化。因为神经递质只能由突触前膜释放，作用于突触后膜，所以兴奋在突触B、C处只能单向传递。(3)如果某种药物可以阻止神经递质的分解，神经递质就能够与突触后膜的受体一直结合，则突触后神经元的变化是持续兴奋或抑制，故服用该药物后D处肌肉持续兴奋或抑制。(4)①电表的指针方向即电流方向，由此可知，膜外为正电位，膜内为负电位，静息电位是外正内负。②在突触间隙注入一定量的乙酰胆碱，若电表指针向右偏转，则膜外为负电位，膜内为正电位，形成动作电位，说明乙酰胆碱引起该神经元兴奋。若电表指针向左偏转且幅度更大，说明Cl^-内流，细胞膜内外的电荷分布情况是外正内负，乙酰胆碱引起该神经元抑制。③在注入乙酰胆碱的同时刺激G神经元会引起突触前膜释放正常的神经递质，对实验结果造成影响。

答案：(1)S　(2)由正变负　不能　兴奋在B、C处单向传递　神经递质只能由突触前膜释放，作用于突触后膜　(3)持续兴奋或抑制　(4)②电表指针向右偏转　电表指针向左偏转且幅度更大　③刺激G神经元会引起突触前膜释放神经递质，影响实验结果

18.(13分)研究人员发现，人感到疲惫的原因是大脑的神经细胞膜表面存在大量的腺苷受体，当神经元兴奋后，恢复静息状态会消耗大量ATP并产生腺苷，腺苷中的腺嘌呤与腺苷受体结合后，会使人产生疲劳感。回答下列有关问题：

(1)咖啡能够减少人的疲劳感进而使人产生愉悦的心情，这是由于咖啡因的作用。咖啡因的分子结构与腺嘌呤类似，请分析咖啡因能够减少疲劳感的原因：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

(2)心肌收缩需要Ca^{2+}通道RyR2来介导，维持心跳需要人体对RyR2活性的精确调控。某科研团队研究咖啡因对正常RyR2和突变后的RyR2的影响，结果如下图所示。突变后的RyR2仍会受到咖啡因的影响，但对咖啡因的敏感程度＿＿＿＿(填“上升”“下降”或“不变”)。



注：图中Ca^{2+}释放率是指某条件下的Ca^{2+}释放量占有可能达到的最大释放量的比值。

(3)除咖啡因外，人体产生的内啡肽和多巴胺均能参与愉悦感调节。为了验证其中内啡肽的调节作用，某小组设计了如下实验。已知当小鼠产生愉悦感时会钟情于玩耍某一玩具，可以通过小鼠玩耍玩具的时间(t)来判断小鼠的愉悦程度。

实验材料：健康雄性小鼠若干、生理盐水、生理盐水配制的内啡肽制剂、蒸馏水等。

具体步骤：

①选取＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿，平均分成两组，并标注实验组A和对照组B，A组处理为＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿，B组处理为＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿；

②处理后，统计小鼠玩耍玩具的时间t_A和t_B；

③进一步实验，向B组小鼠＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿，接着统计小鼠玩耍玩具的时间t_C以形成自身前后对照。

实验分析：

如果＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿(比较t_A、t_B、t_C)，则证明内啡肽能参与小鼠的愉悦感调节。

解析：(1)咖啡因的分子结构与腺嘌呤类似，能和腺苷受体结合，阻断了腺苷中的腺嘌呤与腺苷受体结合，使人体不产生疲劳感，所以咖啡因能够减少疲倦。(2)由题图可知，两条曲线的峰值对应的咖啡

因的浓度，正常 RyR2 低于突变后的 RyR2，说明突变后的 RyR2 仍会受到咖啡因的影响，但在咖啡因浓度更高时 Ca^{2+} 才能达到最大释放率，即对咖啡因的敏感程度下降。(3)实验的自变量为内啡肽的有无，因变量为小鼠玩耍玩具的时间。材料选取时要选生长状况相同的雄性小鼠若干只，并平均分为A、B两组，遵循等量原则(保持无关变量相同且适宜)。由于内啡肽不能口服，因而实验组A需要注射一定量的生理盐水配制的内啡肽制剂，对照组B注射等量的生理盐水，统计小鼠玩耍玩具的时间 t_A 和 t_B。一段时间后对照组注射等量的生理盐水配制的内啡肽制剂，以形成自身前后对照，统计小鼠玩耍玩具的时间 t_C。因为要验证内啡肽能参与小鼠的愉悦感调节，故如果 t_A 大于 t_B，且 t_C 大于 t_B，则证明结论正确。

答案：(1)咖啡因能和腺苷受体结合，阻断了腺苷中的腺嘌呤与腺苷受体结合　(2)下降　(3)①若干只生长状况相同的健康雄性小鼠　注射一定量的生理盐水配制的内啡肽制剂　注射等量的生理盐水　③注射等量的生理盐水配制的内啡肽制剂　t_A 大于 t_B，且 t_C 大于 t_B

19.(10分)进食时，食物刺激使支配唾液腺的副交感神经兴奋并释放乙酰胆碱，引起唾液大量分泌，但蛋白含量低；应激情况下，支配唾液腺的交感神经兴奋并释放去甲肾上腺素，此时唾液分泌量相对较少，但蛋白含量高。请回答下列问题：

(1)食物的形状、颜色、气味以及咀嚼摩擦口腔黏膜引起的刺激会转化为_____在神经纤维上传导，引起唾液大量分泌，该过程中存在_____(填“条件”“非条件”或“条件反射和非条件”)反射。

(2)在唾液分泌的调节过程中，副交感神经以胞吐方式释放乙酰胆碱的意义是_____。与唾液腺细胞膜上受体结合后，去甲肾上腺素的去向是_____。

(3)已知阿托品可阻断乙酰胆碱的作用。某研究小组以狗为研究对象进行实验，实验处理及结果如下：

A组：低频电刺激副交感神经→血管轻度舒张，唾液量多、稀薄

B组：先给狗注射阿托品，再低频电刺激→无上述效应

C组：高频电刺激副交感神经→血管显著舒张，唾液分泌量极大

D组：先给狗注射阿托品，再高频电刺激→血管显著舒张，唾液分泌量极大

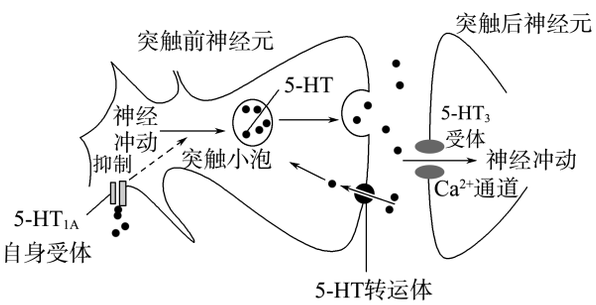
该实验的自变量是_____。依据实验结果推测，高频电刺激的信号传递路径与低频电刺激的差异是_____。

解析：(1)在神经纤维上，刺激引发细胞膜对离子的通透性改变，进而产生局部电流，兴奋以电信号的形式在神经纤维上传导。条件反射是后天经学习形成、需大脑皮层参与的反射；非条件反射是先天固有、由大脑皮层以下中枢完成的反射。题干中“食物的形状、颜色、气味”属于条件刺激，需后天经验建立关联；“咀嚼摩擦口腔黏膜”属于非条件刺激，因此该过程中既存在条件反射，也存在非条件反射。(2)神经递质储存在突触小泡中，以胞吐的方式释放时，突触小泡与细胞膜融合，能快速释放大量神经递质。其意义是使神经递质快速、大量释放，从而迅速传递神经信号，保证唾液分泌调节的高效性。神经递质与突触后膜受体结合后，需及时“清除”以终止信号传递，否则会导致效应持续。去甲肾上腺素作为神经递质，结合受体后通常会被灭活或被突触前膜重新摄取。(3)自变量是实验中人为改变的变量，观察实验分组可知，该实验的自变量是电刺激频率和是否注射阿托品。已知阿托品可阻断乙酰胆碱的作用，通过对比注射阿托品前后的实验效应推理，对于低频电刺激，A组(不注射阿托品)低频电刺激有“血管轻度舒张，唾液量多、稀薄”的效应，B组(注射阿托品后)低频电刺激无上述效应。这说明低频电刺激的信号传递依赖乙酰胆碱。对于高频电刺激，C组(不注射阿托品)高频电刺激有“血管显著舒张，唾液分泌量极大”的效应，D组(注射阿托品后)高频电刺激仍有相同效应。这说明高频电刺激的信号传递不依赖乙酰胆碱。

答案：(1)神经冲动(或电信号，或局部电流)　条件反射和非条件　(2)使乙酰胆碱快速大量释放，保证兴奋的快速传递　被降解或回收　(3)电刺

激频率和是否注射阿托品　高频电刺激可以不经过乙酰胆碱传递信号(或低频电刺激要经过乙酰胆碱传递信号)

20.(9分)抑郁症属于一类典型的抑郁障碍,在临床上有着较高的发病率。研究表明,大脑中神经递质5-HT水平降低会导致机体精神萎靡,从而引发抑郁。5-HT含量受转运体和受体的调控,其中5-HT转运体用于重摄取5-HT,5-HT的受体主要有5-HT_{1A}和5-HT_3两种,激活5-HT_{1A}受体会抑制5-HT前神经元的活动,激活5-HT_3受体则可以开放阳离子通道,使突触后神经元细胞质基质的Ca^{2+}浓度迅速升高,具体过程如下图所示。回答下列问题:



(1)突触前膜释放5-HT的方式为_____,突触间隙积累过多的5-HT时会激活5-HT_{1A}自身受体,导致5-HT释放减少,这种调节方式属于负反馈调节,其作用是_____。

(2)5-HT和5-HT_3受体结合后能促使Ca^{2+}进入突触后神经元,突触后神经元Ca^{2+}浓度升高会促进突触前神经元突触小泡和突触前膜融合。据此分析5-HT和5-HT_3受体结合能使突触后膜产生动作电位,同时也能使突触前神经元释放_____,从而有利于兴奋的传递。

(3)氟西汀是以5-HT转运体为靶点的抗抑郁药物,试阐述氟西汀治疗抑郁症的作用机制:_____;长期服用氟西汀治疗疾病可能产生药物依赖,药物依赖主要和5-HT受体_____(填"增多"或"减少")有关。

解析:(1)根据题图可知,突触前膜释放5-HT的方式为胞吐。突触间隙积累过多的5-HT时会激活5-HT_{1A}受体发挥调节作用,根据题图可知,其调节的结果是减少神经递质的继续释放,因此这种调节方式属于负反馈调节,其意义在于维持内环境中5-HT的含量相对稳定。(2)5-HT和5-HT_3受体结合后能促使Ca^{2+}进入突触后神经元,而Ca^{2+}属于阳离子,因此会使突触后神经元产生外负内正的动作电位,同时也能使突触前神经元释放神经递质,从而有利于兴奋的传递。(3)抑郁症的发生和突触间隙的5-HT含量下降有关,氟西汀能治疗抑郁症,可能是氟西汀能阻断5-HT转运体的作用,抑制5-HT的回收,从而增大突触间隙中5-HT的含量。长期服用氟西汀治疗疾病可能产生药物依赖,原因是会使突触间隙积累大量的5-HT,从而导致突触后膜相应的受体减少。

答案:(1)胞吐　维持内环境中5-HT的含量相对稳定　(2)神经递质　(3)氟西汀能阻断5-HT转运体的作用,抑制5-HT的回收,从而增大突触间隙中5-HT的含量　减少

第3章 体液调节

单元概览

探究激素等体液调节的过程

从呱呱坠地的婴儿到风华正茂的青年，在发育过程中，人的身体不断发生着奇妙的变化：身高、体重不断增加，第二性征逐渐出现，智力水平明显提高……身心的这些变化与人体内分泌腺分泌的激素有关。

激素在调节生物体的生长发育和维持内环境稳态等方面具有重要作用。激素是如何调节生命活动的？激素调节的特点有哪些？体液调节和神经调节又是如何协调配合，共同维持机体稳态的？

核心概念

概念1　生命个体的结构与功能相适应，各结构协调统一共同完成复杂的生命活动，并通过一定的调节机制保持稳态

1.4　内分泌系统产生的多种类型的激素，通过体液传送而发挥调节作用，实现机体稳态。

1.4.1　说出人体内分泌系统主要由内分泌腺组成，包括垂体、甲状腺、胸腺、肾上腺、胰岛和性腺等多种腺体，它们分泌的各类激素参与生命活动的调节。

1.4.2　举例说明激素通过分级调节、反馈调节等机制维持机体的稳态，如甲状腺激素分泌的调节和血糖平衡的调节等。

1.4.3　举例说出神经调节与体液调节相互协调共同维持机体的稳态，如体温调节和水盐平衡的调节等。

1.4.4　举例说明其他体液成分参与稳态的调节，如二氧化碳对呼吸运动的调节等。

学习目标

1.基于对内分泌腺等构成内分泌系统的理解，掌握内分泌腺分泌的各类激素及其功能。

2.基于对不同激素调节生命活动过程的分析，构建分级调节和反馈调节机制的模型。

3.通过对促胰液素、胰岛素等激素的发现过程的学习，掌握研究动物激素的实验方法，发展动手操作、分析现象、解决问题的能力。

4.通过对激素功能的学习，能够分析地方性甲状腺肿、呆小病、糖尿病等疾病的病因，形成良好的生活习惯，避免相关疾病的发生。

★★★

探·究·构·建

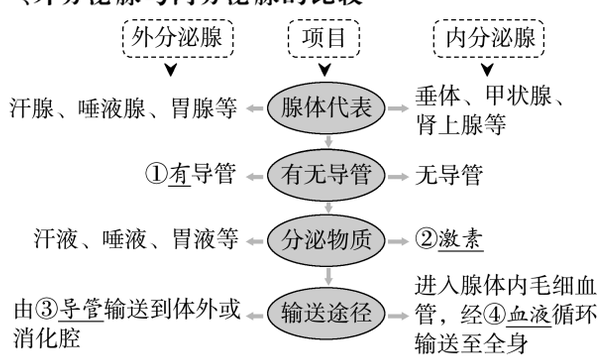
第1节　激素与内分泌系统

学习任务目标

1.采用归纳与概括的方法，说出激素的种类和功能。
2.通过讨论激素研究方法，培养在实验探究中验证假说、预测结果等科学思维习惯和科学探究意识。
3.通过实例分析激素异常导致的疾病，关注人类的健康。

○ 问题式预习 ○

一、外分泌腺与内分泌腺的比较



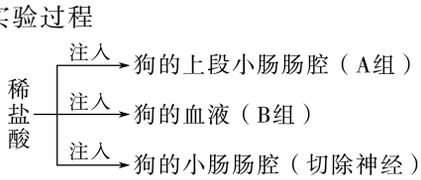
二、激素的发现

1.促胰液素的发现

(1)沃泰默的实验

①实验假设：胰液的分泌受神经调节的控制。

②实验过程



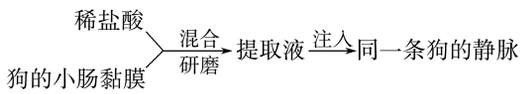
③实验现象：A、C组中的胰腺分泌胰液，B组中的胰腺不分泌胰液。

④实验结论：小肠上微小的神经难以剔除干净，胰液的分泌受神经调节的控制。

(2)斯他林和贝利斯的实验

①实验假设：在盐酸的作用下，小肠黏膜细胞产生了一种化学物质，这种物质进入血液后，随血流到达胰腺，引起胰液的分泌。

②实验过程



③实验现象：胰腺分泌胰液。

④实验结论：胰液的分泌受化学物质的调节。

2.激素调节的概念

由内分泌器官或细胞分泌的化学物质——激素进行调节的方式，就是激素调节。

◇思考

[教材第45页“思考·讨论”]促胰液素的分泌部位和作用部位分别是哪里？其作用是什么？

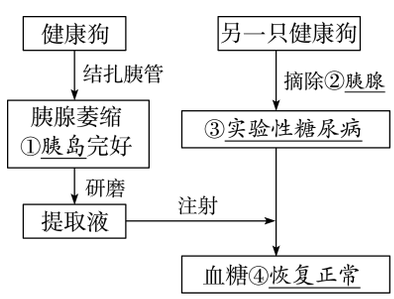
提示：促胰液素由小肠黏膜细胞分泌，作用于胰腺；促进胰腺分泌胰液。

三、激素研究的实例

1.胰岛素的发现

(1)实验者：加拿大的班廷和贝斯特。

(2)实验过程



(3)进一步实验：抑制胰蛋白酶的活性，可直接提取正常胰腺中的胰岛素，治疗糖尿病。

(4)实验结论：胰腺中的胰岛产生的胰岛素，可以降低血糖浓度。

2.睾丸分泌雄激素的研究

(1)实验过程

公鸡 $\xrightarrow{\text{摘除睾丸}}$ 雄性性征消失 $\xrightarrow{\text{植入睾丸}}$ 雄性性征恢复

(2)经过不断实验，科学家从动物睾丸中提取出睾酮，经证实，睾酮就是睾丸分泌的雄激素。

四、内分泌系统的组成和功能

1.内分泌系统的组成

内分泌系统由相对独立的内分泌腺以及兼有内分泌功能的细胞(如小肠黏膜细胞、下丘脑中的某些神经细胞)共同构成。

2.人体内主要内分泌腺及其分泌的激素

内分泌腺	激素名称	功能	化学本质
下丘脑	促甲状腺(促性腺、促肾上腺皮质)激素释放激素等	促进垂体合成并分泌促甲状腺(促性腺、促肾上腺皮质)激素等	多肽类
	抗利尿激素	促进肾小管、集合管对水的重吸收	
垂体	促甲状腺(促性腺、促肾上腺皮质)激素等	分别调节相应的内分泌腺的分泌活动	蛋白质类
	生长激素	调节生长发育	
胰腺	胰高血糖素	升高血糖浓度	多肽类
	胰岛素	降低血糖浓度	蛋白质
甲状腺	甲状腺激素	①调节体内的有机物代谢; ②促进生长和发育; ③提高神经的兴奋性	含碘的氨基酸衍生物

续表

内分泌腺	激素名称		功能	化学本质
肾上腺	皮质	醛固酮、皮质醇等	调节水盐代谢和有机物代谢	类固醇
	髓质	肾上腺素	提高机体的应激能力	氨基酸衍生物
性腺	孕激素、雌激素、雄激素(主要是睾酮)等		①促进生殖器官的发育和生殖细胞的形成; ②激发并维持各自的第二性征	类固醇

3.内分泌系统的功能

(1)维持内环境的稳定;

(2)调节物质和能量代谢;

(3)调控生长发育和生殖等。

◇思考

1.[教材第48页"相关信息"]糖尿病患者为什么不能口服胰岛素,而是采用注射方式?

提示:胰岛素的本质是蛋白质,不能被直接吸收,且口服后会被消化液中的蛋白酶水解而失效。

2.[教材第48页图3-1]侏儒症、巨人症、肢端肥大症、1型糖尿病、呆小症、甲亢这些疾病的病因分别是什么?

提示:侏儒症——幼年时期缺乏生长激素;巨人症——幼年时期生长激素偏多;肢端肥大症——成年后生长激素偏多;1型糖尿病——缺乏胰岛素;呆小症——幼年时期缺乏甲状腺激素;甲亢——甲状腺激素偏多。

○ 任务型课堂 ○

任务一 激素的发现与内分泌系统的组成和功能

探究活动

1.19世纪,学术界普遍认为,胃酸(主要成分为盐酸)刺激小肠的神经,神经将兴奋传给胰腺,使胰腺分泌胰液。请运用你学习的神经调节知识,尝试写出相应的反射弧。

提示:小肠→传入神经→神经中枢→传出神经→胰腺。

2.斯他林、贝利斯的实验:

稀盐酸+小肠黏膜$\xrightarrow{\text{磨碎}}$提取液$\xrightarrow{\text{注射}}$狗的血液→胰腺分泌胰液

(1)如何设置对照实验排除稀盐酸和小肠黏膜本身成分对实验结果的干扰?写出实验思路。

提示:稀盐酸→狗的血液→胰腺不分泌胰液;小肠黏膜提取液→狗的血液→胰腺不分泌胰液。

(2)斯他林和贝利斯的实验与沃泰默的实验相比,巧妙之处在哪里?

提示:彻底排除了神经调节对实验结果的干扰。

(3)在沃泰默实验的基础上,斯他林、贝利斯的实验证明了什么?

提示:胰液的分泌存在化学调节:在盐酸的作用下,小肠黏膜细胞可能产生了一种化学物质,该物质进入血液后,随血液到达胰腺,引起胰液的分泌。

(4)通过斯他林、贝利斯的实验,不能(填"能"或"不能")说明胰液的分泌不存在神经调节。

【探究总结】

1.促胰液素的成分是多肽。

由小肠黏膜细胞分泌，作用于胰腺，促进胰腺分泌胰液。

2.胰液的分泌既存在激素调节，也存在神经调节。

3.不同动物激素的化学本质

(1)类固醇：如肾上腺皮质激素、性激素(雌激素、雄激素)、孕激素等。

(2)氨基酸衍生物类：如甲状腺激素、肾上腺素等。

(3)多肽或蛋白质类：如促激素释放激素、促激素、抗利尿激素、生长素、胰岛素和胰高血糖素等。

评价活动

1.下面是与促胰液素发现过程有关的4个实验，下列选项分析错误的是　　(　　)

①稀盐酸→小肠肠腔→胰腺分泌胰液

②稀盐酸→静脉血液→胰腺不分泌腺液

③稀盐酸→小肠肠腔(去除神经)→胰腺分泌胰液

④小肠黏膜＋稀盐酸＋沙子$\xrightarrow{\text{研磨}}$制成提取液$\xrightarrow{\text{注入}}$静脉血液→胰腺分泌胰液

A.①与②、②与④对比说明胰腺分泌胰液不是稀盐酸直接作用的结果

B.①与③对比说明胰腺分泌胰液不受神经的调节

C.①②③④对比说明胰腺分泌胰液受小肠黏膜产生的物质(由血液运输)调节

D.要探究胰液的分泌是否受神经的调节，应该再设计实验继续探究

B　**解析**：①与②、②与④的实验结果对比，说明胰液分泌不是稀盐酸直接作用的结果，因为在将稀盐酸直接注入静脉血液的条件下胰腺没有分泌胰液，而在稀盐酸刺激小肠黏膜的条件下有胰液分泌，A正确；①与③组成的实验自变量是小肠肠腔的神经是否去除，因变量为胰腺是否分泌胰液，其结果说明胰腺分泌胰液可以不通过神经调节，但也可能通过神经调节，要证明胰液的分泌是否受神经的调节，应该再设计实验继续探究，B错误，D正确；①②③④对比能说明胰液分泌受小肠黏膜产生的物质(由血液运输)调节，且该物质的产生需要稀盐酸刺激，C正确。

2.现代医学研究认为，糖尿病是一类由胰岛素分泌不足或胰岛素抵抗引起的代谢性疾病，并认识到多种内分泌腺通过分泌激素参与调节机体的生命活动。下列关于人和高等动物体内的腺体的说法，错误的是　　(　　)

A.外分泌腺的分泌物经由导管流出体外或流到消化腔

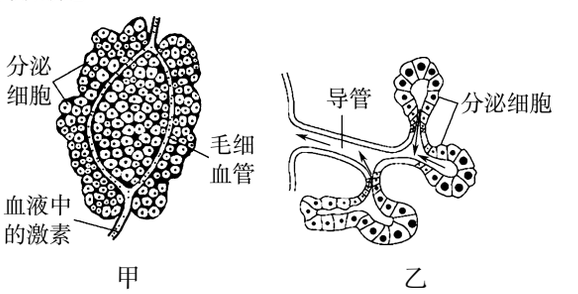
B.内分泌腺没有导管，其分泌物进入腺体内的毛细血管，并随血液循环输送到全身各处

C.汗腺、胃腺、卵巢、肝脏、下丘脑都是外分泌腺

D.肾上腺、垂体、甲状腺、睾丸都是内分泌腺

C　**解析**：分泌物经由导管流出体外或流到消化腔的分泌腺，称为外分泌腺，如唾液腺、泪腺；凡是没有导管，其分泌物进入腺体内的毛细血管，并随血液循环输送到全身各处的腺体，称为内分泌腺，如垂体、甲状腺，A、B正确。卵巢和下丘脑可以产生激素，属于内分泌腺，C错误。肾上腺、垂体、甲状腺、睾丸都可以产生激素，都是内分泌腺，D正确。

3.下图表示人体内两种类型的分泌腺，下列相关叙述正确的是　　(　　)



A.甲状腺激素是甲型腺体的分泌物

B.雄激素由乙型腺体分泌且在睾丸中起作用

C.若甲型腺体为胰岛，则其中的分泌细胞为胰岛B细胞

D.促胰液素是由乙型腺体分泌到小肠肠腔内，再经由血液循环到达胰腺发挥作用的

A　**解析**：甲状腺是一种内分泌腺，能分泌甲状腺激素，A正确；雄激素是由睾丸分泌的，睾丸是内分泌腺，雄激素随血液运输，作用于生殖器官等，B错误；胰岛内有多种分泌细胞，如胰岛A细胞、胰岛B细胞，C错误；产生促胰液素的细胞为甲型分泌细胞，主要分布于小肠黏膜，促胰液素被分泌后进入血液，随血液运输到达胰腺发挥作用，D错误。

任务二　研究激素的方法

探究活动

阅读教材第46、47页“思考·讨论”，思考并回答下列问题：

(1)在班廷之前，科学家试图通过制备胰腺提取物证明胰腺中分泌物的存在，为什么都收效甚微呢？

提示：胰岛素属于蛋白质类激素，在班廷之前大多数实验将胰腺提取物注射给患实验性糖尿病的狗或糖尿病患者，因胰岛素容易被胰腺分泌的胰蛋白酶分解，故难以获得预期结果。

(2)班廷是如何证实胰岛素是由胰腺中的胰岛分

泌的？

提示：班廷通过结扎狗的胰管，使胰腺萎缩但胰岛仍正常，胰腺丧失分泌胰蛋白酶的功能，不能分解胰岛素，胰岛素可正常发挥功能，由此证明胰岛素是由胰岛分泌的。

(3)研究者发现，公鸡被摘除睾丸后，雄性性征明显消失；移植睾丸，雄性性征逐步恢复。该实验能否说明雄激素是由睾丸分泌的？若不能，如何在此基础上设计实验？

提示：不能。可增加一组实验，摘除睾丸后，注射雄激素，观察雄性性征是否恢复。

(4)根据激素研究的两个实例，归纳出研究内分泌腺及其分泌激素功能的一般方法。

提示：减法处理(摘除所研究的内分泌腺)→观察动物的症状→加法处理(将已摘除的腺体重新移植、注射或饲喂激素)→观察相关症状是否恢复。

【探究总结】

验证或探究动物激素的生理作用

(1)实验思路

某种方法处理实验动物 ⇒ 出现相应病理症状 ⇒ 添加某激素后恢复正常 ⇒ 推知相应激素的生理功能

(2)常用方法

项目		摘除法	饲喂法	注射法
实验设计	实验组	摘除内分泌腺	饲喂动物激素	注射动物激素
	空白对照组	不摘除内分泌腺	不饲喂动物激素	不注射动物激素(如注射等量生理盐水)
	自身对照或条件对照组	对摘除内分泌腺的实验动物补充激素(或植入内分泌腺)	饲喂激素抑制剂	注射激素抑制剂
举例		垂体、甲状腺等	甲状腺激素、肾上腺素等	生长激素、胰岛素等

(3)实验注意事项

①动物分组的基本要求：选择性别、年龄相同，体重、生理状态相似的动物进行随机分组，且每组要有数量相等的多只动物。

②在研究动物激素生理功能的实验设计中，要注意设计对照实验，遵循单一变量原则，排除无关变量的影响，使实验结论更加科学。

③在设计实验时，要充分考虑相关激素的化学本质，选择不同的实验方法。多肽和蛋白质类激素易被消化酶水解，因此一般采用注射法，不宜采用饲喂法；类固醇、氨基酸衍生物类激素可以饲喂，也可以注射。

评价活动

1. 在激素发现与探究过程中，科学家设计了许多巧妙的实验。下列说法正确的是 (　　)

A.在“睾丸分泌雄激素的研究”实验中，摘除睾丸的操作属于“减法原理”

B.斯他林和贝利斯通过实验发现，在盐酸的作用下，胰腺分泌促胰液素，促进胰液分泌

C.班廷从结扎胰管的狗体内得到胰腺提取液，注射给患有糖尿病的狗，该实验没有对照

D.沃泰默切除通向小肠的神经，发现胰液仍能分泌，从而排除神经调节对胰液分泌的影响

A　**解析**：与常态相比，人为去除某种影响因素称为“减法原理”，由此可得出在“睾丸分泌雄激素的研究”实验中，摘除睾丸的操作属于“减法原理”，A正确。促胰液素由小肠黏膜分泌，而非胰腺，斯他林和贝利斯发现盐酸刺激小肠黏膜释放促胰液素，B错误。班廷结扎胰管使外分泌部萎缩，只保留胰岛，给患糖尿病的狗注射提取液(含胰岛素)后血糖浓度下降，实验通过比较注射提取液前后的效果形成对照，C错误。沃泰默切除了通向小肠的神经，只留下血管，向小肠内注入稀盐酸时，发现仍能促进胰液分泌；他对该结果的解释是，这是一个十分顽固的神经反射，之所以说它顽固，是由于小肠上微小的神经难以剔除干净；沃泰默并未排除神经调节对胰液分泌的影响，D错误。

2. 在对照实验中，控制自变量可以采用“加法原理”或“减法原理”。与常态相比，人为增加某种影响因素的称为“加法原理”，人为去除某种影响因素的称为“减法原理”。下列实验操作运用了“减法原理”的是 (　　)

A.取狗的一段小肠，将稀盐酸加入黏膜磨碎，并制成提取液注射到同一条狗的静脉中

B.研究者将一只健康小狗的胰腺摘除，造成实验性糖尿病

C.研究者把已萎缩胰腺的提取液注入因摘除胰腺而患糖尿病的狗体内

D.研究者将睾丸重新移植回摘除睾丸的公鸡体内，该公鸡的雄性性征逐步恢复

B　**解析**：研究者将一只健康小狗的胰腺摘除，造成实验性糖尿病，采用了“减法原理”，B符合题意。

3.科学家曾报告了切除蝌蚪甲状腺的实验，实验处理及结果如下表所示。下列分析错误的是　（　　）

组别	第一步：处理措施	第二步：饲料喂养	实验结果
甲	摘除甲状腺	正常饲料	长成大蝌蚪，未发育成青蛙
乙	摘除甲状腺	含有甲状腺粉末的饲料	生长发育成正常青蛙
丙	手术但不摘除甲状腺	正常饲料	生长发育成正常青蛙
丁	手术但不摘除甲状腺	含有甲状腺粉末的饲料	发育加速，长成小型青蛙

A.实验的自变量为是否摘除甲状腺，因变量为蝌蚪生长发育的情况

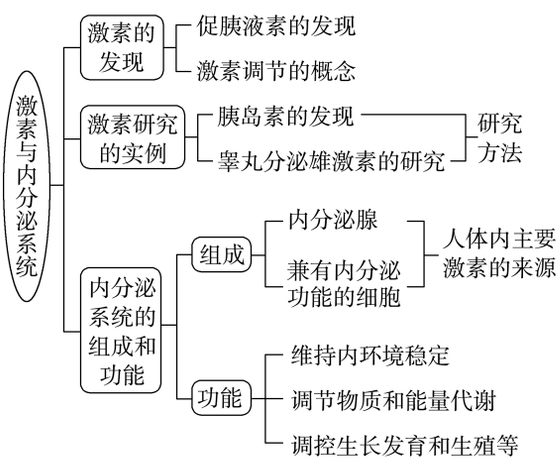
B.甲组与丙组对照说明甲状腺影响蝌蚪的生长发育

C.乙组与丁组对照说明甲状腺激素能促进蝌蚪的生长发育

D.设置丙组与丁组可排除手术外伤对实验结果的干扰

A　**解析**：本实验的自变量为是否摘除甲状腺以及饲喂的饲料是否含有甲状腺激素，因变量为蝌蚪生长发育的情况，A错误；甲组和丙组实验的自变量为是否摘除甲状腺，甲组摘除甲状腺，丙组手术但不摘除甲状腺，之后两组都饲喂正常饲料，结果显示甲组蝌蚪不能发育成青蛙，丙组蝌蚪能发育成正常青蛙，说明甲状腺影响蝌蚪的生长发育，B正确；乙组与丁组实验的自变量为是否摘除甲状腺，乙组摘除甲状腺，丁组手术但不摘除甲状腺，然后两组都饲喂含有甲状腺粉末的饲料，由于甲状腺粉末中含有甲状腺激素，故丁组蝌蚪体内的甲状腺激素水平高于乙组，丁组发育加速，长成小型青蛙，乙组生长发育成正常青蛙，可说明甲状腺激素能促进蝌蚪的生长发育，C正确；甲、乙两组进行了手术摘除甲状腺，丙、丁两组进行了手术但不摘除甲状腺，丙、丁两组的设置可排除手术外伤对实验结果的干扰，D正确。

提质归纳



课后素养评价（九）

基础落实

知识点1　激素的种类、成分及功能

1.激素调节的发现并非一蹴而就，而是在众多科学家的不懈努力下逐步揭示的，在此过程中人们逐渐认识到了激素的来源和作用。下列相关叙述错误的是　（　　）

A.沃泰默将稀盐酸注入狗切除神经的小肠内，狗仍能分泌胰液，说明胰液分泌不受神经调节

B.斯他林和贝利斯剪下小肠、刮下黏膜的操作，可以排除神经调节的干扰

C.促胰液素的靶器官是胰腺

D.班廷等用萎缩得只剩下胰岛的胰腺制成提取液，治疗糖尿病狗，证实了胰岛素是由胰岛分泌的

A　**解析**：沃泰默将稀盐酸注入狗切除神经的小肠内，胰液仍分泌，但他的结论是“小肠上微小神经未剔除干净，属于神经反射”，并未得出“胰液分泌不受神经调节”的结论，且该实验也不能直接证明胰液分泌不受神经调节（可能存在神经残留），A错误。斯他林和贝利斯通过剪下小肠并刮取黏膜，使小肠脱离神经支配，从而排除神经调节的干扰，验证化学物质的作用，B正确。促胰液素由小肠黏膜分泌，靶器官是胰腺，可促进胰腺分泌胰液，C正确。班廷用萎缩的胰腺（只剩胰岛）制成提取液治疗糖尿病，证明胰岛素由胰岛分泌（胰腺外分泌部萎缩，排除了外分泌部的干扰），D正确。

2.家鸡受激素等影响偶尔会发生雌鸡雄性化的性反转现象。雌鸡发生性反转会表现出鸡冠增大、羽毛鲜艳、好斗打鸣、追逐母鸡等雄性特征。下列关于

与此有关的激素及其主要作用的叙述，正确的是（ B ）

A.甲状腺激素，促进生长发育，促进雌鸡雄性化转化

B.雄激素，促进雄性生殖器官发育，激发并维持雄性第二性征

C.生长激素，促进生长发育，促进羽毛生长变鲜艳

D.肾上腺素，促进性腺的生长发育，促进鸡冠等雄性特征形成

3.内分泌系统是机体整体功能的重要调节系统，各种内分泌腺间具有复杂的功能联系，共同调节机体活动。下列叙述正确的是（ D ）

A.下丘脑分泌的促性腺激素作用于垂体，使其分泌相应激素

B.胰岛 A 细胞分泌的胰岛素参与血糖调节

C.肾上腺皮质可以分泌肾上腺素，提高机体应激能力

D.甲状腺激素可以促进生长发育，提高神经系统的兴奋性

知识点 2　激素的研究方法

4.科学家们运用精心设计的实验探索激素的种类和作用机制。下列叙述错误的是（　　）

A.将生理状况相似的幼鼠分为两组，分别饲喂含生长激素的饲料和不含生长激素的等量饲料，比较两组小鼠的体重，该实验可验证生长激素的作用

B.结扎狗的胰管，用萎缩胰腺的提取液治疗糖尿病狗获得成功，该实验排除了胰腺外分泌部的干扰

C.通过观察摘除公鸡睾丸后其雄性特征消失，再移植睾丸后，公鸡雄性特征恢复来探究睾丸的功能，该实验用到了“减法原理”和“加法原理”

D.将稀盐酸加入小肠黏膜磨碎，并制成提取液，注入狗的静脉，发现能促进胰液分泌，说明小肠黏膜能分泌促胰液素

A　**解析**：生长激素是蛋白质类激素，口服后会被消化道中的蛋白酶分解而失活，无法被吸收利用。因此，饲喂含生长激素的饲料无法有效验证其作用，该实验设计不合理，A 错误。结扎狗的胰管可使胰腺外分泌部（分泌消化液）萎缩，但内分泌部（胰岛）不受影响，提取液中含有胰岛素，能成功治疗糖尿病，该实验排除了外分泌部的干扰，B 正确。摘除公鸡睾丸是去除性腺（利用“减法原理”），观察到雄性特征消失；再移植睾丸是添加性腺（利用“加法原理”），观察到特征恢复。该实验运用了“减法原理”和“加法原理”探究睾丸的功能，C 正确。将稀盐酸加入小肠黏膜磨碎，制成的提取液注入狗的静脉，发现能促进胰液分泌，说明小肠黏膜能分泌促胰液素，D 正确。

5.为研究垂体对机体生长发育的作用，某同学用垂体切除法进行实验。在实验过程中，用幼龄大鼠作为材料，以体重变化作为生长发育的检测指标。回答下列问题：

（1）请完善下面的实验步骤：

①将若干只大鼠随机分为 A、B 两组后进行处理，A 组（对照组）的处理是_____，B 组的处理是_____。

②将上述两组大鼠置于相同的适宜条件下饲养。

③_____。

④对所得数据进行统计处理与分析。

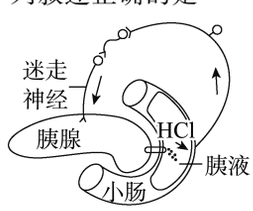
（2）实验结果与分析：

B 组大鼠生长发育的状况不如 A 组，出现这种差异的原因是 B 组的处理使大鼠缺失了来源于垂体的_____激素和_____激素。

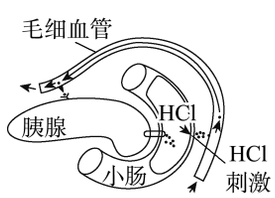
答案：（1）①手术但不切除垂体　切除垂体　③每隔一定时间，测定并记录两组大鼠的体重　（2）生长　促甲状腺

能力提升

6.胰腺能分泌胰液，胰液通过导管注入小肠，其中的酶用来消化食物，下图是胰液分泌的两种调节机制。下列叙述正确的是（　　）



机制1



机制2

A.促胰液素可促进胰腺分泌胰液，消化膳食纤维

B.沃泰默的实验证明了机制 2

C.若切断迷走神经后胰液分泌量显著减少，则可证明胰液分泌存在调节机制 1

D.若切断通往小肠的神经后再向小肠内注入盐酸仍能引起胰液分泌，则可证明神经调节很顽固

C　**解析**：促胰液素可促进胰腺分泌胰液，但胰液中没有纤维素酶，不能消化膳食纤维，A 错误；斯他林和贝利斯的实验证明了机制 2 的存在，但并没有否定机制 1 的存在，B 错误；若切断迷走神经后胰液分泌量显著减少，证明机制 1 在促进胰液分泌中起作用，可证明机制 1 的存在，C 正确；若切断通往小肠的神经后再向小肠内注入盐酸仍能引起胰液分泌，则可证明胰液的分泌存在化学物质的调节，即证明机制 2 的存在，D 错误。

7.现有一组对胰岛素不敏感的高血糖小鼠X。为验证某药物能恢复高血糖小鼠对胰岛素的敏感性，使高血糖小鼠X的血糖浓度恢复正常，现将生理状态相同的高血糖小鼠X随机均分成4组，各组处理方法及实验结果如下表所示。下列叙述正确的是（　A　）

组别		1	2	3	4
处理方法	胰岛素	＋	－	＋	－
	该药物	－	＋	＋	－
	生理盐水	－	－	－	＋
实验结果（血糖浓度）			高于正常		高于正常

注：对胰岛素不敏感是指注射胰岛素后血糖浓度无明显变化；“＋”表示有添加，“－”表示无添加，胰岛素和该药物均用生理盐水配制而成。

A.第1、第3组的实验结果分别为高于正常、正常

B.第4组为对照组，该组实验小鼠应选择血糖浓度正常的个体

C.为了控制无关变量，3种试剂都应通过饲喂的方式添加

D.该实验可以同时证明胰岛素是唯一能降低血糖浓度的激素

8.资料显示，人进入生殖发育期后，身高不会明显增加。为研究雄性家兔体内睾酮（ST，一种雄性激素）与生长激素（GH）含量的关系，某研究小组进行了以下实验（手术过程不影响结果），请补充完成实验方案并回答问题：

研究课题：雄性家兔ST含量对GH含量的影响。

（1）根据题中信息，最可能提出的实验假设为ST含量的增加能使GH含量_____。

（2）实验步骤：

①将1月龄体重相同的健康雄性家兔分为甲、乙两组，每组6只。测定和记录每只家兔血液中ST和GH的浓度。

②甲组兔做手术切除性腺，乙组兔_____。

③在相同且适宜的条件下饲养1个月，测定和记录每只兔血液中_____的前后浓度。

预测结果：

测定时间	ST浓度/(μg/mL)		GH浓度/(μg/mL)	
	甲组	乙组	甲组	乙组
前测	m_1	m_1	n_1	n_1
后测	$<m_2$	m_2	$>n_2$	n_2

（3）分析与讨论：

①要使实验更严谨，在上述步骤之后，还应给甲组家兔注射_____，给乙组家兔注射_____，然后测定和记录每只家兔血液中的GH浓度，并求各组的平均值。

②与后测数据相比，进一步实验处理后甲组GH浓度_____，乙组GH浓度不变。

答案：（1）下降　（2）②做手术，但不切除性腺　③ST和GH　（3）①适量ST溶液　等量生理盐水　②下降

第2节　激素调节的过程

第1课时　血糖调节

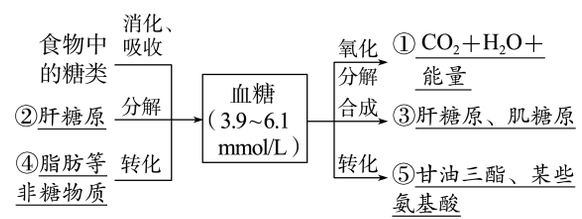
学习任务目标

1.采用模型与建模、归纳与概括等方法，构建血糖平衡的调节过程。

2.关注糖尿病等问题，养成良好的生活习惯。

○ 问题式预习 ○

1.血糖的来源和去向



2.参与血糖调节的主要激素

（1）主要激素

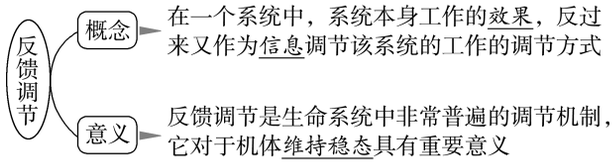
项目	胰岛素	胰高血糖素
分泌部位	胰岛B细胞	胰岛A细胞

续表

项目	胰岛素	胰高血糖素
作用途径	①增加血糖去向：促进血糖进入组织细胞进行氧化分解，进入肝、肌肉并合成糖原，进入脂肪细胞和肝细胞转变为甘油三酯等； ②减少血糖来源：抑制肝糖原的分解和非糖物质转变为葡萄糖	主要作用于肝，促进肝糖原分解为葡萄糖进入血液，促进非糖物质转变成糖
作用效果	使血糖浓度降低	使血糖浓度升高

(2)其他激素：参与血糖调节的激素还有糖皮质激素、肾上腺素和甲状腺激素等，它们都能直接或间接地升高血糖浓度。

3.反馈调节



4.神经系统参与调节血糖(以血糖含量降低时为例)

(1)血糖平衡受神经系统的调节，其中枢在下丘脑，通过交感神经使胰岛A细胞分泌胰高血糖素(填激素)，使得血糖含量上升；通过副交感神经使胰岛B细胞分泌胰岛素(填激素)，使得血糖含量下降。

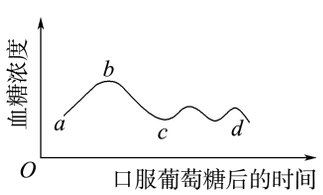
(2)神经系统通过控制甲状腺和肾上腺的分泌活动来调节血糖浓度。

○ 任务型课堂 ○

任务 > 血糖平衡的调节

探究活动

在正常进餐后4 h测定血糖浓度，浓度为(3.9～6.1 mmol/L)，然后口服100 g葡萄糖，每隔半小时测定一次血糖浓度，其实验结果如下页图所示，据图回答问题：



(1)在血糖浓度变化中，实现*bc*段变化的主要代谢途径是什么？

提示：胰岛B细胞的活动增强，胰岛素的分泌量明显增加。体内胰岛素水平上升，一方面促进血糖进入组织细胞进行氧化分解，进入肝、肌肉并合成糖原，进入脂肪细胞和肝细胞转变为甘油三酯等；另一方面抑制肝糖原的分解和非糖物质转化成葡萄糖。这样既增加了血糖的去向，又减少了血糖的来源，使血糖浓度恢复到正常水平。

(2)曲线*cd*段表示处在饥饿状态时的血糖浓度，此时维持血糖浓度相对稳定的代谢途径是什么？

提示：胰岛A细胞的活动增强，胰高血糖素的分泌量增加。胰高血糖素主要作用于肝，促进肝糖原分解成葡萄糖进入血液，促进非糖物质转变成糖，使血糖浓度回升到正常水平。

【探究总结】

1.血糖平衡的调节既有体液调节，又有神经调节，以体液调节(激素调节)为主。

2.与血糖平衡调节有关的器官及其作用

(1)下丘脑——血糖平衡调节的神经中枢。

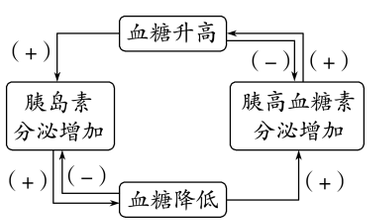
(2)胰腺：胰岛B细胞分泌胰岛素，降低血糖浓度；胰岛A细胞分泌胰高血糖素，升高血糖浓度。

(3)肾上腺：分泌肾上腺素，升高血糖浓度。

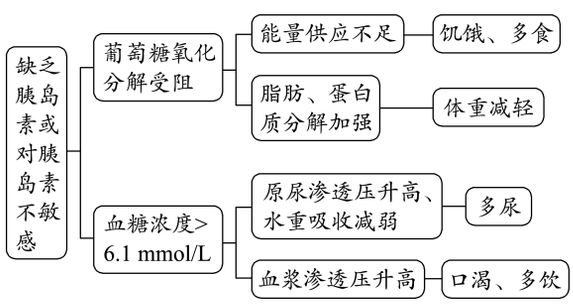
(4)肝脏：进行肝糖原与葡萄糖的相互转化，进行葡萄糖和非糖物质的转化。

(5)骨骼肌：将葡萄糖转化为肌糖原，暂时储存。

3.血糖平衡调节中存在反馈调节

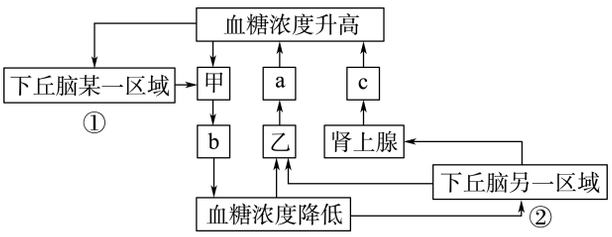


4.糖尿病患者的表现及原因



评价活动

1.下图为人体血糖平衡调节示意图，下列分析错误的是 (　　)



A.图中甲表示胰岛 B 细胞，乙表示胰岛 A 细胞

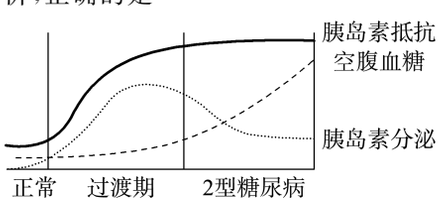
B.血糖浓度升高能直接刺激胰岛 B 细胞通过胞吐方式分泌相应激素

C.结构①通过传出神经释放的神经递质影响甲的分泌活动

D.图中 a 与 c 在血糖平衡调节过程中的作用表现为相抗衡

D　**解析**：分析题图可知，图中甲表示胰岛 B 细胞，其分泌的 b(胰岛素)能降低血糖浓度，乙表示胰岛 A 细胞，其分泌的 a(胰高血糖素)能升高血糖浓度，A 正确；血糖浓度升高能直接刺激胰岛 B 细胞分泌胰岛素，胰岛素的化学本质是蛋白质，其通过胞吐方式被分泌到细胞外，B 正确；结构①(下丘脑)作为血糖平衡调节中枢，可通过传出神经释放的神经递质影响甲(胰岛 B 细胞)的分泌活动，C 正确；a(胰高血糖素)与 c(肾上腺素)都能升高血糖浓度，二者在血糖平衡调节过程中表现为协同作用，D 错误。

2.肥胖等因素可引发胰岛素抵抗(胰岛素受体敏感性降低)，进而发展为 2 型糖尿病。下图表示胰岛素抵抗与 2 型糖尿病形成的关系。下列有关血糖调节的分析，正确的是　(　　)



A.胰岛素抵抗出现前，空腹血糖可刺激胰岛 B 细胞持续增加胰岛素分泌

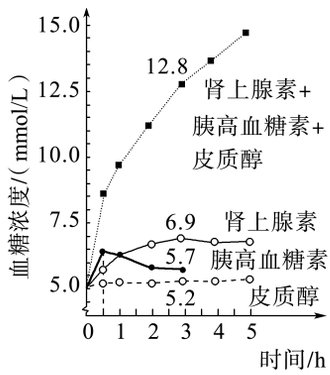
B.因胰岛素抵抗，过渡期阶段胰岛素无法与受体结合，导致空腹血糖开始上升

C.2 型糖尿病阶段，空腹血糖高是胰岛素分泌量始终低于正常水平所致

D.胰岛素抵抗状态下，组织细胞对葡萄糖的摄取、利用等过程可能减慢

D　**解析**：胰岛素抵抗出现前，空腹血糖在正常范围，不会刺激胰岛 B 细胞持续增加胰岛素分泌，且血糖调节有反馈机制，A 错误；过渡期胰岛素抵抗是胰岛素受体敏感性下降所致，不是胰岛素无法与受体结合，B 错误；题图中 2 型糖尿病阶段，胰岛素浓度逐渐下降，但仍高于正常水平，C 错误；胰岛素抵抗状态下，组织细胞对胰岛素敏感性降低，组织细胞对葡萄糖的摄取、利用等过程可能减慢，D 正确。

3.机体内血糖浓度受多种激素共同调节。某实验小组探究了 3 种激素单独或联合作用调节血糖的效应，实验前血糖浓度为5.0 mmol/L，血糖浓度随激素处理时间的变化如图所示。下列叙述正确的是　(　　)



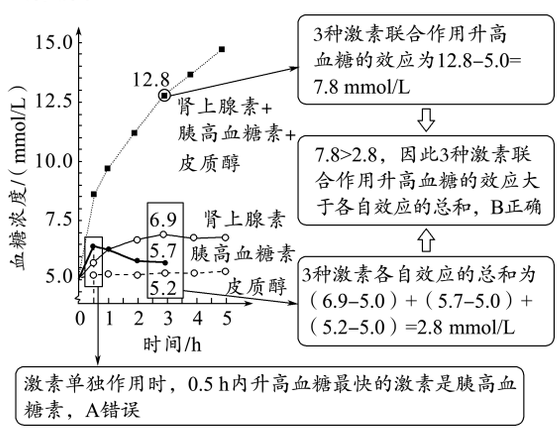
A.激素单独作用时，0.5 h 内升高血糖最快的激素是肾上腺素

B.3 h 时，3 种激素联合作用升高血糖的效应大于各自效应的总和

C.肾上腺素和胰高血糖素对血糖的调节作用表现出相抗衡的关系

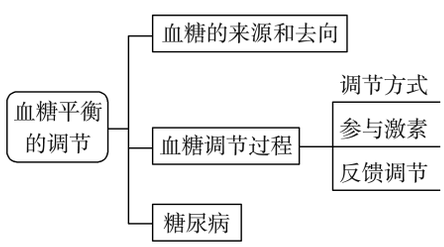
D.血糖浓度受肾上腺素、胰高血糖素和皮质醇调节，不受甲状腺激素调节

B　**解析**：



肾上腺素和胰高血糖素都能升高血糖浓度，二者对血糖的调节作用表现为协同关系，C 错误；血糖浓度除受肾上腺素、胰高血糖素和皮质醇调节外，还受甲状腺激素的调节，D 错误。

提质归纳

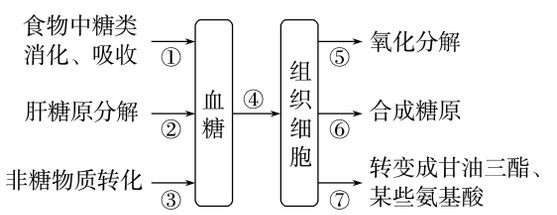


课后素养评价(十)

基础落实

知识点　血糖平衡的调节

1.下列有关糖代谢及其调节的叙述,正确的是　　(　D　)



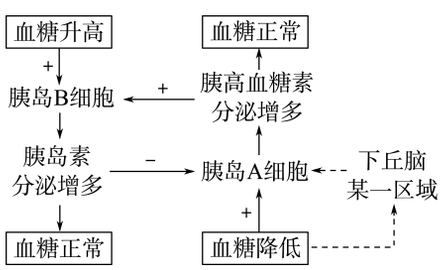
A.在肌肉、肝脏细胞中,②过程均可发生

B.胰岛 A 细胞分泌的激素促进④过程

C.胰岛 B 细胞分泌的激素促进①③过程

D.胰岛素促进④⑤⑥⑦等过程

2.下图为人体血糖平衡调节示意图,下列有关叙述错误的是　　(　D　)



A.血糖浓度降低后,下丘脑的某个区域兴奋,通过交感神经使胰岛 A 细胞分泌胰高血糖素

B.升高血糖浓度的激素有肾上腺素、甲状腺激素等,胰岛素是唯一降低血糖浓度的激素

C.胰高血糖素可促进胰岛素分泌,胰岛素可抑制胰高血糖素分泌

D.如果机体长期处于高血糖状态,可能的原因是胰岛 A 细胞受损

3.某研究人员以健康小鼠为材料进行了与胰岛素相关的实验,下列叙述错误的是　　(　　)

A.注射葡萄糖,血液中胰岛素含量增加

B.切除小鼠的胰腺,血糖浓度会明显升高

C.注射过量胰岛素,小鼠活动能力下降

D.持续注射胰岛素,小鼠尿量明显增加

D　**解析**:给健康小鼠注射葡萄糖,血糖浓度会升高,为降低血糖浓度,该健康小鼠会分泌胰岛素,所以血液中胰岛素含量增加,A 正确;切除小鼠的胰腺,会使得小鼠无法分泌胰岛素、胰高血糖素,从而无法对血糖进行调节,使血糖浓度明显升高,B 正确;注射过量胰岛素,会加速组织细胞摄取、利用、储存葡萄糖,使得小鼠体内的血糖浓度明显下降,小鼠活动能力下降,C 正确;持续注射胰岛素,会使小鼠体内的血糖浓度明显下降,但细胞外液渗透压主要由 Na^+ 和 Cl^- 维持,所以细胞外液渗透压基本不变,因此小鼠的尿量不会明显增加,D 错误。

能力提升

4.研究表明,施万细胞包裹在神经纤维上,其摄入血糖是通过非胰岛素依赖型葡萄糖转运体实现的。该细胞内糖浓度随细胞外糖浓度变化而变化,当细胞外高糖环境形成后,细胞内线粒体正常氧化分解过程中断而产生超氧化物,超氧化物通过一系列酶的作用变为活性氧自由基,影响相关基因的表达,从而造成细胞凋亡。下列叙述错误的是　　(　　)

A.糖尿病患者的施万细胞比正常人的衰老得更快

B.施万细胞摄入血糖不依赖胰岛素的根本原因是缺少胰岛素受体基因

C.人体成熟红细胞凋亡机制与施万细胞不同

D.葡萄糖转运体的活性减弱或数量减少,可能会使胰岛 B 细胞缺乏营养而无法分泌足够的胰岛素,导致人患糖尿病

B　**解析**:糖尿病患者血糖浓度高,导致施万细胞中自由基增多,而细胞衰老与自由基增多有关,因此糖尿病患者的施万细胞比正常人的衰老得更快,A 正确;由题意可知,施万细胞摄入葡萄糖的方式为被动运输,不需要胰岛素的调节,施万细胞内含有胰岛素受体基因,只是该基因未表达,B 错误;人体成熟红细胞内无线粒体、染色体等,故凋亡机制与施万细胞不同,C 正确;葡萄糖转运体的活性减弱或数量减少,可能会使胰岛 B 细胞缺乏营养而无法分泌足够的胰岛素,导致人患糖尿病,D 正确。

5.小鼠胃的内分泌细胞分泌的胃促生长素(Ghrelin)可与下丘脑的 GHSR-1a 受体结合,形成 Ghrelin-下丘脑 GHSR 信号通路,促进生长激素分泌,进而通过调节摄食行为和糖脂代谢引起血糖浓度升高。当小鼠血糖浓度升高时,Ghrelin 合成量减少,会限制血糖浓度进一步上升。下列叙述正确的是　　(　D　)

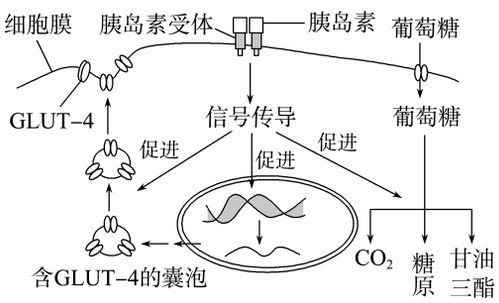
A.GHSR-1a 受体所在的细胞为 Ghrelin-下丘脑 GHSR 信号通路的感受器的一部分

B.进食后，通过 Ghrelin-下丘脑 GHSR 信号通路的调节，血清中 Ghrelin 含量开始增加

C.在食物的刺激下，兴奋传导至下丘脑，经垂体促进胰岛素的产生，限制血糖浓度进一步上升

D.通过 Ghrelin-下丘脑 GHSR 信号通路的调节，生长激素和血糖含量维持相对稳定

6.妊娠糖尿病是女性妊娠期间可能患的一种糖尿病，妊娠结束后病症逐渐消失。葡萄糖转运蛋白 CLUT-4 可介导葡萄糖跨膜运输。临床发现患有妊娠糖尿病的孕妇胰岛素水平高于健康孕妇。下图表示胰岛素调节血糖的机制，下列叙述错误的是（　C　）



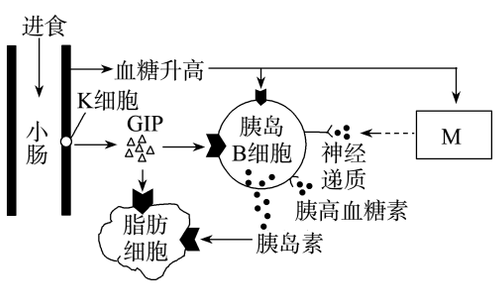
A.妊娠糖尿病患者的血糖浓度持续过高，可能会导致胎儿的生长发育异常

B.胰岛素促进含 GLUT-4 的囊泡与细胞膜融合，增加细胞膜上 GLUT-4 的含量

C.患者组织细胞对胰岛素不敏感，导致 *GLUT-4* 基因表达水平高于健康孕妇

D.如果孕妇通过诊断确诊为妊娠糖尿病，应每餐合理控制糖类的摄入量

7.下图为正常人在进食后，体内血糖平衡调节的部分过程，其中 GIP 是进食刺激小肠 K 细胞分泌的一种多肽。下列相关说法错误的是（　　）



A.图中的 M 是下丘脑，为血糖平衡的调节中枢

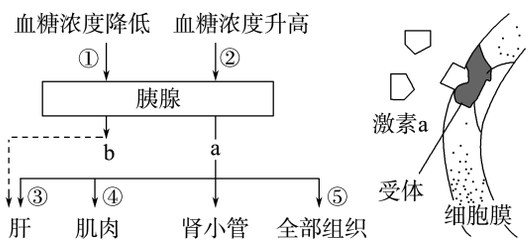
B.胰岛 B 细胞分泌胰岛素的过程至少受 4 种物质的影响

C.胰岛素会促进脂肪细胞中的葡萄糖加速转变为糖原和甘油三酯

D.图中所示人体内血糖平衡的调节方式属于神经调节和体液调节

C　**解析**：题图中的 M 可以感知血糖浓度变化，还可以通过神经递质调节胰岛 B 细胞的活动，所以 M 是血糖调节中枢下丘脑，A 正确；根据题图中信息可知，胰岛 B 细胞分泌胰岛素的过程至少受 GIP、血糖、神经递质、胰高血糖素 4 种物质的影响，B 正确；胰岛素会促进脂肪细胞中的葡萄糖加速转变为甘油三酯，从而降低血糖浓度，C 错误；分析题图可知，人体内血糖平衡的调节方式既有神经调节也有体液调节，属于神经—体液调节，D 正确。

8.下图是人体血糖调节示意图，a、b 表示参与血糖调节的两种激素。回答下列问题：



(1)当人体内的血糖浓度降低时，通过①过程，胰岛中的_____分泌的[　]_____增多，从而使体内血糖浓度升高。当血糖浓度升高时，通过②过程，胰岛分泌的[　]_____增多，这种激素在降低血糖浓度的过程中具体作用有两条途径：一是通过③④⑤加快_____；二是抑制_____。

(2)a 激素和 b 激素的作用结果反过来都会影响各自的分泌，这种调节方式称为_____。

(3)糖尿病分为 1 型糖尿病、2 型糖尿病、其他特异型糖尿病和妊娠期糖尿病。2 型糖尿病患者 a 激素的含量和正常人相差很小，甚至比正常人还高，请根据上图激素作用的机制分析 2 型糖尿病最可能的病因：_____。

答案：(1)胰岛 A 细胞　b　胰高血糖素　a　胰岛素　血糖的转化与利用　肝糖原的分解和非糖物质转化为血糖　(2)反馈调节　(3)细胞膜上的受体蛋白不正常(或 a 激素不能与受体结合或控制细胞膜上的受体蛋白的基因发生突变)

第2课时　甲状腺激素的调节

学习任务目标

1.采用模型与建模、归纳与概括等方法，掌握甲状腺激素的分级调节过程。
2.通过具体实例，归纳激素调节的特点，并分析激素调节的一般过程及激素的作用原理。

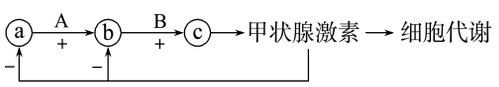
○ 问题式预习 ○

一、甲状腺激素分泌的分级调节

1.甲状腺激素的作用

甲状腺激素随血液运到全身，几乎作用于体内所有的细胞，提高细胞代谢的速率，使机体产生更多的热量。

2.甲状腺激素分泌的调节过程



(1)腺体：

a.下丘脑，b.垂体，c.甲状腺。

(2)激素：

A.促甲状腺激素释放激素(TRH)，B.促甲状腺激素(TSH)。

(3)作用："+"表示促进，"–"表示抑制。

(4)调节机制：甲状腺激素的分泌既存在分级调节，也存在反馈调节。

3.分级调节

(1)含义：人们将下丘脑、垂体和靶腺体之间存在的这种分层调控，称为分级调节。

(2)分级调节系统包括"下丘脑—垂体—甲状腺轴""下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴""下丘脑—垂体—性腺轴"等。

(3)意义：放大激素的调节效应，形成多级反馈调节，有利于精细调控，从而维持机体的稳态。

◇思考

[教材第53页"思考·讨论"]通过手术摘除健康大鼠的垂体后，其甲状腺功能表现为衰退，试分析其中的原因。

提示：摘除大鼠的垂体后，大鼠体内缺乏促甲状腺激素，无法促进甲状腺的生长发育以及调节甲状腺激素的合成与分泌，导致甲状腺功能衰退。

二、激素调节的特点

1.特点

(1)通过体液进行运输。

(2)作用于靶器官、靶细胞。

(3)作为信使传递信息。

(4)微量和高效。

2.激素间的相互作用

(1)协同作用：不同激素对同一生理效应都发挥相同作用，如生长激素与甲状腺激素在促进生长发育方面，肾上腺素与胰高血糖素在升高血糖浓度方面，都具有协同作用。

(2)相抗衡：不同激素对同一生理效应发挥相反作用，如胰岛素和胰高血糖素在调节血糖方面相抗衡。

◇思考

[教材第55页正文]临床上通过抽取血样检测激素水平确定内分泌系统疾病的依据是什么？

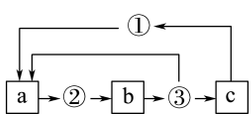
提示：人体内分泌细胞产生的激素弥散到体液中，随血液运输。激素是人体内微量、高效的生物活性物质，一旦体内激素含量偏离了生理范围，就会严重影响机体机能。

○ 任务型课堂 ○

任务一　甲状腺激素分泌的分级调节

探究活动

下图为甲状腺激素的分泌调节示意图，其中a、b、c表示人体内3种内分泌腺，①②③表示3种不同的激素。思考并回答下列问题：



(1)a表示垂体，b表示甲状腺，c表示下丘脑。

(2)①②③3种激素中，在人体内作用范围最广的激素是③(填数字)。切除甲状腺的个体，体内含量明显高于正常个体的激素是①②(填数字)，这说明甲状腺激素分泌有什么调节特点？其意义是什么？

提示：反馈调节，维持机体内甲状腺激素含量的相对稳定。

(3)碘是合成甲状腺激素的重要原料，饮食中长期缺碘会导致甲状腺肿大的原因是什么？

提示：碘是合成甲状腺激素的重要原料，饮食中

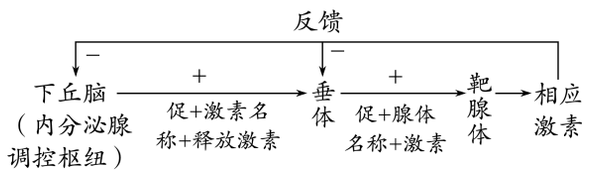
长期缺碘，会导致甲状腺激素合成障碍，致使血浆中甲状腺激素水平下降，对下丘脑和垂体的负反馈作用减弱，使 TRH 和 TSH 的分泌量增加，进而引起代偿性的甲状腺增生（肿大）。

（4）促甲状腺激素弥散在全身体液中，但只作用于甲状腺，直接原因和根本原因分别是什么？

提示：直接原因：只有甲状腺细胞存在该激素的受体。根本原因：该激素的受体基因只在甲状腺细胞中选择性表达。

【探究总结】

1.激素分泌的分级调节与反馈调节概念模型



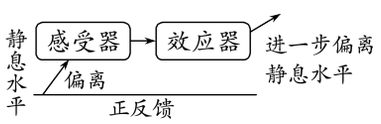
注：“+”表示促进，“−”表示抑制。

（1）分级调节：指下丘脑、垂体和靶腺体之间存在的分层调控。

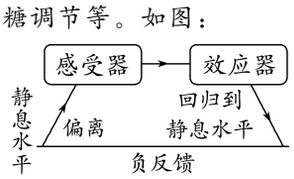
（2）反馈调节：指靶腺体分泌的激素对下丘脑和垂体的调控作用。

2.反馈调节的类型

（1）正反馈：加强并偏离静息水平，如血液凝固、排尿排便、胎儿分娩等。如图：



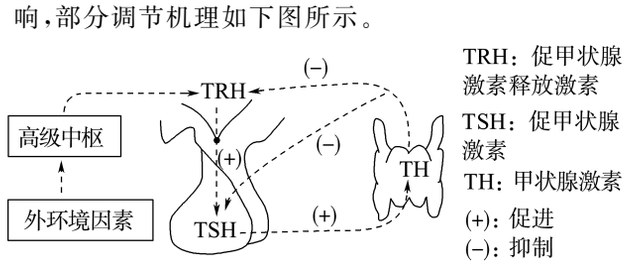
（2）负反馈：偏离后纠正回归到静息水平，生物体中更常见，如血糖调节等。如图：



反馈调节体现在生命系统的各个层次中，维持着生命系统各层次的稳定。

评价活动

1.小鼠甲状腺的内分泌机能受机体内、外环境因素影响，部分调节机理如下图所示。



下列叙述错误的是　　（　　）

A.TRH 遍布全身血液，并定向作用于垂体

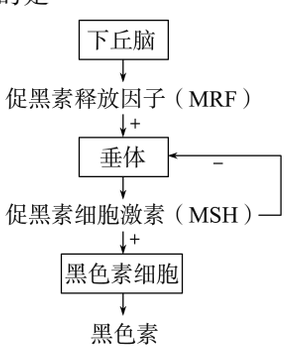
B.低于机体生理浓度时的 TH 对 TSH 的分泌起促进作用

C.饮食中缺碘会影响下丘脑和垂体的功能，引起甲状腺组织增生

D.给小鼠注射抗 TRH 血清后，机体对寒冷环境的适应能力减弱

B　**解析**：体液运输不定向，TRH 遍布全身血液，并定向作用于垂体，A 正确；高于机体生理浓度时的 TH 对 TSH 的分泌起抑制作用，低于机体生理浓度时的 TH 对 TSH 的分泌既没有抑制作用，也没有促进作用，B 错误；碘是合成甲状腺激素所必需的，饮食中缺碘会导致 TH 合成不足，影响下丘脑和垂体的功能，使 TRH 和 TSH 分泌增加，引起甲状腺组织增生，如地方性甲状腺肿，C 正确；给小鼠注射抗 TRH 血清后，TRH 减少，TSH 减少，TH 减少，故机体对寒冷环境的适应能力减弱，D 正确。

2.下图表示黑色素分泌的部分调节过程，其中促黑素细胞激素（MSH）是垂体分泌的激素，主要生理作用是促进黑色素细胞内的酪氨酸在酪氨酸酶的催化下转化为黑色素，使皮肤和毛发颜色加深。下列有关叙述错误的是　　（　　）



注：“+”表示促进，“−”表示抑制。

A.图中的负反馈调节可维持血液中 MSH 含量稳定

B.MRF、MSH、黑色素和蛋白酶都可以被重复利用

C.垂体功能正常，人体内 MSH 含量可能明显偏低

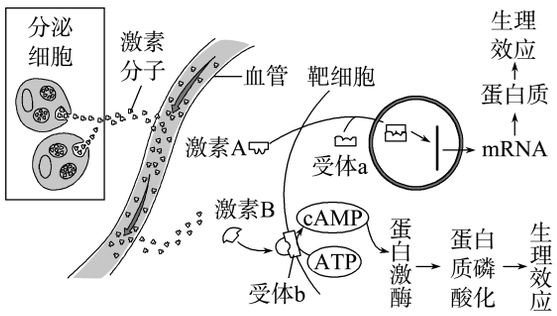
D.垂体受损导致 MSH 分泌减少可能使人出现白发

B　**解析**：题图中垂体产生的 MSH 可作用于垂体细胞，抑制垂体分泌 MSH，属于负反馈调节，可维持血液中 MSH 含量稳定，A 正确；MRF、MSH 都属于激素，激素一经靶细胞接受并起作用后就被灭活了，不能被重复利用，B 错误；若某人体内 MSH 的含量明显低于正常值，可能是下丘脑功能受损，导致 MRF 的释放量减少，进而导致 MSH 的含量明显低于正常值，即垂体功能也可能正常，C 正确；由题图可知，垂体受损导致 MSH 分泌减少进而导致黑色素减少，可能使人出现白发，D 正确。

任务二 激素调节的特点

探究活动

下图为激素分泌、运输及作用示意图，阅读教材第 54、55 页内容，回答下列问题：



(1)激素为什么不能随体液定向运输至靶细胞?

提示:内分泌腺没有导管,其分泌的激素弥散到体液中,随血液流到全身,不会定向运输到靶细胞。

(2)图中受体的本质是什么?激素的受体一定位于细胞膜上吗?

提示:蛋白质(糖蛋白)。不一定,如激素A的受体a位于细胞内。

(3)此图反映了激素调节的特点有哪些?

提示:通过体液运输;作用于靶细胞、靶器官;作为信使传递信息。

(4)此图反映了激素发挥调节作用的两个机制:激素A与受体a结合后,经信号转导,调节细胞核内基因的表达;激素B与受体b结合后,经信号转导,调节细胞内酶的活性。最终使靶细胞原有的生理活动发生变化,实现了调节功能。

【探究总结】

不同成分的激素,受体位置不同:多肽、蛋白质类大分子激素,受体位于细胞膜上;固醇类小分子激素,受体位于细胞内;氨基酸衍生物类小分子激素,受体位置根据题目信息判定。

评价活动

1.下列关于人体激素的叙述,错误的是 (　　)

A.激素作用于靶细胞时,既不组成细胞结构,也不提供能量

B.人体会通过持续产生激素以维持激素含量的动态平衡

C.人体内激素的含量甚微,且激素的受体分布在靶细胞的细胞膜上

D.激素的作用有多种,有的调控基因的表达,有的调节酶的活性等

C　**解析**:激素作用于靶细胞时,既不组成细胞结构,也不提供能量,只对生命活动起调节作用,A正确;人和高等动物的激素发挥作用后立即被灭活,需要通过持续产生激素,维持激素含量的动态平衡,B正确;人体内激素的含量甚微,激素的受体有的分布在靶细胞的细胞膜上,有的分布在靶细胞膜内,C错误;激素的作用有多种,有的调控基因的表达,有的调节酶的活性,有的调节其他激素的合成和分泌等,D正确。

2.下列关于激素、酶和神经递质的叙述,正确的是 (　　)

A.激素、酶和神经递质都是有机物,酶和激素都有高效性

B.激素弥散在全身的体液中,而酶只存在于细胞内

C.激素和神经递质均可与特定分子结合,起到传递信息的作用

D.能产生酶的细胞一定可以产生激素

C　**解析**:激素、酶都是有机物,神经递质未必都是有机物,如NO,且酶和激素都有高效性,A错误;内分泌腺分泌的激素弥散到体液中,随血液流到全身,一经靶细胞接受并起作用后就被灭活,酶不只存在于细胞内,如消化酶,B错误;激素和神经递质都是信息分子,均可与特定分子结合,起到传递信息的作用,C正确;激素是由内分泌器官或细胞分泌的,酶是由活细胞产生的,因此能产生酶的细胞不一定能产生激素,D错误。

3.玉米赤霉烯酮是一种在霉变的谷物种子中产生的环境激素,其化学结构和作用方式与雌激素相似,对人和动物健康构成潜在威胁。下列关于玉米赤霉烯酮的叙述,正确的是 (　　)

A.进入机体后,可通过体液运输至靶细胞处

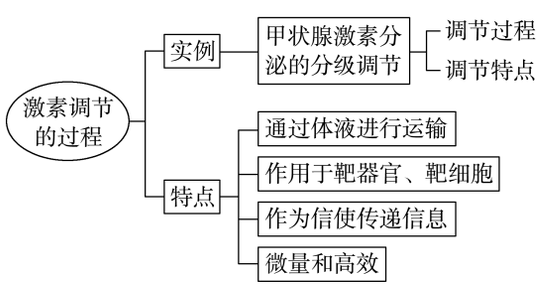
B.玉米赤霉烯酮仅与靶细胞膜上的雌激素受体特异性结合

C.进入靶细胞后,或参与细胞结构的组成,或提供能量

D.可促进垂体分泌促性腺激素,影响雌激素含量,对生殖系统造成影响

A　**解析**:激素需通过体液运输至靶细胞发挥作用,玉米赤霉烯酮作为环境激素,进入机体后同样通过体液运输,A正确;雌激素属于固醇类激素,其受体位于细胞内,而非细胞膜上,玉米赤霉烯酮与雌激素结构相似,应与胞内受体结合,B错误;激素仅起调节作用,不参与细胞结构组成,也不提供能量,玉米赤霉烯酮作为信号分子,仅传递调节信息,C错误;雌激素通过负反馈调节抑制垂体分泌促性腺激素,玉米赤霉烯酮可模拟雌激素,会抑制促性腺激素的分泌,而非促进其分泌,D错误。

提质归纳

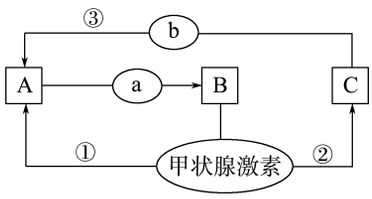


课后素养评价(十一)

基础落实

知识点1　甲状腺激素的分级调节

1.下图为人体内甲状腺激素分泌的调节示意图,其中A、B、C表示相应器官,a、b表示相应激素,①②③表示相应作用。下列叙述正确的是　(　C　)



A.A是下丘脑,其中的某些神经细胞兼有内分泌功能

B.C产生的b释放到血液中定向运输到A处发挥作用

C.A与B产生的某些激素对人体的生长发育具有协同作用

D.①②说明甲状腺激素的分泌存在分级调节

2.促甲状腺激素释放激素(TRH)兴奋试验是研究下丘脑—垂体—甲状腺轴功能的方法,可用于甲状腺功能减退(简称甲减)病变部位的定位诊断,该方法是将TRH静脉推注,测定推注前后血清中的促甲状腺激素(TSH)和甲状腺激素(TH)水平。下列说法错误的是　(　A　)

A.食物缺碘引起促甲状腺激素分泌不足导致甲状腺功能减退

B.若推注后TSH水平升高,TH水平升高,患者可能下丘脑病变

C.若推注后TSH水平无明显变化,TH水平无明显变化,患者可能垂体病变

D.若推注后TSH水平升高,TH水平无明显变化,患者可能甲状腺病变

知识点2　激素调节的特点

3.哺乳动物性腺分泌的睾酮大部分与血浆蛋白结合,仅有少部分以游离的形式存在,结合态睾酮可以转化为游离态睾酮,只有游离态睾酮有活性。下列叙述错误的是　(　　)

A.血浆中结合态睾酮的主要作用是“储存”睾酮,避免其被快速代谢

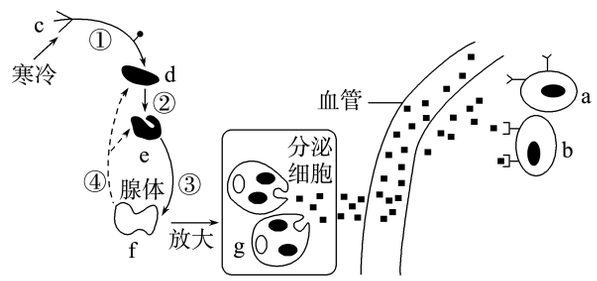
B.睾酮受体分布在靶细胞膜表面,可特异性识别游离态睾酮

C.游离态睾酮作为信使,传递信息后会立即失活

D.青少年时期若长期注射睾酮,将不利于睾丸的发育

B　**解析**:结合态睾酮可避免睾酮被快速降解,从而维持血浆中睾酮的稳定浓度,起到“储存”睾酮的作用,A正确;睾酮属于固醇类激素,其受体位于靶细胞内部,而非细胞膜表面,B错误;游离态睾酮作为信息分子,与受体结合传递信息后会被代谢分解而失活,以保证调节的精确性,C正确;长期外源注射睾酮会通过负反馈调节抑制下丘脑和垂体分泌促性腺激素释放激素和促性腺激素,导致睾丸自身合成睾酮的功能减弱,发育受阻,D正确。

4.下图是人体内发生的部分生理过程示意图,①~④代表不同的调节方式,a~g代表不同的细胞或结构。下列叙述正确的是　(　　)



A.c在反射弧中是感受器

B.g分泌的激素作用于a细胞

C.d通过e控制f的分泌活动,体现了反馈调节

D.人体激素调节的特点有微量高效、仅通过血液运输

A　**解析**:c能接受寒冷刺激,并且产生兴奋,为感受器,A正确;a、b两种细胞中只有b细胞上存在g分泌的激素的受体,所以g分泌的激素作用于b细胞,B错误;f表示甲状腺,e表示垂体,合成促甲状腺激素,d表示下丘脑,合成促甲状腺激素释放激素,d通过e控制f的分泌活动,体现了分级调节,C错误;人体激素调节的特点有微量高效、通过体液进行运输、作用于靶器官和靶细胞、作为信使传递信息,D错误。

能力提升

5.碘是甲状腺激素合成的重要原料。甲状腺滤泡上皮细胞膜上的钠钾泵可维持细胞内外的Na^+浓度梯度,钠—碘同向转运体借助Na^+的浓度梯度将碘转运进甲状腺滤泡上皮细胞,碘被甲状腺过氧化物酶活化后,进入滤泡腔参与甲状腺激素的合成。下列说法正确的是　(　B　)

A.长期缺碘可导致机体的促甲状腺激素分泌减少

B.用钠钾泵抑制剂处理甲状腺滤泡上皮细胞,会使其摄碘能力减弱

C.抑制甲状腺过氧化物酶的活性，可使甲状腺激素合成增加

D.使用促甲状腺激素受体阻断剂可导致甲状腺激素分泌增加

6.在甲状腺激素(TH)分泌的分级调节过程中，TRH与受体(TRHR)结合引起垂体细胞作出响应后，会在细胞外被与垂体细胞膜结合的酶降解，被激活的TRHR胞内迅速磷酸化，引起垂体细胞通过胞吞将其回收。下列相关说法正确的是（　　）

A.垂体细胞作出的响应包括合成并分泌TSH和神经递质

B.若胞内磷酸化过程受阻则会导致TRH在胞外大量积累

C.被胞吞的TRHR不可能再循环到细胞膜上与TRH结合

D.据此推测，TH可能会下调垂体细胞中*TRHR*基因的表达

D　**解析**：垂体细胞响应促甲状腺激素释放激素(TRH)刺激后，主要合成并分泌促甲状腺激素(TSH)，而不分泌神经递质，A错误。题干指出TRH发挥作用后，在细胞外被与膜结合酶降解，其清除与TRHR磷酸化无关。若磷酸化受阻，仅影响受体回收，但TRH仍会被酶降解，不会在胞外积累，B错误。受体再循环是细胞膜蛋白回收的常见机制。被胞吞的TRHR可能经脱磷酸化等处理后，通过囊泡运输重新定位至细胞膜，实现再利用，C错误。甲状腺激素(TH)对垂体存在负反馈调节。TRHR的回收机制可减少细胞膜受体数量，降低垂体对TRH的敏感性。若TH水平升高，可能通过下调*TRHR*基因的表达，进一步减少受体合成，强化负反馈，D正确。

7.下丘脑和垂体发生病变会引起甲状腺激素分泌异常。现有甲、乙两个成年患者均表现为甲状腺激素水平低下，为鉴别病变的部位，给两人注射适量的促甲状腺激素释放激素(TRH)，分别测定每个人注射前30 min和注射后30 min促甲状腺激素(TSH)的浓度，结果见下表。下列叙述正确的是（　　）

组别		健康人	甲	乙
TSH浓度/(mU/L)	注射前	9	*a*	*c*
	注射后	30	*b*	*d*

A.与健康人相比，患者甲、乙可能会表现出头晕、反应迟钝、记忆力减退等症状

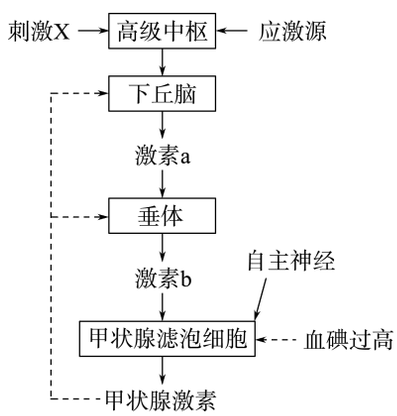
B.若*a*明显小于9，而*b*恢复为健康人对应水平，说明患者甲可能是垂体发生了病变

C.若*c*、*d*都明显低于健康人对应水平，说明患者乙的下丘脑发生了病变

D.健康人的甲状腺激素分泌过程中，只存在分级调节，不存在反馈调节

A　**解析**：甲、乙两个成年患者均表现为甲状腺激素水平低下，甲状腺激素能维持中枢神经系统的兴奋性，故与健康人相比，患者甲、乙可能会表现出头晕、反应迟钝、记忆力减退等症状，A正确；若*a*明显小于9，而*b*恢复为健康人对应水平，说明患者甲可能是下丘脑发生了病变，导致体内TRH不足，B错误；若*c*、*d*都明显低于健康人对应水平，即注射TRH前后患者乙的TSH浓度均较低，说明垂体发生了病变，不能合成TSH，C错误；健康人的甲状腺激素分泌过程中，既存在分级调节，又存在反馈调节，甲状腺激素到达一定的量后，会反过来抑制下丘脑和垂体的分泌，这是甲状腺激素分泌的负反馈调节，D错误。

8.甲减是一种因甲状腺功能减退无法正常产生足够的甲状腺激素(TH)造成的疾病，患者常表现出食欲减退、胃肠道的蠕动减慢等症状。下图为机体受相应刺激后分泌甲状腺激素的机理示意图，图中“⟶”表示促进作用，“----→”表示抑制作用。回答下列问题：



(1)激素a为_____，从垂体分泌激素b的角度分析，TH与激素a间存在_____作用。

(2)图中导致甲状腺激素分泌增加的刺激X可能是_____。在刺激X的作用下，机体内TH的含量升高，但不会持续升高，一方面是因为TH的含量升高会通过_____调节使相应激素释放量减少，另一方面是因为_____。

(3)TH的元素组成为_____。机体血碘过高时，可_____(填“促进”或“抑制”)甲状腺滤泡细胞合成和分泌TH，有利于机体及时调控对TH的分泌。下丘脑通过“下丘脑—垂体—甲状腺轴”调节TH的分泌，这种分级调节一方面可以_____，另一方面可形成多级反馈调节，有利于精细调控，从而维持机体的稳态。

(4)据图可知,甲状腺滤泡细胞的受体有促甲状腺激素受体和_____受体。甲减患者表现出食欲减退、胃肠道蠕动减慢的原因是_____。对甲减患者,试从药物和食物两方面提出缓解症状的措施:_____。

答案:(1)促甲状腺激素释放激素　相抗衡　(2)寒冷刺激　负反馈　激素发挥完作用就会失活　(3)C、H、O、N、I　抑制　放大激素的调节效应　(4)神经递质　甲减患者体内的甲状腺激素较少,甲状腺激素具有促进新陈代谢、促进生长发育的作用,还与神经系统的兴奋性有关　减少含碘食物的摄入;注射促甲状腺激素

第 3 节　体液调节与神经调节的关系

第 1 课时　体液调节与神经调节的比较及体温调节

学习任务目标

1.基于神经调节和体液调节的特点,比较二者之间的异同。

2.基于科学事实,阐明体温调节的过程,构建体温调节模型。

○ 问题式预习 ○

一、体液调节与神经调节的比较

1.体液调节

概念:激素等化学物质,通过体液传送的方式对生命活动进行的调节

参与调节的物质:激素、组胺、某些气体分子、一些代谢产物等化学物质

运送方式:体液运输,主要是细胞外液(血浆、组织液、淋巴液)

2.体液调节和神经调节的特点比较

比较项目	神经调节	体液调节
作用途径	反射弧	体液运输
反应速度	迅速	较缓慢
作用范围	准确、比较局限	较广泛
作用时间	短暂	比较长

◇思考

[教材第 57 页“相关信息”]临床上给患者输入 O_2 时,往往采用含有 5% 左右的 CO_2 的混合气体,为什么?

提示:CO_2 作为体液因子,可刺激呼吸中枢,维持呼吸中枢的兴奋。

二、体温调节

1.体温稳定的原理:机体的产热量=散热量

安静时,主要通过肝、脑等提供热量,运动时,主要靠骨骼肌产热 → 产热=散热 → 主要靠皮肤散热 → 辐射、传导、对流、蒸发

2.体温调节的过程

(1)在寒冷环境中,冷觉感受器兴奋,兴奋传递到下丘脑的体温调节中枢,再通过传出神经引起皮肤血管收缩,皮肤的血流量减少,汗腺分泌减少,骨骼肌战栗,并促进甲状腺激素、肾上腺素等激素的释放。就这样,机体在寒冷环境中通过减少散热和增加产热,维持体温正常。

(2)在炎热环境中,热觉感受器兴奋,兴奋传递到下丘脑的体温调节中枢,进而通过自主神经系统的调节和肾上腺等腺体的分泌,最终使皮肤的血管舒张,皮肤的血流量增多,也使汗液的分泌增多等,从而增加散热。

(3)体温调节是由神经调节和体液调节共同实现的。

◇思考

[教材第 58 页旁栏思考]带婴幼儿看病时,为什么要等他们停止哭闹几分钟之后,再给他们量体温?

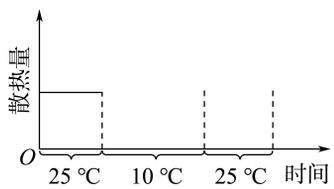
提示:婴幼儿哭闹时,情绪激动、挣扎等会使血液循环加速、新陈代谢增强,导致机体产热增加。若此时测量体温,体温会偏高。

○ 任务型课堂 ○

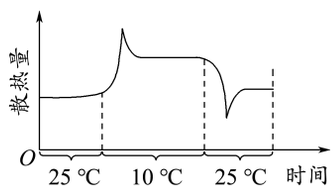
任务 体温调节

探究活动

1.尝试绘出人体散热量随环境温度变化的曲线，并分析比较25 ℃与10 ℃条件下机体散热量、产热量的大小关系。



提示：如下图所示。



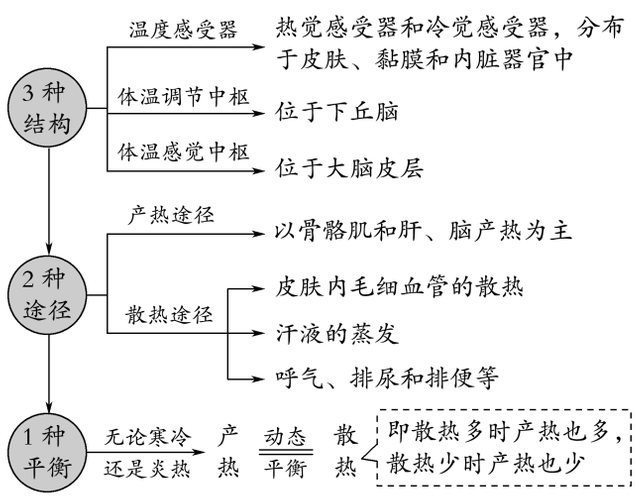
25 ℃时的产热量＝25 ℃时的散热量＜10 ℃时的产热量＝10 ℃时的散热量。

2.当环境温度由25 ℃降至10 ℃时，人体内酶的活性怎么变化？原因是什么？

提示：人体内酶的活性保持不变。人是恒温动物，在不同的外界温度条件下，人的体温维持相对稳定状态。

【探究总结】

1.归纳概括体温调节中的“3、2、1”



2.体温调节中的3个误区

(1)不能认为炎热环境中没有激素调节，只是相应激素分泌量减少而已；

(2)在发高热时，人体的产热量不一定大于散热量，除非病人的体温在继续升高，如果体温保持不变，则产热量等于散热量；

(3)在寒冷环境中，机体“减少散热”和“增加产热”都是相对于调节前而言的。

评价活动

1.人体通过多种调节机制保持体温的相对稳定。下列说法正确的是 (　　)

A.在寒冷环境中，参与体温调节的传出神经中既有躯体运动神经，也有内脏运动神经

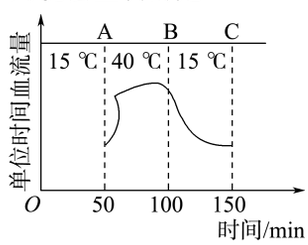
B.在寒冷环境中，肾上腺皮质分泌的肾上腺素增加，使代谢活动增强，产热增加

C.在炎热环境中，皮肤血管收缩，汗腺分泌增多，从而增加散热

D.在炎热环境中，若呼吸运动频率和幅度增加过高且持续过久，可导致内环境pH上升

A　**解析：**在寒冷环境中，骨骼肌战栗，血管收缩，甲状腺激素、肾上腺素分泌增加，因此参与体温调节的传出神经中既有躯体运动神经，也有内脏运动神经，A正确；在寒冷环境中，肾上腺髓质分泌的肾上腺素增加，使代谢活动增强，产热增加，B错误；在炎热环境中，皮肤血管舒张，血流量增大，汗腺分泌增多，从而增加散热，C错误；内环境中含有缓冲物质，能维持pH相对稳定，内环境pH不会上升，D错误。

2.下图表示某人在休息时，单位时间内流经其单位面积皮肤血管内血液的相对流量。在时刻A，室内温度由15 ℃突升到40 ℃；在时刻B，室内温度又突降至15 ℃。下列说法正确的是 (　　)



A.在BC段时间内，人体肾上腺素分泌量增加

B.在AB段时间内，人体内酶的活性比BC段时间内高

C.在时刻A室内温度变化时，皮肤毛细血管收缩，汗腺分泌增多

D.在AB段时间内，因环境温度高于人体温度，故人体不散热

A　**解析：**在BC段时间内，室内温度下降，机体需要增加产热来维持体温相对稳定，而肾上腺素能促进机体产热，所以该阶段肾上腺素分泌量增加，A正确；人是恒温动物，体内酶的活性基本保持不变，B错误；A点时，室内温度升高，皮肤毛细血管舒张，血流量增加，汗腺分泌增加，散热加快，C错误；AB段室内温度高于人体温度，人体通过皮肤毛细血管舒张、血流量增加以及汗腺分泌增加来增加散热量，D错误。

3.当内外环境变化使体温波动时，皮肤及机体内部的温度感受器将信息传入体温调节中枢，通过产热和散热反应，维持体温相对稳定。回答下列问题：

(1)在炎热环境中，机体通过体温调节增加散热。写出皮肤增加散热的两种方式：_____。

(2)机体产热和散热达到平衡时的温度即为体温调定点，正常状态下人体体温调定点为37 ℃。被病原体感染后，机体体温升高并稳定在38.5 ℃时，与正常状态相比，调定点_____(填“上移”“下移”或“不变”)，机体产热_____。

(3)若下丘脑体温调节中枢损毁，机体体温不能维持稳定。已知药物A作用于下丘脑体温调节中枢调控体温。现获得A的结构类似物M，为探究M是否也具有解热作用并通过影响下丘脑体温调节中枢调控体温，将A、M分别用生理盐水溶解后，用发热家兔模型进行了以下实验，请完善实验方案并写出实验结论。

①实验方案

分组	处理方式	结果
甲	发热家兔模型＋生理盐水	发热
乙	发热家兔模型＋A溶液	退热
丙	发热家兔模型＋M溶液	退热
丁	_____	发热

②由甲、乙、丙3组实验结果得出的结论是_____。

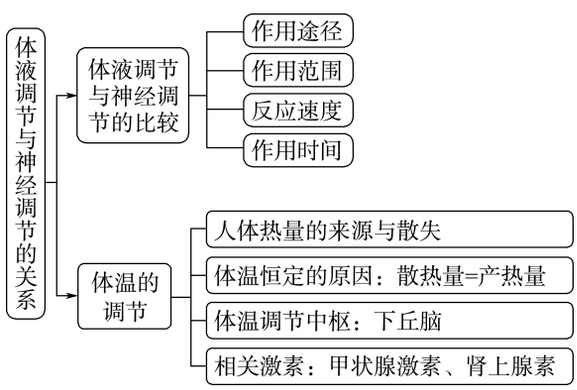
③由甲、乙、丙、丁4组实验结果得出的结论是_____。

解析：(1)在炎热的环境中，皮肤中的热觉感受器受到刺激后，将兴奋传递至下丘脑的体温调节中枢，通过中枢的调节，使皮肤中的毛细血管舒张，皮肤血流量增多，同时也使汗腺的分泌增多等，从而增加散热。(2)机体产热和散热达到平衡时的温度即为体温调定点，此时产热量和散热量相等，正常状态下人体体温调定点为37 ℃。被病原体感染后，机体体温升高并稳定在38.5 ℃时，与正常状态相比，调定点上移，但机体产热量和散热量仍然相等，因此，产热量和散热量均增加。(3)由题表可知，甲组为空白对照，发热家兔模型会出现发热的症状；乙组加了等量用生理盐水溶解的A溶液，已知药物A作用于下丘脑体温调节中枢调控体温，因此发热家兔模型会退热；丙组加了等量用生理盐水溶解的M溶液，也出现退热现象，说明M与药物A一样也具有解热作用；丁组小鼠出现发热症状，由于要探究M是否通过影响下丘脑体温调节中枢调控体温，实验需要遵循单一变量原则，所以丁组的处理是损毁下丘脑的发热家兔模型＋M溶液。损毁了下丘脑体温调节中枢后，M不能起到调控体温的作用。由甲、乙、丙3组实验结果得出的结论是M与药物A一样也具有解热作用。由甲、乙、丙、丁4组实验结果得出的结论是M与药物A一样具有解热作用并通过影响下丘脑体温调节中枢调控体温。

答案：(1)汗腺分泌增多、皮肤中毛细血管舒张

(2)上移　增加　(3)①损毁下丘脑的发热家兔模型＋M溶液　②M与药物A一样也具有解热作用　③M与药物A一样具有解热作用并通过影响下丘脑体温调节中枢调控体温

提质归纳



课后素养评价(十二)

基础落实

知识点1　体液调节与神经调节的比较

1.人受到惊吓时，一方面通过交感神经直接作用于心脏使心跳加快；另一方面还通过交感神经作用于肾上腺髓质，使其分泌肾上腺素使心跳加快。下列叙述正确的是　(　D　)

A.前者是神经调节，后者是体液调节

B.两种调节方式中信息分子种类相同

C.后者的调节反应速度通常比前者快且持续时间短

D.心脏活动受交感神经和副交感神经共同支配

2.下列关于神经调节和体液调节的关系的叙述，错误的是　(　A　)

A.体液中 CO_2 浓度升高，使呼吸中枢兴奋，呼吸运动加快加深，这种调节方式是神经调节

B.一些低等动物只有体液调节，没有神经调节

C.内分泌腺分泌的激素可以影响神经系统的发育和功能，如人在幼年时期缺乏甲状腺激素会影响脑的发育

D.人体和高等动物的各项生命活动常常同时受神经和体液的调节

知识点 2　体温调节

3. 在“冰桶挑战赛”中，当一桶冰水从参加者头顶浇下，身体会出现一系列的反应。下列叙述正确的是（　B　）

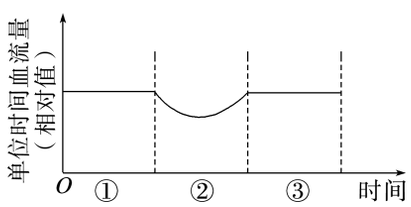
A.体温明显下降，酶活性降低

B.皮肤毛细血管收缩，血流量减少

C.骨骼肌和肝脏产热减少

D.甲状腺激素分泌量减少

4. 下图表示一段时间内，人体皮肤血流量的变化，下列叙述不正确的是（　D　）



A.若①时间段内为 25 ℃环境，则②时间段内可能为 0 ℃环境，其产热量大于①时间段

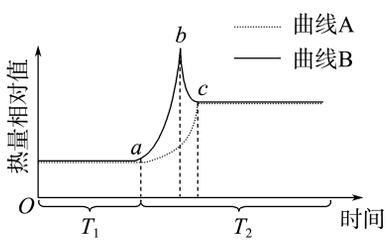
B.在②时间段内，人体可通过骨骼肌不自主战栗来增加产热

C.正常情况下，体内酶的活性在①②③时间段内相同

D.在②时间段内，皮肤毛细血管收缩是非条件反射，减少散热，散热量小于①时间段

能力提升

5. 下图表示机体由 T_1 环境进入 T_2 环境的过程中产热量和散热量的变化，下列叙述正确的是（　B　）



A.根据图示信息可知 $T_2 > T_1$

B.曲线 A 表示产热量，曲线 B 表示散热量

C.$a \sim b$ 过程中机体通过皮肤毛细血管舒张，汗腺分泌增加等方式增加散热

D.T_2 环境中由于产热量和散热量均高于 T_1 环境，机体表现为体温升高

6. 下图表示机体生理调节的三种方式，下列相关叙述错误的是（　A　）

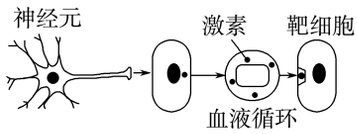


图1

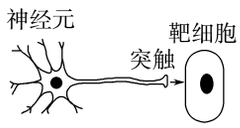


图2

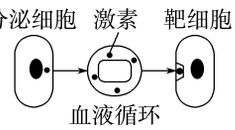


图3

A.下丘脑接受寒冷刺激后分泌 TRH 的过程属于图 1所示调节方式

B.图 2 可表示神经细胞分泌神经递质作用于唾液腺细胞

C.图 3 可表示胰岛 A 细胞分泌胰高血糖素作用于肝细胞

D.图 2 所示调节方式属于神经调节，调节速度比图 3 所示调节方式快

7. 热射病是由持续高温环境引起的体温调节中枢功能障碍，典型临床表现为高热、意识障碍和无汗。失温症患者的大脑和心、肺等核心区温度持续低于 35 ℃，并出现寒战、心肺功能衰竭等症状。下列说法正确的是（　A　）

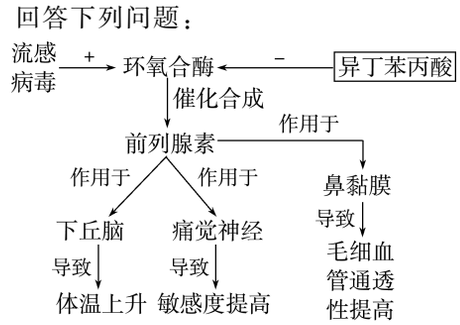
A.热射病患者出现意识障碍可能是由于高温引起神经系统损害

B.失温初期，机体通过神经—体液调节，使骨骼肌战栗以增加产热

C.热射病患者体内酶活性增强导致代谢加快，表现为高热

D.在失温的过程中，皮肤内毛细血管收缩，散热量明显少于失温之前

8. 甲流患者常表现为高热、咽痛、鼻塞（鼻黏膜肿胀）等症状。下图表示甲型流感病毒在人体内的相关作用机理，其中异丁苯丙酸为解热镇痛类药物中的成分。回答下列问题：



注：“+”表示促进，“−”表示抑制。

(1)服药后高热症状得到缓解，体温逐渐恢复正常，该过程中毛细血管_____（填“舒张”或“收缩”），毛孔开放，体内甲状腺激素含量_____。结合图示分析，药物中的成分异丁苯丙酸发挥解热镇痛作用的机理是_____。

(2)人体的热量主要来自_____等产热器官,皮肤散热主要通过_____(答出三点)以及蒸发的方式进行。人体感染甲型流感病毒后体温上升的过程中,机体的散热量_____(填"大于""小于"或"等于")产热量。

(3)结合图示分析,人体感染甲型流感病毒后出现鼻塞的原因可能是_____。

解析:(1)高热症状缓解,体温逐渐恢复正常的过程中,毛细血管舒张增加散热。甲状腺激素可以促进物质代谢,从而增加产热,因此在体温降低过程中,体内甲状腺激素含量减少。结合题图分析,药物中的成分异丁苯丙酸发挥解热镇痛作用的机理是异丁苯丙酸抑制环氧合酶的活性,使人体内的前列腺素含量下降,从而抑制体温的上升以及降低痛觉神经的敏感度。(2)人体热量的主要来源是骨骼肌、肝、脑等器官的代谢产热,皮肤散热主要通过辐射、传导、对流以及蒸发的方式进行。当机体散热量小于产热量时,体温会逐渐上升,所以人体感染甲型流感病毒后体温上升的过程中,机体的散热量小于产热量。(3)结合题图分析,流感病毒促进环氧合酶的活性,引起前列腺素分泌增加,前列腺素作用于鼻黏膜,使得毛细血管通透性提高,导致血浆进入组织液的蛋白质增多,最终引发鼻塞。

答案:(1)舒张　减少　抑制环氧合酶的活性,使前列腺素含量下降,从而抑制体温上升以及降低痛觉神经的敏感度　(2)骨骼肌、肝、脑　辐射、传导、对流　小于　(3)流感病毒促进环氧合酶的活性,引起前列腺素分泌增加,前列腺素作用于鼻黏膜,毛细血管通透性提高,由血浆进入组织液的蛋白质增多

第 2 课时　水盐平衡调节及体液调节与神经调节的相互关系

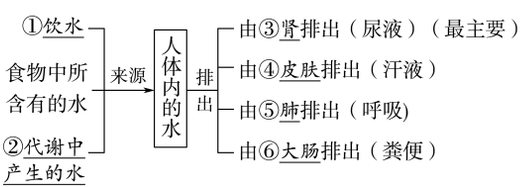
学习任务目标

1.基于科学事实,阐明水盐平衡调节的过程,并建构调节模型。
2.通过具体事例,说明神经调节和体液调节之间的相互关系。
3.基于对体液调节的认识,对人的健康生活、疾病治疗等现实问题作出解释和判断。

○ 问题式预习 ○

一、水和无机盐平衡的调节

1.水的摄入和排出

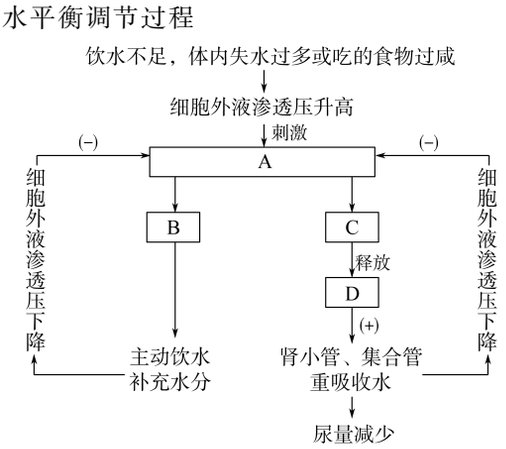


2.Na^+的来源和去向

Na^+的主要来源是食盐,几乎全部由小肠吸收,主要经肾随尿排出,排出量几乎等于摄入量。

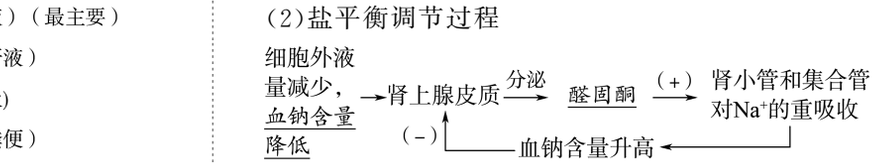
3.水盐平衡调节过程

(1)水平衡调节过程



图中A是下丘脑(渗透压感受器),B是大脑皮层,C是垂体,D是抗利尿激素。

(2)盐平衡调节过程



4.水盐平衡调节方式

水和无机盐的平衡,是在神经调节和激素调节的共同作用下,通过调节尿量和尿的成分实现的。

二、神经调节和体液调节的相互关系及意义

1.体液调节和神经调节的关系

(1)一方面,不少内分泌腺直接或间接地受中枢神经系统的调节,在这种情况下,体液调节可以看作神经调节的一个环节。

(2)另一方面,内分泌腺分泌的激素也可以影响神经系统的发育和功能。

2.意义

人和高等动物体的各项生命活动常常同时受神经和体液的调节。正是由于这两种调节方式的配合,各器官、系统的活动才能协调一致,内环境的稳态才得以维持,各项生命活动才能正常进行,机体才

能适应环境的不断变化。

◇思考

[教材第60页旁栏思考]一般情况下,冬天人的尿较多,夏天人的尿较少。为什么会出现这种情况呢?

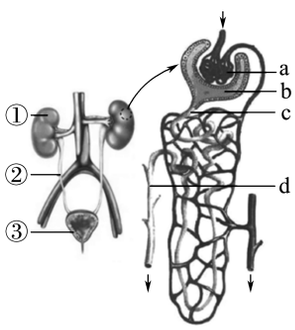
提示:尿液的多少与水的产生和排出有关系。冬天相比于夏天,汗腺分泌减少,同时机体因代谢生成的水增多,导致尿量增加。

○ 任务型课堂 ○

任务 水盐平衡的调节

探究活动

下图是人体泌尿系统结构模式图,据图回答有关问题:



(1)图中a、b、c、d分别代表什么部位?请用图中字母和箭头(→)表示血浆形成尿液的过程。

提示:a、b、c、d分别代表肾小球、肾小囊、肾小管、集合管;a→b→c→d。

(2)b中液体成分与a中的血液最主要的区别是什么?

提示:b中液体成分与a中的血液相比,主要缺少的是血细胞和大分子蛋白质。

(3)抗利尿激素主要作用于图中哪部分结构?其作用是什么?

提示:作用于c、d;促进肾小管和集合管对水的重吸收,减少尿量。

(4)尝试写出水盐平衡调节过程中的神经调节途径和神经—体液调节途径的具体流程。

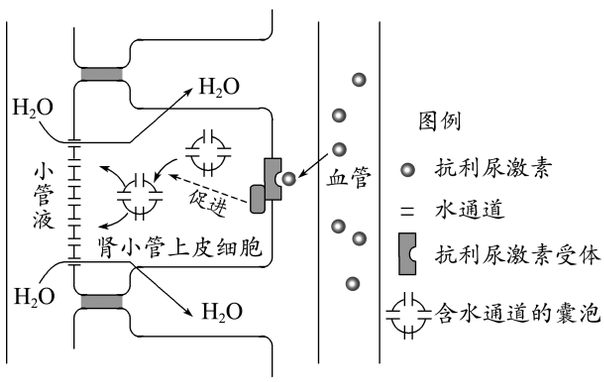
提示:神经调节途径:细胞外液渗透压升高→下丘脑渗透压感受器→大脑皮层→主动饮水、补充水分;神经—体液调节途径:细胞外液渗透压升高→下丘脑渗透压感受器→下丘脑分泌、垂体释放抗利尿激素→肾小管和集合管重吸收水→尿量减少。

(5)根据水盐平衡调节过程分析,人体水盐平衡调节的刺激信号、感受器、神经中枢分别是什么?

提示:刺激信号是细胞外液渗透压的变化或细胞外液含量、血钠含量的变化。感受器是下丘脑渗透压感受器。神经中枢是下丘脑水盐平衡调节中枢。

【探究总结】

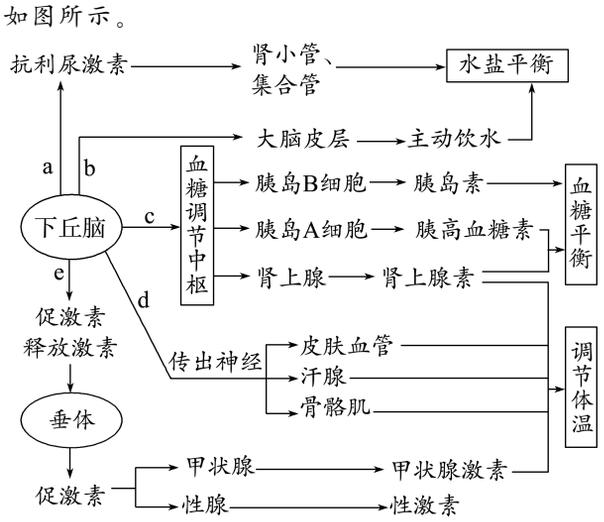
1.抗利尿激素的作用机理图示



抗利尿激素与肾小管上皮细胞膜上的特异性受体结合后,促进储存水通道蛋白的囊泡与细胞膜(管腔面)融合,使细胞膜(管腔面)上水通道蛋白的数量增加,最终促进了肾小管上皮细胞对水的重吸收。

2.下丘脑在生命活动调节中的作用

下丘脑的部分细胞称为神经分泌细胞,既能传导神经冲动,又有分泌激素的功能,下丘脑集多种功能于一身,可概括为调节、感受、分泌、传导四大功能,如图所示。



(1)调节

①血糖调节:下丘脑中的血糖调节中枢通过神经调节直接作用于胰岛细胞和肾上腺,调节胰岛素、胰高血糖素和肾上腺素的分泌(图中c)。

②体温调节:下丘脑中的体温调节中枢可调节体温的相对恒定(图中d)。

③水盐平衡调节:下丘脑中具有水盐平衡调节中枢,通过该中枢调节体内的水盐平衡(图中a、b)。

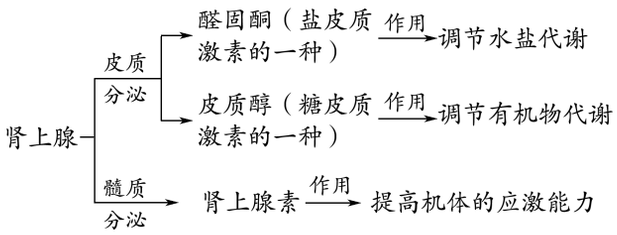
④内分泌调节：下丘脑通过分泌多种促激素释放激素作用于垂体，通过垂体来调节多种内分泌腺的分泌活动（图中e）。

（2）感受：下丘脑中有渗透压感受器，可以感受内环境中渗透压的改变，从而调节水盐平衡。

（3）分泌：下丘脑可以分泌抗利尿激素，调节水盐平衡（图中a）。

（4）传导：下丘脑可将渗透压感受器产生的兴奋传导至大脑皮层，使人通过饮水行为来直接调节水的摄入量（图中b）。

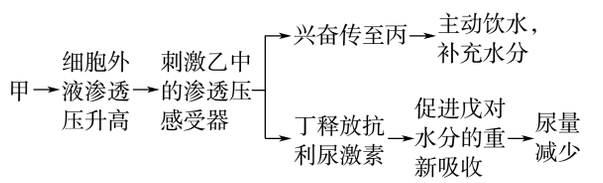
3.肾上腺分泌的各种激素及其作用



醛固酮的分泌受血钠浓度的调控，皮质醇的分泌受下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴的调控，存在分级调节和反馈调节。肾上腺素的分泌受神经调节。

评价活动

1.下图表示水盐调节的部分过程，下列相关叙述正确的是（　　）



A.图中的甲是进食糖类食物过多、饮水过多

B.图中所示水盐调节的过程有体液调节，没有神经调节

C.大脑皮层能调节人的饮水行为，所以水盐调节中枢在大脑皮层中

D.乙、丁、戊分别是下丘脑、垂体、肾小管与集合管

D　**解析**：题图中的甲引起细胞外液渗透压升高，故甲是饮水不足、机体失水过多、吃的糖类食物过多或吃的食物过咸等，A错误；题图所示过程既有神经调节也有体液调节，B错误；水盐调节中枢在下丘脑，C错误；分析题图可知，乙、丁、戊分别是下丘脑、垂体、肾小管和集合管，D正确。

2.人体下丘脑具有内分泌功能，也是一些调节中枢的所在部位。下列有关下丘脑的叙述，错误的是（　　）

A.下丘脑能感受细胞外液渗透压的变化

B.下丘脑能分泌抗利尿激素和促甲状腺激素

C.下丘脑参与水盐平衡的调节，下丘脑有水盐平衡调节中枢

D.下丘脑能感受体温的变化，下丘脑有体温调节中枢

B　**解析**：内环境渗透压感受器位于下丘脑内，下丘脑能感受细胞外液渗透压的变化，A正确；抗利尿激素由下丘脑合成并分泌，促甲状腺激素由垂体合成并分泌，B错误；下丘脑内存在渗透压感受器、体温感受器、血糖浓度感受器等多种感受器，同时也是水盐平衡中枢、体温调节中枢、血糖调节中枢等的所在部位，C、D正确。

3.醛固酮（ALD）是肾上腺合成和分泌的类固醇激素，具有“吸钠排钾”的作用，是调节水盐代谢及血压的激素，对心血管病、肾病、内分泌疾病的诊断和治疗有重要意义。药物依普利酮能竞争性结合醛固酮受体从而使尿量增加。下列相关说法错误的是（　　）

A.ALD分泌过多时，神经元的静息电位绝对值增大

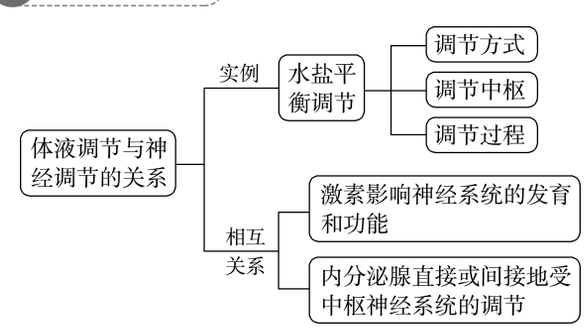
B.严重腹泻患者的血钠含量降低，ALD分泌量会增加

C.醛固酮的分泌受下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴的调控

D.使用依普利酮后促进了肾小管和集合管对Na^+的重吸收

D　**解析**：醛固酮（ALD）分泌过多促进K^+排出体外，导致细胞外液中K^+浓度降低，神经元静息电位（主要依赖K^+外流）绝对值增大，A正确；严重腹泻时血钠丢失，机体通过增加醛固酮分泌促进肾小管和集合管对Na^+的重吸收，以维持血钠平衡，B正确；醛固酮属于肾上腺皮质激素，其分泌受下丘脑（促肾上腺皮质激素释放激素）→垂体（促肾上腺皮质激素）→肾上腺皮质轴的分级调节，C正确；依普利酮竞争性结合醛固酮受体，阻断醛固酮的生理效应，会抑制肾小管和集合管对Na^+的重吸收（减少吸钠），从而使尿量增加，D错误。

提质归纳



课后素养评价(十三)

基础落实

知识点1　水盐平衡调节

1.抗利尿激素分泌异常的人在一次性大量饮水后,可能会引起血浆渗透压下降和循环血量增多,导致水中毒。下列相关叙述正确的是　　(　D　)

A.为减少去厕所的次数而很少喝水的,这种做法值得推广

B.抗利尿激素分泌过少的个体更容易发生水中毒

C.肾小管通过主动运输吸收水的过程受抗利尿激素的调节

D.人体产生口渴感觉的中枢在大脑皮层,该过程不属于反射

2.肝硬化患者肝细胞灭活醛固酮的功能减退,会出现组织水肿现象。下列叙述错误的是　　(　A　)

A.醛固酮与靶细胞膜上的受体结合并发挥作用后就会被灭活

B.醛固酮含量升高造成 Na^+、水潴留,细胞外液增多而导致组织水肿

C.组织水肿发生时,组织液和血浆之间的水分子仍然能进行相互交换

D.肾上腺皮质分泌的醛固酮能促进肾小管和集合管对 Na^+ 的重吸收

知识点2　神经调节和体液调节的关系

3.动物受到惊吓刺激时,兴奋经过反射弧中的传出神经作用于肾上腺,使其分泌肾上腺素;兴奋还通过传出神经作用于心脏。下列相关叙述错误的是　　(　　)

A.肾上腺素需要经过体液运输到达靶细胞

B.肾上腺素分泌增加会使动物警觉性提高

C.只有靶细胞中才具有肾上腺素受体基因

D.动物肾上腺的分泌活动受神经系统支配

C　**解析**:肾上腺素属于激素,激素通过体液运输到全身各处,但只作用于特定的靶细胞或靶器官,A正确;肾上腺素在应激反应中分泌增加,能提高中枢神经系统的兴奋性,使机体警觉性升高,反应灵敏,B正确;所有体细胞均由同一受精卵经有丝分裂和分化而来,均含有相同的遗传物质,但该基因仅在靶细胞中表达并合成相应受体蛋白,非靶细胞虽然含有该基因但不表达,C错误;题干明确描述"兴奋经过反射弧中的传出神经作用于肾上腺",说明肾上腺素的分泌直接受神经系统反射弧的支配,D正确。

4.体液调节与神经调节的联系之一是内分泌腺直接或间接受神经系统的调节。下列实例中,属于该联系的是　　(　　)

A.甲状腺激素分泌不足使神经系统的兴奋性降低,人的记忆力减退

B.血液中较高浓度的 CO_2 可以刺激呼吸中枢,使呼吸加深加快

C.下丘脑分泌的促性腺激素释放激素促进垂体释放促性腺激素

D.交感神经兴奋时,肾上腺髓质分泌肾上腺素作用于靶细胞

D　**解析**:甲状腺激素分泌不足使神经系统的兴奋性降低,人的记忆力减退,这是激素(甲状腺激素)对神经系统的影响,而不是神经系统对内分泌腺的调节,A不符合题意;血液中较高浓度的 CO_2 可以刺激呼吸中枢,使呼吸加深加快,这是体液调节直接作用于神经中枢(脑干呼吸中枢),并未体现神经系统调节内分泌腺,B不符合题意;下丘脑分泌的促性腺激素释放激素促进垂体释放促性腺激素,体现了激素的分级调节,神经调节并未参与,C不符合题意;交感神经兴奋时,肾上腺髓质分泌肾上腺素作用于靶细胞,该过程体现了内分泌腺直接受神经系统的调节,D符合题意。

能力提升

5.等渗性失水指机体中的水分和各种无机盐成比例丢失,使细胞外液量减少,但不改变细胞外液渗透压,常发生于外科手术后。若机体等渗性失水状态持续时间过长,则细胞内液会迁移到内环境中,引发细胞缺水,此时机体可能发生的变化是　(　B　)

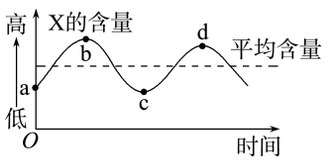
A.机体丢失大量 Na^+,醛固酮分泌量减少,尿量减少

B.机体丢失大量 HCO_3^-,酸碱度调节能力减弱,容易诱发酸中毒

C.细胞内液转移至内环境,导致内环境中蛋白质含量大幅度增加

D.下丘脑的渗透压感受器兴奋,尿量减少

6.图中曲线表示正常成年人血液中化学物质X随时间变化的情况，下列叙述错误的是　　（　C　）



A.若X代表甲状腺激素，则在b点因反馈调节导致TRH的分泌减少

B.若X代表抗利尿激素，则在c点肾小管和集合管细胞对水的通透性较弱

C.若X代表Na^+，则b→c段肾上腺髓质分泌的醛固酮会增加

D.若X代表血糖，则c→d段可表示人体空腹时血液流经肝细胞

7.梅尼埃病表现为反复发作的眩晕、听力下降，并伴有内耳淋巴水肿。检测正常人及该病患者急性发作期血清中相关激素水平的结果如下表，临床上常用利尿剂（促进尿液产生）进行治疗。下列关于该病患者的叙述，错误的是　　（　B　）

组别	抗利尿激素浓度/($ng\cdot L^{-1}$)	醛固酮浓度/($ng\cdot L^{-1}$)
正常对照组	19.83	98.40
急性发病组	24.93	122.82

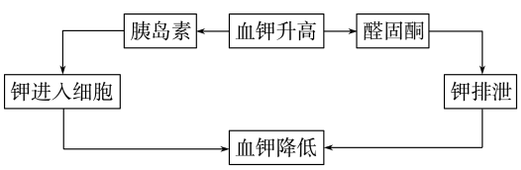
A.内耳的听觉感受细胞生存的内环境稳态失衡会影响听力

B.发作期抗利尿激素水平的升高使细胞外液渗透压升高

C.醛固酮的分泌可受下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴调控

D.急性发作期使用利尿剂治疗的同时应该保持低盐饮食

8.人体中的钾离子大部分存在于细胞内，少量存在于细胞外液，且浓度较恒定。血钾的平衡稳定对维持人体正常的生命活动有重要意义。人体血钾的调节途径主要有胰岛素途径和醛固酮途径，如下图所示。肾脏排钾功能出现障碍时，容易引起高血钾症。回答下列问题：



（1）人体中的钾主要来自食物，其排出途径主要有_____、_____和通过消化道排出。

（2）醛固酮是由_____分泌的激素，其作用的部位主要是肾小管和集合管，除了能促进钾离子排泄，使血钾降低，还能_____。

（3）低血钾症患者心肌细胞对刺激的敏感性降低，更不容易兴奋，原因是_____。

（4）由胰岛B细胞受损引起的糖尿病患者，其血钾一般_____（填“高于”或“低于”）正常值。对于由肾脏排钾功能障碍引起的高血钾症患者，一般采用注射胰岛素的方式进行治疗，但注射胰岛素的同时要注射葡萄糖。采用该方式治疗需注射葡萄糖的原因是_____。

解析：（1）人体中钾的排出途径主要有通过肾脏随尿液排出、通过皮肤随汗液排出以及通过消化道排出。（2）醛固酮由肾上腺皮质分泌，作用于肾小管和集合管，除促进K^+排泄，使血钾降低外，还能促进肾小管和集合管对Na^+的重吸收，从而使血钠升高。（3）静息电位的形成与K^+外流有关，低血钾症患者细胞外液K^+浓度低，心肌细胞静息电位的绝对值变大，导致心肌细胞需要更强的刺激才能引发兴奋，所以对刺激的敏感性降低。（4）结合题图可知，胰岛B细胞受损，胰岛素分泌不足，钾离子进入细胞减少，血钾一般高于正常值。给由肾脏排钾功能障碍引起的高血钾症患者注射胰岛素，胰岛素能促进钾离子进入细胞以降低血钾，但胰岛素具有降血糖功能，会使血糖降低，所以同时注射葡萄糖可防止血糖过低。

答案：（1）通过肾脏随尿液排出　通过皮肤随汗液排出　（2）肾上腺皮质　促进（肾小管和集合管）对Na^+的重吸收　（3）低血钾症患者心肌细胞静息电位的绝对值变大，更不容易产生动作电位　（4）高于　胰岛素能促进钾离子进入细胞，使血钾降低，但也会使血糖降低，注射葡萄糖可防止血糖过低

专项提升课　动物生命活动调节模型

一、动物生命活动调节方式的基础模型

1.神经调节——完全依赖反射弧完成，仅涉及“神经递质”这种信号分子。

模型：刺激 → 神经 → 组织器官

举例：膝跳反射、缩手反射等。

2.体液调节——仅涉及“激素”或“CO_2”等体液因子。

模型：刺激 → 内分泌腺 → 体液 → 组织器官

举例：人进食后血糖浓度升高，引起胰岛B细胞分泌胰岛素，使血糖浓度降低。

3.神经—体液调节——既有神经系统调节，又有体液调节，涉及“神经递质”与“激素”两类信号分子。

(1)模型Ⅰ

刺激 → 神经 → 内分泌腺 → 体液 → 组织器官

举例：血糖浓度降低，下丘脑通过有关神经使胰岛A细胞分泌胰高血糖素，使血糖浓度升高。

(2)模型Ⅱ

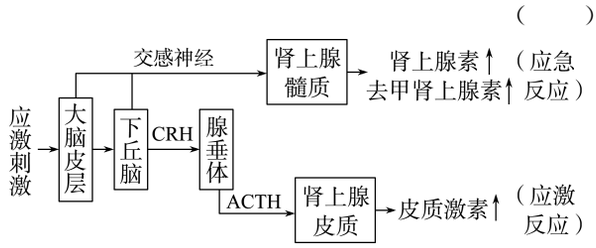
刺激 → 神经 → 内分泌腺 → 体液 → 内分泌腺 → 体液 → 组织器官

举例：日照长短变化刺激鸟类的神经系统，下丘脑分泌促性腺激素释放激素作用于垂体，垂体分泌促性腺激素作用于性腺，性腺分泌的性激素增加，促使鸟类产卵。

注：模型Ⅰ和模型Ⅱ中，相应激素的分泌属于神经调节；相应激素对生命活动起到了相应的调节作用，才属于神经—体液调节。

对点训练

1.应激刺激可促进肾上腺分泌肾上腺素、去甲肾上腺素和皮质激素，从而响应应急反应与应激反应，调节机制如图所示。下列叙述错误的是（　　）



A.图中CRH表示促肾上腺皮质激素

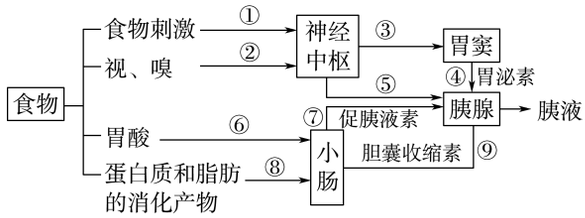
B.下丘脑—腺垂体—肾上腺皮质形成分级调节系统

C.机体进行应急反应时，血糖浓度升高可保证能量供应

D.接受应激刺激时，机体肾上腺髓质激素分泌更快，心跳和呼吸加快

A　**解析**：下丘脑释放的激素为促激素释放激素，所以CRH表示促肾上腺皮质激素释放激素，A错误；下丘脑—腺垂体—肾上腺皮质在肾上腺皮质激素的分泌过程中存在分层调控，构成了分级调节系统，B正确；机体进行应急反应时，肾上腺素分泌增多，能促进血糖浓度升高，以保证能量供应，C正确；接受应激刺激时，机体能通过神经调节直接作用于肾上腺髓质，使其快速分泌肾上腺素和去甲肾上腺素，从而使心跳和呼吸加快，而皮质激素的分泌属于激素调节，速度较慢，D正确。

2.人和高等动物胰液的分泌受神经—体液调节，进食可引起胰液大量分泌(如图)。下列分析正确的是（　　）



A.调节过程①和②引起胰腺分泌胰液均需要通过大脑皮层

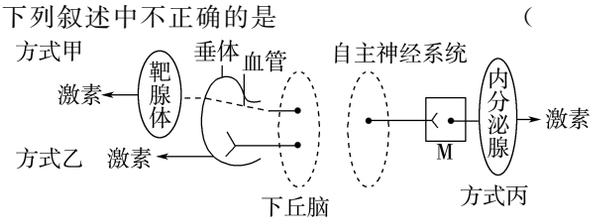
B.食物刺激通过①③途径引起胃窦分泌胃泌素的过程属于神经—体液调节

C.胃酸刺激小肠黏膜分泌促胰液素作用于胰腺比过程⑤缓慢

D.图中反映出胰腺细胞接收信号分子的受体有3种

C　**解析**：调节过程①为先天形成的，不需要经过大脑皮层，过程②引起胰腺分泌胰液为后天形成的，需要经过大脑皮层，A错误；食物刺激通过①③途径引起胃窦分泌胃泌素的过程经过完整的反射弧结构，属于神经调节，B错误；胃酸刺激小肠黏膜分泌促胰液素作用于胰腺为体液调节，促胰液素需要经体液运输，所以比过程⑤神经调节要缓慢，C正确；题图中反映出胰腺细胞接收信号分子的受体有4种，分别是胃泌素、神经递质、促胰液素、胆囊收缩素的受体，D错误。

3.下图所示为神经系统对激素分泌的3种调节方式，下列叙述中不正确的是（　　）



A.甲状腺激素的分泌符合图中方式甲，方式甲中下丘脑的活动受靶腺体分泌激素的负反馈调节

B.性激素、抗利尿激素、肾上腺素的合成和分泌分别符合图中方式甲、乙、丙

C.兴奋在M处单向传递，是因为神经递质只能由突触前膜释放作用于突触后膜

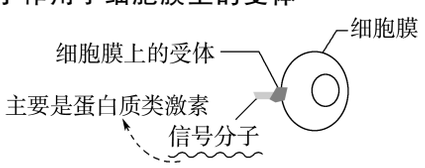
D.方式丙中激素的释放为神经—体液调节的结果，效应器是内分泌腺

D　**解析**：若方式甲中的靶腺体为甲状腺，则甲状腺分泌的甲状腺激素过多时会抑制垂体和下丘脑分泌相应的激素，此时下丘脑的活动受靶腺体分泌激

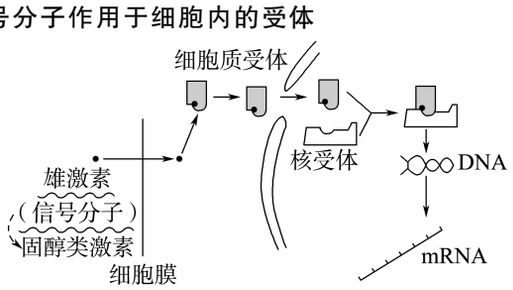
素的负反馈调节，A 正确。性激素的合成和分泌受下丘脑与垂体的分级调节，符合图中方式甲；抗利尿激素由下丘脑合成和分泌、经垂体释放，符合图中方式乙；肾上腺素由神经系统调控肾上腺合成和分泌，符合图中方式丙，B 正确。神经递质只能由突触前膜释放作用于突触后膜，因此兴奋在 M 所示的突触处是单向传递的，C 正确。方式丙中，下丘脑中的神经系统将兴奋传至内分泌腺，内分泌腺分泌某种激素，这是一个神经调节过程，没有体液调节，在神经调节中，传出神经末梢及其所支配的腺体或肌肉称为效应器，这里传出神经末梢和内分泌腺属于效应器，D 错误。

二、激素作用于细胞的两种模型

1.信号分子作用于细胞膜上的受体

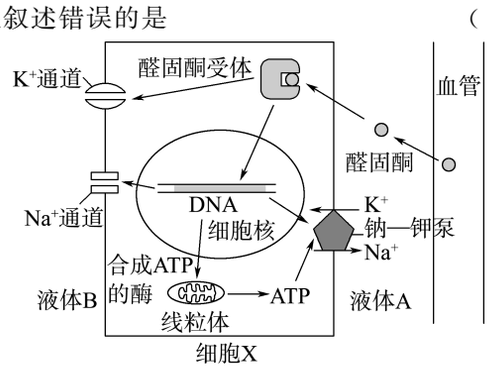


2.信号分子作用于细胞内的受体



对点训练

4.醛固酮是一种类固醇激素，参与调节人体内的水和无机盐的平衡。下图表示醛固酮的作用过程，下列相关叙述错误的是（　　）



A.图中细胞 X 可能是肾小管或集合管细胞

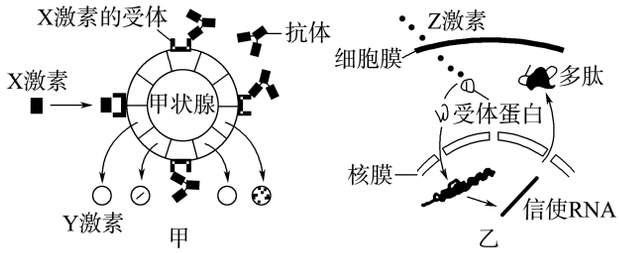
B.醛固酮进入受体细胞才能发挥作用

C.醛固酮可能是通过促进细胞 X 内 Na^+ 通道等的合成来发挥作用的

D.若人体内醛固酮分泌异常减少，可能会引发高血钠的症状

D　**解析**：醛固酮的作用是促进肾小管和集合管对 Na^+ 的重吸收，故细胞 X 可能是肾小管或集合管细胞，醛固酮分泌异常减少可能会引发低血钠的症状，A 正确，D 错误；根据题图可知，醛固酮受体位于细胞内，因此醛固酮进入靶细胞才能与受体结合并发挥作用，B 正确；分析题图可知，醛固酮与细胞 X 内的受体结合后可能是通过促进 Na^+ 通道等的合成来发挥作用的，C 正确。

5.下图为哺乳动物生命活动调节的部分示意图，X 激素是促甲状腺激素，Z 激素是性激素，请分析并回答下列问题：



(1)冬天，当我们从教室走向寒冷的室外，体内_____（用图中字母表示）激素分泌量增加，从而提高细胞代谢的速率，使机体产生更多的热量，这是_____调节的结果。

(2)X 激素只作用于甲状腺，是因为_____。

(3)“Graves 氏病”是由患者机体产生的抗体与 X 激素有相同的生理效应而引起的（图甲所示）。与正常人相比，“Graves 氏病”患者血液中 Y 激素的含量高，而引起 X 激素的含量_____，该调节机制为_____调节。

(4)细胞外的 Z 激素进入细胞的方式是_____，Z 激素能影响靶细胞遗传信息表达的原因是_____。

解析：(1)在寒冷环境中，甲状腺激素的分泌量增加，甲状腺激素作用于靶细胞，提高细胞代谢的速率，增加产热量以维持体温的相对稳定。由题图甲可知，Y 激素由甲状腺合成和分泌，故 Y 激素是甲状腺激素。该调节过程中，神经和激素都起了调节作用，因此该过程的调节方式是神经—体液调节。(2)由题图甲可知，X 激素只作用于甲状腺，是因为只有甲状腺细胞膜表面有 X 激素的特异性受体。(3)由题意可知，“Graves 氏病”是由于患者机体产生的抗体与促甲状腺激素的作用相同，抗体与甲状腺细胞上的受体结合后，也会促进甲状腺分泌甲状腺激素。因此，与正常人相比，患者血液中的甲状腺激素含量较高，通过负反馈调节抑制促甲状腺激素的合成和分泌。“Graves 氏病”患者血液中 Y 激素的含量高，而引起 X 激素的含量下降的调节机制是（负）反馈调节。(4)性激素的化学本质是脂质，以自由扩散方式进入细胞；Z 激素与细胞内的受体蛋白结合后，把信息传递至细胞核，促进有关基因转录形成 mRNA。

答案：(1)Y　神经—体液　(2)甲状腺细胞膜表面有 X 激素的特异性受体　(3)降低　(负)反馈　(4)自由扩散　Z 激素与受体蛋白结合，促进有关基因转录形成 mRNA

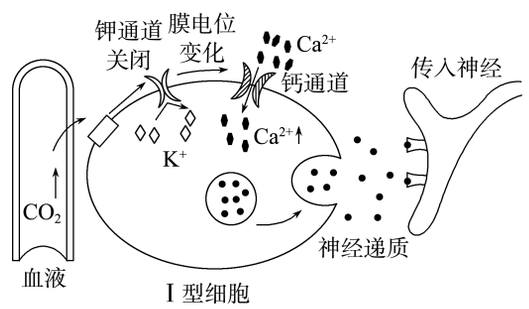
★★★

迁·移·应·用

活动　深度理解信息分子的作用机制

【真题呈现】

(2025·河北卷)血液中 CO_2 浓度升高刺激Ⅰ型细胞,由此引发的 Ca^{2+} 内流促使神经递质释放,引起传入神经兴奋,最终使呼吸加深加快。通过Ⅰ型细胞对信息进行转换和传递的通路如图所示。下列叙述错误的是　(　　)



A.Ⅰ型细胞受 CO_2 浓度升高刺激时,胞内 K^+ 浓度降低,引发膜电位变化

B.阻断Ⅰ型细胞的 Ca^{2+} 内流,可阻断该通路对呼吸的调节作用

C.该通路可将 CO_2 浓度升高的刺激转换为传入神经的电信号

D.机体通过Ⅰ型细胞维持 CO_2 浓度相对稳定的过程存在负反馈调节

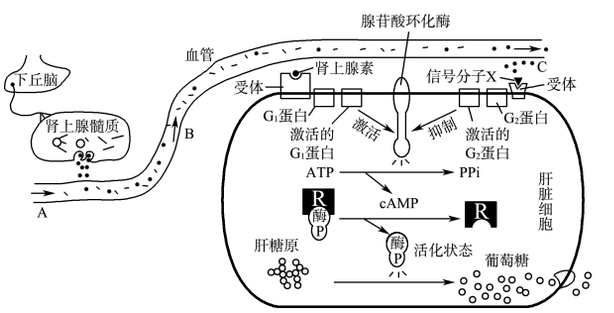
A　**解析**:由题图可知,Ⅰ型细胞受 CO_2 浓度升高刺激时,钾通道关闭,K^+ 外流减少,胞内 K^+ 浓度升高,A错误;由题意可知,Ca^{2+} 内流促使神经递质释放,引起传入神经兴奋,最终使呼吸加深加快,故阻断Ⅰ型细胞的 Ca^{2+} 内流,可阻断该通路对呼吸的调节作用,B正确;血液中 CO_2 浓度升高刺激Ⅰ型细胞,引发的 Ca^{2+} 内流促使神经递质释放,引起传入神经兴奋,故该通路可将 CO_2 浓度升高的刺激转换为传入神经的电信号,C正确;CO_2 浓度升高,机体通过Ⅰ型细胞引起传入神经兴奋,最终使呼吸加深加快,血液中 CO_2 浓度降低,属于负反馈调节,D正确。

【真题溯源】

细胞信号转导是指细胞通过细胞膜受体或胞内受体感受信息分子的刺激,经细胞内信号转导系统转换,从而影响细胞生物学功能的过程。

人体细胞之间的通信多数是通过信号分子传递的。细胞所接收的信号包括物理信号和化学信号,激素、神经递质等是由细胞合成和释放的,通过扩散或体液运送,是人体信息传递的"第一信使"。"第一信使"与受体作用后在细胞内最早产生的信号物质称为"第二信使",目前公认的"第二信使"有cAMP、cGMP、三磷酸肌醇(IP_3)、Ca^{2+} 等,功能是启动和协助细胞内信号的逐级放大。

cAMP[环化一磷酸腺苷,由腺苷三磷酸(ATP)脱掉两个磷酸缩合而成]是一种细胞内的信号分子。人在饥饿时,肾上腺髓质分泌的肾上腺素可参与血糖调节,使血糖浓度升高,调节机理及部分过程如下图所示。



【情境发掘】

1.据图写出在肾上腺素的调节作用下,血糖浓度升高的过程。

提示:肾上腺素与受体结合后使 G_1 蛋白激活,进而激活腺苷酸环化酶,促进ATP产生cAMP;cAMP促进酶P活化,在酶P的作用下,肝糖原分解产生葡萄糖,使血糖浓度升高。

2.上图可以显示出激素调节具备什么特点?

提示:通过体液运输;作用于靶器官、靶细胞;作为信使传递信息。

【总结提升】

动物激素、酶、神经递质的比较

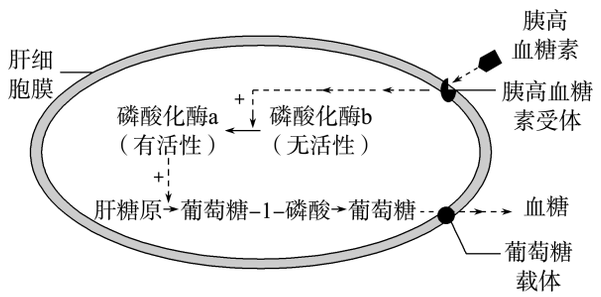
项目	动物激素	酶	神经递质
化学本质	有机物	蛋白质或RNA	多为小分子有机物
产生部位	内分泌细胞	活细胞	神经元
作用	调节	催化	调节
作用部位	靶细胞或靶器官	细胞内外	突触后膜

续表

项目	动物激素	酶	神经递质
作用后去向	失活	数量和性质不变	降解或回收
共同点	与相应的分子结合后发挥作用		

【变式训练】

1.(2023·浙江1月选考)胰高血糖素可激活肝细胞中的磷酸化酶,促进肝糖原分解成葡萄糖,提高血糖水平,其作用机理如图所示。



下列叙述正确的是　　(　　)

A.胰高血糖素经主动运输进入肝细胞才能发挥作用

B.饥饿时,肝细胞中有更多磷酸化酶b被活化

C.磷酸化酶a能为肝糖原水解提供活化能

D.胰岛素可直接提高磷酸化酶a的活性

B　**解析**:胰高血糖素属于大分子信息分子,不会进入肝细胞,需要与膜上的特异性受体结合才能发挥作用,A错误;饥饿时,胰高血糖素分泌增加,肝细胞中有更多磷酸化酶b被活化成磷酸化酶a,加快糖原的分解,以维持血糖浓度相对稳定,B正确;磷酸化酶a不能为肝糖原水解提供活化能,酶的作用机理是降低化学反应所需的活化能,C错误;根据题图无法判断胰岛素和磷酸化酶a的活性的关系,且胰岛素为大分子物质,不能直接进入细胞内发挥作用,D错误。

2.(2025·重庆卷)人体的脂质合成存在昼夜节律,长期熬夜会破坏脂质合成的节律,从而增加患肥胖等代谢性疾病的风险。

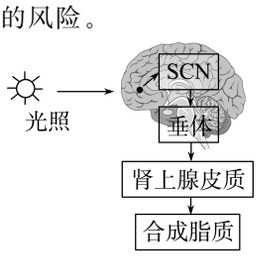


图1

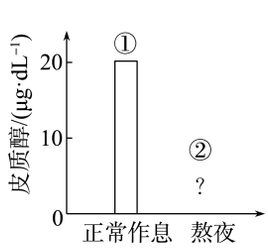


图2

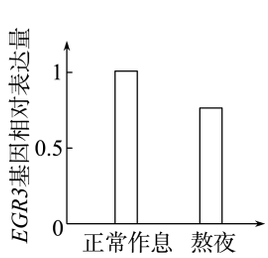


图3

(1)光信号影响脂质合成的过程如图1所示,昼夜节律的调节中枢SCN位于_____。光信号通过神经影响激素的分泌,从而调节脂质合成。这种调节方式属于_____调节。

(2)熬夜会增加促肾上腺皮质激素的分泌。研究者测定了两组志愿者体内的皮质醇含量(图2),推测②比①_____。皮质醇变化引起脂肪组织*EGR3*基因的表达变化,是熬夜导致肥胖的重要原因。由图3推测,EGR3对脂质合成的作用是_____。

(3)保持良好的作息习惯有利于控制体重。与熬夜相比,正常作息时,夜间体内会发生的过程有_____。

A.感光细胞向SCN传递的兴奋信号减少

B.皮质醇促进*EGR3*基因的表达

C.肾上腺皮质的活动增强

D.脂肪组织*EGR3*基因的表达量上升

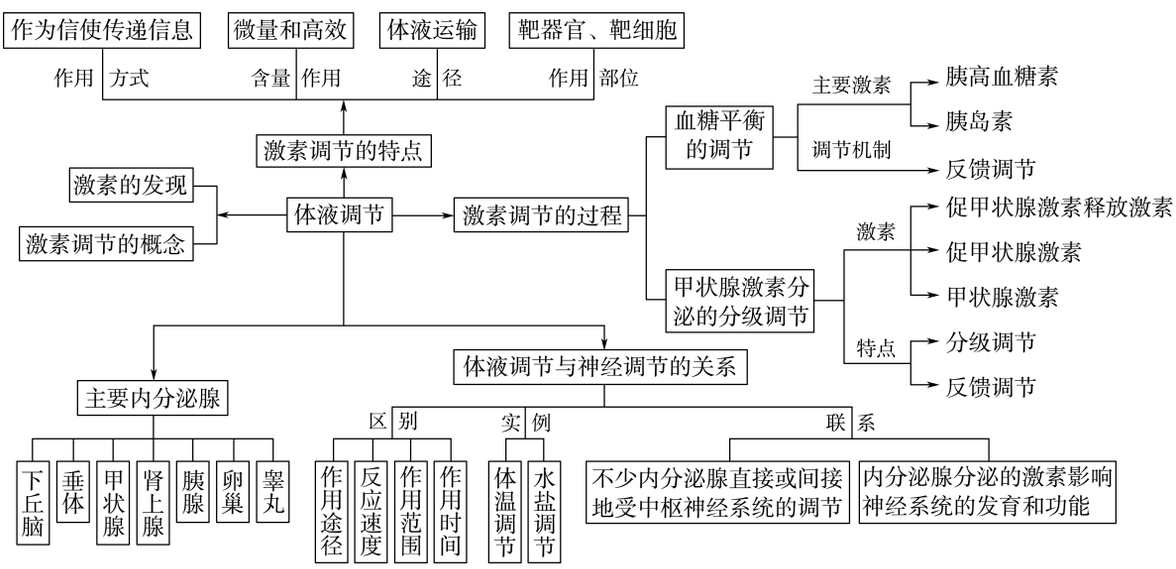
解析:(1)在人体的调节系统中,昼夜节律的调节中枢SCN(视交叉上核)位于下丘脑。光信号首先通过神经传导,然后影响激素的分泌,最后调节脂质合成,这种调节方式既有神经调节(光信号通过神经传递)又有体液调节(激素参与调节),属于神经—体液调节。(2)因为题干提到长期熬夜会破坏脂质合成节律,增加肥胖风险,而熬夜会增加促肾上腺皮质激素的分泌,促肾上腺皮质激素会促进皮质醇分泌,所以推测熬夜组(②)的皮质醇含量比正常作息组(①)高。从题图3看,正常作息时*EGR3*基因相对表达量高,此时脂质合成受抑制(因为正常作息不易肥胖),熬夜时*EGR3*基因相对表达量低,脂质合成增加(易肥胖),所以可以推测EGR3对脂质合成的作用是抑制。(3)正常作息时,夜间没有光照,感光细胞接受的光刺激少,向SCN传递的兴奋信号就会减少,A正确;正常作息时皮质醇分泌少,而*EGR3*基因表达量高,所以不是皮质醇促进*EGR3*基因表达,B错误;正常作息时,促肾上腺皮质激素分泌少,肾上腺皮质的活动会减弱,而不是增强,C错误;从题图3可以看出,正常作息时脂肪组织*EGR3*基因的表达量比熬夜时高,所以正常作息时该基因表达量上升,D正确。

答案:(1)下丘脑　神经—体液　(2)高　抑制　(3)AD

★★★

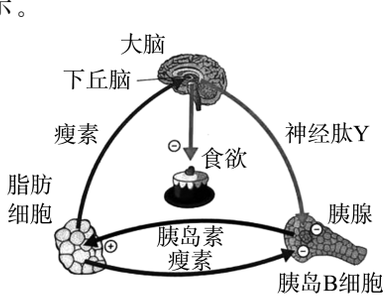
重·构·拓·展

多维体系构建



学科视野拓展

1994年，加拿大科学家杰弗瑞·弗里德曼通过实验证实了一种抑制食欲的物质，将其命名为瘦素。小鼠体内正常水平的瘦素，可有效调节食物摄取和能量消耗。糖尿病小鼠体内瘦素水平高，在长期大量瘦素刺激下，下丘脑对瘦素敏感性下降，出现“瘦素抵抗”，表现为食欲旺盛、能量消耗减少、肥胖等症状。研究表明，瘦素是一种主要由脂肪组织合成并分泌的蛋白质类激素。当外周脂肪增多时，血液中的瘦素水平上升，该信号分子主要作用于下丘脑细胞膜上的瘦素受体，抑制神经肽Y的合成和释放，从而降低食欲；同时抑制胰岛素的分泌，减少脂肪合成并加速脂肪分解，增加能量消耗。当动物体内脂肪减少时，瘦素水平随之下降，从而激发摄食行为，同时降低能量消耗。也就是说，脂肪组织通过分泌瘦素向中枢反馈人体的能量状态，进而调节脂肪代谢，其部分信号通路如图所示。



近年来对肥胖人群的研究表明，大多数肥胖患者体内瘦素水平很高，瘦素受体水平也正常，且补充瘦素并未起到抑制摄食及减轻体重的作用。这种瘦素抵抗发生的主要原因是瘦素受体后信号转导障碍。目前肥胖人群的显著增长正在影响全球慢性病的发病率和死亡率，而瘦素抵抗的机制尚未完全阐明，该问题的解决对防治肥胖具有重要意义。

◇**思考**

1.以上材料中，哪些过程体现出反馈调节的特点？

2.请结合材料及所学知识，针对如何保持健康体型，写一篇宣传文案。

单元质量评估(三)

(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。每小题只有一个选项符合题目要求。

1.下列关于科学的实验方法和科学原理的说法,错误的是　(　C　)

A.斯他林和贝利斯剪下小肠刮下黏膜的操作,是为了排除神经调节对胰液分泌的影响

B.摘除狗的胰腺,然后注射萎缩胰腺的提取液,分别用到了"减法原理"和"加法原理"

C.摘除公鸡的睾丸后再重新植入的实验,可直接证明睾丸通过分泌雄激素维持第二性征

D.班廷与生化学家合作,抑制胰蛋白酶的活性,可直接提取正常胰腺中的胰岛素

2.某研究小组为探究胰岛素的分泌机制,进行了如下实验。实验一:从结扎胰管的狗身上取出萎缩得只剩胰岛的胰腺制成提取液,注入摘除胰腺而患糖尿病的狗体内,狗的血糖浓度迅速下降。实验二:用低糖培养液培养胰岛A细胞获得滤液S,将甲组胰岛B细胞置于含滤液S的低糖培养液中培养,乙组胰岛B细胞置于不含滤液S的低糖培养液中培养,一段时间后检测,发现甲组培养液的胰岛素含量明显高于乙组。下列叙述正确的是　(　A　)

A.实验一说明胰岛素可以降低血糖浓度

B.实验一可以证明胰岛素是由胰岛B细胞分泌的

C.实验二说明胰岛素能抑制胰高血糖素的分泌

D.若将滤液S饲喂给低血糖小鼠,小鼠血糖浓度会升高

3.激素对机体的代谢、生长、发育、繁殖等起重要的调节作用,它通过调节各种组织细胞的代谢活动来影响人体的生理活动。下列叙述错误的是　(　A　)

A.生长激素由下丘脑合成,调节生物体的生长发育

B.甲状腺激素由甲状腺分泌,几乎作用于机体内所有细胞

C.肾上腺皮质分泌的醛固酮可参与调节水盐代谢

D.生物体内的激素共同调节机体活动,以维持内环境稳态

4.为验证动物体内甲状腺激素分泌的调节机制,某同学设计了如下实验:将生理状态一致的成年狗随机分为甲、乙、丙3组,注射等量适宜浓度的放射性碘溶液(假设放射性碘均被甲状腺细胞吸收储存)。4天后给甲组狗注射一定量的生理盐水,给乙组狗注射等量的促甲状腺激素,给丙组狗注射等量的甲状腺激素,且给3组狗正常饲喂食物,一段时间后分别测定这3组狗的甲状腺中放射性碘的含量。下列叙述不正确的是　(　D　)

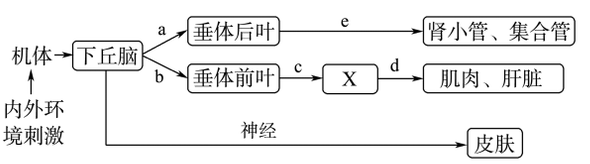
A.上述实验中甲组为对照组,乙组和丙组为实验组

B.实验中,乙组狗的甲状腺中放射性碘含量的变化比丙组狗快

C.乙组注射促甲状腺激素后通过分级调节影响血浆中甲状腺激素的含量

D.丙组狗的甲状腺激素含量偏高,对垂体的促进作用减弱,TSH含量减少

5.人体内环境稳态的维持依赖复杂的调节机制,下图为人体内体温调节和水盐调节的部分过程示意图。下列分析正确的是　(　B　)



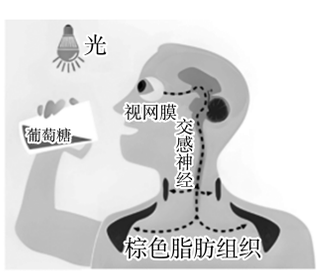
A.图中d代表甲状腺激素,d含量过高时会反馈促进激素b的分泌

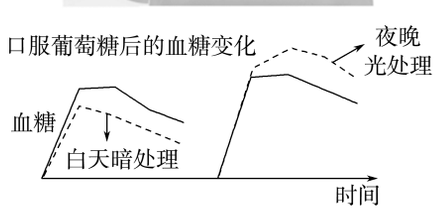
B.X代表甲状腺,激素d的主要靶细胞为骨骼肌细胞、肝脏细胞,还包括垂体细胞和下丘脑细胞等

C.图中e在下丘脑合成,人体细胞外液渗透压降低会导致其分泌量增加

D.在炎热环境中,机体通过调节促进皮肤血管舒张使散热量大于产热量

6.光是生命体重要的感知觉输入之一。棕色脂肪组织可分解葡萄糖或脂肪产热以维持体温稳态。研究人员揭示了光通过"视网膜—下丘脑—棕色脂肪组织轴"调控糖代谢的机制,如下图所示。下列说法错误的是　(　　)





A.光通过“视网膜—下丘脑—棕色脂肪组织轴”调控糖代谢属于神经调节

B.光作为信号能够促进人体棕色脂肪组织对葡萄糖的摄取、利用与转化

C.光调控血糖代谢可能有利于动物响应太阳辐照条件,以维持体温稳态

D.减少夜间长时间暴露于光源以及减少夜间饮食可帮助机体减轻血糖调节负担

B　**解析**:光通过激活视网膜上特殊的感光细胞,经视神经等传递信号,最终通过交感神经作用于外周的棕色脂肪组织,所以光通过“视网膜—下丘脑—棕色脂肪组织轴”调控糖代谢属于神经调节,A正确;由题图可知,光作为信号能够抑制人体棕色脂肪组织对葡萄糖的摄取、利用与转化,在太阳辐照减少的时候,棕色脂肪不再被光压抑,快速进行血糖代谢产热来维持体温稳态,B错误,C正确;由题图可知,夜间长时间暴露于光源,血糖明显升高,而夜间饮食后,也会使机体血糖升高,所以现代人应减少夜间长时间暴露于光源以及夜间饮食,以减轻血糖调节负担,D正确。

7.胰岛B细胞外Ca^{2+}浓度为细胞内的15 000倍,Ca^{2+}-CaN-NFAT信号通路是调控胰岛B细胞功能的重要通路。科研人员为探究中药消渴方治疗糖尿病的机制,以高脂高糖饲喂和药物处理建立糖尿病大鼠模型,并用消渴方和Ca^{2+}-CaN-NFAT信号通路抑制剂对模型大鼠进行处理,实验结果如下表所示。下列说法错误的是　(　　)

实验分组及处理	空腹血糖水平/(mmol/L)	空腹胰岛素浓度/(mU/L)	胰腺组织Ca^{2+}含量/(mmol/g)	胰腺组织CaN含量/(U/mg)	胰腺组织NFATcl蛋白表达量(IOD值)
①正常组	4.20	13.98	1.18	73.84	1.15
②模型组	16.19	9.61	0.78	40.31	0.17
③抑制剂组	15.75	9.63	0.77	37.29	0.13
④消渴方组	8.66	12.78	1.05	55.45	0.80
⑤消渴方+抑制剂组	12.99	10.51	0.82	45.29	0.59

注:Ca^{2+}、CaN、NFATcl蛋白为Ca^{2+}-CaN-NFAT信号通路中的关键物质。

A.①为本实验的对照组,②～⑤为实验组

B.Ca^{2+}进入胰岛B细胞的方式为协助扩散

C.高脂高糖饲喂和药物处理可能抑制了Ca^{2+}-CaN-NFAT信号通路

D.消渴方通过改善Ca^{2+}-CaN-NFAT信号通路功能进而促进胰岛素的分泌

A　**解析**:由题表可知,①组为正常大鼠,②组为模型鼠,该实验的目的是探究中药消渴方治疗糖尿病的机制,故①②为本实验的对照组,③～⑤为实验组,A错误;胰岛B细胞外Ca^{2+}浓度为细胞内的15 000倍,Ca^{2+}顺浓度梯度进入胰岛B细胞,需要载体蛋白,为协助扩散,B正确;由题干信息可知,Ca^{2+}-CaN-NFAT信号通路是调控胰岛B细胞功能的重要通路,胰岛B细胞可以分泌胰岛素,而与对照组相比,以高脂高糖饲喂和药物处理建立的糖尿病大鼠模型组的空腹血糖水平升高,空腹胰岛素含量降低,胰腺组织中Ca^{2+}、CaN、NFATcl蛋白含量显著降低,说明高脂高糖饲喂和药物处理可能抑制了Ca^{2+}-CaN-NFAT信号通路,C正确;与②组对比可知,④消渴方处理后模型鼠的空腹血糖含量降低,而空腹胰岛素含量有所升高,胰腺组织中Ca^{2+}含量、CaN含量及NFATcl蛋白表达量均有所增加,故推测消渴方通过改善Ca^{2+}-CaN-NFAT信号通路功能进而促进胰岛素的分泌,D正确。

8.内环境中性激素的含量保持相对稳定主要与性激素的负反馈调节和分级调节有关。为探究垂体分泌的促性腺激素对下丘脑分泌促性腺激素释放激素是否也存在负反馈调节,研究人员进行了①～⑥的实验处理。下列叙述正确的是　(　　)

①注射适量的促性腺激素　②进行手术并切除性腺　③不手术　④注射适量的生理盐水　⑤进行手术不切除性腺　⑥不注射

A.该实验设计运用了“加法原理”和“减法原理”

B.实验组的处理是②①,对照组的处理是⑤④

C.若存在负反馈调节,则对照组的促性腺激素释放激素含量低于实验组

D.性激素分泌的过程存在分级调节,该调节机制可以放大激素的调节效应

D　**解析**:该实验设计运用了“减法原理”,A错误。实验的自变量是小鼠是否注射促性腺激素,因变量是小鼠体内促性腺激素释放激素的含量,为了排除小鼠体内产生的性激素对下丘脑分泌促性腺激素释放激素的反馈调节作用,实验组和对照组小鼠都应切除性腺,实验组小鼠要注射适量的促性腺激素,对照组小鼠只注射等量的生理盐水。综上分析,实验组处理为②①,对照组处理为②④,B错误。若存在反馈调节,则实验组的促性腺激素释放激素含量低于对照组,C错误。性激素分泌的过程存在分级调节,该调节机制可以放大激素调节的效应,有利于精细调控,从而维持机体的稳态,D正确。

9.为研究体液调节和神经调节对家兔血压变化的影响，科研人员进行了两组实验。实验①：给家兔注射肾上腺素后，测定的血压变化如图1所示；实验②：切断家兔神经X后，分别刺激神经X的中枢端（靠近中枢侧）和外周端（远离中枢侧），测定的血压变化分别如图2和图3所示。下列说法正确的是（　　）

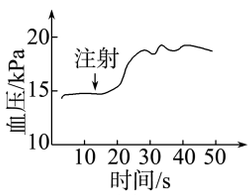


图1

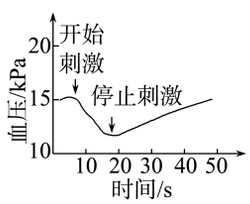


图2

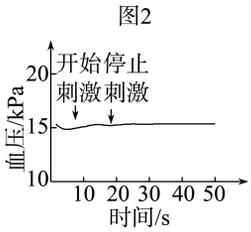


图3

A.实验①中注射的肾上腺素作为神经递质发挥作用

B.由实验②的结果可推知家兔神经X属于传入神经

C.实验②刺激开始后，相应的交感神经兴奋性增强

D.综合两个实验可知，神经调节与体液调节反应速度相近

B　**解析**：肾上腺素是激素，属于体液调节的信号分子，并非神经递质（神经递质是神经元之间传递信号的化学物质），A错误；实验②中，切断神经X后，刺激其中枢端（靠近中枢侧）时血压变化，刺激外周端（远离中枢侧）时血压无变化，说明神经X的信号传导方向是从外周传向中枢，符合传入神经的特征，B正确；实验②中刺激神经X后血压降低，而交感神经兴奋通常使血压升高，因此此时交感神经兴奋性应减弱，C错误；比较题图1注射肾上腺素引起的血压变化和题图2刺激神经X中枢端引起的血压变化的结果可知，神经调节比体液调节反应速度快，D错误。

10.硝酸甘油是缓解心绞痛的常用药，该物质在人体内转化成NO，NO进入心血管平滑肌细胞后与鸟苷酸环化酶（简称G酶）上的靶点结合，导致该酶活性增强、产物cGMP增多，最终引起心血管平滑肌细胞舒张，从而达到快速缓解病症的目的。下列叙述正确的是（　　）

A.cGMP生成量的多少仅取决于人体内NO的量

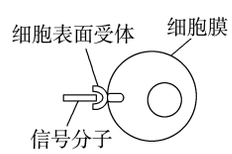
B.NO使血管平滑肌舒张的过程不属于体液调节

C.发生心绞痛时，心血管平滑肌细胞内cGMP含量可能较少

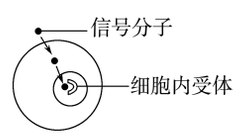
D.心肌缺血引起的心绞痛，可能是心肌细胞无氧呼吸产生酒精刺激心脏神经所致

C　**解析**：根据题干信息可知，cGMP生成量的多少除了受NO的影响外，还受其他因素的影响，如G酶的多少与活性、合成cGMP所需原料的多少等，A错误；激素等化学物质，通过体液传送的方式对生命活动进行调节，称为体液调节，NO属于化学物质，NO使血管平滑肌细胞舒张的过程属于体液调节，B错误；cGMP增多有缓解心绞痛的效果，说明发生心绞痛时，心血管平滑肌细胞内cGMP含量可能较少，C正确；心肌细胞属于动物细胞，无氧呼吸的产物是乳酸，不会产生酒精，D错误。

11.下图表示不同信息分子的作用模式，通过这两种模式可完成细胞间的信息交流。下列叙述错误的是（　　）



模式Ⅰ



模式Ⅱ

A.蛋白质类激素通过模式Ⅰ实现信息传递

B.类固醇激素通过模式Ⅱ实现信息传递

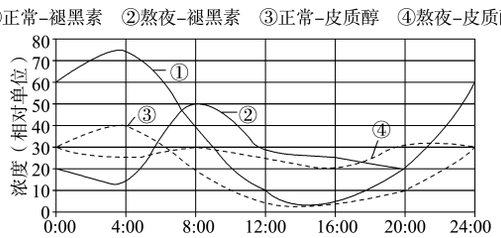
C.高血糖通过模式Ⅰ调节血糖平衡

D.激素类的信息分子在代谢过程中不仅起到调节作用，还能提供能量

D　**解析**：蛋白质类激素不能进入细胞，需要与细胞膜上的受体结合，通过模式Ⅰ实现信息传递，A正确；类固醇激素能通过自由扩散进入细胞，与细胞内的受体结合，通过模式Ⅱ实现信息传递，B正确；胰岛素为蛋白质类激素，可以降低血糖浓度，因此高血糖通过模式Ⅰ实现血糖平衡调节，C正确；激素类的信息分子在代谢过程中只起到调节作用，不能提供能量，D错误。

12.褪黑素和皮质醇是人体内两种重要激素。褪黑素主要由松果体分泌，具有调节睡眠的作用，其分泌具有昼夜节律；皮质醇主要由肾上腺皮质分泌，能调节血糖水平和应对压力。研究人员检测了正常作息人群和长期熬夜人群的这两种激素的浓度变

化，结果如图所示。下列分析正确的是　　（　　）



A.正常情况下，褪黑素在白天分泌增加，有助于维持清醒状态

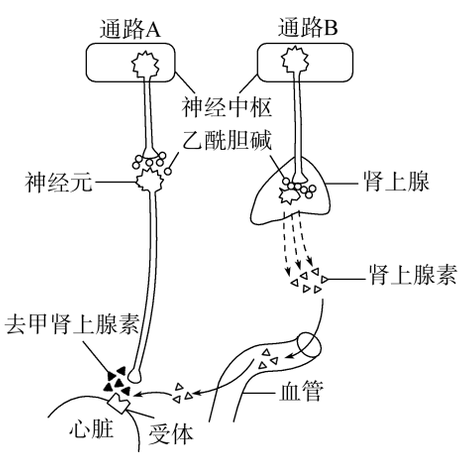
B.长期熬夜导致皮质醇节律紊乱，可能使血糖调节失衡

C.熬夜时褪黑素分泌增加，是导致睡眠质量下降的主要原因

D.这两种激素的分泌均不受神经系统调控，仅受生物钟支配

B　**解析**：正常作息人群中，褪黑素在夜间浓度显著升高，有助于睡眠，A错误。皮质醇的主要功能之一是调节血糖水平，长期熬夜导致皮质醇节律紊乱，其浓度异常波动可能使血糖调节失衡，B正确。由题图可知，熬夜时褪黑素分泌减少，这会导致入睡困难、睡眠质量下降，C错误。下丘脑与生物节律等的控制有关，可以通过神经信号调控松果体和肾上腺皮质，因此褪黑素和皮质醇的分泌均受神经系统调控，同时受生物钟影响，是神经调节和体液调节共同作用的结果，D错误。

13. 人体心脏和肾上腺所受神经支配的方式如下图所示。当动脉血压降低时，神经中枢接收压力感受器的信息，通过通路A和通路B使心跳加快。下列说法不正确的是　　（　　）



A.图中涉及的效应器有传出神经末梢及其所支配的肾上腺、心脏等

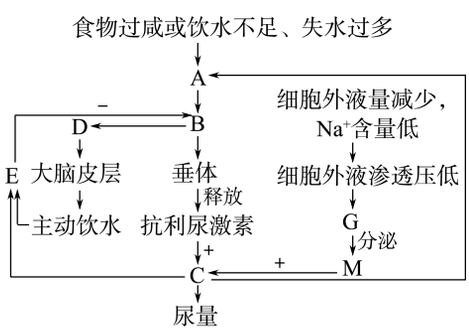
B.该调节过程中的去甲肾上腺素和乙酰胆碱都属于神经递质

C.图中肾上腺素和去甲肾上腺素发挥作用均需与受体结合

D.由通路B可知调节心血管活动的过程存在分级调节

D　**解析**：效应器由传出神经末梢和它所支配的肌肉或腺体构成，由题图可知，效应器由传出神经末梢及其支配的肾上腺或心脏构成，A正确；在通路A中释放的去甲肾上腺素和乙酰胆碱属于神经递质，B正确；由题图信息可知，去甲肾上腺素属于神经递质，肾上腺素属于激素，其发挥作用均需与受体结合，C正确；通路B调节心血管活动的过程中，既有神经中枢通过释放神经递质（乙酰胆碱）的神经调节过程，也有肾上腺素参与的激素（体液）调节过程，经过通路B调节心血管活动的调节方式有神经调节和体液调节，不存在分级调节，D错误。

14. 下图为水盐调节部分示意图，据图分析，下列叙述正确的是　　（　　）



A.图中A代表细胞外液渗透压升高，B为大脑皮层

B.图中G为肾上腺髓质，M为醛固酮，M与抗利尿激素对C作用相同

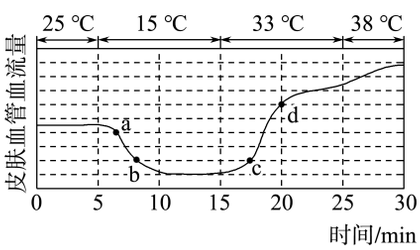
C.图中E代表细胞外液渗透压降低，会导致尿量减少

D.由图中可以看出，水盐平衡调节过程是神经—体液调节，且存在反馈调节

D　**解析**：食物过咸或饮水不足、失水过多时，细胞外液渗透压升高，题图中A代表细胞外液渗透压升高；B能感受外界渗透压变化并把细胞外液渗透压升高的信息传递给垂体，因此B为下丘脑渗透压感受器，A错误。醛固酮促进肾小管和集合管对Na^+的重吸收，由题图可知，G分泌的物质M调节因细胞外液量减少、Na^+含量低引起的低渗透压，使渗透压升高，因此，分泌物M为醛固酮，则由此推测G为肾上腺皮质，C为肾小管和集合管。

醛固酮促进肾小管和集合管对 Na^+ 的重吸收，而抗利尿激素促进肾小管和集合管对水的重吸收，二者作用不同，B 错误。由题图可知，主动饮水后，细胞外液渗透压会降低，因此，题图中 E 代表细胞外液渗透压降低。细胞外液渗透压降低会抑制下丘脑渗透压感受器兴奋，从而使抗利尿激素分泌量减少，最终导致尿量增加，C 错误。由题图中可以看出，水盐平衡的维持既有神经调节起作用，又有激素调节起作用，所以水盐平衡调节过程是神经—体液调节，且存在反馈调节，D 正确。

15. 下图是正常人处在不同环境温度条件下皮肤血管血流量随时间变化的示意图，下列相关分析错误的是（　　）



A. 与 0～5 min 阶段相比，10～15 min 阶段人体散热量更大

B. ab 段引起皮肤血管血流量减少的神经中枢在下丘脑

C. ab 段导致肾上腺素分泌量增加的结构基础是内分泌系统

D. d 点以后机体大量出汗，需及时补充适量的水和无机盐

C　**解析**：与 0～5 min 阶段相比，10～15 min 阶段温度更低，产热量更大，散热量也更大，A 正确；ab 段皮肤血管血流量减少是皮肤毛细血管收缩导致的，受下丘脑的体温调节中枢调控，B 正确；肾上腺素由肾上腺髓质分泌，ab 段导致肾上腺素分泌量增加的结构基础是神经系统，C 错误；d 点以后汗腺的分泌活动增强，所以要及时补充水和无机盐，D 正确。

二、非选择题：本题共 5 小题，共 55 分。

16.（11 分）2024 年巴黎奥运会，我国运动员夺得乒乓球男子团体赛冠军。运动员在激烈的比赛过程中机体往往会出现心跳加快、呼吸加深、大量出汗、口渴等生理反应，但运动员的机体可以通过神经调节和体液调节来维持内环境的稳态。回答下列问题：

（1）比赛过程中运动员的反应速度与神经调节密切相关，眼睛接收信号后产生的兴奋以_____的形式沿传入神经传到_____（填反射弧的结构），经过分析和综合后，相关“指令”通过传出神经传至肌肉产生击球动作。运动员快速接球的过程主要依赖于_____（填“条件”或“非条件”）反射。

（2）激烈的对抗比赛让运动员大量出汗，失水导致细胞外液渗透压_____（填“升高”或“降低”），渗透压感受器产生的兴奋传到_____，使人通过饮水行为来直接调节水的摄入量。若大量失水使细胞外液量减少以及血钠含量降低，可引起醛固酮分泌量增加，该激素的主要生理功能是_____。从维持机体血浆渗透压稳定的角度，建议运动员运动后饮用_____。

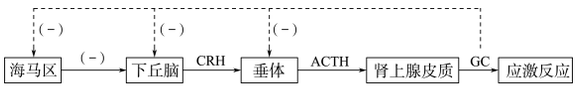
（3）运动员赛后进入空调房休息，通过分级调节系统_____轴，产生一定量的甲状腺激素以维持体温恒定。在运动结束初期，人的呼吸频率并没有立即恢复到正常水平，主要原因是体液调节与神经调节相比，具有_____的特点。

解析：（1）兴奋在神经元上以电信号的形式传到神经中枢大脑皮层，经过对信号进行分析和综合，相关“指令”通过传出神经传至肌肉产生击球动作。运动员快速接球的过程是长期后天训练的结果，因此主要依赖于条件反射。（2）激烈的对抗比赛让运动员大量出汗，失水导致细胞外液渗透压升高，渗透压感受器产生的兴奋传到大脑皮层，使人主动饮水。若大量失水使细胞外液量减少以及血钠含量降低，可引起醛固酮分泌量增加，该激素的主要生理功能是促进肾小管和集合管对 Na^+ 的重吸收。运动员运动后不仅丢失大量的水分，也丢失了许多无机盐，为了保持机体血浆渗透压稳定，应该饮用生理盐水。（3）甲状腺激素的分泌受下丘脑—垂体—甲状腺轴的调控。与神经调节相比，体液调节具有作用时间比较长的特点，因此在运动结束初期，人的呼吸频率并没有立即恢复到正常水平。

答案：（1）电信号　大脑皮层　条件　（2）升高　大脑皮层　促进肾小管和集合管对 Na^+ 的重吸收　生理盐水　（3）下丘脑—垂体—甲状腺　作用时间比较长

17.（12 分）“下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴”（HPA 轴）对于维持机体稳态有重要作用，体内皮质醇的

分泌过程存在负反馈调节，与情绪调节密切相关的海马区参与调节 HPA 轴负反馈机制，海马区通过神经调节对下丘脑起抑制作用，其过程如下图所示。研究表明，长期的应激反应会引起分泌 CRH 的神经元活性升高，导致 GC 分泌过多，从而引发抑郁症、焦虑症等。回答下列问题：



注："CRH"表示促肾上腺皮质激素释放激素；"ACTH"表示促肾上腺皮质激素；"GC"表示皮质醇；图中"(－)"表示抑制。

(1)HPA 轴存在典型的分级调节，分级调节的意义在于_____。

(2)HPA 轴异常活跃会升高血清中的 GC，过多的 GC 会选择性损伤海马区神经元，其结果会使 GC 的量_____，理由是_____。

(3)海马区的 GC 受体基因维持正常的甲基化水平有利于机体维持稳态，应激导致的抑郁可能与海马区 GC 受体基因甲基化水平_____(填"升高"或"降低")有关。

(4)蛋白质乙酰化是一种表观遗传现象。研究人员发现，抑郁症患者血清中的组蛋白去乙酰化酶(HDACs)增多，据此推测抑郁可能与大脑区域组蛋白乙酰化水平降低有关。现有抑郁模型小鼠(CVS)和正常小鼠若干只及含 HDACs 抑制剂的溶液，请设计实验对该推测进行验证，要求写出实验设计思路以及相应的实验结果。

实验思路：_____。

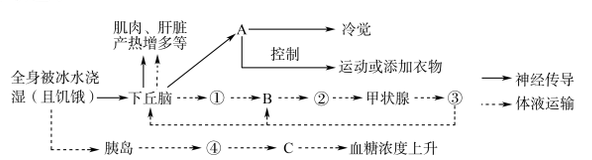
实验结果：_____。

解析：(1)分级调节的意义在于可以放大激素的调节效应，形成多级反馈调节，有利于精细调控，从而维持机体的稳态。(2)海马区神经元损伤，对下丘脑的抑制作用减弱，下丘脑分泌的 CRH 增多，从而导致垂体分泌的 ACTH 增多，进一步导致肾上腺皮质分泌的 GC 增多，即下丘脑通过分级调节促使肾上腺皮质分泌更多的 GC。(3)海马区的 GC 受体基因维持正常的甲基化水平有利于机体维持稳态，应激导致抑郁的原因可能是海马区 GC 受体基因甲基化水平降低，导致 GC 受体基因过量表达。(4)该实验的自变量为是否注射含 HDACs 抑制剂的溶液(血清中的组蛋白去乙酰化酶的多少)，因变量是组蛋白乙酰化水平及是否产生抑郁。欲验证抑郁可能与大脑区域组蛋白乙酰化水平降低有关，可将 CVS 小鼠均分为 A、B 两组，取与 A、B 组等量的正常小鼠作为 C 组，向 A 组小鼠大脑区域注射一定量含 HDACs 抑制剂的溶液，向 B、C 组小鼠大脑区域分别注射等量不含 HDACs 抑制剂的溶液，饲养一段时间后，观察小鼠大脑区域组蛋白乙酰化水平及抑郁情况。根据题意，抑郁可能与大脑区域组蛋白乙酰化水平降低有关，由于 B 组处于抑郁状态，小鼠大脑区域组蛋白乙酰化水平最低，C 组是正常小鼠，组蛋白乙酰化水平最高，A 组注射 HDACs 抑制剂后组蛋白乙酰化水平升高甚至与 C 组持平，抑郁情况得到缓解甚至康复。

答案：(1)可以放大激素的调节效应，形成多级反馈调节，有利于精细调控，从而维持机体的稳态

(2)(进一步)增多　海马区神经元损伤，对下丘脑的抑制作用减弱，下丘脑通过分级调节促使肾上腺皮质分泌更多的 GC　(3)降低　(4)将 CVS 小鼠均分为 A、B 两组，取与 A、B 组等量的正常小鼠作为 C 组，向 A 组小鼠大脑区域注射一定量含 HDACs 抑制剂的溶液，向 B、C 组小鼠大脑区域分别注射等量不含 HDACs 抑制剂的溶液，饲养一段时间后，观察小鼠大脑区域组蛋白乙酰化水平及抑郁情况　小鼠大脑区域组蛋白乙酰化水平 B 组＜A 组≤C 组，与 B 组相比，A 组小鼠抑郁情况得到改善

18.(12 分)下图为某人在饥饿时参加冰桶挑战其体内的一些生理变化过程示意图(图中①～④为激素，A、B、C 表示器官、组织或细胞)。请据图回答下列问题：



(1)参加冰桶挑战的人在被冰水浇湿后，感受器兴奋，神经元的细胞膜外发生的电位变化是_____，兴奋沿传入神经传导，传至位于_____的体温调节中枢，调节体温恒定。产生冷觉的 A 为_____。

(2)全身被冰水浇湿后，下丘脑会分泌①，①促使 B

分泌②，②促使甲状腺分泌③，该过程中①表示_____，该过程体现了激素调节中的_____调节；当③增加到一定程度后可以抑制下丘脑和B分泌①和②，该过程体现了激素调节中的_____调节。

(3)饥寒交迫时，_____细胞分泌的[④]_____(填激素名称)含量增加，④的主要生理功能是_____，以维持血糖含量的相对稳定。与此同时，肾上腺髓质对肾上腺素的分泌量也增加，说明这两种激素在调节血糖平衡的过程中表现为_____作用。

解析：(1)参加冰桶挑战的人在被冰水浇湿后，感受器兴奋，神经元的细胞膜外发生的电位变化是由正电位变为负电位，兴奋沿传入神经传导，传至位于下丘脑的体温调节中枢，调节体温恒定。产生冷觉的A为大脑皮层。(2)当身体的温度感受器受到寒冷等刺激时，相应的神经冲动传到下丘脑。下丘脑就会分泌[①]促甲状腺激素释放激素，运输到[B]垂体，促使垂体分泌[②]促甲状腺激素。该过程体现了激素调节中的分级调节。当[③]甲状腺激素过量时，可以抑制下丘脑和垂体分泌相应的激素，维持激素含量的相对稳定，这属于(负)反馈调节。(3)饥寒交迫时，胰岛A细胞分泌的[④]胰高血糖素增加，胰高血糖素的主要生理功能是促进肝糖原的分解，促进脂肪等非糖物质转化为葡萄糖，进而升高血糖浓度，以维持血糖含量的相对稳定。与此同时，肾上腺髓质对肾上腺素的分泌量也增加，说明二者在调节血糖平衡的过程中表现为协同作用。

答案：(1)由正电位变为负电位　下丘脑　大脑皮层　(2)促甲状腺激素释放激素　分级　(负)反馈　(3)胰岛A　胰高血糖素　促进肝糖原的分解，促进脂肪等非糖物质转化为葡萄糖，进而升高血糖浓度　协同

19.(10分)葡萄糖进入胰岛B细胞后被氧化，增加ATP的生成，引起细胞膜上ATP敏感性K^+通道关闭，使膜两侧电位差变化，促使Ca^{2+}通道开放，Ca^{2+}内流，刺激胰岛素分泌。进食后，由小肠分泌的肠促胰岛素(GLP-1和GIP)在促进胰岛素分泌时表现出葡萄糖依赖性(仅在血糖升高时起效)，称为肠促胰岛素效应。人体内的GLP-1和GIP易被酶D降解，人工研发的类似物功能与GLP-1和GIP一样，但不易被酶D降解。回答下列问题：

(1)胰岛素需要通过_____运输作用于靶细胞。药物甲只能与胰岛B细胞膜表面的特异性受体结合，作用于ATP敏感性K^+通道，促进胰岛素分泌。使用药物甲后，胰岛B细胞内_____(填“K^+”“Ca^{2+}”或“K^+和Ca^{2+}”)浓度增大；过量使用药物甲会产生严重不良反应，该不良反应可能是_____。

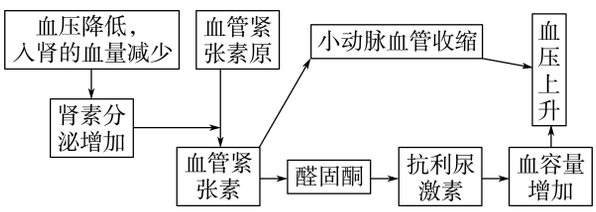
(2)与正常人相比，患者A和B的肠促胰岛素效应均减弱，血糖浓度异常升高。使用药物甲后，患者A的血糖得到有效控制，而患者B血糖无改善，患者B可能有_____分泌障碍。

(3)研究表明，与正常人相比，患者A的GLP-1表达量较低但其受体数量无变化，而GIP表达量无变化但其受体数量明显下降。若从①GIP类似物、②GLP-1类似物、③酶D激活剂中筛选治疗患者A的候选新药，首选_____(填序号)。若使用该候选药，发生(1)所述不良反应的风险_____(填“大于”“等于”或“小于”)使用药物甲，理由是_____。

解析：(1)胰岛素是一种激素，在体内激素通过体液运输到身体各处发挥作用。由题意可知，胰岛素分泌时ATP敏感性K^+通道关闭，Ca^{2+}通道开放。药物甲只能与胰岛B细胞膜表面的特异性受体结合，促进胰岛素分泌，因此会减少K^+外流，同时会促进Ca^{2+}内流，从而导致细胞内的K^+和Ca^{2+}浓度都增大。过量使用药物甲会促使胰岛素大量释放，从而使得血糖浓度持续下降，导致机体可能出现低血糖症状。(2)药物甲的作用是促进胰岛素的分泌，使用药物甲后血糖浓度无改善，说明对于该患者药物甲丧失促使胰岛素分泌的作用，因此患者B可能有胰岛素分泌障碍。(3)根据题意分析，该患者体内的GLP-1表达量较低，即含量少，因此可以选择GLP-1类似物治疗；患者GIP表达量无变化，因此使用GIP类似物不会有明显的改善作用；使用酶D激活剂会促使GLP-1和GIP降解，不利于疾病的治疗。因此，首选的药物是GLP-1类似物。使用GLP-1类似物一般不会导致低血糖症，其原因是GLP-1发挥作用依赖于葡萄糖，当胰岛素分泌导致血糖浓度下降时，GLP-1不会持续发挥作用，因此不会引起胰岛素持续分泌，避免了低血糖的发生。

答案:(1)体液　K^+和Ca^{2+}　机体出现低血糖症状　(2)胰岛素　(3)②　小于　GLP-1发挥作用依赖于葡萄糖,当胰岛素分泌导致血糖浓度下降时,GLP-1不会持续发挥作用

20.(10分)肾素也被称为血管紧张素原酶,是肾小球旁器细胞释放的一种蛋白水解酶,其分泌量受肾小动脉压及原尿中的钠量等因素影响。肾素作用于血浆内的血管紧张素原,经过一系列反应生成血管紧张素,促进血压上升。下图是机体通过肾素—血管紧张素—醛固酮系统对血压和血量的调节示意图,据图回答相关问题:



(1)根据以上信息推测肾素_____(填"属于"或"不属于")激素,肾素的作用机理是_____。

(2)醛固酮也能促进机体重吸收水,说明其与抗利尿激素具有_____作用。机体中醛固酮等多种激素需要不断地合成、分泌才能使其含量维持动态平衡,原因是_____。

(3)醛固酮分泌异常增多会引起高血压,依普利酮是一种降压效果显著的药物。已知依普利酮是醛固酮受体拮抗药,能与醛固酮受体竞争性结合。请补充相关验证实验的内容。

实验步骤:

①选取生理状态相同的健康大鼠60只,从中随机选20只作为甲组,将剩余的40只制备成_____大鼠,均分成乙组和丙组。测定各组大鼠的醛固酮含量和血压值,并进行数据统计。

②给甲组和乙组实验鼠注射_____,给丙组实验鼠注射等量一定浓度的依普利酮溶液,连续处理16周,在此过程中3组大鼠饲喂普通饲料,自由饮食。

③16周后,分别测定每组大鼠的醛固酮含量和血压值,并进行数据统计。

实验结果:_____。

实验结论:依普利酮是醛固酮受体拮抗药。

解析:(1)肾素是一种蛋白水解酶,也被称为血管紧张素原酶,不是激素。酶的作用机理是降低化学反应的活化能,即肾素的作用机理是通过降低化学反应的活化能来实现其催化作用。(2)醛固酮也能促进机体重吸收水,说明其与抗利尿激素具有协同作用,即均能使细胞外液渗透压降低。激素作为一种信息分子,一经靶细胞接受并起作用后就失活了,因此体内的激素需要源源不断地产生,即机体中醛固酮等多种激素需要不断地合成分泌才能使其含量维持动态平衡。(3)①本实验验证依普利酮降压的作用原理,自变量为是否注射依普利酮,因变量为大鼠的醛固酮含量和血压值,因此首先要获得高血压大鼠。选取20只健康大鼠为甲组,作为空白对照,另外40只制备成实验性高血压大鼠,随机均分成乙组和丙组。②本实验自变量为是否注射依普利酮,甲组和乙组实验鼠均注射等量生理盐水,则丙组实验鼠应注射等量一定浓度的依普利酮溶液。连续处理16周,在此过程中各组大鼠均饲喂普通饲料,自由饮食。③16周后,分别测定每组大鼠的醛固酮含量和血压值,并进行数据统计。因为本实验是验证性实验,验证依普利酮具有降压效果,因此实验结果应该是丙组原本高血压,注射依普利酮后血压降低,乙组依然高血压,甲组是正常小鼠,没有高血压,乙组和丙组大鼠的醛固酮含量相同且高于甲组,但血压值丙组低于乙组,证明依普利酮是醛固酮受体拮抗药。

答案:(1)不属于　降低化学反应的活化能

(2)协同　激素一经靶细胞接受并起作用后就失活了　(3)①高血压　②适量的生理盐水　乙组和丙组大鼠的醛固酮含量(基本、大致)相同且高于甲组,甲组和丙组的血压(基本、大致)相同且低于乙组

期中质量评估

（考查范围：第 1～3 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。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 血脑屏障是介于血液与脑组织之间的一种高度选择性生理屏障系统，可以保护中枢神经系统免受血液中有害物质的侵害，维持脑内环境的稳定。构成血脑屏障的生物膜体系控制物质运输的方式和细胞膜类似。下列说法错误的是（　　）

A. 血脑屏障能降低血液中的波动因素对脑组织的影响

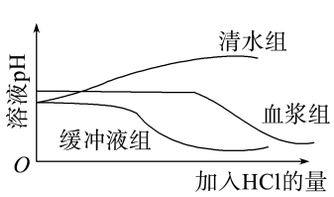
B. 通过血脑屏障能实现组织液与脑组织间的物质交换

C. 葡萄糖和氨基酸穿过血脑屏障时需要转运蛋白协助

D. 血脑屏障使中枢神经系统疾病的药物治疗变得困难

B　**解析：**血脑屏障可选择性阻止血液中某些物质（如毒素、病原体）进入脑组织，从而减少血液成分波动对脑内环境的干扰，维持稳态，A 正确；血脑屏障位于血液与脑组织液之间，通过血脑屏障能实现血液与组织液之间的物质交换，B 错误；葡萄糖、氨基酸等物质需借助载体蛋白以协助扩散或主动运输方式通过血脑屏障，符合生物膜运输特点，C 正确；血脑屏障对物质的严格筛选会阻碍部分药物（如大分子或亲脂性弱的药物）进入脑组织，增加中枢神经系统疾病的治疗难度，D 正确。

2. 某同学以清水、缓冲液和血浆为实验材料进行“探究血浆是否具有维持 pH 相对稳定的功能”的实验，实验结果如下图所示。下列相关叙述错误的是（　C　）



A. 起对照作用的是清水组和缓冲液组

B. 清水组曲线不能正确反映实验结果

C. 该实验结果说明血浆组的缓冲能力弱于缓冲液组

D. 缓冲液组的起始 pH 调至与血浆组相同更利于进行比较

3. 临床观察发现，当自主神经系统功能紊乱时可引发血压升高、痉挛性腹痛等症状。下列相关叙述错误的是（　D　）

A. 自主神经系统是支配内脏、血管和腺体的传出神经，往往不受意识的支配

B. 自主神经系统由交感神经和副交感神经组成，它们的作用通常是相反的

C. 保持良好的心态和生活习惯有助于改善自主神经系统功能紊乱引发的症状

D. 交感神经异常兴奋导致心率和胃肠蠕动加快，引起血压升高和痉挛性腹痛

4. 脊休克指的是外伤等因素导致脊髓突然横断从而失去与高位中枢的联系，断面以下脊髓暂时丧失反射活动能力进入无反应状态的现象。脊休克发生一段时间后部分反射活动能够恢复。现有一脊休克患者甲，他发生脊休克后，仍然出现大小便失禁的症状。下列叙述错误的是（　　）

A. 用针刺患者甲的足部，甲不会产生痛觉

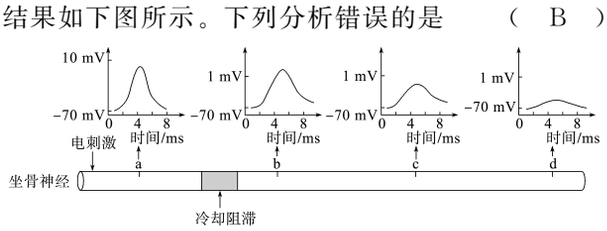
B. 患者甲发生脊休克时，无排尿排便反射

C. 对脊休克患者来说，与脊髓横断前相比，恢复后膝跳反射会减弱

D. 患者甲在发生脊休克后脊髓可能恢复部分反射功能，但失去了和大脑皮层的联系

C　**解析：**脊髓突然横断失去与高位中枢的联系，用针刺患者甲的足部，兴奋不能传到大脑，故不会产生痛觉，A 正确；发生脊休克时，脊髓失去与高位中枢的联系，横断面以下脊髓暂时丧失了反射活动能力而进入无反应状态，此时无排尿排便反射，B 正确；由于膝跳反射的神经中枢在脊髓，故脊休克恢复后膝跳反射和脊髓横断前应该是一样的，C 错误；发生脊休克后，患者甲出现大小便失禁，则说明横断面下的脊髓恢复了反射功能，但由于失去了和大脑皮层的联系，会出现大小便失禁，D 正确。

5. 科学家以蛙的坐骨神经为实验材料，对其进行冷却阻滞处理，随后检测坐骨神经上的膜内电位变化，结果如下图所示。下列分析错误的是（　B　）



A.图中冷却阻滞的位置最好位于坐骨神经的轴突上,且坐骨神经应置于生理盐水中

B.该实验证明兴奋在神经纤维上双向传导,但不能证明兴奋在神经元间单向传递

C.冷却阻滞处理后,距离电刺激位置越远的位点兴奋强度越弱

D.推测冷却阻滞主要通过影响坐骨神经上 Na^+ 的内流来影响神经纤维的兴奋

6.乙酰胆碱是一种兴奋性神经递质。毒扁豆碱可使乙酰胆碱酯酶(分解乙酰胆碱的酶)失去活性,箭毒可与乙酰胆碱受体结合但不能激活相应的离子通道。用上述两种物质对神经—腓肠肌标本进行处理后,给予神经适宜强度的刺激。下列说法错误的是 (D)

A.用箭毒处理后,刺激不能使肌肉收缩

B.用毒扁豆碱处理后,刺激会使肌肉持续收缩

C.分别用毒扁豆碱和箭毒处理后,刺激均可使神经产生兴奋

D.分别用毒扁豆碱和箭毒处理后,刺激均不能使突触前膜释放乙酰胆碱

7.阿尔茨海默病是由患者大脑内某些特定区域的神经元大量死亡造成的。下列叙述正确的是 ( )

A.患者丧失长时记忆,与大脑皮层下的一个形状像海马的脑区有关

B.轻度患者看不懂文字,是因为大脑皮层的言语区中V区受到损伤

C.患者出现失语症状,一定与大脑右半球相关区域细胞损伤有关

D.患者处于安静状态时副交感神经活动占优势,心跳和胃肠蠕动减慢

B **解析**:人脑的短时记忆与大脑皮层下一个形状像海马的脑区有关,A错误;V区为视觉性语言中枢,阿尔茨海默病患者看不懂文字,说明大脑皮层V区受损,B正确;言语区位于大脑左半球,据此可知,阿尔茨海默病患者出现失语症状,可能与大脑左半球相关区域细胞损伤有关,C错误;患者处于安静状态时副交感神经活动占优势,心跳减慢,但胃肠蠕动加快,有利于消化吸收,D错误。

8.19世纪,世界上很多著名的科学家试图通过研碎胰腺的方法来获得其中的胰岛素,但都没有获得成功,后来有科学家通过结扎胰管让胰腺萎缩,然后单独研碎胰岛的方法成功获得了其中的胰岛素。下列失败的原因中,最可能的是 ( )

A.研磨过程中,胰腺中的胰蛋白酶把胰岛素分解了

B.研磨时选取的胰腺部分正好不含胰岛

C.当时研磨技术比较落后,研磨不充分

D.胰岛素和胰腺内的其他物质紧密结合,不容易分离

A **解析**:胰腺外分泌部分泌的胰蛋白酶能分解蛋白质,胰岛素属于蛋白质类激素,研磨时胰岛素被胰蛋白酶分解导致提取失败,A符合题意;胰岛分布于整个胰腺中,不可能“正好不含胰岛”,且如果只是取样问题,应该有部分实验能成功,但所有尝试都失败,说明不是取样问题,B不符合题意;即使研磨不充分,只要胰岛素未被分解,仍有可能提取到,且后续成功提取说明研磨技术并非根本障碍,C不符合题意;胰岛素是分泌蛋白,通常以游离形式存在,不会与胰腺内其他物质紧密结合,否则结扎胰管后单独研磨胰岛也难以分离,D不符合题意。

9.内分泌系统是动物体内所有内分泌腺和兼有内分泌功能的细胞共同组成的信息传递系统。下列关于人体内分泌系统及激素生理作用的叙述,正确的是 ( )

A.人体内分泌系统由各种能分泌激素的无导管腺组成

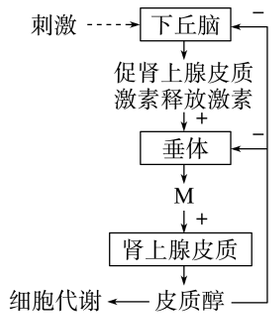
B.下丘脑某些神经细胞分泌的激素同时也是神经递质

C.生长激素由下丘脑产生,能调节人的生长发育,尤其是促进骨骼生长

D.雄激素和雌激素都能促进生殖器官的发育和生殖细胞的形成,并维持机体的第二性征

D **解析**:人体内分泌系统包括内分泌腺(无导管腺),还有一些兼有内分泌功能的细胞,A错误;激素和神经递质都是通过与特定细胞上的受体结合而传递信息的,但下丘脑某些神经细胞分泌的激素(如促甲状腺激素释放激素)经血液运输作用于垂体,而神经递质是通过突触间隙作用于邻近的突触后膜,二者是有区别的,B错误;生长激素由垂体合成和分泌,C错误;性激素能促进生殖器官发育和生殖细胞的形成,并维持机体的第二性征,D正确。

10.动物在被运输的过程中,体内皮质醇的变化能调节其对刺激的适应能力。下图为皮质醇分泌的调节示意图,据图分析,下列叙述正确的是 ( )



注：“+”表示促进；“−”表示抑制。

A.动物在被运输过程中，体内皮质醇含量先升高后维持在较高水平

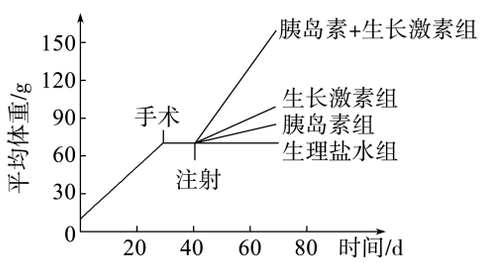
B.促肾上腺皮质激素释放激素可定向运输至垂体，促使垂体分泌 M

C.通过下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴的调节，激素的调节效应被减小

D.甲状腺激素和性激素的分泌也有类似的调节方式

D　**解析**：动物在被运输过程中，先通过下丘脑和垂体促进皮质醇的分泌，皮质醇分泌过多又会抑制下丘脑和垂体的活动，因此体内皮质醇含量先升高后逐渐恢复，A 错误；促肾上腺皮质激素释放激素可通过体液运输至全身各处，作用于垂体，该过程是不定向的，B 错误；通过下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴的调节，激素的调节效应被放大，C 错误；甲状腺激素和性激素的分泌也有类似的分级和反馈调节方式，D 正确。

11. 选取同种的、年龄与生长状况相同的健康大鼠若干只，实施切除手术，一段时间后随机等分成 4 组，分别注射不同激素或生理盐水，处理 30 d，结果如下图所示。下列叙述错误的是　（　）



A.该实验中大鼠的性别、年龄、初始体重是无关变量，对实验结果有一定影响

B.该实验需要切除大鼠的胰腺和下丘脑以排除内源性激素的干扰

C.实验结果表明胰岛素和生长激素均能促进大鼠的生长

D.实验结果表明胰岛素与生长激素协同作用的效应大于它们单独作用的效应之和

B　**解析**：该实验中大鼠的性别、年龄、初始体重是无关变量，对实验结果有一定影响，故无关变量要相同且适宜，防止对实验结果产生影响，A 正确；该实验需要切除大鼠的胰腺（分泌胰岛素）和垂体（分泌生长激素）以排除内源性激素的干扰，B 错误；由题图可知，与对照组（生理盐水组）相比，相同时间内，胰岛素组和生长激素组的大鼠的平均体重都更重，说明胰岛素和生长激素均能促进大鼠的生长，两者之间是协同作用，且胰岛素＋生长激素组的大鼠的平均体重大于胰岛素组的大鼠的平均体重，也大于生长激素组的大鼠的平均体重，说明胰岛素与生长激素协同作用的效应大于它们单独作用的效应之和，C、D 正确。

12. 人是恒温动物，在一定范围内能够随外界温度变化来调整自身的产热和散热，从而维持体温的相对稳定。假如正常个体处于 0 ℃的环境中，产热量为 a_1，散热量为 b_1；处于 30 ℃的环境中，产热量为 a_2，散热量为 b_2。下列关于体温调节的叙述，错误的是　（　）

A.体温调节中枢位于下丘脑，冷的感觉是在大脑皮层形成的

B.人体通过生理性调节和行为性调节来维持体温相对稳定，其中生理性调节是基本的调节方式

C.从 30 ℃的环境中进入 0 ℃的环境中，人体甲状腺激素和肾上腺素的分泌量会增加

D.同 30 ℃环境相比，人处于 0 ℃环境中要通过增加产热、减少散热以维持体温稳定，因此 $a_1>a_2$，$b_1<b_2$

D　**解析**：体温调节中枢在下丘脑，感觉中枢在大脑皮层，A 正确；人通过生理性调节（如排汗、血管的收缩）和行为性调节（如使用空调、增减衣物）来维持体温相对稳定，其中生理性调节是基本的调节方式，行为性调节是重要的补充，B 正确；从 30 ℃的环境中进入 0 ℃的环境中，人体甲状腺激素和肾上腺素分泌量会增加，以促进新陈代谢增加产热，C 正确；同 30 ℃的环境相比，人处于 0 ℃的环境中要通过增加产热、减少散热以维持体温稳定，因此 $a_1>a_2$，由于 $a_1=b_1$、$a_2=b_2$，因此 $b_1>b_2$，D 错误。

13. 秦岭保护基地对救助的大熊猫进行训练，饲养员每天 16:00 准时敲击金属管（持续 2 s），随后立即投喂新鲜竹笋。45 d 后，只要听到金属管敲击声，大熊猫就会迅速从休息地走向投喂点，平均移动时间比无敲击时缩短 70%。下列关于该行为的叙述，正确的是　（　）

A.若连续 5 d 仅敲击不投喂，该行为将永久消失且无法再次建立

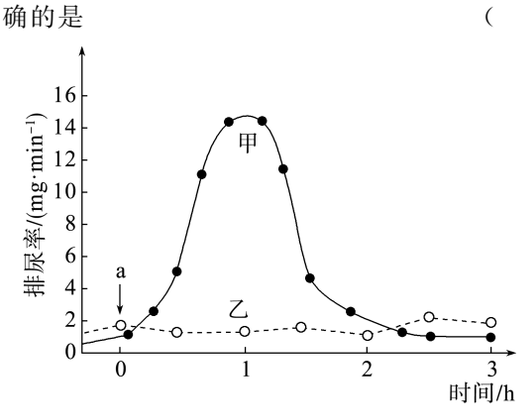
B.大熊猫听到敲击声立即起身属于非条件反射，其神经中枢位于脊髓

C.条件反射建立后，不再需要大脑皮层参与即可完成“声音—位置”关联

D.敲击声由无关刺激转化为条件刺激，需以竹笋投喂为非条件刺激并多次强化

D　**解析**：若仅敲击不投喂，条件反射会逐渐消退，但消退是抑制而非永久消失，重新强化后可再次建立，A错误；听到敲击声立即起身是后天学习获得的行为，属于条件反射，其神经中枢位于大脑皮层，而非脊髓，B错误；条件反射的建立和维持均需大脑皮层参与，且听觉在大脑皮层产生，即需要大脑皮层参与完成“声音—位置”关联，C错误；敲击声最初为无关刺激，与非条件刺激（竹笋）多次结合后，转化为条件刺激，此过程需通过强化实现，D正确。

14. 人体的抗利尿激素水平取决于血浆渗透压，而醛固酮水平与血钠含量有关。下图为一次性饮入1 000 mL清水和1 000 mL生理盐水的正常甲、乙两个个体排尿率随时间变化的曲线。下列叙述正确的是（　　）



A.甲、乙个体的血浆渗透压在a操作后半小时内保持不变

B.曲线升高是由下丘脑的渗透压感受器受到刺激引起的

C.甲个体由下丘脑释放的抗利尿激素增加而乙个体不变

D.乙个体中醛固酮与肾小管、集合管的相应受体结合而甲个体没有

B　**解析**：由题图可知，甲个体在a操作后半小时内尿量增加，说明其血浆渗透压下降导致抗利尿激素释放减少，而乙个体可能保持相对稳定，A错误；一次性饮入1 000 mL清水，细胞外液渗透压就会降低，这一情况刺激下丘脑渗透压感受器，下丘脑减少分泌抗利尿激素，垂体释放到血液中的抗利尿激素减少，减弱了肾小管、集合管对水分的重吸收，使尿量增加，因此曲线升高是由下丘脑的渗透压感受器受到刺激引起的，B正确，C错误；甲、乙个体中醛固酮都与肾小管、集合管的相应受体结合调控血钠含量，D错误。

15. 下丘脑中存在着热敏神经元和冷敏神经元。体温调定点是下丘脑预设的一个温度值，人体正常生理状态下为37 ℃。当下丘脑的实际温度正好与体温调定点相等时，热敏神经元和冷敏神经元的活动是平衡的；当下丘脑的实际温度高于体温调定点时，热敏神经元活动增强；当下丘脑的实际温度低于体温调定点时，冷敏神经元活动增强。下列说法错误的是（　　）

A.热敏神经元活动加强，机体会出现寒战等现象

B.机体产热量大于散热量会引起热敏神经元活动增强

C.若下丘脑的实际温度低于体温调定点，则汗腺分泌活动减弱

D.下丘脑中既存在着温度感受器，也存在着体温调节中枢

A　**解析**：当下丘脑的实际温度高于体温调定点时，热敏神经元活动增强，此时机体会通过增加散热来调节体温，会出现皮肤血管舒张、汗腺分泌增加等现象，而寒战是机体增加产热时的现象，A错误；机体产热量大于散热量时，体温会升高，下丘脑的实际温度会高于体温调定点，此时热敏神经元活动增强，B正确；若下丘脑的实际温度低于体温调定点，此时骨骼肌战栗，皮肤中血管收缩，汗腺分泌减少，使体温升高，进而达到新的体温调定点，C正确；下丘脑中存在温度感受器，同时下丘脑也是体温调节中枢，D正确。

二、非选择题：本题共5小题，共55分。

16.（10分）咯血是指喉部及喉以下的呼吸道出血，经咳嗽从口腔排出血的症状，治疗咯血所用药物的主要成分为抗利尿激素。回答下列问题：

（1）患者出现咯血时，医生采用静脉注射的方式给药，药物最先进入的内环境是_____，通过作用于血管平滑肌引起肺部毛细血管_____，减少血流量，从而治疗咯血。

（2）肾小管、集合管细胞与血管平滑肌细胞表面的抗利尿激素受体不同，抗利尿激素与肾小管、集合管细胞表面的受体结合后引起的生理作用是_____。若大量使用治疗咯血的药物可能会导致低血钠症，患者出现倦怠、乏力、表情淡漠、易晕倒等症状，各种代谢活动受到影响，严重时会导致人体

死亡，这表明稳态是_____。

(3)从细胞兴奋的角度推测低钠血症患者出现倦怠、乏力的原因是_____。

(4)为缓解患者低钠血症的症状，可采取的治疗方案有_____(填字母)。

A.静脉滴注醛固酮溶液

B.静脉滴注适宜浓度的氯化钠溶液

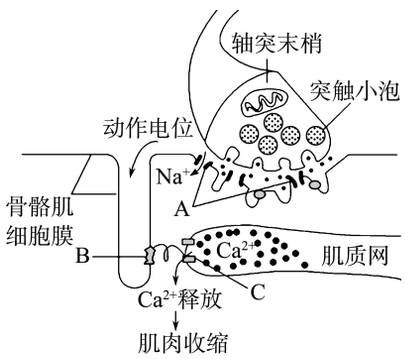
C.使用血管平滑肌细胞的抗利尿激素受体抑制剂

D.使用肾小管、集合管细胞的抗利尿激素受体抑制剂

解析：(1)患者出现咯血时，医生采用静脉注射的方式给药，药物最先进入血浆，通过作用于血管平滑肌引起肺部毛细血管收缩，进而减少血流量，治疗咯血。(2)抗利尿激素与肾小管、集合管细胞的受体结合后引起的生理作用是促进肾小管和集合管对水的重吸收。若大量使用治疗咯血的药物可能会导致低血钠症，患者出现倦怠、乏力、表情淡漠、易晕倒等症状，各种代谢活动受到影响，严重时会导致人体死亡，这说明稳态是机体进行正常生命活动的必要条件。(3)细胞兴奋的产生与膜内外的钠离子浓度差有关，当出现低钠血症时，会导致膜内外的钠离子浓度差减小，进而使动作电位峰值降低，兴奋减弱，患者表现为倦怠、乏力。(4)静脉滴注醛固酮溶液后，会促进肾小管和集合管对钠离子的重吸收，维持血钠含量的平衡，A正确；出现低钠血症后，静脉滴注适宜浓度的氯化钠溶液，可以使细胞外液渗透压升高，有利于低钠血症的治疗，B正确；血管平滑肌细胞的抗利尿激素受体抑制剂可以抑制抗利尿激素与血管平滑肌细胞表面的受体结合，导致毛细血管收缩减缓，血流量增加，对于咯血而言，此时会导致症状加剧，C错误；肾小管、集合管细胞的抗利尿激素受体抑制剂可以抑制抗利尿激素与肾小管、集合管细胞表面的受体结合，导致肾小管、集合管对水的重吸收减少，细胞外液减少，引起醛固酮分泌增多，进而促进肾小管和集合管对钠离子的重吸收，维持血钠含量的平衡，D正确。

答案：(1)血浆　收缩　(2)促进肾小管和集合管对水的重吸收　机体进行正常生命活动的必要条件　(3)血钠含量降低，导致膜内外钠离子浓度差减小，动作电位降低，兴奋减弱　(4)A、B、D

17.(9分)下图表示兴奋通过神经—骨骼肌接头引起骨骼肌收缩的部分过程。突触小泡释放乙酰胆碱(ACh)作用于A(受体兼Na^+通道)，通道打开，Na^+内流，产生动作电位。兴奋传导到B(另一受体)时，C(Ca^{2+}通道)打开，肌质网中的Ca^{2+}释放，引起肌肉收缩。请分析并回答下列问题：



(1)神经—骨骼肌接头属于反射弧组成部分中的_____。

(2)轴突末端释放ACh依赖于细胞膜具有_____的特点。神经递质虽然是小分子物质，但仍通过图示方式释放到突触间隙，其意义在于_____。

(3)当ACh作用于A时，在骨骼肌细胞内_____(填“能”或“不能”)检测到ACh，骨骼肌细胞膜外的电位变化是_____。

(4)缩手反射属于非条件反射，当我们取指血进行化验时，针刺破手指的皮肤，但我们并未将手指缩回。这说明一个反射弧中的低级中枢要接受_____的控制。

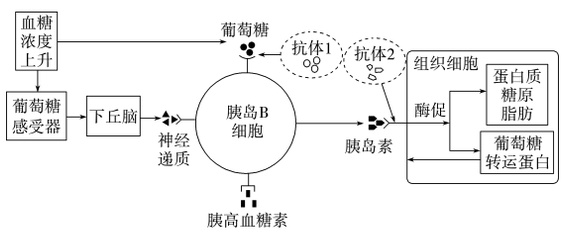
(5)神经—骨骼肌接头上存在分解ACh的胆碱酯酶，有机磷农药对胆碱酯酶有选择性抑制作用。可推测有机磷农药中毒后，会出现_____症状。

解析：(1)神经—骨骼肌接头属于反射弧中效应器部分。(2)轴突末端释放ACh(神经递质)的过程是通过胞吐实现的，该过程依赖细胞膜的流动性完成，即体现了生物膜具有流动性的特点。神经递质虽然是小分子物质，但仍通过图示方式释放到突触间隙，其意义在于短时间内使神经递质大量释放，从而有效实现神经兴奋的快速传递。(3)ACh是神经递质，与突触后膜上的受体结合，没有进入细胞内，因此在骨骼肌细胞内不能检测到ACh。骨骼肌细胞膜相当于突触后膜，接收递质的信号后，Na^+会大量内流，产生动作电位，骨骼肌细胞膜外的电位变化是正电位变为负电位。(4)缩手反射的神经中枢位于脊髓，属于低级中枢，人的高级中枢大脑皮层可以控制低级中枢，当我们取指血进行化验时，可以不缩回手指，这说明

一个反射弧中的低级中枢要接受高级中枢的控制。(5)有机磷农药对胆碱酯酶有选择性抑制作用,会抑制 ACh 分解,则可推测有机磷农药中毒后,突触后膜持续兴奋,出现肌肉持续收缩(或肌肉痉挛)的现象。

答案:(1)效应器　(2)流动性　短时间内使神经递质大量释放,从而有效实现神经兴奋的快速传递　(3)不能　正电位变为负电位　(4)高级中枢　(5)肌肉持续收缩(或肌肉痉挛)

18.(12 分)血糖的平衡对于保证机体各种组织和器官的能量供应具有重要的意义,胰岛素是维持血糖平衡的重要激素。下图表示胰岛素分泌的调节过程及胰岛素作用机理。回答下列问题:



(1)由图可知,正常情况下胰岛 B 细胞参与血糖平衡调节的过程中,会接受_____、_____、_____等信号分子的作用。

(2)由图可知,胰岛素能促进组织细胞的细胞膜上_____增多,从而促进组织细胞吸收葡萄糖,也能促进葡萄糖氧化分解、合成_____、转化为_____和脂肪等非糖物质,有效降低血糖浓度。

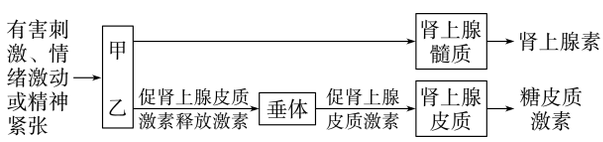
(3)内分泌腺没有导管,分泌的激素随_____运输,胰岛素和胰高血糖素的作用相互_____,共同维持血糖的稳定。在血糖调节过程中,存在着_____调节机制。

(4)由图可知,仅仅由_____(填“抗体 1”或“抗体 2”)引起的糖尿病可以通过注射胰岛素来治疗。

解析:(1)结合题图可以看出,下丘脑参与血糖平衡调节的过程中,胰岛 B 细胞会接收的信号分子有神经递质、葡萄糖、胰高血糖素等。(2)由题图可知,胰岛素能促进组织细胞的细胞膜上葡萄糖转运蛋白增多,从而促进组织细胞吸收葡萄糖,也能促进葡萄糖氧化分解、合成糖原、转化为蛋白质和脂肪等非糖物质,有效降低血糖浓度。(3)内分泌腺没有导管,分泌的激素直接进入血液中,即分泌的激素随体液运输,作用于靶器官或靶细胞。胰岛素能降低血糖浓度,而胰高血糖素能使血糖浓度上升,因此,二者在调节血糖平衡方面的作用表现为相互抗衡,共同维持血糖的稳定。另外,血糖调节的效果还会反馈作用于血糖调节过程,即存在着(负)反馈调节机制。(4)抗体 1 作用的是胰岛 B 细胞表面感受葡萄糖的受体,会导致胰岛素含量下降,进而引起糖尿病,而抗体 2 作用的是胰岛素的受体,会导致胰岛素无法起到降血糖的作用,进而表现为糖尿病,可见抗体 1 引起的糖尿病可以通过注射胰岛素来治疗,而抗体 2 引起的糖尿病无法通过注射胰岛素进行缓解。

答案:(1)神经递质　葡萄糖　胰高血糖素　(2)葡萄糖转运蛋白　糖原　蛋白质　(3)体液　抗衡　(负)反馈　(4)抗体 1

19.(11 分)在多种有害刺激、情绪激动或精神紧张等因素的作用下,机体通过神经系统和内分泌系统的作用,促进肾上腺的分泌活动,从而提高机体的警觉性、应变性和耐受力等,部分过程如下图所示。甲、乙分别为神经系统的不同结构,垂体产生的各种促激素是它们所作用的靶器官形态发育和维持正常机能所必需的。回答下列问题:



(1)甲为_____(填“交感神经”或“副交感神经”),乙为_____,有害刺激等因素引起糖皮质激素分泌的调节方式属于_____(填“神经调节”“体液调节”或“神经—体液调节”)。

(2)机体受到寒冷刺激时释放的肾上腺素增多,通过_____增加产热;与糖皮质激素相比,肾上腺素在血浆中含量上升_____(填“较快”或“较慢”),分泌持续时间_____(填“较长”或“较短”)。

(3)糖皮质激素可促进肝细胞将氨基酸转化为葡萄糖,糖皮质激素与胰岛素在调节血糖方面的作用是_____(填“协同”或“相抗衡”)的。

(4)临床上常使用大剂量的糖皮质激素用于抗炎症、抗过敏、抗休克等,若临床长期使用糖皮质激素会使肾上腺皮质_____(填“增生”或“萎缩”),原因是_____。

解析:(1)在多种有害刺激、情绪激动或精神紧张等因素的作用下,机体通过神经系统和内分泌系统的作用,促进肾上腺的分泌活动,所以甲是交感神经,乙是下丘脑。有害刺激等因素引起糖皮质激素分泌的过程中,有神经系统的参与,也有相应的激素参与,属于神经—体液调节。(2)机体受到

寒冷刺激时释放的肾上腺素增多，通过促进细胞代谢使产热量增加，在此调节过程中，肾上腺素是神经递质，所以产生的速度快，含量上升较快，分泌持续时间较短。(3)糖皮质激素使血糖浓度升高，胰岛素使血糖浓度降低，二者作用相抗衡。(4)临床长期使用糖皮质激素会使肾上腺皮质萎缩，因为长期使用糖皮质激素，其对下丘脑和垂体的抑制作用会增强，使得机体产生的促肾上腺皮质激素减少，引起肾上腺皮质萎缩。

答案：(1)交感神经　下丘脑　神经—体液调节　(2)促进细胞代谢　较快　较短　(3)相抗衡　(4)萎缩　长期使用糖皮质激素，其对下丘脑和垂体的抑制作用会增强，使得机体产生的促肾上腺皮质激素减少，引起肾上腺皮质萎缩

20.(13分)在强光照射条件下，小鼠视网膜内部分光反应型神经细胞将信号传递给γ-氨基丁酸能神经元，γ-氨基丁酸能神经元可通过释放GABA(抑制性神经递质)来缓解LC脑区的疼痛感觉。回答下列问题：

(1)光反应型神经细胞接受强光刺激后产生兴奋时，兴奋部位膜电位的变化是_____。在缓解疼痛的过程中，γ-氨基丁酸能神经元处于_____(填“兴奋”或“抑制”)状态，判断的理由是_____。

(2)小鼠前爪被注射福尔马林后会引起LC脑区产生疼痛感，该过程不属于反射，理由是_____。

(3)小鼠感到前爪疼痛后会舔舐前爪，并且舔舐时间与疼痛程度呈正相关。研究表明，单次3 000 lx强度的光照射可缓解疼痛。请以多只生理状态相同的健康小鼠、福尔马林、光照装置等材料设计实验验证上述结论。

实验思路：_____。

预期结果：_____。

(4)强光照射可缓解疼痛，推测其原因是LC脑区内神经元接受GABA后，其膜上的_____(填“Na^+”或“Cl^-”)通道开放而引起电位发生变化。

解析：(1)光反应型神经细胞接受强光刺激后产生兴奋时，兴奋部位膜电位的变化是由内负外正变为内正外负。γ-氨基丁酸能神经元可通过释放GABA(抑制性神经递质)来缓解LC脑区的疼痛感觉，只有处于兴奋状态的γ-氨基丁酸能神经元才能释放神经递质，所以在缓解疼痛的过程中，γ-氨基丁酸能神经元处于兴奋状态。(2)疼痛感在大脑皮层产生，没有经过完整的反射弧，所以小鼠前爪被注射福尔马林后引起LC脑区产生疼痛感不属于反射。(3)小鼠感到前爪疼痛后会舔舐前爪，并且舔舐时间与疼痛程度呈正相关，为验证单次3 000 lx强度的光照射可缓解疼痛，实验思路为将生理状态相同的健康小鼠分为两组，给两组小鼠的前爪注射福尔马林，一组用单次3 000 lx强度的光照射小鼠的前爪，一组不照光，记录两组小鼠舔舐时间。预期结果为照光组舔舐时间比不照光组舔舐时间短。(4)GABA是抑制性神经递质，当GABA与受体结合后，使Cl^-通道开放，Cl^-内流，抑制LC脑区产生疼痛感。

答案：(1)由内负外正变为内正外负　兴奋　γ-氨基丁酸能神经元可通过释放GABA(抑制性神经递质)来缓解LC脑区的疼痛感觉，只有处于兴奋状态的γ-氨基丁酸能神经元才能释放神经递质　(2)疼痛感在大脑皮层产生，没有经过完整的反射弧　(3)将生理状态相同的健康小鼠分为两组，给两组小鼠的前爪注射福尔马林，一组用单次3 000 lx强度的光照射小鼠的前爪，一组不照光，记录两组小鼠的舔舐时间　照光组舔舐时间比不照光组舔舐时间短　(4)Cl^-

第4章

免疫调节

单元概览

探究人体的免疫调节

玩耍是儿童的天性，亲近大自然能让他们感知世界、陶冶性情、强健体魄、增长知识。经常在山野间尽情玩耍的孩子，一般不容易生病；而有些如同温室里的花朵般被精心呵护的孩子，却容易被疾病困扰。

人体并非天生就有很强的免疫力，免疫力是在成长过程中一次次被病原体入侵后逐渐增强的。那么，人体通过什么系统抵抗病原体的侵袭？当病原体侵袭人体时，机体又是如何进行免疫反应的？如果机体免疫功能异常会造成什么后果？

核心概念

概念1　生命个体的结构与功能相适应，各结构协调统一共同完成复杂的生命活动，并通过一定的调节机制保持稳态

1.5　免疫系统能够抵御病原体的侵袭，识别并清除机体内衰老、死亡或异常的细胞，实现机体稳态。

1.5.1　举例说明免疫细胞、免疫器官和免疫活性物质等是免疫调节的结构与物质基础。

1.5.2　概述人体的免疫包括生来就有的非特异性免疫和后天获得的特异性免疫。

1.5.3　阐明特异性免疫是通过体液免疫和细胞免疫两种方式，针对特定病原体发生的免疫应答。

1.5.4　举例说明免疫功能异常可能引发疾病，如过敏、自身免疫病、艾滋病和先天性免疫缺陷病等。

学习目标

1.认识免疫系统各组成成分之间相互作用、相互配合，共同完成免疫功能。

2.举例说明免疫系统发挥作用的机制和免疫功能异常可能引发的疾病；阐明免疫调节、神经调节和体液调节共同维持人体内环境稳态。

3.分析免疫调节相关科学史和相关事实，逐步构建免疫系统的组成、特异性免疫等模型。通过模式图、曲线和模型等说明免疫系统抵御病原体侵袭的机制。

4.深入探讨身边相关生物学议题如艾滋病等，宣传预防传染病的知识，运用相关防控知识自主分析问题，并提出有效的预防措施。正确对待患者，消除歧视，主动关爱，树立健康的生命观，提升社会责任感。

★★★

探·究·构·建

第1节　免疫系统的组成和功能

学习任务目标

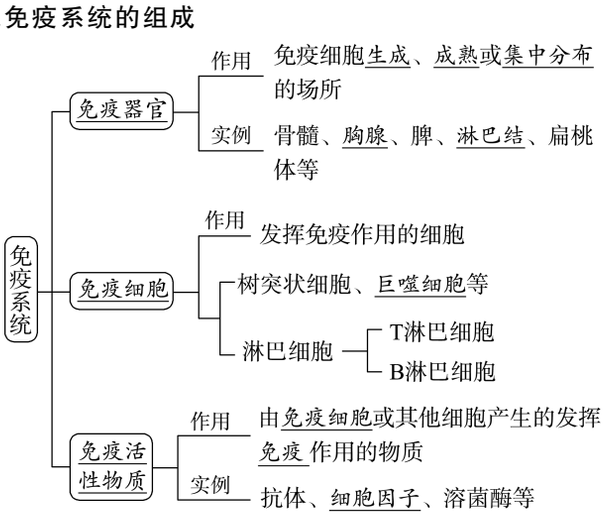
1.通过归纳法，梳理总结免疫系统的组成，能够认识到免疫器官、免疫细胞、免疫活性物质是免疫调节的基础，形成结构与功能相适应的生命观念。

2.结合实例，了解免疫系统的基本功能，解释常见的免疫现象。

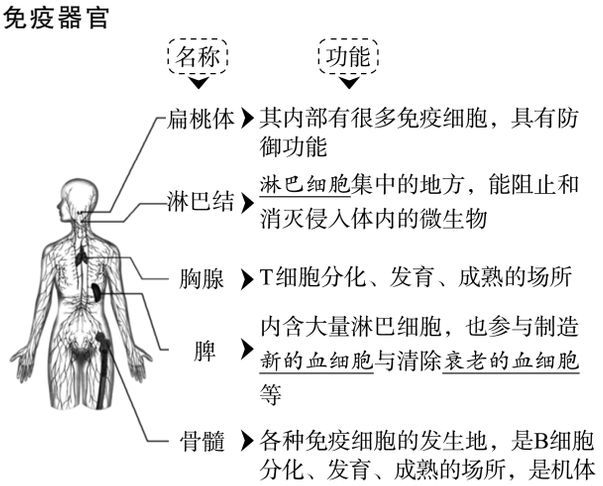
○ 问题式预习 ○

一、免疫系统的组成

1.免疫系统的组成



2.免疫器官



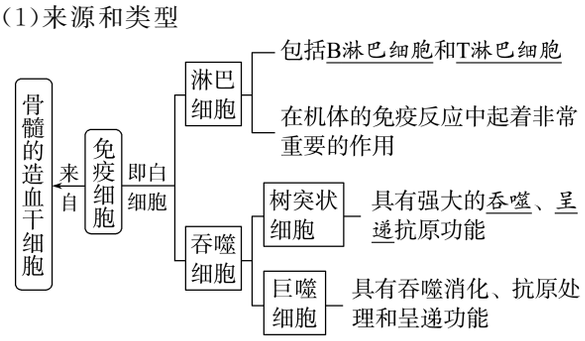
◇思考

[教材第67页图4-2]摘除动物的胸腺，受影响最大的是哪种免疫细胞？为什么？

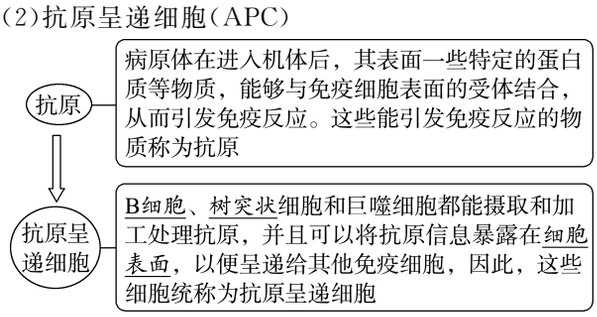
提示：T淋巴细胞。胸腺是T淋巴细胞分化、发育、成熟的场所。

3.免疫细胞

(1)来源和类型



(2)抗原呈递细胞(APC)



4.免疫活性物质

(1)概念：由免疫细胞或其他细胞产生的、并发挥免疫作用的物质。

(2)实例：抗体、细胞因子(白细胞介素、干扰素、肿瘤坏死因子等)、溶菌酶等。

(3)抗原与抗体

	概念	特性
抗原	能与免疫细胞表面的受体结合，引起免疫反应的物质	异物性、大分子性和特异性，一般是外来异物
抗体	机体产生的专门应对抗原的蛋白质	特异性，一种抗体只能与一种抗原结合

◇思考

[教材第69页“相关信息”]为什么要提取新型冠状病毒感染康复者的血清输给临床病人？

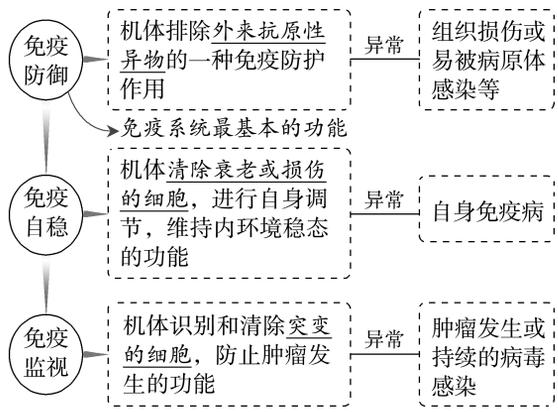
提示：新型冠状病毒感染康复者的血清中含有针对新型冠状病毒的抗体，可以与新型冠状病毒结合，使病毒失活，有助于病人康复。

二、免疫系统的功能

1.免疫系统的三道防线

项目	第一道防线	第二道防线	第三道防线
组成	皮肤、黏膜	体液中的杀菌物质和吞噬细胞	主要是淋巴细胞
来源	生来就有，遗传获得		后天获得
作用对象	不针对某一类特定病原体，对多种病原体都有防御作用		主要针对特定的抗原起作用
类型	非特异性免疫		特异性免疫

2.免疫系统的三大功能



○ 任务型课堂 ○

任务一 免疫系统的组成

探究活动

1.当我们体内上呼吸道有炎症时，扁桃体会肿大，有时颌下、腋下、腹股沟等部位还会出现淋巴结肿大。你知道这是为什么吗？

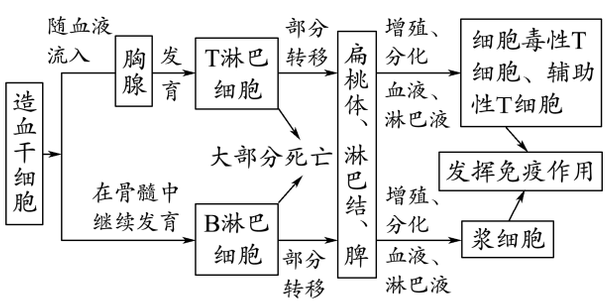
提示：扁桃体和淋巴结都是人体的免疫器官，当我们体内有炎症时，需要大量的免疫细胞去与病原体做斗争，而免疫器官就是免疫细胞产生并发育成熟或集中分布的场所。

2.斯坦曼发现了能够激活并调节适应性免疫的树突状细胞(DC)而获得了诺贝尔生理学或医学奖。DC是一种免疫细胞，能高效地摄取、加工处理和呈递抗原，从而激发免疫应答。与其功能相似的细胞还有哪些？它们都属于什么细胞？

提示：与DC功能相似的细胞还有B细胞、巨噬细胞。它们都属于抗原呈递细胞(APC)。

【探究总结】

1.淋巴细胞的起源与分化

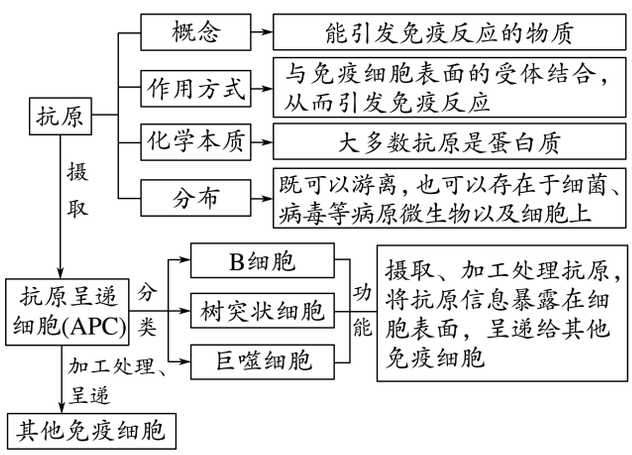


2.与免疫器官相关的易错点

(1)骨髓——免疫器官。免疫细胞从根本上都起源于骨髓中的造血干细胞，且骨髓也是B细胞分化、发育、成熟的场所。

(2)胸腺——既是免疫器官，又是内分泌腺。作为免疫器官，它是T细胞分化、发育、成熟的场所；作为内分泌腺，它能产生胸腺激素，促进T细胞的发育和成熟。

3.抗原与免疫细胞的关系



评价活动

1.下列有关免疫系统组成的叙述，不正确的是(　　)

A.免疫细胞只包括T细胞和B细胞，分别在胸腺和骨髓中成熟

B.胸腺是T细胞成熟的场所，胸腺随年龄而增长，在青春期达到高峰

C.免疫器官是免疫细胞生成、成熟或集中分布的场所

D.免疫活性物质是由免疫细胞或其他细胞产生的发挥免疫作用的物质

A　**解析**：免疫细胞包括T细胞、B细胞、树突状细胞和巨噬细胞等，其中T细胞在胸腺中成熟，B细胞在骨髓中成熟，A错误。

2.下列关于免疫系统组成的叙述，正确的是　(　　)

A.B细胞、T细胞、树突状细胞和巨噬细胞都属于淋巴细胞

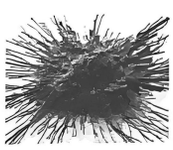
B.T淋巴细胞又可以分为辅助性T细胞和细胞毒性T细胞等

C.溶菌酶主要由唾液腺、泪腺分泌，因此不属于免疫活性物质

D.免疫活性物质主要包括抗体、溶酶体、干扰素、白细胞介素和肿瘤坏死因子等

B　**解析**：树突状细胞和巨噬细胞属于免疫细胞，但不属于淋巴细胞，A错误；T淋巴细胞可以分为辅助性T细胞和细胞毒性T细胞等，B正确；溶菌酶可由唾液腺、泪腺等分泌，在非特异性免疫中发挥作用，属于免疫活性物质，C错误；免疫活性物质是指由免疫细胞或其他细胞产生的发挥免疫作用的物质，主要包括抗体、细胞因子、溶菌酶等，不包括溶酶体，D错误。

3. 树突状细胞的细胞膜表面有大量突起（如图），该特点有利于树突状细胞　（　　）



A.传递兴奋　　B.捕获抗原

C.分泌抗体　　D.合成激素

B　**解析**：树突状细胞的细胞膜表面有很多突起，增大了细胞膜的面积，有利于高效捕获抗原，B正确。

任务二 免疫系统的功能

探究活动

流感病毒感染的临床症状以发热、乏力、干咳为主，少数患者伴有鼻塞、流涕、腹泻等症状。部分患者仅表现为低热、轻微乏力，多在一周后能够恢复。

（1）流感病毒侵入人体，首先要突破保卫人体的第几道防线？该防线的特点是什么？

提示：第一道防线；这道防线人人生来就有，不针对某一类特定的病原体。

（2）泪液、胃液和唾液都具有杀菌作用，它们属于第几道防线？在三道防线中，有吞噬细胞参与的防线有哪些？

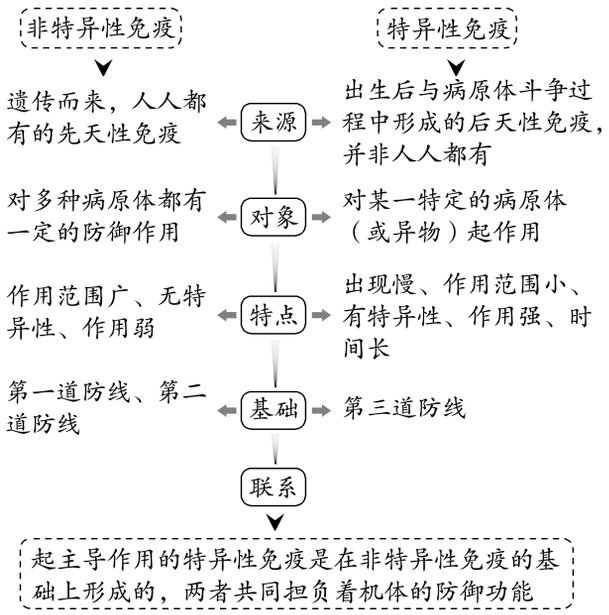
提示：泪液、胃液和唾液不是体液的组成成分，因此不属于第二道防线，而是属于第一道防线；吞噬细胞参与第二、三道防线。

（3）吞噬细胞吞噬杀灭外来病原体的过程，体现了免疫系统的什么功能？

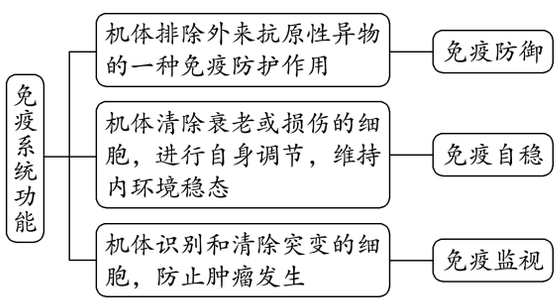
提示：免疫防御。

【探究总结】

1.非特异性免疫与特异性免疫的比较



2.免疫系统三大功能的判断



评价活动

1. 人体有三道防线来抵御病原体的攻击，所以我们虽然时刻处于病原体的包围之中，但一般情况下不会被感染。下列关于特异性免疫和非特异性免疫的叙述，错误的是　（　　）

A.泪液中的溶菌酶清除细菌的过程属于非特异性免疫

B.第三道防线在接触病原体后才能发挥作用，可针对特定的抗原

C.唾液中的溶菌酶能杀菌，属于人体的第二道防线

D.特异性免疫是在非特异性免疫的基础上形成的

C　**解析**：泪液、唾液不是体液的组成部分，其中的溶菌酶属于人体的第一道防线，溶菌酶清除细菌的过程属于非特异性免疫，A正确，C错误；第三道防线是机体与病原体接触后获得的，主要针对特定的抗原起作用，B正确；特异性免疫是在非特异性免疫的基础上形成的，特异性免疫的形成过程又反过来增强了机体非特异性免疫的功能，D正确。

2. 人体免疫系统最重要的特征是能辨别种系和个体本身，并且能辨认非种系和非个体本身的异物。下列有关说法不正确的是　（　　）

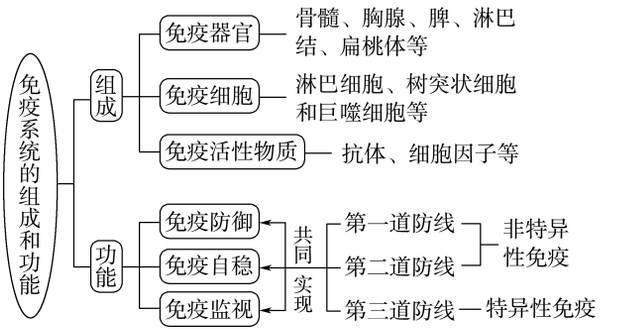
A.人体免疫系统能清除体内恶性病变及异常增殖的细胞，从而保持机体健康
B.人体免疫系统能清除体内衰老或受到损伤而不能修复的细胞
C.人体免疫系统能防御病原体的侵害，即防止病毒、细菌等病原体入侵
D.人体免疫系统能对进入人体的所有有毒物质进行识别

D　**解析**：人体免疫系统具有免疫防御、免疫自稳、免疫监视三大基本功能。人体免疫系统能清除体内恶性病变及异常增殖细胞，体现了免疫系统的免疫监视功能，A正确；人体免疫系统能识别并清除体内衰老或受到损伤而不能修复的细胞，从而保持机体健康，体现了免疫系统的免疫自稳功能，B正确；人体免疫系统能防御病原体的侵害，即防止病毒、细菌等病原体入侵，体现了免疫系统的免疫防御功能，C正确；有毒物质并不都是抗原，人体免疫系统不能对所有有毒物质进行识别，D错误。

3. 下列关于人体免疫系统组成与功能的叙述，错误的是（　　）
A.机体清除衰老或损伤的细胞，进行自身调节，维持内环境稳态的功能称为免疫自稳
B.巨噬细胞不属于人体的第一道免疫防线，但属于第二道和第三道免疫防线
C.溶菌酶、抗体、细胞因子均属于免疫活性物质，均由免疫细胞产生
D.免疫监视功能低下或失调时，机体可能会发生持续的病毒感染，甚至出现肿瘤

C　**解析**：免疫自稳是指机体清除衰老或损伤的细胞，进行自身调节，维持内环境稳态的功能，A正确；巨噬细胞是一种吞噬细胞，属于非特异性免疫的第二道防线（如吞噬病原体）和特异性免疫的第三道防线（如抗原呈递），但不属于第一道防线，B正确；溶菌酶、抗体、细胞因子均属于免疫活性物质，但溶菌酶可由泪腺、唾液腺等非免疫细胞产生，并非均由免疫细胞产生，C错误；免疫监视功能低下或失调时，机体识别和清除突变细胞的能力减弱，可能导致肿瘤发生或持续的病毒感染，D正确。

提质归纳



课后素养评价（十四）

基础落实

知识点1　免疫系统的组成

1. 下列有关免疫细胞的叙述，错误的是（　　）
A.树突状细胞、巨噬细胞除了具有抗原呈递功能，还能吞噬病原体
B.淋巴细胞属于免疫细胞，淋巴细胞均位于淋巴液中
C.巨噬细胞分布范围比树突状细胞广
D.免疫细胞来自骨髓的造血干细胞

B　**解析**：树突状细胞和巨噬细胞均属于抗原呈递细胞，既能吞噬、处理病原体，又能将抗原呈递给T细胞，A正确；淋巴细胞包括B淋巴细胞、T淋巴细胞等，属于免疫细胞，但淋巴细胞不仅存在于淋巴液中，还分布于血液和组织液中，B错误；巨噬细胞广泛分布于机体的各种组织中，而树突状细胞主要分布在皮肤、消化道、呼吸道等很多上皮组织及淋巴器官中，因此巨噬细胞分布更广，C正确；免疫细胞（如B细胞、T细胞、巨噬细胞等）均由骨髓中的造血干细胞分化而来，D正确。

2. 按照现代免疫概念划分，下列物质不属于抗原的是（　C　）
A.由外界进入人体的病原体
B.自身的异常细胞
C.自身新生成的红细胞
D.因强烈击打体表而破裂的红细胞

3. 下列有关免疫活性物质的叙述，错误的是（　A　）
A.免疫活性物质是由免疫细胞产生，并发挥免疫作用的物质
B.抗体能随血液循环和淋巴循环到达身体各个部位，与抗原特异性结合，发生特异性反应
C.白细胞介素、干扰素、肿瘤坏死因子都属于细胞因子
D.溶菌酶既具有催化作用，又具有免疫作用

知识点2　免疫系统的功能

4. 下列关于人体免疫的三道防线的说法，正确的是（　C　）
A.人体的皮肤、黏膜和体液中的杀菌物质构成了人体的第一道防线

B.体液中的淋巴细胞和吞噬细胞构成人体的第二道防线
C.第三道防线主要由免疫器官、免疫细胞借助血液循环和淋巴循环组成
D.人体的第一道防线属于非特异性免疫，第二道防线和第三道防线属于特异性免疫

5.人体的免疫系统是人体抵御病原体侵犯最重要的保卫系统，是机体保护自身的防御性结构。下列关于人体免疫系统的功能的说法，正确的是（　　）
A.免疫系统的防御功能是通过第三道防线实现的
B.免疫监视功能低下时，机体易发生肿瘤或持续性病毒感染
C.免疫系统对机体总是有益的
D.免疫系统通过它的免疫监视和免疫自稳功能，实现它在维持稳态中的作用

B　**解析**：免疫系统的防御功能由三道防线共同实现，第一道防线由皮肤、黏膜等物理屏障组成，第二道防线由吞噬细胞、体液中的杀菌物质组成，第三道防线是特异性免疫，A错误；免疫监视功能可识别并清除体内突变的细胞（如肿瘤细胞），若此功能低下，可能导致肿瘤的发生或持续性病毒感染，B正确；免疫系统异常时可能引发自身免疫病，对机体有害，C错误；免疫系统通过免疫防御、免疫监视和免疫自稳共同维持稳态，D错误。

6.下列关于免疫系统功能的叙述，正确的是（　D　）
A.免疫防御是机体排除外来抗原性异物，该功能过强可能会导致被病原体感染
B.免疫自稳是机体清除突变的细胞，进行自身调节，维持内环境稳态的功能
C.免疫监视是机体清除衰老或损伤的细胞，该功能过强会导致组织损伤
D.免疫功能的实现要依靠保卫人体的三道防线，这三道防线并非都通过先天遗传获得

能力提升

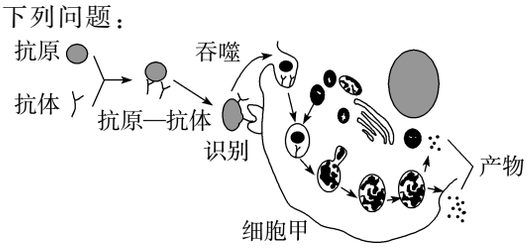
7.皮肤是人体最大的器官，人体皮肤大面积烧伤后容易发生感染。当上呼吸道有炎症时，扁桃体会肿大，有时颈部、腋窝、腹股沟等部位还会出现淋巴结肿大，这些现象都与免疫系统有关。下列关于免疫的叙述，正确的是（　　）
A.皮肤组成了人体的第一道防线，既能进行非特异性免疫，又能进行特异性免疫
B.扁桃体、淋巴结为免疫器官，内含免疫细胞，能阻止和消灭病原体，具有免疫防御功能
C.执行免疫功能的细胞是淋巴细胞，该细胞是由造血干细胞在骨髓中经分裂分化形成的
D.免疫活性物质包括抗体、溶菌酶和细胞因子等，它们都是由淋巴细胞合成并分泌的

B　**解析**：由皮肤和黏膜组成的人体第一道防线，只能进行非特异性免疫，不能进行特异性免疫，A错误；扁桃体、淋巴结为免疫器官，内含免疫细胞，能阻止和消灭病原体，体现了免疫的防御功能，B正确；执行免疫功能的细胞是免疫细胞，免疫细胞是由造血干细胞分裂分化形成的，C错误；免疫活性物质包括抗体、溶菌酶和细胞因子等，它们是由免疫细胞或其他细胞合成并分泌的，D错误。

8.下列关于免疫器官的叙述，错误的是（　D　）
A.骨髓是各种免疫细胞的发生地，是B细胞分化、发育、成熟的场所
B.胸腺在青春期时达到高峰，以后逐渐退化，是T细胞分化、发育、成熟场所
C.脾内含有大量的淋巴细胞，参与制造新的血细胞与清除衰老的血细胞
D.扁桃体沿淋巴管遍布全身，主要集中在颈部、腋窝部和腹股沟部等处

9.下列关于特异性免疫和非特异性免疫的叙述，错误的是（　C　）
A.与非特异性免疫相关的结构主要是皮肤、黏膜、吞噬细胞等，与特异性免疫相关的结构是机体的免疫系统
B.非特异性免疫先天就有，作用范围广；特异性免疫后天形成，作用范围小，针对性强
C.青霉素能杀菌和唾液中的溶菌酶能杀菌都属于非特异性免疫
D.特异性免疫是在非特异性免疫的基础上形成的

10.免疫系统能清除异物，维持内环境稳态。下图表示人体免疫系统清除SARS病毒（一种RNA病毒）的部分过程，其中的抗原为SARS病毒。请回答下列问题：



（1）免疫系统的组成主要有免疫器官、免疫细胞和_____。免疫系统的功能有_____、_____、_____。
（2）图中细胞甲为_____，该类细胞包括_____，这种细胞的功能是_____（答出两点）。
（3）抗原—抗体复合物在细胞甲内的消化分解与_____（填细胞器名称）直接相关，消化分解后物质的去向有_____。
（4）在该过程中还有淋巴细胞的参与，淋巴细胞起源于_____，其发生、成熟、集中的部位分别是_____、_____、_____。

答案：（1）免疫活性物质　免疫防御　免疫自稳　免疫监视　（2）吞噬细胞　树突状细胞、巨噬细胞　吞噬抗原、呈递和处理抗原　（3）溶酶体　对细胞有用的物质细胞可以再利用，废物排出细胞外　（4）造血干细胞　骨髓　骨髓和胸腺　扁桃体、淋巴结等

第2节　特异性免疫

第1课时　体液免疫

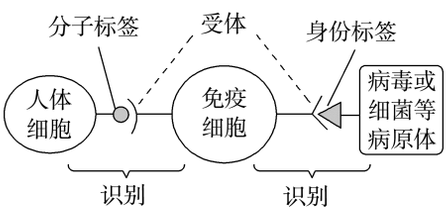
学习任务目标

1.基于对体液免疫过程的学习，构建体液免疫的模型。
2.基于对体液免疫过程的学习，掌握体液免疫中相关细胞的作用。

○ 问题式预习 ○

一、免疫系统对病原体的识别

1.免疫细胞的识别基础



(1)在人体所有细胞膜的表面，都有作为分子标签来起作用的一组蛋白质，能被自身的免疫细胞所识别。

(2)病毒、细菌等病原体也带有各自的身份标签，当它们侵入人体后，能被免疫细胞识别出来。免疫细胞是靠细胞表面的受体来辨认它们的。

2.当流感病毒突破了机体的前两道防线，第三道防线就会发挥作用，产生特异性免疫。第三道防线的“作战部队”主要是众多的淋巴细胞。

二、体液免疫

1.概念

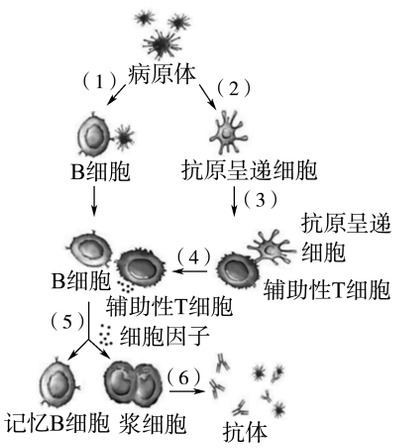
B细胞激活后可以产生抗体，由于抗体存在于体液中，所以这种主要靠抗体“作战”的方式称为体液免疫。

2.基本过程

(1)一些病原体可以和B细胞接触，这为激活B细胞提供了第一个信号。

(2)一些病原体被树突状细胞、B细胞等抗原呈递细胞摄取。

(3)抗原呈递细胞将抗原处理后呈递在细胞表面，然后传递给辅助性T细胞。



(4)辅助性T细胞表面的特定分子发生变化并与B细胞结合，这是激活B细胞的第二个信号；辅助性T细胞开始分裂、分化，并分泌细胞因子。

(5)B细胞受到两个信号的刺激后开始分裂、分化，大部分分化为浆细胞，小部分分化为记忆B细胞。细胞因子能促进B细胞的分裂、分化过程。

(6)浆细胞产生和分泌大量抗体，抗体可以随体液在全身循环并与这种病原体结合。抗体与病原体的结合可以抑制病原体的增殖或对人体细胞的黏附。

◇思考

1.[教材第73页“相关信息”]通常一个B细胞表面有几种抗原的受体？活化后可产生几种抗体？

提示：通常一个B细胞表面只有一种抗原的受体，活化后可产生一种抗体。

2.[教材第73页正文]初次接触抗原与再次接触抗原，机体产生抗体有何不同？

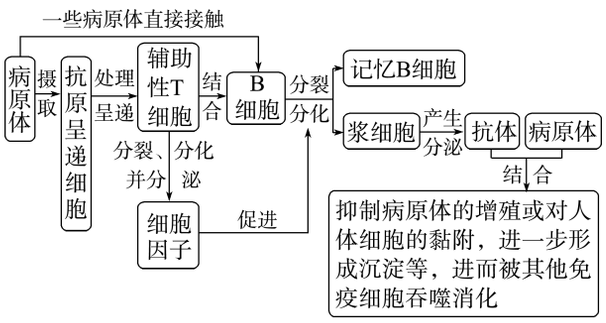
提示：机体再次接触抗原比初次接触抗原产生的抗体更多，而且迅速。

○ 任务型课堂 ○

任务一　免疫系统对病原体的识别和体液免疫

探究活动

下图为体液免疫基本过程示意图，回答下列相关问题：



(1)抗原呈递细胞的作用有哪些？

提示：摄取、处理病原体，将抗原信息暴露在细胞表面，并呈递给辅助性 T 细胞。

(2)辅助性 T 细胞活化的条件是什么？活化后有什么变化？

提示：接受抗原呈递细胞处理后的抗原刺激。活化后的辅助性 T 细胞的变化有：开始分裂、分化，并分泌细胞因子；细胞表面的特定分子发生变化并与 B 细胞结合。

(3)B 细胞活化的条件是什么？活化后有什么变化？

提示：B 细胞活化的条件：一些病原体可以与 B 细胞接触，这是激活 B 细胞的第一个信号；辅助性 T 细胞表面的特定分子发生变化并与 B 细胞结合，这是激活 B 细胞的第二个信号；此外，还有辅助性 T 细胞分泌的细胞因子的作用。B 细胞活化后的变化：开始增殖、分化，大部分分化为浆细胞，小部分分化为记忆 B 细胞。

(4)抗体的作用是什么？抗体能否直接导致病原体死亡？

提示：抗体与病原体结合，抑制其增殖或对人体细胞的黏附。多数情况下，抗体与抗原结合后会形成沉淀被其他免疫细胞吞噬消化。抗体并不能直接导致病原体死亡。

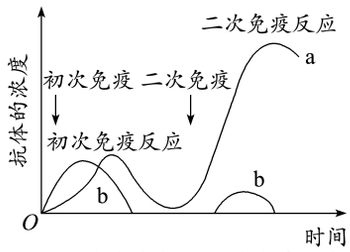
【探究总结】

1.记忆细胞与二次免疫反应的特点

(1)记忆细胞的特点：可以在抗原消失后很长时间保持对这种抗原的记忆。

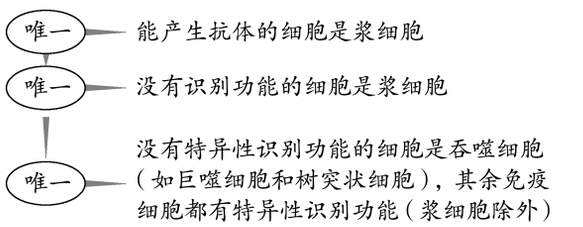
(2)二次免疫反应：当相同抗原再次入侵时，记忆细胞能迅速增殖、分化，形成相应效应细胞，迅速、高效地产生免疫反应。

(3)二次免疫反应的特点：二次免疫与初次免疫相比，产生的抗体又快又多，从而使患病程度大大降低。



a为抗体浓度变化　b为患病程度

2.明确免疫细胞的三个“唯一”



3.提醒：(1)一个淋巴细胞只针对一种特异性抗原；每个细胞表面的受体数量是有限的，一个细胞膜表面不可能同时具有所有不同种类抗原的受体。

(2)与抗原对应的淋巴细胞选择性增殖：未受到抗原刺激时每种识别不同抗原的细胞只有一个或很少数量，这可以节约免疫系统所需的物质和能量。只有受到特定抗原刺激的淋巴细胞才会增殖形成大量能够识别相同抗原的同种淋巴细胞，这些淋巴细胞具有极强的特异性，可以高效专一地对抗某种抗原。

评价活动

1. 人体免疫系统在机体抵御病原体侵害的过程中发挥了重要的作用。下列相关叙述正确的是（　　）

A.相同病原体侵入不同机体后激活的 B 细胞分泌的抗体都相同

B.抗原呈递细胞可暴露抗原信息，进而参与 B 细胞的活化

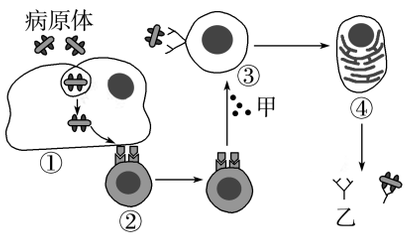
C.人体内各种免疫细胞都分布在免疫器官和淋巴液中

D.树突状细胞、辅助性 T 细胞和 B 细胞识别相同抗原的受体相同

B　**解析**：病原体表面存在不同的抗原表位，可以与不同 B 细胞的表面受体结合，分化成的浆细胞不同，产生的抗体种类也会有差异，A 错误；抗原呈递细胞向辅助性 T 细胞呈递抗原信息，辅助性 T 细胞分泌细胞因子参与 B 细胞活化，B 正确；免疫细胞不仅分布于免疫器官和淋巴液中，还存在于血

液、组织液等部位，C错误；树突状细胞、辅助性T细胞和B细胞摄取和加工处理抗原的过程不同，识别相同抗原的受体也就不同，D错误。

2. 下图是人体初次接触某病原体后发生的部分免疫过程示意图，图中①～④表示细胞，甲和乙表示物质。下列说法正确的是（　　）



A.细胞①是抗原呈递细胞，能特异性识别病原体

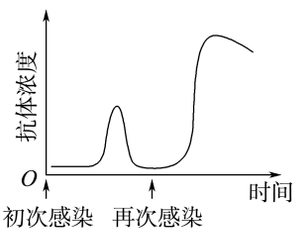
B.细胞②和细胞③发育、成熟的场所均相同

C.细胞④是浆细胞，由记忆B细胞增殖、分化形成

D.流感病毒感染者体内会产生物质甲和乙

D　**解析**：题图表示体液免疫的过程，①为抗原呈递细胞，②为辅助性T细胞，③为B细胞，④为浆细胞，甲为细胞因子，乙为抗体。细胞①（抗原呈递细胞）识别抗原没有特异性，A错误；细胞②和细胞③分别为辅助性T细胞和B细胞，发育、成熟的场所不同，分别是胸腺和骨髓，B错误；由题干信息可知，该过程是初次免疫，则细胞④（浆细胞）由细胞③（B细胞）增殖、分化而来，C错误；流感病毒感染者体内会产生体液免疫过程，因此会产生物质甲和乙，D正确。

3. 人体免疫系统对维持机体健康具有重要作用。机体初次和再次感染同一种病毒后，体内特异性抗体浓度变化如图所示。回答下列问题：



（1）免疫细胞是免疫系统的重要组成成分。人体T细胞成熟的场所是_____；体液免疫过程中，能产生大量特异性抗体的细胞是_____。

（2）在体液免疫过程中，抗体和病毒结合后病毒最终被清除的方式是_____。

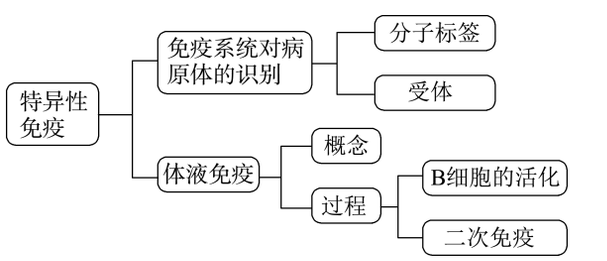
（3）病毒再次感染使机体内抗体浓度激增且保持较长时间（如图所示），此时抗体浓度激增的原因是_____。

（4）依据图中所示的抗体浓度变化规律，为了获得更好的免疫效果，宜采取的疫苗接种措施是_____。

解析：（1）T细胞在胸腺中成熟；抗体由浆细胞分泌。（2）在体液免疫过程中，抗体与病毒结合后会形成沉淀，进而被吞噬细胞吞噬消化。（3）病毒再次侵入机体时，由于体内已存在相应的记忆细胞，记忆细胞会迅速增殖、分化成浆细胞，形成的浆细胞能分泌大量抗体，以快速清除病毒。（4）由题图可知，初次感染后的一段时间内，抗体浓度先增加后减少，再次感染后的一段时间内，抗体浓度显著增加，表明再次感染会使机体产生更强烈的免疫反应。为了获得更好的免疫效果，可在初次接种后，间隔一段时间再接种。

答案：（1）胸腺　浆细胞　（2）被吞噬细胞吞噬消化　（3）初次感染病毒时，体内会产生抗体和记忆细胞，病毒再次感染机体时，记忆细胞迅速增殖、分化成浆细胞，短时间内产生大量抗体　（4）初次接种后，间隔适宜时间再接种

提质归纳



课后素养评价（十五）

基础落实

知识点　体液免疫

1. 下列关于体液免疫的叙述，错误的是（　C　）

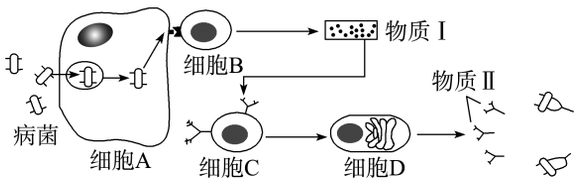
A.能刺激B细胞活化的两个信号来自病原体和辅助性T细胞

B.辅助性T细胞分泌的细胞因子可以促进B细胞的增殖、分化

C.在二次免疫反应中，浆细胞来源于记忆B细胞

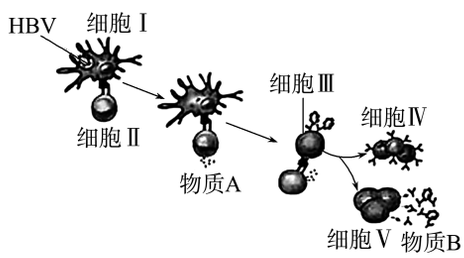
D.浆细胞分泌的特异性抗体只能与细胞外的特定病原体结合

2. 下图为人体某类免疫过程的模式图，下列相关说法错误的是（　B　）



A.物质Ⅰ具有促进细胞C增殖、分化的作用
B.能够对病菌进行特异性识别的细胞有B、C和D
C.物质Ⅰ和物质Ⅱ都属于免疫活性物质
D.细胞A和细胞B在特异性免疫中都发挥作用

3.乙型肝炎病毒(HBV)感染会引起以肝脏损伤为主要表现的乙型肝炎,下图为HBV入侵机体后,机体作出的部分免疫应答示意图,以下相关叙述中正确的是　(　　)



A.通常情况下,一个细胞Ⅲ活化后形成的细胞Ⅴ只能合成并分泌一种物质B
B.图中免疫应答过程体现了免疫系统中免疫自稳这一功能
C.图中细胞都是具有免疫识别功能的细胞
D.物质A是活化细胞Ⅲ的第二个信号,能使其细胞周期缩短

A　**解析**:细胞Ⅲ(B细胞)活化后分化为浆细胞(细胞Ⅴ)和记忆B细胞(细胞Ⅳ),且一个B细胞活化后只针对一种抗原,分化出的浆细胞仅能合成并分泌一种特异性抗体(物质B),A正确;题图中免疫应答过程是针对乙型肝炎病毒的入侵产生的,体现了免疫系统中免疫防御这一功能,B错误;题图中细胞Ⅴ(浆细胞)不具有识别功能,C错误;B细胞(细胞Ⅲ)活化需要两个信号,第一个信号是抗原与B细胞受体结合,第二个信号是辅助性T细胞表面特定分子发生变化并与B细胞结合,细胞因子(物质A)可以促进B细胞增殖分化,使其细胞周期缩短,但不是第二个信号,D错误。

4.某团队利用现代生物技术,从一养蛇人所捐献的血样中获得两种具有抗蛇毒能力的单克隆抗体,用于治疗毒蛇咬伤,效果良好。下列有关叙述错误的是　(　　)

A.若同种蛇毒再次进入该养蛇人体内,则其血液中抗蛇毒抗体的含量会增加
B.该养蛇人体内抗蛇毒抗体的产生与B细胞有关,与T细胞无关
C.抗蛇毒抗体能与蛇毒中的特定抗原结合,体现了抗体作用的特异性
D.这两种单克隆抗体在体内结合蛇毒抗原后,可被免疫细胞吞噬

B　**解析**:若同种蛇毒再次进入该养蛇人体内,记忆B细胞会迅速增殖、分化为浆细胞,并分泌抗体,因此血液中抗蛇毒抗体的含量会升高,A正确;抗原呈递细胞处理蛇毒抗原后,将抗原信息传递给辅助性T细胞,辅助性T细胞表面的特定分子发生变化并与B细胞结合,作为激活B细胞的第二个信号,B细胞分化为浆细胞产生抗体,因此,抗体的产生与B细胞和T细胞密切相关,B错误;抗体具有特异性,只能与特定抗原结合,抗蛇毒抗体专一性地识别蛇毒中的抗原成分,体现了抗体作用的特异性,C正确;单克隆抗体在体内与蛇毒抗原结合后,形成抗原—抗体复合物,该复合物可被吞噬细胞(如巨噬细胞)识别并吞噬清除,D正确。

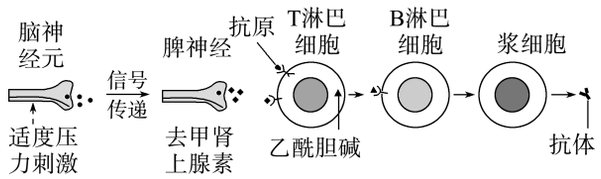
能力提升

5.为了探究树突状细胞(DC)的抗原呈递作用,实验小组分离了小鼠中来源于骨髓的DC。将DC分为甲、乙两组,甲组用卵清蛋白(OVA,模型抗原)刺激DC,乙组(对照组)不刺激,培养24 h。然后将两组的DC分别和从小鼠脾脏中分离的某种淋巴细胞共培养,3 d后检测该淋巴细胞分泌的白细胞介素含量,结果表明,甲组白细胞介素的含量显著高于乙组。下列叙述错误的是　(　　)

A.该实验表明DC直接作用于B细胞来促进抗体产生
B.该实验中和DC混合培养的淋巴细胞是辅助性T细胞
C.该实验中分泌白细胞介素的淋巴细胞也能参与细胞免疫
D.该淋巴细胞分泌的白细胞介素是一种免疫活性物质

A　**解析**:实验中的树突状细胞(DC)将抗原处理后呈递给与其混合培养的淋巴细胞,使淋巴细胞分泌白细胞介素,而非直接作用于B细胞促进抗体产生,A错误;辅助性T细胞可接受DC呈递的抗原并分泌白细胞介素,因此实验中与DC混合培养的淋巴细胞是辅助性T细胞,B正确;辅助性T细胞可通过释放细胞因子加速细胞毒性T细胞活化,参与细胞免疫,C正确;白细胞介素属于细胞因子,是免疫活性物质的一种,D正确。

6.下图表示人体内“脑—脾神经轴”的调节机制。下列相关叙述正确的是（　　）



A.“脑—脾神经轴”调节机制能对细胞免疫发挥作用

B.若T淋巴细胞中乙酰胆碱受体基因表达量下降，可影响抗体生成

C.乙酰胆碱在该调节过程中作为神经递质刺激B淋巴细胞增殖分化

D.适度压力刺激使“脑—脾神经”兴奋性提高，有利于增强机体的免疫力

D　**解析**：由题图可知，“脑—脾神经轴”调节机制能释放去甲肾上腺素，去甲肾上腺素可促使T淋巴细胞释放乙酰胆碱，从而促进B淋巴细胞增殖分化形成浆细胞，故“脑—脾神经轴”调节机制能对体液免疫发挥作用，A错误；乙酰胆碱需要与乙酰胆碱受体结合才能发挥作用，由题图可知，乙酰胆碱的受体在B淋巴细胞膜上，T淋巴细胞是释放乙酰胆碱的细胞，细胞膜上没有乙酰胆碱的受体，若B淋巴细胞中乙酰胆碱受体基因表达量下降，会影响乙酰胆碱的作用，影响抗体生成，B错误；题图中乙酰胆碱在该免疫活动调节中能刺激B淋巴细胞增殖分化，起到了细胞因子的作用，C错误；分析题图可知，适度压力刺激使“脑—脾神经”兴奋性提高，能促进浆细胞生成和分泌抗体，有利于增强机体的免疫力，D正确。

7.人体被细菌M感染的早期，细菌M的脂多糖、荚膜多糖等非胸腺依赖性抗原，可以直接激活B细胞产生IgM抗体。该免疫过程不需要辅助性T细胞的协助，也不会产生相应的记忆B细胞。下列叙述错误的是（　C　）

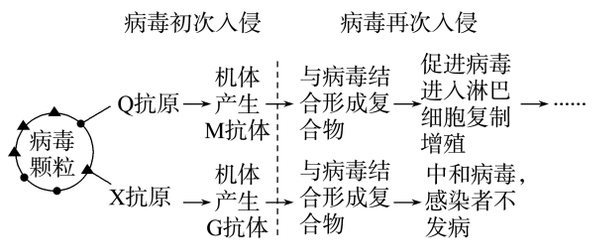
A.浆细胞分泌的抗体不能直接作用于细胞内的抗原

B.免疫系统清除细菌等病原体主要体现了免疫防御功能

C.二次免疫时，细菌M会刺激人体快速产生大量的IgM抗体

D.这种免疫不需要激活辅助性T细胞，故感染抗原后较短时间就能产生抗体

8.登革病毒初次入侵后机体会产生抗体，再次入侵后会引发进一步的免疫反应，如下图所示。回答下列问题：



(1)G抗体是由_____细胞产生的，机体产生G抗体的过程属于_____（填“体液”或“细胞”）免疫。

(2)X抗原诱导机体产生抗体的过程离不开辅助性T细胞，该细胞在体液免疫中的作用是_____

_____

_____

_____。

(3)登革病毒再次入侵时，机体能迅速产生大量G抗体，这与病毒初次入侵时产生的_____细胞有关，该免疫过程的特点是_____。

(4)病毒再次入侵时，体内已存在的M抗体可能加重病情。请依据图示机制解释可能的原因：_____

_____

_____。

解析：(1)抗体是由浆细胞产生的，机体产生抗体的过程属于体液免疫。(2)辅助性T细胞在体液免疫中主要有两方面的作用：一是辅助性T细胞表面的特定分子发生变化并与B细胞结合，激活B细胞；二是辅助性T细胞能分泌细胞因子，促进B细胞增殖分化。(3)登革病毒再次入侵时，机体能迅速产生大量G抗体，这属于二次免疫，与病毒初次入侵时产生的记忆B细胞有关；二次免疫的特点是反应更迅速、更强烈。(4)分析题图可知，登革病毒表面的Q抗原可使机体产生M抗体，在登革病毒再次入侵时，M抗体可与病毒结合形成复合物，促进病毒进入淋巴细胞复制增殖，相当于增强了病毒的复制和传播能力，从而加重病情。

答案：(1)浆　体液　(2)辅助性T细胞表面的特定分子发生变化并与B细胞结合，激活B细胞；分泌细胞因子，促进B细胞增殖分化　(3)记忆B　反应更迅速、更强烈　(4)在登革病毒再次入侵时，M抗体与病毒结合形成复合物，促进病毒进入淋巴细胞复制增殖，增强了病毒的复制和传播能力，从而加重病情

第 2 课时　细胞免疫

学习任务目标

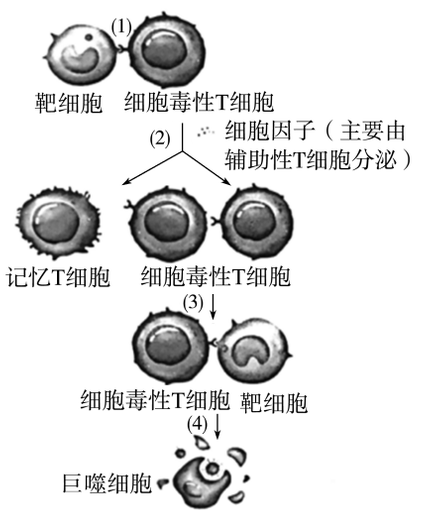
1.基于对细胞免疫过程的学习，构建细胞免疫的模型。
2.通过比较体液免疫与细胞免疫的过程，归纳二者的区别与联系。
3.理解免疫系统各个组成成分之间相互作用、相互配合，共同完成免疫功能。

○ 问题式预习 ○

一、细胞免疫

1.概念：当病原体进入细胞内部，就要靠 T 细胞直接接触靶细胞来“作战”，这种方式称为细胞免疫。

2.基本过程



(1)被病原体感染的宿主细胞（靶细胞）膜表面的某些分子发生变化，细胞毒性 T 细胞识别变化的信号。

(2)细胞毒性 T 细胞分裂并分化，形成新的细胞毒性 T 细胞和记忆 T 细胞。细胞因子能加速这一过程。

(3)新形成的细胞毒性 T 细胞在体液中循环，它们可以识别并接触、裂解被同样病原体感染的靶细胞。

(4)靶细胞裂解、死亡后，病原体暴露出来，抗体可以与之结合；或被其他细胞吞噬掉。

二、体液免疫和细胞免疫的协调配合

1.体液免疫和细胞免疫的关系

体液免疫和细胞免疫巧妙配合、密切合作，共同完成对机体稳态的调节。

(1)辅助性 T 细胞在体液免疫和细胞免疫中都起关键性作用：既参与 B 细胞的活化，也参与细胞毒性 T 细胞的活化。

(2)侵入细胞的病原体被消灭

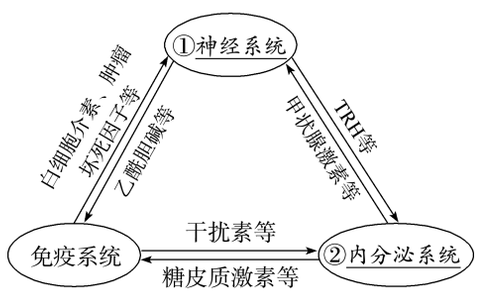
①需要细胞毒性 T 细胞发动细胞免疫，裂解靶细胞，释放抗原；

②失去藏身之所的抗原，再被体液免疫中浆细胞产生的抗体结合；

③抗原与抗体结合形成的沉淀等被吞噬细胞清除。

2.神经调节、体液调节和免疫调节之间的关系

(1)完善神经调节、体液调节和免疫调节之间的关系图解



(2)神经调节、体液调节和免疫调节关系分析

①神经系统、内分泌系统与免疫系统之间存在着相互调节，通过信息分子构成一个复杂网络。这三个系统各自以特有的方式在内环境稳态的维持中发挥作用。

②神经调节、体液调节和免疫调节的实现都离不开信号分子，如神经递质、激素和细胞因子等。

③信号分子的作用方式，都是直接与受体接触。

◇思考

[教材第 75 页“拓展应用”]某媒体报道，“据专家推测，今年冬天北京不会有大规模流感暴发，因为没有发现流感病毒发生大的变异。”在报道的这个推理过程中，缺少了一些环节，请根据所学内容，将推理过程补充完整。

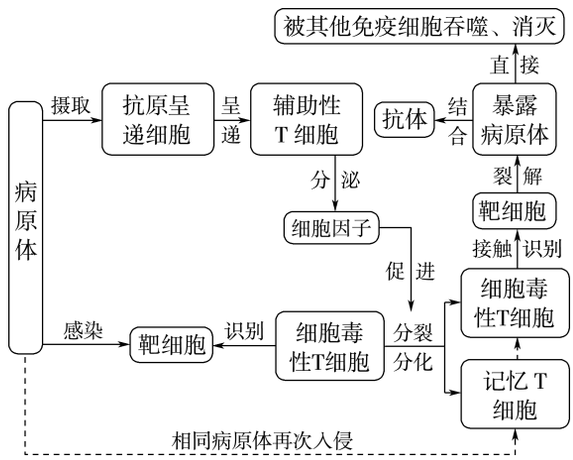
提示：这一推理过程是流感病毒进入机体后，引发特异性的免疫反应，当流感病毒被消灭之后，机体会形成免疫记忆。如果流感病毒没有发生大的变异，当这些流感病毒再次进入机体时，记忆细胞会迅速增殖、分化，机体会通过更强烈的特异性免疫反应在流感病毒造成流感症状之前将其清除，因此不会有大规模流感暴发。

○ 任务型课堂 ○

任务一 细胞免疫

探究活动

下图为细胞免疫的基本过程示意图，回答下列有关问题：



(1)细胞毒性 T 细胞活化需要哪些条件？

提示：靶细胞表面分子(信号)的刺激、细胞因子(主要由辅助性 T 细胞分泌)的刺激。

(2)病毒感染人体肺部细胞后，细胞毒性 T 细胞具有哪些作用？

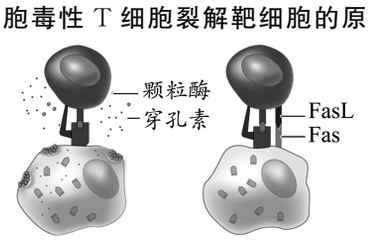
提示：①识别并裂解被病毒感染的靶细胞；②分化形成记忆 T 细胞，当再次遇到相同病毒时，记忆 T 细胞会立即分裂、分化为细胞毒性 T 细胞，发生免疫反应。

(3)细胞免疫能将抗原彻底消灭吗？

提示：不能。细胞免疫的结果是使靶细胞裂解死亡，释放到体液中的抗原最终需要与抗体结合或被其他细胞吞噬掉。

【探究总结】

细胞毒性 T 细胞裂解靶细胞的原理



(1)细胞毒性 T 细胞可以分泌颗粒酶和穿孔素。穿孔素可以在靶细胞膜上“打孔”，颗粒酶通过“孔”快速进入靶细胞内部，激活靶细胞内与凋亡相关的酶，促进靶细胞凋亡。

(2)细胞毒性 T 细胞还可以通过 FasL 与靶细胞膜上的 Fas(死亡受体)结合，诱导靶细胞凋亡。

评价活动

1. 在细胞免疫中，细胞毒性 T 细胞杀伤靶细胞主要有两种途径：①细胞裂解性杀伤，细胞毒性 T 细胞分泌穿孔素、颗粒酶等细胞毒蛋白杀伤靶细胞；②诱导细胞凋亡，细胞毒性 T 细胞通过表面的死亡因子 FasL 与靶细胞表面的死亡因子受体 Fas 结合，诱导靶细胞凋亡。下列相关叙述正确的是 (　　)

A. 细胞毒性 T 细胞分泌的穿孔素不会作用于淋巴细胞

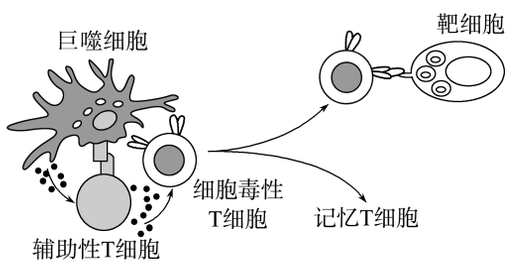
B. 细胞毒性 T 细胞发挥作用后会立即被机体内的酶降解

C. 经两种途径杀伤后的靶细胞暴露出的抗原已失去活性

D. FasL 与靶细胞表面的 Fas 结合，体现了细胞间的信息交流

D　**解析**：若病原体攻击的对象为淋巴细胞，则穿孔素也会作用于淋巴细胞，A 错误；细胞毒性 T 细胞发挥作用后，仍可继续清除被同样病原体感染的靶细胞，抗原被清除后，活化的细胞毒性 T 细胞功能受到抑制，机体逐渐恢复到正常状态，B 错误；经两种途径杀伤后的靶细胞暴露出的抗原仍具有活性，需经过体液免疫及其他免疫细胞吞噬消灭，C 错误；FasL 与靶细胞表面的 Fas 结合，体现了细胞间的信息交流，D 正确。

2. 辅助性 T 细胞和细胞毒性 T 细胞在特异性免疫中发挥着重要作用。下图为细胞免疫过程的部分图解，下列相关叙述正确的是 (　　)



A. 细胞毒性 T 细胞通过识别、结合并裂解靶细胞直接消灭入侵的病原体

B. 细胞毒性 T 细胞增殖分化产生的记忆 T 细胞比新形成的细胞毒性 T 细胞多

C. 辅助性 T 细胞分泌的细胞因子有助于细胞毒性 T 细胞的增殖分化

D. 相同抗原再次入侵时，记忆 T 细胞可以迅速裂解靶细胞，高效清除病原体

C　**解析**：细胞毒性 T 细胞可以识别并接触、裂解被病原体感染的靶细胞，靶细胞裂解、死亡后，病原体暴露出来，进而可被抗体结合或被其他细胞吞噬、消灭，细胞毒性 T 细胞不能直接消灭病原体，A 错误；细胞毒性 T 细胞进行分裂和分化，大部分分化为新的细胞毒性 T 细胞，小部分分化为记忆 T

细胞，细胞因子能加速这一过程，B错误，C正确；相同抗原再次入侵时，记忆T细胞会迅速增殖、分化为细胞毒性T细胞，细胞毒性T细胞可裂解靶细胞，使病原体暴露出来，被抗体结合或被其他细胞吞噬掉，D错误。

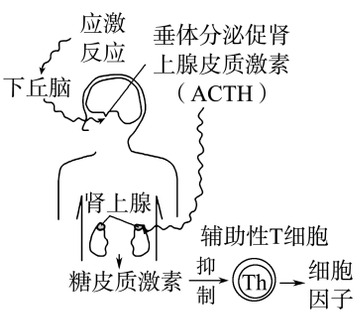
任务二 细胞免疫与体液免疫的协调配合

探究活动

1.有人说，辅助性T细胞在免疫调节过程中起着关键的调控作用。你认同这一观点吗？请说出你的理由。

提示：认同。在体液免疫中，辅助性T细胞能够传递抗原信息，激活B细胞，并保证浆细胞的特异性。同时，辅助性T细胞释放的细胞因子能促进B细胞和细胞毒性T细胞的增殖、分化。通过辅助性T细胞，体液免疫和细胞免疫协调配合，共同维持机体稳态。

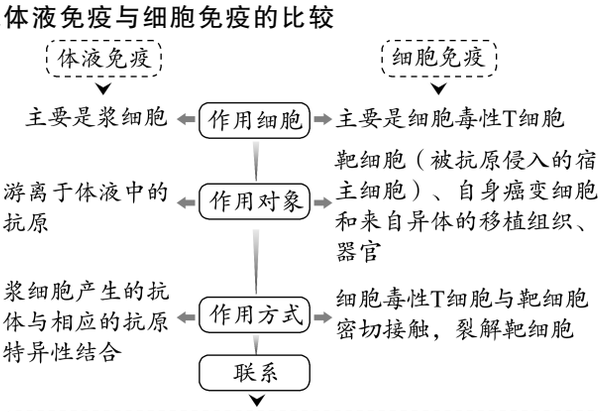
2.研究人员发现如图所示的调节过程，这说明神经系统、内分泌系统和免疫系统具有何种关系？



提示：题图表示神经系统通过内分泌系统释放的糖皮质激素等调控免疫系统功能。这说明神经系统、内分泌系统与免疫系统之间存在着相互调节，并通过信息分子构成复杂网络。

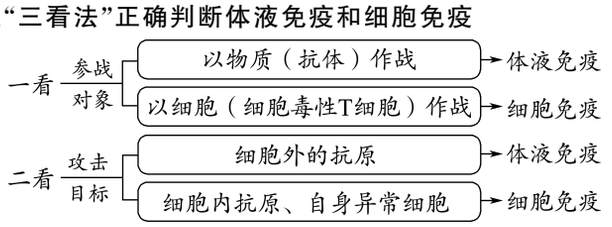
【探究总结】

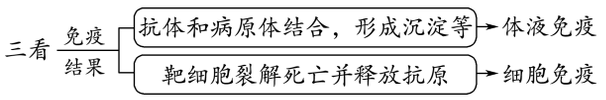
1.体液免疫与细胞免疫的比较



二者各有其独特的作用又相互配合：
①对细胞外液中的病原体：体液免疫发挥作用；
②对细胞内寄生的病原体：体液免疫先起作用，阻止寄生生物的散播感染，当寄生生物进入细胞后，细胞免疫将裂解靶细胞，释放抗原，再由体液免疫和吞噬细胞等清除抗原

2.“三看法”正确判断体液免疫和细胞免疫





评价活动

1.在人体特异性免疫反应中，体液免疫与细胞免疫的关系是（　　）

A.在抗病毒感染中，往往经过体液免疫→细胞免疫→体液免疫的过程

B.只有体液免疫才需要抗体的参与，只有细胞免疫才需要淋巴细胞的参与

C.体液免疫负责对侵入人体的病原体发挥作用，细胞免疫负责对癌细胞发挥作用

D.体液免疫和细胞免疫分别组成人体内防止病原体入侵的第二、第三道防线

A　**解析：**病毒属于寄生在细胞内的生物，病毒进入细胞前体液免疫发挥作用，进入细胞后细胞免疫先发挥作用，使靶细胞裂解、释放出病毒，再由体液免疫将病毒消灭，A正确；体液免疫和细胞免疫均需要淋巴细胞的参与，B错误；对于侵入人体的病原体，在细胞外时体液免疫发挥作用，如果进入细胞内，则细胞免疫和体液免疫共同发挥作用，C错误；体液免疫和细胞免疫组成人体抵御病原体攻击的第三道防线，D错误。

2.机体维持稳态的调节机制依靠神经系统、免疫系统、内分泌系统之间的相互作用、协调配合。下列相关分析正确的是（　　）

A.抗体、溶菌酶属于免疫活性物质，则它们参与构成了人体的第二道防线

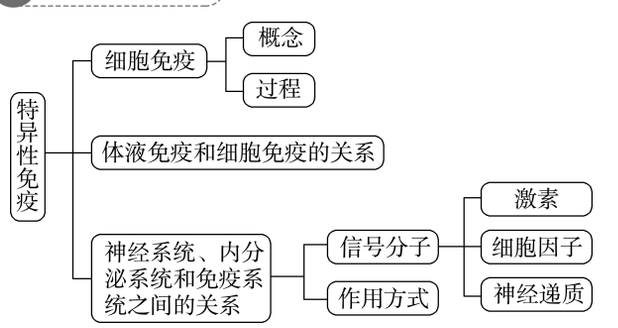
B.免疫细胞释放的白细胞介素、肿瘤坏死因子可作用于神经细胞

C.神经末梢释放的神经递质与免疫细胞上的受体结合，可以催化免疫细胞内的代谢反应

D.糖皮质激素可降低血糖或影响免疫系统的作用

B　**解析：**抗体由浆细胞分泌，参与构成第三道防线，A错误；免疫细胞释放的白细胞介素、肿瘤坏死因子等细胞因子，可与神经细胞上的受体结合，作用于神经细胞，体现了免疫系统与神经系统的相互调控，B正确；神经递质与受体结合后通过信号转导调节免疫细胞代谢，但神经递质本身不具有催化作用，C错误；糖皮质激素可以升高血糖，同时具有影响免疫系统的作用，D错误。

提质归纳



课后素养评价(十六)

基础落实

知识点1　细胞免疫

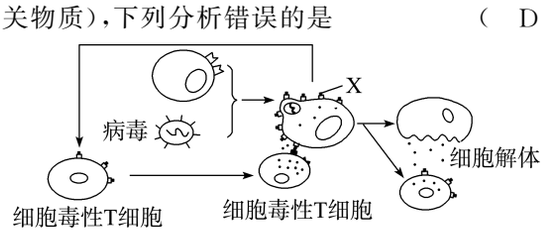
1.(2023·新课标卷)人体内的免疫细胞是体液免疫和细胞免疫过程的重要参与者。下列叙述正确的是(　B　)

①免疫细胞表面的受体可识别细菌、病毒等入侵机体的病原体　②树突状细胞能够处理和呈递抗原,淋巴细胞不能呈递抗原　③辅助性T细胞参与体液免疫过程而不参与细胞免疫过程　④体液免疫可产生记忆B细胞,细胞免疫可产生记忆T细胞　⑤某些致病细菌感染人体既可引发体液免疫又可引发细胞免疫

A.①②④　　B.①④⑤

C.②③⑤　　D.③④⑤

2.病毒侵入人体后可发生如图所示的免疫反应(X为有关物质),下列分析错误的是(　D　)



A.病毒侵入机体后,细胞毒性T细胞的细胞周期可能会变短

B.细胞毒性T细胞与靶细胞密切接触依赖X物质,X物质的化学本质是蛋白质

C.T细胞成熟于胸腺,它可分化成记忆T细胞和细胞毒性T细胞

D.细胞毒性T细胞与靶细胞接触,使靶细胞发生坏死

知识点2　体液免疫和细胞免疫的协调配合

3.基孔肯雅热是由基孔肯雅病毒引起的急性传染病,该病毒主要通过伊蚊叮咬传播,侵入人体后会感染宿主细胞并在细胞内复制。当该病毒感染人体时,免疫系统会启动体液免疫和细胞免疫应答。下列叙述正确的是(　　)

A.被基孔肯雅病毒感染的宿主细胞,可被细胞毒性T细胞识别并裂解

B.辅助性T细胞识别基孔肯雅病毒抗原后,激活细胞毒性T细胞增殖分化

C.基孔肯雅病毒的刺激即可使B细胞活化,产生浆细胞、分泌抗体清除病毒

D.若再次接触同一病毒,记忆细胞会立即增殖分化为浆细胞和细胞毒性T细胞

A　**解析**:被病毒感染的靶细胞会将病毒抗原呈递在细胞表面,形成抗原-MHC复合体;细胞毒性T细胞识别该复合体后,会增殖形成新的细胞毒性T细胞(同时分化形成记忆T细胞),从而识别并裂解更多的靶细胞,A正确。辅助性T细胞不能直接识别病毒完整的抗原,需通过抗原呈递细胞间接识别病毒抗原,辅助性T细胞可分泌细胞因子作用于细胞毒性T细胞,促进细胞毒性T细胞的增殖分化,B错误。B细胞活化需要两个信号及细胞因子作用,不能在直接接触病毒后就增殖分化为浆细胞,C错误。记忆细胞包括记忆B细胞、记忆T细胞,浆细胞由记忆B细胞分化产生,细胞毒性T细胞由记忆T细胞分化形成,D错误。

4.神经系统、内分泌系统与免疫系统之间通过信息分子构成一个复杂网络,共同调节和维持内环境稳态。下列叙述错误的是(　　)

A.信息分子包括神经递质、激素和细胞因子等

B.神经递质、激素均作用于免疫细胞内部的受体

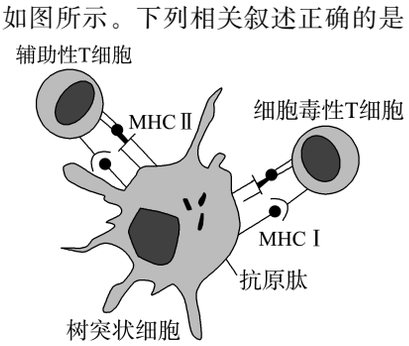
C.依赖神经—体液调节不能清除内环境的病原体

D.内环境稳态为各类细胞进行正常代谢创造条件

B　**解析**:信息分子是系统间传递信号的化学物质,神经递质由神经细胞释放,激素由内分泌系统分泌,细胞因子由免疫细胞产生,三者均属于信息分子,A正确。神经递质通常作用于细胞膜上的受体,不进入细胞内部,激素中部分脂溶性激素(如性激素)可作用于胞内受体,但蛋白类激素和神经递质主要作用于细胞膜上的受体,并非均作用于免疫细胞内部的受体,B错误。神经—体液调节指神经系统和内分泌系统的协同调节,可影响免疫反应,但直接清除病原体依赖免疫系统的吞噬、抗体等的特异性作用,神经—体液调节本身不能直接清除病原体,C正确。内环境稳态保障了细胞代谢所需的适宜条件,是细胞正常进行物质交换、能量转换等代谢活动的基础,D正确。

能力提升

5.MHC分子中的MHCⅠ主要负责抗原肽的识别和将抗原信息呈递给细胞毒性T细胞,MHCⅡ主要参与抗原肽的识别和将抗原信息呈递给辅助性T细胞,过程如图所示。下列相关叙述正确的是(　　)



A.树突状细胞和辅助性T细胞都属于抗原呈递

细胞

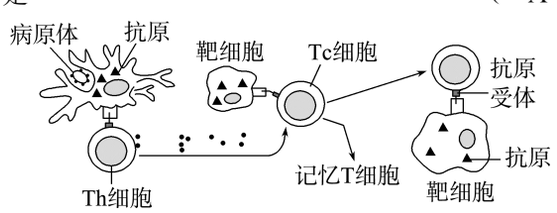
B.细胞毒性T细胞与树突状细胞结合引起树突状细胞裂解

C.MHCⅠ参与激活细胞免疫，MHCⅡ参与激活体液免疫和细胞免疫

D.树突状细胞和细胞毒性T细胞对抗原具有特异性识别能力

C　**解析**：抗原呈递细胞包括B细胞、树突状细胞、巨噬细胞等，辅助性T细胞不属于抗原呈递细胞（它接收抗原呈递细胞呈递的抗原信息），A错误；细胞毒性T细胞与被病原体感染的靶细胞结合会引发靶细胞裂解，但树突状细胞是抗原呈递细胞，细胞毒性T细胞与它结合是为了接收抗原信息，不会引发树突状细胞裂解，B错误；MHCⅠ呈递内源性抗原给细胞毒性T细胞，激活细胞免疫，MHCⅡ呈递抗原给辅助性T细胞，辅助性T细胞既参与体液免疫，又参与细胞免疫，因此MHCⅡ间接参与了两种免疫的激活，C正确；树突状细胞对抗原的识别不具有特异性（可识别多种抗原），细胞毒性T细胞对抗原的识别具有特异性（识别特定抗原肽-MHCⅠ复合物），D错误。

6.下图表示辅助性T细胞（Th细胞）和细胞毒性T细胞（Tc细胞）参与免疫调节的部分过程，下列叙述不正确的是（　A　）



A.图中细胞间的信息交流均依赖膜的紧密接触

B.图中能分裂的细胞为Tc细胞、Th细胞和记忆T细胞

C.抗原能激活Th细胞中某些基因的表达

D.活化的Tc细胞在病原体被消灭后功能受到抑制

7.根据流感病毒内部蛋白质种类的不同，可将其分为甲、乙、丙三种类型，流感病毒表面有血凝素（HA）和神经氨酸酶（NA）等蛋白。甲型流感病毒的HA分为H1～H18等亚型，NA分为N1～N11等亚型。HA和NA可以随机组合。例如，常见的人流感病毒有H1N1、H3N2等，常见的禽流感病毒有H7N9、H5N1等。流感病毒极易突变，表现为病毒表面的蛋白质分子（特别是HA、NA）改变。下列说法正确的是（　B　）

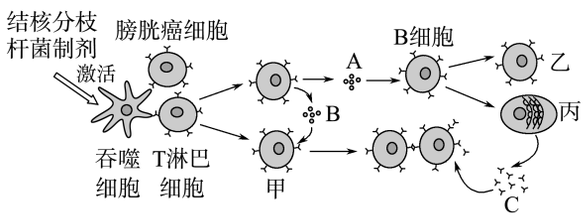
A.H1N1表面的蛋白质不止一种，但作为分子标签的物质只有一种

B.H7N9能够感染人类，是因为人类细胞表面有H7N9的特异性受体

C.流感病毒侵入人体，引起体液免疫过程中，辅助性T细胞将抗原呈递给B细胞

D.流感病毒侵入人体细胞内，会引起细胞免疫，最后被细胞毒性T细胞吞噬消灭

8.科学家发现，给膀胱癌患者注射结核分枝杆菌制剂，患者的免疫系统会被激活并清除膀胱癌细胞，下图显示了免疫系统被激活清除癌细胞的部分过程，甲、乙、丙表示细胞，A、B、C表示免疫活性物质。请据图回答下列问题：



(1)图中所示的免疫过程中，物质A表示_____，丙为_____。

(2)吞噬细胞包括巨噬细胞和_____，吞噬细胞与B细胞都能摄取和加工处理抗原，并且可以将抗原信息暴露在细胞表面，呈递给其他免疫细胞，这类细胞统称为_____。图中甲为_____。

(3)肺结核病是一种危害较大的传染病，结核分枝杆菌属于细胞内寄生菌。当结核杆菌第二次侵入人体细胞后，人体发挥主要作用的免疫细胞是_____，该细胞可以在抗原消失后存活几年甚至几十年，当再次接触这种抗原时，能_____，识别并裂解被同种病原体感染的靶细胞。该过程中，靶细胞的裂解属于_____（填“细胞凋亡”或“细胞坏死”）。

(4)上述治疗膀胱癌的方法称为免疫激活疗法，相比在化疗中使用化学治疗药物无差别杀伤癌细胞和正常细胞的这一特点，免疫激活疗法具有对癌细胞特异性强的优点，该过程属于_____（填“细胞免疫”“体液免疫”或“细胞免疫和体液免疫”）。

答案：(1)细胞因子　浆细胞　(2)树突状细胞　抗原呈递细胞（或APC）　细胞毒性T细胞　(3)记忆T细胞　迅速增殖、分化为细胞毒性T细胞　细胞凋亡　(4)细胞免疫和体液免疫

第3节　免疫失调

学习任务目标

1.借助具体实例，归纳过敏反应、自身免疫病和免疫缺陷病的机理。
2.基于免疫学相关科学事实，面对某种传染病流行时，能提出合理且可行的防控措施。

○ 问题式预习 ○

一、过敏反应

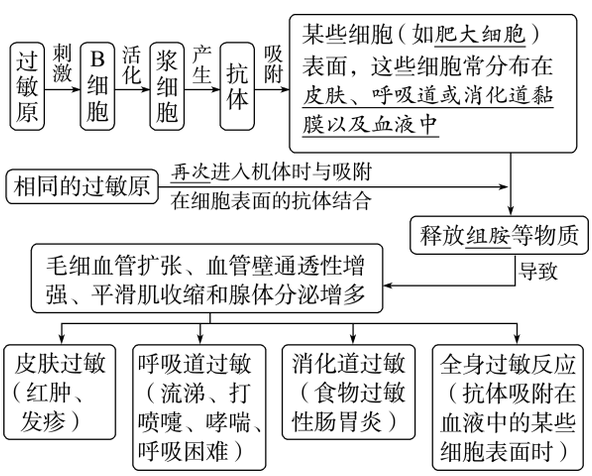
1.过敏反应的概念

(1)条件：已免疫的机体、再次接触相同的抗原。

(2)结果：引发组织损伤或功能紊乱。

2.过敏原：引起过敏反应的抗原物质，如鱼、虾、花粉等。

3.过敏反应的过程



4.反应特点

(1)有快慢之分。

(2)有明显的遗传倾向和个体差异。

5.预防措施：找出过敏原且尽量避免再次接触该过敏原。

◇思考

[教材第78页图4-9]体液免疫和过敏反应都有抗体的产生，在这两个过程中产生的抗体的分布及作用相同吗？

提示：不相同。体液免疫过程中产生的抗体主要分布在血清、组织液中，在机体第一次接触抗原时就会发生免疫反应，其作用是消灭抗原；过敏反应过程中产生的抗体吸附在某些细胞的表面，并在机体再次接触相同抗原时引起过敏反应。

二、自身免疫病

1.概念：在某些特殊情况下，免疫系统对自身成分发生反应。如果自身免疫反应对组织和器官造成损伤并出现了症状，就称为自身免疫病。

2.实例：风湿性心脏病、类风湿关节炎、系统性红斑狼疮等。

3.风湿性心脏病的发病机理

某种链球菌的表面有一种抗原分子，与心脏瓣膜上一种物质的结构十分相似，当人体感染这种病菌后，免疫系统不仅向病菌发起进攻，而且也向心脏瓣膜发起进攻。结果，在消灭病菌的同时，心脏也受到损伤。

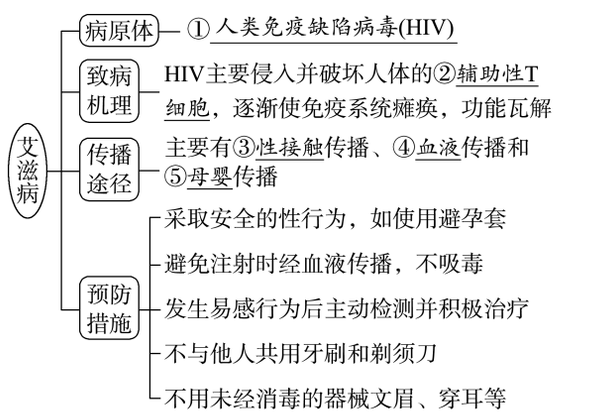
三、免疫缺陷病

1.概念：由机体免疫功能不足或缺乏而引起的疾病。

2.两种免疫缺陷病的比较

类型	先天性免疫缺陷病	获得性免疫缺陷病
特点	生来就有	后天获得
病因	与淋巴细胞发育有关的基因突变或缺陷	疾病和其他因素
病例	重症联合免疫缺陷病	艾滋病
表现	对异物缺乏免疫应答能力，很容易因感染病原体而致病，甚至死亡	

3.艾滋病



◇思考

[教材第79页“思考·讨论”]处于潜伏期的艾滋病感染者具有传染性吗？艾滋病感染者就是艾滋病患者吗？如何对待艾滋病患者？

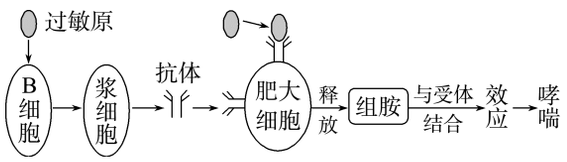
提示：处于潜伏期的艾滋病感染者具有传染性，但没有特异性的临床症状和体征，不是艾滋病患者。在日常生活中，对待艾滋病患者应该少一份歧视，多一份关爱。

○ 任务型课堂 ○

任务一 过敏反应及其和体液免疫的关系

探究活动

下图是过敏原引起哮喘的示意图，据图回答问题：



(1)过敏原初次进入过敏体质者体内，会发生过敏反应吗？

提示：不会。相同过敏原再次进入机体，才会发生过敏反应。

(2)过敏原与抗原概念等同吗？两者之间有什么联系？

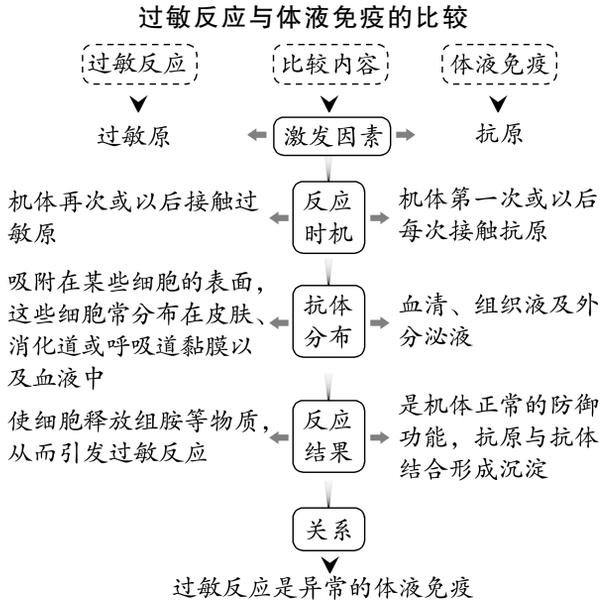
提示：不等同。过敏原一定是抗原，抗原不一定是过敏原。过敏原有个体差异，抗原无个体差异。

(3)过敏反应是机体免疫系统的哪一功能过强造成的？

提示：免疫防御。

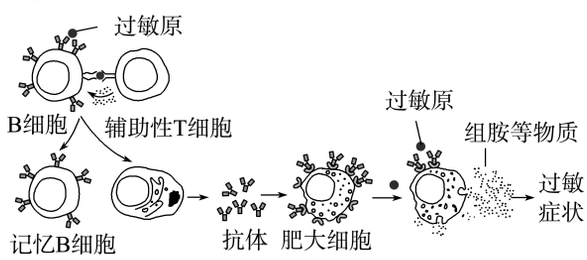
【探究总结】

过敏反应与体液免疫的比较



评价活动

1.下图为过敏反应发生过程示意图(部分)，下列相关叙述错误的是　　(　　)



A.肥大细胞上的抗体与B细胞细胞膜上的受体可识别同一过敏原

B.过敏原诱发人体产生抗体的过程属于体液免疫

C.人体一旦接触过敏原将立即发生过敏反应

D.应用抗组胺类药物可缓解过敏反应症状

C　**解析**：肥大细胞上的抗体能与过敏原发生结合，而过敏原可与B细胞细胞膜上的受体结合，故肥大细胞上的抗体与B细胞细胞膜上的受体可识别同一过敏原，A正确；抗体是体液免疫过程中产生的免疫活性物质，故过敏原诱发人体产生抗体的过程属于体液免疫，B正确；人体初次接触过敏原不会发生过敏反应，C错误；由于过敏反应与组胺等物质的释放有关，故应用抗组胺类药物可缓解过敏反应症状，D正确。

2.少数人对青霉素等抗生素过敏，严重时会导致休克。青霉素进入机体后，其降解产物中的青霉烯酸能与体内的组织蛋白结合，进而刺激机体产生相应的抗体。下列叙述错误的是　　(　　)

A.青霉素引起的过敏反应是机体的免疫功能过强所致

B.青霉素引起的病理性免疫反应具有特异性和记忆性

C.过敏反应具有遗传倾向

D.青霉素可直接引起机体的过敏反应

D　**解析**：青霉素引起的过敏反应是机体的免疫功能过强所致，A正确；青霉素引起的病理性免疫反应属于过敏反应，具有特异性和记忆性，B正确；过敏反应具有遗传倾向，C正确；青霉素不能直接引起机体的过敏反应，青霉素降解产物中的青霉烯酸能与体内的组织蛋白结合，刺激机体产生相应的抗体，引发过敏反应，D错误。

任务二 自身免疫病

【探究总结】

自身免疫病

(1)病因：免疫系统对自身成分发生反应，从而对自身组织和器官造成损伤。

(2)治疗方法：自身免疫病的发病率较高，其中许多类型都缺乏有效的根治手段，病情严重者可通过自体造血干细胞移植进行治疗。

(3)提醒：人体免疫系统具有分辨“自己”和“非己”成分的能力，一般不会对自身成分发生免疫反应。

评价活动

1.干燥综合征是机体免疫系统攻击自身外分泌腺细胞(如唾液腺、泪腺),导致腺体炎症、损伤,进而引起唾液、泪液分泌减少的一种疾病。研究表明,调节性T细胞能抑制辅助性T细胞的活性。下列说法错误的是(　　)

A.若免疫监视功能异常,可能会引起上述症状

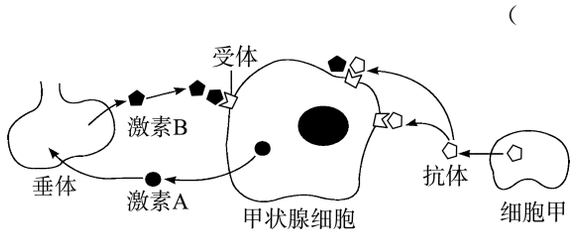
B.引起干燥综合征和系统性红斑狼疮的主要机理相同

C.调节性T细胞可参与机体的体液免疫和细胞免疫

D.若增强调节性T细胞的活性,可能会缓解干燥综合征的症状

A　**解析**:免疫监视功能主要是识别和清除癌变的细胞,其异常可能导致肿瘤发生;干燥综合征是免疫系统攻击自身正常细胞所致,属于免疫自稳功能异常;A错误。干燥综合征与系统性红斑狼疮均为自身免疫病,均由免疫系统对自身成分发生免疫反应引起,主要机理相同,B正确。调节性T细胞可以通过抑制辅助性T细胞的活性,间接调控B细胞分化(体液免疫)和细胞毒性T细胞活化(细胞免疫),故其可参与体液免疫和细胞免疫,C正确。若增强调节性T细胞的活性,可加强对辅助性T细胞活性的抑制,减少机体免疫系统对外分泌腺细胞的攻击,从而缓解干燥综合征的症状,D正确。

2.下图表示某病的发病原理,下列说法错误的是(　　)



A.该病属于人体免疫疾病中的自身免疫病

B.激素A能够促进垂体细胞代谢,使激素B合成增加

C.图中所示抗体和激素B对甲状腺的作用效应可能相同

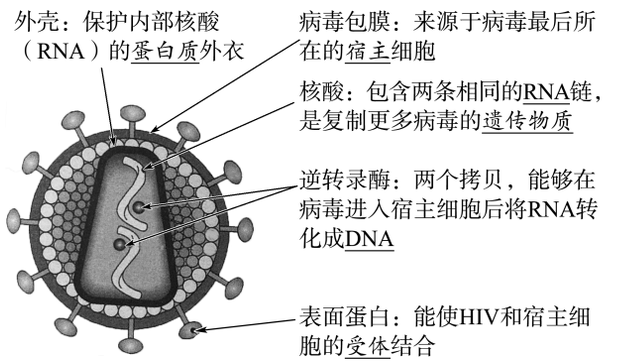
D.使用免疫抑制剂能够有效缓解该病患者的病症

B　**解析**:由题图可知,该病是抗体作用于自身组织细胞,导致自身组织损伤,属于自身免疫病,A正确;激素A是由甲状腺细胞分泌的,表示甲状腺激素,当甲状腺激素分泌过多时,会抑制激素B(促甲状腺激素)的分泌,B错误;从题图中可以看出,抗体和激素B(促甲状腺激素)都作用于甲状腺细胞上的相同受体,从而影响甲状腺激素的分泌,推断二者的作用效应可能相同,C正确;使用免疫抑制剂可降低机体的特异性免疫反应,能够有效地缓解该病患者的病症,D正确。

任务三 免疫缺陷病

探究活动

阅读教材第81页,完善下列HIV结构示意图,并回答问题:



(1)写出HIV增殖过程中遗传信息的传递过程。

提示:

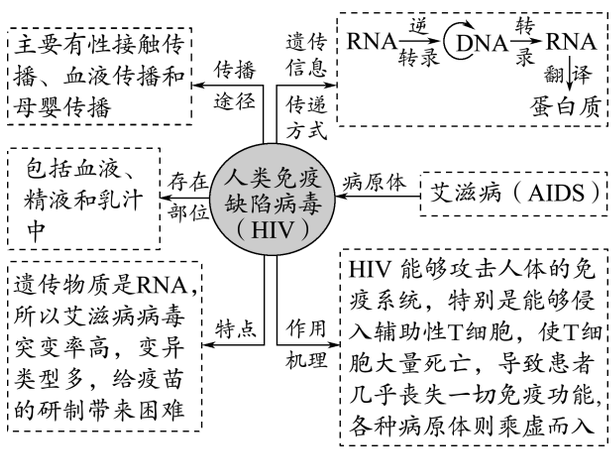


(2)为什么HIV能够侵染辅助性T细胞?

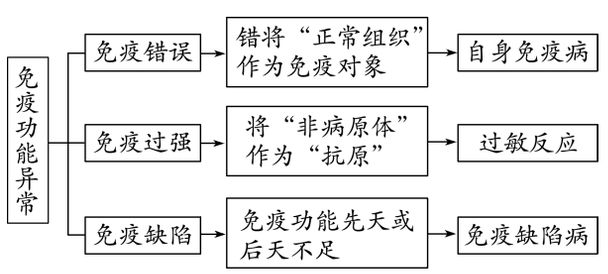
提示:辅助性T细胞表面存在HIV表面蛋白的受体。

【探究总结】

1.有关艾滋病病毒——HIV的要点归纳



2.免疫异常的判断方法



评价活动

1.研究者构建了多个免疫缺陷病模型鼠，并以此为材料进行多个实验，部分实验结果如下所示。下列有关实验现象的分析与推断，最合理的是　　（　　）

①模型鼠甲的巨噬细胞在体外仍能有效吞噬细菌，但该细胞的抗原呈递功能完全丧失

②模型鼠乙的T淋巴细胞在胸腺中的发育成熟存在异常

③模型鼠丙体内的辅助性T细胞数量锐减

A.模型鼠甲的非特异性免疫应答正常，特异性免疫应答无法发生

B.模型鼠乙体内的T细胞数量减少，故其抗原呈递功能严重受损

C.模型鼠丙体内的体液免疫应答和细胞免疫应答均会受到严重影响

D.三种模型鼠所患免疫缺陷病的致病机制相同，三者免疫防御功能均较弱

C　**解析**：模型鼠甲的巨噬细胞吞噬功能正常（非特异性免疫应答保留），抗原呈递功能丧失，但小鼠体内还有其他抗原呈递细胞，可以发生特异性免疫应答，A不合理；模型鼠乙的T细胞发育异常，会减少T细胞数量，但抗原呈递主要由B细胞、树突状细胞和巨噬细胞等完成，T细胞不直接参与抗原呈递过程，B不合理；模型鼠丙的辅助性T细胞锐减，将同时影响体液免疫（辅助B细胞活化）和细胞免疫（激活细胞毒性T细胞），故体液免疫和细胞免疫应答均会严重受损，C合理；模型鼠甲为巨噬细胞抗原呈递功能异常，乙为T细胞发育异常，丙为辅助性T细胞数量锐减，三者虽然均导致免疫防御功能减弱，但致病机制不同，D不合理。

2.艾滋病是危及人类生命的顽症之一，其病原体为人类免疫缺陷病毒（HIV），图1表示人体对HIV的免疫过程以及HIV在宿主细胞中的增殖过程。请回答下列有关问题：

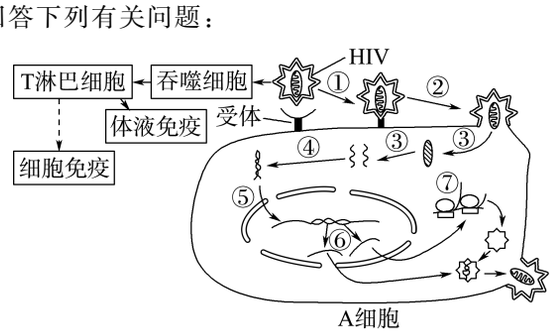


图1

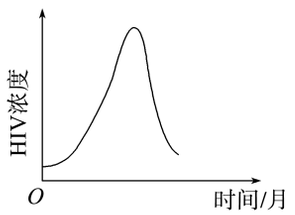


图2

（1）图1所示的HIV主要侵染的A细胞是_____，在体液免疫过程中该细胞的主要作用是_____。

根据图1所示信息，HIV能特异性地侵染A细胞，这主要与A细胞膜表面存在HIV的特异性_____有关。

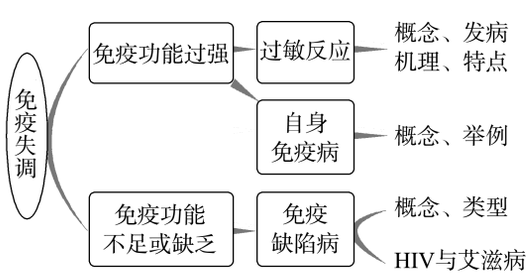
（2）若图1中④～⑦代表遗传信息的传递过程，则在正常人体细胞内不会发生的过程是[　]_____（填图中序号及相应名称）。

（3）图2所示为HIV侵入人体后，早期人体血液中HIV浓度的变化，早期HIV浓度减小可能与人体的_____免疫能力还比较强有关。

解析：（1）HIV主要侵染的A细胞是辅助性T细胞。辅助性T细胞在体液免疫中一方面能接受抗原并与B细胞结合，另一方面可以分泌细胞因子，促进B淋巴细胞的增殖、分化。根据图1所示信息，HIV在侵染过程中，与辅助性T细胞膜表面的特异性受体结合后，向细胞中注入遗传物质。（2）在遗传信息传递过程中，正常人体细胞内不会发生[④]逆转录的过程。（3）在HIV侵入人体后，早期人体的特异性（或体液免疫和细胞）免疫能力还很强，使早期HIV浓度降低。

答案：（1）辅助性T细胞　接受抗原并参与激活B细胞及分泌细胞因子　受体　（2）④　逆转录　（3）特异性（或体液免疫和细胞）

提质归纳



课后素养评价(十七)

基础落实

知识点1　过敏反应

1.皮试即皮肤敏感试验,是临床用于检测药物过敏反应的特异性检查方法,主要用于青霉素类、链霉素、破伤风抗毒素血清等容易导致过敏反应的药物使用前的安全性评估。下列叙述正确的是　(　)

A.抑制机体内辅助性T细胞活性的药物,可缓解过敏反应

B.过敏反应属于保卫人体的第二道防线和第三道防线

C.过敏者接触的过敏原会直接促使肥大细胞释放组胺

D.过敏反应的发生主要依赖于记忆B细胞的增殖和分化

A　**解析**:辅助性T细胞参与激活B细胞,促进抗体产生,抑制其活性可减少抗体合成,从而减轻过敏反应,A正确;过敏反应由抗体介导,属于特异性免疫(第三道防线),与第二道防线(非特异性免疫)无关,B错误;过敏原需先与肥大细胞表面的抗体结合,才能引发组胺释放,并非直接促使肥大细胞释放组胺,C错误;过敏反应主要由过敏原与吸附在肥大细胞表面的抗体结合,刺激肥大细胞释放组胺等物质导致,而依赖于非记忆B细胞的增殖和分化,D错误。

知识点2　自身免疫病

2.当人体的免疫系统将自身物质当作外来异物进行攻击时,可引起自身免疫病。下列疾病属于自身免疫病的是　(　B　)

A.艾滋病

B.类风湿关节炎

C.动物毛屑接触性鼻炎

D.抗维生素D佝偻病

3.某种链球菌的表面抗原与心脏瓣膜上某物质结构相似。被该链球菌感染后,机体通过免疫系统抵御该菌时可能引发某种心脏病。与这种心脏病致病机理最为相似的是　(　D　)

A.肝移植引起排斥反应

B.接触某些花粉引起皮肤荨麻疹

C.HIV破坏淋巴细胞引起艾滋病

D.免疫系统"敌我不分"引起系统性红斑狼疮

知识点3　免疫缺陷病

4.人类免疫缺陷病毒(HIV)有高度变异性,感染机体后可损伤多种免疫细胞,并通过多种机制逃避免疫系统的识别和攻击。下列相关叙述错误的是　(　D　)

A.HIV感染人群比健康人群更易患甲型H1N1流感

B.HIV的高度变异性,致使疫苗效果难以持久

C.被HIV潜伏感染的细胞表面没有HIV蛋白,有利于病毒逃避免疫系统的识别和攻击

D.HIV破坏免疫系统,机体无体液免疫应答,不能通过检测抗体来诊断HIV感染

5.下列关于HIV侵染辅助性T细胞的叙述,正确的是　(　A　)

A.HIV表面的脂类膜来自宿主细胞

B.HIV识别并结合的受体仅存在于辅助性T细胞表面

C.HIV侵染辅助性T细胞时,只有RNA侵染,蛋白质没有进入辅助性T细胞

D.HIV侵入机体后,只有T细胞可被激活而增殖、分化

能力提升

6.紫外线过敏是在日光中的紫外线作用下,免疫功能失调的人体内含有光感物质而引起的一种异常免疫反应,表现为面部、手背等皮肤易暴露部位出现红斑,皮损明显加重,瘙痒感加剧。下列关于人体免疫的说法,正确的是　(　C　)

A.人体内不同浆细胞分泌不同抗体的原因是其基因的种类不同

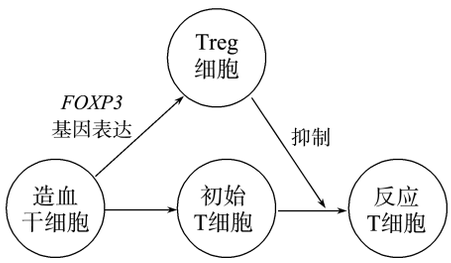
B.紫外线过敏患者体内的免疫活性物质均由免疫细胞产生

C.紫外线过敏患者形成的相应抗体主要分布于某些组织细胞膜表面

D.使用防晒用品和用具,遮挡阳光避免直接暴晒皮肤不能够缓解紫外线过敏

7.2025年诺贝尔生理学或医学奖的获奖成果揭示了免疫系统中一类关键的"调控者"——调节性T细胞(Treg细胞),它如同免疫系统的"刹车",防止免

疫反应过度激活而导致自身免疫病。造血干细胞中*FOXP3*基因的表达能促进Treg细胞形成，具体机制见下图。下列叙述正确的是（　　）



A.*FOXP3*基因只存在于造血干细胞中

B.某些严重过敏患者的*FOXP3*基因表达产物量高于健康人

C.Treg细胞数量过多时，机体产生肿瘤的风险会降低

D.抑制Treg细胞的功能可能导致机体患自身免疫病的概率增大

D　**解析**：人体所有细胞都是由受精卵分裂、分化而来，*FOXP3*基因存在于所有体细胞中，并非只存在于造血干细胞中，A错误；Treg细胞能防止免疫反应过度激活，严重过敏患者免疫反应过度，说明其体内Treg细胞含量少，*FOXP3*基因表达产物量应低于健康人，B错误；Treg细胞数量过多时，会抑制反应T细胞的活性，使机体免疫功能减弱，机体产生肿瘤的风险会升高，C错误；Treg细胞能防止免疫反应过度激活，若抑制Treg细胞的功能，免疫反应可能过度激活，导致机体患自身免疫病的概率增大，D正确。

8.艾滋病的医学全称是“获得性免疫缺陷综合征”（英文名缩写AIDS）。它是由人类免疫缺陷病毒（HIV）引起的一种使人体免疫系统功能受损的传染病。下列有关艾滋病的说法，正确的是（　A　）

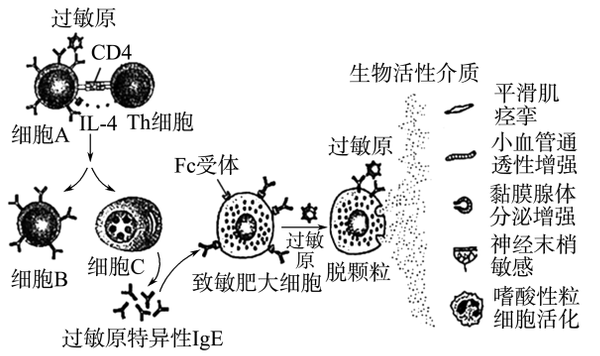
A.蚊虫叮咬、握手不是艾滋病的传播途径

B.可通过向艾滋病患者体内移植正常人的骨髓来治愈艾滋病

C.最终艾滋病患者死于免疫自稳功能丧失引起的严重感染或恶性肿瘤等疾病

D.感染HIV后，HIV在内环境中大量增殖导致浓度升高

9.过敏性荨麻疹多数是由过敏反应引起的，发作时皮肤异常瘙痒，随着痒感和抓挠迅速出现大小不等、形状不一的红色或苍白色风疹块（即局限性水肿反应）。请回答下列问题：



(1)人体中的抗体有IgG、IgA、IgM、IgE和IgD五类，它们分泌过程中直接经过的含膜结构的细胞器依次是_____。其中IgE容易吸附在致敏肥大细胞表面，所以在血清中含量少，细胞能分泌不同类型的抗体，其根本原因是_____。

(2)图中Th细胞（辅助性T细胞）、细胞A和细胞B在免疫过程中的共同特点是_____（写出两点即可）。相同过敏原再次入侵机体时，过敏反应往往较为强烈，原因是_____。

(3)据图分析，过敏性荨麻疹患者接触过敏原后，出现风疹块的机理是_____。

(4)组胺等生物活性介质刺激痒相关的神经末梢，使其产生痒相关的_____，经传入神经元传入脊髓，再通过脊髓神经元向上传递至_____使机体产生痒觉，出现抓挠行为。

(5)川芎茶调散是一种治疗慢性荨麻疹的中药复方，含有川芎、白芷、荆芥、防风、甘草、薄荷等成分，可降低总IgE的含量，从而发挥治疗效果。请推测川芎茶调散降低IgE含量的作用机制：_____（写出一种思路即可）。

答案：(1)内质网、高尔基体　基因的选择性表达

(2)都可以特异性识别抗原，都具有细胞周期　当相同的过敏原再次进入机体时，就会与吸附在某些细胞表面的抗体结合，使这些细胞释放出组胺等物质，引起毛细血管扩张、血管壁通透性增强、平滑肌收缩和腺体分泌增多，导致过敏者出现症状

(3)当过敏原再次刺激机体时，会与致敏肥大细胞表面的抗体结合，进而引起脱颗粒细胞释放生物活性介质，引发过敏反应　(4)神经冲动　大脑皮层

(5)川芎茶调散可能通过减弱免疫细胞对过敏原的识别，进而降低IgE的产生量

第4节　免疫学的应用

学习任务目标

1.基于具体实例，阐明疫苗的作用及器官移植面临的问题。
2.借助免疫学相关知识，理性看待疫苗接种过程中出现的问题，并结合自身条件理性选择疫苗。

○ 问题式预习 ○

一、疫苗

1.概念

通常用灭活的或减毒的病原体制成的生物制品。

2.作用

接种疫苗后，人体内可产生相应的抗体，从而对特定传染病具有抵抗力。

3.原理

(1)特异性：免疫系统能够产生反应，而且这种反应具有特异性。

(2)记忆性：免疫系统还具有记忆性，免疫力能维持较长的时间。

4.应用

人类对抗传染病的有效武器，而且对某些疾病来讲，注射疫苗可能是唯一有效的预防措施。

◇思考

[教材第83页旁栏思考]疫苗必须包含一个完整的病原体吗？为什么？

提示：疫苗不必包含一个完整的病原体。一般情况下，引起免疫反应的并不是整个病原体，而是病原体所含有的抗原。因此，可以利用病原体的某些成分如蛋白质、多糖荚膜等来制备疫苗。

二、器官移植

1.概念

医学上把用正常的器官置换丧失功能的器官，以重建其生理功能的技术叫作器官移植。

2.面临问题

(1)免疫排斥

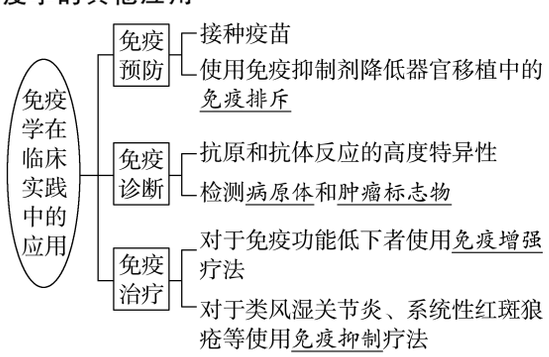
①组织相容性抗原：简称HLA，也叫人类白细胞抗原，指每个人的细胞表面都带有的一组与别人不同的蛋白质。

②成败关键：主要取决于供者与受者的HLA是否一致或相近。

③移植条件：只要供者与受者的主要HLA有一半以上相同，就可以进行器官移植。

(2)供体器官短缺。

3.免疫学的其他应用



◇思考

[教材第84页正文]研究表明，受HPV侵染的细胞表面的HLA分子表达水平往往下降。据此分析，感染HPV会使人患子宫颈癌的概率增加的原因可能是什么？

提示：受HPV侵染的细胞表面的HLA分子表达水平下降，会导致该细胞无法有效地向辅助性T细胞(或白细胞)呈递抗原信息，可能会使该细胞逃避免疫系统的监控，增加患子宫颈癌的概率。

○ 任务型课堂 ○

任务一 > 疫苗

探究活动

脊髓灰质炎(俗称小儿麻痹症)是由脊髓灰质炎病毒引起的一种急性传染病。病毒主要侵犯人体脊髓灰质前角的运动神经元，造成肢体弛缓性麻痹。接种脊髓灰质炎疫苗是预防和消灭该病的有效手段。脊髓灰质炎疫苗有减毒活疫苗(如“糖丸”)和灭活疫苗两种。回答下列有关疫苗的问题：

(1)注射疫苗后机体为什么能够获得对某种病原体的免疫力？

提示：疫苗是一种抗原，能够引发机体发生免疫反应，产生相应的抗体和记忆细胞。

(2)减毒活疫苗和灭活疫苗有什么区别？

提示：减毒活疫苗是活的病原体，可能存在一定的副作用和安全问题，但免疫反应强，接种一次即可长时间免疫，需要的接种量少；灭活疫苗是死的病原体，副作用小，安全性高，但免疫反应弱，需要的剂量大，一般需要定期间隔接种。

(3)某同学接种了流感疫苗，大夫提醒他说："这一两天要留意，可能会有轻微发热或其他症状。"为什么接种疫苗可能会有轻微的反应？

提示：疫苗通常是用灭活的或减毒的病原体制成的生物制品，接种的疫苗作为外来抗原可激发机体发生免疫反应，有些疫苗尤其是减毒活疫苗引发的免疫反应相对强烈，能引起可感知的反应。

(4)有人认为，接种多种疫苗很麻烦，应该设计一种用来预防多种疾病的疫苗。这种想法可行吗？为什么？

提示：可行。不同疫苗可引发不同的免疫过程，产生不同的记忆细胞，制备联合疫苗时需保证其中含有不同的有效抗原成分，如百白破三联疫苗可同时预防百日咳、白喉、破伤风。故设计一种用来预防多种疾病的疫苗理论上是可行的。

【探究总结】

1.人工主动免疫与被动免疫的比较

人工主动免疫	比较项目	人工被动免疫
疫苗（抗原物质）	注射物质	血清（抗体）
免疫预防，产生抗体和记忆细胞	作用效果	紧急预防和治疗，特异性结合、消除病原体
较慢，一般接种后2~4周才产生	产生时间	很快
较长（维持半年到数年，有的保持终生）	维持时间	较短（只有2~3周）
卡介苗、麻疹疫苗、脊髓灰质炎疫苗	常用实例	破伤风抗毒素、胎盘球蛋白、丙种球蛋白等

2.疫苗

疫苗类型		特点
减毒活疫苗		接种后能感染人体，使人体产生免疫力，从而达到预防效果，如"糖丸"
灭活的死疫苗		这类疫苗中的病原体已被杀死，安全性很好，但产生的免疫效果不如减毒活疫苗，常需要多次强化免疫，如狂犬病疫苗、流感疫苗
新型疫苗	DNA疫苗	将编码某种蛋白质抗原的重组表达载体（如质粒）直接注射到动物体内，使外源基因在活体内表达，产生的抗原（外源基因表达的蛋白质）激活机体的免疫系统，从而诱发强而持久的体液免疫和细胞免疫应答
	RNA疫苗	将编码抗原决定簇的mRNA通过一定的设计和修饰，导入细胞，以细胞为"工厂"，生产相应的蛋白质，进而引起机体产生免疫应答

评价活动

1.免疫接种是预防传染病的重要措施。某种传染病疫苗的接种需在一定时期内间隔注射多次。下列叙述正确的是（　　）

A.促进机体积累更多数量的疫苗，属于被动免疫

B.促进机体产生更多种类的淋巴细胞，属于被动免疫

C.促进致敏B细胞增殖分化出更多数量的记忆细胞，属于主动免疫

D.促进浆细胞分泌更多抗体以识别并结合抗原—MHC复合体，属于主动免疫

C　**解析**：多次注射是为了促进机体积累更多数量的抗体，属于主动免疫，A错误；多次注射可以促进机体产生更多的淋巴细胞，促进致敏B细胞增殖分化出更多数量的记忆细胞，属于主动免疫，B错误，C正确；抗体不会结合抗原—MHC复合体，D错误。

2.主动免疫指当人体受到抗原入侵时，机体能够主动产生抗体或记忆细胞，从而获得免疫疾病的能力；被动免疫是指通过直接注射抗体，比如狂犬病免疫球蛋白、破伤风免疫球蛋白等，形成直接的免疫力。下列叙述错误的是（　　）

A.主动免疫过程有B细胞、辅助性T细胞的参与

B.通过接种抗毒素获得的免疫能力属于主动免疫

C.被动免疫不需要经过潜伏期，可立即获得免疫力

D.注射疫苗使人体获得免疫力属于主动免疫

B　**解析**：主动免疫涉及特异性免疫应答，主动免疫过程中B细胞分化为浆细胞产生抗体，辅助性T细胞参与激活B细胞并分泌细胞因子，A正确；抗毒素的本质是抗体（如破伤风抗毒素），直接注射抗体属于被动免疫，而非主动免疫（主动免疫需抗原刺激机体，使自身产生抗体），B错误；被动免疫直接输入抗体，不经过抗原识别、增殖分化等过程，故可立即生效，无潜伏期，C正确；疫苗是灭活的或减毒的抗原，注射后刺激机体产生抗体和记忆细胞，属于主动免疫，D正确。

3.鸡霍乱病原菌易致鸡死亡。1880年，巴斯德用久置的鸡霍乱病原菌对鸡群进行注射，意外发现鸡全部存活。再次培养新鲜病原菌，并扩大鸡的注射范围，结果仅有部分鸡存活。他进一步调查发现，存活鸡均接受过第一次注射。下列分析正确的是（　　）

A.第二次注射后，存活鸡体内相应记忆细胞参与了免疫反应

B.第一次注射后，鸡霍乱病原菌诱导存活鸡产生了抗性变异

C.第一次注射时，所用的鸡霍乱病原菌相当于过敏原

D.第二次注射后，死亡鸡体内没有发生特异性免疫反应

A　**解析**：第一次注射后，所用的鸡霍乱病原菌相当于抗原，能够激发机体的特异性免疫，产生相应抗体和记忆细胞，B、C错误。第二次注射后，存活鸡体内相应记忆细胞参与了二次免疫反应，记忆细胞接受相同抗原刺激后，能够迅速增殖、分化；死亡鸡体内也发生了特异性免疫，但产生的抗体数量较少，不足以处理病原体，导致鸡死亡，A正确，D错误。

任务二 器官移植及免疫学的应用

探究活动

在医疗实践中，器官移植是拯救某些患者的重要方法。但是，无血缘关系的供体器官移植后往往很难成活，具有血缘关系的供体器官移植后成活的概率较大。回答下列问题：

(1)在进行器官移植或者骨髓移植时，为什么都要先进行配型，即检查供体和受体之间的组织相容性呢？

提示：因为受体和供体的组织相容性抗原越一致，在进行移植时发生免疫排斥的可能性就越低，移植的器官就越容易存活；如果配型不合适，发生免疫排斥的可能性大，就不适合移植。

(2)利用自体干细胞培养出来的组织、器官进行移植，有何优点？

提示：组织相容性抗原与自身相同，发生免疫排斥的可能性小。

(3)在进行器官移植时，运用免疫抑制剂可以提高成活率。但这些药物会使淋巴细胞减少，因而患者容易患感染性疾病。这一问题该如何解决？

提示：及时检测，调整免疫抑制剂的用量；使病人尽量避免接触病原体；适度锻炼，提高自身免疫力。

【探究总结】

免疫预防与免疫治疗的区别

项目	时间	注射的物质	目的
免疫预防	病原体感染前的预防	疫苗（经处理的抗原或DNA疫苗）	激发机体自身免疫反应，产生抗体和记忆细胞
免疫治疗	病原体感染后的治疗	抗体、细胞因子、血清等	直接清除病原体或产生的毒素，使患者恢复健康

通过免疫预防，人们能预防多种传染病，但是不能预防所有的传染病。因为接种一种疫苗只能预防一种传染病，而且有些传染病的病原体还可能发生变异，如流感病毒。

评价活动

1.当异体组织器官被移植到体内某些特定部位（如眼、睾丸、脑）后不被排斥而可长期存活，这种现象称为“免疫赦免”。这些部位称为“免疫赦免区”，该区域免疫细胞有赦免基因的表达，启动细胞自杀程序。下列有关说法正确的是　(　)

A.器官移植需要供者和受者主要HLA完全相同

B.T细胞中免疫赦免基因的程序性表达可能是“免疫赦免”产生的原因

C.“免疫赦免”说明人体的免疫系统存在进化缺陷，不利于人类适应环境

D.利用药物使人体免疫系统变得敏感，使移植器官获得“免疫赦免”

B　**解析**：供者与受者的主要HLA有一半以上相同时，就可以进行器官移植，A错误；T细胞中免疫赦免基因的程序性表达可能是“免疫赦免”产生的原因，B正确；“免疫赦免”现象不能说明人体的免疫系统存在一定的缺陷，这是自然选择的结果，C错误；若想使移植器官获得“免疫赦免”，可利用免疫抑制剂使人体免疫系统变得不敏感，D错误。

2.排斥反应是移植器官携带的异体抗原引起的受者体内发生的免疫反应，有体液免疫反应和细胞免疫反应两种，其机制、病理及临床表现均不同。下列说法错误的是　(　)

A.器官的免疫排斥反应主要是细胞免疫

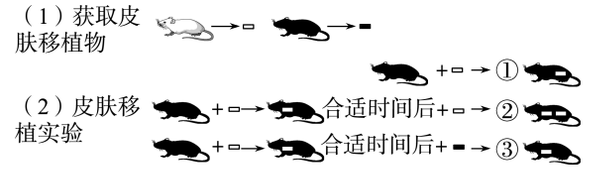
B.利用自体干细胞培养相应的器官进行移植，可减轻免疫排斥反应

C.移植来的异体组织细胞主要受到细胞毒性T细胞的攻击

D.HLA是指人类白细胞表面的一组与别人不同的蛋白质，供者与受者的HLA超过60%相同才可以进行器官移植

D　**解析**：移植器官携带的异体抗原主要引起受者体内发生细胞免疫，由细胞毒性T细胞对其发动攻击，将器官中的细胞裂解使器官不易存活，A、C正确；利用自体干细胞培养的相应器官，其细胞表面的HLA与自身相同，白细胞不会发起攻击，可减轻免疫排斥反应，B正确；每个人的细胞表面都带有一组与别人不同的蛋白质——HLA，它们是标明细胞身份的标签物质，自己体内的白细胞都“认识”这些物质，正常情况下不会攻击自身的细胞，供者与受者的主要HLA有一半以上相同，就可以进行器官移植，D错误。

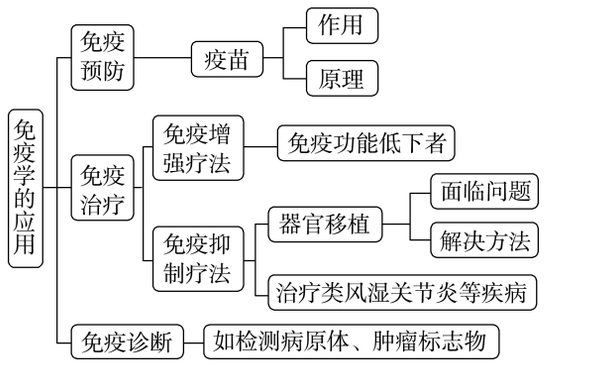
3.用三种不同品系的小鼠（①②③）进行如图所示的皮肤移植实验。下列有关分析正确的是　(　)



A.小鼠①不会出现免疫排斥反应
B.小鼠②再次移植后才出现记忆细胞
C.小鼠③产生的免疫排斥反应最强烈
D.小鼠③体内抗皮肤抗原的抗体种类最多

D　**解析**：题图中小鼠①直接将小白鼠皮肤移植物移植到小黑鼠身上，会引起免疫排斥反应，属于初次免疫，A错误；小鼠②是先移植小白鼠皮肤移植物，过一段时间再次移植小白鼠皮肤移植物，前后两次的抗原相同，在第一次移植后已经产生记忆细胞，B错误；小鼠③是先移植小白鼠皮肤移植物，一段时间后再移植小黑鼠皮肤移植物，前后两次的抗原不同，不如小鼠②免疫排斥强烈，C错误；小鼠③前后两次进入体内的抗原不同，所以抗体种类最多，D正确。

提质归纳



课后素养评价（十八）

基础落实

知识点1　疫苗

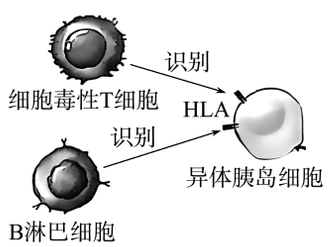
1.以下是某疫苗接种时的说明：本疫苗为全病毒灭活疫苗；本疫苗注射两剂，且间隔一个月；如有低热等症状属于正常现象。下列叙述错误的是（　　）

A.注射灭活的病毒相当于接种抗原
B.注射两剂疫苗所产生的抗体和记忆细胞数量相同
C.提前和延后接种疫苗均可能降低疫苗的有效性
D.出现低热等症状可能是疫苗引发了人体免疫反应

B　**解析**：灭活疫苗中的病毒失去活性但仍保留抗原特性，注射后可作为抗原刺激机体产生特异性免疫，A正确。注射第一剂疫苗后，机体产生初次免疫应答，产生少量抗体和记忆细胞；注射第二剂疫苗时，记忆细胞会迅速增殖分化，形成大量浆细胞和记忆细胞，产生大量抗体；故两剂疫苗产生的抗体和记忆细胞数量不同，B错误。疫苗间隔时间依据免疫应答规律设定，提前接种可能导致初次免疫未完全建立，延后接种可能使记忆细胞活性下降，均影响免疫效果，C正确。低热等症状是疫苗作为抗原引发机体免疫反应（如细胞因子释放、体温调节中枢兴奋）的正常表现，D正确。

知识点2　器官移植

2.注射外源胰岛素是治疗1型糖尿病的传统方案，胰岛细胞移植可替代传统方案。但异体细胞移植会引发患者的免疫反应，部分过程如图所示。下列叙述错误的是（　　）



A.移植异体胰岛细胞后，只会引起患者的特异性免疫
B.可通过注射免疫抑制剂缓解免疫排斥现象
C.异体胰岛细胞的HLA会引起细胞毒性T细胞和B淋巴细胞的识别
D.进行器官移植时，HLA的配型并不需要完全相同

A　**解析**：移植异体胰岛细胞后，不仅会引起患者的特异性免疫，也会引起患者的非特异性免疫，A错误；可通过注射免疫抑制剂，降低机体的免疫能力，进而缓解免疫排斥现象，B正确；由题图可知，异体胰岛细胞的HLA会引起细胞毒性T细胞和B淋巴细胞的识别，C正确；进行器官移植时，只要供体和受体的主要HLA有一半以上相同即可，D正确。

3.某肾病患者需进行肾脏移植手术。针对该患者可能出现的免疫排斥反应，下列叙述错误的是（　D　）

A.免疫排斥反应主要依赖于T细胞的作用
B.受体和供体的组织相容性抗原的差异越大，器官移植的排斥反应越强
C.器官移植前可以对患者进行血浆置换，以减轻免疫排斥反应
D.进行肾脏移植前，无须考虑捐献者与患者的ABO血型是否相同

能力提升

4. 卡介苗通常用于儿童免疫接种，能预防致命的结核病。卡介苗是由减毒牛型结核分枝杆菌制成的活菌苗。下列说法正确的是（ C ）

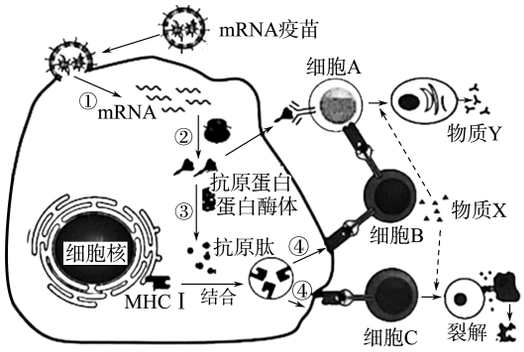
A. 卡介苗进入机体后不能被体内的免疫细胞摄取

B. 注射卡介苗后产生的记忆 T 细胞可能对含有结核分枝杆菌的靶细胞进行攻击

C. 注射卡介苗后淋巴细胞分泌的细胞因子能促进 B 细胞的增殖和分化

D. 无论儿童是否存在免疫缺陷，都必须接种卡介苗

5. 下图为 mRNA 疫苗的作用机理图，其中细胞A～C代表不同的淋巴细胞。下列叙述正确的是（ D ）



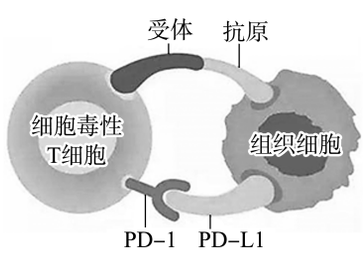
A. 物质 X 为细胞因子，在体液免疫中可由树突状细胞分泌

B. 物质 Y 为抗体，在二次免疫中可由记忆 B 细胞合成并分泌

C. 过程②为翻译，细胞 C 为辅助性 T 细胞，能增殖、分化成细胞毒性 T 细胞

D. mRNA 疫苗通常利用脂质体进行递送，可防止 mRNA 被水解，有利于其进入靶细胞

6. 研究表明，活化的 T 细胞表面的 PD-1（程序性死亡受体 1）与正常细胞表面的PD-L1（程序性死亡配体 1）一旦结合（如图所示），T 细胞即可“认清对方”，不触发免疫反应。肿瘤细胞可通过过量表达 PD-L1 来逃避免疫系统的“追杀”。下列说法正确的是（ B ）



A. 可通过研发药物促进癌细胞中 *PD-L1* 基因的表达来治疗癌症

B. PD-1 与 PD-L1 的结合体现了细胞膜进行细胞间信息交流的功能

C. 在进行器官移植时，若使细胞表面的 PD-L1 增加，免疫排斥反应也会加强

D. 细胞毒性 T 细胞也可以通过产生细胞因子、抗体等来有效“对付”癌细胞

7. 免疫学在临床医学实践中有着广泛应用。下列有关免疫学应用的叙述，正确的是（ A ）

A. 注射免疫抑制剂可减轻器官移植患者的免疫排斥反应

B. 输入健康人的 B 细胞可显著提高艾滋病患者的免疫力

C. 注射抗破伤风血清可使健康人获得持久有效的免疫力

D. 利用含特异性抗体的试剂盒可精确诊断人类的各种疾病

8. 乙肝病毒（HBV）慢性感染是我国常见的慢性传染病之一，其主要致病原因是感染者对 HBV 抗原产生的免疫应答，特别是细胞免疫应答的强度不足。研究表明，通过接种 HBV 多抗原融合基因 DNA 疫苗可提高感染者的免疫应答，以达到治愈慢性乙型肝炎（CHB）的效果。请回答下列问题：

（1）CHB 患者体内至少含有两种 HBV 抗体，其原因是_____，这体现了免疫系统的_____功能。

（2）研究人员为比较融合基因 DNA 疫苗和单基因 DNA 疫苗治疗 CHB 的效果，进行了相关实验，结果如下：

疫苗类型	融合基因	单基因	单基因
检测结果	DNA 疫苗	DNA 疫苗 1	DNA 疫苗 2
HBV 抗体相对浓度	＋	＋＋	＋＋＋
CTL 杀伤率	＋＋＋	＋＋	＋＋

注：CTL 杀伤率表示细胞毒性 T 细胞的增殖效果，“＋”表示程度。

据表分析，接种_____（填“融合基因 DNA 疫苗”或“单基因 DNA 疫苗”）治疗 CHB 的效果更明显，从免疫学角度分析，推测其原因是_____。

（3）研究表明，融合基因 DNA 疫苗能有效治疗肝癌，请以肝癌模型小鼠为实验材料，设计实验验证这一结论，要求简要写出实验思路和预期结果（注：肝细胞发生癌变时会导致体内甲胎蛋白含量升高）。

实验思路：_____。

预期结果：_____。

答案：（1）乙肝病毒含有多种抗原　免疫防御　（2）融合基因 DNA 疫苗　与单基因 DNA 疫苗组相比，注射融合基因 DNA 疫苗组能增强 CTL 杀伤率

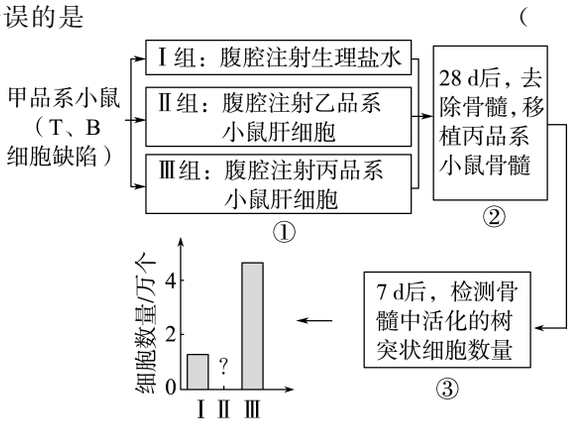
（3）取生长状况相同的肝癌模型小鼠 20 只，随机分为甲、乙两组，每组 10 只，甲组接种适量的融合基因 DNA 疫苗，乙组接种与甲组疫苗等量的生理盐水，在相同且适宜的条件下培养一段时间后，检测两组小鼠血浆中甲胎蛋白含量　甲组小鼠血浆中甲胎蛋白含量低于乙组

迁·移·应·用

活动　深度理解树突状细胞在免疫调节中的作用

【真题呈现】

(2024·重庆卷)某些树突状细胞可迁移到抗原所在部位,特异性识别主要组织相容性复合体,增殖后大部分形成活化的树突状细胞,小部分形成记忆树突状细胞。为验证树突状细胞的免疫记忆,研究人员用3种不同品系的小鼠(同一品系小鼠具有相同的主要组织相容性复合体)进行了如图所示实验,下列叙述错误的是(　　)



注:用于移植的骨髓已处理(其中的细胞不能产生免疫应答,只保留抗原结构)。

A.树突状细胞的免疫记忆体现在抗原呈递功能增强

B.③中活化的树突状细胞可识别丙品系小鼠的抗原

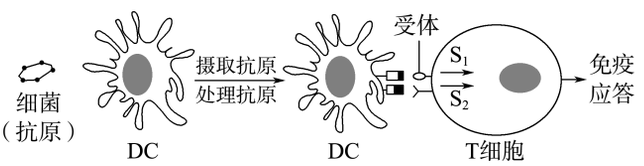
C.Ⅱ组中检测到的活化树突状细胞与Ⅰ组相近

D.Ⅱ组和Ⅲ组骨髓中均可检测到记忆树突状细胞

A　**解析**:由题图可知,树突状细胞的免疫记忆体现在活化的树突状细胞数量增多,A错误;②操作中移植丙品系小鼠骨髓作为抗原,故③中活化的树突状细胞可识别丙品系小鼠的抗原,B正确;由于①中Ⅰ、Ⅱ两组未注射丙品系小鼠的肝细胞,Ⅲ组注射了丙品系小鼠肝细胞,故Ⅲ组会有识别丙品系小鼠抗原的记忆树突状细胞,当给三组小鼠再次移植丙品系小鼠骨髓时,Ⅱ组中检测到的活化树突状细胞数量会与Ⅰ组相近,都比较低,Ⅲ组的最高,C正确;Ⅱ组和Ⅲ组甲品系小鼠中都注射其他品系小鼠肝细胞,故骨髓中均可检测到记忆树突状细胞,D正确。

【真题溯源】

科学家发现一群外形奇特的细胞,这群细胞具有强大的活化初始T细胞的能力,被称为树突状细胞(DC),它们是适应性免疫的主要启动者。DC是体内最重要的专职APC(抗原呈递细胞),负责对抗原的摄取、加工、处理与分类,并将抗原信息呈递给T细胞,启动抗原特异性T细胞应答,如下图所示。



【情境发掘】

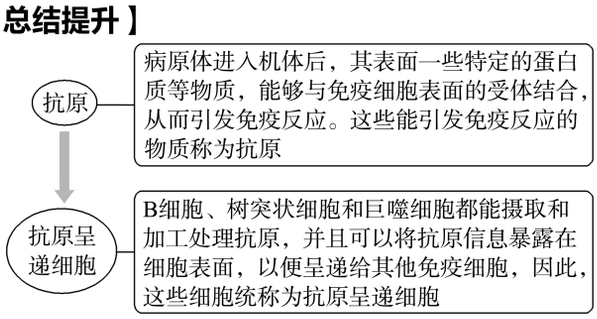
1.根据图示,T细胞发生免疫效应时,DC的作用是什么?

提示:DC可以摄取处理抗原,并将其呈递在细胞表面,传递给辅助性T细胞,使辅助性T细胞分裂、分化,并产生细胞因子。

2.DC免疫疗法是通过采集患者自体的外周血液,在体外诱导培养出大量DC,使之负载上肿瘤抗原信息后再回输给患者。这些DC进入患者体内后,是如何做到对肿瘤细胞精准杀伤的?

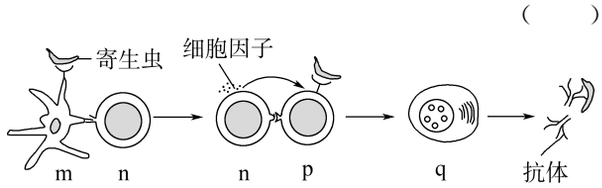
提示:DC上负载肿瘤抗原信息,利用抗原的特异性,可诱导T细胞迅速增殖、分化成细胞毒性T细胞,精确杀伤肿瘤细胞,同时,还能使机体产生免疫记忆,具有防止肿瘤复发的功效。

【总结提升】



【变式训练】

1.(2023·辽宁卷)下图表示人体被某寄生虫感染后,发生特异性免疫的部分过程。下列叙述错误的是(　　)



A.m为树突状细胞,能识别、吞噬抗原和呈递抗原信息

B.n为辅助性T细胞,能分泌细胞因子、接收和传递信息

C.p为B细胞,其活化需两个信号的刺激和细胞因子的作用

D.q为浆细胞,能分泌特异性抗体和分裂分化为记忆细胞

D　**解析**:分析题图可知,m为树突状细胞,具有强大的识别、吞噬抗原和呈递抗原信息的作用,A正确;n为辅助性T细胞,能接收和传递信息、分泌细胞因子,起到增强免疫的功能,B正确;p为B细胞,其活化需两个信号的刺激,此外还需要细胞因子的作用,C正确;q为浆细胞,能分泌特异性抗体,不能分裂分化为记忆细胞,D错误。

2.(2024·江苏卷)免疫检查点阻断疗法已应用于癌症治疗,机理如图1所示。为增强疗效,我国科学家用软件计算筛选出Taltirelin(简称Tal),开展实验研究Tal与免疫检查分子抗体的联合疗效及其作用机制。请回答下列问题:

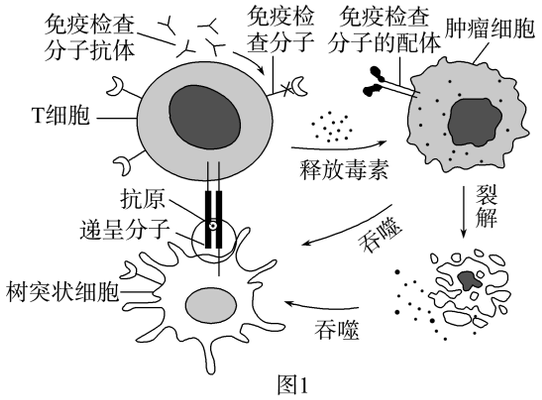


图1

(1)肿瘤细胞表达能与免疫检查分子特异结合的配体,抑制T细胞的识别,实现免疫逃逸。根据图1可知,以_____为抗原制备的免疫检查分子抗体可阻断肿瘤细胞与_____细胞的结合,解除肿瘤细胞的抑制。

(2)为评估Tal与免疫检查分子抗体的联合抗肿瘤效应,设置4组肿瘤小鼠,分别用4种溶液处理后检测肿瘤体积,结果如图2所示。设置缓冲液组的作用是_____。根据图2可得出结论:_____。

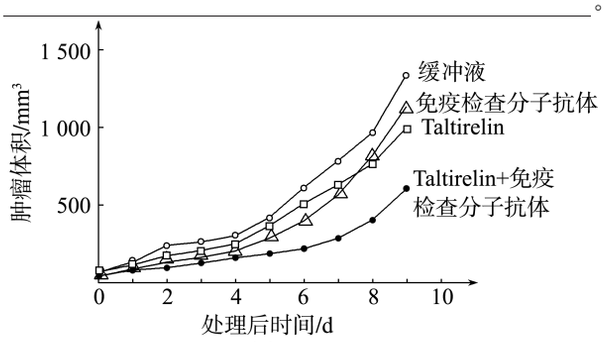


图2

(3)Tal是促甲状腺激素释放激素(TRH)类似物。人体内TRH促进_____分泌促甲状腺激素(TSH),TSH促进甲状腺分泌甲状腺激素。这些激素可通过_____运输,与靶细胞的受体特异结合,发挥调控作用。

(4)根据(3)的信息,检测发现T细胞表达TRH受体,树突状细胞(DC)表达TSH受体。综上所述,对于Tal抗肿瘤的作用机制,提出假设:

①Tal与_____结合,促进T细胞增殖及分化;

②Tal能促进_____,增强DC的吞噬及递呈能力,激活更多的T细胞。

(5)为验证上述假设,进行下列实验:

①培养T细胞,分3组,分别添加缓冲液、Tal溶液和TRH溶液,检测_____;

②培养DC,分3组,分别添加_____,检测DC的吞噬能力及递呈分子的表达量。

解析:(1)肿瘤细胞可以表达能与免疫检查分子特异结合的配体,抑制T细胞的识别,从而实现免疫逃逸。以免疫检查分子为抗原制备的免疫检查分子抗体,可阻断肿瘤细胞与T细胞的结合,解除肿瘤细胞对T细胞的抑制。(2)设置缓冲液组的作用是作为对照组,排除其他无关因素对实验结果的干扰,从而更准确地评估Tal与免疫检查分子抗体的联合抗肿瘤效应。由题图2可知,与缓冲液组相比,免疫检查分子抗体组、Tal组和Tal+免疫检查分子抗体组的肿瘤体积都有所减小,其中Tal+免疫检查分子抗体组的肿瘤体积减小最为明显。故可得出结论:Tal与免疫检查分子抗体都能抑制肿瘤生长,二者联合使用抗肿瘤生长效果更好。(3)人体内促甲状腺激素释放激素(TRH)可促进垂体分泌促甲状腺激素(TSH),TSH可促进甲状腺分泌甲状腺激素。这些激素可通过体液运输,与靶细胞的受体特异结合,发挥调控作用。(4)①Tal是TRH类似物,推测其可与T细胞表面的TRH受体结合,促进T细胞增殖及分化。因为受体与相应配体结合才能发挥作用,而T细胞表达TRH受体,所以推测Tal可能与该受体结合。②Tal是TRH类似物,推测能促进垂体产生TSH,TSH与DC上的受体结合,增强DC的吞噬及递呈能力,激活更多的T细胞。已知DC表达TSH受体,所以推测TSH作用于DC细胞上的受体。(5)①培养T细胞,分3组,分别添加缓冲液、Tal溶液和TRH溶液,检测T细胞的增殖及作用情况,即T细胞的数量和毒素的释放量。通过对比添加不同物质后T细胞的数量和毒素的释放量,来验证Tal与TRH受体结合促进T细胞增殖及分化的假设。②培养DC,分3组,分别添加缓冲液、Tal溶液和TSH溶液,检测DC的吞噬能力及递呈分子的表达量。通过对比添加不同物质后DC的相关指标,来验证Tal促进垂体产生TSH,TSH与DC上的受体结合。

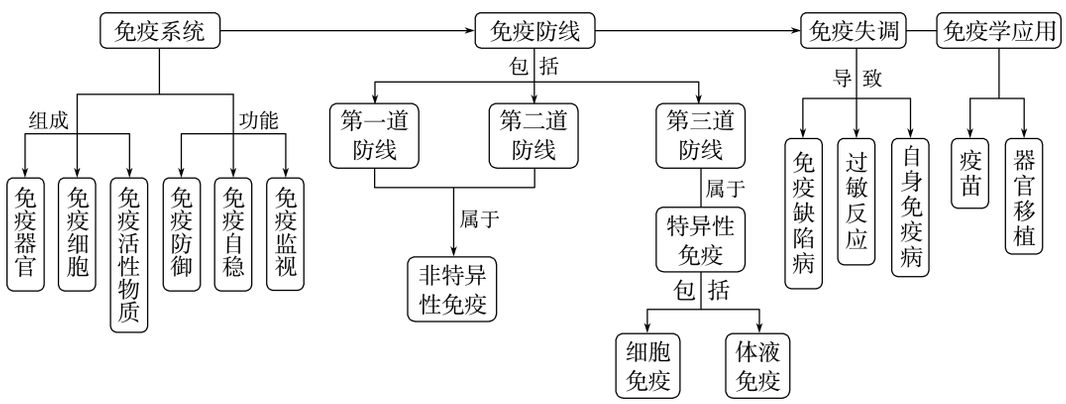
答案:(1)免疫检查分子　T　(2)作为对照组,排除其他因素对实验结果的影响　单独使用Tal或免疫检查分子抗体都能抑制肿瘤生长,二者联合使用抗肿瘤生长效果更好　(3)垂体　体液

(4)①T细胞表面的TRH受体　②垂体产生TSH,TSH与DC上的受体结合　(5)①T细胞的数量和毒素的释放量　②缓冲液、Tal溶液、TSH溶液

★★★

重·构·拓·展

多维体系构建



学科视野拓展

肿瘤的免疫逃逸与免疫治疗

肿瘤细胞常通过多种机制逃避免疫系统的识别与攻击，即免疫逃逸。主要机制包括：一是降低细胞表面主要组织相容性复合体（MHC）的表达，阻碍抗原向 T 细胞呈递，导致 T 细胞无法被激活；二是利用免疫检查点机制，肿瘤细胞上调 PD-L1 表达，使其与 T 细胞表面的 PD-1 结合。这种结合如同踩下“刹车”，使激活的细胞毒性 T 细胞失效，从而抑制免疫反应。

目前的肿瘤免疫治疗旨在激活自身免疫机能或阻断逃逸机制，其中 CAR-T 细胞和 PD-1/PD-L1 疗法成效显著。CAR-T 细胞疗法通过基因工程改造患者的 T 细胞，使其表达嵌合抗原受体（CAR）。CAR 如同“定位导航装置”，带有识别肿瘤特定抗原的受体片段，且其激活不依赖 MHC 分子，有效解决了 MHC 缺失导致的逃逸问题。该疗法在血液癌症治疗中疗效显著，但对血管外的实体肿瘤效果尚不明显。

PD-1/PD-L1 疗法的原理是阻断两者的相互作用。科研人员利用抗体特异性结合 PD-1 或 PD-L1，解除对 T 细胞的抑制，释放免疫系统对癌细胞的杀伤力。该疗法在黑色素瘤治疗中取得了突破性进展。

此外，最新研究发现了新的代谢逃逸机制。肿瘤细胞除表达甲硫氨酸转运蛋白 S5 外，还额外表达 S2，从而在摄取必需氨基酸甲硫氨酸的竞争中获胜。低浓度的甲硫氨酸改变了 T 细胞代谢途径，导致关键蛋白表达降低，损害 T 细胞的存活与功能。这一发现为研发新的免疫治疗策略提供了重要思路。

◇**思考**

1. 人体某些器官存在着免疫豁免现象，说说“免疫豁免”与“免疫逃逸”有何相同之处。
2. 根据文中信息，试提出一种治疗癌症的新思路。

单元质量评估(四)

(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。每小题只有一个选项符合题目要求。

1.免疫系统是人体内的护卫队,下列有关免疫系统的组成和功能的叙述,错误的是　(　A　)

A.免疫活性物质都由免疫细胞产生,常见的有抗体、细胞因子、溶菌酶等

B.淋巴细胞包括B淋巴细胞和T淋巴细胞,二者都由骨髓造血干细胞分裂、分化而来

C.非特异性免疫先天就有,特异性免疫后天形成,针对性强

D.人体能识别并清除侵入人体的病菌,这体现了免疫防御功能

2.肠上皮细胞间的紧密连接构成了肠道机械屏障。肠道上皮内的淋巴细胞和Peyer's淋巴结等构成肠道黏膜免疫系统,能够抵抗细菌、病毒等病原体的入侵。研究表明,射线会使肠道黏膜受损,黏膜分泌的免疫球蛋白抗体(sIgA)含量下降,肠源性感染的风险增加。用白细胞介素-4(IL-4)治疗后,sIgA含量明显升高,免疫功能有一定程度的恢复。下列说法错误的是　(　　)

A.肠道机械屏障是阻挡病原体入侵的第一道防线

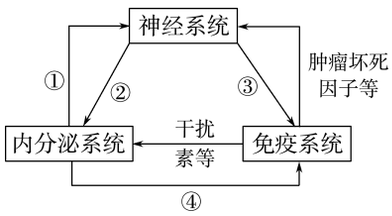
B.sIgA、IL-4等所有免疫活性物质都是由免疫细胞产生的

C.射线可能导致了黏膜内T淋巴细胞的数量减少或功能障碍

D.肠道黏膜免疫系统清除病原体体现了免疫系统的免疫防御功能

B　**解析:**肠道机械屏障由肠上皮细胞间的紧密连接构成,属于肠道黏膜的一部分,属于人体第一道防线,A正确;免疫活性物质是指由免疫细胞或其他细胞产生的发挥免疫作用的物质,B错误;sIgA的分泌依赖B细胞分化为浆细胞,而B细胞活化需要辅助性T细胞的作用,因此射线可能损伤T细胞,导致其分泌的细胞因子减少,进而影响sIgA含量,C正确;免疫防御功能针对病原体入侵,肠道黏膜免疫系统清除病原体属于此功能,D正确。

3.下图为神经系统、内分泌系统与免疫系统之间通过①~④等信息分子相互作用的示意图,下列分析正确的是　(　B　)



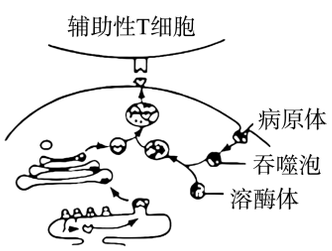
A.各种信息分子都与细胞表面的受体结合

B.内分泌系统产生的①,可能影响神经系统的发育

C.④是细胞因子,是由内分泌系统产生的

D.②是神经递质

4.在特异性免疫中,辅助性T细胞与抗原呈递细胞的识别和结合非常重要,其过程如下图所示。下列说法错误的是　(　A　)



A.抗原呈递细胞与辅助性T细胞均能特异性识别抗原

B.二者的识别过程说明细胞间可通过直接接触进行信息交流

C.该过程体现了抗原呈递细胞具有吞噬、处理、暴露、呈递抗原的作用

D.辅助性T细胞产生的细胞因子在体液免疫和细胞免疫中均可发挥作用

5.疱疹病毒(EBV)主要侵入B淋巴细胞,在EBV感染潜伏期,EBV会抑制宿主细胞凋亡;在裂解期却会主动诱导宿主细胞凋亡并会选择包裹在凋亡小体中被邻近细胞吞噬。下列说法错误的是(　C　)

A.EBV侵入人体后,可被抗原呈递细胞摄取和加工处理,并呈递给辅助性T细胞

B.若EBV侵入了B淋巴细胞,则说明人体免疫系统的第一、第二道防线已被突破

C.EBV感染者免疫自稳能力降低,可能导致各项恶性肿瘤的发生和发展

D.包裹在凋亡小体中的子代EBV可避免与抗体接触,从而逃避宿主免疫系统的攻击

6.免疫耐受是指对抗原特异性应答的T淋巴细胞与B淋巴细胞在抗原的刺激下不能被激活,从而不进行正常免疫应答的现象。而免疫抑制通常是指机

体对各种抗原均无反应或反应低下。下列说法正确的是　（　D　）

A.T 淋巴细胞和 B 淋巴细胞分别参与细胞免疫和体液免疫

B.由题意可知，免疫耐受和免疫抑制均具有特异性

C.过敏患者经过治疗对虾脱敏是因为机体出现了免疫抑制

D.使用免疫抑制剂使机体处于免疫抑制状态，能提高器官移植成活率

7.下图是 CAR-T 细胞疗法的流程，其基本原理是将病人的自体 T 细胞提取出来，并通过基因工程技术改造，使其表达具有特异性的 CAR。CAR 是由抗原识别结构域和信号传导结构域组成的融合受体，抗原识别结构域可以与肿瘤细胞特异性抗原结合，信号传导结构域可以激活 T 细胞杀伤功能。下列叙述错误的是　（　D　）



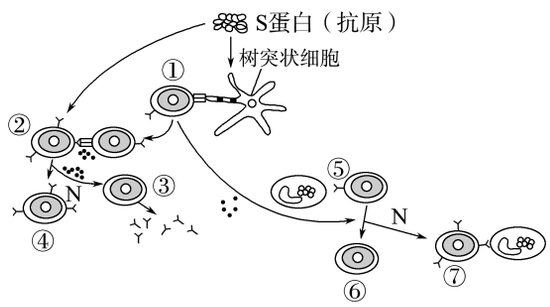
A.增加 CAR 的表达量可能会出现自身免疫病

B.T 细胞输回人体一般不会引发人体免疫排斥反应

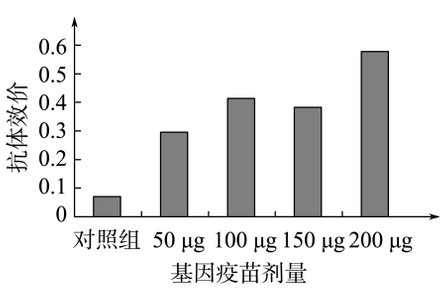
C.癌细胞死亡是由基因决定的细胞程序性死亡

D.上述过程体现了免疫系统的自稳功能

8.编码乙肝病毒（HBV）表面 S 蛋白的基因疫苗，被小白鼠骨骼肌细胞吸收后可表达出 S 蛋白。S 蛋白（抗原）引发一系列的体液免疫和细胞免疫。图甲中数字代表细胞，字母代表生理过程，细胞⑦可诱导靶细胞裂解；图乙中抗体效价用衡量免疫效果的数量单位表示。下列有关分析错误的是　（　C　）



甲



乙

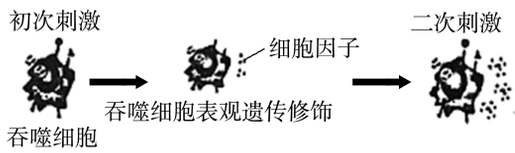
A.图甲中细胞①是辅助性 T 细胞，细胞⑤和细胞⑦是细胞毒性 T 细胞

B.树突状细胞的功能是识别、处理和呈递抗原 S 蛋白

C.经图甲中 N 过程形成的细胞③与细胞⑦的细胞膜上均缺少抗原 S 蛋白的受体

D.图乙可用空基因载体作对照组

9.研究人员发现，吞噬细胞初次接受抗原刺激后，可以通过表观遗传修饰产生某种细胞因子，并且吞噬细胞的这种功能变化能形成免疫记忆，过程如下图所示，这种非特异性免疫记忆现象被称为“训练免疫”。下列有关说法正确的是　（　　）



A.“训练免疫”不依赖于 T 细胞和 B 细胞，属于“第一道防线”的免疫记忆

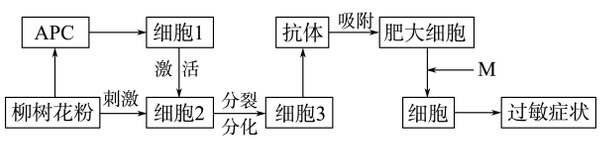
B.二次抗原刺激后，吞噬细胞可产生更多的细胞因子与抗原特异性结合

C.内源性抗原诱导的“训练免疫”可能导致自身免疫病加剧

D.吞噬细胞发生的表观遗传修饰属于可遗传变异，相应基因的碱基序列发生改变

C　**解析**：“训练免疫”是在吞噬细胞受刺激后功能发生改变，使先天性免疫产生免疫记忆，因此不依赖 T 细胞和 B 细胞，属于“第二道防线”的非特异性免疫记忆，A 错误；细胞因子不与抗原发生特异性结合，抗体与抗原发生特异性结合，B 错误；内源性抗原诱导“训练免疫”后，使得初次刺激即产生免疫记忆，自身抗原被异常识别，二次刺激后吞噬细胞产生更多的细胞因子，因此可能导致自身免疫病加剧，C 正确；表观遗传可遗传，但相应基因的碱基序列不发生改变，D 错误。

10.下图所示是过敏反应发生机理的部分过程，下列叙述正确的是　（　　）



A.APC 是抗原呈递细胞，如树突状细胞、巨噬细胞、T 细胞

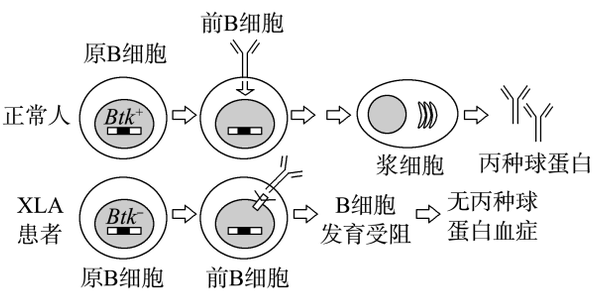
B.M 为柳树花粉，细胞 1 和细胞 2 分别在骨髓和胸腺中成熟

C.细胞 3 能分泌抗体是因为细胞内有相应基因，而细胞 2 中没有相应基因

D.肥大细胞释放组胺引起毛细血管舒张不属于激素调节

D　**解析**:APC是抗原呈递细胞,细胞1为辅助性T细胞,细胞2为B细胞,细胞3为浆细胞,M为相同的过敏原。树突状细胞、巨噬细胞属于抗原呈递细胞,但是T细胞不属于抗原呈递细胞,A错误;M为相同的过敏原,故M为柳树花粉,细胞1为辅助性T细胞,细胞2为B细胞,分别在胸腺和骨髓中成熟,B错误;细胞3能分泌抗体而细胞2不能分泌是因为基因选择性表达,C错误;组胺产生后,通过血液传送到达全身的毛细血管,引起毛细血管舒张和通透性增强,使人体呈现出过敏反应,这种调节形式属于体液调节,组胺不是激素,故不属于激素调节,D正确。

11. 无丙种球蛋白血症(XLA)是由酪氨酸激酶基因*Btk*突变导致的一种免疫失调病,发病机理如图所示。下列说法正确的是　(　　)



A.每种B细胞都具有识别、摄取、加工、处理抗原的功能

B.XLA患者体内原B细胞、前B细胞、浆细胞、丙种球蛋白等的数量显著低于正常人

C.与正常人相比,XLA患者的非特异性免疫功能和免疫监视功能无明显差异,免疫防御功能显著减退

D.XLA患者可适时适量注射丙种球蛋白、免疫抑制剂或移植骨髓进行治疗

C　**解析**:原B细胞具有识别、摄取、加工、处理抗原的功能,前B细胞仅具有识别抗原、分化为浆细胞的功能,A错误;XLA患者的前B细胞发育受阻而不能分化为浆细胞,进而不能产生丙种球蛋白,所以患者体内原B细胞、前B细胞的数量正常,浆细胞、丙种球蛋白等的数量显著低于正常人,B错误;XLA患者的B细胞发育受阻,无丙种球蛋白产生,与正常人相比,患者的非特异性免疫功能和免疫监视功能无明显差异,免疫防御功能显著减退,C正确;XLA患者无丙种球蛋白产生,导致免疫功能低下,应使用免疫增强剂来提高免疫力,免疫抑制剂是降低免疫力的,D错误。

12. 传统疫苗是将病原微生物(如病菌、病毒等)及其代谢产物,经过人工减毒、灭活或利用转基因等方法制成的,用于预防传染病的自动免疫制剂。传统疫苗保留了病原微生物刺激动物体免疫系统的特性。下列分析正确的是　(　　)

A.疫苗中都有抗原,都保留了抗原特性,且都不会致病

B.接种HIV疫苗后,机体会产生体液免疫和细胞免疫

C.同种病原体再次入侵时,记忆B细胞可迅速分泌抗体

D.接种乙肝疫苗时,常常间隔一定时间后多次接种

D　**解析**:疫苗通常是用灭活或减毒的病原体制成的生物制品,仍有抗原特性,可引起机体的免疫反应,一般不会导致机体患病,但当机体免疫能力下降时,注射减毒的活疫苗,可能会导致机体患病,A错误;目前,尚未研制出HIV疫苗,B错误;同种病原体再次入侵时,记忆B细胞会迅速增殖分化产生浆细胞,浆细胞会迅速分泌产生大量抗体,C错误;接种乙肝疫苗时,多次接种可增强抗原刺激,促进记忆细胞的增殖分化,提高抗体浓度和记忆细胞数量,D正确。

13. (2024·重庆卷)科学家证明胸腺是免疫系统的重要组成部分,下列说法正确的是　(　　)

分组	实验步骤		实验结果	
	步骤一	步骤二	成功率/%	排斥率/%
①	出生后不摘除胸腺	移植不同品系小鼠皮肤	0	100
②	出生后1～16 h摘除胸腺		71	29
③	出生后5 d摘除胸腺		0	100

A.①组排斥时不用辅助性T细胞参与

B.②组成功小鼠比排斥小鼠更易患肿瘤

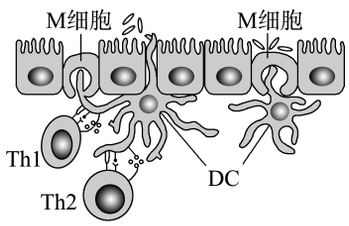
C.③组使用免疫抑制剂可避免免疫排斥

D.根据所给信息推测,出生后20 h摘除胸腺,在移植皮肤后不出现排斥

B　**解析**:①组为对照组,小鼠未摘除胸腺,体内含有各种类型T细胞,在异体皮肤移植后的免疫排斥反应中,细胞毒性T细胞的活化离不开辅助性T细胞的辅助,故①组排斥时需要辅助性T细胞参与,A错误;②组小鼠在出生后1～16 h摘除了胸腺,异体皮肤移植后,移植成功率为71%,说明②组移植成功的小鼠发生特异性免疫反应能力弱,而发生排斥的小鼠特异性免疫能力强,所以②组成功小鼠比排斥小鼠更易患肿瘤,B正确;免疫抑制剂主要通过抑制T细胞、B细胞等免疫相关细胞的增长和繁殖,来抑制免疫反应,③组中小鼠出生后5 d摘除胸腺,发生免疫排斥反应过程中起

作用的细胞已经是完成分化的T细胞、B细胞等，故使用免疫抑制剂不能避免免疫排斥，C错误；出生后1～16 h摘除胸腺，异体皮肤移植成功率为71%，出生后5 d摘除胸腺，异体皮肤移植成功率为0，说明出生后越晚摘除胸腺，发生排斥的可能性越大，故出生后20 h摘除胸腺，在移植皮肤后可能会出现排斥，D错误。

14. 人体和动物的肠黏膜中存在着强大的免疫系统，由相应的免疫细胞和免疫活性物质等组成。排列在小肠绒毛上皮细胞间的M细胞（溶酶体的数量非常少）负责摄取并转运肠道中大部分的病原体给树突状细胞（DC），具体免疫过程如下图所示。下列分析正确的是　　（　　）



注：Th1分泌的细胞因子作用于细胞毒性T细胞；Th2分泌的细胞因子作用于B细胞。

A.DC的突起可以进入肠腔吞噬消化部分病原体，这属于特异性免疫

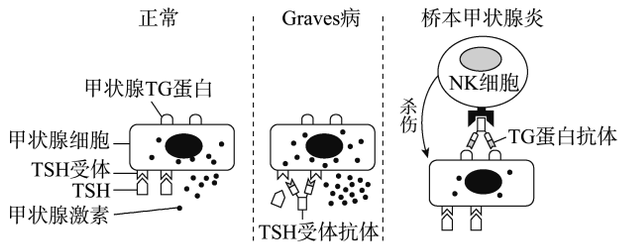
B.M细胞具有抗原识别、处理和呈递功能

C.Th2能与B细胞结合，有利于B细胞分裂、分化为浆细胞，从而产生和分泌抗体

D.Th1能识别被病原体感染的靶细胞以及体内衰老和损伤的细胞

C　**解析**：树突状细胞直接将病原体吞噬消灭，这属于非特异性免疫，A错误；依据题干信息“M细胞（溶酶体的数量非常少）负责摄取并转运肠道中大部分的病原体给树突状细胞（DC）”可知，M细胞几乎不能处理抗原，但可以识别和呈递抗原给DC，B错误；Th2能与B细胞结合，并分泌细胞因子作用于B细胞，促进B细胞增殖、分化为浆细胞，从而产生并分泌抗体，C正确；Th1分泌细胞因子，是辅助性T细胞，细胞毒性T细胞能识别被病原体感染的靶细胞以及体内衰老和损伤的细胞，D错误。

15. 毒性弥漫性甲状腺肿（Graves病）和桥本甲状腺炎是两种常见的甲状腺疾病，其主要发病机制如下图所示，其中NK细胞为一种免疫细胞，可以裂解靶细胞。下列关于这两种病的叙述，错误的是　　（　　）



A.幼年时期患桥本甲状腺炎可能导致智力低下

B.这两种疾病都可以通过补充甲状腺激素来治疗

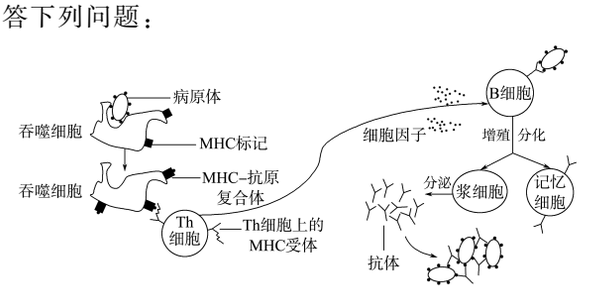
C.图中NK细胞的功能类似细胞毒性T细胞

D.Graves病和桥本甲状腺炎都属于自身免疫病

B　**解析**：幼年时期患桥本甲状腺炎，甲状腺激素分泌不足，会影响神经系统的发育，可能导致患者智力低下，A正确。Graves病患者甲状腺激素分泌过多，而桥本甲状腺炎患者后期可能出现甲状腺激素分泌不足。对于Graves病，不能通过补充甲状腺激素来治疗，反而需要抑制甲状腺激素的分泌，而桥本甲状腺炎后期甲状腺激素分泌不足时可适当补充甲状腺激素，B错误。细胞毒性T细胞能裂解靶细胞，题图中NK细胞也可以裂解靶细胞，功能类似细胞毒性T细胞，C正确。Graves病和桥本甲状腺炎都是自身免疫系统攻击自身甲状腺相关细胞或成分引发的疾病，都属于自身免疫病，D正确。

二、非选择题：本题共5小题，共55分。

16.（11分）主要组织相容性复合体（MHC）是一组编码动物主要组织相容性抗原的基因群的统称。人体的抗原呈递细胞、T细胞等细胞内的*MHC*基因表达的MHC分子与免疫有关。下图为人体体液免疫过程及MHC分子发挥效应的示意图，回答下列问题：



（1）图中吞噬细胞的作用是摄取、_____、_____抗原，该过程的实现主要与其细胞中的_____（填细胞器）的作用密切相关。

（2）图中吞噬细胞中的*MHC*基因经_____（填过程）表达出MHC分子，每个人的细胞表面的MHC分子都与别人不同，其根本原因是_____。

MHC分子在免疫系统中作用极其重要，据图分析其主要功能有_____和_____。

(3)Th细胞(辅助性T细胞)膜上有相应的特异性受体,能识别和结合吞噬细胞表面的_____,该过程体现了细胞膜具有_____功能。当相同病原体再次入侵时,_____,从而迅速产生更多抗体。

(4)淋巴细胞一般需要两个或两个以上信号刺激才能被活化。如在细胞免疫过程中,_____(答出两个)等参与细胞毒性T细胞的活化过程。

解析:(1)由题图可知,吞噬细胞能将病原体吞噬之后传递给Th细胞,因此吞噬细胞的作用是摄取、加工处理、呈递抗原。溶酶体具有分解衰老、损伤的细胞器,吞噬并杀死侵入细胞的病毒或细菌的作用,故吞噬细胞对病原体的吞噬作用与溶酶体密切相关。(2)吞噬细胞中的*MHC*基因经转录和翻译表达出MHC分子,由于每个人的*MHC*基因的碱基序列不同,故每个人的细胞表面的MHC分子都与别人不同。MHC分子在免疫系统中作用极其重要,如作为抗原的载体(与抗原结合形成MHC—抗原复合体),将抗原呈递给(辅助性)T细胞等。(3)Th细胞(辅助性T细胞)膜上有相应的特异性受体,能识别和结合吞噬细胞表面的MHC—抗原复合体。吞噬细胞可将抗原信息传递给Th细胞,该过程体现了细胞膜具有进行细胞间信息交流的功能。初次免疫时,体内会产生一定量的记忆细胞,相同病原体再次入侵时,记忆细胞比普通的B细胞更快地作出反应,即迅速增殖分化产生新的浆细胞和记忆细胞,浆细胞再产生抗体消灭抗原,此为二次免疫反应。(4)淋巴细胞一般需要两个或两个以上信号刺激才能被活化。如在细胞免疫过程中,细胞毒性T细胞能够识别靶细胞表面特定分子的变化,同时在辅助性T细胞分泌的细胞因子的作用下,增殖、分化成新的细胞毒性T细胞和记忆细胞。故靶细胞、辅助性T细胞等参与细胞毒性T细胞的活化过程。

答案:(1)加工处理　呈递　溶酶体　(2)转录和翻译　*MHC*基因的碱基序列不同　作为抗原的载体(或与抗原结合形成MHC—抗原复合体)　将抗原呈递给(辅助性)T细胞　(3)MHC—抗原复合体　进行细胞间的信息交流　记忆细胞迅速增殖、分化为浆细胞(和新的记忆细胞)　(4)靶细胞、辅助性T细胞

17.(9分)“B小鼠”指的是体内缺乏T细胞的小鼠。将断奶后小鼠的某种器官M摘除后,用致死剂量的X射线全身照射,同时用正常小鼠的骨髓重建其造血系统可以获得重建型“B小鼠”,重建型“B小鼠”在科研中被广泛应用。回答下列问题:

(1)构建重建型“B小鼠”过程中摘除的器官M为_____。辅助性T细胞的数量减少会导致正常剂量抗原刺激下小鼠体内抗体的产生量显著减少,原因是_____。

(2)实验小组为了判断某“B小鼠”是否构建成功,向该小鼠移植外来小鼠的皮肤,若获得的小鼠为“B小鼠”,则相应的实验现象应为_____。

(3)科学研究上常以“B小鼠”为材料构建肿瘤模型小鼠,用于肿瘤的药物筛选和治疗。相对于正常小鼠,“B小鼠”更容易构建肿瘤模型小鼠,试从免疫系统的具体功能的角度阐述其原因:_____。

(4)现有两种重建型“B小鼠”甲和乙,为了检测重建型“B小鼠”是否构建成功,实验小组分别提取小鼠甲和乙的脾脏细胞置于含放射性同位素标记的胸腺嘧啶的完全培养基中培养,并检测了在ConA(一种能专一性刺激T细胞增殖的化学物质)的刺激下培养基中的放射性同位素标记的渗入量(相对值),实验结果如下表所示:

	未接受ConA刺激组	接受ConA刺激组
小鼠甲	998	1 001
小鼠乙	1 355	12 074

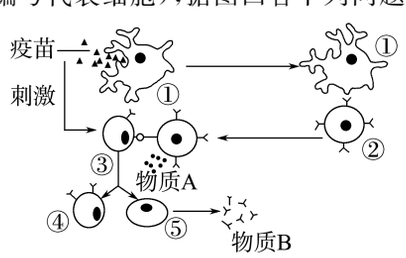
根据实验结果可知,小鼠_____为构建成功的重建型“B小鼠”,依据是_____。

解析:(1)依据题干信息,“B小鼠”指的是体内缺乏T细胞的小鼠,故构建重建型“B小鼠”过程中摘除的器官M为胸腺,因为胸腺是T细胞分化、发育、成熟的场所。在体液免疫过程中,辅助性T细胞数量减少,不能有效地刺激B细胞增殖、分化为浆细胞,从而导致抗体的产生量显著减少。(2)外来小鼠的皮肤属于异体器官,对于重建型“B小鼠”而言,其缺乏T细胞,故不能发挥细胞免疫的作用,所以向该小鼠移植外来小鼠的皮肤时,不会发生免疫排斥反应。(3)由于“B小鼠”体内无T细胞,因此小鼠的免疫监视能力下降,进而导致其肿瘤发生的概率大大提高。(4)依据题干信息可知,ConA是一种能专一性刺激T细胞增殖的化学物质,由于构建成功的重建型“B小鼠”体内存在由正常小鼠骨髓重建的造血系统产生的T细胞,小鼠乙的脾脏细胞在ConA的刺激下胸腺嘧啶渗入量显著增加,说明在该刺激下T细胞大量

增殖，从外界摄取了大量的胸腺嘧啶用于 DNA 的复制；而小鼠甲的脾脏细胞在 ConA 的刺激下胸腺嘧啶渗入量几乎没有变化，说明小鼠甲体内几乎无 T 细胞，故小鼠乙为构建成功的重建型“B 小鼠”。

答案：(1)胸腺　辅助性 T 细胞减少，不能有效地刺激 B 细胞增殖、分化产生浆细胞，从而导致抗体的产生量显著减少　(2)该小鼠对移植的外来皮肤不会发生免疫排斥反应　(3)“B 小鼠”体内无 T 细胞，免疫监视能力下降，导致其患肿瘤的概率大大提高　(4)乙　构建成功的重建型“B 小鼠”体内存在由正常小鼠骨髓重建的造血系统产生的 T 细胞，小鼠乙的脾脏细胞在 ConA 的刺激下胸腺嘧啶渗入量显著增加，说明该刺激下 T 细胞大量增殖，从外界摄取了大量的胸腺嘧啶用于 DNA 的复制；而小鼠甲的脾脏细胞在 ConA 的刺激下胸腺嘧啶渗入量几乎没有变化，说明小鼠甲体内几乎无 T 细胞

18.(11 分)艾滋病是一种危害性极大的传染病，由感染人类免疫缺陷病毒(HIV)引起。为预防艾滋病，科学家曾给食蟹猴注射艾滋病疫苗制剂(减毒 HIV＋生理盐水)进行实验。下图是艾滋病疫苗制剂引发食蟹猴机体免疫效应的部分示意图(图中数字编号代表细胞)，据图回答下列问题：



(1)HIV 是一种能攻击人体免疫系统的病毒，它侵入人体后，主要攻击目标是_____细胞，而不攻击人体的其他细胞，从细胞膜结构角度分析，其原因最可能是_____。

(2)在感染初期，侵入人体的 HIV 刺激细胞毒性 T 细胞增殖、分化成新的细胞毒性 T 细胞和记忆 T 细胞。同时在细胞因子的作用下，B 细胞增殖、分化成_____，最终使 HIV 数量下降。以上描述说明免疫系统可通过_____(填“细胞免疫”“体液免疫”或“细胞免疫和体液免疫”)消灭大多数的 HIV。

(3)图中物质 A 是_____，⑤是_____。已注射该疫苗的食蟹猴再次接触 HIV 时，图中_____(填序号)细胞能迅速增殖、分化。

(4)为检测已注射该疫苗的食蟹猴对 HIV 是否具有免疫能力，有人设计了如下实验，请完善实验过程并写出预期实验结果。

①选取健康状况、体重、体形大小等相同的食蟹猴若干，均分为两组。

②第 1 组每只食蟹猴注射 3 mL 疫苗制剂，第 2 组每只食蟹猴注射_____。

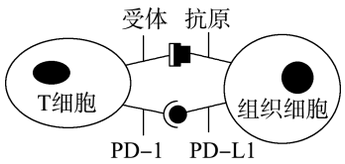
③两周后，给两组食蟹猴注射等量的 HIV，随之检测两组食蟹猴体内相应的抗体水平。

预期结果是_____。

解析：(1)HIV 是一种能攻击人体免疫系统的病毒，它侵入人体后，主要攻击辅助性 T 细胞，而不攻击人体的其他细胞，从细胞膜结构角度分析，其原因最可能是其他细胞的细胞膜上缺乏 HIV 的特异性受体。(2)在感染初期，侵入人体的 HIV 刺激细胞毒性 T 细胞增殖、分化成新的细胞毒性 T 细胞和记忆 T 细胞。同时在细胞因子的作用下，B 细胞增殖、分化成记忆 B 细胞和浆细胞，浆细胞合成并分泌抗体，抗体和 HIV 特异性结合，最终使 HIV 数量下降。以上描述说明免疫系统可通过细胞免疫和体液免疫消灭大多数的 HIV。(3)题图为艾滋病疫苗制剂引发食蟹猴机体免疫效应的部分示意图，物质 B 表示抗体，⑤是浆细胞，④是记忆 B 细胞，③是 B 细胞，物质 A 是细胞因子，②是辅助性 T 细胞，①是抗原呈递细胞。已注射该疫苗的食蟹猴再次接触 HIV 时，题图中[④]记忆 B 细胞能迅速增殖、分化。(4)为检测已注射该疫苗的食蟹猴对 HIV 是否具有免疫能力，可设计如下实验过程：①选取身体健康，体重、大小等相同的食蟹猴若干，均分为两组。②第 1 组每只食蟹猴注射3 mL 疫苗制剂，第 2 组每只食蟹猴注射 3 mL 生理盐水作为对照。③两周后，给两组食蟹猴注射等量的 HIV，随之检测两组食蟹猴体内相应的抗体水平。由于二次免疫反应产生抗体数量多且速度快，因此预期结果是第 1 组食蟹猴体内的抗体水平高于第 2 组。

答案：(1)辅助性 T　其他细胞的细胞膜上缺乏 HIV 的特异性受体　(2)记忆 B 细胞和浆细胞　细胞免疫和体液免疫　(3)细胞因子　浆细胞　④　(4)②3 mL 生理盐水　第 1 组食蟹猴体内的抗体水平高于第 2 组

19.(10 分)T 细胞对靶细胞的“杀伤”作用往往依靠细胞膜表面分子的特异性识别。正常组织细胞表面的 PD-L1 与 T 细胞表面的 PD-1 结合(如图所示)，T 细胞活性被适当抑制，不引发其对该细胞的“杀伤”。回答下列问题：



(1)正常机体中,组织细胞表面的PD-L1与T细胞表面的PD-1结合,可使T细胞活性被适当抑制,可避免_____病的发生,这与免疫系统的_____功能密切相关。依据图示,从基因表达角度分析,这类疾病发生的原因是_____。

(2)组织细胞(靶细胞)被某些病原体感染后,会导致靶细胞_____发生变化,这一变化能被_____识别。

(3)组织细胞异常分化会导致癌细胞形成,体内癌细胞增多会生成恶性肿瘤,引起癌症威胁人类健康。依据图示分析,恶性肿瘤形成的原因是_____。基于此,可以开发_____(答出一点即可)作为广谱抗癌药物来治疗多种癌症,目前这些药物已获批上市。

(4)器官移植面临的一大问题是免疫排斥,若接受器官移植的个体增加_____,使T细胞活性被适当抑制,不引发对该细胞的"杀伤",可降低免疫排斥。

解析:(1)自身免疫病是由免疫功能过强引起的,正常机体中,组织细胞表面的PD-L1与T细胞表面的PD-1结合,可使T细胞活性被适当抑制,避免自身免疫病的发生,这与免疫系统的免疫自稳功能密切相关。从基因表达角度分析,这类疾病发生的原因是T细胞中*PD-1*基因的表达量下降,T细胞活性抑制效果下降,机体免疫增强。(2)不同的细胞表面有不同的分子,组织细胞(靶细胞)被某些病原体感染后,会导致靶细胞膜表面的某些分子发生变化,这一变化能被细胞毒性T细胞识别。(3)正常组织细胞表面的PD-L1与T细胞表面的PD-1结合(如题图所示),T细胞活性被适当抑制,不引发其对该细胞的"杀伤",所以恶性肿瘤形成的原因可能是癌细胞膜表面的PD-L1增加,使T细胞活性被抑制,不引发对该细胞的"杀伤"。基于此,可以开发PD-L1抗体作为广谱抗癌药物来治疗多种癌症。(4)要使T细胞活性被适当抑制,可让接受器官移植的个体增加T细胞PD-1。

答案:(1)自身免疫　免疫自稳　T细胞中*PD-1*基因的表达量下降,T细胞活性抑制效果下降,机体免疫增强　(2)膜表面的某些分子　细胞毒性T细胞　(3)癌细胞膜表面的PD-L1增加,使T细胞活性被抑制,不引发对该细胞的"杀伤"　PD-L1抗体　(4)T细胞PD-1

20.(14分)人体受到感染时,免疫细胞会释放促炎因子来清除病原体,若促炎因子过量会损伤正常组织,导致患类风湿关节炎等疾病。人体会通过"炎症反射"防止促炎因子的过量产生,其机理如图1所示;人体还可通过一系列内分泌调节来降低组织损伤,其过程如图2所示。请回答下列问题:

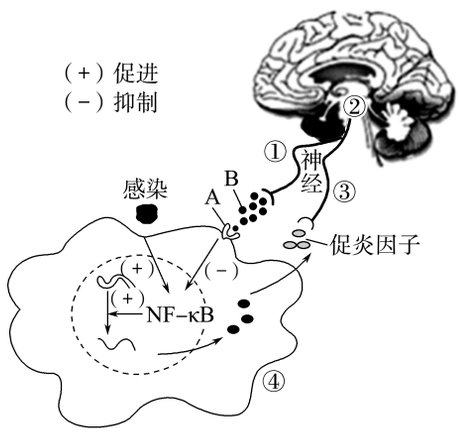


图1

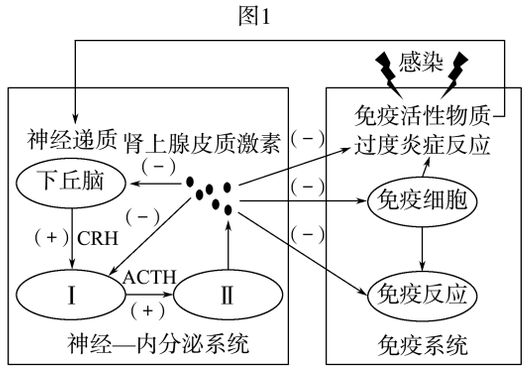


图2

(1)当人的皮肤受创破损后往往会引起局部炎症反应,损伤部位会释放某种化学物质,引发_____,使人产生痛觉;同时会出现_____,形成局部肿胀;此外,局部体温将升高,以增强白细胞的吞噬作用。

(2)根据图1分析,结构③是"炎症反射"反射弧中的_____(填结构名称)。下列关于类风湿关节炎可能的发病机理,推断合理的有_____。

①物质B的释放量增大

②物质A的数量过多

③促炎因子基因的转录过程加快

④受病毒感染激活了NF-κB

(3)图2中的Ⅰ是_____(填结构名称)。根据图2分析,可用_____类药物治疗类风湿关节炎,但长期大剂量使用该类药物会导致患

者肾上腺皮质的分泌功能_____(填“增强”或“减弱”),结合图1说明这类药物作用的机理可能是_____。

(4)用激素类药物治疗副作用大,研究者欲通过中药治疗来减少不良反应的发生,临床上发现中药材防风对类风湿关节炎具有一定疗效,为了探究防风对类风湿关节炎大鼠炎症反应的改善作用效果,研究人员进行了以下实验。

实验材料:健康大鼠、类风湿关节炎模型鼠、生理盐水、一定浓度的地塞米松(糖皮质激素类药物)、一定浓度的防风溶液。

实验步骤:

第1组:_____作为对照组;

第2组:_____;

第3组:取10只类风湿关节炎模型鼠灌胃相同体积一定浓度的地塞米松;

第4组:取10只类风湿关节炎模型鼠灌胃相同体积一定浓度的防风溶液。

将各组大鼠在相同且适宜的条件下培养,连续给药14 d后采用_____技术筛选并检测3种蛋白质类促炎因子的含量,实验结果如下表所示。

分组	TNF-C/(ng/L)	IL-1β/(ng/L)	IL-6/(ng/L)
1	30.46	48.36	23.85
2	85.67	105.62	70.93
3	45.58	60.92	38.10
4	65.72	77.23	59.34

实验结论:_____

_____。

解析:(1)当人的皮肤受创破损后往往会引起局部炎症反应,损伤部位会释放某种化学物质,引发神经冲动,使人产生痛觉;同时会出现毛细血管通透性增大,组织液增多,形成局部肿胀。(2)分析题图1可知,结构③属于“炎症反射”反射弧中的传入神经。根据题意,类风湿关节炎是由促炎因子过量导致正常组织损伤引起的,再据题图1分析,其发病机理可能是“促炎因子基因的转录过程加快”和“受病毒感染激活了NF-κB”,进而引起类风湿关节炎,而由题图1可以看出,物质A和B增多能够抑制类风湿关节炎的发生,所以①②不符合题意,③④符合题意。(3)题图2中Ⅰ是能被CRH(促肾上腺皮质激素释放激素)作用,且能合成与释放ACTH(促肾上腺皮质激素)的结构,因此Ⅰ是垂体。根据题图2的作用过程分析,可用肾上腺皮质激素(糖皮质激素)类药物治疗类风湿关节炎,但因为有反馈调节机制,长期大剂量使用该类药物会导致患者肾上腺皮质的分泌功能减弱。该类药物的作用机理应该是通过抑制NF-κB,抑制促炎因子基因的转录,从而导致免疫细胞产生的促炎因子减少。(4)本实验的目的是探究防风对类风湿关节炎大鼠炎症反应的改善作用效果。实验的自变量是药物类型,因变量是炎症反应情况。据此实验步骤如下:第1组是对照组,其处理是对10只健康大鼠灌胃一定量的生理盐水;第2组是实验组,其处理是对10只类风湿关节炎模型鼠灌胃相同体积的生理盐水;第3组的处理是对10只类风湿关节炎模型鼠灌胃相同体积一定浓度的地塞米松;第4组的处理是对10只类风湿关节炎模型鼠灌胃相同体积一定浓度的防风溶液,而后将4组大鼠在相同且适宜的条件下培养,连续给药14 d后采用抗原—抗体杂交技术筛选并检测3种蛋白质类促炎因子的含量。题表中数据显示,第1组为健康组,相应的蛋白质含量作为对照数据;第2组为患者组,相关蛋白的数据同样作为对照数据;第3组是治疗组的相关数据,说明治疗效果良好,因为3种蛋白质的含量均下降,说明药物具有一定的疗效;第4组的数据高于第3组,但低于第2组,说明探究的防风溶液有一定的作用,但作用效果不如常规药物。即根据题表中数据得出的实验结论是防风可降低血清中促炎因子TNF-C、IL-1β和IL-6水平,抑制NF-κB信号通路的过度激活,从而对炎症反应具有改善作用。

答案:(1)神经冲动　毛细血管通透性增大,组织液增多　(2)传入神经　③④　(3)垂体　肾上腺皮质激素(糖皮质激素)　减弱　通过抑制NF-κB,抑制促炎因子基因的转录,从而导致免疫细胞产生的促炎因子减少　(4)取10只健康大鼠灌胃一定量的生理盐水　取10只类风湿关节炎模型鼠灌胃相同体积的生理盐水　抗原—抗体杂交　防风可降低血清中促炎因子TNF-C、IL-1β和IL-6水平,抑制NF-κB信号通路的过度激活,从而对炎症反应具有改善作用

第5章

植物生命活动的调节

单元概览

探究植物生命活动的调节

“凌风知劲节，负雪见贞心。”这是南朝诗人范云对松树傲雪凌霜高贵品格的礼赞。松柏类等植株的树冠都呈金字塔形，这种树冠的形成反映了植物体内某些激素的作用。

其实，我们所看到的春华秋实、夏盛冬衰的自然现象，都与植物激素的调节作用密切相关。植物体内有哪些激素？植物激素如何调节植物的生长、发育等生命活动？植物激素的作用机理对人们的生产实践具有怎样的借鉴意义？除植物激素外，还有哪些因素参与植物的生命活动调节？

核心概念

概念1　生命个体的结构与功能相适应，各结构协调统一共同完成复杂的生命活动，并通过一定的调节机制保持稳态

1.6　植物生命活动受到多种因素的调节，其中最重要的是植物激素的调节。

1.6.1　概述科学家经过不断的探索，发现了植物生长素，并揭示了它在调节植物生长时表现出两重性，既能促进生长，也能抑制生长。

1.6.2　举例说明几种主要植物激素的作用，这些激素可通过协同、拮抗等方式共同实现对植物生命活动的调节。

1.6.3　举例说明生长素、细胞分裂素、赤霉素、脱落酸和乙烯等植物激素及其类似物在生产上得到了广泛应用。

1.6.4　概述其他因素参与植物生命活动的调节，如光、重力和温度等。

学习目标

1.比较几种主要植物激素对植物生命活动的调节作用，分析植物生长发育受光、重力和温度等环境因素调节的现象，阐明环境因素的调节与植物适应性之间的关系。

2.分析植物激素在调节植物生长时的作用特性，不同植物激素通过协同、拮抗等方式共同实现对植物生命活动的调节等现象。

3.掌握生长素发现过程中的实验原理和方法。

4.分析植物激素及植物生长调节剂在生产生活中应用的相关资料，尝试提出植物激素的实践应用方案，讨论植物激素的应用可能引发的食品安全、环境保护等方面的问题。

★★★

探·究·构·建

第1节　植物生长素

第1课时　生长素的合成、运输与分布

学习任务目标

1.分析生长素的发现过程中重要实验的原理和方法，设计实验探究生长素的运输方式和方向。
2.尝试用生长素的运输解释植物向光性的原因，并构建向光性的模型。

○ 问题式预习 ○

一、生长素的发现过程

1.生长素的发现过程

科学家	实验过程	实验结论及分析
达尔文	①现象：向光弯曲生长　②现象：不生长也不弯曲 ③现象：直立生长　④现象：向光弯曲生长	胚芽鞘尖端受单侧光刺激后，向下面的伸长区传递了某种“影响”，造成伸长区背光面比向光面生长快，因而使胚芽鞘出现向光性弯曲
鲍森·詹森	①现象：不生长　②琼脂片　现象：向光弯曲生长	胚芽鞘尖端产生的“影响”可以透过琼脂片传递给下部
拜尔	①黑暗　②黑暗 现象：胚芽鞘向放尖端的对侧弯曲生长	胚芽鞘的弯曲生长是因为尖端产生的影响在其下部分布不均匀
温特	①现象：弯向放琼脂块的对侧 ②现象：不生长也不弯曲	胚芽鞘的弯曲生长是由一种化学物质引起的，并将这种物质命名为生长素

2.生长素化学本质的确认

(1)1934年，科学家首先从人尿中分离出与生长素作用相同的化学物质——吲哚乙酸(IAA)。
(2)1946年，科学家从高等植物中将生长素分离出来，并确认它也是IAA。
(3)其他生长素：苯乙酸(PAA)、吲哚丁酸(IBA)等。

3.植物向光性的解释

向光性：外界条件 → ①单侧光照射；生长素分布 → ②背光一侧含量多于③向光一侧；结果 → ④两侧生长不均匀，造成向光弯曲

4.植物激素

(1)由植物体内产生，能从产生部位运送到作用部位，对植物的生长发育有显著影响的微量有机物。
(2)种类：生长素、赤霉素、细胞分裂素、脱落酸、乙烯等。

◇思考

1.[教材第92页“相关信息”]关于植物向光性生长的原因，还有其他解释吗？

提示：某些学者认为，植物向光性生长，是由单侧光照射引起某些抑制生长的物质分布不均匀造成的。

2.[教材第93页“思考·讨论”]植物生长素和动物生长激素有何不同？(至少说出两点)

提示：合成部位不同，植物生长素没有特定的分泌器官，动物生长激素是由垂体合成分泌的；成分不同，植物生长素是吲哚类的小分子有机物，动物生长激素是大分子蛋白质；运输方式不同，植物生长

素通过极性运输和非极性运输的方式进行运输，动物生长激素通过体液运输。

二、生长素的合成、运输与分布

1.合成
- 主要部位：芽、幼嫩的叶和发育中的种子
- 来源：由色氨酸转变而来

2.运输方式
- 极性运输（属于主动运输）
  - 部位：胚芽鞘、芽、幼叶和幼根
  - 含义：由形态学上端向形态学下端单方向运输，而不能反过来运输
- 非极性运输
  - 部位：成熟组织中
  - 途径：通过输导组织运输

3.分布：相对集中地分布在生长旺盛的部分，如胚芽鞘、芽和根尖的分生组织、形成层、发育中的种子和果实等处。

◇思考

[教材第93页正文]生长素在植物体内只能由形态学上端运输到形态学下端吗？抑制植物的呼吸作用，是否会影响生长素的极性运输？

提示：不一定，在成熟组织中，生长素可以通过输导组织进行非极性运输。会影响，极性运输只能由形态学上端向形态学下端运输，是一种逆浓度梯度的主动运输过程，需要消耗ATP，与细胞呼吸强度有关。

○ 任务型课堂 ○

任务一 “生长素的发现”的相关实验

探究活动

达尔文的推测中遗留了三个问题，分别是：①胚芽鞘尖端受单侧光刺激后产生了某种“影响”，这种“影响”是什么？②这种“影响”能否向下传递？③为什么伸长区背光面比向光面生长快？在达尔文实验的基础上科学家们继续进行了实验探索，请继续分析其他科学家的研究：

（1）鲍森·詹森的实验无法排除“琼脂片本身导致胚芽鞘生长的可能”，如何完善实验进行证明？鲍森·詹森实验的贡献是什么？

提示：可以增设一组实验：在切去尖端的胚芽鞘切面上放一块与实验组相同的空白琼脂片。鲍森·詹森的实验证明了尖端产生的某种“影响”可以透过琼脂片传递给下部。

（2）达尔文推测，“影响”传递到尖端下部后，可引起尖端下部背光面比向光面生长快。拜尔实验证明的尖端下部生长不均匀的原因是什么？拜尔实验在黑暗中进行的原因是什么？

提示：尖端产生的“影响”在尖端下部分布不均匀。排除单侧光对生长情况的影响。

（3）鲍森·詹森和拜尔的实验都是在有尖端的情况下植物出现了向光性，温特通过巧妙的实验设计排除了造成胚芽鞘向光弯曲生长的是尖端产生的某种物质而不是尖端本身。温特设计的实验自变量是什么？对照组的作用是什么？

提示：自变量是琼脂块有无接触过胚芽鞘尖端。对照组的作用是排除琼脂块本身对实验结果的干扰，以便更有力地说明导致胚芽鞘弯曲生长的是尖端中的某种化学物质。

【探究总结】

1.胚芽鞘系列实验的六个结论

（1）生长素的产生部位——胚芽鞘尖端。

（2）生长素发挥作用的部位——胚芽鞘尖端下面的伸长区。

（3）感光部位——胚芽鞘尖端。

（4）生长素的产生是否需要光——不需要。

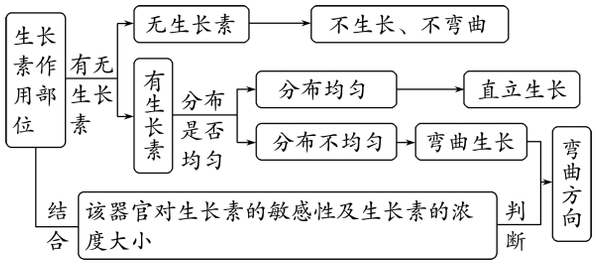
（5）单侧光只影响生长素的分布，不影响生长素的合成。

（6）琼脂块无感光作用。

2.不同处理条件下胚芽鞘生长弯曲状况分析

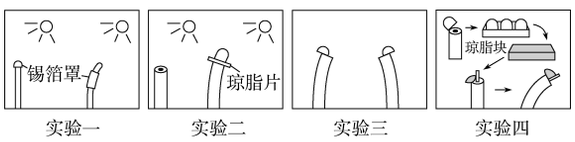
类别	处理条件	实验结果
遮盖类	光 锡纸 光 ① ②	①直立生长； ②向光弯曲生长
暗箱类	光 ① ②	①直立生长； ②向光（小孔）弯曲生长
插入类	云母片 云母片 光 琼脂块 ① ② ③ ④	①向右弯曲生长； ②直立生长； ③向光弯曲生长； ④向光弯曲生长
移植类	① ② 光 b c a b c ③ ④ ⑤	①直立生长； ②向左弯曲生长； ③④中IAA的含量 $a=b+c$，$b>c$； ⑤向右弯曲生长
旋转类	光 光 ①盆转 ②盒转 光 ③都转 ④盘转	①直立生长； ②向光弯曲生长； ③向小孔弯曲生长； ④向心弯曲生长

3.植物“长不长、弯不弯”的判断方法



评价活动

1.下图是生长素发现的探索历程中的几个经典实验。下列有关叙述正确的是　　(　　)



A.实验一、二说明感受单侧光刺激的部位是胚芽鞘尖端，且尖端能产生某种“影响”

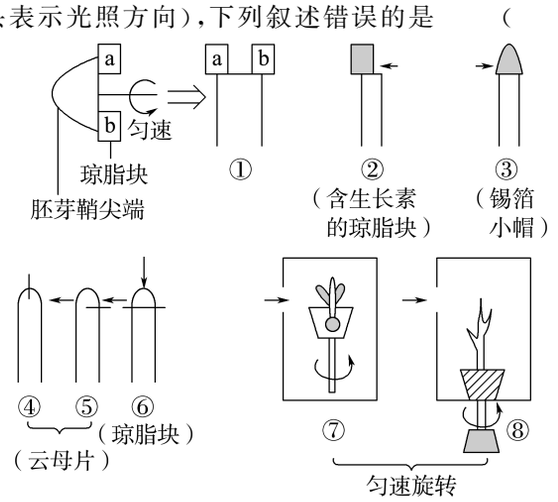
B.实验三鲍森·詹森的实验必须在适宜光照下进行，因为光照会影响植物的光合作用

C.实验四中的对照实验是将放过尖端的琼脂块放在切去尖端的胚芽鞘正中

D.温特从植物体内提取并分离出使胚芽鞘弯曲生长的化学物质，并命名为生长素

A　**解析**：实验一的自变量为遮光部位，目的是找出植物感受单侧光刺激的部位，实验结果表明胚芽鞘尖端是感受单侧光刺激的部位；实验二是鲍森·詹森的实验，根据实验结果可以推测植物的弯曲生长是由胚芽鞘尖端产生的某种“影响”引起的，A正确。实验三是拜尔的实验，由于光照会影响生长素在植物体中的运输和分布，为了排除受光不均匀对实验结果的影响，该实验应在黑暗中进行，B错误。实验四中的对照实验是将从未接触过胚芽鞘尖端的空白琼脂块放在切去尖端的胚芽鞘左侧，C错误。温特未从植物体内提取并分离出使胚芽鞘弯曲生长的化学物质，只是命名了生长素，D错误。

2.下图表示用燕麦胚芽鞘进行的系列实验(直线箭头表示光照方向)，下列叙述错误的是　　(　　)



A.a、b的生长素含量相等，胚芽鞘①将直立生长

B.②将向右侧弯曲生长，③将直立生长

C.④⑥胚芽鞘直立生长，⑤胚芽鞘向光弯曲生长

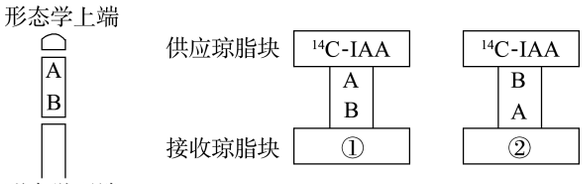
D.⑦和⑧都会向暗箱开孔处弯曲生长

D　**解析**：根据题图分析可知，⑦将直立生长，⑧会向暗箱开孔处弯曲生长，D错误。

任务二 生长素的极性运输方向

【探究总结】

为研究吲哚乙酸(IAA)的运输特点，研究人员用放射性同位素^{14}C标记IAA，开展如图所示的实验。回答下列有关问题：



(1)图中AB为茎尖切段，琼脂块①中出现放射性，②中不出现放射性，说明生长素的运输方向是什么？

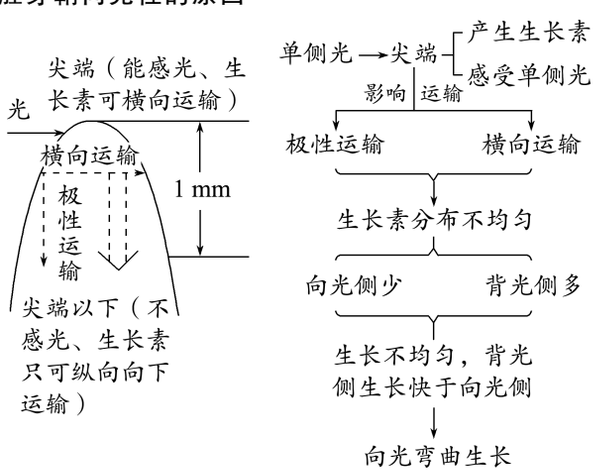
提示：生长素只能从形态学上端运输到形态学下端，即极性运输。

(2)若先用某种呼吸抑制剂处理茎尖切段，再重复上述实验，结果琼脂块①和②中均无放射性，说明生长素的运输方式是什么？

提示：主动运输。

【探究总结】

1.胚芽鞘向光性的原因



归纳总结 ①外因：单侧光照射；②内因：生长素分布不均匀

2.生长素的极性运输、非极性运输、横向运输

(1)极性运输是将物质从植物的形态学上端运送到形态学下端，如根尖产生的生长素会向上运输，而茎尖产生的生长素向下运输。这是一种主动运输过程，需要载体蛋白协助，需要消耗能量。

(2)非极性运输是指植物体内物质的运输不受形态学上、下端的影响，如生长素可优先供给生长中心。

(3)横向运输是在单侧光等因素的影响下,生长素由茎的一侧(向光侧)移动到另一侧(背光侧)的运输方式,其方向平行于茎的横切面。

3.提醒

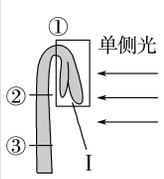
(1)生长素是吲哚乙酸、苯乙酸和吲哚丁酸等一类物质的统称,不仅是吲哚乙酸。

(2)生长素等植物激素由植物体的特定部位产生,植物没有特定腺体。

(3)人尿中含有生长素是因为人体中缺乏分解生长素的酶,摄食后生长素随尿液排出,人体不能合成生长素。

评价活动

1.(2023·山东卷)拟南芥的向光性是由生长素分布不均匀引起的,以其幼苗为实验材料进行向光性实验,处理方式及处理后4组幼苗的生长、向光弯曲情况如图表所示。由该实验结果不能得出的是 (　　)



分组	处理	生长情况	弯曲情况
甲	不切断	正常	弯曲
乙	在①处切断	慢	弯曲
丙	在②处切断	不生长	不弯曲
丁	在③处切断	不生长	不弯曲

A.结构Ⅰ中有产生生长素的部位

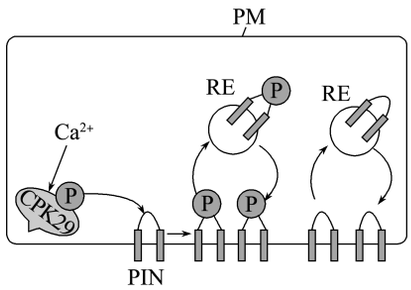
B.①②之间有感受单侧光刺激的部位

C.甲组的①②之间有生长素分布不均匀的部位

D.②③之间无感受单侧光刺激的部位

D　**解析**:由题表可知,不切断任何部位,该幼苗正常弯曲生长,但在①处切断,即去除结构Ⅰ,生长变慢,推测结构Ⅰ中有产生生长素的部位,A不符合题意;由题表可知,在①处切断,该幼苗缓慢生长且弯曲,而在②处切断后,该幼苗不能生长,推测①②之间含有生长素,且具有感光部位,推测可能是受到单侧光照射后,①②之间生长素分布不均匀,最终导致生长不均匀,出现弯曲生长,B、C不符合题意;在②处切断和在③处切断,两组实验结果相同,幼苗都不生长、不弯曲,说明此时不能产生生长素,但无法确定②③之间有无感受单侧光刺激的部位,D符合题意。

2.PIN蛋白可以运输生长素,其在细胞膜(PM)上的极性定位直接影响了生长素的功能。钙离子依赖型蛋白激酶CPK29功能丧失,胞内PIN蛋白的转运和表现极性的能力会显著下降,使得生长素输出载体(RE)异常,生长素再分布受到影响,进而影响植物侧根的生成、根的弯曲、下胚轴向重力性等。下列说法错误的是 (　　)



A.细胞内Ca^{2+}浓度波动与生长素极性运输存在直接联系

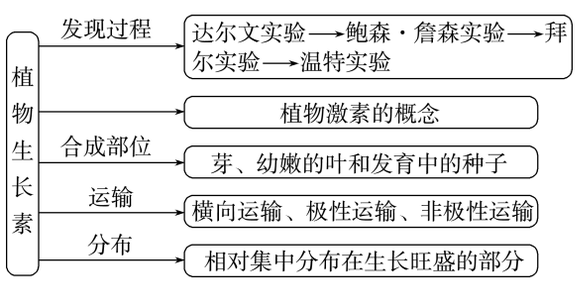
B.CPK29通过调控PIN蛋白的磷酸化来影响生长素的再分布

C.生长素输出载体在细胞膜上的分布影响生长素的运输效率

D.可通过调节内外源Ca^{2+}信号的传导来影响植物的生长发育

A　**解析**:钙离子依赖型蛋白激酶CPK29的功能与Ca^{2+}浓度相关,其功能丧失,胞内PIN蛋白的转运和表现极性的能力会显著下降,使得生长素输出载体(RE)异常,故细胞内Ca^{2+}浓度波动与生长素极性运输存在间接联系,A错误;由题图可知,CPK29可调控PIN蛋白的磷酸化,影响生长素输出载体(RE)在细胞膜上的分布,进而影响生长素的再分布和极性运输,B、C正确;由于钙离子依赖型蛋白激酶CPK29的功能与Ca^{2+}浓度相关,所以可通过调节内外源Ca^{2+}浓度的信号传导来影响生长素的分布,进而调节植物的生长,D正确。

提质归纳



课后素养评价(十九)

基础落实

知识点1　生长素的发现实验

1.达尔文等科学家通过一系列实验发现了生长素,下列相关叙述正确的是　(　D　)

A.达尔文推测单侧光可以使胚芽鞘尖端产生吲哚乙酸,影响植物生长

B.单侧光引起生长素在胚芽鞘向光侧合成量较少导致胚芽鞘弯曲生长

C.拜尔实验没有设置对照,不能验证达尔文的假设是否正确

D.生长素是由色氨酸经过一系列反应转变而成的小分子有机物

2.下图表示生长素发现过程中的部分关键实验,下列分析错误的是　(　B　)



A.达尔文实验的自变量是遮光部位

B.若将实验③中的琼脂块换成云母片,实验现象不变

C.温特通过该实验证明了尖端产生某种促进生长的物质,并将其命名为生长素

D.拜尔的实验需在黑暗中完成,排除光照对生长素分布的影响

知识点2　生长素的合成、运输和分布

3.下列关于植物激素的叙述,错误的是　(　C　)

A.缺乏氧气会影响植物体内生长素的极性运输

B.植物激素是调节细胞代谢的信息分子

C.植物体内不同的腺体能够分泌不同的激素

D.生长素的非极性运输一般发生在成熟组织韧皮部

4.下列与生长素的合成、运输和分布相关的叙述,正确的是　(　　)

A.生长素是色氨酸在核糖体中经脱水缩合形成的

B.生长素的合成需要在光照下进行

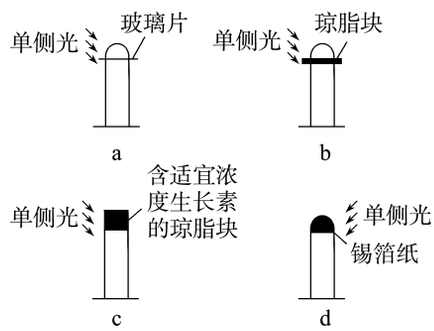
C.生长素在植物体内只能进行极性运输

D.生长素在植物体各器官中都有分布

D　**解析**:生长素是色氨酸经过一系列反应转化形成的吲哚乙酸,属于小分子有机物,并非在核糖体中通过脱水缩合形成的,A错误;生长素的合成主要发生在植物分生组织(如芽、幼嫩的叶、发育中的种子),在黑暗条件下也能合成,并非必需光照,B错误;生长素在植物体内以极性运输(从形态学上端向形态学下端运输)为主,但在成熟组织中可通过韧皮部进行非极性运输(如通过筛管转移至其他器官),C错误;生长素广泛分布于根、茎、叶、花、果实、种子等器官中,但分布浓度存在差异,D正确。

能力提升

5.下图表示对燕麦胚芽鞘做不同处理的实验,下列叙述错误的是　(　　)



A.图a中胚芽鞘尖端的生长素无法向下运输,胚芽鞘不生长也不弯曲

B.图b中胚芽鞘尖端的生长素可以向下运输,胚芽鞘向左弯曲生长

C.图c中生长素在胚芽鞘尖端以下分布不均匀,向左弯曲生长

D.图d中生长素在胚芽鞘尖端以下均匀分布,直立生长

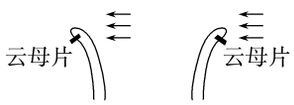
C　**解析**:生长素由胚芽鞘尖端合成,运输到尖端以下部位,促进生长,但题图a中,由于玻璃片的隔断,胚芽鞘尖端产生的生长素无法向下运输,胚芽鞘不生长也不弯曲,A正确;题图b中,由于单侧光影响,生长素在胚芽鞘尖端向背光侧运输,琼脂片不能限制生长素向下的极性运输,生长素在尖端以下分布不均匀,所以题图b中的胚芽鞘会向左弯曲生长,B正确;题图c中的胚芽鞘尖端被去掉后,换为了含生长素的琼脂块,不能感光,生长素向下运输,在尖端下部均匀分布,所以胚芽鞘直立生长,C错误;题图d中的胚芽鞘尖端被锡箔纸遮住,无法感光,故尖端产生的生长素向下运输,在尖端下部均匀分布,胚芽鞘直立生长,D正确。

6.研究人员在燕麦胚芽鞘尖端进行下页图所示的操作。

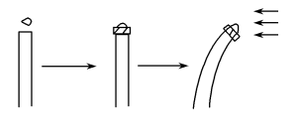
实验1:在背光侧插入云母片(深度至横截面一半);在向光侧插入等深云母片。

实验2:切除胚芽鞘尖端后,在切口覆盖可渗透的明胶薄片并将尖端放回,向光性仍可发生。

下列叙述正确的是 ( )



实验1



实验2

A.实验1中的云母片可能阻断了尖端内某些化学物质的横向运输

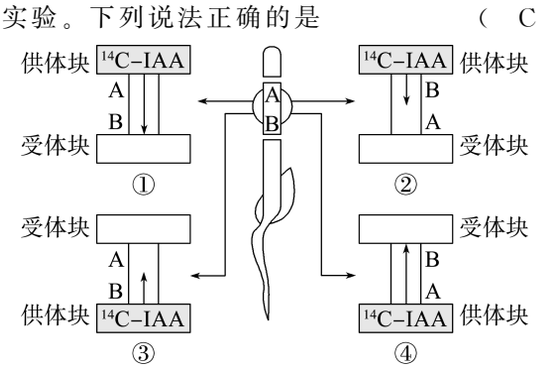
B.实验1证明胚芽鞘的向光性可能与尖端背光侧的物质运输有关

C.由实验2可以推知,向光性是因为胚芽鞘顶端产生的某种影响能横向运输

D.实验2中调整明胶片的厚薄对实验结果没有影响,胚芽鞘都会产生向光弯曲

B **解析**:云母片是一种物理屏障,实验1中云母片的横向插入阻断了尖端生长素向下的极性运输,而非横向运输,A错误;背光侧插入云母片后向光性消失,而向光侧插入不影响向光性,表明胚芽鞘的向光性与背光侧的物质运输或分布有关,B正确;实验2结果表明,向光性是因为胚芽鞘顶端产生的某种影响能透过明胶薄片运输到形态学下端,C错误;明胶片的厚薄会影响物质的扩散速率和浓度,如果明胶过厚,可能会阻碍尖端产生的活性物质(如生长素)向下运输的效率和量,从而影响下部组织的生长和向光弯曲的程度,甚至可能导致向光性不发生,D错误。

7.为研究植物体内生长素的运输,科学家用燕麦胚芽鞘、琼脂块及^{14}C标记的IAA进行了下图所示的实验。下列说法正确的是 (C)



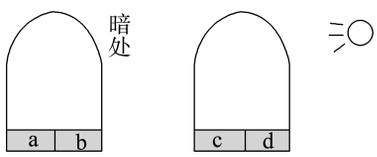
A.实验前必须对胚芽鞘片段进行充分浸泡,以排除内源性激素的干扰

B.①③对照,证明生长素在胚芽鞘中的运输不受重力影响

C.①②对照,证明生长素在胚芽鞘中进行极性运输

D.为排除无关变量的干扰,实验必须在黑暗处进行

8.关于胚芽鞘向光弯曲生长的原因,科研人员提出了多种假说。假说①:在单侧光照射下,向光侧的生长素横向运输,向背光侧转移。假说②:在单侧光照射下,向光侧的生长素被分解。科研人员用如图所示装置进行实验,并测定了a、b、c、d四个琼脂块中生长素的含量。回答下列问题:



(1)植物体内,生长素主要的合成部位是_____,在这些部位,_____(填物质)经过一系列反应可转变成生长素。

(2)若假说①正确,则a、b、c、d四个琼脂块中生长素含量多少的关系为_____。若假说②正确,则a、b、c、d四个琼脂块中生长素含量多少的关系为_____。

(3)请再提出一个解释胚芽鞘向光弯曲生长原因的假说:_____。

解析:(1)生长素主要是在芽、幼嫩的叶和发育中的种子中由色氨酸经过一系列反应转变成的。(2)若假说①正确,黑暗中的胚芽鞘尖端产生的生长素向下运输,a和b琼脂块中含有的生长素的量相同;光照下的胚芽鞘尖端感受到单侧光的刺激,生长素横向运输,向背光侧转移,导致背光侧的生长素多于向光侧,因此c琼脂块中含有的生长素的量大于d,则a、b、c、d四个琼脂块中的生长素含量为c>a=b>d。若假说②正确,向光侧的生长素被分解了,则a、b、c琼脂块中含有的生长素的量相同,c琼脂块中含有的生长素的量大于d琼脂块,a、b、c、d四个琼脂块中的生长素含量为c=a=b>d。(3)胚芽鞘向光弯曲生长的原因还可能是在单侧光照射下,抑制生长的物质出现分布不均匀的现象,背光一侧分布少,向光一侧分布多,导致胚芽鞘向光弯曲生长。

答案:(1)芽、幼嫩的叶和发育中的种子 色氨酸

(2)c>a=b>d c=a=b>d (3)单侧光照射,会引起抑制生长的物质分布不均匀

第 2 课时　生长素的生理作用和应用

学习任务目标

1.构建模型分析生长素的作用特点。
2.基于生长素的作用，掌握生长素在农业生产中的应用。

○ 问题式预习 ○

一、作用方式

生长素的作用方式是给细胞传达信息，调节细胞的生命活动。

二、作用效果

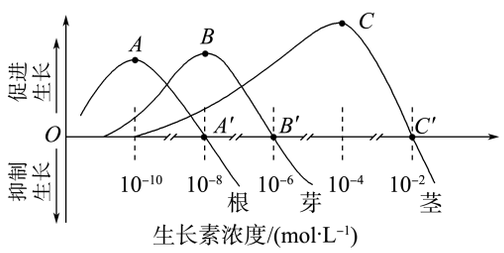
1.细胞水平

生长素促进细胞伸长生长、诱导细胞分化等。

2.器官水平

生长素影响器官的生长、发育，如促进侧根和不定根的发生，影响花、叶、果实的发育等。

3.作用特点



据图填空：

生长素的作用因浓度、植物细胞的成熟情况和器官的种类不同而有较大的差异。

(1)生长素在浓度较低时促进生长，在浓度过高时则会抑制生长。

①生长素浓度在 O 和 A' 之间促进根的生长；浓度＞A'时，抑制根的生长。(填字母)

②对根的生长促进作用最强的生长素浓度是 A 点所对应的浓度。

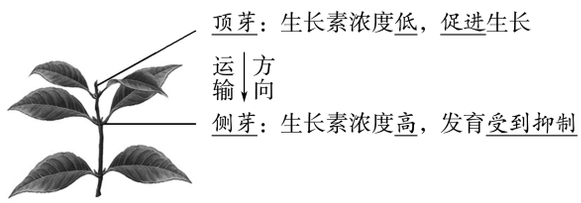
(2)幼嫩的细胞对生长素敏感，衰老细胞则比较迟钝。

(3)根、芽、茎对生长素的敏感程度由大到小为根＞芽＞茎。

三、顶端优势的概念与原因

1.概念：顶芽优先生长，侧芽生长受抑制的现象。

2.原因



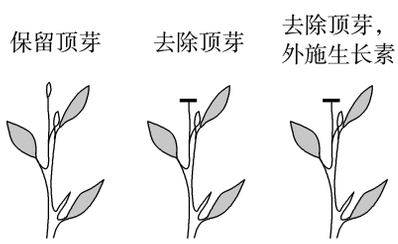
3.解除方法：去除顶芽。

○ 任务型课堂 ○

任务 > 生长素的生理作用

探究活动

1.顶芽优先生长，侧芽生长受抑制的现象，称为顶端优势。下面是 1934 年科学家利用豌豆幼苗进行的经典实验，分析该实验结果，回答下列问题：



组别	侧芽增加的长度/mm
a.保留顶芽	3.4±0.5
b.去除顶芽	16.0±2.7
c.去除顶芽，外施生长素	1.8±0.6

(1)a、b 组处理的结果能否说明生长素抑制了侧芽的生长？请说明理由。

提示：不能说明，a、b 组的自变量是顶芽的有无而不是侧芽生长素浓度，只能说明顶芽的存在抑制了侧芽的生长。

(2)对比 3 组实验结果，归纳概括顶端优势现象形成的原因。

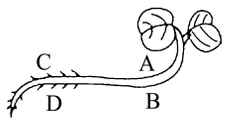
提示：顶芽产生的生长素向下运输积累在侧芽处，使得侧芽处生长素浓度较高，侧芽的生长受到抑制，而顶芽处生长素浓度较适宜，生长受到促进。

(3)种植棉花时需要解除顶端优势，以促进侧芽的发育，从而多开花、多结果。请提供解除顶端优势的措施。

提示：适时摘除棉花的顶芽。

2.如下图所示，植物幼苗水平放置一段时间后，地上部分背地生长(茎的背地性)，地下部分向地生长

(根的向地性)。请结合生长素的运输和作用特点分析原因。

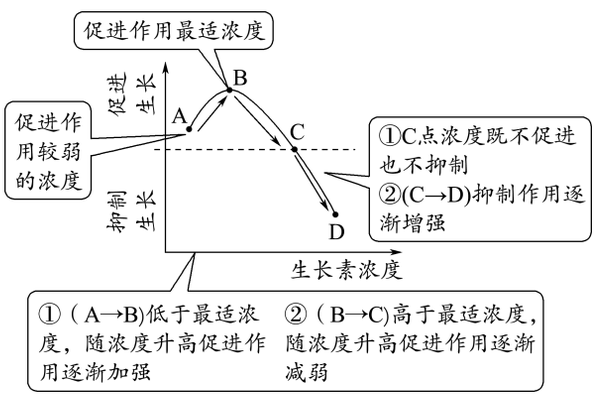


提示:水平放置时,在重力的作用下生长素由远地侧(A、C处)向近地侧(B、D处)横向运输,使得近地侧生长素浓度较高,远地侧生长素浓度较低(D>C、B>A)。根对生长素敏感,近地侧生长素浓度高,生长受到抑制,远地侧生长素浓度低,生长受到促进,远地侧比近地侧长得快,从而表现出向地性;茎对生长素不太敏感,近地侧生长素浓度高,促进生长作用大,远地侧生长素浓度低,促进生长作用小,近地侧比远地侧长得快,从而表现出背地性。

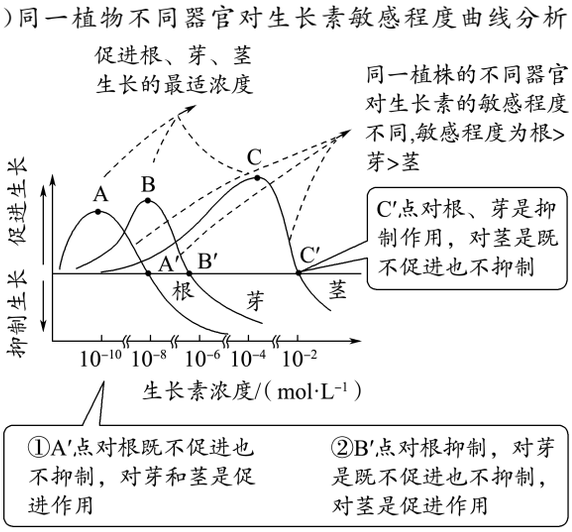
【探究总结】

生长素生理作用曲线分析

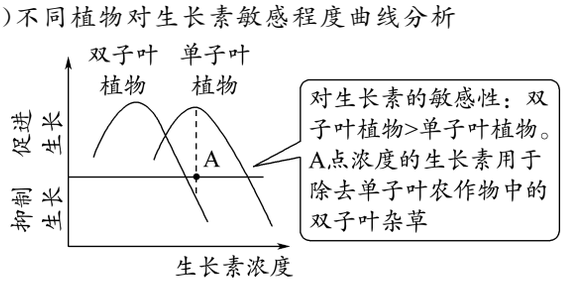
(1)同一器官对不同浓度的生长素敏感程度曲线分析



(2)同一植物不同器官对生长素敏感程度曲线分析



(3)不同植物对生长素敏感程度曲线分析



评价活动

1.《农桑辑要》中记载:“苗长高二尺之上,打去‘冲天心’;旁条长尺半,亦打去心。叶叶不空,开花结实。”该操作可以解除植株的顶端优势,合理分配营养,提高棉花产量。去除顶端优势、调节营养物质分配都与生长素有关。下列叙述错误的是 (　　)

A.顶端优势现象体现了生长素的作用具有较低浓度促进生长、过高浓度抑制生长的特性

B.去除顶芽后,侧芽处生长素浓度升高,促进侧芽生长

C.顶芽产生的生长素通过极性运输向侧芽部位运输

D.打顶后植株营养物质分配改变,与生长素调节细胞代谢的功能有关

B　**解析**:顶端优势中顶芽生长素浓度低促进自身生长,侧芽生长素浓度高抑制生长,体现了生长素较低浓度促进生长、过高浓度抑制生长的特性,A正确;去除顶芽后,侧芽生长素来源减少,浓度降低,抑制生长作用解除,转为促进生长,B错误;顶芽产生的生长素通过极性运输(形态学上端→形态学下端)向侧芽部位运输,C正确;生长素调节细胞代谢影响营养分配,打顶后营养物质分配改变与其功能相关,D正确。

2.图1表示某植物各部分名称,图2表示植物某种器官或结构的生长素(IAA)浓度随时间变化曲线,其中虚线表示对植物生长既不促进也不抑制的IAA浓度。下列叙述正确的是 (　　)

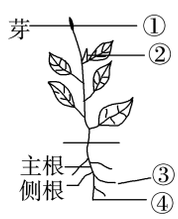


图1

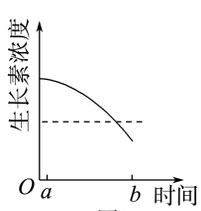


图2

A.图1植物体中的生长素都是由①②③④所示结构合成的

B.若曲线表示去掉①后②的IAA浓度变化,则a点时IAA既来自顶芽也来自侧芽

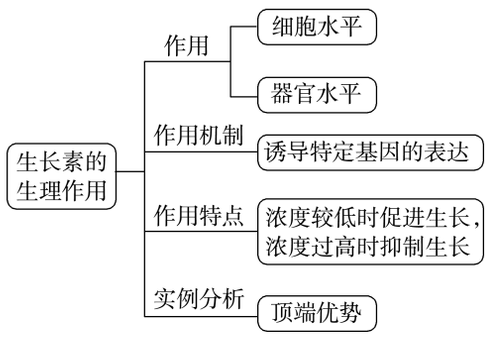
C.去掉①会对②的生长产生影响,但去掉④不会对③的生长产生影响

D.将图1所示植物水平放置,图2曲线可表示茎的远地侧生长素浓度的变化

B　**解析**:题图1植物体中的生长素主要是由①④所示结构合成的,②③及其他结构也能合成,A错

误；若曲线表示去掉①后②的IAA浓度变化，侧芽部位的生长素浓度逐渐变小，但a点时生长素浓度依旧很高，其IAA既来自顶芽也来自侧芽，B正确；去掉①会对②的生长产生影响，去掉④同样会对③的生长产生影响，可以促进侧根的生长，C错误；由于重力的影响，水平放置的植物的远地侧生长素浓度逐渐降低，但最初浓度不会抑制生长，因而题图2曲线不能表示茎的远地侧生长素浓度的变化，D错误。

提质归纳

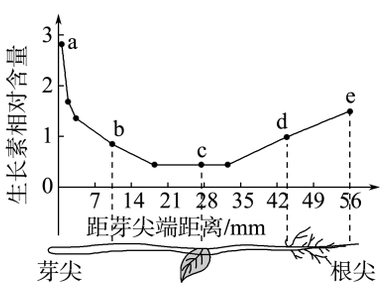


课后素养评价（二十）

基础落实

知识点　生长素的生理作用

1. 下图所示为黄化燕麦幼苗中生长素的分布情况，根据所学知识和图中信息判断，下列叙述错误的是（　D　）



A. 生长素主要分布在生长旺盛的部位，其在细胞水平上起着促进细胞伸长、诱导细胞分化等作用

B. b点所对应的细胞体积比a点所对应的细胞体积大，不能体现生长素的作用具有较低浓度促进生长、过高浓度抑制生长的特性

C. a点对应浓度的生长素作用于d点可能会抑制d点所对应的细胞的生长

D. 该幼苗在太空中水平生长的原因是极性运输受到抑制

2. 为研究生长素对植物生长的影响，研究人员将生理状况相同的豌豆幼苗茎段分组，对照组用清水处理，实验组用不同浓度生长素溶液处理，一段时间后测量伸长量。结合生长素作用的特点，下列分析错误的是（　　）

A. 若某较高浓度组茎段伸长量与对照组相同，则浓度高于该组浓度的生长素会抑制茎伸长

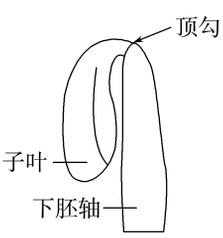
B. 若茎段伸长量随生长素浓度升高先增加后减少，可推测存在促进生长的最适浓度

C. 较高浓度组茎段伸长量小于较低浓度组，说明较高浓度生长素对茎生长有抑制作用

D. 生长素浓度对茎段伸长的影响，呈现较低浓度下促进伸长、过高浓度下抑制伸长的双重效应

C　**解析**：若某较高浓度组伸长量与对照组相同，说明该浓度下生长素既不促进伸长也不抑制伸长，则浓度高于该组生长素浓度时会抑制茎伸长，A正确；伸长量随生长素浓度升高呈先增后减趋势，符合生长素较低浓度促进生长、过高浓度抑制生长的作用特点，存在促进生长的最适浓度，B正确；较高浓度组伸长量小于较低浓度组，仅说明较高浓度促进作用减弱，若较高浓度组伸长量仍大于对照组，则仍属于促进作用而非抑制（抑制作用需与对照组比较），C错误；生长素具有较低浓度促进生长、过高浓度抑制生长的特性，D正确。

3. 双子叶植物种子萌发后，由于受重力影响，顶勾处上端细胞生长素会运输至下端细胞内形成顶端弯钩（顶勾）现象。顶端弯钩结构如图所示。下列相关叙述错误的是（　　）



A. 生长素主要由子叶产生，向下胚轴运输的过程需要消耗能量

B. 推测顶勾处上端组织细胞的体积可能大于下端组织细胞的体积

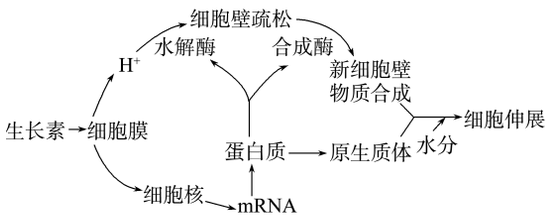
C. 产生顶端弯钩现象的原因可能是高浓度生长素促进了顶勾上端细胞的生长

D. 顶端弯钩现象能够保护子叶和顶端不受土壤机械力的破坏

C　**解析**：生长素主要由子叶产生，向下胚轴运输的过程为极性运输，属于主动运输，需要消耗能量，A正确；由于重力影响，顶勾处上端细胞生长素会运输至下端细胞，使下端生长素含量过高抑制生长，上端细胞生长素含量较低，促进生长，故顶勾处上端组织细胞的体积可能大于下端组织细胞的体积，B正确，C错误；顶端弯钩现象能够保护子叶和顶端不受土壤机械力的破坏，D正确。

能力提升

4. 下图是生长素的作用机理示意图。生长素与受体结合后，可使质子泵（一种 ATP 酶，可运输 H^+）活化，把 H^+ 从膜内主动转运到细胞壁。下列说法正确的是（　　）



A. 质子泵为 H^+ 的主动运输提供了载体蛋白和能量

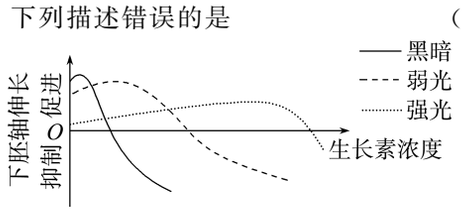
B. 生长素是由色氨酸转化生成的，经协助扩散通过细胞壁

C. 生长素作为信号分子诱导合成酶形成，促进了细胞壁松弛

D. 原生质体吸水使细胞伸展，体现了生物膜具有流动性

D　**解析**：质子泵属于细胞膜上的载体蛋白，能够运输 H^+，质子泵是一种 ATP 酶，可以水解 ATP，ATP 为 H^+ 的运输提供能量，A 错误；细胞壁具有全透性，因此生长素等物质通过细胞壁的方式不是跨膜运输，所以不是协助扩散，B 错误；生长素与受体结合后，可使质子泵（一种 ATP 酶，可运输 H^+）活化，把 H^+ 从膜内主动转运到细胞壁，促进了细胞壁松弛，C 错误；由于生物膜具有流动性，所以原生质体吸水可以使细胞伸展，D 正确。

5. 生长素在调控器官生长时，浓度低于某“临界值”时促进生长，高于某“临界值”时抑制生长。下图表示在不同光照情况下，拟南芥下胚轴对生长素剂量的反应。下列描述错误的是（　　）



A. 在一定光照强度范围内，生长素调控下胚轴伸长均具有较低浓度促进生长、过高浓度抑制生长的特性

B. 在一定范围内，光照可以解除高浓度生长素对下胚轴伸长生长的抑制作用

C. 在低浓度生长素条件下，一定强度的光照可促进下胚轴的伸长

D. 随着光照强度增加，促进下胚轴伸长的最适生长素浓度逐渐升高

C　**解析**：在弱光和强光条件下，题图中数据均体现了低浓度生长素促进生长、过高浓度生长素抑制生长的现象，A 正确；在一定范围内，与黑暗组相比，光照可以解除高浓度生长素对下胚轴的抑制作用，B 正确；在低浓度生长素条件下，强光组的下胚轴伸长量小于弱光组，说明一定强度的光照可抑制下胚轴的伸长，C 错误；三组中，强光组的最适生长素浓度最大，随着光照强度增加，促进下胚轴伸长的最适生长素浓度逐渐升高，D 正确。

6. 某同学设计了如图 1 所示的实验来探究单侧光和重力对植物生长的影响，生长素浓度与植物生长的关系如图 2 所示。下列叙述错误的是（　C　）

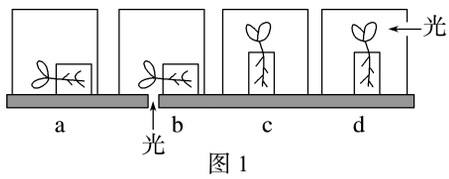


图 1

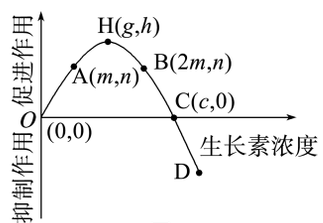


图 2

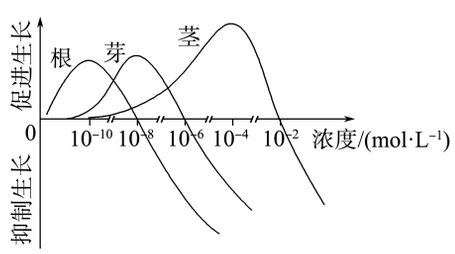
A. 若探究重力和单侧光哪个对植物的向性运动影响更大，需分析图 1 中 a 和 b 的实验结果

B. 若要验证植物具有向光弯曲生长的特性，分析图 1 中 c 和 d 的实验结果即可

C. 若图 1 d 装置中茎的背光侧生长素的浓度为 $2m$，则向光侧生长素浓度可能大于 m 小于 g

D. 若图 1 a 装置中茎的近地侧生长素浓度为 $2m$，则远地侧生长素浓度可能大于 0 小于 m

7. 下图表示植物的根、芽、茎在不同生长素浓度下的生长情况，请回答下列问题：



(1)_____经过一系列反应可转变成生长素。

(2)如图所示促进茎生长的最适浓度为 10^{-4} mol·L^{-1}，该浓度对芽的作用是_____，这一事实说明不同的器官对生长素的_____不同。

(3)生长素浓度大于_____ mol·L^{-1} 会抑制芽的生长，小于该浓度时可以促进芽的生长，这体现了生长素的作用特点是_____。下列哪些实例体现了生长素的这种作用特点？_____（填序号）。

①植物的向光性　②根的向地性　③茎的背地性　④植物的顶端优势

(4)植物在生长过程中顶芽优先生长，侧芽的发育受抑制的现象被称为_____。农业生产中一般通过_____的方法来促进侧枝和侧芽的发育，从而使得植株多开花、多结果。

答案：(1)色氨酸　(2)抑制生长　敏感度

(3)10^{-6}　浓度较低时促进生长，浓度过高时抑制生长　②④　(4)顶端优势　去掉顶芽

第 2 节　其他植物激素

学习任务目标

1.基于植物激素间的相互关系，说明植物激素是一种信息分子，可调节植物的生命活动。
2.基于具体实例，对比归纳赤霉素、细胞分裂素、乙烯和脱落酸的合成部位及生理作用。

○ 问题式预习 ○

一、其他植物激素的种类和作用

1.赤霉素的发现

(1)发现问题：水稻感染赤霉菌后，会出现植株疯长的现象。

(2)作出假设：赤霉菌产生的某种物质能促进植物增高，从而使水稻患恶苗病。

(3)实验过程：研究者将赤霉菌培养基的滤液喷施到水稻幼苗上，发现水稻幼苗也出现恶苗病的症状；科学家从赤霉菌的培养基滤液中分离出致使水稻患恶苗病的物质，称之为赤霉素。

(4)得出结论：赤霉素能引起植物疯长，且在植物体内发现并成功提取赤霉素。

2.其他植物激素的比较

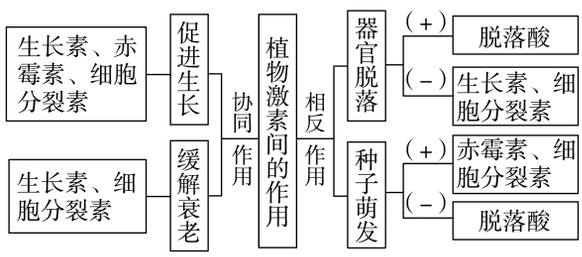
种类	合成部位	主要作用
赤霉素	幼芽、幼根和未成熟的种子	促进细胞伸长，从而引起植株增高；促进细胞分裂与分化；促进种子萌发、开花和果实发育
细胞分裂素	主要是根尖	促进细胞分裂；促进芽的分化、侧枝发育、叶绿素合成
乙烯	植物体各个部位	促进果实成熟；促进开花；促进叶、花、果实脱落
脱落酸	根冠、萎蔫的叶片等	抑制细胞分裂；促进气孔关闭；促进叶和果实的衰老和脱落；维持种子休眠
油菜素内酯	—	能促进茎、叶细胞的扩展和分裂，促进花粉管生长、种子萌发等

3.植物激素的作用方式

一般来说，植物激素对植物生长发育的调控，是通过调控细胞分裂、细胞伸长、细胞分化和细胞死亡等方式实现的。

二、植物激素间的相互作用

1.植物激素间的相互作用



注：“(+)”表示促进；“(-)”表示抑制。

据图完成下列填空：

(1)生长素主要促进细胞核的分裂，而细胞分裂素主要促进细胞质的分裂，二者协调促进细胞分裂的完成，表现出协同作用。

(2)在调节种子萌发过程中，赤霉素促进萌发，脱落酸抑制萌发，二者作用效果相反。

(3)生长素浓度升高到一定值时，就会促进乙烯的合成；乙烯含量的升高，反过来会抑制生长素的作用。

2.作用特点

(1)决定器官生长、发育的，往往不是某种激素的绝对含量，而是不同激素的相对含量。

(2)在植物的生长发育过程中，不同种激素的调节还往往表现出一定的顺序性。总之，植物的生长、发育，是由多种激素相互作用形成的调节网络调控的。

◇思考

[教材第 99 页“拓展应用”]小麦、玉米在即将成熟时，如果经历持续一段时间的干热之后又遇大雨，种子就容易在穗上发芽。请解释原因(提示：研究表明，脱落酸在高温条件下容易降解)。

提示：脱落酸能抑制细胞分裂，从而促进种子休眠，抑制发芽。因脱落酸在高温下易分解，所以经历一段时间的干热后，种子中脱落酸被分解，分解后脱落酸浓度降低，抑制作用解除，这些种子就不会像其他种子那样休眠了。之后，大雨天气又给在穗上的种子提供了萌发所需要的水分，于是种子就容易在穗上发芽。

○ 任务型课堂 ○

任务一 分析各种激素的作用

探究活动

阅读教材第96、97页，对其他植物激素的作用进行分析，思考并回答下列问题：

(1)水稻感染赤霉菌后出现疯长现象的可能原因有哪些？

提示：可能是赤霉菌本身引起的，也可能是赤霉菌产生的某种化学物质引起的。

(2)科学家为验证可能的原因，是如何设计实验的？实验结果和实验结论是什么？

提示：将赤霉菌培养基的滤液喷洒到健康水稻幼苗上。结果水稻不感染赤霉菌，但表现出恶苗病的症状，说明恶苗病是赤霉菌产生的某种化学物质引起的。

(3)1935年，科学家从赤霉菌培养基滤液中分离出致使水稻患恶苗病的物质——赤霉素(GA)，至此，能确认赤霉素是植物激素吗？

提示：不能。因为植物激素是植物自身产生的，这时还没有证明植物自身能合成这种物质。

(4)生长素和乙烯在果实发育、成熟过程中所起的作用是否相同？为什么？

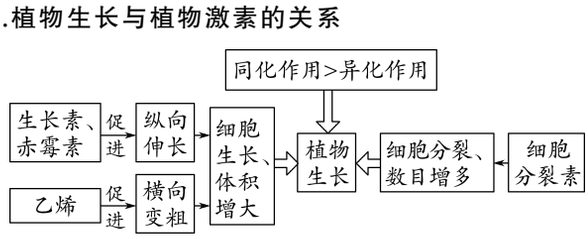
提示：不相同。生长素可以促进果实发育，发育的实质是子房形态发生改变，由小到大，形成果实。乙烯可以促进果实成熟，成熟的实质是果实品质的改变，如颜色、硬度、甜度等，而不是大小的改变。

(5)除了目前公认的五大类植物激素，植物体内还有一类物质也属于植物激素，该激素的主要作用是什么？

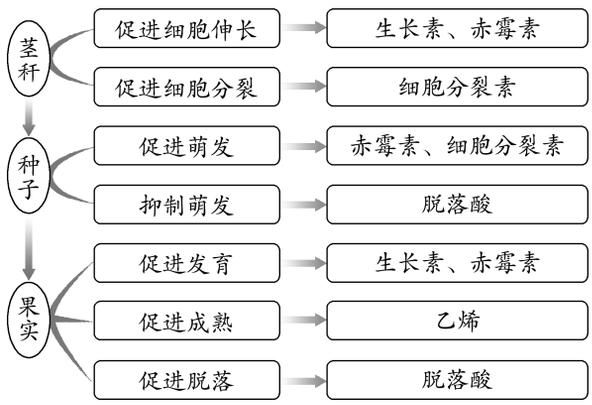
提示：科学家发现，除了公认的五大类植物激素，植物体内还有一些天然物质也起到调节生长发育的作用。其中，油菜素内酯已经被正式认定为第六类植物激素。油菜素内酯能促进茎、叶细胞的扩展和分裂，促进花粉管生长、种子萌发等。

【探究总结】

1.植物生长与植物激素的关系



2.归纳总结植物激素的生理作用



评价活动

1.现有甲、乙、丙、丁4种植物激素，分别是生长素、细胞分裂素、赤霉素和脱落酸中的一种，其生理作用如下表所示。下列相关叙述错误的是 (　　)

植物激素	生理作用
甲	促进侧枝发育与叶绿素合成
乙	促进细胞伸长与种子萌发
丙	主要促进细胞核的分裂
丁	促进气孔关闭

A.甲主要在幼芽、幼根和未成熟种子中合成

B.受赤霉菌感染时水稻因赤霉菌分泌乙增加而疯长

C.植物体内乙烯含量的升高会抑制丙的作用

D.在夏季炎热条件下，丁可抑制小麦种子发芽

A　**解析**：甲为细胞分裂素，其合成部位主要在根尖，不在幼芽、幼根和未成熟种子中合成，A错误；乙为赤霉素，水稻受赤霉菌感染时，赤霉菌分泌的赤霉素可促进水稻细胞伸长，导致疯长，B正确；丙为生长素，乙烯含量的升高会抑制生长素的作用，C正确；丁为脱落酸，在夏季炎热条件下，可促进气孔关闭，抑制小麦种子发芽，D正确。

2.(2023·全国甲卷)植物激素是一类由植物体产生的，对植物的生长发育有显著影响的微量有机物。下列关于植物激素的叙述中，错误的是 (　　)

A.在植物幼嫩的芽中色氨酸可以转变成生长素

B.生长素可以从产生部位运输到其他部位发挥作用

C.生长素和乙烯可通过相互作用共同调节植物的生长发育

D.植物体内的生长素可以作为催化剂直接参与细胞代谢过程

D　**解析**：生长素的合成原料是色氨酸，合成部位主要是芽、幼嫩的叶和发育中的种子，A正确；生长素

从产生部位通过不同的运输方式运输到其他部位发挥作用，B正确；当生长素浓度升高到一定程度时，会促进乙烯的合成，乙烯含量的升高，又会抑制生长素的作用，所以生长素和乙烯可通过相互作用共同调节植物的生长发育，C正确；植物体内的生长素可作为信息分子调节细胞代谢的过程，但不能作为催化剂，起催化作用的是酶，D错误。

3.《尔雅》《四民月令》《齐民要术》中记载，麻为雌雄异株植物，黑、白种子萌发分别长成雌、雄植株，其茎秆经剥皮、加工后生产的纤维可用于制作织物，雄麻纤维产量远高于雌麻，故“凡种麻，用白麻子”。依据上述信息推断，下列叙述错误的是　　（　　）

A.可从雄麻植株上取部分组织，经体外培养产生大量幼苗用于生产

B.对雄麻喷洒赤霉素可促进细胞伸长，增加纤维产量

C.因为雌麻纤维产量低，所以在生产中不需要播种黑色种子

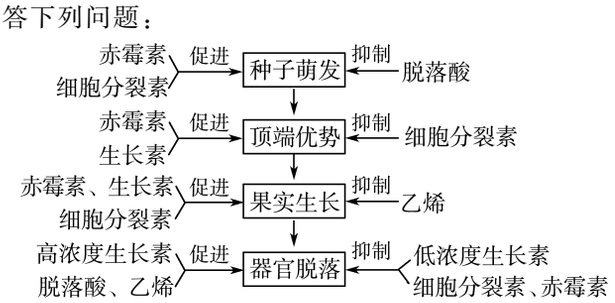
D.与雌雄同花植物相比，麻更便于杂交选育新品种

C　**解析**：利用植物细胞的全能性，可从雄麻植株上取部分组织，经体外培养产生大量幼苗用于生产，A正确；赤霉素具有促进细胞伸长的作用，对雄麻喷洒赤霉素可促进细胞伸长，增加纤维产量，B正确；若在生产中不播种黑色种子，即无雌性植株，则不能正常通过有性生殖繁殖获得下一年的种子，C错误；与雌雄同花植物相比，麻避免了去雄，更便于杂交选育新品种，D正确。

任务二　激素间的相互作用

探究活动

下图表示水稻种子从萌发到结种子完整的生活史中涉及的多种植物激素的综合作用，据图讨论并回答下列问题：



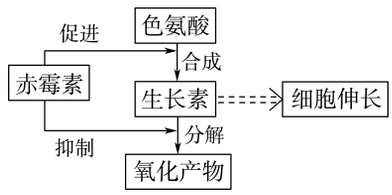
(1)赤霉素与脱落酸具有怎样的相关性？

提示：赤霉素可以促进种子的萌发，脱落酸具有抑制种子萌发的作用，二者具有相反的作用。

(2)在果实生长的调节中，生长素、细胞分裂素、赤霉素作用效果的关系是怎样的？

提示：图中生长素、细胞分裂素、赤霉素在促进果实生长的调节中具有协同作用。

(3)下图为生长素和赤霉素之间的关系示意图，请分析两者之间是如何调节细胞伸长的。

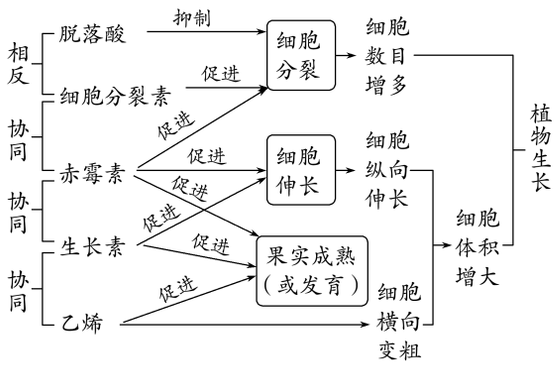


提示：①赤霉素通过促进色氨酸合成生长素来促进细胞伸长。②赤霉素对生长素的分解具有抑制作用。③赤霉素与生长素对促进细胞伸长具有协同作用。

【探究总结】

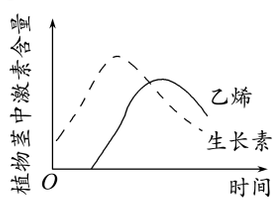
植物激素间的相互作用

(1)激素间有的作用相反，有的相互协同。

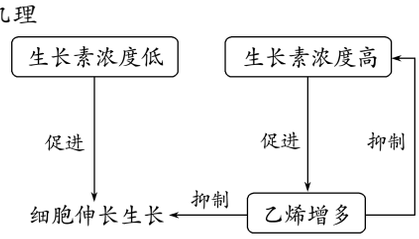


(2)激素间的反馈作用，即一种激素的作用受另一种激素的调节，或促进或抑制，如生长素和乙烯。

①两者含量变化



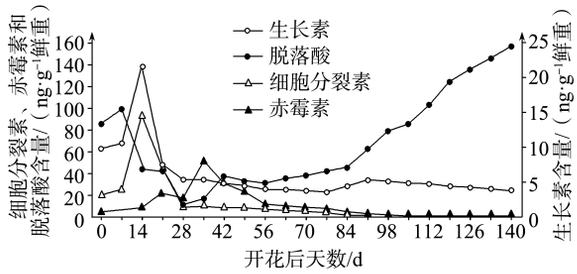
②作用机理



生长素达到一定浓度后就会促进乙烯的合成，而乙烯对生长素的合成起抑制作用。

评价活动

1.猕猴桃果实生长过程中，各类激素的含量变化调节控制着果实的发育和成熟。下图为猕猴桃果实发育和成熟过程中激素的含量变化曲线。下列相关说法错误的是　　（　　）



A.猕猴桃生长、发育由多种激素相互作用形成的调节网络调控

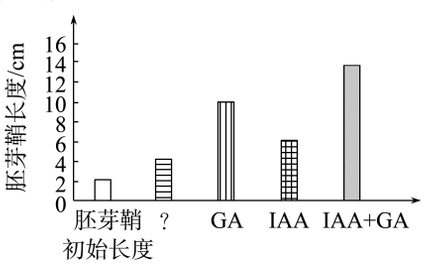
B.在猕猴桃果实发育过程中，生长素与细胞分裂素含量的比值大于1

C.在果实发育过程中，各激素间既有相同的作用效果，又有相反的作用效果

D.图中脱落酸的第一个峰值有利于花瓣脱落，第二个峰值有利于果实脱落

B　**解析**：由题图可知，猕猴桃的生长、发育是由多种激素相互作用形成的调节网络调控的，A正确；由题图可知，开花后14 d时，生长素的浓度大约为22 ng·g^{-1}，细胞分裂素的浓度大约为90 ng·g^{-1}，生长素与细胞分裂素含量的比值小于1，B错误；在果实发育过程中，各激素间既有相同的作用效果，如细胞分裂素和生长素促进果实生长发育，又有相反的作用效果，如细胞分裂素促进细胞分裂，脱落酸抑制细胞分裂，C正确；脱落酸可促进叶和果实的衰老和脱落，因此题图中脱落酸的第一个峰值有利于花瓣脱落，第二个峰值有利于果实脱落，D正确。

2.某科研小组研究生长素(IAA)和赤霉素(GA)对玉米胚芽鞘生长的影响时得到如下实验结果。下列叙述错误的是（　　）



A.图中“?”组处理方式是加等量蒸馏水

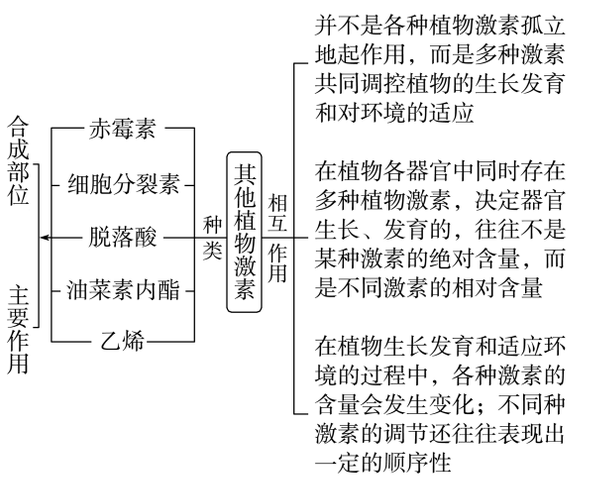
B.据图推断IAA和GA对促进玉米胚芽鞘伸长具有协同作用

C.实验中用激素处理胚芽鞘时，应将IAA加在胚芽鞘尖端而不是加到培养液中

D.若实验中使用的IAA浓度为m，则改用低于m浓度的IAA时，玉米胚芽鞘的长度会变短

D　**解析**：该实验中，IAA和GA属于自变量，其他可能影响实验结果的因素为无关变量。题图中“?”组为对照组，处理方式是加等量蒸馏水，A正确；由题图可知，联合使用IAA和GA对促进玉米胚芽鞘生长的效果比单独使用二者时明显，说明IAA和GA对促进玉米胚芽鞘生长具有协同作用，B正确；IAA只能由形态学上端运输到形态学下端，而不能反过来运输，故实验中用IAA处理胚芽鞘时，应将IAA加在胚芽鞘尖端，C正确；若实验中使用的IAA浓度为m，由于不能确定IAA的最适浓度，故改用低于m浓度的IAA时，玉米胚芽鞘的长度不一定变短，D错误。

提质归纳



课后素养评价(二十一)

基础落实

知识点1　植物激素的种类及作用

1.植物激素对水稻的生长发育有显著影响。下列叙述错误的是（　　）

A.水稻根尖合成的细胞分裂素可促进细胞分裂

B.水稻体内植物激素的极性运输是一种被动运输

C.在解除水稻种子休眠的过程中，赤霉素与脱落酸之间存在相抗衡的作用

D.水稻收获前遇到高温多雨天气，可能会导致种子在稻穗上提前发芽

B　**解析**：细胞分裂素主要在植物的根尖合成，可促进细胞分裂，A正确；极性运输是一种主动运输，B错误；赤霉素能解除休眠、促进种子萌发，脱落酸能维持种子休眠，二者存在相抗衡的作用，C正确；脱落酸在高温条件下容易降解，若水稻在收获前遇到高温多雨的天气，脱落酸降解，种子的休眠无法得到维持，可能导致种子在稻穗上提前发芽，D正确。

2.下列有关植物激素的合成部位的叙述，正确的是（　C　）

A.赤霉素的主要合成部位是未成熟的种子和根尖

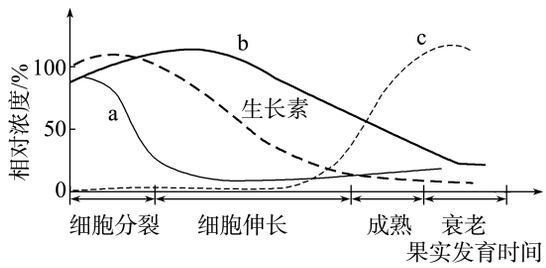
B.细胞分裂素的主要合成部位是幼芽

C.脱落酸的主要合成部位是根冠、萎蔫的叶片等

D.乙烯的主要合成部位是发育中的种子

知识点 2　植物激素间的相互作用

3.苹果果实发育和成熟过程中，赤霉素、乙烯、细胞分裂素等激素的变化情况如图所示，下列分析中合理的是　（　C　）



A.曲线 a、b、c 分别代表赤霉素、细胞分裂素和乙烯

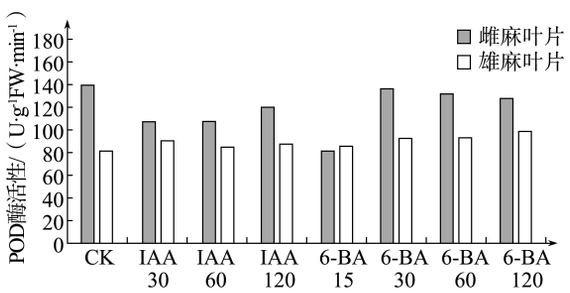
B.在果实生长发育的各阶段，生长素都起主要作用

C.b 在果实发育前两个阶段主要发挥了促进细胞分裂、分化和伸长的作用

D.苹果树的生长发育也是图中 4 种植物激素共同调节的结果

能力提升

4.研究人员研究了植物激素 IAA（生长素）和 6-BA（细胞分裂素）对汉麻叶片中 POD 酶活性的影响，结果如图所示。下列说法错误的是　（　　）



注：横坐标中CK为对照组，IAA和6-BA下面的数字表示浓度，单位为mg/L。

A.IAA 处理使雌麻叶片中 POD 酶的活性受到了抑制

B.IAA 处理使雄麻叶片中 POD 酶的活性均低于相同处理的雌麻

C.6-BA 对雌麻叶片和雄麻叶片中 POD 酶活性的影响分别为抑制和促进

D.植物激素的种类和浓度是该实验的自变量，汉麻的性别是无关变量

D　**解析**：由题图可知，IAA 处理组中雌麻叶片 POD 酶的活性均低于对照组（CK），说明 IAA 处理使雌麻叶片中 POD 酶的活性受到了抑制，A 正确；观察 IAA 处理组可知，在相同浓度 IAA 处理下，雄麻叶片中 POD 酶的活性均低于相同处理的雌麻，B 正确；与对照组相比，激素 6-BA 处理雌麻叶片的 POD 酶活性均低于对照组，激素 6-BA 处理雄麻叶片的 POD 酶活性均高于对照组，说明 6-BA 对雌麻叶片和雄麻叶片中 POD 酶活性的影响分别为抑制和促进，C 正确；植物激素的种类和浓度以及汉麻的性别均为该实验的自变量，D 错误。

5.研究表明，脱落酸（ABA）能提高植物对高盐胁迫的耐受能力，BG1 能催化无活性的 ABA 转变为有活性的 ABA，TSB1 能促进生长素的合成。在高盐胁迫环境中，植物中 TSB1 含量降低，从而减少对 BG1 活性的抑制。下列叙述错误的是　（　D　）

A.ABA 能增强高盐耐受性可能与其可调节气孔有关

B.有活性的 ABA 在高盐胁迫环境中会增多

C.降低 TSB1 的含量能增强植物的高盐耐受性

D.高盐胁迫环境有利于植物合成生长素

6.研究表明，DELLA 蛋白是赤霉素（GA）信号传导途径中的关键蛋白，同时对 GA 的合成发挥负反馈调控作用。DELLA 蛋白在低温环境胁迫下大量累积，通过与花青素合成负调控因子结合，促进液泡中花青素的合成，提高抵御低温伤害的能力。下列说法错误的是　（　A　）

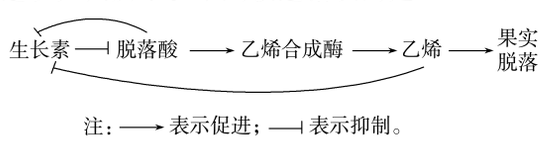
A.低温抑制植物产生 GA，从而诱导了花青素合成

B.负调控因子抑制花青素的合成

C.花青素的合成是内部因素和外界因素共同作用的结果

D.DELLA 蛋白结构异常可能导致植株矮小

7.在植物个体生长发育和适应环境的过程中，各种植物激素相互协调、共同调节。某植物果实脱落的调控过程如图所示。下列叙述错误的是　（　　）



注：⟶表示促进；⊣表示抑制。

A.乙烯可促进该植物果实脱落，植物体的各个部位都可产生乙烯

B.在果实脱落的调控中，生长素可以抑制乙烯的合成

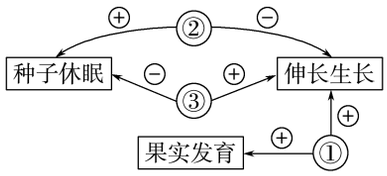
C.生长素有利于防止该植物果实脱落，但使用时需注意施用浓度、时间等

D.该植物果实脱落过程中产生的乙烯对自身合成的调节属于负反馈调节

D　**解析**：由题图可知，乙烯可促进该植物果实的脱落，乙烯在植物体的各个部位都能合成，A 正确；由题图可知，在果实脱落的调控中，生长素通过抑制脱落酸的形成，进而抑制乙烯的合成，B 正确；由题图可知，生长素通过抑制脱落酸的合成抑制乙烯，人为地喷施生长素，可以抑制脱落酸的产生，达到防止果实过早脱落（保果）的目的，但使用时需注意施用浓度和时间等，C 正确；由题图中乙烯的调节环路可以得出，乙烯的产生会抑制生长素的形成，而生长素会抑制脱落酸的合成，脱落酸可促进乙烯合成酶合成乙烯，这意味着乙烯的产生会促进其合成酶的产生，从而导致更多的乙烯被合成，这种产物促进自身生成的调节机制，是一种自我放大的效应，被称为正反馈调节，D 错误。

8.植物的生长发育是由多种激素相互作用形成的调节网络调控的。下图表示 3 种植物激素的相互作

用模型，其中①②③表示植物激素。回答下列问题：



注：“⊕”表示促进作用，“⊖”表示抑制作用。

(1)激素①②③的名称依次是_____。

(2)激素①和_____协同促进细胞的分裂，前者主要促进_____的分裂，后者主要促进细胞质的分裂。在农业生产中，农民通过将芫荽(香菜)的种子放在水中浸泡来提高种子的发芽率，这种做法与_____(填“赤霉素”或“脱落酸”)的相关性最大。

(3)高浓度的①能够促进_____(填植物激素)的合成，但当该激素合成过多时，又会抑制激素①的作用，这种调节方式是_____调节。

(4)研究表明，黄瓜茎端的脱落酸与赤霉素的比值较高时有利于分化形成雌花，比值较低时有利于分化形成雄花。这一事实说明_____。

答案：(1)生长素、脱落酸、赤霉素　(2)细胞分裂素　细胞核　脱落酸　(3)乙烯　(负)反馈　(4)决定植物器官生长、发育的是不同激素的相对含量

第3节　植物生长调节剂的应用

学习任务目标

1.通过具体实例，归纳植物生长调节剂的概念、特点及在生产中的应用，并树立使用植物生长调节剂应合理合法的意识。

2.通过探索植物生长调节剂的应用，尝试运用预实验方法展开探究。

○ 问题式预习 ○

一、植物生长调节剂的类型和作用

1.概念：人工合成的，对植物的生长、发育有调节作用的化学物质。

2.优点：原料广泛、容易合成、效果稳定等。

3.类型

(1)根据分子结构不同划分

①分子结构和生理效应与植物激素的相同或类似，如吲哚丁酸；

②分子结构与植物激素的差别较大：如α-萘乙酸(NAA)、矮壮素等。

(2)植物激素、植物生长调节剂及其应用(连线)

植物激素	对应生长调节剂	应用
①赤霉素	a.膨大剂（膨大素）	Ⅰ.抑制发芽
②细胞分裂素	b.乙烯利	Ⅱ.用赤霉素处理大麦生产α-淀粉酶
③脱落酸	c.赤霉素	Ⅲ.对果实催熟
④生长素	d.青鲜素	Ⅳ.促进扦插枝条生根
⑤乙烯	e.2,4-D	Ⅴ.使水果长势加快，个头变大，加快水果成熟

答案：①—c—Ⅱ　②—a—Ⅴ　③—d—Ⅰ　④—e—Ⅳ　⑤—b—Ⅲ

4.应用

(1)优点：提高作物产量、改善产品品质、减轻人工劳动等。

(2)缺点：使用不当，可能影响作物产量和产品品质；过量使用，可能对人体健康和环境带来不利影响。

◇思考

[教材第104页“拓展应用”]如果你是水果销售员，面对半青不熟的水果，你认为应该使用乙烯利催熟吗？作为一个消费者，你又怎么看？

提示：在科学评估、合理使用且能保证水果质量的前提下，可以使用乙烯利来催熟半生不熟的水果。

二、植物生长调节剂的施用

1.施用时的注意事项

(1)在生产上要综合考虑施用目的、效果和毒性，调节剂残留、价格和施用是否方便等因素。

(2)对于某种植物生长调节剂来说，还要考虑施用浓度、时间、部位以及施用时植物的生理状态和气候条件等。

2.探索生长素类调节剂促进插条生根的最适浓度

(1)预实验的目的

①为进一步实验摸索条件。

②检验实验设计的科学性和可行性。

(2)探索生长素类调节剂促进插条生根的最适浓度

①实验原理：生长素类调节剂的生理作用与其浓度具有很大的关系。

②变量分析

自变量：生长素类调节剂的不同浓度。

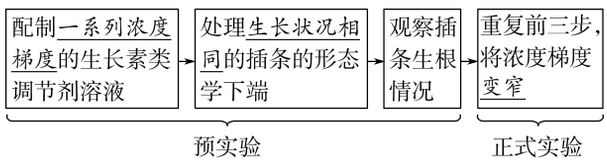
因变量：根的数目。

无关变量：处理时间、温度和光照等。

(3)处理插条的常用方法

处理方法	溶液浓度	时间	位置
浸泡法	较低	长	插条基部
沾蘸法	较高	短	插条基部

(4)实验流程



3.利用乙烯利催熟水果

(1)采摘水果一般不等完全成熟，原因是完全成熟后采摘，水果经过储存、运输和销售过程容易腐烂。

(2)乙烯利的工业品为液体，当溶液 pH＜3.5 时，它比较稳定，随溶液 pH 升高，它会分解释放出乙烯。

◇**思考**

[教材第 102 页“科学方法”]进行预实验的目的是什么？预实验能否减小实验误差？

提示：预实验可以为进一步的实验摸索条件，也可以检测实验设计的科学性和可行性。通过本实验的预实验，可以确定有效浓度的大致范围，可为确定最适浓度打下基础，但不能减小实验误差。

○ 任务型课堂 ○

任务一 植物生长调节剂的类型和作用

探究活动

阅读教材第 100～102 页相关内容，回答下列问题：

(1)植物体有自身合成的植物激素，为什么还要施用人工合成的植物激素类物质呢？

提示：仅靠植物体自身合成的植物激素来调节植物体的生长发育，不能满足人们对植物体产量或品质的需要。

(2)我国禁止销售、使用未经国家有关部门批准的植物生长调节剂，这是为什么？

提示：有些植物生长调节剂是人工生产的化学药剂，可能具有一定的毒性，因此上市之前需要经过国家有关部门的检测、评估。

【探究总结】

植物体内存在能分解植物激素的相应酶，所以植物激素在发挥作用后很容易被降解。而植物生长调节剂是人工合成的，植物体内没有分解它的相应酶，因此植物生长调节剂作用效果比植物激素更稳定。

评价活动

1.植物生长调节剂是一类人工合成的有机化合物，可模拟天然植物激素的生理作用，调控植物生长、发育等过程。植物生长调节剂广泛应用于农业生产，涵盖大田作物、果蔬、花卉等领域。下列叙述正确的是（　　）

A.植物生长调节剂的生理效应类似植物激素，二者的分子结构也类似

B.与植物激素相比，植物生长调节剂因使用的量多而效果稳定

C.延长马铃薯、大蒜、洋葱储藏期的青鲜素可能有副作用

D.膨大素可使水果长势加快、个头变大，并且能长时间储存

C　**解析**：植物生长调节剂是人工合成的，具有与天然植物激素相似生理效应的化合物，但其分子结构不一定与天然植物激素类似(如 α-萘乙酸与生长素的分子结构差别较大)，A 错误；植物生长调节剂的效果之所以稳定，是由于植物体内缺少分解植物生长调节剂的酶，B 错误；青鲜素是具有和脱落酸相同生理作用的植物生长调节剂，残留超标时可能有致癌风险(副作用)，应谨慎使用，C 正确；膨大剂会使水果长势加快、个头变大，可加速水果成熟，使其提前上市，但使用膨大剂的水果与正常水果相比较，口感较差、汁水较少、甜味不足，且不宜长时间储存，D 错误。

2.植物体内的激素含量非常少，提取困难。人们发现一些人工合成的化学物质，具有与植物激素相似的化学性质，下列相关叙述错误的是（　　）

A.植物生长调节剂是人工合成的具有促进植物生长作用的化学物质

B.植物组织培养中，培养基含生长素、不含细胞分裂素时，易形成多核细胞

C.用适宜浓度的吲哚丁酸喷施草莓浆果，可促进浆果生长、提高产量

D.吲哚丁酸既是植物激素，也可作为植物生长调节剂使用

A　**解析**：植物生长调节剂是指由人工合成的对植物的生长发育具有调节作用的化学物质，这里的“调节”不仅仅指促进，还有抑制，A 错误；生长素主要促进细胞核的分裂，细胞分裂素主要促进细胞质的分裂，植物组织培养中，培养基含生长素、不含细胞分裂素时，易形成多核细胞，B 正确；吲哚丁酸属于生长素类调节剂，可以促进果实发育，从而促进果实生长、提高产量，C 正确；吲哚丁酸既可以由植物体内合成，也可人工合成，故既是植物激素，也可

作为植物生长调节剂使用，D正确。

任务二 植物生长调节剂的施用

探究活动

结合教材“探索生长素类调节剂促进插条生根的最适浓度”实验，回答下列问题：

(1)本实验要设置重复组(每组枝条数相等且不少于3个)，目的是什么？

提示：避免偶然性因素对实验结果的影响，减小实验误差，增强实验的准确性。

(2)实验中为什么要选取生长旺盛的一年生苗木的枝条？为什么保留有一定的芽或幼叶的插条容易成活？而所带的叶或芽的数量是否越多越好？

提示：一年生苗木的枝条形成层细胞分裂能力强、发育快、易成活，很容易生根，实验效果显著。芽或幼叶可产生生长素，能促进插条生根。留叶过多，不利于生根，因为叶片多，蒸腾作用失水多，插条易枯死。留芽过多，分泌较多的生长素，会影响实验的结果，导致结果不准确。

(3)在实验中，若两种浓度的生长素类调节剂促进插条生根效果基本相同，请分析原因。如何进一步确定最适浓度？

提示：由生长素作用曲线可知，存在作用效果相同的两种生长素浓度。最适浓度应在两种溶液浓度之间，可在两种浓度之间再按浓度梯度配制溶液进行实验。

【探究总结】

实验注意事项

(1)需进行预实验

预实验可以为进一步的实验摸索条件，也可以检验实验设计的科学性和可行性。预实验也必须像正式实验一样认真进行才有意义。

(2)设置对照组、重复组

①设置对照组。清水空白对照；浓度不同的几个实验组之间进行相互对照，目的是探索生长素类调节剂促进插条生根的最适浓度。

②设置重复组，即每组不能少于3个枝条。

(3)控制无关变量

无关变量在实验中的处理要遵循等量原则。如选用相同的花盆，相同的植物材料，插条的生理状态、带有的芽数相同，插条处理的时间长短一致等。

(4)处理插条

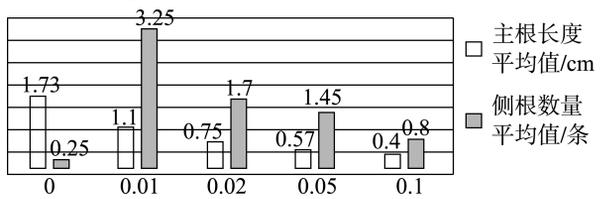
①用生长素类调节剂处理插条可用浸泡法(溶液浓度较低，处理时间较长)或沾蘸法(溶液浓度较高，处理时间较短)。

②处理时插条上下不能颠倒，否则扦插枝条不能成活。

③扦插时常去掉插条成熟叶片，原因是去掉成熟叶片能降低蒸腾作用的强度，保持植物体内的水分平衡。

评价活动

1. 为研究生长素对植物生长的影响，某研究团队利用生长素类调节剂(人工合成，作用与生长素类似)进行实验，得到如下图所示的实验结果。下列相关说法正确的是 (　　)



A.主根对生长素类调节剂的浓度可能更敏感

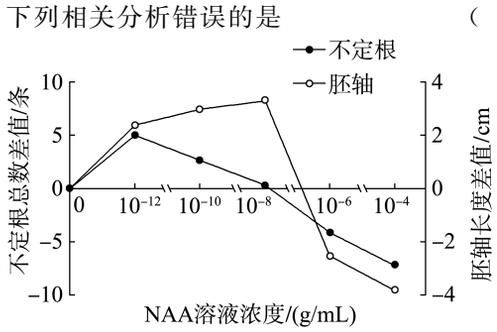
B.对侧根数量作用效果相同时，施加的生长素类调节剂浓度一定相同

C.植物只需合成少量的生长素类调节剂，就能显著调节生长发育，适应环境变化

D.生长素类调节剂浓度大于0.02 mg/L时，随着浓度增大，对根生长的抑制作用增强

A　**解析**：由题图可知，在实验使用的生长素类调节剂浓度下，主根的生长受到抑制，侧根数量增加，所以推测主根对生长素类调节剂的浓度更敏感，A正确；由题图可以推测，随着生长素类调节剂浓度增加，侧根数量先增加后减少，因此对侧根数量作用效果相同时，施加的生长素类调节剂浓度可能不同，B错误；生长素类调节剂是人工合成的，植物不能合成，C错误；生长素类调节剂浓度大于0.02 mg/L时，随着浓度增大，主根长度受到的抑制作用逐渐增强，生长素类调节剂浓度为0.02～0.1 mg/L时，对侧根数量起促进作用，D错误。

2. 某兴趣小组为探究植物生长调节剂α-萘乙酸(NAA)对绿豆芽生长的影响，选取长势相同的绿豆芽，用不同浓度NAA溶液和清水分别进行处理。一段时间后，测量不定根数量和胚轴长度，计算NAA处理组减去清水组的差值，结果如下图所示。下列相关分析错误的是 (　　)



A.清水处理组作为该实验的对照组

B.由实验结果可知NAA具有促进和抑制作用

C.10^{-6} g/mL NAA处理组胚轴依然生长

D.10^{-10} g/mL NAA抑制了不定根生根

D　**解析**：题述实验的自变量为NAA溶液浓度，需要设置清水处理组作为该实验的对照组，A正确；题图中NAA处理组减去清水组的差值有正值也有负值，差值为正值说明NAA具有促进作用，差

值为负值说明 NAA 有抑制作用，B 正确；10^{-6} g/mL NAA 处理组胚轴只是比对照组长得慢，但依然生长，C 正确；10^{-10} g/mL NAA 处理组减去清水组的不定根总数差值大于 0，说明此浓度 NAA 促进了不定根生根，D 错误。

3. 生长素、赤霉素、细胞分裂素、脱落酸和乙烯是植物体内常见的 5 种植物激素，近年来科学家陆续发现一些其他植物激素，比如独脚金内酯等。GR24 是人工合成的独脚金内酯类调节剂，为了研究其作用机理，科研人员以拟南芥为材料进行了图 1 所示实验，结果如图 2 所示。请回答下列相关问题：

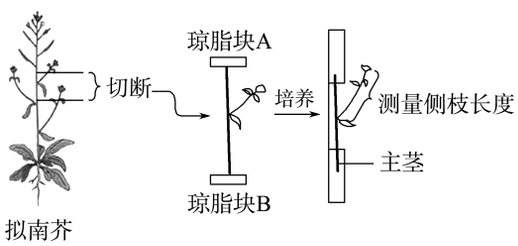


图1

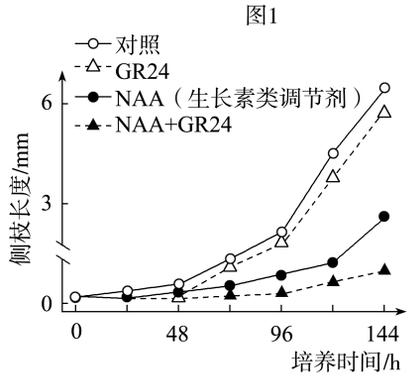


图2

(1)GR24 和 NAA 均能调节植物生长发育，属于_____。与独脚金内酯相比，GR24 的优点有_____。由图 2 推测 NAA 和 GR24 应加在图 1 的琼脂块_____(填“A”或“B”)中。

(2)本实验的自变量是_____，因变量的检测指标是_____，无关变量应保持相同且适宜。从图 2 可以看出，GR24 与 NAA 对侧枝生长具有_____(填“协同”或“抗衡”)作用。

(3)根据图 2 的结果，科研人员提出了一个假设：在顶芽产生的生长素沿主茎极性运输时，GR24 会抑制侧芽处的生长素向外运输。为验证该假设，采用与图 1 相同的切段进行实验。

组别	处理			检测
实验组	在主茎上端施加 NAA	在侧芽处施加放射性标记的 NAA	在琼脂块中①	主茎下端的放射性标记的 NAA 含量
对照组	同上	同上	在琼脂块中②	

请填写相应处理内容，完成实验方案：

①_____。

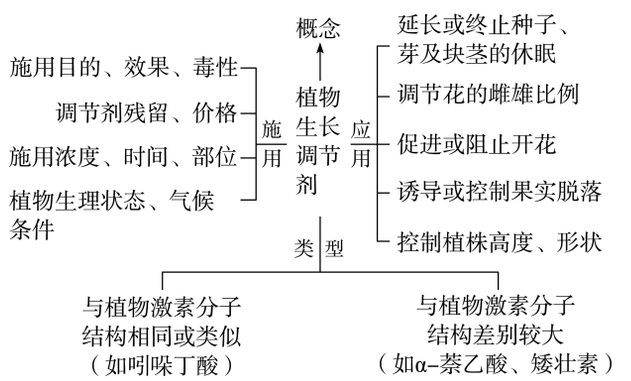
②_____。

若检测结果为_____，则支持科研人员提出的假设。

解析：(1)GR24 和 NAA 均属于植物生长调节剂，植物生长调节剂与植物激素相比，具有的优点是容易合成、原料广泛、效果稳定等。在植物体内，生长素极性运输时只能从形态学上端运输至形态学下端，因此进行实验处理时，应该在主茎上端施加 NAA 和 GR24，即 NAA 和 GR24 应加在琼脂块 A 中。(2)由题图 2 可知，本实验的自变量是 NAA 和 GR24 的有无(和培养时间)，因变量的检测指标是侧枝长度。与对照组相比，GR24 或 NAA 单独处理时，侧枝生长都受抑制；GR24 和 NAA 共同处理时，侧枝生长受抑制程度更明显，可知 GR24 和 NAA 在调节侧枝生长方面有协同作用。(3)该实验的目的是验证在顶芽产生的生长素沿主茎极性运输时，GR24 会抑制侧芽处的生长素向外运输，自变量应为 GR24 的有无。实验组在琼脂块中添加了 GR24，对照组没有添加 GR24，若 GR24 抑制侧芽处的生长素向外运输，则检测结果为实验组主茎下端放射性标记的 NAA 含量明显低于对照组，支持科研人员提出的假设。

答案：(1)植物生长调节剂　容易合成、原料广泛、效果稳定等　A　(2)NAA 和 GR24 的有无(和培养时间)　侧枝长度　协同　(3)添加 GR24　不添加 GR24　实验组主茎下端放射性标记的 NAA 含量明显低于对照组

提质归纳



课后素养评价(二十二)

基础落实

知识点1　植物生长调节剂的类型和作用

1.下列关于植物激素及植物生长调节剂的叙述,错误的是　(　　)

A.植物生长调节剂是人工合成的具有天然植物激素生理效应的化合物

B.植物生长调节剂与植物激素的分子结构类似,可以调节植物的生长发育

C.在促进细胞分裂方面,细胞分裂素主要促进细胞质分裂,而生长素可促进细胞核分裂

D.利用较高浓度的2,4-D作除草剂,可抑制单子农作物中的双子叶杂草生长

B　**解析**:植物生长调节剂主要有两大类:一类分子结构和生理效应与植物激素的相同或类似,另一类分子结构与植物激素的差别较大,它们都是人工合成的具有天然植物激素生理效应的化合物,A正确,B错误;细胞分裂素和生长素都能促进细胞分裂,但细胞分裂素主要促进细胞质分裂,而生长素可促进细胞核分裂,C正确;高浓度2,4-D能杀死双子叶植物杂草,而对单子叶农作物起到促进作用,可作为除草剂使用,D正确。

2.下表所示为几种常用的植物生长调节剂,下列有关其应用的叙述,错误的是　(　B　)

名称	属性
萘乙酸	生长素类
6-BA	细胞分裂素类
乙烯利	乙烯类
PP_{333}	赤霉素合成抑制剂

A.用一定浓度的萘乙酸处理离体的花卉枝条,可促进生根

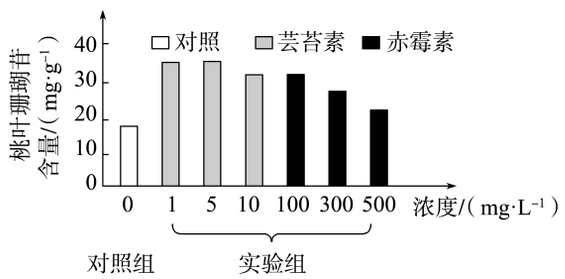
B.用一定浓度的6-BA抑制马铃薯发芽,以延长储藏期

C.用乙烯利处理棉花可催熟棉桃,便于统一采摘

D.用PP_{333}处理水稻可使植株矮化,增强抗倒伏能力

知识点2　植物生长调节剂的施用

3.(2023·辽宁卷)分别用不同浓度芸苔素(一种植物生长调节剂)和赤霉素处理杜仲叶片,然后测定叶片中的有效成分桃叶珊瑚苷含量,结果如下图所示。下列叙述错误的是　(　C　)



A.实验中生长调节剂的浓度范围可以通过预实验确定

B.设置对照组是为了排除内源激素对实验结果的影响

C.与对照组相比,赤霉素在500 mg·L^{-1}时起抑制作用

D.与用赤霉素处理相比,杜仲叶片对芸苔素更敏感

4.(2025·滁州月考)某实验小组探究了乙烯利对黄瓜生长发育的影响。根据实验结果判断,下列叙述正确的是　(　　)

组别	1	2	3	4
乙烯利浓度/(mg·L^{-1})	0	50	100	200
单株雄花数	6.89	5.39	4.33	3.83
单株雌花数	1.44	1.56	2.27	1.5
叶面积/cm^2	283.1	349.6	363.1	312.2
茎粗/cm	3.84	4.12	4.45	4.26

A.为了提高结果率,可选择浓度为50～200 mg·L^{-1}的乙烯利继续进行实验

B.实验结果表明,乙烯利具有调节植物开花、促进果实成熟的功能

C.实验结果表明,乙烯利对黄瓜生长的作用特点与生长素的作用特点相同

D.乙烯利是一种植物激素,其作用效果与植物的生理状态和气候条件有关

A　**解析**:由题表可知,乙烯利浓度为50～200 mg·L^{-1}时,单株雌花数均高于对照组,其中100 mg·L^{-1}时最高,而雌花增多可提高结果率,因此需在此范围内进一步实验筛选最适浓度,A正确;乙烯利促进雌花分化(调节开花),但实验中未

涉及果实成熟的数据，B 错误；乙烯利对黄瓜生长的作用特点与生长素的作用特点不同，如叶面积和茎粗随乙烯利浓度的增加先升后降，但未体现抑制效应，C 错误；乙烯利是人工合成的植物生长调节剂，可释放乙烯，其作用效果受植物生理状态及环境因素影响，D 错误。

能力提升

5.（2023·广东卷）某研学小组参加劳动实践，在校园试验田扦插繁殖药用植物两面针种苗。下列做法正确的是（　B　）

A.插条只能保留 1 个芽以避免养分竞争

B.插条均应剪去多数叶片以避免蒸腾作用过度

C.插条的不同处理方法均应避免使用较高浓度 NAA

D.插条均须在黑暗条件下培养以避免光抑制生根

6.下列有关植物激素及植物生长调节剂应用的叙述，错误的是（　C　）

A.植物激素在极低浓度下可对植物的生长发育产生显著的调节作用

B.用乙烯利处理未成熟的香蕉果实，可加速其成熟

C.用生长素类调节剂处理二倍体番茄幼苗，可得到无子番茄

D.细胞分裂素和油菜素内酯可用于叶菜类蔬菜的延长保鲜和提高产量

7.油菜素内酯（BR）是植物体内一种重要的激素。为探究油菜素内酯的生理作用，研究人员做了如下实验。请分析并回答下列问题：

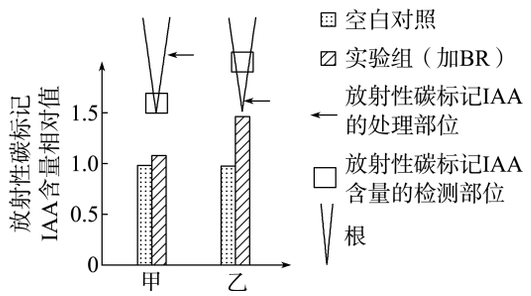
实验一：相关研究及实验结果如下表所示。

编号	1	2	3	4	5	6
油菜素内酯浓度/(mg·L^{-1})	0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
芹菜幼苗的平均株高/cm	16	20	38	51	42	20

(1)该实验的自变量是_____，因变量是_____。

(2)在芹菜幼苗生长过程中，与 BR 作用类似的激素可能是_____（填“赤霉素”“乙烯”或“脱落酸”）。

实验二：用放射性碳标记的 IAA 处理主根，检测油菜素内酯对生长素运输的影响。实验方法及结果如下图所示。



(3)上图表明标记的生长素在根部的运输方向为_____（填“单向”或“双向”），BR 可以_____（填“促进”或“抑制”）生长素的运输，且对_____（填运输方向）运输的作用更显著。

实验三：PIN 蛋白与生长素的运输有关。研究人员检测用 BR 处理的根部组织中 *PIN* 基因表达的相关指标，结果如下表所示。

组别	*PIN* 基因表达水平（相对值）
对照组	7.3
一定浓度 BR 处理组	16.7

(4)上述两个实验表明，油菜素内酯作为一种信息分子，会与_____特异性结合，引起细胞内发生一系列信息传递过程，从而影响根细胞中_____，进而影响生长素在根部的_____和分布，最终影响生长素的生理作用。

(5)与植物激素相比，人工合成的植物生长调节剂具有_____等优点。

答案：(1)不同浓度的 BR　芹菜幼苗的平均株高

(2)赤霉素　(3)双向　促进　尖端向中部

(4)（油菜素内酯）受体　*PIN* 基因的表达　运输

(5)容易合成、原料广泛和效果稳定

第4节　环境因素参与调节植物的生命活动

学习任务目标

1.运用归纳与概括、演绎与推理等方法，举例分析光照、温度等环境因素参与植物生命活动的调节。
2.基于植物接受环境因素调节的适应意义，分析和解决生产、生活中的一些实际问题。

○ 问题式预习 ○

一、光对植物生长发育的调节

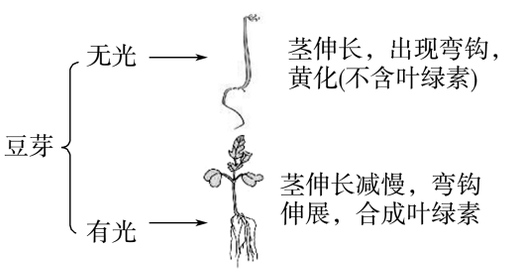
1.光作为一种信号，影响、调控植物生长、发育的全过程。

2.实例

(1)光对种子萌发的影响

光 → 促进种子萌发 → 有光才能萌发(烟草、莴苣)
光 → 促进种子萌发 → 有光萌发好些(早熟禾、毛蕊花)
光 → 抑制种子萌发(洋葱、番茄)

(2)光对植物形态构建的影响



(3)光对植物开花的影响

很多植物的开花与昼夜长短有关，如菠菜、菊、水稻等。

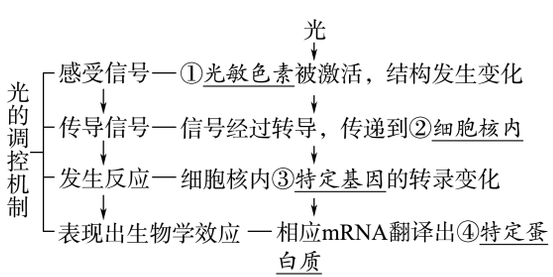
3.调控机制

(1)信号刺激：光信号。

(2)信号接收：光敏色素等。

光敏色素
- 本质：蛋白质（色素—蛋白复合体），主要吸收红光和远红光
- 分布：植物的各个部位，其中在分生组织的细胞内比较丰富
- 生理作用：光敏色素可参与调节种子萌发、茎的伸长、气孔分化、叶绿体和叶片运动、诱导开花、花粉育性等生理过程

(3)调控过程



二、参与调节植物生命活动的其他环境因素及植物生长发育的整体调控

1.温度

(1)生命活动的节奏随季节变化。

(2)昼夜温差影响植物代谢。

(3)植物的所有生理活动都是在一定的温度范围内进行的。

(4)植物分布的地域性很大程度上就是由温度决定的。

2.重力

(1)重力调节植物生长发育和形态建成

根、茎中具有感受重力的物质和细胞
↓
将重力信号转换成运输生长素的信号
↓
造成生长素分布不均衡
↓
调节植物的生长方向

(2)“淀粉—平衡石假说”

根的放置方向发生改变 → 平衡石细胞中的“淀粉体”会沿着重力方向沉降 → 引起植物体内一系列信号分子的改变，如通过影响生长素的运输导致生长素沿着重力刺激的方向不对称分布 → 影响植物生长

3.植物生长发育的整体调控

(1)植物生长发育的调控，是由基因表达调控、激素调节和环境因素调节共同完成的。

(2)激素作为信息分子，会影响细胞的基因表达，从而起到调节作用。

(3)激素的产生和分布是基因表达调控的结果，也受到环境因素的影响。

◇思考

[教材第107页“思考·讨论”]有的植物需要经过春化作用才能开花，这对于它们适应所生存的环境有什么意义？

提示：春化作用的出现是植物应对恶劣环境的一种策略，植物在开花时最脆弱，如果此时遇上低温，则很容易无法抵抗而导致不开花或死亡。经过长久的演化，植物会经过春化作用等待寒冬过去后再开花结实，以确保顺利繁衍后代。

○ 任务型课堂 ○

任务一 光对植物生长发育的调节

探究活动

根据下列材料分析光对植物生长发育的调节机制。

材料 1：莴苣种子在光照一段时间后的发芽率明显高于黑暗条件。

材料 2：烟草种子在光照/黑暗条件下的发芽率明显高于完全黑暗条件(实验结果如下表所示)。

处理	发芽率/%
全黑暗	6.67
光照/黑暗	91.00

(1)那些需要光才能萌发的种子，是因为光影响生长素的分布？还是因为光提供能量？

提示：都不是。影响生长素分布的结果应该是植物表现出一种不对称的生长状态，而种子萌发不是这种情况，所以不是光通过影响生长素的分布来影响种子萌发的。许多种子萌发时是没有叶绿素的，不能进行光合作用，所以也不是因为光提供能量。

(2)光是如何调节种子萌发的？

提示：光本身是植物种子萌发过程中的一种调节因子。在受到光照射时，光敏色素的结构会发生变化，这一变化的信息会经过信息传递系统传导到细胞核内，影响特定基因的表达，从而调节种子萌发。

材料 3：科学家用红光和红外光依次照射的方法，对一批莴苣种子进行处理，然后置于暗处。一段时间后统计发芽率，结果如下：

组别	光照射处理方式	发芽情况
对照组	无光照	不发芽
组 1	红光	发芽
组 2	红光→红外光	不发芽
组 3	红光→红外光→红光	发芽
组 4	红光→红外光→红光→红外光	不发芽

(3)根据材料 3，你能得出什么结论？

提示：红光促进莴苣种子萌发，红外光逆转红光效果。

材料 4：豆芽是在黑暗的环境中培育的，细胞中不含叶绿素，茎比在光下要长很多。豆芽一旦见光，就会发生形态变化并长成豆苗。

(4)在材料 4 过程中，光产生了什么影响？

提示：光促使叶绿素的合成从而使豆苗变成绿色，也会影响豆苗的形态。

材料 5：菠菜——白天光照时长超过 13 h 开花；菊、水稻——白天短于一定光照时长开花；黄瓜、棉花、向日葵——是否开花和白天光照时长无关。

处理	火龙果开花数量/朵
补光 6 h	54
补光 5 h	47
补光 4 h	44
不补光	9

(5)资料 5 相关研究涉及的决定植物是否开花的环境因素是什么？

提示：光照时长。

【探究总结】

光敏色素与光合色素

(1)光敏色素是光的受体，分布于植物体的各个部位。此处的光作为一种信号，影响、调控植物生长、发育的全过程。

(2)光合色素的作用是吸收、传递并转化光能，真核细胞中分布于叶绿体类囊体薄膜上，包括叶绿素和类胡萝卜素等。此处的光是植物进行光合作用的能量来源。

评价活动

1. 植物光敏色素是一类色素—蛋白复合体，有红光吸收型(Pr)和远红光吸收型(Pfr)。无活性的 Pr 在细胞质中合成，接受红光刺激后可转化为有活性的 Pfr 并转移到细胞核内，影响特定基因的表达，从而表现出生物学效应。下列叙述错误的是　(　)

A. 光敏色素分布在植物的各个部位，在分生组织中比较丰富

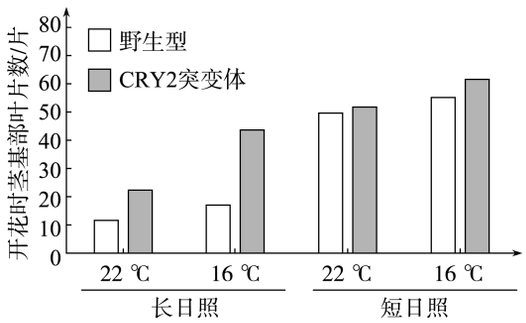
B. 光敏色素接受光刺激后传递信号，影响相关基因的表达

C. Pfr 和 Pr 活性不同是由于其空间结构不同

D. 在光合作用中，光敏色素能够吸收、传递、转化光能

D　**解析**：在光合作用中，光合色素能吸收、传递和转化光能，D 错误。

2. 科学家对野生型和 CRY2(隐花色素 2，是一种蓝光受体)功能缺失突变体拟南芥在不同光周期诱导下的开花时间进行实验研究，结果如下图所示。下列说法错误的是　(　)



注：开花时茎基部叶片数越多代表开花越迟。

A.CRY2 和光敏色素都可接收光信号，但接收的光信号不同

B.光周期、基因和植物激素都会影响拟南芥开花的时间

C.在长日照条件下，CRY2 的功能是抑制拟南芥开花

D.在短日照条件下，16 ℃的低温会抑制野生型拟南芥开花

C　**解析**：CRY2 和光敏色素都是光受体，都可接收光信号，但 CRY2 接收蓝光信号，光敏色素主要接收红光和远红光信号，A 正确；植物生长发育的调控是由基因表达调控、激素调节和环境因素调节共同完成的，B 正确；由题图可知，在长日照条件下，与野生型相比，CRY2 突变体开花时茎基部叶片较多，说明其开花较迟，据此可知 CRY2 的功能是促进拟南芥开花，C 错误；在短日照条件下，与 22 ℃相比，16 ℃时野生型拟南芥的开花时间延迟，说明在短日照条件下，16 ℃的低温会抑制野生型拟南芥开花，D 正确。

3. 某研究团队以水稻为实验对象，以聚乙二醇和氯化钠溶液分别模拟干旱胁迫和盐胁迫，研究了远红光补光条件下水稻生长发育的干旱界限值与盐害界限值。结果表明，增加远红光间断辐照次数及单次辐照时长可显著促进水稻种子萌发及幼苗生长发育。下列说法错误的是（　　）

A.光作为一种信号，影响、调控植物生长、发育的全过程

B.水稻细胞内含有接收远红光信号的光敏色素

C.远红光可能促进水稻种子中赤霉素的合成

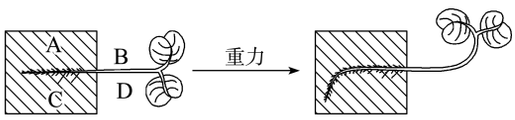
D.远红光可以为种子萌发过程提供能量

D　**解析**：根据研究结果“增加远红光间断辐照次数及单次辐照时长可显著促进水稻种子萌发及幼苗生长发育”，推断光可作为一种信号，影响、调控植物生长、发育的全过程，说明水稻细胞内含有接收远红光信号的光敏色素，A、B 正确；赤霉素能促进种子萌发，远红光促进水稻种子萌发的机理可能是促进了水稻种子中赤霉素的合成，C 正确；种子长出幼叶前不能进行光合作用，远红光不能为种子萌发过程提供能量，D 错误。

任务二 参与调节植物生命活动的其他环境因素

探究活动

种子萌发后，根向地生长，茎背地生长。如果将幼苗横过来，茎会弯曲向上生长，根则弯曲向下生长。



(1)在 A、B、C、D 四处，生长素浓度比较高的是哪些？为什么？细胞生长较快的是哪些？

提示：在图中 A、B、C、D 四处，生长素浓度比较高的是 C、D，因为是近地侧，由于重力作用，生长素向下运输。细胞生长较快的是 A、D。

(2)尝试利用“淀粉—平衡石假说”解释根的向地性。

提示：当根的放置方向发生改变时，平衡石细胞中的“淀粉体”沿重力方向沉降，引起植物体内一系列信号分子的改变，导致生长素沿重力刺激的方向不对称分布，近地侧的生长素浓度高于远地侧。近地侧生长素浓度高，生长受到抑制，远地侧生长素浓度低，生长受到促进，从而表现出根的向地性。

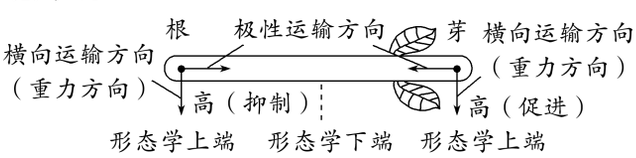
(3)从图中判断：茎和根中对生长素反应更敏感的是哪一部分？这有何意义？

提示：根。由于根对生长素的敏感性强，远地侧较低的生长素促进了该侧细胞的生长，近地侧较高的生长素抑制了该侧细胞的生长，从而使根表现出向地生长。

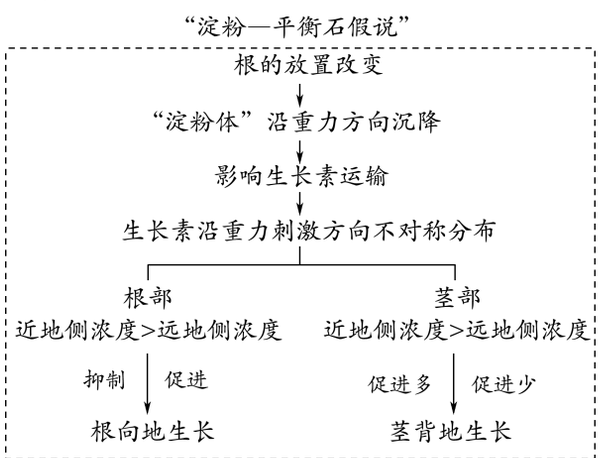
【探究总结】

植物茎的背地性和根的向地性与重力的关系

(1)表现

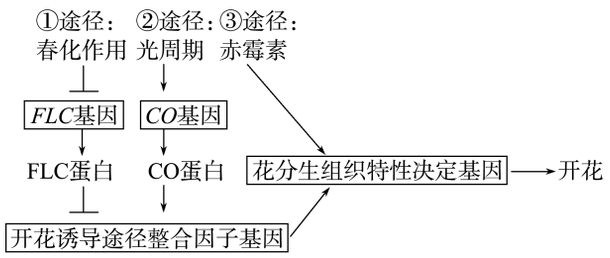


(2)原因



评价活动

1.拟南芥开花受多种因素调控，部分调控机制如图所示。下列叙述正确的是　　（　　）



注：→表示促进，⊣表示抑制；*FLC*与*CO*是调节开花的相关基因。

A.低温可促进FLC蛋白的合成，进而促进开花基因的表达

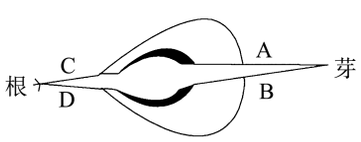
B.拟南芥CO蛋白的昼夜节律变化与光敏色素吸收转化光能有关

C.施用适量赤霉素可影响基因的选择性表达，促进拟南芥开花

D.基因、激素和环境等的共同调节是拟南芥开花的根本原因

C　**解析**：分析题图可知，途径①中春化作用（经过低温诱导促使植物开花）会抑制*FLC*基因的表达，*FLC*基因表达的FLC蛋白会抑制开花诱导途径整合因子基因的表达，A错误；光敏色素可以感知光信号，而非吸收转化光能，B错误；分析题图可知，施用赤霉素可促进花分生组织特性决定基因的表达，进而促进开花，C正确；拟南芥开花的根本原因是基因的选择性表达，D错误。

2.下图为横放萌发后的玉米种子，据图分析种子萌发过程中激素调节的相关内容，以下描述正确的是　　（　　）



A.在黑暗环境中一段时间后，根、茎分别出现不同的向性，此时生长受到抑制的是A、D侧

B.玉米种子萌发成幼苗过程中受赤霉素和生长素的调节作用且调节作用的原理相同

C.根、芽合成的生长素能从C侧运输到D侧，从A侧运输到B侧，反映了生长素极性运输的特点

D.玉米种子萌发初期，赤霉素含量增加，促进了淀粉的水解，为种子的萌发提供物质和能量

D　**解析**：在黑暗环境中一段时间后，根、茎分别出现不同的向性是因为根和茎对生长素的敏感度不同，此时只有根的近地侧D侧受到抑制作用，茎的弯曲是因为A侧生长素促进作用小于B侧，A错误；玉米种子萌发成幼苗过程中受赤霉素和生长素等多种激素的调节，但调节作用的原理不同，B错误；根、芽合成的生长素能从C侧运输到D侧，从A侧运输到B侧，是生长素的横向运输，不能反映生长素极性运输的特点，C错误；玉米种子萌发初期，赤霉素含量增加，能诱导淀粉酶的产生，促进了淀粉的水解，为种子的萌发提供物质和能量，D正确。

3.“淀粉—平衡石假说”是被普遍承认的一种解释重力对植物生长调节的机制。下列说法错误的是　　（　　）

A.植物对重力的感受是通过平衡石细胞来实现的

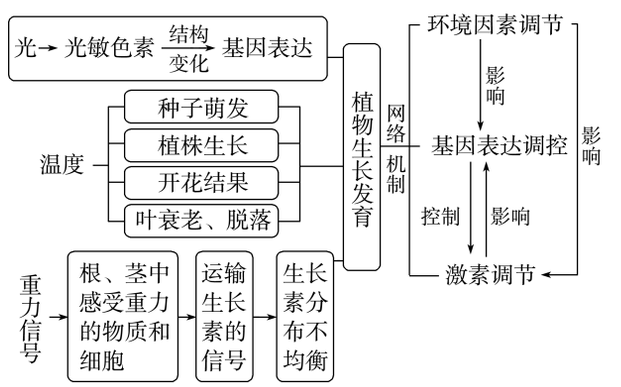
B.根尖中的平衡石细胞位于根尖的分生区

C.平衡石细胞中的“淀粉体”会沿着重力方向沉降

D.平衡石细胞可将重力信号转化为运输生长素的信号

B　**解析**：“淀粉—平衡石假说”认为植物对重力的感受是通过体内一类富含“淀粉体”的细胞，即平衡石细胞来实现的，A正确；根尖中的平衡石细胞位于根冠，B错误；平衡石细胞中的“淀粉体”会沿着重力方向沉降，影响生长素的运输，导致生长素沿着重力刺激的方向不对称分布，从而造成重力对植物生长的影响，C、D正确。

提质归纳



课后素养评价(二十三)

基础落实

知识点1　光对植物生长发育的调节

1.下列关于光对植物生长、发育调控的叙述,错误的是(　A　)

A.洋葱、番茄的种子需要在有光的条件下才能萌发

B.萌发需要光的种子一般较小,储藏的营养物质也很少

C.在黑暗的环境中培育的豆芽,不含叶绿素,茎比光下要长很多

D.菊、水稻要在白天短于一定的时长才能开花

2.水仙在我国已有一千多年栽培历史,为传统观赏花卉。水仙性喜温暖、湿润、排水良好的环境。当室外栽培的水仙被移入室内后,其体内会发生一系列变化,导致其徒长甚至倒伏。下列分析正确的是(　　)

A.水仙转入室内后不能发生向光性弯曲

B.水仙传递光信号的叶绿素的合成减少

C.强光促进了水仙花茎及叶的伸长生长

D.水仙光敏色素感受的光信号发生改变

D　**解析**:植物向光性由生长素分布不均引起,室内仍有单向光源(如窗户),水仙仍可发生向光性弯曲,A错误;叶绿素主要参与光合作用中的光能吸收,传递光信号的物质是光敏色素等受体蛋白,而非叶绿素,B错误;强光通常抑制茎秆伸长(促进矮壮),弱光(室内环境)才促进水仙茎叶伸长,导致徒长,C错误;光敏色素是感知红光和远红光的光受体,移入室内后光信号强度及光谱成分改变,影响光敏色素状态,进而调控相关基因表达,导致生长失衡,D正确。

知识点2　温度、重力对植物生长发育的调节

3.冬小麦是在头一年秋季播种萌发,以营养体(长出根、茎、叶的植物体)过冬,第二年夏初开花和结实。春天播下去的冬小麦虽然麦苗高度很快能赶上秋天播种的小麦,但不能开花结实。下列叙述错误的是(　A　)

A.冬小麦开花与否只与播种时间有关

B.经低温作用的冬小麦体内可能产生了影响开花的物质

C.越冬期小麦与春天拔节期小麦相比,体内脱落酸浓度更高

D.低温影响冬小麦开花是长期进化的结果

4.“淀粉—平衡石假说”认为植物依靠富含“淀粉体”的平衡石细胞感受重力的刺激。当根的放置方向改变时,平衡石细胞中的“淀粉体”就会沿着重力方向沉降,引起植物体内一系列信号分子的改变,如通过影响生长素的运输导致生长素沿着重力刺激的方向不对称分布,从而造成重力对植物生长的影响。下列叙述错误的是(　D　)

A.富含“淀粉体”的细胞可感受重力的方向

B.“淀粉体”能促进重力信号转换成运输生长素的信号

C.茎的近地侧生长素分布较多,细胞生长快,使茎背地生长

D.根的近地侧生长素分布较多,细胞生长快,使根向地生长

5.为研究春化作用对冬小麦开花的影响,科研人员选择两种冬小麦种子,进行不同天数的春化(4 ℃)处理后于同一天播种,统计冬小麦进入成花不同阶段所需的时间(天),结果见下表。下列分析正确的是(　　)

Vn/天	京东3号		京东1号	
	启动花分化	开花	启动花分化	开花
0	N	N	N	N
7	63	N	56	88
14	63	88	45	73
21	50	79	37	63
28	46	65	36	58

注:*Vn* 表示春化处理的天数,N表示未发生。

A.春化作用说明植物的生长发育过程仅受植物激素的调节

B.该实验中光照时间、土壤水分等属于无关变量,且无关变量不影响实验结果

C.如需在春天补种一批冬小麦,需将冬小麦低温处理适宜时间后进行播种

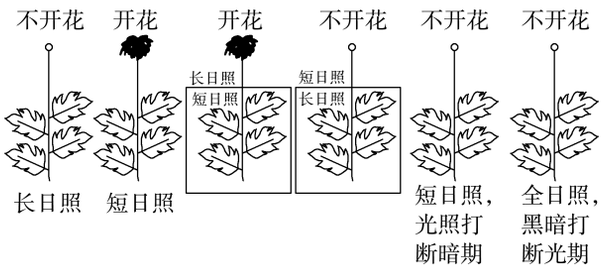
D.若要将春化处理的冬小麦种子播种后提前开花实现丰产,宜选京东3号

C　**解析**:春化作用需低温诱导,涉及环境因素(如温度)和植物激素(如赤霉素)的共同调节,并非仅受植物激素调节,A错误。实验中光照时间、土壤水分等属于无关变量,需保持相同且适宜,避免干扰实验结果,B错误。春化作用是冬小麦开花的必

要条件，春天播种时需先低温处理适宜天数以满足春化需求，否则不开花（$Vn=0$ 时均为 N），C 正确。由题表数据可知，在春化 28 天后京东 1 号开花需 58 天，京东 3 号开花需 65 天；春化 21 天后京东 1 号开花需 63 天，京东 3 号开花需 79 天，京东 1 号开花所需时间更短，更易提前开花丰产，D 错误。

能力提升

6. 科研人员研究了日照长短对菊花开花的影响，实验分组处理与结果如下图所示。下列叙述正确的是（　D　）



A. 菊花感受光照时间长短的部位是茎尖

B. 菊花感受光照时间长短的物质是一种植物激素

C. 持续每天光照总时长超过临界日长，菊花便能开花

D. 持续每天光照总时长小于临界日长，菊花不一定能开花

7. 在农业生产中，高低作物间作时，会引起植物相互遮阴，导致植物感受到的光照质量发生改变，称作荫蔽胁迫。某些植物受到荫蔽胁迫时会作出避阴反应，主要表现为植物茎节和叶柄伸长的速度加快。对避阴反应的调控机理进行研究，可为间作植物品种的选择提供理论依据。图 1 所示为某科研团队以拟南芥为材料进行相关研究的成果，回答有关问题：

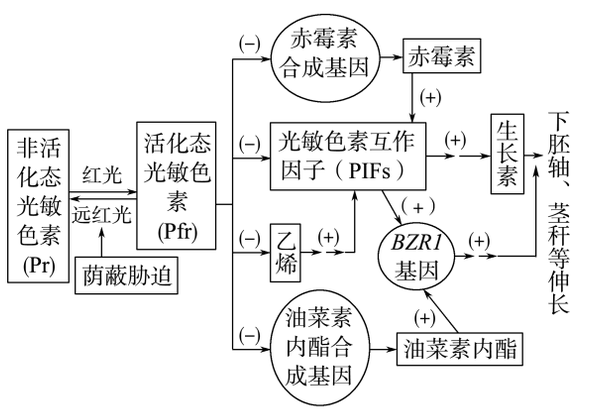


图1

注：“＋”表示促进，“－”表示抑制。

（1）光是植物进行光合作用的能量来源，也可以作为一种_____，影响、调控植物生长、发育的全过程。

（2）上述避阴反应的机理表明，下胚轴、茎秆等伸长是由_____、激素调节和环境因素调节共同完成的，且各种激素表现为_____作用。

（3）高低作物间作时，低位植物易受到荫蔽胁迫，接受的远红光/红光的值会_____，原因是_____。

（4）对番茄不同光受体的突变体实施荫蔽胁迫并进行表型检测，结果如图 2 所示。由此推测：荫蔽胁迫下，调控番茄幼苗节间伸长的主要光受体是_____，原因是_____。

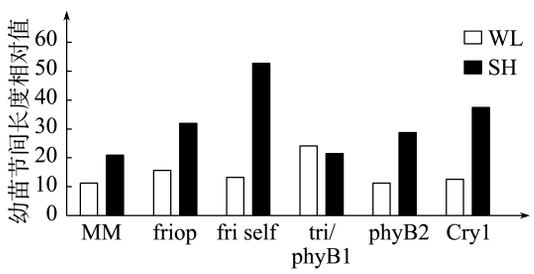


图2　白光、阴影下番茄光受体突变体的表型
（MM为野生型组，其他为相应受体的突变体组）

注：①WL 为对照组，SH 为荫蔽胁迫组；②friop、fri self、tri/phyB1、phyB2 为光敏色素，Cry1 为蓝光受体。

解析：（1）光不仅是植物进行光合作用的能量来源，还可以作为一种信号，影响、调控植物生长发育的全过程。（2）由题图可知，下胚轴、茎秆等伸长是由基因表达调控、激素调节和环境因素调节共同完成的。赤霉素和乙烯促进 PIFs 的生成，进而促进生长素的生成，油菜素内酯促进 *BZR1* 基因的表达，进而促进生长素的作用，即 4 种激素均能促进植物幼苗下胚轴、茎秆伸长，表现为协同作用。（3）荫蔽胁迫下，Pfr 在远红光的作用下形成 Pr，此时接受的远红光/红光的值会增大。（4）除 tri/phyB1 突变组在荫蔽胁迫下幼苗节间长度短于对照组外，其余各组均为突变组在荫蔽胁迫下幼苗节间长度大于对照组，因此可判断荫蔽胁迫下，调控番茄幼苗节间伸长的主要光受体是 tri/phyB1。

答案：（1）信号　（2）基因表达的调控　协同

（3）增大　荫蔽胁迫下，Pfr 在远红光下转化为 Pr

（4）tri/phyB1　突变体的幼苗节间长度小于对照组，其余突变体的幼苗节间长度均大于对照组

★★★

迁·移·应·用

活动　深度理解光照对植物生命活动的调控

【真题呈现】

(2025·广西卷)植物光敏色素 phyB 通常有 Pr 和 Pfr 两种构型,Pr 吸收红光后转化为 Pfr,但 Pfr 吸收远红光后又可逆转为 Pr。遮阴会使环境中红光与远红光比值下降。下列分析错误的是　　(　　)

A.Pr 吸收红光转化为 Pfr 不属于蛋白质变性

B.茎尖分生区细胞 phyB 含量比叶表皮细胞多

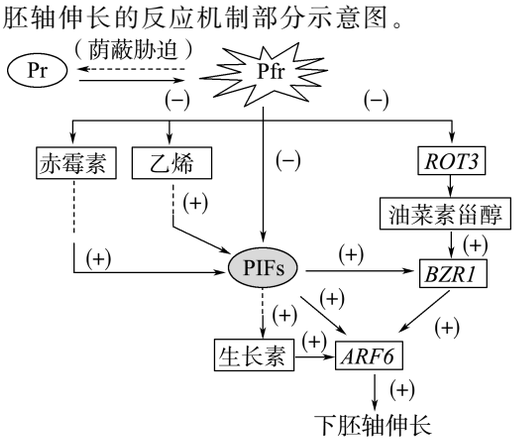
C.茎尖向光侧细胞的 Pfr 与 Pr 比值比背光侧大

D.茎尖向光侧细胞的 Pr 会与 IAA 结合抑制生长

D　**解析**:Pr 吸收红光转化为 Pfr 是构象变化,未破坏蛋白质的空间结构,因此不属于变性,A 正确;光敏色素主要分布在分生组织等代谢活跃区域,茎尖分生区细胞比叶表皮细胞生理活动更旺盛,所以茎尖分生区细胞 phyB 含量比叶表皮细胞多,B 正确;遮阴会使环境中红光与远红光比值下降,Pfr 吸收远红光逆转为 Pr,导致 Pfr/Pr 的值减小,所以茎尖向光侧细胞的 Pfr 与 Pr 比值比背光侧大,C 正确;Pr 通过信号转导调控基因表达,间接影响 IAA 合成或分布,而非直接与 IAA 结合抑制生长,D 错误。

【真题溯源】

植物生长发育与光信号密切相关。农业生产中,高低作物间作模式会导致“荫蔽胁迫”,低位作物主要通过光敏色素 B(phyB)感知该环境中红光与远红光比值(R∶FR)的降低,从而引发一系列生物学效应,导致低位作物的产量和品质下降。下图为光调控幼苗下胚轴伸长的反应机制部分示意图。



注:PIFs是一类具有调控基因转录作用的蛋白质,*ROT3*、*BZR1*和*ARF6*均为基因。

【情境发掘】

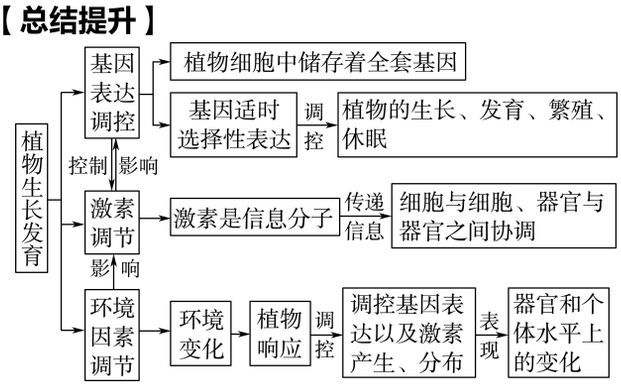
1.图中 4 种激素在调控下胚轴伸长方面表现为_____作用。已知 phyB 存在非活化(Pr)和活化(Pfr)两种形式。请分析,正常光照环境下,光信号如何调节幼苗下胚轴的伸长?

提示:协同(或促进)　正常光照环境下,R∶FR 较高,phyB 主要以活化(Pfr)形式存在,其可进入细胞核,通过抑制 PIFs 与 *BZR1*、*ARF6* 的启动子结合,来调控基因的转录,抑制幼苗下胚轴的伸长。

2.荫蔽胁迫下,phyB 主要以非活化(Pr)形式存在,由此减弱对 PIFs 的抑制作用,导致幼苗下胚轴过度伸长。已知荫蔽胁迫导致萌发后生长阶段的下胚轴、叶柄及茎秆的过度伸长,这有利于植物获得更多光照,以适应荫蔽胁迫环境。据此分析:高低作物间作模式下低位作物产量降低的原因是什么?

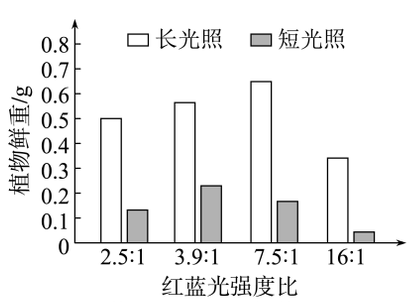
提示:更多的(营养)物质和能量供给下胚轴、叶柄及茎秆生长。

【总结提升】



【变式训练】

1.(2025·福建卷)为研究光照对培养箱中拟南芥生长的影响,科研人员在总光强相同的情况下设置了不同的红蓝光强度比,并改变光照时间,进行相关实验,部分结果如图所示。下列叙述正确的是　　(　　)



A.蓝光不能作为信号调控拟南芥生长

B.拟南芥叶绿素 b 的吸收光谱受光照时长的影响

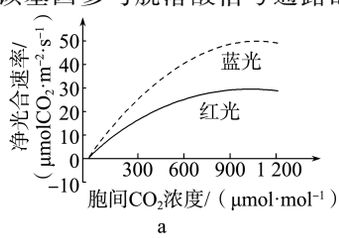
C.适当调高 16∶1 组的蓝光比例有利于拟南芥生长

D.不同光照时间下促进拟南芥生长的最佳红蓝光强度比相同

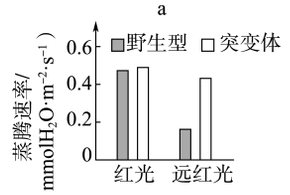
C　**解析**:蓝光是植物重要的光信号之一(如蓝光受

体参与向光性、气孔开放等调控），能作为信号调控拟南芥生长，A错误。叶绿素b的吸收光谱是其自身的理化特性，由分子结构决定，不受光照时长的影响，B错误。由题图可知，红蓝光强度比为16∶1时，拟南芥鲜重低于红蓝光强度比为2.5∶1、3.9∶1、7.5∶1组。若适当调高16∶1组的蓝光比例，红蓝光强度比会下降，有利于拟南芥生长，C正确。长光照下，促进拟南芥生长的最佳红蓝光强度比约为7.5∶1；短光照下，促进拟南芥生长的最佳红蓝光强度比约为3.9∶1。因此，不同光照时间下最佳红蓝光强度比不同，D错误。

2.（2025·广东卷）我国科学家以不同植物为材料，在不同光质条件下探究光对植物的影响。测定了番茄的光合作用相关指标并拟合CO_2响应曲线（图a）；比较了突变体与野生型水稻水分消耗的差异（图b），鉴定出突变体发生了*PILI5*基因的功能缺失，并确定该基因参与脱落酸信号通路的调控。



a



注：红光下植物的相关反应与白天相似，远红光下植物的相关反应与夜间相似。

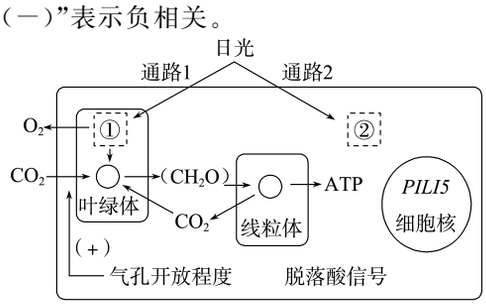
b

回答下列问题：

（1）图a中，当胞间CO_2浓度在900～1 200 μmol·mol^{-1}范围时，红光下光合速率的限制因子是_____，推测此时蓝光下净光合速率更高的原因是_____。

（2）图b中，突变体水稻在远红光与红光条件下蒸腾速率接近，推测其原因是_____。

（3）归纳上述两个研究内容，总结出光影响植物的两条通路（图c）。通路1中，①吸收的光在叶绿体中最终被转化为_____。通路2中吸收光的物质②为_____。用箭头完成图c中②所介导的通路，并在箭头旁用“（+）”或“（−）”标注前后两者间的作用，“（+）”表示正相关，“（−）”表示负相关。



c

（4）根据图c中相关信息，概括出植物利用光的方式：_____。

解析：（1）当胞间CO_2浓度在900～1 200 μmol·mol^{-1}范围时，由题图a中红光曲线来看，随着CO_2浓度增加，光合速率不再上升，说明此时CO_2浓度不是限制因子，可能是光质因素限制了光合速率。蓝光下净光合速率更高的原因可能是蓝光可被叶绿素和类胡萝卜素吸收，而红光只能被叶绿素吸收，蓝光被光合色素吸收的效率更高，或是蓝光能够促进光合作用中某些关键酶的活性等。（2）已知红光下植物的相关反应与白天相似，远红光下植物的相关反应与夜间相似，突变体发生了*PILI5*基因的功能缺失，且该基因参与脱落酸信号通路的调控。突变体水稻在远红光与红光条件下蒸腾速率接近，原因可能是突变体中*PILI5*基因功能缺失，使得脱落酸信号通路对气孔的调控作用减弱，导致在不同光质（远红光和红光）下气孔开放程度变化不大，从而使蒸腾速率接近。（3）通路1中，①为光合色素，吸收的光在叶绿体中最终被转化为有机物中的化学能（先储存在ATP和NADPH中，最终储存在有机物中）。通路2中吸收光的物质②为光敏色素。由于突变体发生*PILI5*基因功能缺失后，在远红光与红光条件下蒸腾速率接近，可推测光敏色素吸收光信号后，通过影响*PILI5*基因的表达，进而影响脱落酸信号通路，对气孔开放程度进行调控。题图b中突变体在远红光和红光下蒸腾速率变化不大，野生型在红光条件下蒸腾速率较大，可推断在白天红光情况下，*PILI5*基因表达是被抑制的，*PILI5*基因与脱落酸信号通路是正相关，脱落酸信号通路与气孔开放程度是负相关，即光敏色素$\xrightarrow{(-)}$*PILI5*基因$\xrightarrow{(+)}$脱落酸信号通路$\xrightarrow{(-)}$气孔开放程度。（4）根据题图c中相关信息，植物一方面通过叶绿体中的光合色素吸收光能，将其转化为化学能用于光合作用合成有机物；另一方面通过光敏色素吸收光信号，调控基因（如*PILI5*基因）表达，进而影响植物的生理过程（如通过脱落酸信号通路调控气孔开放程度）。

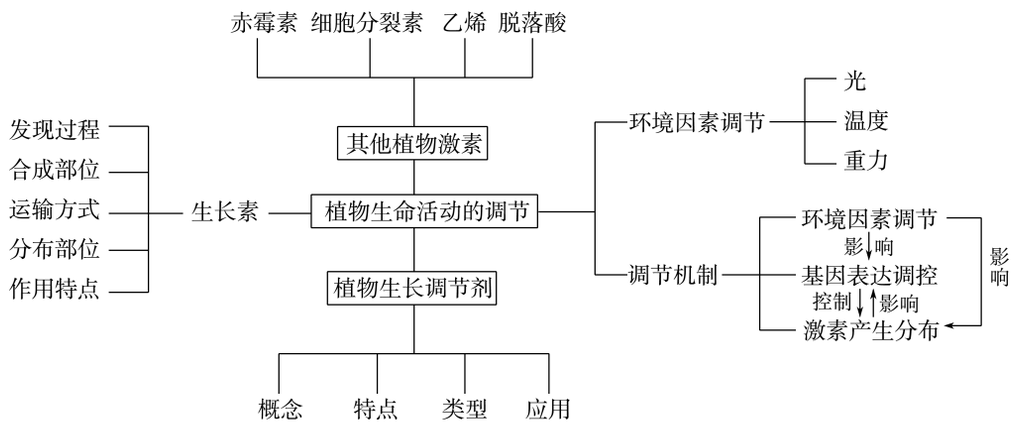
答案：（1）光质　光合色素吸收蓝光的效率更高（或蓝光能促进光合作用相关酶的活性等，合理即可）

（2）突变体中*PILI5*基因功能缺失，阻断了光信号对气孔开放程度的调控，使得气孔开放程度在远红光和红光条件下无明显差异　（3）有机物中的化学能　光敏色素　②$\xrightarrow{(-)}$*PILI5*$\xrightarrow{(+)}$脱落酸信号$\xrightarrow{(-)}$气孔开放程度　（4）通过叶绿体中的光合色素吸收光能用于光合作用合成有机物；通过光敏色素吸收光信号调控基因表达，影响植物生理过程

★★★

重·构·拓·展

多维体系构建



学科视野拓展

植物生长调节剂千万不能乱用

药害问题是植物生长调节剂使用过程中最突出的问题，下面通过几个真实的作物药害案例来解析植物生长调节剂药害的原因。

1.使用时期不正确

植物生长调节剂的使用时期有严格的要求，一旦施药时期不当，就会产生药害，轻则减产，重则颗粒无收。

案例1：调吡脲在西瓜上的应用。

西瓜膨大素的主要成分是氯吡脲，又名调吡脲、吡效隆，其正确使用时期是在西瓜开花当天或前后1 d，以10～20 μg/g的浓度沾瓜胎。当西瓜直径超过15 cm时就不能再用，否则就会产生药害，具体表现为西瓜空心、瓜瓤松散、甜度下降、口感不佳等，更严重的就会导致西瓜炸裂。同时，由于氯吡脲不具有传导性，如果沾瓜不均匀，很容易造成畸形瓜。

2.使用剂量不正确

每种植物生长调节剂的使用剂量都有严格的限制，用低了达不到效果，用高了就会产生药害。

案例2：乙烯利在葡萄上的应用。

乙烯利对促进葡萄着色有很好的功效，葡萄品种不同，使用浓度稍有差别。比如巨峰葡萄，在开始成熟时以250～300 μg/g浓度的乙烯利喷施果穗，可以提早6～8 d成熟，统一着色好，但若使用乙烯利浓度不当，果粒与果柄之间会产生离层而导致落粒。因此要掌握好浓度，分期喷药、分期采收、分期销售，以免造成损失。如果在生产中盲目提高使用浓度，将不同品种、不同生长周期的葡萄统一喷施过高浓度的乙烯利，将导致未完全成熟的葡萄大量落粒现象。

◇**思考**

1.植物生长调节剂究竟好不好？谈谈你的看法。

2.我们该如何正确使用植物生长调节剂呢？

单元质量评估(五)

(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。每小题只有一个选项符合题目要求。

1.下列关于生长素的说法,正确的是　　(　B　)

A.单侧光会引起胚芽鞘尖端产生生长素,并使背光侧生长素含量高于向光侧

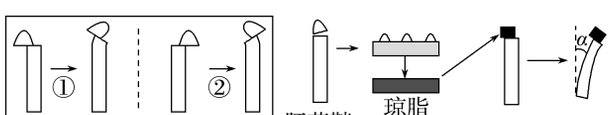
B.生长素从胚芽鞘尖端运输至尖端下部的过程中需要消耗能量

C.生长素的化学本质是吲哚乙酸,由色氨酸在核糖体上经一系列转变生成

D.生长素可与有关基因结合,诱导特定基因的表达,从而产生效应

2.在发现生长素的过程中,拜尔和温特分别设计了巧妙的实验并得出结论,下列叙述错误的是

(　　)



A.拜尔实验需在黑暗条件下进行,以排除光照对胚芽鞘尖端生长素分布的影响

B.温特实验中生长素在琼脂块中的横向运输导致了去尖端的胚芽鞘的弯曲生长

C.拜尔实验能够证明胚芽鞘弯曲生长是因为尖端产生的影响在其下部分布不均匀

D.可能有两个含有不同浓度生长素的琼脂块使温特实验中的α角的度数相同

B　**解析:**拜尔实验需在黑暗条件下进行,这样可以排除光照对胚芽鞘尖端生长素分布的影响,A正确;温特实验中生长素在琼脂块中没有发生横向运输,因为琼脂块中的生长素向下运输,所以去尖端的胚芽鞘弯曲生长,B错误;拜尔将胚芽鞘尖端放在去尖端的胚芽鞘的一侧,观察到胚芽鞘向对侧弯曲生长,该实验能够证明胚芽鞘弯曲生长是因为尖端产生的影响在其下部分布不均匀,C正确;在最适生长素浓度的两侧,存在两个不同的生长素浓度,促进效果相同,所以可能有两个含有不同浓度生长素的琼脂块使温特实验中的α角的度数相同,D正确。

3.植物生长发育受多种植物激素和环境因素的共同影响,下列叙述错误的是　　(　C　)

A.在植物幼嫩的叶中色氨酸经过一系列反应可转变成生长素

B.赤霉素可以促进种子萌发,脱落酸可以抑制种子萌发

C.油菜素内酯可直接参与细胞代谢,促进茎、叶细胞的扩展和分裂

D.细胞分裂素可促进芽的分化、侧枝发育、叶绿素合成

4.植物生长调节剂是由人工合成的,对植物的生长、发育有调节作用的化学物质,在农业生产中有着广泛的应用。下列相关叙述正确的是　　(　D　)

A.用脱落酸类似物喷洒植物叶片可促进气孔的开放,提高植物的蒸腾速率

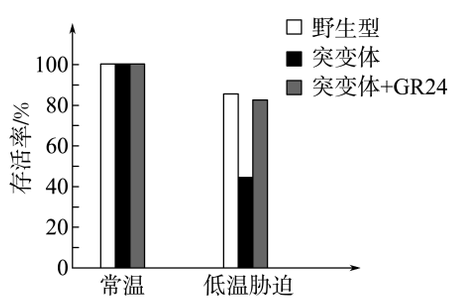
B.用赤霉素类调节剂处理拔节期高粱可降低其株高,提高植株的抗倒伏性

C.用乙烯利溶液浸泡刚采摘的香蕉可促进其发育,提高果实的产量

D.用生长素类似物处理椴树插条可促进其生根,提高扦插的成活率

5.温度是影响植物生长发育的重要环境因子,低温胁迫严重威胁植物生长发育、作物的产量和品质。独脚金内酯(SL)是一种类胡萝卜素植物激素,可以抑制侧枝生长并参与调控低温胁迫的响应过程,GR24是人工合成的SL类似物。下图所示为某科研团队利用野生型拟南芥植株和SL合成突变体植株进行的部分实验结果,下列说法错误的是

(　B　)



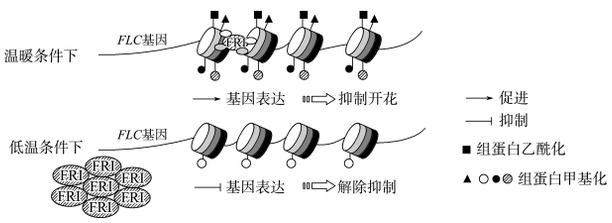
A.植物可通过减少细胞内自由水含量来提高其抵御低温胁迫的能力

B.独脚金内酯可参与细胞代谢,具有原料广泛、效果稳定等优点

C.在抑制侧枝生长方面,独角金内酯可能与生长素具有协同作用

D.GR24有利于减轻低温伤害,提高拟南芥植物的低温耐受性

6.某植物的春化作用与 *FRI* 基因和 *FLC* 基因有关，该过程的分子机制如下图所示，其中 *FRI* 基因编码的 FRI 蛋白在低温下易形成凝聚体。下列叙述错误的是（ A ）



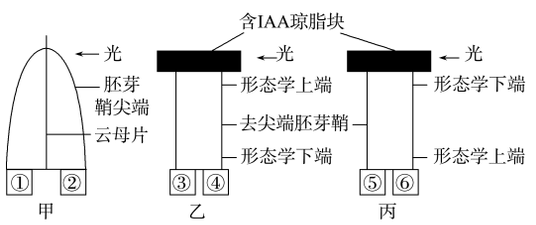
A.低温诱导促进植物开花的作用称为春化作用，植物都需要经过春化作用才能开花

B.温暖条件下，游离的 FRI 蛋白能使 FLC 染色质的组蛋白乙酰化和甲基化，进而促进 *FLC* 基因表达，抑制开花

C.低温条件下，FRI 蛋白易形成凝聚体，FLC 染色质的组蛋白甲基化程度因此变低，*FLC* 基因表达被抑制，从而解除开花抑制

D.植物开花还受光的调控，光照时光敏色素主要吸收红光和远红光，其结构发生变化，该变化经信息传递影响植物的开花

7.下图为研究生长素（IAA）产生部位及运输方向的实验。初始时，琼脂块①～⑥不含 IAA，下列对实验结果的表述，错误的是（ ）



A.如果①和②中能检测到生长素，则说明胚芽鞘尖端可以产生生长素

B.图甲中虽然有单侧光照，但①②中的生长素浓度理论上应该相等

C.图乙中由于有单侧光照，所以③中的生长素浓度高于④

D.图乙和图丙对照能证明生长素的运输方向是从形态学上端到形态学下端

C **解析**：因为胚芽鞘尖端是产生生长素的部位，且生长素能通过极性运输运至胚芽鞘尖端下部，所以若①和②中能检测到生长素，则说明胚芽鞘尖端可以产生生长素，A 正确；在题图甲中，虽然有单侧光照，但由于云母片阻止了生长素的横向运输，所以生长素不会在胚芽鞘尖端发生横向运输，①②中的生长素浓度理论上应该相等，B 正确；题图乙中③和④琼脂块中都含有生长素，生长素能从形态学上端向形态学下端运输，因为胚芽鞘没有尖端，不能感受单侧光刺激，生长素不会发生横向运输，所以③中的生长素浓度与④中的相等，C 错误；若结果是题图乙中③和④含有生长素，题图丙中⑤和⑥不含生长素，通过对照能证明生长素的运输方向是从形态学上端到形态学下端，D 正确。

8.拟南芥的 ABCB19 蛋白一直被认为是生长素的运输蛋白，我国科学家发现，ABCB19 蛋白缺失突变体植株与其他生长素运输蛋白缺失突变体植株的表型并不完全一致。研究人员发现油菜素内酯能显著促进 ABCB19 蛋白能量的消耗，并进一步追踪到了 ABCB19 蛋白运输油菜素内酯的过程。下列相关叙述正确的是（ ）

A.ABCB19 蛋白缺失突变体植株与其他生长素运输蛋白缺失突变体植株的组别构成相互对照实验，不需要另设对照组

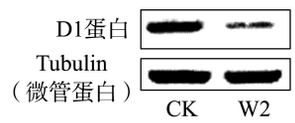
B.ABCB19 蛋白既能运输生长素又能运输油菜素内酯，不具有特异性

C.油菜素内酯具有促进花粉管伸长、种子萌发、果实发育等不同于生长素的作用

D.植物生长发育的调控，是由基因表达调控、激素调节和环境因素调节共同完成的

D **解析**：ABCB19 蛋白缺失突变体植株与其他生长素运输蛋白缺失突变体植株的组别构成相互对照实验，需要另设对照组比较不同生长素运输蛋白缺失突变体植株表型的变化，A 错误；ABCB19 蛋白能选择性运输生长素和油菜素内酯，具有特异性，B 错误；生长素也具有促进种子萌发、果实发育的作用，C 错误；植物的正常生长发育需要各个器官、组织、细胞之间的协调和配合，植物生长发育的调控，是由基因表达调控、激素调节和环境因素调节共同完成的，D 正确。

9.小麦是我国的主要农作物，强光照射下存在明显的光抑制（光能过剩导致光合速率降低）现象，原因是强光照会导致由色素和蛋白质组成的光系统Ⅱ发生损伤，进而抑制叶片的光合作用。D1 蛋白是对光系统Ⅱ活性起调节作用的关键蛋白，使用蛋白质凝胶电泳技术检测不同光照条件下的 D1 蛋白含量，结果如图 1 所示。水杨酸（SA）是一种与植物抗热性有关的植物激素，用适宜浓度的 SA 喷洒小麦叶片后，测定两种光照条件下的 D1 蛋白含量，结果如图 2 所示。下列分析错误的是（ ）



CK：适宜光照强度照射2 h
W2：较强光照强度照射2 h

图1

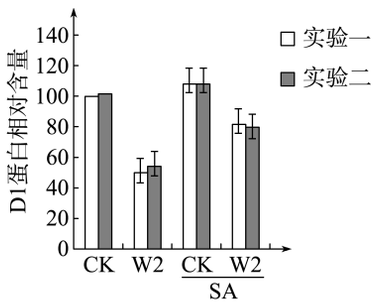


图2

A.光系统Ⅱ发生损伤，影响光反应速率进而抑制叶片光合作用速率

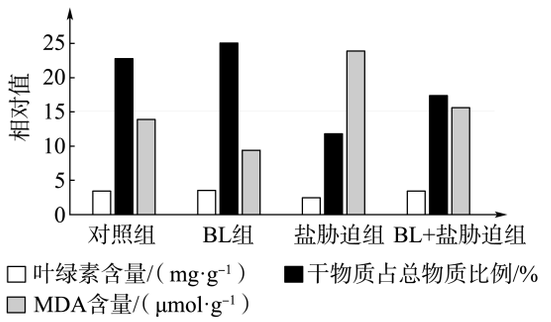
B.较强光照使细胞中D1蛋白的含量降低，导致光系统Ⅱ活性降低

C.SA能降低较强光照造成的D1蛋白含量及光系统Ⅱ活性降低程度

D.提高叶绿素含量、喷洒适宜浓度的水杨酸均可有效减轻光抑制

D　**解析**：光系统Ⅱ由色素和蛋白质组成，光系统Ⅱ发生损伤，影响对光能的吸收，从而影响光反应速率，进而抑制叶片光合作用速率，A正确；D1蛋白是对光系统Ⅱ活性起调节作用的关键蛋白，由题图1可知，与适宜光照条件相比，较强光照条件下，D1蛋白含量低，说明较强光照会导致D1蛋白含量下降，因此，较强光照使细胞中D1蛋白的含量降低，导致光系统Ⅱ活性降低，B正确；分析题图2可知，喷洒SA后，D1蛋白相对含量升高，说明喷洒适宜浓度的SA会降低较强光照造成的D1蛋白含量及光系统Ⅱ活性降低程度，C正确；光抑制的主要原因是强光使D1蛋白含量下降，导致光系统Ⅱ受损，用适宜浓度的SA喷洒小麦叶片后，可缓解较强光照造成的D1蛋白含量降低，因此，要有效减轻光抑制，从外源因素考虑，可喷洒适宜浓度的水杨酸，从分子水平考虑，可通过提高D1蛋白的含量来实现，D错误。

10. 已知外源油菜素内酯（BL）可促进植株 *BL* 基因的表达，为探究喷洒BL在花生幼苗抗盐胁迫过程中的作用，某实验小组进行了相关实验，结果如下图所示。下列分析错误的是（　　）



注：MDA为细胞膜过氧化产物，其含量可反映细胞受损程度。

A.BL在植株体内含量很少，但具有重要的调节作用

B.喷洒一定量的外源BL有助于促进植物生长

C.盐胁迫可能会对叶绿体的某些结构造成损伤

D.植株 *BL* 基因的表达产物不利于植株适应盐胁迫环境

D　**解析**：油菜素内酯（BL）是植物激素，激素在植物体内含量很少，但具有重要的调节作用，A正确；与对照组相比，BL组干物质占总物质比例增加，说明喷洒一定量的外源BL有助于促进植物生长，B正确；盐胁迫组的叶绿素含量降低，而叶绿素位于叶绿体的类囊体薄膜上，据此推测盐胁迫可能会对叶绿体的某些结构造成损伤，C正确；BL＋盐胁迫组的叶绿素和干物质含量高于盐胁迫组，BL＋盐胁迫组的MDA含量低于盐胁迫组，说明植株 *BL* 基因的表达产物有利于植株适应盐胁迫环境，D错误。

11. 我国宋代著作《种艺必用》记载了一种促进空中压条生根的方法：“凡嫁接矮果及花，用好黄泥晒干，筛过，以小便浸之。又晒干，筛过，再浸之。又晒又浸，凡十余次。以泥封树枝……则根生。”下列有关该方法的分析，不正确的是（　　）

A.黄泥具有较强的吸附性和保湿能力，能为枝条生根提供稳定的水分和支撑环境

B.小便中含有生长素等物质，可刺激细胞分裂与分化，诱导根的形成

C.“又晒又浸，凡十余次”的目的是增加黄泥中的无机盐含量，促进生根

D.该方法与现代园艺中利用植物生长调节剂处理插条的原理有相似之处

C　**解析**：黄泥经处理后结构疏松，保水透气，有利于枝条生根，A正确；小便中含有微量生长素和尿素，可刺激细胞分裂与分化，对植物生根有促进作用，B正确；“又晒又浸”反复处理的主要目的是通过浸尿—晒干的过程使黄泥充分吸附小便中的活性物质（如生长素），C错误；现代园艺常用植物生长调节剂促进插条生根，与该方法的原理相似，D正确。

12.图1表示不同植物生长单位长度所需时间与生长素浓度的关系，图2为不同浓度的生长素对植物生长的影响曲线。下列叙述不正确的是　（　　）

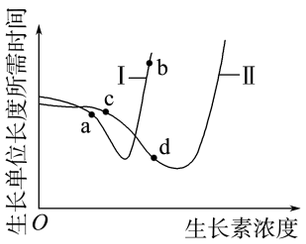


图1

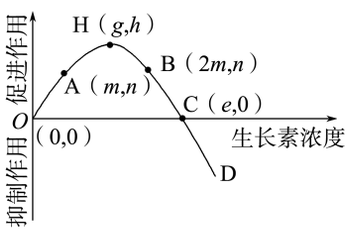


图2

A.图1和图2中曲线的变化情况都能够反映生长素在浓度较低时促进生长，在浓度过高时抑制生长

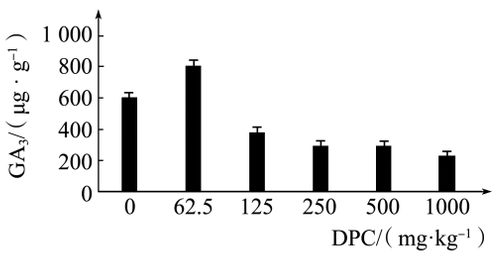
B.图1中曲线Ⅰ、Ⅱ的最低点和图2中的H点对应的生长素浓度均为促进相应植物生长的最适浓度

C.若图1中的a点对应的生长素浓度为图2中的m，则b点对应的生长素浓度大于e

D.若图1中的c点对应的生长素浓度为图2中的m，则d点对应的生长素浓度应大于g小于$2m$

D　**解析**：题图1和题图2中曲线的变化情况都能够反映生长素在浓度较低时促进生长，在浓度过高时抑制生长，A正确。题图1中，曲线Ⅰ、Ⅱ的最低点均表明相应植物生长单位长度所需时间最短，对应最适生长素浓度；题图2中的H点表示生长素对植物生长的促进作用最大，对应的g是生长素促进相应植物生长的最适浓度，B正确。题图1中的a点对应的生长素浓度对相应植物生长起促进作用，b点对应的生长素浓度对相应植物生长起抑制作用；题图2中生长素浓度为m时对植物生长起促进作用，生长素浓度大于e时对植物生长起抑制作用。因此，若a点对应的生长素浓度为题图2中的m，则b点对应的生长素浓度大于e，C正确。题图1中的c、d两点对应的生长素浓度对相应植物生长均起促进作用，d点的促进作用更大且d点在最适浓度之前；若c点对应的生长素浓度为题图2中的m，则d点对应的生长素浓度介于m与g之间，D错误。

13.缩节胺（DPC）是一种植物生长调节剂，可以调节大豆节间生长、矮化株高并塑造良好株型。科研人员测定了不同浓度缩节胺对大豆叶片中赤霉素（GA_3）含量的影响，结果如下图所示。下列相关叙述正确的是　（　　）



A.调控植株矮化的最适宜DPC浓度为62.5 mg·kg^{-1}

B.缩节胺对赤霉素合成的作用具有在浓度较低时促进生长、浓度过高时抑制生长的特点

C.缩节胺可以促进与赤霉素、生长素等合成有关的基因的表达

D.赤霉素和缩节胺的合成部位主要是幼根和幼芽

B　**解析**：由题图可知，DPC浓度为62.5 mg·kg^{-1}时赤霉素含量高于对照组，赤霉素具有促进植株伸长的作用，故DPC浓度为62.5 mg·kg^{-1}时未起到矮化作用，A错误；题图中DPC浓度为62.5 mg·kg^{-1}时赤霉素含量高于对照组，DPC浓度大于125 mg·kg^{-1}时赤霉素含量低于对照组，故可知缩节胺对赤霉素合成的作用具有在浓度较低时促进生长、浓度过高时抑制生长的特点，B正确；题图中DPC浓度为62.5 mg·kg^{-1}时赤霉素含量高于对照组，说明低浓度的缩节胺可以促进与赤霉素合成有关的基因的表达，但并未说明与生长素的关系，C错误；赤霉素的合成部位是幼芽、幼根和未成熟的种子等幼嫩部分，而DPC是一种植物生长调节剂，是人工合成的化学物质，D错误。

14.水稻在成熟期如遇连续阴雨不能及时收获，常出现部分种子在穗上发芽的现象，影响产量和品质。科学家找到了调控水稻穗发芽的两个“开关”——*SD6*基因和*ICE2*基因，并分析了这两个基因与脱落酸（ABA）相关基因的关系（如图1），以及温度对这两个基因表达的影响（如图2）。下列相关叙述错误的是　（　　）

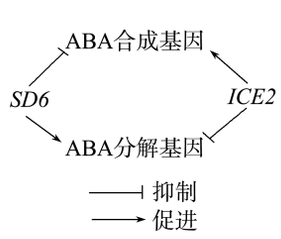


图1

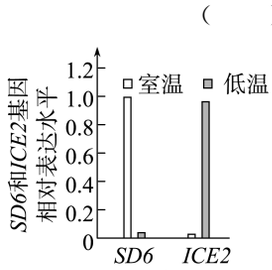


图2

A.影响种子萌发的激素有脱落酸、赤霉素、油菜素内酯等

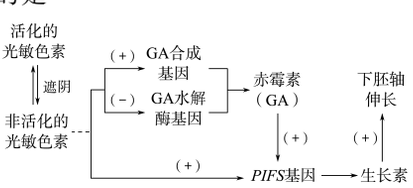
B.根据图1和图2分析，水稻种子在室温下更容易萌发

C.敲除了*SD6*基因的水稻种子更容易发生穗上发芽

D.连续阴雨可能影响种子水分含量及植物内源激素的平衡

C　**解析**：影响种子萌发的有脱落酸、赤霉素、油菜素内酯等多种激素，其中脱落酸抑制种子萌发，赤霉素和油菜素内酯促进种子萌发，A正确；室温下*SD6*基因高水平表达，*ICE2*基因表达被抑制，脱落酸含量降低，利于种子萌发，B正确；敲除*SD6*基因对脱落酸合成的抑制减弱，脱落酸含量升高，不容易发生穗上发芽，C错误；连续阴雨，环境中湿度和水分增加，影响植物内源激素的含量，D正确。

15. 光敏色素是植物细胞内的一类光受体，存在活化与非活化两种状态。在受到光照射时，光敏色素的结构会发生变化，这一变化的信息会经过信息传递系统传导到细胞核内，影响特定基因的表达，从而表现出生物学效应。光通过光敏色素调控某植物下胚轴生长的部分机制如下图所示。下列说法错误的是（　　）



注：(+)表示促进，(−)表示抑制。

A.光敏色素是一类蛋白质，主要分布在植物的叶肉细胞中

B.接受光刺激后光敏色素以活化状态存在，该状态不利于*PIFS*基因的表达

C.植物从光照适宜的环境转移到黑暗环境中，赤霉素(GA)的含量增加

D.在细胞水平上，GA与生长素均可促进细胞伸长进而促进下胚轴伸长

A　**解析**：光敏色素是一类蛋白质(色素—蛋白复合体)，分布在植物的各个部位，其中在分生组织的细胞内比较丰富，A错误；接受光刺激后光敏色素以活化状态存在，该状态不利于*PIFS*基因的表达，B正确；将该植物从光照适宜的环境转移到黑暗环境中，光敏色素以非活化的状态存在，促进GA合成基因的表达，并抑制GA降解酶基因的表达，从而使赤霉素含量增加，C正确；生长素和赤霉素促进植物生长的机理都是促进细胞伸长，D正确。

二、非选择题：本题共5小题，共55分。

16.（10分）科学家认为，离层两侧生长素浓度梯度影响器官脱落，被称为生长素的梯度学说，如图1所示。此外，科学家还证明有些果实的自然脱落与生长素含量的降低也密切相关。图2为叶离层的部位示意图。回答下列问题：

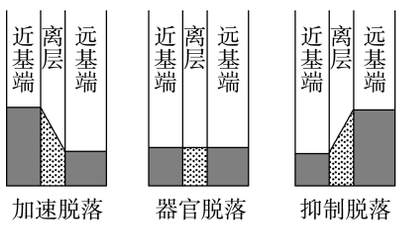


图1

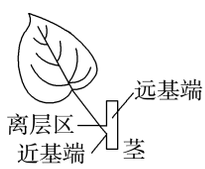


图2

(1)生长素影响植物生长的生理作用特点是_____。

当叶片远基端的生长素浓度与近基端的生长素浓度的比值_____(填“高”或“低”)时，器官加速脱落。幼叶和幼果一般不脱落的主要原因是_____。

(2)用一定浓度的IAA(生长素)处理菜豆叶片，若处理位点在近基端，则表现为_____(填“促进”或“抑制”)脱落；若处理位点在远基端，则表现为_____(填“促进”或“抑制”)脱落。

(3)喷施10～50 μg/g萘乙酸(生长素类调节剂)，若在果实采摘前喷施，则表现为_____(填“促进”或“抑制”)脱落；若在花期喷施，则表现为_____(填“促进”或“抑制”)脱落。

解析：(1)生长素影响植物生长的特点是浓度较低时促进生长，浓度过高时抑制生长。从题图1中可以看出，当器官远基端的生长素浓度与近基端生长素浓度的比值低时，加速器官脱落；比值高时，则抑制脱落。生长素集中分布在生长旺盛的部位，植物幼叶和幼果中含有较多的生长素，故一般不会脱落。(2)用一定浓度的IAA(生长素)处理菜豆叶片，若处理位点在近基端，则叶片的近基端比远基端生长素浓度高，表现为促进脱落；若处理位点在远基端，则远基端生长素浓度高于近基端，表现为抑制脱落。(3)生长素可促进果实发

育，采摘果实前施加萘乙酸等生长素类调节剂，则会促进果实发育而表现为抑制脱落，而在花期喷施较高浓度的生长素则起到疏花疏果的作用，表现为促进脱落。

答案：(1)浓度较低时促进生长，浓度过高时抑制生长　低　生长素含量较多　(2)促进　抑制　(3)抑制　促进

17.(11分)气孔是由保卫细胞以及孔隙所组成的结构，是植物与外界进行气体交换的门户，影响着植物的光合作用、蒸腾作用等。保卫细胞吸水时气孔开放，失水时气孔关闭，气孔开闭与以下几种调节机制有关。回答下列问题：

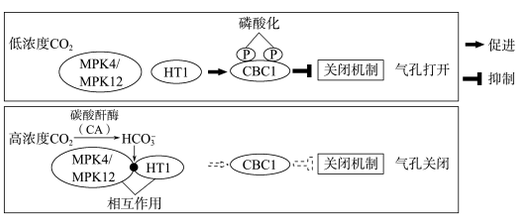


图1

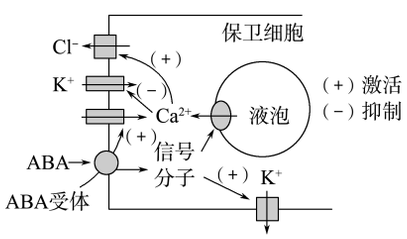


图2

(1)研究表明，蓝光可作为诱导信号促进保卫细胞逆浓度吸收K^+，_____(填“增大”或“减小”)细胞液的渗透压，导致气孔开放。该过程是利用细胞膜_____的功能来实现的。

(2)植物在感受到叶肉细胞间隙中CO_2浓度变化时，能够通过打开和关闭气孔来调节气体交换。这一过程中涉及多种蛋白激酶(MPK4/MPK12、HT1以及CBC1等)，通过蛋白质的磷酸化或去磷酸化来调节气孔的开闭，其作用机制如图1所示。①图1中，MPK4/MPK12对低浓度CO_2_____(填“敏感”或“不敏感”)，HT1激活下游的负调控蛋白激酶CBC1磷酸化，抑制了气孔关闭机制，使保卫细胞_____，气孔打开。

②高浓度CO_2条件下生成HCO_3^-，可触发MPK4/MPK12与HT1结合并相互作用，从而激发_____，致使气孔关闭。

(3)干旱环境中脱落酸(ABA)导致植物气孔关闭的原理是：脱落酸能促进离子流出保卫细胞，降低其细胞液渗透压而使气孔关闭。为验证某植物在干旱环境中气孔关闭是由ABA导致而非缺水直接引起的，某科研小组仅以该植物的ABA缺失突变体(不能合成ABA)为实验材料进行实验，完善实验思路：

①将ABA缺失突变体植株平均分成两组，分别在正常和干旱条件下处理一段时间，测定两组植株的气孔开度；

②_____。

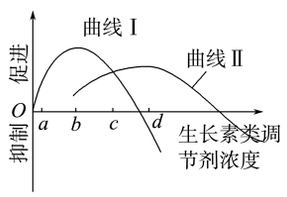
(4)为进一步验证气孔开度减小是由ABA引起的，该科研小组研究了ABA作用的相关机制，如图2所示。据图分析，完善ABA导致气孔开放度减小的机制：ABA与ABA受体结合后，一方面产生细胞内信号分子，信号分子促进胞内K^+从细胞质基质流出，使液泡中的Ca^{2+}流入细胞质基质；另一方面_____，导致保卫细胞的渗透压减小，保卫细胞失水，气孔关闭。

解析：(1)研究表明，蓝光可作为诱导信号促进保卫细胞逆浓度吸收K^+，增大细胞液的渗透压，导致气孔开放。该过程是利用细胞膜控制物质进出的功能来实现的。(2)①题图1中，MPK4/MPK12对低浓度CO_2不敏感，HT1激活下游的负调控蛋白激酶CBC1的磷酸化，抑制了导致气孔关闭的机制，使保卫细胞吸水，气孔打开。②高浓度CO_2在碳酸酐酶(CA)的作用下生成HCO_3^-，可触发MPK4/MPK12与HT1结合并相互作用，从而促进蛋白激酶CBC1的去磷酸化，致使气孔关闭。(3)要验证干旱条件下气孔开度减小是由ABA导致而非缺水直接引起的，可取ABA缺失突变体植株在正常条件下测定气孔开度，经干旱处理后，再测定气孔开度。故实验思路：①将ABA缺失突变体植株平均分成两组，分别在正常和干旱条件下处理一段时间，测定两组植株的气孔开度；②将干旱条件下处理的植株平均分为两组，分别用等量的ABA和蒸馏水(或清水)处理，其他条件相同且适宜，一段时间后，测定两组植株的气孔开度。(4)为进一步验证气孔开度减小是由ABA引起的，由题图2分析可知，ABA与ABA受体结合后，一方面产生细胞内信号分子，信号分子促进胞内K^+从细胞质基质流出，使液泡中的Ca^{2+}流入细胞质基质；另一方面ABA促进Ca^{2+}内流，使细胞质基质中Ca^{2+}浓度增加，进而抑制K^+内流，并促进Cl^-外流，导致保卫细胞的渗透压减小，保卫细胞失水，气孔关闭。

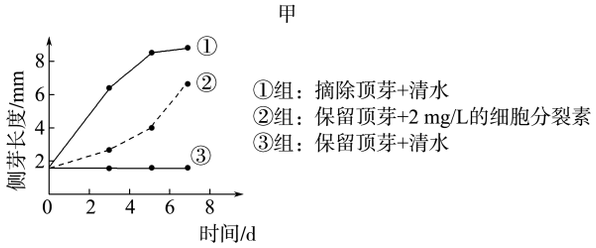
答案：(1)增大　控制物质进出　(2)①不敏感

吸水　②(蛋白激酶)CBC1 的去磷酸化　(3)②将干旱条件下处理的植株平均分为两组,分别用等量的 ABA 和蒸馏水(或清水)处理,其他条件相同且适宜,一段时间后,测定两组植株的气孔开度　(4)ABA 促进 Ca^{2+} 内流,使细胞质基质中 Ca^{2+} 浓度增加,进而抑制 K^+ 内流,并促进 Cl^- 外流

18.(12 分)植物生命活动调节的基本形式是激素调节,某生物兴趣小组为研究某植物生长发育过程中植物激素及植物激素间的共同作用,进行了相关实验。



甲



乙

(1)农业生产中用一定浓度的生长素类调节剂作为除草剂,可以除去单子叶农作物田间的双子叶杂草,图甲中可表示单子叶农作物受不同浓度生长素类调节剂影响的是曲线____,可选用图甲中_____点所对应浓度的生长素类调节剂作为除草剂。举例说明植物生命活动同时体现了低浓度生长素促进生长,高浓度生长素抑制生长:_____(举两例)。

(2)将大小相近的同种植物分为①②③三组,分别进行不同的处理,实验结果如图乙所示。比较图中的②③组所示结果,可得出_____。继而比较图中的①②③组所示结果,可得出_____。

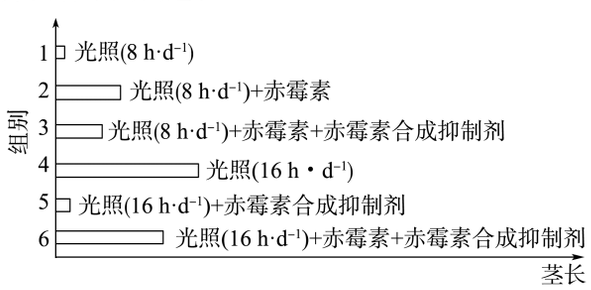
(3)为研究根的向地生长与生长素和乙烯的关系,该兴趣小组又做了这样的实验:将该植物的根尖放在含不同浓度的生长素的培养液中,并加入少量蔗糖作为能源。发现在这些培养液中出现了乙烯,且生长素浓度越高,乙烯的浓度也越高,根尖生长所受的抑制也越强。该实验的因变量是_____和根的生长情况,该实验的对照实验的设计方法是_____。

(4)生产上可用生长素类调节剂处理插条促进其生根,若调节剂浓度较低,可用_____(填“浸泡”或“沾蘸”)法处理插条。

解析:(1)用一定浓度的生长素类调节剂作为除草剂,可以除去单子叶农作物田间的双子叶杂草,说明双子叶杂草比单子叶农作物对生长素敏感,即表示单子叶植物受不同浓度生长素类调节剂影响的是曲线Ⅱ。选择图甲中 d 点所对应浓度的生长素类调节剂作为除草剂,既能抑制双子叶杂草的生长,同时又能促进单子叶农作物的生长。根的向地性、顶端优势均同时体现了生长素浓度较低时促进生长、浓度过高时抑制生长。(2)②③组均保留顶芽,②组加 2 mg/L 的细胞分裂素,而③组没有,②组的侧芽长度高于③组,可知细胞分裂素在一定程度上缓解了顶芽对侧芽生长的抑制作用;①组摘除顶芽,侧芽长度最长,可知顶芽存在会抑制侧芽的生长。(3)该实验的自变量是培养液中生长素的浓度,因变量是乙烯浓度和根的生长情况。对照组为将根尖放在不含生长素的培养液中,并加入等量蔗糖。(4)若生长素类调节剂浓度较低,可用浸泡法处理插条;若生长素类调节剂浓度较高,则用沾蘸法处理插条。

答案:(1)Ⅱ　d　顶端优势和根的向地性　(2)细胞分裂素在一定程度上缓解了顶芽对侧芽生长的抑制作用　顶芽存在会抑制侧芽的生长　(3)乙烯浓度　将根尖放在不含生长素的培养液中,并加入等量蔗糖　(4)浸泡

19.(10 分)光照、赤霉素和赤霉素合成抑制剂对某种植物茎伸长影响的实验结果如下图所示。请分析并回答下列问题:



(1)植物体内合成赤霉素的主要部位是未成熟的种子、_____等。

(2)赤霉素的主要作用包括促进细胞伸长,从而引起植株增高;促进细胞_____;促进_____和_____。

(3)由实验可知,茎伸长受抑制的因素包括_____。赤霉素合成抑制剂是通过抑制_____(填“内源”或“外源”)赤霉素发挥作用的。

(4)实验中植物茎的_____(答出 2 点)等均是实验的无关变量。人工合成的赤霉素类调

节剂相比植物体产生的赤霉素具有_____

_____(答出2点)等优点。

解析:(1)植物体内赤霉素合成的主要部位是未成熟的种子、幼根和幼芽等幼嫩部位。(2)赤霉素的主要作用包括促进细胞伸长,从而引起植株增高;促进细胞分裂与分化;促进种子萌发、开花和果实发育。(3)第1、2、3组或第4、5、6组的数据对比,说明赤霉素合成抑制剂可抑制茎的伸长;第1、4组的数据对比,说明光照时间影响茎的伸长,即茎伸长受抑制的因素包括赤霉素合成抑制剂和光照时间。第1、3组或者第4、5组数据对比可知赤霉素合成抑制剂是通过抑制内源赤霉素而发挥作用的。(4)实验中植物茎的种类和数量(或初始长度)、赤霉素合成抑制剂的使用量等均是实验的无关变量。人工合成的赤霉素类调节剂相比植物体产生的赤霉素具有容易合成、原料广泛、效果稳定等优点。

答案:(1)幼根和幼芽　(2)分裂与分化　种子萌发、开花　果实发育　(3)赤霉素合成抑制剂和光照时间　内源　(4)种类和数量(或初始长度)　容易合成、原料广泛(或效果稳定)

20.(12分)水杨酸是一种小分子酚类化合物,为探究水杨酸对植物根生长的影响,科研人员取适量品质均一的油菜种子,播撒到含不同浓度的水杨酸的培养基上培养,种子发芽13 d后对油菜幼根的侧根数目和主根长度分别进行计数,结果如下表所示。

测定项目	水杨酸浓度/(μmol·L^{-1})				
	0	0.08	0.40	2.00	10.00
侧根数目/条	15.70	16.70	21.30	16.62	10.33
主根长度/cm	13.65	12.69	11.71	9.01	7.48

回答下列问题:

(1)植物激素作为_____参与调节植物的生命活动。基于以上信息,还需进一步确认_____,才可初步判断水杨酸也属于植物激素。

(2)据表分析可得:①水杨酸对油菜侧根发生的影响为_____;②主根处理组中出现_____,表明在一定浓度范围内,水杨酸对主根伸长的抑制作用随浓度增加而增强。

(3)研究表明,水杨酸对主根伸长的抑制作用会随着主根生长时间的延长而减弱。在上述实验基础上设计实验进行验证,实验思路是_____,预期实验结果是_____。

(4)植物根的生长还受_____(至少答出两点)等环境因素的调节。

解析:(1)植物激素作为信号分子参与调节植物的生命活动。通过表中数据可以发现,水杨酸会影响植物侧根的数目和主根的长度,但还需确认植物是否产生水杨酸,才可初步判断水杨酸也属于植物激素。(2)对照组侧根数目为15.70条,水杨酸浓度为0.08 μmol·L^{-1}、0.40 μmol·L^{-1}、2.00 μmol·L^{-1}组侧根数目多于对照组,水杨酸浓度为10.00 μmol·L^{-1}组侧根数目少于对照组,因此水杨酸对油菜侧根发生的影响为浓度较低时促进,浓度过高时抑制。对照组主根的长度为13.65 cm,不同浓度的水杨酸处理组主根的长度都低于对照组,且浓度越高主根长度越短,表明在一定浓度范围内,水杨酸对主根伸长的抑制作用随浓度增加而增强。(3)探究水杨酸对主根伸长的抑制作用会随着主根生长时间的延长而减弱的实验思路是将不同水杨酸浓度处理组继续培养,每隔一段时间测定一次主根的长度,计算相邻两次测定时间主根长度的差值。随着主根生长时间的延长,水杨酸对主根伸长的抑制作用减弱,较早的时候抑制作用强,相邻检测时间增加的长度小,时间延长后,相邻检测时间增加的长度大。(4)植物根的生长不仅受激素的影响,同时受温度、光照强度等环境因素的调节。

答案:(1)信号分子　植物是否产生水杨酸

(2)①浓度较低时促进,浓度过高时抑制　②主根长度都低于对照组,且浓度越高主根长度越短

(3)将不同水杨酸浓度处理组继续培养,每隔一段时间测定一次主根的长度,计算相邻两次测定时间主根长度的差值　差值逐渐增大　(4)温度、光照强度

期末质量评估

（考查范围：第 1～5 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。每小题只有一个选项符合题目要求。

1.下列关于人体的内环境与稳态的叙述，正确的是（　C　）

A.血细胞和心肌细胞所需的营养物质都直接来自血浆

B.淋巴液和血液中都有淋巴细胞，血钠含量过低出现肌肉抽搐

C.呼吸酶存在于细胞内液中，消化酶分布在外界环境中

D.神经—激素—免疫调节网络是机体维持稳态的主要调节机制

2.脑雾，即大脑处于“模糊状态”，被用来描述病理性认知功能下降，相关症状包括意识障碍、记忆力下降、脉搏和血压不稳等。近期有研究表明，脑雾与持续性血脑屏障破坏，诱发脑内炎症反应，出现脑水肿和脑炎等生理病变有关。据此推断错误的是（　D　）

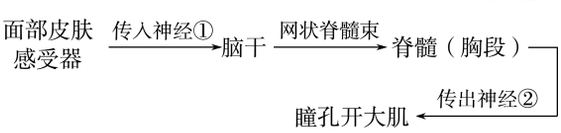
A.出现意识障碍可能是大脑皮层受损导致

B.记忆力下降可能是新突触的建立功能障碍导致

C.脉搏和血压不稳说明自主性神经也可能受血脑屏障破坏的影响

D.血脑屏障受到破坏，血浆蛋白等大分子物质渗出，脑脊液渗透压降低，引发脑水肿

3.瞳孔开大肌是分布于眼睛瞳孔周围的肌肉，只受自主神经系统支配。当抓捏面部皮肤时，会引起瞳孔开大肌收缩，导致瞳孔扩张，该反射被称为瞳孔皮肤反射，其反射通路如下图所示，其中网状脊髓束是位于脑干和脊髓中的神经纤维束。下列分析错误的是（　D　）



A.该反射能提高视觉敏感度和对周围环境的感知能力

B.传入神经①属于与脑相连的外周神经

C.传出神经②能引起瞳孔开大肌细胞产生动作电位

D.意识能控制瞳孔开大肌收缩或舒张

4.皮质醇增多症是体内糖皮质激素（GC）长期过量分泌而导致的临床综合征，以向心性肥胖、满月脸、继发性糖尿病等为特征。GC 分泌过程受“下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴”调节，具有升高血糖浓度、免疫抑制、促进蛋白质分解和脂肪重新分布等作用。下列叙述错误的是（　D　）

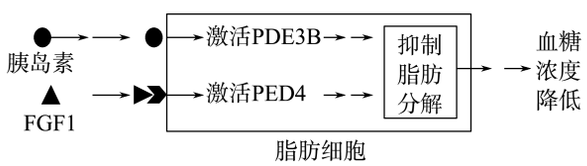
A.下丘脑和垂体的细胞膜上存在 GC 受体是负反馈调节的结构基础

B.满月脸症状的出现可能是 GC 促进蛋白质分解和脂肪重新分布导致的

C.GC 通过调节有机物代谢提高血糖浓度，与胰高血糖素具有协同作用

D.临床上，GC 类药物可用于治疗艾滋病等免疫异常引起的疾病

5.脂肪细胞中脂肪分解产生的脂肪酸能加速肝脏中葡萄糖的生成。研究人员发现，脂肪细胞分泌的成纤维细胞生长因子 1（FGF1）与胰岛素一样，也能高效快速地调节血糖。二者对血糖调节的部分机理如图所示。下列相关叙述错误的是（　B　）



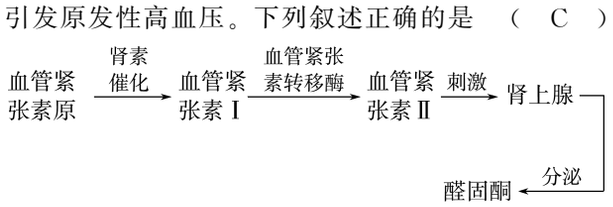
A.胰岛素和 FGF1 在机体中的作用可能不完全相同

B.胰岛素和 FGF1 同时发挥作用方能抑制脂肪的分解

C.图示机理是通过抑制脂肪分解来减少肝脏中葡萄糖的生成

D.FGF1 的发现可为胰岛素抵抗患者提供新的治疗思路

6.原发性高血压主要是遗传因素与各种致病因素共同作用的结果。研究人员发现，长期高脂、高盐饮食会增加肾素（蛋白水解酶）的分泌量，进而通过下述途径引起醛固酮增多，最终使血流量增加，从而引发原发性高血压。下列叙述正确的是（　C　）



注：血管紧张素是激素。

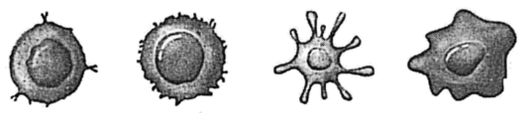
A.原发性高血压是一种多基因遗传病，应在患者家系中调查其发病率

B.肾素和醛固酮均具有高效性的特点，发挥作用后均会被灭活

C.血管紧张素Ⅱ通过体液调节促进肾上腺皮质分泌醛固酮

D.细胞外液量增加也可促进醛固酮的分泌，进而促进肾小管、集合管对 Na^+ 的重吸收

7.甲型流感病毒侵染人体后，人体多种免疫细胞发挥免疫防御作用。下图是免疫细胞示意图，下列相关叙述正确的是（ D ）



B淋巴细胞　T淋巴细胞　树突状细胞　巨噬细胞

A.T 淋巴细胞和树突状细胞都不属于 APC

B.T 淋巴细胞产生的抗体特异性结合甲流病毒抗原

C.B 淋巴细胞识别被感染细胞并导致其裂解死亡

D.树突状细胞和巨噬细胞都参与构成保卫人体的第二道防线

8.细胞因子风暴综合征(CSS)是一种不受控制且功能失调的免疫反应，涉及淋巴细胞和巨噬细胞的持续激活和扩增，它们分泌大量的细胞因子，导致细胞因子风暴。同时细胞因子风暴还会导致 NO 的大量释放，NO 具有促进血管扩张的作用。CSS 严重时可危及生命，其临床特点是全身性炎症，使人体肿胀、疼痛、发热甚至引发休克。下列叙述错误的是（ C ）

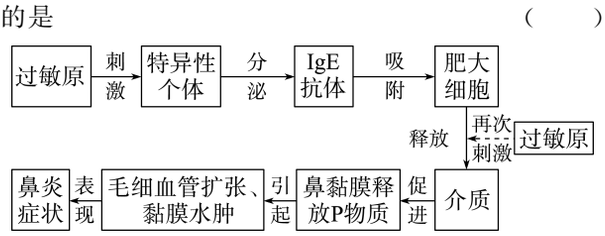
A.病原体入侵人体，首先需要突破皮肤、黏膜等

B.细胞因子风暴导致人体肿胀是因为炎症使毛细血管的通透性增加

C.CSS 属于一种过敏反应

D.细胞因子风暴引发人体休克的直接原因可能是 NO 导致血管扩张，血压降低

9.过敏性鼻炎是一种儿童常见病，其发生与鼻黏膜分泌的 P 物质有关，机制如下图所示。下列叙述正确的是（　　）



A.过敏反应是患者免疫自稳功能异常引起的

B.过敏原与浆细胞表面受体结合后刺激其分泌 IgE 抗体

C.鼻腔黏膜释放的 P 物质会导致组织液增多

D.再次接触过敏原的时候，肥大细胞会迅速增殖分化产生大量抗体引发鼻炎

C　**解析**：免疫自稳是指机体清除衰老或损伤的细胞，维持内环境稳态的功能，而过敏反应是免疫防御功能过强引起的，A 错误；浆细胞不能识别过敏原，B 错误；P 物质引起鼻黏膜毛细血管扩张，会导致组织液增多，C 正确；再次接触过敏原的时候，肥大细胞会释放介质(如组胺)，而不是产生抗体，产生抗体的是浆细胞，D 错误。

10.在生产实践中，植物生长调节剂往往比天然植物激素应用得更为广泛。某课外兴趣小组研究了甲、乙两种植物生长调节剂对微型月季插条生根的影响，结果如图 1 所示；甲在 X、Y、Z 三种浓度下对微型月季茎段侧芽生长的影响如图 2 所示。下列有关叙述错误的是（　　）

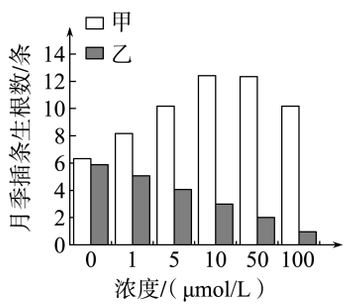


图1

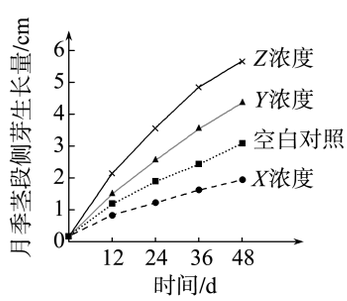


图2

A.施用浓度以及施用时的气候条件等，都会影响甲和乙的使用效果

B.在图 1 所示浓度范围内，甲促进微型月季插条生根，乙抑制微型月季插条生根

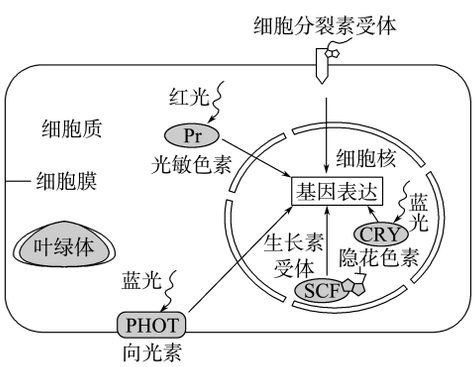
C.生根数和根长均可作为甲、乙对微型月季插条生根影响的判断标准

D.推测图 2 中 X、Y、Z 三个浓度之间的大小关系为 $X>Z>Y$

D　**解析**：植物生长调节剂的效果受施用浓度、气候(温度、湿度)等外界条件影响，A 正确；题图 1 中，与浓度为 0(空白对照)相比，甲处理组的生根数均增加(促进生根)，乙处理组的生根数均减少(抑制生根)，B 正确；本实验的自变量为植物生长调节剂的种类和浓度变化，而生根数和根长均可作为可观测的因变量，即生根数(数量)、根长(长度)均可作为衡量插条生根效果的指标，C 正确；

题图2中，甲对侧芽生长的作用表现为Z、Y浓度时促进（且Z促进效果强于Y），X浓度时抑制，故X、Y、Z三个浓度之间的大小关系为X＞Y、X＞Z，但Y与Z之间的大小关系不能确定，D错误。

11. 研究表明，植物细胞通过“感受信号→传导信号→发生反应”来精细调控其生长发育过程。相关调控过程如下图所示，其中向光素是一种蓝光受体，包括PHOT1和PHOT2。研究表明，PHOT2能调控强光下叶绿体的回避反应（在强光照射下，叶绿体会从叶肉细胞表面移动到细胞侧壁，叶绿体扁平面与光照方向平行，将光损伤降低至最小，称为叶绿体的回避反应）。下列叙述错误的是（　　）



A.光敏色素是感受红光的受体，其本质是一类色素—蛋白复合体

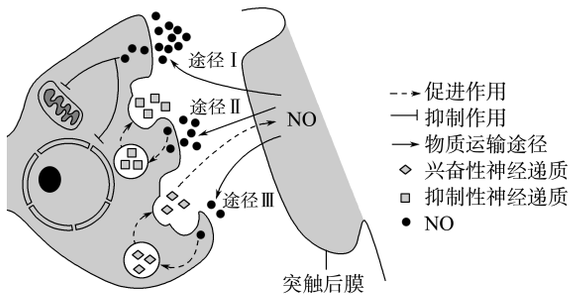
B.在特定光照条件下，光敏色素接收光信号后，会影响细胞核内特定基因的表达

C.细胞分裂素与受体结合后，主要促进细胞核的分裂

D.植物向光生长、叶绿体回避反应现象，体现了植物对环境的适应

C　**解析**：植物具有能接收光信号的分子，光敏色素是其中的一种，其本质是一类色素—蛋白复合体，A正确；光照调控植物生长发育的反应机制：阳光照射→光敏色素被激活，结构发生变化→信号经过信息传递系统传导到细胞核内→细胞核内特定基因的转录变化（表达）→转录形成RNA→蛋白质→表现出生物学效应，B正确；细胞分裂素主要促进细胞质的分裂，C错误；植物向光生长、叶绿体回避反应现象，体现了植物对环境的适应，D正确。

12. NO是一种可自行失活的神经递质，可凭借其脂溶性迅速穿过细胞膜，在突触间隙扩散，长期睡眠不足会导致NO含量增加，进而引起学习和记忆能力下降，其主要机制如下图所示。下列叙述不正确的是（　　）



A.NO作为神经递质可由突触后膜释放，作用于突触前膜

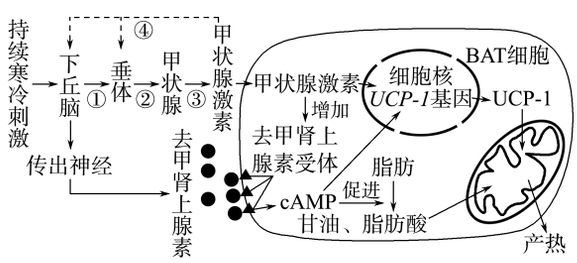
B.NO等神经递质在突触间隙的扩散需要消耗ATP

C.适量的NO可通过途径Ⅲ刺激突触前后两个神经元持续兴奋，进而提高学习和记忆能力

D.长期睡眠不足时，过量的NO会促进突触前膜释放抑制性神经递质，阻止兴奋的传递

B　**解析**：由题图可知，NO也可以作为逆行信使，从突触后膜释放，作用于突触前膜，A正确；NO等神经递质在突触间隙的扩散不需要消耗ATP，B错误；由题图可以看出，适量的NO可通过途径Ⅲ刺激突触前后两个神经元持续兴奋，进而提高学习和记忆能力，C正确；长期睡眠不足时，过量的NO会通过途径Ⅱ促进突触前膜释放抑制性神经递质，阻止兴奋的传递，进而引起学习和记忆能力下降，D正确。

13. 下图表示持续寒冷刺激下，某哺乳动物机体调节褐色脂肪组织细胞（BAT细胞）产热的过程，已知UCP-1增加会导致ATP合成减少。下列分析不正确的是（　　）



A.甲状腺激素进入靶细胞后，可通过调节基因的表达来调节产热活动

B.去甲肾上腺素与膜受体结合后可影响胞内cAMP，以促进脂肪分解

C.图中甲状腺激素的分泌过程中既有分级调节，也有反馈调节

D.持续寒冷使BAT细胞中的cAMP增加，进而导致ATP合成增多

D　**解析**：甲状腺激素进入BAT细胞后，通过调节细胞核中*UCP-1*基因的表达，进而促进产热，A正确；去甲肾上腺素与BAT细胞表面的受体结合

后，导致 cAMP 增加，促进脂肪水解产生甘油和脂肪酸，B 正确；甲状腺激素的分泌过程中既存在分级调节，也存在反馈调节，C 正确；持续寒冷使 BAT 细胞中的 cAMP 增加，进而使 UCP-1 增加，导致 ATP 合成减少，D 错误。

14. 研究表明，人体长期处于应激状态会导致内环境中促肾上腺皮质激素释放激素（CRH）、促肾上腺皮质激素（ACTH）和糖皮质激素（GC）的含量均明显升高。正常人体中 GC 能对下丘脑进行反馈调节。当 GC 含量过高时，GC 会与大脑皮层下海马区的 GC 受体结合，使海马区受损。海马区受损不仅会导致认知障碍、情绪低落、活动减少等抑郁症状，还会提高下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴（HPA 轴）的活性。下列相关研究及说法不正确的是（　　）

A. 若利用小鼠探究 ACTH 是否能直接对下丘脑进行反馈抑制，实验时要运用“减法原理”和“加法原理”

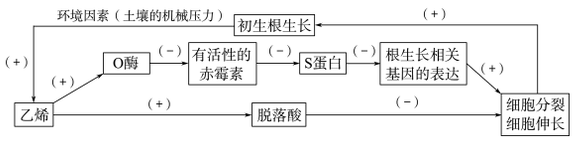
B. 若要用小鼠验证 GC 含量过高会损伤海马区，应使用 GC 受体抑制剂对小鼠进行预处理

C. 在健康人体内，海马区可能对下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴的活性起到一定的抑制作用

D. 对该类抑郁症的治疗应包括设法使海马区的功能和 HPA 轴的活性恢复正常

B　**解析**：若要探究 ACTH 是否能直接对下丘脑进行反馈抑制，应选各项生理指标均健康且相同的若干小鼠，随机均分为甲、乙两组，分别测定基础 CRH 分泌量；甲组小鼠手术但不切除肾上腺皮质，乙组小鼠手术切除肾上腺皮质（“减法原理”）；在适宜时机给两组小鼠注射等量且适量的 ACTH（“加法原理”），检测两组小鼠的 CRH 分泌量并进行比较；故 A 正确。若要验证 GC 含量过高会损伤海马区，自变量为是否注射高浓度 GC，因变量为海马区损伤程度。由题意可知，GC 损伤海马区要通过与 GC 受体的结合来实现，若使用 GC 受体抑制剂会影响 GC 与受体结合，阻断信号转导途径，则无法证明 GC 能损伤海马区，B 错误。由题意可知，海马区受损会导致下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴活性提高，故可推测在健康人体内海马区可能对下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴的活性起到一定的抑制作用，C 正确。依据题干中抑郁症发病的原因及原理，治疗时应避免应激刺激，并设法使患者体内海马区的功能和下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴的活性恢复正常，D 正确。

15. 土壤的机械压力、植物激素、相关基因表达共同调控水稻初生根生长，其调控机制如下图所示，下列叙述不正确的是（　　）



A. 土壤的机械压力既能影响基因表达又能影响植物激素分布

B. 乙烯直接控制 O 酶合成调控赤霉素活性，进而影响初生根伸长

C. 敲除 O 酶基因的水稻细胞内赤霉素具有活性，且初生根伸长

D. 赤霉素能促进细胞分裂和伸长，脱落酸能抑制细胞分裂

B　**解析**：环境因素土壤的机械压力既能影响基因表达又能影响植物激素分布，A 正确；乙烯不能控制 O 酶合成，但可通过 O 酶调控赤霉素活性，进而影响初生根伸长，B 错误；乙烯通过 O 酶抑制赤霉素活性，O 酶基因敲除水稻突变体细胞不能合成 O 酶，赤霉素具有活性，促进细胞分裂与伸长，使初生根伸长，C 正确；赤霉素能促进细胞分裂和伸长，脱落酸能抑制细胞分裂，D 正确。

二、非选择题：本题共 5 小题，共 55 分。

16.（11 分）河鲀毒素（TTX）是一种神经毒素，可影响细胞膜 Na^+ 通道的开放，某小组用 TTX 及某动物的神经，在适宜条件下进行研究，处理方法及结果见下表。请回答下列问题：

实验组号	对神经组织的处理		微电极刺激突触前神经元，测得细胞膜两侧的电位差/mV	0.5 ms 后测得突触后神经元细胞膜两侧的电位差/mV
Ⅰ	浸润在生理盐水中		35	35
Ⅱ	浸润在含一定浓度 TTX 的生理盐水中	5 min 后	30	30
Ⅲ		10 min 后	20	20
Ⅳ		15 min 后	10	−70

（1）第Ⅰ组实验中测得突触前神经元细胞膜两侧的电位差为 35 mV，此时兴奋区膜外为_____电位，这一电位差的形成是由_____导致的。0.5 ms 后，才能测到突触后神经元的电位变化，造成延迟的原因之一是神经元在通过突触时

需要进行转变；在突触前膜发生的信号转变是_____，转变后的信号（神经递质）以_____的方式通过突触间隙，作用于突触后膜，进而使突触后膜产生电位变化。

（2）根据Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ组的实验结果分析，TTX对细胞膜Na^+通道的开放起_____（填“促进”或“抑制”）作用，且突触前神经元细胞膜两侧电位差逐渐降低的原因是_____。

（3）第Ⅳ组的突触后膜依然保持静息电位，说明TTX不改变神经元细胞膜对_____的通透性。

（4）根据实验结果分析，在手术时河鲀毒素可作为麻醉剂使用，其原理是_____。

解析：（1）根据题表分析可知，第Ⅰ组实验中测得突触前神经元细胞膜两侧的电位差为35 mV，为动作电位，此时膜外为负电位，是由Na^+内流导致的。兴奋经过突触时，需要将电信号转变为化学信号，再转变为电信号，所以存在突触延搁。在突触前膜发生的信号转变是电信号转变为化学信号，其中神经递质以扩散的方式通过突触间隙，作用于突触后膜上的特异性受体，使突触后膜产生电位变化。（2）分析Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ组的实验结果可知，随着时间的延长，河鲀毒素对Na^+通道的抑制作用逐渐加强，导致突触前神经元膜两侧电位差逐渐降低。（3）第Ⅳ组的突触后膜依然保持静息电位，静息电位是由K^+外流引起的，说明TTX不改变神经元细胞膜对K^+的通透性。（4）手术时河鲀毒素可作为麻醉剂使用的原因是TTX可抑制兴奋的传导，使神经冲动无法传到大脑皮层的感觉中枢。

答案：（1）负　Na^+内流　电信号变为化学信号　扩散　（2）抑制　随着时间的延长，河鲀毒素对Na^+通道的抑制作用逐渐加强　（3）K^+

（4）TTX可抑制兴奋的传导，使神经冲动无法传到大脑皮层的感觉中枢

17.（11分）图1表示神经元X直接从3条分离的神经末梢b、c和d接收信号，神经元Y从神经末梢a接收信号；图2表示神经元X接收各种组合神经末梢的兴奋信号后的电位变化；图3表示神经元Y接收a输入信号后的膜电位。回答下列问题：

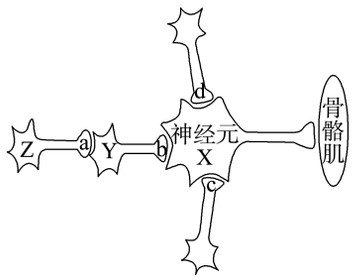


图1

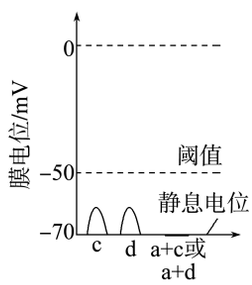


图2

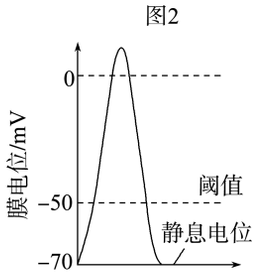


图3

（1）图1中的突触共有_____个，突触一般由_____三部分构成。

（2）刺激a，神经元Y产生了动作电位，动作电位产生的具体原因是_____。

（3）单独刺激c或d，神经元X的静息电位绝对值变_____，与阈值之间的差距变小，兴奋性提高。而同时刺激a＋c或a＋d，X的静息电位绝对值不变。综上，a、b、c、d中释放抑制性神经递质的末梢为_____（填标号）。

（4）若细胞间有突触结构，突触前细胞兴奋，突触后细胞可记录到相应的膜电位变化，细胞内Ca^{2+}浓度变化可作为判断细胞间信息交流的指标。研究证实某种肿瘤细胞间无突触结构，通过体液调节方式实现信息交流。为验证上述研究结论，应选择图4中组_____（填“一”“二”或“三”）的细胞作为研究对象设计实验，简要写出实验思路及预期结果。_____。

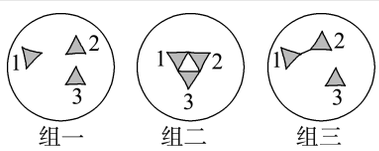


图4

解析:(1)神经元与肌肉细胞或某些腺体中的细胞之间也是通过突触联系的,因此题图1中有5个突触。突触一般由突触前膜、突触间隙、突触后膜三部分构成。(2)动作电位产生的原因是神经细胞膜外Na^+浓度高于膜内,受到刺激时,细胞膜对Na^+的通透性增加,造成Na^+内流,使膜内阳离子浓度高于膜外,表现为内正外负的兴奋状态。(3)由题图2可知,单独刺激c或d,神经元X的静息电位绝对值变小,与阈值差距缩小,说明c、d释放的是兴奋性神经递质。刺激a,神经元Y产生了动作电位,说明a释放的是兴奋性神经递质。同时刺激a+c或a+d时,X的静息电位绝对值不变,可知b释放的是抑制性神经递质,抵消了c、d的兴奋性作用。因此,释放兴奋性神经递质的末梢是a、c、d,释放抑制性神经递质的末梢是b。(4)分析题意,本实验目的是验证肿瘤细胞间无突触结构,通过体液调节方式实现信息交流。而突触是神经元之间进行信息交流的结构,为验证上述结论,应选择彼此之间无接触,即无突触结构的细胞作为研究对象,故应选择组一。细胞内Ca^{2+}浓度变化可作为判断肿瘤细胞间信息交流的指标,故可刺激组一中细胞1,检测细胞2、细胞3内Ca^{2+}浓度变化。由于实验假设是通过体液调节方式实现信息交流,且实验为验证性实验,故预期结果:刺激细胞1后,细胞2、细胞3内Ca^{2+}浓度显著增加。

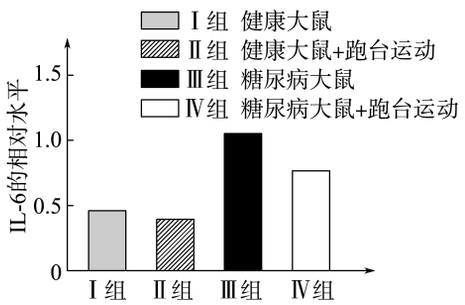
答案:(1)5　突触前膜、突触间隙、突触后膜

(2)神经细胞膜外Na^+浓度高于膜内,受到刺激时,细胞膜对Na^+的通透性增加,造成Na^+内流,使膜内阳离子浓度高于膜外,表现为内正外负的兴奋状态　(3)小　b　(4)一　实验思路:刺激组一中细胞1,检测细胞2、细胞3内Ca^{2+}浓度变化。预期结果:刺激细胞1后,细胞2、细胞3内Ca^{2+}浓度显著增加

18.(11分)高等动物的行为、学习与记忆功能与海马区的调节有关,糖尿病个体更易出现行为异常和认知障碍,运动对其行为和认知功能有改善作用。研究人员以大鼠为实验材料进行了相关实验。回答下列问题:

(1)糖尿病一般是指因胰岛素绝对或相对_____(填"过量"或"不足")或靶细胞对胰岛素敏感性_____(填"升高"或"降低")等,而引起糖、脂肪和蛋白质代谢紊乱的一种慢性疾病。

(2)慢性外周炎症诱导淋巴细胞分泌过多促炎细胞因子IL-6,使大脑小胶质细胞被激活,引起海马神经元受损。研究人员发现,该糖尿病大鼠长期处于慢性外周炎症状态。为进一步研究跑台运动改善糖尿病大鼠海马神经元损伤和行为紊乱的机制,研究人员检测了各组大鼠海马神经元周围促炎细胞因子IL-6的表达情况,结果如下图所示。



根据以上结果可知,跑台运动改善糖尿病大鼠海马神经元损伤和行为紊乱的机制是_____。

(3)研究表明,糖尿病个体海马神经元中蛋白Tau过度磷酸化,导致记忆力减退。细胞自噬能促进过度磷酸化的蛋白Tau降解,该过程受蛋白激酶cPKCy的调控。为了探究高糖环境和蛋白激酶cPKCy对离体大鼠海马神经元自噬的影响,研究人员配制含有5 mmol/L葡萄糖的培养液和含75 mmol/L葡萄糖的培养液分别模拟正常和高糖的体液环境。现根据实验目的和对照组设计3个实验组进行探究(其中实验组甲和乙分别用于探究高糖环境和蛋白激酶cPKCy两个单因素对细胞自噬的影响),实验条件不限。

对照组:正常大鼠的海马神经元+适量含5 mmol/L葡萄糖的培养液;

实验组甲:_____;

实验组乙:_____;

实验组丙:_____;

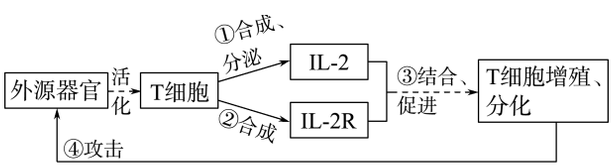
在适宜条件下处理相同时间后分别测定_____。

解析:(1)糖尿病一般是指因胰岛素绝对或相对不足或靶细胞对胰岛素敏感性降低等,而引起的糖、脂肪和蛋白质代谢紊乱的一种慢性疾病。(2)由题图可知,糖尿病大鼠进行跑台运动有利于降低IL-6表达水平,即淋巴细胞分泌的促炎细胞因子IL-6减少。由题意可知,IL-6使大脑小胶质细胞被激活,所以IL-6减少可抑制大脑小胶质细胞被激活,进而减少海马神经元损伤。(3)本实验要探究高糖环境和蛋白激酶cPKCy对离体大鼠海马神经元自噬的影响,自变量为是否为高糖环境、是否有蛋白激酶cPKCy,因变量为细胞自噬水平,对照组处理情况是正常大鼠的海马神经元+适量含

5 mmol/L葡萄糖的培养液。由于题干要求其中实验组甲和乙分别用于探究高糖环境和蛋白激酶cPKCy两个单因素对细胞自噬的影响，则实验组甲的处理是正常大鼠的海马神经元＋等量的含75 mmol/L葡萄糖的培养液，实验组乙的处理是敲除*cPKCy*基因大鼠的海马神经元＋等量的含5 mmol/L葡萄糖的培养液，实验组丙的处理是敲除*cPKCy*基因大鼠的海马神经元＋等量的含75 mmol/L葡萄糖的培养液。本实验的因变量为细胞自噬水平，细胞自噬能促进过度磷酸化的蛋白Tau降解，因此在适宜条件下处理相同时间后分别测定细胞自噬水平和过度磷酸化的蛋白Tau含量。

答案：(1)不足　降低　(2)进行跑台运动有利于降低IL-6表达水平，抑制大脑小胶质细胞被激活，进而减少海马神经元损伤　(3)正常大鼠的海马神经元＋等量的含75 mmol/L葡萄糖的培养液　敲除*cPKCy*基因大鼠的海马神经元＋等量的含5 mmol/L葡萄糖的培养液　敲除*cPKCy*基因大鼠的海马神经元＋等量的含75 mmol/L葡萄糖的培养液　细胞自噬水平和过度磷酸化的蛋白Tau含量

19.(11分)免疫排斥是器官移植技术面临的重大难题，其部分机制如下图所示。脑部分泌的褪黑素具有调节免疫系统的功能。为探究褪黑素影响免疫排斥的机理，我国科研人员以移植心脏后的大鼠为材料开展相关实验，部分数据如下表所示。回答下列问题：



外源器官引起免疫排斥的部分机制

注：IL-2是一种细胞因子；IL-2R是位于T细胞细胞膜表面的IL-2的受体。

移植心脏后的大鼠部分生理指标

项目	对照组	实验组
血液中IL-2平均含量/(ng·mL^{-1})	22.00	13.09
移植后存活的平均时间/d	6.17	11.83

(1)图中外源器官相当于_____，其引起的免疫排斥属于特异性免疫反应。

(2)实验组的处理是对大鼠灌胃适量褪黑素，对照组的处理是_____。表中数据表明，褪黑素可能抑制了图中①过程，从而降低了大鼠对外源心脏的免疫排斥。为确定褪黑素对②过程是否有影响，实验中还应增加检测_____。

(3)$CD8^+$细胞是一种能特异性杀伤靶细胞的T细胞。有人推测褪黑素通过抑制$CD8^+$细胞的形成进而降低免疫排斥反应。请以移植心脏后的大鼠为材料，设计实验以验证该推测。简要写出实验思路和预期结果。_____

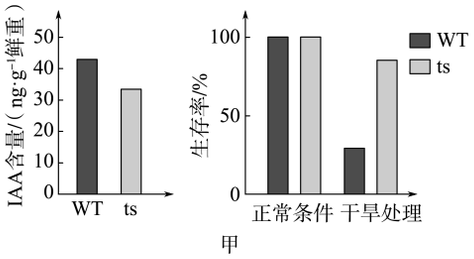
_____。

解析：(1)移植到人体内的外源器官相当于抗原，抗原可刺激机体产生特异性免疫反应。(2)分析题意可知，实验目的是探究褪黑素影响免疫排斥的机理，实验的自变量是褪黑素，因变量是血液中IL-2平均含量及移植心脏后存活的平均时间。实验组大鼠灌胃适量褪黑素，对照组大鼠灌胃等量的生理盐水。由于对照组血液中IL-2平均含量高于实验组，结合题图分析，可能是褪黑素抑制了过程①中T细胞合成、分泌IL-2，从而降低了大鼠对外源心脏的免疫排斥。②过程表示T细胞合成IL-2R，其可与IL-2特异性结合，导致T细胞增殖、分化，攻击外源器官，影响外源器官移植后存活时间，所以为确定褪黑素对②过程是否有影响，实验中还应增加检测细胞膜上IL-2R的含量。(3)有人推测褪黑素通过抑制$CD8^+$细胞的形成进而降低免疫排斥反应，为验证该推测，要依据单一变量原则、等量原则、对照原则等实验原则来设计实验。实验的自变量是褪黑素，因变量是移植心脏后大鼠的$CD8^+$细胞数量和存活的平均时间。实验思路：取生理状态相同的、移植心脏后的大鼠随机均分为A、B两组，A组大鼠灌胃适量的褪黑素，B组大鼠灌胃等量的生理盐水；在相同且适宜的条件下饲养一段时间后，检测A、B两组大鼠的$CD8^+$细胞数量和存活的平均时间。预期结果：A组大鼠$CD8^+$细胞数量少于B组，存活的平均时间比B组长。

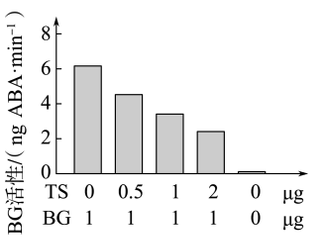
答案：(1)抗原　(2)灌胃等量生理盐水　细胞膜上IL-2R的含量　(3)实验思路：取生理状态相同、移植心脏后的大鼠随机均分为A、B两组，A组大鼠灌胃适量的褪黑素，B组大鼠灌胃等量的生理盐水；在相同且适宜的条件下饲养一段时间后，检测A、B两组大鼠的$CD8^+$细胞数量和存活的平均时间。预期结果：A组大鼠$CD8^+$细胞数量少于B组，存活的平均时间比B组长

20.(11分)(2024·北京卷)植物通过调节激素水平来协调自身生长和逆境响应(应对不良环境的系列

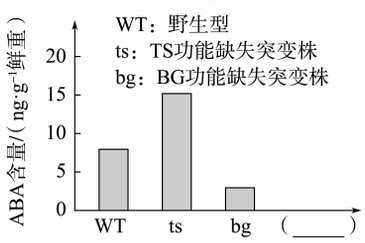
反应)的关系,研究者对其分子机制进行了探索。



甲



乙



丙

(1)生长素(IAA)具有促进生长的作用,脱落酸(ABA)可提高抗逆性并抑制茎叶生长,两种激素均作为_____分子,调节植物生长及逆境响应。

(2)*TS* 基因编码的蛋白(TS)促进 IAA 的合成。研究表明,拟南芥受到干旱胁迫时,*TS* 基因表达下降,生长减缓。研究者用野生型(WT)和 *TS* 基因功能缺失突变株(ts)进行实验,结果如图甲所示。图甲结果显示,*TS* 基因功能缺失导致_____。

(3)为了探究 TS 影响抗旱性的机制,研究者通过实验,鉴定出一种可与 TS 结合的酶 BG。已知 BG 催化 ABA-葡萄糖苷水解为 ABA。提取纯化 TS 和 BG,进行体外酶活性测定,结果如图乙所示。由实验结果可知 TS 具有抑制 BG 的活性的作用,判断依据是_____。

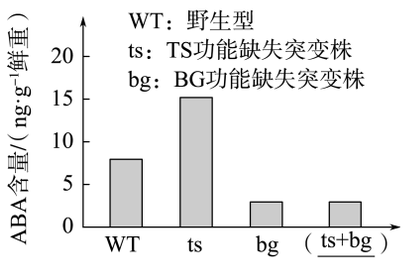
(4)为了证明 TS 通过抑制 BG 的活性降低 ABA 水平,可检测野生型和 3 种突变株中的 ABA 含量。请在图丙"(_____)"处补充第三种突变株的类型,并在图中相应位置绘出能证明上述结论的结果。

(5)综合上述信息可知,TS 能精细协调生长和逆境响应之间的平衡,使植物适应复杂多变的环境。请完善 TS 调节机制模型(从正常和干旱两种条件中任选其一,以未选择的条件为对照,在方框中以文字和箭头的形式作答)。

解析:(1)两种植物激素均作为信息分子,参与调节植物生长及逆境响应。(2)由题图甲可知,*TS* 基因缺失会导致 IAA 含量降低,植株生长减缓,同时在干旱条件下,*TS* 基因功能缺失突变株(ts)生存率比正常植株生存率更高。(3)由题图乙可知,在 0~2 μg 范围,随着 TS 浓度的增加,BG 活性逐渐降低,说明 TS 具有抑制 BG 活性的作用。(4)根据题图可知,还需要在题图丙中补充 TS、BG 功能缺失突变株(ts+bg)实验组,因为 TS 是通过抑制 BG 的活性发挥调节功能的,所以如果 BG 无法发挥催化功能,是否存在 TS 对实验结果几乎没有影响,该组与 bg 组结果相同,相应的图示见答案。(5)*TS* 基因能精细协调生长和逆境响应之间的平衡,使植物适应复杂多变的环境。相应图示见答案。

答案:(1)信息　(2)IAA 含量降低,生长减缓;在干旱处理下,植株生存率提高　(3)在 0~2 μg 范围,随着 TS 浓度的增加,BG 的活性逐渐降低

(4)如下图所示



(5)如下图所示(正常条件下,调节效应相反)

