winshare文轩教育

四川教育出版社

教师用书 点金训练 生物学 必修2 遗传与进化 配人教版

点金训练

教师用书

生物学

必修2
遗传与进化

配人教版

《点金训练》编写组 编

DIANJIN XUNLIAN
—SHENGWUXUE—
JIAOSHI YONGSHU

扫码查看本书
配套资源包

赠 品

6662025015012

四川教育出版社

四川教育出版社

点金训练

教师用书

生物学

必修2
遗传与进化

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 遗传因子的发现

第1节 孟德尔的豌豆杂交实验(一)…… 1

第2节 孟德尔的豌豆杂交实验(二)…… 9

专项提升课 自由组合定律特殊应用 …… 20

单元活动构建 …… 22

第2章 基因和染色体的关系

第1节 减数分裂和受精作用 …… 32

第1课时 减数分裂(含实验) …… 32

第2课时 受精作用 …… 41

第2节 基因在染色体上 …… 47

第3节 伴性遗传 …… 53

专项提升课 基因在染色体上的位置实验设计 …… 61

单元活动构建 …… 65

第3章 基因的本质

第1节 DNA是主要的遗传物质…… 75

第2节 DNA的结构…… 83

第3节 DNA的复制…… 90

第4节 基因通常是有遗传效应的DNA片段 …… 97

单元活动构建…… 101

第4章 基因的表达

第1节 基因指导蛋白质的合成…… 112

第2节 基因表达与性状的关系…… 121

单元活动构建…… 128

第 5 章　基因突变及其他变异

第 1 节　基因突变和基因重组…… 141

第 2 节　染色体变异…… 149

专项提升课　变异与细胞分裂的综合应用…… 158

第 3 节　人类遗传病…… 161

单元活动构建…… 168

第 6 章　生物的进化

第 1 节　生物有共同祖先的证据…… 181

第 2 节　自然选择与适应的形成…… 186

第 3 节　种群基因组成的变化与物种的形成…… 191

第 4 节　协同进化与生物多样性的形成…… 199

单元活动构建…… 205

模块综合检测 …… 215

第1章　遗传因子的发现

第1节　孟德尔的豌豆杂交实验(一)

学习任务目标

1.基于遗传因子分析,阐明豌豆杂交实验,理解分离定律。
2.基于孟德尔的豌豆杂交实验,体会假说—演绎法,认识分离定律的发现过程,培养归纳与演绎、抽象与概括的科学思维。
3.通过“性状分离比的模拟实验”,培养设计实验、解决遗传学问题的能力。
4.基于遗传规律理性解释和判断遗传现象,解决生产生活实际问题。

问题式预习

一、豌豆用作遗传实验材料的优点和人工异花传粉的操作方法

1.豌豆作为实验材料的优点

优点
- 传粉 — 自花传粉,自然状态下一般为纯种
- 性状 — 具有易于区分的性状
- 操作 — 豌豆花大,便于进行人工异花传粉
- 子代 — 子代数量多,便于统计分析

2.人工异花传粉实验的操作

去雄 — 人工除去未成熟花的全部雄蕊,防止自花传粉
↓
套袋 — 套上纸袋,以防止外来花粉干扰传粉
↓
传粉 — 待去雄花的雌蕊成熟时,采集另一植株的花粉涂(撒)在去雄花的雌蕊的柱头上
↓
套袋 — 套上纸袋,确保不接受其他花粉

3.相关概念

两性花	同一朵花中既有雄蕊又有雌蕊,如豌豆花
自花传粉	两性花的花粉,落到同一朵花的雌蕊柱头上的过程
异花传粉	两朵花之间的传粉过程
父本和母本	不同植株的花进行异花传粉时,供应花粉的植株叫作父本,接受花粉的植株叫作母本
相对性状	一种生物的同一种性状的不同表现类型

二、一对相对性状的杂交实验

高茎豌豆和矮茎豌豆的杂交实验过程如下图,完成下列内容填写:

正交:P ♀高茎 × ♂矮茎　　反交:P ♂高茎 × ♀矮茎

↓　　↓

F_1　高茎　　F_1　高茎

↓⊗　　↓⊗

F_2　高茎　矮茎　　F_2　高茎　矮茎

3 ∶ 1　　3 ∶ 1

1.写出图中符号代表的含义

符号	P	F_1	F_2	×	⊗	♀	♂
含义	亲本	子一代	子二代	杂交	自交	母本	父本

2.特点

(1)F_1 全部表现为显性性状。

(2)F_2 出现性状分离现象,分离比为显性性状∶隐性性状≈3∶1。

3.相关概念

正交和反交	正交和反交是相对而言的,若高茎作父本,矮茎作母本,称为正交;则反交为高茎作母本,矮茎作父本
杂交	遗传因子组成不同的个体间的相互交配
显性性状	具有相对性状的两个纯合亲本杂交,子一代显现出来的性状
隐性性状	具有相对性状的两个纯合亲本杂交,子一代未显现出来的性状
性状分离	杂种后代中同时出现显性性状和隐性性状的现象

三、对分离现象的解释

1.孟德尔对分离现象的假说要点

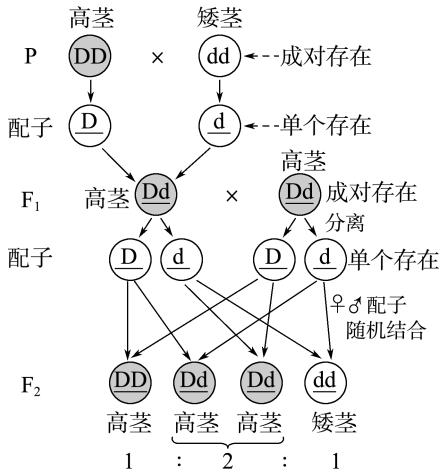
(1)生物的性状是由遗传因子决定的。

(2)体细胞中遗传因子是成对存在的。

(3)形成配子时，成对的遗传因子彼此分离，分别进入不同的配子中。配子中只含有每对遗传因子中的一个。

(4)受精时，雌雄配子的结合是随机的。

2.对分离现象解释的遗传图解



3.相关概念

显性遗传因子	每个因子决定一种特定的性状，其中决定显性性状的为显性遗传因子，用大写字母表示，如 D
隐性遗传因子	决定隐性性状的为隐性遗传因子，用小写字母表示，如 d
纯合子	遗传因子组成相同的个体，如显性纯合子 DD、隐性纯合子 dd
杂合子	遗传因子组成不同的个体，如 F_1 的遗传因子组成为 Dd

四、性状分离比的模拟实验

1.模拟内容

用具或操作	模拟对象或过程
甲、乙两个小桶	雌、雄生殖器官
甲、乙小桶内的彩球	雌、雄配子
不同彩球的随机组合	雌、雄配子的随机结合

2.操作步骤

取小桶并编号 → 分装彩球 → 混合彩球 → 随机取球 → 重复实验

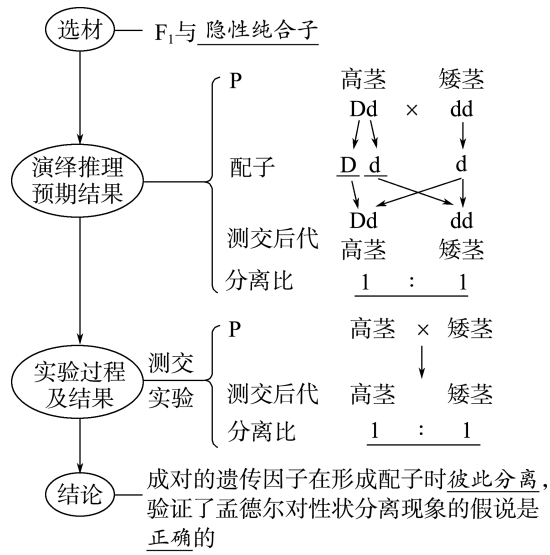
3.分析结果，得出结论

彩球组合类型数量比为 DD∶Dd∶dd≈1∶2∶1，彩球组合所代表的显性、隐性性状个体的数量比为显性∶隐性≈3∶1。

五、对分离现象解释的验证及分离定律

1.对分离现象解释的验证

根据孟德尔的测交实验完成下图：



2.分离定律

(1)描述对象：进行有性生殖的生物。

(2)发生时间：在形成配子时。

(3)实质：控制同一性状的成对的遗传因子发生分离，分离后的遗传因子分别进入不同的配子中，随配子遗传给后代。

教材开发

1.[教材 P2“相关信息”]玉米雄花的花粉落在同一植株的雌花的柱头上，所完成的传粉过程属于哪种交配方式？

提示：自交。

2.[教材 P7 正文]孟德尔豌豆杂交实验中，出现了哪些交配类型？什么是测交？

提示：有杂交、正交和反交、自交、测交。测交是指杂种子一代与隐性纯合子的杂交。

概念辨析

1.F_2 中出现 3∶1 性状分离比的结果最能说明基因分离定律的实质。（ × ）

2.孟德尔一对相对性状的杂交实验中，F_1 自交时产生的雌雄配子数量之比为 1∶1。（ × ）

3.鉴定一株花生和一只兔子的基因型，应采用的简便遗传实验方法分别是自交和测交。（ √ ）

4.分离定律是孟德尔针对豌豆一对相对性状的遗传实验结果及其解释直接归纳总结得出的。（ × ）

5.在体细胞中，控制同一性状的遗传因子是单独存在的，不会相互融合。（ × ）

任务型课堂

任务一　一对相对性状的杂交实验

［探究活动］

根据孟德尔一对相对性状的杂交实验，回答下列问题：

(1)若 F_2 共获得 20 株豌豆，矮茎个体一定是 5 株吗？请说明原因。

提示：不一定，因为产生的后代个体数太少，不一定完全符合 3∶1 的分离比，孟德尔实验中的比例是在实验材料足够多的情况下得出的。

(2)高茎豌豆和矮茎豌豆杂交，后代出现了高茎和矮茎，该现象属于性状分离吗？为什么？

提示：不属于，性状分离是指杂种后代中同时出现显性性状和隐性性状的现象。

(3)豌豆的一对相对性状杂交实验的结果能否定融合遗传的观点吗？为什么？

提示：能，豌豆杂交实验 F_2 中表现出了一定的性状分离比，而融合遗传的观点认为两个亲本的遗传物质融合在一起，F_2 不会表现出一定的性状分离比。

［评价活动］

1.下列遗传实例中，属于性状分离现象的是　(　　)

①高茎豌豆与矮茎豌豆杂交，后代全为高茎豌豆　②圆粒豌豆自交后代中，圆粒豌豆与皱粒豌豆分别占 3/4 和 1/4　③开粉色花的紫茉莉自交，后代出现红花、粉花和白花

A.①③　　B.②③

C.①②　　D.①②③

B　**解析**：高茎×矮茎→高茎，说明高茎为显性性状，不符合性状分离的概念，①错误；圆粒×圆粒→圆粒∶皱粒＝3∶1，说明亲代圆粒豌豆为杂合子，自交后代出现性状分离，符合性状分离的概念，②正确；粉色×粉色→红色∶粉色∶白色＝1∶2∶1，说明亲代紫茉莉为杂合子，自交后代出现性状分离，符合性状分离的概念，③正确。

2.豌豆和玉米是遗传学实验常用的植物材料，图 1 和图 2 分别表示豌豆和玉米的雌、雄花分布情况，下列说法正确的是　(　　)

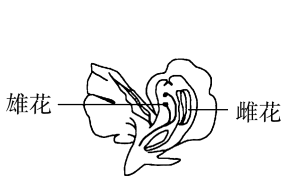


图1



图2

A.豌豆植株进行杂交实验时，不用对作为母本的植株去雄、套袋处理

B.豌豆植株进行杂交实验时，需要对作为母本的植株去雄，但不套袋

C.玉米植株进行杂交实验时，不用对作为母本的植株去雄、套袋处理

D.玉米植株进行杂交实验时，不用对作为母本的植株去雄，只套袋即可

D　**解析**：由题图可知，豌豆是雌雄同花，在进行杂交实验时要防止自花传粉，所以母本必须先去雄再对雌花套袋，A、B 错误；玉米是雌雄异花，在进行杂交实验时，不用对作为母本的植株去雄，对雌花直接套袋即可防止同株雄花授粉，C 错误，D 正确。

3.大豆的紫花和白花为一对相对性状。下列4 组杂交实验中，能判断性状的显隐性关系的是　(　　)

①紫花×紫花→紫花

②紫花×紫花→301 紫花∶101 白花

③紫花×白花→紫花

④紫花×白花→98 紫花∶107 白花

A.①②　　B.②③　　C.①④　　D.③④

B　**解析**：观察四组杂交实验，杂交实验②中后代出现性状分离现象，且紫花∶白花≈3∶1，符合孟德尔的分离定律，所以可判断紫花为显性性状，白花为隐性性状。通过杂交实验①④无法判断哪个为显性性状，哪个为隐性性状。杂交实验③符合显隐性性状的概念，具有一对相对性状的纯合亲本杂交，后代只表现一个亲本的性状(紫花)，此性状(紫花)为显性性状，而未表现出来的性状(白花)为隐性性状。故②③组实验可判断性状的显隐性关系，B 符合题意。

任务升华

相对性状中显隐性性状的判断(设 A、B 为一对相对性状)

(1)定义法(杂交法)

①若 A×B→全 A，则 A 为显性性状，B 为隐性性状；

②若 A×B→全 B，则 B 为显性性状，A 为隐性性状；

③若 A×B→既有 A，又有 B，则无法判断性状的显隐性，只能采用自交法。

(2)自交法

①若自交后代出现性状分离，则新出现的性状为隐性性状；

②若自交后代没有出现性状分离，则应采用杂交法。

任务二 对分离现象的解释及验证

［探究活动］

根据孟德尔对高茎豌豆与矮茎豌豆杂交实验结果的解释及验证，回答以下问题：

（1）F_1 产生的 D、d 雄（或雌）配子的数量关系是 1∶1，雄配子和雌配子的数量关系是一般雄配子数量总体上要远多于雌配子数量。

（2）F_2 要出现 3∶1 的性状分离比，需要满足什么前提条件？

提示：①子一代个体产生的不同类型的雌配子或雄配子种类数目相等且存活能力相同；②雌、雄配子结合的机会相等；③子二代不同遗传因子组成的个体存活能力相等；④显性遗传因子对隐性遗传因子为完全显性；⑤观察的子代样本数量足够多。

（3）测交时为什么用隐性纯合子与 F_1 杂交？

提示：隐性纯合子只能产生含有隐性遗传因子的配子，后代性状表现可以直接反映 F_1 的遗传因子组成。

（4）能否用测交法测定其他个体的遗传因子组成？为什么？

提示：能。测交实验最初是为了测定 F_1 的遗传因子组成而进行的，后来经过推广，通过测交后代表现的性状及性状分离比可以测定任何个体的遗传因子组成。

［评价活动］

1. 在孟德尔一对相对性状的杂交实验中，比例为 1∶1 的是（　　）

A. 亲代（DD 或 dd）所产生的遗传因子组成为 D 或 d 的两种配子之比

B. F_1（Dd）所产生的雌雄配子之比

C. F_1（Dd）自交后代不同性状表现个体之比

D. F_1 产生的遗传因子组成为 D 的雄配子和遗传因子组成为 d 的雄配子之比

D　**解析**：F_1 产生的遗传因子组成为 D 和 d 的雌配子数量相等，遗传因子组成为 D 和 d 的雄配子数量也相等，D 符合题意；但是，雌雄配子的总量不相等（多数生物雄配子的数量远多于雌配子的数量），A、B 不符合题意；F_1（Dd）自交后代不同性状表现个体的比例为 3∶1，C 不符合题意。

2. 下列有关纯合子的叙述中，错误的是（　　）

A. 只能产生一种遗传因子组成的配子

B. 由具有相同遗传因子的雌、雄配子结合发育而来

C. 连续自交性状能稳定遗传

D. 亲本一定是纯合子

D　**解析**：纯合子是指遗传因子组成相同的个体，是由具有相同遗传因子的雌、雄配子结合发育而来的，其只能产生一种遗传因子组成的配子，A、B 正确；纯合子连续自交不发生性状分离，性状能稳定遗传，C 正确；杂合子自交后代既有纯合子，又有杂合子，故纯合子的亲本也可能是杂合子，D 错误。

3.（2022·浙江卷）番茄的紫茎对绿茎为完全显性。欲判断一株紫茎番茄是否为纯合子，下列方法不可行的是（　　）

A. 让该紫茎番茄自交

B. 与绿茎番茄杂交

C. 与纯合紫茎番茄杂交

D. 与杂合紫茎番茄杂交

C　**解析**：紫茎为显性性状，让紫茎番茄自交，若其为纯合子，则子代全为紫茎；若为杂合子，子代发生性状分离，会出现绿茎，A 不符合题意。可通过与绿茎纯合子杂交来判断，如果后代都是紫茎，则是纯合子；如果后代有紫茎也有绿茎，则是杂合子，B 不符合题意。与紫茎纯合子杂交后代都是紫茎，故不能通过与紫茎纯合子杂交进行判断，C 符合题意。能通过与紫茎杂合子杂交来判断，如果后代都是紫茎，则是纯合子；如果后代有紫茎也有绿茎，则是杂合子，D 不符合题意。

任务升华

纯合子、杂合子的判断

（1）测交法（已知显隐性性状）

待测个体 × 隐性纯合子 $\xrightarrow[\text{分析}]{\text{结果}}$ ①若后代无不同性状，则待测个体为纯合子；②若后代有不同性状，则待测个体为杂合子

（2）自交法（已知或未知显隐性性状）

待测个体自交 $\xrightarrow[\text{分析}]{\text{结果}}$ ①若后代无性状分离，则待测个体为纯合子；②若后代有性状分离，则待测个体为杂合子

当待测个体为动物时，常采用测交法；当待测个体为植物时，测交法、自交法均可采用，但自交法较简便。

（3）花粉鉴定法

非糯性与糯性水稻的花粉遇碘呈现不同颜色。如果花粉有两种，且比例为 1∶1，则被鉴定的亲本为杂合子；如果花粉只有一种，则被鉴定的亲本为纯合子。

任务三　分离定律及其应用

1.在一个经长期随机交配形成的自然鼠群中，黄色(A)对灰色(a_1)、黑色(a_2)为完全显性，灰色(a_1)对黑色(a_2)为完全显性，且存在A纯合胚胎致死现象。下列相关杂交及其结果的叙述错误的是（　　）

A.一对杂合黄色鼠杂交，后代的分离比接近2∶1

B.该群体中黄色鼠有2种遗传因子组成

C.黄色鼠与黑色鼠杂交，后代中黑色鼠的比例一定为1/2

D.Aa_2鼠与a_1a_2鼠杂交，后代中黑色鼠的比例为1/4

C　**解析**：一对杂合黄色鼠杂交，根据分离定律，后代应出现三种遗传因子组成，且比例为1∶2∶1，由于存在A纯合胚胎致死现象，因此后代的分离比接近2∶1，A正确；该群体中黄色鼠有Aa_1、$Aa_2$2种遗传因子组成，B正确；黄色鼠Aa_1与黑色鼠a_2a_2杂交，后代没有黑色鼠，C错误；Aa_2鼠与a_1a_2鼠杂交，后代中黑色鼠的比例为1/4，D正确。

2.豌豆花的位置分为叶腋和茎顶两种，分别受遗传因子T和t控制。种植遗传因子组成为TT和Tt的豌豆，两者数量之比是2∶1。两种类型的豌豆繁殖率相同，在自然状态下，其子代中遗传因子组成为TT、Tt、tt的数量之比为（　　）

A.7∶6∶3　　B.9∶2∶1

C.7∶2∶1　　D.25∶10∶1

B　**解析**：豌豆是自花传粉植物。种植的豌豆群体中，遗传因子组成为TT和Tt的个体分别占2/3、1/3。在自然状态下，所得子代中遗传因子组成为TT、Tt、tt的个体数量之比为(2/3TT＋1/3×1/4TT)∶(1/3×2/4Tt)∶(1/3×1/4tt)＝9∶2∶1，B正确。

3.在香水玫瑰的花色遗传中，红花、白花为一对相对性状，受一对遗传因子(用R、r表示)的控制。从下面的杂交实验中可以得出的正确结论是（　　）

杂交组合		后代性状
一	红花A×白花B	全为红花
二	红花C×红花D	红花与白花之比约为3∶1

A.红花为显性性状

B.红花A的遗传因子组成一定为Rr

C.红花C与红花D的遗传因子组成不同

D.白花B的遗传因子组成为Rr

A　**解析**：红花A与白花B杂交后代全为红花，说明红花为显性性状，A正确；红花A的遗传因子组成为RR，白花B的遗传因子组成为rr，B、D错误；红花C与红花D杂交，后代红花与白花之比约为3∶1，说明亲本均为杂合子，遗传因子组成都是Rr，C错误。

任务升华

推断亲代或子代遗传因子组成的相关方法规律

(1)由亲代推断子代的遗传因子组成和性状表现

亲代	子代遗传因子组成	子代性状
AA×AA	AA	全为显性
AA×Aa	AA∶Aa＝1∶1	全为显性
AA×aa	Aa	全为显性
Aa×Aa	AA∶Aa∶aa＝1∶2∶1	显性∶隐性＝3∶1
Aa×aa	Aa∶aa＝1∶1	显性∶隐性＝1∶1
aa×aa	aa	全为隐性

(2)根据分离定律中的比值推断亲代遗传因子组成

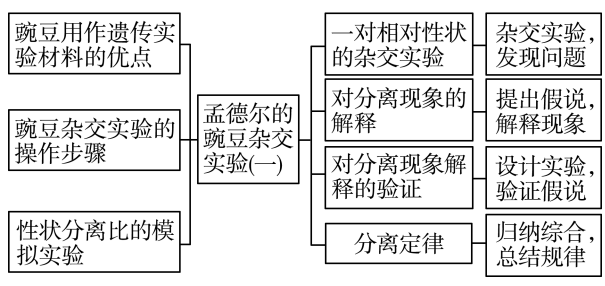
①若后代性状分离比为显性∶隐性＝3∶1，则双亲一定都是杂合子(Aa)，即Aa×Aa→3A_∶1aa。

②若后代性状分离比为显性∶隐性＝1∶1，则双亲一定是测交类型，即Aa×aa→1Aa∶1aa。

③若后代只有显性性状，则双亲至少有一方为显性纯合子，即AA×AA或AA×Aa或AA×aa。

④若后代只有隐性性状，则双亲均为隐性纯合子，即aa×aa→aa。

▶提质归纳



课后素养评价(一)

基础性·能力运用

知识点 1　一对相对性状的杂交实验

1.小麦的抗锈病对易染锈病为显性，现有甲、乙两种抗锈病的小麦，其中一种为纯合子。若要鉴别和保留纯合的抗锈病小麦，下列最简便易行的方法是（　　）

A.甲、乙杂交

B.甲、乙分别测交

C.甲、乙分别自交

D.甲、乙杂交得 F_1 自交

C　**解析**：小麦既能自交也能杂交。甲、乙两种抗锈病的小麦均表现为显性性状，其中一种为纯合子，另一种为杂合子。因为纯合子自交后代不发生性状分离而能稳定遗传，而杂合子自交后代会发生性状分离，所以鉴别和保留纯合的抗锈病小麦的最简便易行的方法是让甲、乙分别自交，观察后代是否发生性状分离。后代没有发生性状分离的小麦为纯合子，需将其保留；后代发生性状分离的小麦为杂合子，需将其淘汰，C 正确。

2.在“性状分离比的模拟实验”中，甲、乙两个小桶中都有标记 D 或 d 的两种小球，并且各自的两种小球的数量是相等的，这分别模拟的是（　　）

A.F_1 的遗传因子组成是 Dd

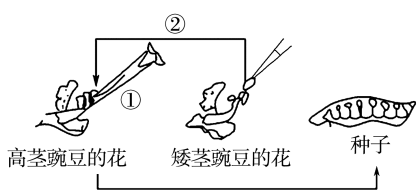
B.F_1 产生的雌、雄配子数量相等

C.F_1 产生的雌、雄配子都有 D 和 d 两种，且比例为 D∶d=1∶1

D.亲本中的父本和母本各自产生 D 和 d 的配子，且比例为 1∶1

C　**解析**：甲、乙两个小桶内的小球分别代表 F_1 产生的雌、雄配子，雌、雄配子都有 D 和 d 两种，且 D∶d=1∶1，C 符合题意。

3.豌豆的高茎(D)与矮茎(d)为一对相对性状，观察下列实验过程图解，回答相关问题：



(1)该实验的亲本中，父本是_____，母本是_____。在此实验中，用作亲本的两株豌豆必须是_____种。

(2)操作①叫_____，此项处理必须在豌豆_____之前进行。

(3)操作②叫_____，此项处理后必须对母本的雌蕊进行_____处理，其目的是_____。

(4)在当年母本植株上所结出的种子为_____代，其遗传因子组成为_____，若将其种下去，长成的植株表现为_____茎。

(5)若要观察豌豆植株的性状分离现象，则至少需要到第_____年对_____代进行观察。出现的高茎与矮茎之比约为_____，所对应的遗传因子组成有_____，比例接近_____。

解析：(1)在豌豆杂交实验中，父本是提供花粉的植株，即矮茎植株，母本是接受花粉的植株，即高茎植株。在此实验中用作亲本的两株豌豆必须是纯种。(2)根据题图可知，操作①是去雄，此项处理必须在豌豆自然传粉之前进行。(3)操作②是人工授粉，处理后必须对母本的雌蕊进行套袋处理，防止其他豌豆花粉的干扰。(4)在当年母本植株上所结出的种子为子一代，其遗传因子组成为 Dd，若将其种下去，长成的植株表现为高茎。(5)由于第一年获得子一代的种子，第二年获得子二代的种子，若要观察豌豆植株的性状分离现象，则至少需要到第三年观察子二代的性状。若亲本皆为纯合子，则 F_1 为杂合子(遗传因子组成为 Dd)，F_1 自交，F_2 会出现性状分离，分离比为高茎(D_)∶矮茎(dd)=3∶1；F_2 的遗传因子组成及比例为 DD(高茎)∶Dd(高茎)∶dd(矮茎)=1∶2∶1。

答案：(1)矮茎豌豆　高茎豌豆　纯　(2)去雄　自然传粉　(3)人工授粉　套袋　防止其他豌豆花粉的干扰　(4)子一　Dd　高　(5)三　子二　3∶1　DD、Dd、dd　1∶2∶1

知识点 2　分离定律的特例分析及概率计算

4.在某种牛中，遗传因子组成为 AA 的个体的体色是

红褐色，遗传因子组成为 aa 的个体的体色是红色。遗传因子组成为 Aa 的个体中，公牛的体色是红褐色，而母牛的体色是红色。一头红褐色母牛生了一头红色小牛，这头小牛的性别及遗传因子组成为（　　）

A.雌性，aa 或 Aa　　B.雌性，Aa

C.雄性，Aa　　D.雄性或雌性，aa

B　**解析**：由题意可知，公牛的遗传因子组成和体色分别为 AA（红褐色）、Aa（红褐色）、aa（红色），母牛的遗传因子组成和体色分别为 AA（红褐色）、Aa（红色）、aa（红色）。则“一头红褐色母牛生了一头红色小牛”中的红褐色母牛遗传因子组成一定为 AA，故该红色小牛一定含有 A，而体色为红色且含有 A 的小牛遗传因子组成只能是 Aa，性别是雌性，B 正确。

5. 人类多指是由显性遗传因子（A）控制的一种常见畸形，下列叙述不正确的是（　　）

A.只要亲代之一的遗传因子组成为 AA，其子女均患多指

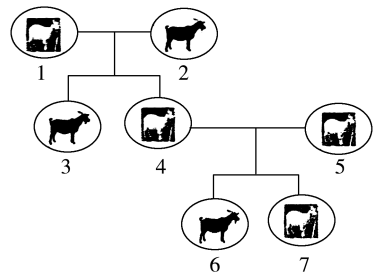
B.只要亲代之一含有遗传因子 A，其子女就有可能出现多指

C.双亲遗传因子组成均为 Aa，其子女均患多指

D.双亲遗传因子组成均为 aa，其子女患多指的概率是 0

C　**解析**：人类多指是显性遗传病，双亲一方的遗传因子组成为 AA，那么子女的遗传因子组成中至少含有一个A，因此后代均患多指，A 正确；只要双亲一方含有遗传因子 A，其后代就有可能出现多指，B 正确；双亲遗传因子组成均为 Aa，子女有可能不患多指，如遗传因子组成为 aa 的个体，C 错误；双亲遗传因子组成均为 aa，那么子女的遗传因子组成都是 aa，后代手指都正常，D 正确。

6. 下图为山羊的毛色遗传图解，下列相关叙述中，错误的是（　　）



A.白色对黑色为显性

B.图中黑色山羊均为纯合子

C.4 和 5 再生一只白色山羊的概率为 3/4

D.7 为纯合子的概率为 1/2

D　**解析**：因为 4 和 5 都是白色个体，但它们后代中的 6 为黑色，所以白色对黑色为显性，A 正确；因为黑色为隐性性状，所以黑色个体均为隐性纯合子，遗传因子组成是 aa（相关遗传因子用 A 和 a 表示），B 正确；因为 4 和 5 均为白色个体，所以它们都有一个显性遗传因子 A，又因为它们后代中有黑色个体，所以另一个遗传因子都是 a，故 4 和 5 的遗传因子组成都是 Aa，所以它们再生育一只白色后代（A_）的概率为3/4，C 正确；因为 4 和 5 的遗传因子组成都是 Aa，故白色个体 7 的遗传因子组成及比例是1/3AA和 2/3Aa，D 错误。

综合性·创新提升

7. 老鼠的毛色有黑色和黄色，这是一对相对性状（由一对遗传因子 B、b 控制）。有下列 3 组杂交组合，请据此回答相关问题：

杂交组合		子代性状及比例
①	丙（黑色）×乙（黑色）	12（黑色）：4（黄色）
②	甲（黄色）×乙（黑色）	8（黑色）：9（黄色）
③	甲（黄色）×丁（黑色）	全为黑色

（1）根据杂交组合_____可判断显性性状是_____，隐性性状是_____。

（2）表中亲本的遗传因子组成最可能是：甲_____，乙_____，丙_____，丁_____，其中属于纯合子的是_____。

（3）第②组杂交组合产生的子代中，能稳定遗传的比例理论上为_____。

解析：（1）根据杂交组合①可判断出相对性状的显隐性，具有相同性状的双亲交配，产生的后代发生了性状分离，新出现的不同于双亲的性状（黄色）为隐性性状。也可根据杂交组合③判断，具有相对性状的一对亲本杂交，后代显现出来的性状（黑色）为显性性状，未显现出来的性状（黄色）为隐性性状。（2）根据杂交组合①中，子代黑色：黄色＝3：1，可推知双亲均为杂合子，即丙、乙的遗传因子组成均为 Bb。杂交组合③中，具有相对性状的双亲杂交，子代全为一种性状（黑色），故甲和丁的遗传因子组成

分别是 bb、BB，均为纯合子。(3)杂交组合②相当于测交实验，即 bb(甲)×Bb(乙)→Bb(黑色)、bb(黄色)，可见黄色个体为纯合子，能稳定遗传，理论上所占比例为 1/2。

答案：(1)①(或③)　黑色　黄色　(2)bb　Bb　Bb　BB　甲和丁　(3)1/2

8. 油菜是我国重要的油料作物。某地广泛种植油菜，成片的油菜花是当地一道亮丽的风景。杂交可提高油菜的产量和品质，甘蓝型油菜杂交时利用雄性不育植株可免去人工去雄，操作简便。雄性不育植株的判断可使用观察雄蕊特征、花粉育性镜检、杂交实验等方法。为鉴定雄性不育植株并探究其遗传因子组成，研究小组进行了下列实验：

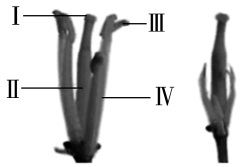


图1　　图2

(1)雄性不育原因之一是雄性器官发育不全，因此不能产生花粉。图 1 和图 2 中，可确定图_____为雄性不育植株的花蕊。

(2)雄性不育还有一种原因是雄蕊外观正常，但产生异常花粉，导致不能受精。下表是“典型不育花粉”与“正常可育花粉”比较的结果。若提供实验所需的仪器、材料等，通过花粉育性镜检鉴定雄性不育植株，实验大致步骤如下：

花粉	典型不育花粉	正常可育花粉
形态	不规则	圆形
淀粉粒	无	较多

①取样：取该植株的结构_____(填图 1 中序号)若干。

②制片：将该结构置于载玻片上，去壁，用镊子轻轻捣碎，将其中的花粉用_____染色，盖片，制成装片若干。

③镜检观察：将制好的装片分别置于放大 100 倍的_____(填仪器名称)下观察花粉的_____。

(3)雄性不育植株的雌蕊发育正常，可以通过_____(填“自花”或“异花”)传粉，产生子代。为确定雄性不育植株的显隐性、遗传因子组成等，选取 A、B、C 三株植株，进行了 6 组杂交实验，实验方案与结果如下表所示。可以判断_____(填“A”“B”或“C”)植株为雄性不育植株。雄性可育和雄性不育是一对相对性状，由 R、r 基因控制，A 植株、C 植株的遗传因子组成分别为_____。

第 1 组		第 2 组		第 3 组	
P	♀A×A ♂	P	♀A×C ♂	P	♀C×A ♂
F_1	全可育	F_1	不结籽	F_1	全可育
第 4 组		**第 5 组**		**第 6 组**	
P	♀B×B ♂	P	♀B×C ♂	P	♀C×B ♂
F_1	可育∶雄性不育＝3∶1	F_1	不结籽	F_1	可育∶雄性不育＝1∶1
注：P 表示亲代，F_1 表示子一代，♀表示母本，♂表示父本					

解析：(1)雄性不育原因之一是雄性器官发育不全，因此不能产生花粉。比较题图 1 与图 2，可以看出图 2 中雄蕊已经退化、萎缩，看不到花药，因此不能产生花粉，故可确定图 2 为雄性不育植株的花蕊。(2)①花粉位于花药中，需要从图 1 中的Ⅲ花药中取花粉若干进行鉴定。②淀粉的鉴定利用碘液，观察是否变蓝。正常育性花粉中含淀粉粒比较多，而不育花粉不含淀粉粒，因此需要用碘液染色来鉴定是否有淀粉粒存在。③将制好的装片放在显微镜下观察，主要观察花粉粒的形态是圆形还是不规则形，根据颜色是否变蓝来判断是否含有淀粉粒，最后根据观察结果分析花粉是否可育。(3)雄性不育植株的雌蕊发育正常，由于雄蕊发育不正常，因此不能完成自花传粉，只能通过异花传粉来产生子代。分析题表中的 6 组杂交实验，C 组的雄性(♂)分别与 A 组与 B 组杂交，即第 2 组、第 5 组杂交实验，F_1 均不结籽，说明 C 植株为雄性不育植株。根据第 4 组杂交实验，B 植株自交，后代产生了亲代没有的性状——雄性不育，新产生的性状为隐性性状，即雄性不育由隐性基因控制，遗传因子组成为 rr，B 植株的遗传因子组成为杂合子，即 Rr。根据第 3 组杂交实验，A 植株与 C 植株(rr)杂交，后代全为可育，说明 A 植株的遗传因子组成为 RR。

答案：(1)2　(2)①Ⅲ　②碘液　③显微镜　形态、淀粉粒、颜色　(3)异花　C　RR、rr

第 2 节　孟德尔的豌豆杂交实验(二)

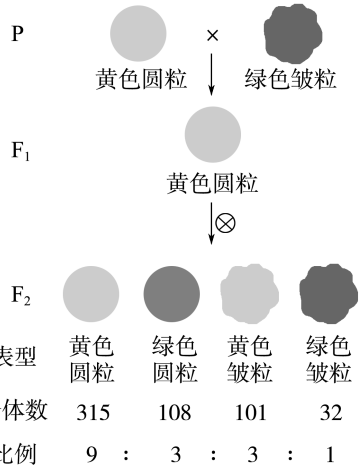
学习任务目标

1.基于遗传因子控制生物的性状,对两对相对性状的豌豆杂交实验进行解释,形成生命的物质观。
2.利用假说—演绎的科学方法体会孟德尔发现自由组合定律的过程。
3.运用遗传定律知识指导农牧业生产,检测和预防遗传病。

问题式预习

一、两对相对性状的杂交实验——发现问题

孟德尔用纯合黄色圆粒豌豆与绿色皱粒豌豆杂交,其过程如图:



1.性状的显隐性

(1) 显性性状 —— 粒色 → 黄色;粒形 → 圆粒

(2) 隐性性状 —— 粒色 → 绿色;粒形 → 皱粒

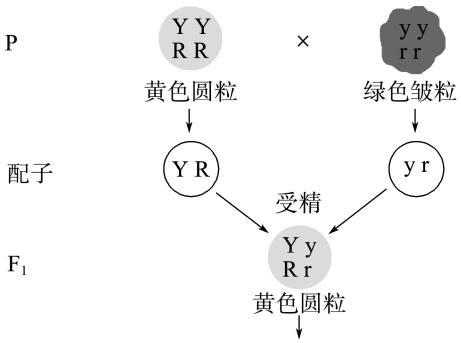
2.相对性状的分离比

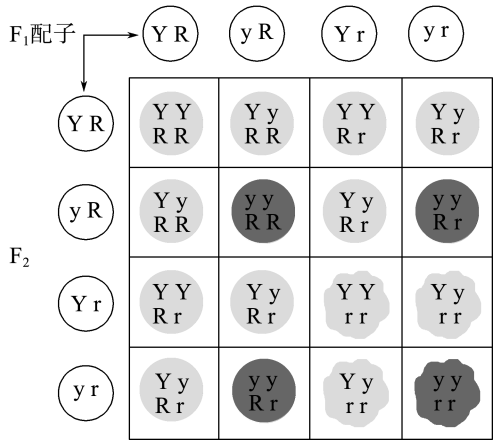
F_2 中每对相对性状的分离比 —— 粒色 → 黄色 : 绿色 = 3 : 1;粒形 → 圆粒 : 皱粒 = 3 : 1

3.归纳:F_2 中出现了不同性状之间的自由组合,重组类型为黄色皱粒、绿色圆粒。

二、对自由组合现象的解释——提出假说

孟德尔对自由组合现象的解释如下图:





1.性状的控制

(1)假说:两对相对性状由两对遗传因子控制。

①圆粒和皱粒分别由遗传因子 R、r 控制。

②黄色和绿色分别由遗传因子 Y、y 控制。

③两对遗传因子彼此分离,互不干扰。

(2)亲本的遗传因子组成分别为 YYRR、yyrr,F_1 的遗传因子组成为 YyRr。

2.配子的产生

(1)假说:F_1 在产生配子时,每对遗传因子彼此分离,不同对的遗传因子可以自由组合。

(2)F_1 产生的配子

①雄配子种类及比例:YR : Yr : yR : yr = 1 : 1 : 1 : 1。

②雌配子种类及比例:YR : Yr : yR : yr = 1 : 1 : 1 : 1。

3.受精过程

(1)假说:受精时,雌雄配子的结合是随机的。

(2)F_1 配子的结合方式有 16 种。

4.F_2 的表型及遗传因子组成分析

(1)表型分析

表型
- 双显性状(Y_R_)占 9/16
- 单显性状(Y_rr + yyR_)占 6/16
- 双隐性状(yyrr)占 1/16
- 亲本类型(Y_R_ + yyrr)占 10/16
- 重组类型(Y_rr + yyR_)占 6/16

(2)遗传因子组成分析

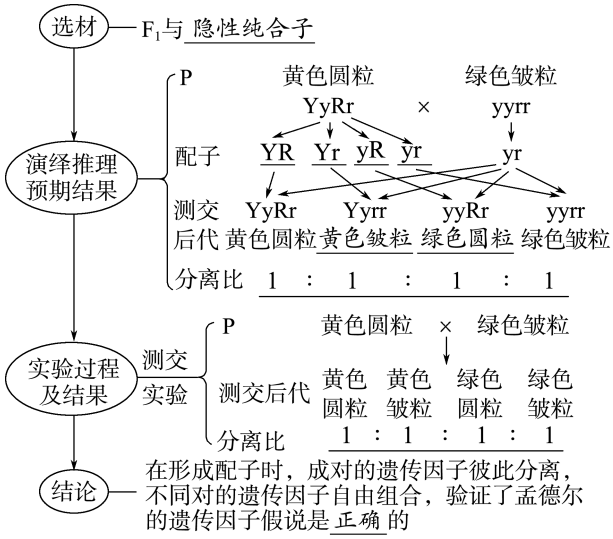
①纯合子（YYRR、YYrr、yyRR、yyrr）共占4/16。

②双杂合子(YyRr)占4/16。

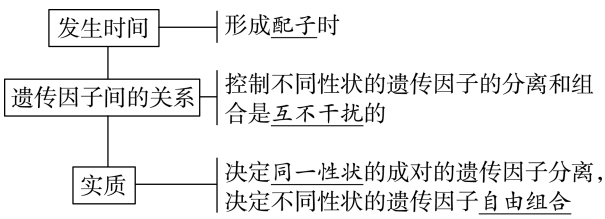
③单杂合子(YyRR、YYRr、Yyrr、yyRr)共占8/16。

三、对自由组合现象解释的验证——演绎推理(实验验证)

根据孟德尔的测交实验,完成下图:

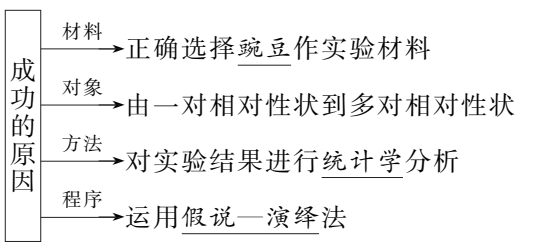


四、自由组合定律——得出结论



五、孟德尔成功的原因、孟德尔遗传规律的再发现及应用

1.孟德尔获得成功的原因



2.孟德尔遗传规律的再发现

(1)1900年,三位科学家分别重新发现了孟德尔的论文,并且认识到孟德尔提出的理论的重要意义。

(2)1909年,丹麦生物学家约翰逊提出了基因、表型(也叫表现型)和基因型的概念。

(3)连一连

①表型　　a.与表型有关的基因组成

②基因型　　b.控制相对性状的基因

③等位基因　　c.生物个体表现出来的性状

答案:①—c　②—a　③—b

3.孟德尔遗传规律的应用

(1)正确解释生物界普遍存在的遗传现象。

(2)预测杂交后代的类型和各种类型出现的概率。

(3)指导动植物育种实践,如杂交育种:有目的地将具有不同优良性状的两个亲本杂交,使两个亲本的优良性状组合在一起,再筛选出所需要的优良品种。

(4)指导医学实践,对某些遗传病在后代中的患病概率作出科学的推断,从而为遗传咨询提供理论依据。

教材开发

1.[教材P10旁栏思考]从数学的角度分析,9∶3∶3∶1与3∶1能否建立联系?这对于理解两对相对性状的遗传结果有什么启示?

提示:对于两对相对性状的遗传结果,如果对每一对性状单独进行分析,其性状的个体数量比都是3∶1,即每对性状的遗传都遵循了分离定律。两对相对性状的遗传结果可以表示为它们各自遗传结果的乘积,即9∶3∶3∶1来自$(3∶1)^2$。

2.[教材P12“思考·讨论”]用豌豆作杂交实验的材料有哪些优点?

提示:用豌豆作杂交实验材料的优点:(1)具有稳定的易于区分的相对性状,如高茎和矮茎,高茎高度为1.5～2.0 m,矮茎高度仅为0.3 m左右,易于观察和区分;(2)豌豆严格自花传粉,在自然状态下可以获得纯种,纯种杂交可获得杂合子;(3)豌豆花比较大,易于做人工杂交实验。

概念辨析

1.孟德尔两对相对性状的杂交实验中,豌豆子叶颜色和粒形的遗传遵循自由组合定律,不遵循分离定律。(　×　)

2.自由组合定律的实质是不同的配子可随机自由结合产生后代。(　×　)

3.D与D,D与d均属于等位基因。(　×　)

4.孟德尔两对相对性状的杂交实验中,F_2中出现了新性状。(　×　)

5.对基因型为YyRr个体进行测交,后代中不会出现该基因型的个体。(　×　)

6.通过测交可以推测被测个体的基因型、产生配子的种类和产生配子的数量等。(　×　)

任务型课堂

任务一　两对相对性状的杂交实验

[探究活动]

根据孟德尔两对相对性状的杂交实验，回答以下问题：

(1)F_2 中，新的性状组合(即重组类型)有哪些？所占比例共计多少？

提示：重组类型有 2 种，即黄色皱粒和绿色圆粒，所占比例均为 3/16，所以重组类型所占比例共计 3/8。

(2)将亲本(P)改为纯种黄色皱粒和纯种绿色圆粒，则：

①此时 F_1 的性状为黄色圆粒。

②F_2 性状分离比为 9∶3∶3∶1。

③F_2 中重组类型及其所占比例与之前实验的结果相同吗？为什么？

提示：不相同。亲本改变后，F_2 中重组类型为黄色圆粒和绿色皱粒，所占比例分别为 9/16 和 1/16，此时重组类型共占 5/8。而在之前的实验中，重组类型为黄色皱粒和绿色圆粒，两者均占 F_2 的3/16，因此重组类型共占 3/8。

[评价活动]

1.孟德尔的豌豆杂交实验中，将纯种的黄色圆粒(YYRR)与纯种的绿色皱粒(yyrr)杂交，得 F_2 种子 556 粒(以 560 粒计算)。从理论上推测，F_2 种子中遗传因子组成与其个体数基本相符的是　(　　)

选项	A	B	C	D
遗传因子组成	YyRR	yyrr	YyRr	yyRr
个体数	140 粒	140 粒	315 粒	70 粒

D　**解析**：亲本全为纯合子，F_1 的遗传因子组成为 YyRr，F_1 产生 YR、Yr、yR、yr 4 种比例相等的配子，雌雄配子随机结合，F_2 有 4 种性状表现，9 种遗传因子组成。其中 YyRR 有 2/16×560＝70 粒；yyrr 有 1/16×560＝35 粒；YyRr 有 4/16×560＝140 粒；yyRr 有 2/16×560＝70 粒，D 符合题意。

2.下列有关孟德尔两对相对性状的杂交实验的叙述中，正确的是　(　　)

A.在豌豆开花时对亲本进行去雄和授粉

B.F_1 的性状表现与亲本中的黄色圆粒作为母本还是父本无关

C.F_1 产生的雌雄配子的结合方式有 9 种

D.F_1 自交得到的 F_2 的遗传因子组成有 4 种，比例为 9∶3∶3∶1

B　**解析**：应在豌豆开花前对母本未成熟花进行去雄处理，父本不进行去雄处理，A 错误；F_1 的性状表现与亲本中的黄色圆粒作为母本还是父本无关，B 正确；F_1 产生的雌雄配子的结合是随机的，雌雄配子各 4 种，结合方式有 16 种，C 错误；F_1 自交得到的 F_2 的遗传因子组成有 9 种，性状表现有 4 种，D 错误。

任务升华

两对相对性状的遗传实验应注意的问题

(1)具有两对相对性状的纯种亲本杂交：

①F_1 表现双显性性状；

②F_2 有 4 种不同的性状类型，数量比接近 9∶3∶3∶1；

③每一对相对性状的遗传都遵循分离定律。

(2)①重组类型不是指 F_2 中遗传因子组成与亲本不同的个体，而是指 F_2 中性状表现与亲本不同的个体。

②若亲本为纯合的黄色圆粒和绿色皱粒，则 F_2 中的绿色圆粒(3/16)和黄色皱粒(3/16)为重组类型；若亲本为纯合的绿色圆粒和黄色皱粒，则 F_2 中黄色圆粒(9/16)和绿色皱粒(1/16)为重组类型。

任务二　对自由组合现象的解释和验证

[探究活动]

(1)根据孟德尔的两对相对性状的豌豆杂交实验遗传图解，完成以下表格：

F_2 性状表现及比例	双显性状	一显一隐性状		双隐性状
	黄色圆粒 Y_R_	黄色皱粒 Y_rr	绿色圆粒 yyR_	绿色皱粒 yyrr
	9	3	3	1

续表

F_2 遗传因子组成及比例	纯合子	1YYRR	1YYrr	1yyRR	1yyrr
	单杂合子	2YyRR 2YYRr	2Yyrr	2yyRr	—
	双杂合子	4YyRr	—	—	—

（2）测交实验中子代出现4种比例相等的性状类型的原因是什么？

提示：F_1是双杂合子，能产生4种数量相等的配子，隐性纯合子只产生1种配子。

（3）在两对相对性状的杂交实验中，若两亲本杂交，后代性状出现了1∶1∶1∶1的比例，能否确定两亲本的遗传因子组成就是YyRr和yyrr？试举例说明。

提示：不能。Yyrr和yyRr杂交，后代也会出现1∶1∶1∶1的比例。

［评价活动］

1.在孟德尔的两对相对性状杂交实验中，F_1黄色圆粒豌豆（YyRr）自交产生F_2。下列叙述正确的是（　　）

A.F_1产生2种配子，雌配子的比例为1∶1

B.F_1产生的基因型为YR的雌配子和基因型为YR的雄配子数量之比为1∶1

C.自由组合定律是指F_1产生的4种类型的雄配子和雌配子可以自由组合

D.F_1产生的雄配子中，基因型为YR和基因型为yr的比例为1∶1

D　**解析**：F_1产生4种雄配子和4种雌配子，YR∶yR∶Yr∶yr=1∶1∶1∶1，4种雄配子和4种雌配子可以随机结合，但雄配子的数量远多于雌配子的数量，A、B错误，D正确；自由组合是指形成配子时，控制不同性状的遗传因子自由组合，C错误。

2.孟德尔通过测交实验对自由组合现象的解释加以验证，下列说法错误的是（　　）

A.测交实验为杂种子一代（YyRr）与隐性纯合子（yyrr）的杂交

B.杂种子一代产生的配子组成为Yy、Rr、YR、yr，隐性纯合子产生的配子组成为yr

C.对于动物而言，测交法是验证自由组合定律的最佳方法

D.测交后代表现类型及比例为黄色圆粒∶黄色皱粒∶绿色圆粒∶绿色皱粒=1∶1∶1∶1

B　**解析**：在形成配子时，决定同一性状的成对的遗传因子彼此分离，决定不同性状的遗传因子自由组合，故杂种子一代产生的配子类型及比例为YR∶Yr∶yR∶yr=1∶1∶1∶1，B错误。

3.孟德尔在研究两对相对性状的杂交实验时，针对F_2中出现两种新类型提出的假设是（　　）

A.生物的性状是由基因控制的，控制不同性状的基因不相同

B.F_1全部为显性性状，F_2中有4种表现类型，且比例为9∶3∶3∶1

C.F_1与隐性纯合子杂交，将产生4种表现类型不同的后代，且比例为1∶1∶1∶1

D.F_1形成配子时，每对遗传因子彼此分离，不同对的遗传因子自由组合

D　**解析**：孟德尔所在的年代还没有“基因”一词，A错误；F_1全部为显性性状，F_2中有4种表现类型，且比例为9∶3∶3∶1，这是实验现象，不是提出的假设，B错误；F_1与隐性纯合子杂交，将产生4种表现类型不同的后代，且比例为1∶1∶1∶1，这是演绎推理，不是提出的假设，C错误；针对F_2中出现两种新类型提出的假设为F_1形成配子时，每对遗传因子彼此分离，不同对的遗传因子自由组合，D正确。

任务升华

（1）孟德尔对自由组合现象解释的核心是生物体形成配子时，成对的遗传因子彼此分离，不同对的遗传因子自由组合，彼此独立，互不干扰。

（2）F_2中9∶3∶3∶1性状分离比成立的条件：

①亲本必须是纯种；

②两对相对性状由两对等位基因控制；

③配子全部发育良好，且存活率相同；

④所有后代都应处于一致的环境中，而且存活率相同；

⑤材料丰富，后代数量足够多。

任务三　自由组合定律及其应用

1.番茄果实的红色对黄色为显性，两室对一室为显性。两对性状遗传时可自由组合。育种者用纯合的具有这两对相对性状的亲本杂交，子二代中重组类型的个体数占子二代总数的（　　）

A.7/8或5/8　　B.9/16或5/16

C.3/8或5/8　　D.3/8

C　**解析**：重组类型是指性状表现不同于双亲的类型，设控制两对性状的遗传因子分别为A、a和B、b，若亲本的杂交组合是AABB×aabb，则子二代的重组类型是单显性，占3/8；若亲本的杂交组合是AAbb×aaBB，则子二代的重组类型是双显性和双隐性，占5/8。故C正确。

2.假如水稻高秆（D）对矮秆（d）为显性，抗稻瘟病（R）对易感稻瘟病（r）为显性，两对性状独立遗传。现用一个纯合易感稻瘟病的矮秆品种（抗倒伏）与一个纯合抗稻瘟病的高秆品种（易倒伏）杂交，F_2中出

现既抗倒伏又抗病类型的比例为　　(　　)

A.3/4　　B.1/8　　C.3/16　　D.3/8

C　**解析**:纯合易感稻瘟病的矮秆品种(抗倒伏)与纯合抗稻瘟病的高秆品种(易倒伏)杂交,F_1 为双杂合子,F_2 中有 4 种性状表现,高秆抗病∶高秆不抗病∶矮秆抗病∶矮秆不抗病=9∶3∶3∶1,既抗倒伏又抗病类型所占的比例为 3/16。

3.水稻开两性花且花小、去雄困难,我国科研人员发现了两个光周期依赖型的水稻雄性不育突变株甲(aaBB)、乙(AAbb),各相关基因型的育性与光周期关系如下表所示。已知基因 A/a 和 B/b 独立遗传,现利用甲和乙在不同日照条件下杂交产生 F_1,F_1 自交产生 F_2。下列相关叙述错误的是　　(　　)

基因型	日照条件	
	长日照	短日照
AA、Aa	育性正常	育性正常
aa	育性正常	完全雄性不育
BB、Bb	育性正常	育性正常
bb	雄性半不育(花粉 50%可育)	育性正常

A.光周期依赖型的水稻雄性不育说明基因不是影响生物性状的唯一因素

B.长日照条件下杂交,F_2 的性状及分离比为育性正常∶雄性半不育=3∶1

C.短日照条件下杂交,F_2 的性状及分离比为育性正常∶完全雄性不育=1∶3

D.无论长或短日照,AaBb 的个体形成的 AB、Ab 花粉与卵细胞结合的概率是均等的

C　**解析**:分析题意可知,基因型为 aa 的个体在长日照条件下表现为育性正常,而在短日照条件下表现为完全雄性不育,其余基因型也有类似表现,说明基因不是影响生物性状的唯一因素,A 正确。甲(aaBB)、乙(AAbb)杂交,F_1 基因型是 AaBb,F_1 自交得到 F_2,长日照条件下 F_2 的育性及其比例为育性正常(9A_B_+3aaB_)∶雄性半不育(3A_bb+1aabb)=3∶1;短日照条件下 F_2 的育性及其比例为育性正常(9A_B_+3A_bb)∶完全雄性不育(3aaB_+1aabb)=3∶1,B 正确,C 错误。无论长或短日照,AaBb 的个体形成的 AB、Ab 花粉与卵细胞结合的概率是均等的,子代的表型与合子类型及光照情况有关,D 正确。

任务升华

设计实验验证遗传因子的自由组合定律的几种方法

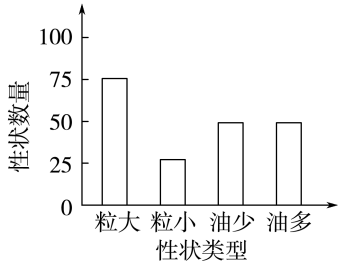
(1)测交法:让双杂合子与隐性纯合子杂交,后代的性状分离比为 1∶1∶1∶1,则符合自由组合定律。

(2)双杂合子自交法:让双杂合子自交,后代的性状分离比为 9∶3∶3∶1,则符合自由组合定律。

(3)花粉鉴定法:取双杂合子的花粉,对花粉进行特殊处理后,用显微镜观察并计数,若有 4 种花粉,比例为 1∶1∶1∶1,则符合自由组合定律。

任务四　用分离定律解决自由组合的问题

1.向日葵种子粒大(B)对粒小(b)是显性,含油少(S)对含油多(s)是显性,某人用粒大油少和粒大油多的向日葵进行杂交,结果如下图所示。这些杂交后代的基因型的种类数是　　(　　)



A.9 种　　B.8 种　　C.6 种　　D.4 种

C　**解析**:用分离定律分析每对相对性状的遗传可知,杂交后代中粒大∶粒小=3∶1,亲本的组合类型是Bb×Bb,杂交后代有 3 种基因型;杂交后代中油少∶油多=1∶1,亲本的组合类型是 Ss×ss,杂交后代有 2 种基因型。由此可知,亲本 BbSs 和 Bbss 杂交,后代的基因型有 3×2=6 种。

2.已知 A 与 a、B 与 b、C 与 c 3 对等位基因自由组合,基因型分别为 AaBbCc、AabbCc 的两个体进行杂交。下列关于杂交后代的推测,正确的是　　(　　)

A.表型有 8 种,AaBbCc 个体的比例为 1/16

B.表型有 4 种,Aabbcc 个体的比例为 1/32

C.基因型有 18 种,aaBbCc 个体的比例为 1/16

D.基因型有 8 种,aaBbcc 个体的比例为 1/16

C　**解析**:3 对基因的遗传遵循自由组合定律,其中每对基因的遗传仍遵循分离定律,故 Aa×Aa→1AA∶2Aa∶1aa;Bb×bb→1Bb∶1bb;Cc×Cc→1CC∶2Cc∶1cc。杂交后代表型有 8 种(2×2×2=8),AaBbCc 个体的比例为 1/2Aa×1/2Bb×

1/2Cc=1/8，A 错误；杂交后代表型有 8 种，Aabbcc 个体的比例为 1/2Aa×1/2bb×1/4cc=1/16，B 错误；杂交后代基因型有 18 种（3×2×3=18），aaBbCc 个体的比例为 1/4aa×1/2Bb×1/2Cc=1/16，C 正确；杂交后代基因型有 18 种，aaBbcc 个体的比例为1/4aa×1/2Bb×1/4cc=1/32，D 错误。

3. 有一种软骨发育不全的遗传病，两个患这种病的人（其他性状正常）结婚，他们所生的第一个孩子患白化病和软骨发育不全，第二个孩子性状全部正常。假设控制这两种病的基因的遗传符合基因的自由组合定律，那么他们再生一个孩子同时患两种病的概率是 （　　）

A.1/16　　B.1/8

C.3/16　　D.3/8

C　**解析**：两个患有软骨发育不全的人（其他性状正常）结婚，他们所生的第一个孩子患白化病和软骨发育不全，第二个孩子性状全部正常，可知软骨发育不全是由显性基因决定的，白化病是由隐性基因决定的，并可以推断出这对夫妇的基因型均为 AaBb（假设白化病相关基因用 A、a 表示，软骨发育不全相关基因用 B、b 表示），他们再生一个孩子同时患两种病的概率是(1/4)×(3/4)=3/16。

任务升华

(1)运用分离定律解决自由组合定律问题的步骤

拆 → 依据相对性状或等位基因对数(n)，将自由组合定律问题拆分为n个分离定律问题，如AaBb×aaBb，有两对等位基因，应拆成两个分离定律问题

析 → 逐对分析拆出的分离定律问题，如：
Aa×aa → 1/2Aa、1/2aa
Bb×Bb → 1/4BB、1/2Bb、1/4bb

组 → 依据所求基因型或表型，将分析出的分离定律相应的结果进行组合，其概率乘积即为所求，如AaBb×aaBb，子代基因型为AaBB的概率为1/2(Aa)×1/4(BB)=1/8

(2)巧用子代性状分离比推测亲本的基因型

①9∶3∶3∶1⇒(3∶1)(3∶1)⇒(Aa×Aa)(Bb×Bb)⇒AaBb×AaBb。

②1∶1∶1∶1⇒(1∶1)(1∶1)⇒(Aa×aa)(Bb×bb)⇒AaBb×aabb 或 Aabb×aaBb。

③3∶3∶1∶1⇒(3∶1)(1∶1)⇒(Aa×Aa)(Bb×bb)或(Aa×aa)(Bb×Bb)⇒AaBb×Aabb 或 AaBb×aaBb。

④3∶1⇒(3∶1)×1⇒(Aa×Aa)(BB×B_)或(Aa×Aa)(BB×bb)或(AA×A_)(Bb×Bb)或(AA×aa)(Bb×Bb)⇒AaBB×AaB_、AaBB×Aabb 或 AABb×A_Bb、AABb×aaBb。

任务五　基因自由组合现象的特殊分离比问题

1. 香豌豆的花色有紫花和白花两种，显性基因 A 和 B 同时存在时开紫花。两个纯合白花品种杂交，F_1 开紫花；F_1 自交，F_2 的性状分离比为紫花∶白花=9∶7。下列分析错误的是 （　　）

A.两个白花亲本的基因型分别为 AAbb、aaBB

B.F_1 测交结果是紫花与白花的比例为 1∶1

C.F_2 紫花中纯合子所占的比例为 1/9

D.F_2 中白花的基因型有 5 种

B　**解析**：由 F_2 的性状分离比可知，F_1 的基因型为 AaBb，又因两个亲本都是纯合白花，所以两个亲本的基因型为 AAbb 与 aaBB，A 正确；F_1 测交的结果是紫花(AaBb)∶白花(Aabb)∶白花(aaBb)∶白花(aabb)=1∶1∶1∶1，即紫花∶白花=1∶3，B 错误；F_2 的性状分离比为 A_B_(紫花)∶A_bb(白花)∶aaB_(白花)∶aabb(白花)=9∶3∶3∶1，即紫花∶白花=9∶7，其中紫花中纯合子(AABB)所占的比例为 1/9，白花的基因型有 Aabb、AAbb、aaBb、aaBB、aabb 5 种，C、D 正确。

2. 小麦麦穗基部离地的高度受几对独立遗传的等位基因控制，每个显性基因对高度的增加效应相同且具有叠加性。将株高 70 cm 的小麦（以下株高值代表相应的植株）和50 cm 的小麦杂交，F_1 均株高 60 cm，F_1 自交得到 F_2，F_2 中 70 cm∶65 cm∶60 cm∶55 cm∶50 cm 的数量比例约为 1∶4∶6∶4∶1，下列说法错误的是 （　　）

A.F_1 只有一种基因型，F_2 中 60 cm 有 3 种基因型

B.若 F_1 与 50 cm 杂交，理论上杂交后代的表型比例为 1∶2∶1

C.若 60 cm 杂合子和 65 cm 杂交，理论上杂交后代中 60 cm 的比例为 1/4

D.若 F_2 中 60 cm 随机授粉，理论上自由交配后代中 70 cm 的比例为 1/36

C　**解析**：根据 F_2 中 70 cm∶65 cm∶60 cm∶55 cm∶50 cm 的数量比例约为 1∶4∶6∶4∶1，而 1∶4∶6∶4∶1 是 9∶3∶3∶1 的变式，可知 F_1 基因型为双杂合子，设其基因型为 AaBb，根据子二代表型可

知株高与显性基因的数量有关，具有累加效应，且每多一个显性基因，株高增加(70－50)÷4＝5 cm。因此 F_2 中 60 cm 的个体含有 2 个显性基因，有 AAbb、aaBB、AaBb 共 3 种基因型，A 正确。50 cm 植株的基因型为 aabb，若 F_1（AaBb）与 50 cm (aabb)杂交，理论上杂交后代的基因型及比例为 AaBb(60 cm)∶aaBb(55 cm)∶Aabb(55 cm)∶aabb(50 cm)＝1∶1∶1∶1，表型比例为1∶2∶1，B 正确。若 60 cm 杂合子(AaBb)和65 cm(AABb 或 AaBB)杂交，由于 AaBb 产生 AB∶Ab∶aB∶ab＝1∶1∶1∶1 的 4 种配子，AABb 产生 AB∶Ab＝1∶1 的 2 种配子(或 AaBB 产生 AB∶aB＝1∶1 的 2 种配子)，而 60 cm 的个体含有两个显性基因，基因型可能是 AaBb、AAbb(或 aaBB)，因此理论上杂交后代中 60 cm 的比例为(1/4)×(1/2)＋(1/2)×(1/2)＝3/8，C 错误。F_2 中 60 cm 的基因型为1/16 AAbb、1/16aaBB 和 4/16AaBb，这些自由交配的植株中 AAbb 占 1/6、aaBB 占 1/6、AaBb 占4/6。理论上，只有基因型为 AaBb 的植株自由交配的后代中才能出现 70 cm(AABB)的植株，故后代中 70 cm (AABB) 的植株所占比例为 (4/6)×(4/6)×(1/16)＝1/36，D 正确。

3. 在某种鼠中，黄色基因 Y 对灰色基因 y 为显性，短尾基因 T 对长尾基因 t 为显性，且基因 Y 和 T 在纯合时都能使胚胎致死，这两对基因是独立遗传的。两只黄色短尾鼠交配后所生的子代表型比例为（　　）

A.3∶1∶3∶1

B.9∶3∶3∶1

C.4∶2∶2∶1

D.1∶1∶1∶1

C　**解析**：由于“基因 Y 和 T 在纯合时都能使胚胎致死”，交配的两只黄色短尾鼠都是杂合子，基因型为 YyTt。这两只鼠交配后子代正常情况下的比例为 Y_T_∶Y_tt∶yyT_∶yytt＝9∶3∶3∶1，但根据题意可知，Y_T_ 中致死的基因型有 YYTT(1/16)、YyTT(2/16)、YYTt(2/16)，能够存活的只有 YyTt (4/16)；Y_tt 中基因型为 YYtt(1/16)的个体胚胎致死，基因型为 Yytt(2/16)的个体能够存活；yyT_ 中基因型为 yyTT(1/16)的个体胚胎致死，基因型为 yyTt(2/16)的个体能够存活；基因型为 yytt(1/16)的个体全部存活，所以两只黄色短尾鼠交配后所生的子代表型比例为 4∶2∶2∶1。

任务升华

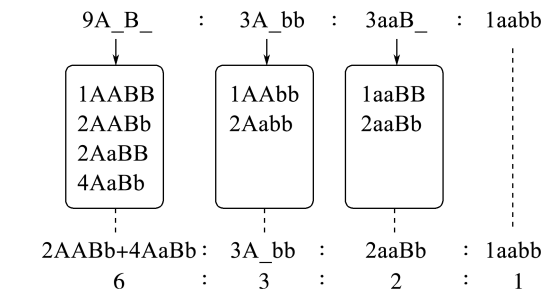
解答致死类问题的方法技巧

(1)从每对相对性状分离比角度分析，如：

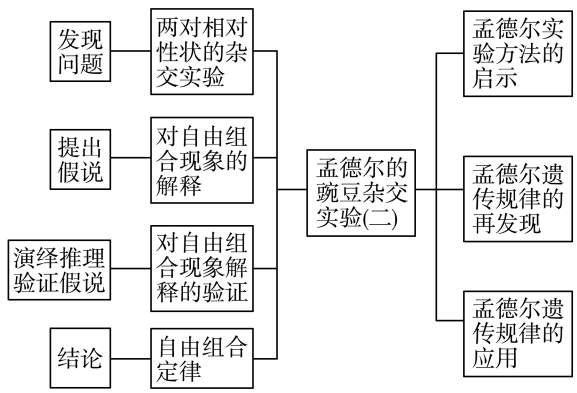
6∶3∶2∶1⇒(2∶1)(3∶1)⇒一对显性基因纯合致死。

4∶2∶2∶1⇒(2∶1)(2∶1)⇒两对显性基因纯合致死。

(2)从 F_2 每种性状的基因型种类及比例分析，如 BB 致死：



▶提质归纳



课后素养评价(二)

基础性·能力运用

知识点 1　两对相对性状的杂交实验

1.黄色圆粒豌豆(YyRr)与某种豌豆杂交,所得的种子中黄色圆粒有 281 粒,黄色皱粒有 270 粒,绿色圆粒有 95 粒,绿色皱粒有 90 粒,则该豌豆的基因型是(　　)

A.YyRR　　B.YYrr

C.YyRr　　D.Yyrr

D　**解析**:分析题意可知,后代 4 种表型比例为 3∶3∶1∶1,分解为黄色∶绿色=3∶1,圆粒∶皱粒=1∶1,其中一个亲本的基因型为 YyRr,则另一个亲本的基因型为 Yyrr。

2.蚕的黄色茧(Y)对白色茧(y)是显性,抑制黄色出现(I)对黄色出现(i)是显性。现用杂合白色茧(IiYy)的蚕相互交配,后代中白色茧与黄色茧的数量比是(　　)

A.3∶1　　B.1∶1

C.13∶3　　D.15∶1

C　**解析**:杂合白色茧(IiYy)的蚕相互交配,后代的情况为I_Y_(白色茧)∶I_yy(白色茧)∶iiY_(黄色茧)∶iiyy(白色茧)=9∶3∶3∶1。因此,后代中白色茧与黄色茧的数量比为13∶3。

3.下列关于孟德尔两对相对性状杂交实验的叙述中,错误的是(　　)

A.F_2 中圆粒和皱粒之比接近 3∶1,符合分离定律

B.两对相对性状分别由两对基因控制

C.F_1 产生 4 种比例相等的雌配子和雄配子

D.F_2 有 4 种性状表现和 6 种基因型

D　**解析**:F_2 中,单独看圆粒和皱粒这一对相对性状,圆粒∶皱粒≈3∶1,符合分离定律,A 正确;孟德尔两对相对性状杂交实验中的两对相对性状分别由两对基因控制,B 正确;F_1 产生雌、雄配子各 4 种,它们之间的数量比接近 1∶1∶1∶1,C 正确;F_1 雌、雄配子随机结合,产生的 F_2 有 9 种基因型、4 种性状表现,D 错误。

知识点 2　自由组合定律的应用

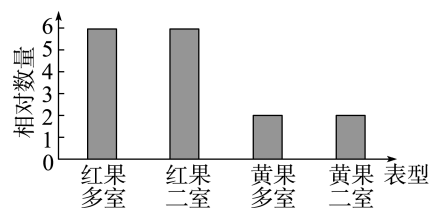
4.沙滩鼠能营造长的入巢通道(L 形通道),而北美鹿鼠只能营造短的入巢通道(S 形通道),以二者为亲本进行杂交,获得的 F_1 鼠营造的入巢通道长度介于两亲本之间(M 形通道)。F_1 鼠与北美鹿鼠回交,有 1/8 的 F_2 鼠营造的是 M 形通道。若使 F_1 鼠相互交配,子代中营造 S 形通道的个体所占比例的理论值为(　　)

A.1/16　　B.1/64

C.1/128　　D.1/256

B　**解析**:1/8 可以拆分为 1/2×1/2×1/2,而 1/2 符合一对等位基因控制的杂合子测交后代中杂合子所占比例,所以 3 个 1/2 就表示了三对基因杂合子(用 A、a,B、b,C、c 三对等位基因表示)AaBbCc 个体与 aabbcc 个体测交后代中 AaBbCc 个体所占比例。由此可以得出,F_1 鼠(营造 M 形通道)基因型为 AaBbCc,亲本中北美鹿鼠(营造 S 形通道)基因型为 aabbcc,若使 F_1 鼠(AaBbCc)相互交配,子代中营造 S 形通道的个体(aabbcc)所占比例的理论值为 1/4×1/4×1/4=1/64,B 正确。

5.番茄的红果(R)对黄果(r)为显性,子房多室(M)对子房二室(m)为显性,现将红果多室番茄和红果二室番茄进行杂交,其后代表型及比例如下图所示。据此分析两个亲本的基因型为(　　)



A.RrMm、Rrmm

B.RrMm、RRmm

C.RRMm、Rrmm

D.RRMM、RRmm

A　**解析**:番茄的红果(R)对黄果(r)为显性,子房多室(M)对子房二室(m)为显性,红果多室番茄的基因型为 R_M_,红果二室番茄的基因型为R_mm,将红果多室番茄(R_M_)和红果二室番茄(R_mm)进行杂交,后代中出现黄果,说明亲代果色相关基因型都为 Rr;后代中多室∶二室=1∶1,说明亲代相关基因型是 Mm 和 mm。综合以上分析,两亲本的基因型为 RrMm 和 Rrmm,A 正确。

6.我国科学家一直致力于杂交水稻的研究，极大地提高了水稻的产量，缓解了世界范围内粮食短缺的压力。下列关于杂交育种的叙述错误的是　（　　）

A.杂交水稻培育利用了孟德尔遗传规律

B.杂交能将同一物种不同个体的优良性状集中到同一个体中

C.杂交后代表现出优良性状就成为优良品种

D.该育种方法也可以用于家禽、家畜的育种

C　**解析**：杂交水稻的培育利用了孟德尔的遗传规律（分离定律和自由组合定律），将同一物种不同个体的优良性状集中到一个个体中，A、B正确；表现出优良性状的杂交后代不一定就是优良品种，如显性杂合子，其自交后代会发生性状分离，同时表型是基因型和环境因素共同作用的结果，C错误；杂交育种适用于进行有性生殖的生物，因此该育种方法也可以用于家禽、家畜的育种，D正确。

综合性·创新提升

7.仓鼠的毛色有灰色和黑色两种，由3对独立遗传的等位基因（P和p、Q和q、R和r）控制，3对等位基因中至少各含有1个显性基因时，毛色才表现为灰色，否则表现为黑色。下列叙述错误的是　（　　）

A.基因型为PPqqRR（♀）和PpQQRr（♂）的仓鼠交配，子代全部为灰鼠

B.该种仓鼠纯合灰色、纯合黑色个体的基因型分别有1种、7种

C.基因型为PpQqRr的个体相互交配，子代中黑色个体占27/64

D.基因型为PpQqRr的灰色个体测交，子代黑色个体中纯合子占1/7

C　**解析**：基因型为PPqqRR（♀）和PpQQRr（♂）的仓鼠交配，子代基因型有4种（P_QqR_），全为灰色，A正确；3对等位基因中至少各含有1个显性基因时，毛色才表现为灰色，纯合灰色个体基因型为PPQQRR，纯合黑色个体基因型有ppqqrr、PPqqrr、ppQQrr、ppqqRR、PPQQrr、ppQQRR、PPqqRR 7种，B正确；基因型为PpQqRr的个体相互交配，子代中灰色个体占(3/4)×(3/4)×(3/4)＝27/64，黑色个体占1－27/64＝37/64，C错误；基因型为PpQqRr的灰色个体测交，后代中灰色个体占1/8，黑色个体占7/8，其中只有1/7的ppqqrr是黑色纯合子，D正确。

8.假如某植物茎卷须的长短受两对独立遗传的等位基因（A、a和B、b）控制，单杂合植株的茎卷须中等长度，双杂合植株的茎卷须最长，其他纯合植株的茎卷须最短；花粉是否可育受一对等位基因（C、c）控制，含有C基因的花粉可育，含有c基因的花粉败育。下列相关叙述正确的是　（　　）

A.茎卷须最长的植株自交，子代中茎卷须中等长度的个体占3/4

B.茎卷须最长的植株与茎卷须最短的植株杂交，子代中茎卷须最长的个体占1/4

C.基因型为Cc的个体连续自交2次，子代中基因型为CC的个体占1/4

D.如果3对等位基因自由组合，则该植物种群内对应的基因型共有27种

B　**解析**：根据题意可知，茎卷须中等长度植株的基因型为AaBB、Aabb、AABb、aaBb，茎卷须最长植株的基因型为AaBb，茎卷须最短植株的基因型为AABB、AAbb、aaBB、aabb。茎卷须最长的植株（AaBb）自交，子代中茎卷须中等长度的个体（AaBB、Aabb、AABb、aaBb）占(1/2)×(1/4)＋(1/2)×(1/4)＋(1/4)×(1/2)＋(1/4)×(1/2)＝1/2，A错误。茎卷须最长的植株（AaBb）与茎卷须最短的植株（AABB、AAbb、aaBB、aabb）杂交，子代中茎卷须最长的个体（AaBb）占(1/2)×(1/2)＝1/4，B正确。基因型为Cc的个体自交1次，由于父本只能产生含有C的可育花粉，子一代中CC个体占1/2，Cc个体占1/2；子一代自交，由于父本只能产生含有C的可育花粉，子二代中CC占1/2＋(1/2)×(1/2)＝3/4，C错误。如果三对等位基因自由组合，逐对分析可知，茎卷须的长短受两对独立遗传的等位基因（A、a和B、b）控制，基因型有3×3＝9种；花粉是否可育受一对等位基因C、c的控制，含有C的花粉可育、含有c的花粉败育，基因型只有CC和Cc 2种，因此该植物种群内对应的基因型有9×2＝18种，D错误。

9.（2023·全国乙卷）某种植物的宽叶/窄叶由等位基因A/a控制，A基因控制宽叶性状；高茎/矮茎由等位基因B/b控制，B基因控制高茎性状。这2对等位基因独立遗传。为研究该种植物的基因致死情况，某研究小组进行了两个实验。

实验①：宽叶矮茎植株自交，子代中宽叶矮茎∶窄叶矮茎＝2∶1；

实验②：窄叶高茎植株自交，子代中窄叶高茎∶窄叶矮茎＝2∶1。

下列分析及推理中错误的是（　　）

A.从实验①可判断A基因纯合致死，从实验②可判断B基因纯合致死

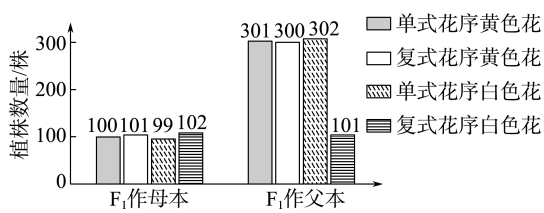
B.实验①中亲本的基因型为Aabb，子代中宽叶矮茎的基因型也为Aabb

C.若发现该种植物中的某个植株表现为宽叶高茎，则其基因型为AaBb

D.将宽叶高茎植株进行自交，所获得子代植株中纯合子所占比例为1/4

D　**解析**：实验①中，宽叶矮茎植株自交，子代中宽叶矮茎∶窄叶矮茎＝2∶1，可推知亲本基因型为Aabb，正常情况下子代中应为AA∶Aa∶aa＝1∶2∶1，由此推测AA(A基因纯合)致死；实验②中，窄叶高茎植株自交，子代中窄叶高茎∶窄叶矮茎＝2∶1，可推知亲本基因型为aaBb，正常情况下子代应为BB∶Bb∶bb＝1∶2∶1，由此推测BB(B基因纯合)致死，A正确。实验①中亲本为宽叶矮茎，且后代出现性状分离，其基因型为Aabb，由于AA致死，因此子代中宽叶矮茎的基因型也为Aabb，B正确。由于AA和BB均致死，因此若发现该种植物中的某个植株表现为宽叶高茎，则其基因型为AaBb，C正确。将宽叶高茎植株AaBb进行自交，正常情况下子代表型比例为9∶3∶3∶1，由于AA和BB致死，则子代表型比例为4∶2∶2∶1，其中只有窄叶矮茎的植株为纯合子，所占比例为1/9，D错误。

10. 番茄的单式花序与复式花序是一对相对性状，由等位基因A、a决定。番茄花的黄色和白色是一对相对性状，由等位基因B、b决定。将纯合的单式花序黄色花植株与复式花序白色花植株杂交，所得F_1均为单式花序黄色花。将F_1分别作母本和父本进行测交，所得子代的表型和数量如下图所示。下列分析不正确的是（　　）



A.番茄的单式花序和黄色花为显性性状

B.这两对基因的遗传遵循基因的自由组合定律

C.F_1自交后代中复式花序白色花植株占1/16

D.F_1产生的基因型为ab的花粉可能有2/3不育

C　**解析**：由题意可知，纯合的单式花序黄色花植株与复式花序白色花植株杂交，F_1都表现为单式花序黄色花，则单式花序和黄色花为显性性状，A正确；结合题中测交实验结果可推知，F_1的基因型为AaBb，其亲本的基因型分别为AABB、aabb，F_1作母本与aabb测交，子代出现4种表型且比例接近1∶1∶1∶1，因此可推测两对等位基因独立遗传，其遗传遵循基因的自由组合定律，B正确；F_1的基因型为AaBb，结合题中信息可知，F_1产生的雌配子类型及比例为AB∶aB∶Ab∶ab≈1∶1∶1∶1，F_1产生的雄配子类型及比例为AB∶aB∶Ab∶ab≈3∶3∶3∶1，F_1自交后代中复式花序白色花植株(aabb)占(1/4)×(1/10)＝1/40，C错误；由题干信息可知，F_1作父本与aabb测交和F_1作母本与aabb测交，子代中单式花序黄色花∶复式花序黄色花∶单式花序白色花∶复式花序白色花分别接近3∶3∶3∶1、1∶1∶1∶1，由此推测F_1(AaBb)产生的基因型为ab的花粉可能有2/3不育，D正确。

11. 果蝇中灰身(B)与黑身(b)、大翅脉(E)与小翅脉(e)是两对相对性状且独立遗传。灰身大翅脉的雌蝇与灰身小翅脉的雄蝇杂交，子代中47只为灰身大翅脉，49只为灰身小翅脉，17只为黑身大翅脉，15只为黑身小翅脉。回答下列问题：

(1)亲本中，雌蝇的基因型为_____，雄蝇的基因型为_____。

(2)亲本雌蝇产生的卵有_____种，其比例理论上为_____。

(3)上述子代中表型为灰身大翅脉个体的基因型为_____，黑身大翅脉个体的基因型为_____。

(4)让子代中的灰身大翅脉个体与黑身大翅脉个体进行杂交，后代基因型的种类有_____种，其中灰身大翅脉占_____。

解析：(1)根据已知的两种基因及其显隐性关系可知，两个亲本的基因型为B_E_×B_ee。由于子代中灰身∶黑身＝(47＋49)∶(17＋15)＝3∶1，可推知两个亲本控制体色的基因型为Bb×Bb；而子代中大翅脉∶小翅脉＝(47＋17)∶(49＋15)＝1∶1，可推知两个亲本控制翅脉大小的基因型为

Ee×ee，即两个亲本中雌蝇的基因型为BbEe，雄蝇的基因型为Bbee。(2)由于亲本雌蝇的基因型为BbEe，因此该亲本雌蝇能产生配子的种类及比例是BE∶Be∶bE∶be=1∶1∶1∶1。(3)BbEe×Bbee，子代中基因型和表型为：

雌配子		BE	Be	bE	be
雄配子	Be	BBEe（灰身大翅脉）	BBee（灰身小翅脉）	BbEe（灰身大翅脉）	Bbee（灰身小翅脉）
	be	BbEe（灰身大翅脉）	Bbee（灰身小翅脉）	bbEe（黑身大翅脉）	bbee（黑身小翅脉）

所以子代中表型为灰身大翅脉个体的基因型为BBEe和BbEe，黑身大翅脉个体的基因型为bbEe。(4)据(3)分析可知，子代中表型为灰身大翅脉个体的基因型为1/3BBEe和2/3BbEe，黑身大翅脉个体的基因型为bbEe，所以BBEe×bbEe，后代有BbEE、BbEe、Bbee 3种基因型；BbEe×bbEe，后代有BbEE、BbEe、Bbee、bbEE、bbEe、bbee 6种基因型，可知后代基因型有6种，其中灰身大翅脉占(1/3)×(3/4)+(2/3)×(1/2)×(3/4)=1/2。

答案：(1)BbEe　Bbee　(2)4　1∶1∶1∶1　(3)BBEe、BbEe　bbEe　(4)6　1/2

12. 桃树中，树体乔化与矮化为一对相对性状(由等位基因D、d控制)，蟠桃果形与圆桃果形为一对相对性状(由等位基因H、h控制)，蟠桃对圆桃为显性。下表是两组桃树杂交组合的实验统计数据：

亲本组合		后代的表型及其株数			
组别	表型	乔化蟠桃	乔化圆桃	矮化蟠桃	矮化圆桃
甲	乔化蟠桃×矮化圆桃	41	0	0	42
乙	乔化蟠桃×乔化圆桃	30	13	0	14

(1)根据组别_____的结果，可判断桃树树体的显性性状是_____。

(2)甲组的两个亲本的基因型分别为_____。

(3)根据甲组的杂交结果可以判断，上述两对相对性状的遗传不遵循自由组合定律。理由是如果这两对性状的遗传遵循自由组合定律，则甲组的杂交后代应出现_____种表型，比例应为_____。

(4)桃树的蟠桃果形具有较高的观赏性。已知现有蟠桃树种均为杂合子，欲探究蟠桃是否存在显性纯合致死现象(即HH个体无法存活)，研究小组设计了以下遗传实验，请补充有关内容。

实验方案：_____，分析比较子代的表型及比例。

预期实验结果及结论：

①如果子代_____，则蟠桃存在显性纯合致死现象。

②如果子代_____，则蟠桃不存在显性纯合致死现象。

解析：(1)乙组杂交亲本均为乔化，杂交后代出现了矮化个体，可判断乔化为显性性状。(2)把甲组两对性状分别统计：①乔化×矮化→乔化∶矮化≈1∶1，推知亲本的基因型为Dd×dd；②蟠桃×圆桃→蟠桃∶圆桃≈1∶1，推知亲本基因型为Hh×hh，由①②可知甲组的亲本基因型为DdHh×ddhh。(3)如果两对相对性状的遗传符合自由组合定律，则甲组测交后代应有4种表型，比例为1∶1∶1∶1，所以这两对相对性状的遗传不遵循自由组合定律。(4)将蟠桃自交，遗传图解如下：

P　　Hh×Hh

↓

F_1　　HH　　Hh　　hh

比例　　1　∶　2　∶　1

若存在显性纯合致死(HH死亡)现象，则蟠桃∶圆桃=2∶1；若不存在显性纯合致死(HH存活)现象，则蟠桃∶圆桃=3∶1。

答案：(1)乙　乔化　(2)DdHh、ddhh　(3)4　1∶1∶1∶1　(4)蟠桃(Hh)自交(或蟠桃与蟠桃杂交)　①表型为蟠桃和圆桃，比例为2∶1　②表型为蟠桃和圆桃，比例为3∶1

专项提升课　自由组合定律特殊应用

核心目的

1.掌握自由组合定律的特殊题型：自由组合定律应用中有很多特殊情况，如基因互作、累加效应、胚胎致死、配子致死等，造成子代不同的分离比。做题时掌握了题型，就会有的放矢。

2.助力理解新情境：新题型由新的背景材料支撑，若对新材料新背景理解不透彻，题目就容易做错。

一、“和”为16的特殊分离比成因

1.基因互作

序号	类型	F_1（AaBb）自交后代比例	F_1测交后代比例
Ⅰ	存在一种显性基因时表现为同一性状，其余正常表现	9∶6∶1	1∶2∶1
Ⅱ	两种显性基因同时存在时，表现为一种性状，否则表现为另一种性状	9∶7	1∶3
Ⅲ	当某一对隐性基因成对存在时表现为双隐性状，其余正常表现	9∶3∶4	1∶1∶2
Ⅳ	只要存在显性基因就表现为一种性状，其余正常表现	15∶1	3∶1
Ⅴ	某一种显性基因与双显性基因表现相同	12∶3∶1	2∶1∶1

2.显性基因累加效应

（1）表现

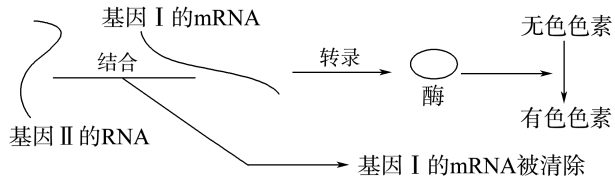
$F_1(AaBb)$ —自交→ 5种表型，比例为1∶4∶6∶4∶1

$F_1(AaBb)$ —测交→ 3种表型，比例为1∶2∶1

（2）原因：A与B的作用效果相同，且显性基因越多，其效果越强。

对点训练

1.下图表示基因Ⅰ和Ⅱ分子产物相互作用的图解，可以解释数种植物的果实颜色遗传机制。已知基因Ⅰ有两个等位基因，G合成的mRNA携带有能使蛋白质正确行使功能的结构信息，g无活性。基因Ⅱ同样有两个等位基因，W编码可以与基因Ⅰ的mRNA结合的调节RNA，w无活性。细胞中基因Ⅱ的RNA浓度显著高于基因Ⅰ的mRNA浓度，则双杂合子的自交子代分离比应为（　　）



A.13∶3　　B.12∶3∶1

C.9∶3∶3∶1　　D.9∶7

A　**解析**：由题干可知，基因Ⅱ的W基因编码可与基因Ⅰ的mRNA结合的调节RNA，可以使基因Ⅰ的mRNA被清除，从而使基因Ⅰ中的G转录成的mRNA无法行使正常功能，使相关的酶无法合成，最终无色色素不能转变为有色色素。由此可推知，有色个体的基因型只能为G_ww，其余的ggW_、G_W_、ggww均为无色个体。因此，对于双杂合子GgWw自交，子代有色果实比例为3/4×1/4＝3/16（G_ww），其余1－3/16＝13/16均为无色，即无色∶有色＝13∶3，A正确。

2.人类皮肤中黑色素的多少由两对独立遗传的基因（A和a、B和b）所控制，显性基因A和B可以使黑色素的量增加，两者增加的量相等，并且可以累加。基因型同为AaBb的男女婚配，下列关于其子女皮肤颜色深浅的描述中，正确的是（　　）

A.只能生出四种肤色深浅不同的孩子

B.生出与父母肤色深浅一样的孩子的概率为1/8

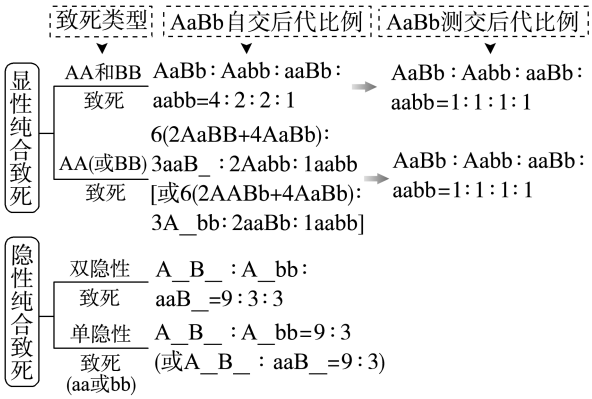
C.理论上生出肤色最浅孩子的概率为1/16

D.理论上，不同肤色的子女个数比例约为9∶3∶3∶1

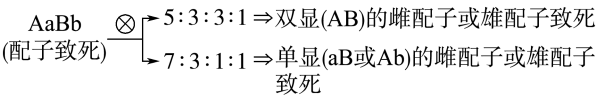
C　**解析**：基因型同为 AaBb 的男女婚配，能生出五种肤色深浅不同的孩子（分别是含四个显性基因的 AABB，含三个显性基因的 AABb 和 AaBB，含两个显性基因的 AaBb、AAbb 和 aaBB，含一个显性基因的 Aabb、aaBb，含全隐性基因的 aabb），A 错误；生出与父母肤色深浅一样的孩子（2 个显性基因，包括 AAbb、aaBB、AaBb）的概率为 1/16＋1/16＋1/4＝3/8，B 错误；理论上生出肤色最浅孩子（aabb）的概率为 1/16，C 正确；理论上，不同肤色的子女个数比例约为 1（AABB）∶4（AABb、AaBB）∶6（AAbb、aaBB、AaBb）∶4（Aabb、aaBb）∶1（aabb），D 错误。

二、“和”小于 16 的特殊分离比成因

1. 胚胎致死或个体致死



2. 配子致死或配子不育



对点训练

3. 就某种鼠而言，黄色皮毛（A）对灰色皮毛（a）为显性性状，短尾（B）对长尾（b）为显性性状。基因 A 或 b 纯合会导致个体在胚胎期死亡。已知两对基因独立遗传。现有一对表型为黄色短尾的雌、雄鼠交配，发现子代部分个体在胚胎期死亡。则理论上子代成活个体的表型及比例是（　　）

A. 均为黄色短尾

B. 黄色短尾∶灰色短尾＝2∶1

C. 黄色短尾∶黄色长尾∶灰色短尾∶灰色长尾＝6∶2∶3∶1

D. 黄色短尾∶黄色长尾∶灰色短尾∶灰色长尾＝6∶2∶2∶1

B　**解析**：黄色皮毛基因 A 对灰色皮毛基因 a 为显性，短尾基因 B 对长尾基因 b 为显性，这两对基因独立遗传，说明这两对基因的遗传遵循基因的自由组合定律。因为基因 A 或 b 纯合时使胚胎死亡，所以黄色短尾鼠的基因型有两种，即 AaBb、AaBB。则两只黄色短尾鼠交配有三种情况：①两只黄色短尾鼠的基因型均为 AaBb，则它们交配后代基因型及比例为 9/16A_B_（1/16AABB、2/16AABb、2/16AaBB、4/16AaBb）、3/16A_bb、3/16aaB_、1/16aabb，因为基因 A 或 b 纯合时使胚胎死亡，所以子代存活个体的基因型及比例为 2/16AaBB（黄色短尾）、4/16AaBb（黄色短尾）、3/16aaB_（灰色短尾），则子代表型及比例为黄色短尾∶灰色短尾＝2∶1。②两只黄色短尾鼠的基因型均为 AaBB，则它们交配后代为 1/4AABB、1/2AaBB、1/4aaBB，因为基因 A 或 b 纯合时使胚胎死亡，所以子代存活个体的基因型及比例为 1/4aaBB（灰色短尾）、1/2AaBB（黄色短尾），则子代表型及比例为黄色短尾∶灰色短尾＝2∶1。③两只黄色短尾鼠的基因型分别为 AaBb、AaBB，则它们交配后代为 1/4AAB_、1/2AaB_、1/4aaB_，因为基因 A 或 b 纯合时使胚胎致死，所以子代存活个体的基因型及比例为 1/4aaB_（灰色短尾）、1/2AaB_（黄色短尾），则子代表型及比例为黄色短尾∶灰色短尾＝2∶1。

4. 某种鸽的羽毛绿色与黄色、条纹与无纹分别由独立遗传的两对等位基因控制，其中一对显性基因纯合会出现致死现象。绿色条纹与黄色无纹鸽交配，F_1 中绿色无纹和黄色无纹鸽的比例为 1∶1。F_1 中绿色无纹鸽相互交配后，F_2 中绿色无纹∶黄色无纹∶绿色条纹∶黄色条纹＝6∶3∶2∶1。据此判断，下列说法不正确的是（　　）

A. 绿色对黄色是显性，无纹对条纹是显性，绿色基因纯合致死

B. F_1 中绿色无纹个体相互交配，后代中有 3 种基因型的个体致死

C. F_2 中黄色无纹个体随机交配，后代中黄色条纹个体的比例为 1/8

D. F_2 中某绿色无纹个体和黄色条纹个体杂交，后代表型比例可能不是 1∶1∶1∶1

C　**解析**：由题干信息可知，F_1 绿色无纹鸽相互交配，F_2 出现 4 种表型，则绿色对黄色是显性，无纹对条纹是显性，且根据 F_2 中绿色∶黄色＝2∶1，可说明绿色基因纯合致死，A 正确。用 A、a 代表绿色基因与黄色基因，用 B、b 代表无纹基因与条纹基因，因绿色基因显性纯合致死，则 F_2 中致死基因型有 AABB、AABb、AAbb 共 3 种，B 正确。让 F_2 中黄色无纹个体（1aaBB、2aaBb）彼此交配，则后代出现黄色条纹个体（aabb）的概率为 2/3×2/3×1/4＝1/9，C 错误。由于绿色对黄色是显性且纯合致死，因此 F_2 中绿色无纹个体存在两种基因型，即 AaBb 和 AaBB，其中基因型为 AaBb 的绿色无纹个体和黄色条纹个体 aabb 杂交，后代表型和比例为绿色无纹∶黄色无纹∶绿色条纹∶黄色条纹＝1∶1∶1∶1；基因型为 AaBB 的绿色无纹个体和黄色条纹个体 aabb 杂交，后代表型和比例为绿色无纹∶黄色无纹＝1∶1，D 正确。

单元活动构建

单元活动一　运用“分离定律和自由组合定律”分析基因的致死效应

「单元任务」

任务内容	
任务一	合子致死导致的性状分离比的变化
任务二	配子致死导致的性状分离比的变化

「任务导引」

无尾猫是一种观赏猫。猫的无尾和有尾由一对等位基因(A、a)控制。为了选育纯种无尾猫，让无尾猫自交多代，但发现每一代中总会出现有尾猫，且无尾猫与有尾猫的比例为 2∶1。

解释猫尾性状的遗传需要明确以下几个问题：

(1)猫尾性状的显隐性关系。

(2)无尾猫自交后代中为什么会出现有尾猫？

(3)无尾猫自交后代中无尾猫与有尾猫的比例为什么是 2∶1，而不是 3∶1？

「任务突破」

任务一	合子致死导致的性状分离比的变化

活动 1　某动物种群中，基因型为 AA、Aa 和 aa 的个体所占比例依次为 25%、50%、25%。若该种群中的 aa 个体没有繁殖能力，其他基因型相同的个体间交配，理论上，下一代基因型为 AA、Aa、aa 的个体的数量比为3∶2∶1。

活动 2　在小鼠的一个自然种群中，体色有黄色(Y)和灰色(y)，尾巴有短尾(D)和长尾(d)，两对相对性状的遗传符合基因的自由组合定律。任取一对黄色短尾个体经多次交配，F_1 的表型为黄色短尾∶黄色长尾∶灰色短尾∶灰色长尾＝4∶2∶2∶1。实验中发现有些基因型有致死现象(胚胎致死)。回答下列问题：

(1)黄色短尾亲本能产生 4 种正常配子。

(2)F_1 中致死个体的基因型有 5 种。

(3)表型为黄色短尾的小鼠的基因型为YyDd。

任务二	配子致死导致的性状分离比的变化

活动 1　在一个玉米的自然种群中，等位基因 A、a 控制高茎和矮茎，等位基因 B、b 控制抗病和感病，两对基因独立遗传，其中含 A 基因的花粉致死。现选择高茎抗病植株自交，F_1 有 4 种表型，回答下列问题：

(1)两对相对性状中的显性性状分别是高茎、抗病。

(2)F_1 高茎抗病植株的基因型为 AaBB 或 AaBb。

(3)F_1 中高茎与矮茎、抗病与感病植株的比例分别为 1∶1、3∶1。

活动 2　某雌雄同株植物高茎对矮茎为显性，由于某种原因使携带矮茎遗传因子的花粉只有 1/3 能够成活。现用多株纯合高茎植株作母本，矮茎植株作父本进行杂交，子一代植株自交，子二代的性状分离比为 7∶1。

单元活动二　运用“归纳与比较”的方法分析基因型和表型的关系

「单元任务」

任务内容	
任务一	显性的相对性
任务二	性别对表型的影响
任务三	复等位基因

「任务导引」

人类拥有多种血型系统，在 30 种人类血型系统中，最为重要的是“ABO 血型系统”(受复等位基因 I^A、I^B、i 控制)和“Rh 血型系统”(受等位基因 D、d 控制)。通常医院中进行的血型检查也只有这两项指标，控制这两种血型系统的基因独立遗传。

“ABO 血型系统”表型与基因型的关系如下表所示：

表型	A 型	B 型	AB 型	O 型
基因型	I^AI^A、I^Ai	I^BI^B、I^Bi	I^AI^B	ii

“Rh 血型系统”表型与基因型的关系如下表所示：

表型	Rh 阳性(＋)	Rh 阴性(－)
基因型	DD、Dd	dd

分析“ABO 血型系统”需要明确的问题有：

(1)基因 I^A、I^B、i 的显隐性关系是怎样的？

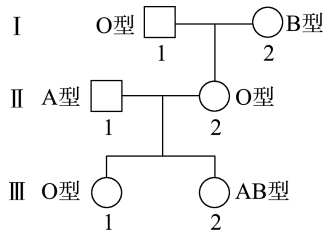
(2)基因 I^A、I^B、i 的遗传遵循什么规律？

「任务突破」

任务一　显性的相对性

活动 1　某种牛的红毛和白毛为一对相对性状，由一对遗传因子(A、a)决定。一头纯种白色母牛与一头纯种红色公牛交配，产下一头粉褐色的幼牛。让子一代粉褐色母牛与红色公牛杂交，则其后代毛色为粉褐色和红色。

活动 2　两对独立遗传的基因共同控制一对相对性状，某一对等位基因对另一对等位基因具有遮盖作用，其表现为该基因所控制的性状称为上位效应，该基因称为上位基因。已知 H 物质是 ABO 血型抗原物质的前体分子，它的合成受 H 基因的控制，在 I^A 和 I^B 的作用下 H 物质进一步形成 A 抗原和 B 抗原，只含 A 抗原为 A 型血，只含 B 抗原为 B 型血，都含有则为 AB 型血，否则为 O 型血；基因型为 hh 的个体不能产生 H 物质，称为孟买血型 O 型。某个只有一个孟买血型 O 型个体的家系如下图所示，根据该家系图，回答下列问题：



(1)该家系中，孟买血型 O 型的个体是Ⅱ$_2$，基因型是 hhI^Bi。

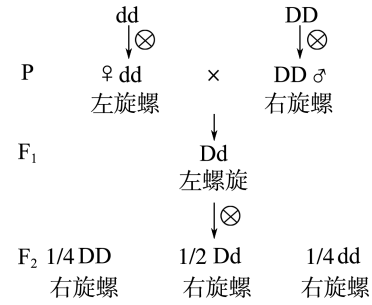
(2)Ⅱ$_1$、Ⅲ$_1$ 的基因型分别是 HHI^Ai 或 HhI^Ai、Hhii。

(3)基因 I^A、I^B 和 i 的遗传遵循基因的分离定律。

任务二　性别对表型的影响

活动 1　某种羊有角和无角由一对等位基因(N、n)控制，公羊中基因型为 NN 或 Nn 的表现为有角，nn 表现为无角；母羊中基因型为 NN 的表现为有角，nn 或 Nn 表现为无角。若多对杂合子公羊与杂合子母羊杂交，则理论上子一代群体中母羊的表型及其比例为有角∶无角＝1∶3，公羊的表型及其比例为有角∶无角＝3∶1。

活动 2　母性效应是指子代某一性状的表型由母体的基因型决定，而不受本身基因型的支配。椎实螺是一种雌雄同体的软体动物，一般通过异体受精繁殖，但若单独饲养，也可以进行自体受精。其螺壳的旋转方向有左旋和右旋的区分，旋转方向符合母性效应，遗传过程如下图所示：



(1)与螺壳旋转方向有关基因的遗传遵循分离定律。

(2)螺壳表现为左旋的个体和表现为右旋的个体，其基因型种类数分别为 2、3 种。

(3)欲判断某左旋椎实螺的基因型，可用任意的右旋椎实螺作父本进行交配，统计杂交后代 F_1 的性状。若子代表现为左旋，则该左旋椎实螺是纯合子 dd；若子代表现为右旋，则该左旋椎实螺是杂合子 Dd。

(4)将图中 F_2 个体进行自交，其后代螺壳表现为右旋∶左旋＝3∶1。

任务三　复等位基因

活动 1　豚鼠毛色由 C^a(黑色)、C^b(乳白色)、C^c(银色)、C^d(白化)4 个复等位基因控制，这 4 个复等位基因之间的显隐性关系是 $C^a>C^b>C^c>C^d$，回答下列问题：

(1)种群中乳白色豚鼠的基因型共有 3 种。

(2)两只豚鼠杂交的后代最多会出现 3 种毛色，最少会出现 1 种毛色。

活动 2　扁豆具有多种外皮性状，是由同一基因位点的多个不同基因控制的。将纯种不同性状的扁豆杂交得到 F_1，然后自交得到 F_2，结果如下表：

杂交组合(亲本)	F_1 表型及比例	F_2 表型及比例
麻面 A×麻面 B	全部麻面 A	麻面 A∶麻面 B＝3∶1
麻面 B×斑点 A(或 B)	全部麻面 B	麻面 B∶斑点 A(或 B)＝3∶1
斑点 A×斑点 B	斑点 A、B 混合	斑点 A∶斑点 A、B 混合∶斑点 B＝1∶2∶1
斑点 A(或 B)×光面	全部斑点 A(或 B)	斑点 A(或 B)∶光面＝3∶1

(1)扁豆的外皮性状遗传遵循基因的分离定律。

（2）光面扁豆自交后代不会（填“会”或“不会”）出现性状分离。

（3）亲本麻面 A 和斑点 B 杂交后代表型为麻面 A。

（4）控制斑点 A 和斑点 B 的基因是共显性关系。

「活动达标」

1. 小鼠中有一种黄色毛皮的性状，其杂交实验如下所示。下列有关叙述正确的是（　　）

实验一：黄鼠×黑鼠→黄鼠 2 378 只，黑鼠2 398只，比例约为 1∶1；

实验二：黄鼠×黄鼠→黄鼠 2 396 只，黑鼠1 235只，比例约为 2∶1。

A.小鼠毛皮性状的遗传不遵循分离定律

B.小鼠毛皮的黑色对黄色为显性

C.小鼠中不存在黄色纯种个体

D.小鼠中不存在黑色纯种个体

C　**解析**：由实验二可知，黄色为显性性状。由实验一可知，黄鼠×黑鼠为测交，再结合实验二结果中黄鼠∶黑鼠≈2∶1 可知，有 1/4 的个体死亡，即小鼠中存在显性（黄色）纯合致死现象。

2. ABO 血型属于临床上比较常用的血型系统，鉴定 ABO 血型的临床应用，主要在于输血、亲子鉴定、器官移植等。ABO 血型与基因型和抗原的关系如下表所示，下列叙述正确的是（　　）

血型	基因型	红细胞膜上的抗原	血清中的抗体
A	I^AI^A、I^Ai	A	抗 B
B	I^BI^B、I^Bi	B	抗 A
AB	I^AI^B	AB	无
O	ii	无	抗 A、抗 B

A.取 O 型血个体的血清与待测血液样品混合，若出现凝集现象，则待检者为 AB 血型

B.A 型血杂合子与 B 型血杂合子可产生4 种表型的后代，遵循自由组合定律

C.相关血型基因会在成熟红细胞中选择性表达并在膜上形成相应抗原

D.4 类血型是由 3 个复等位基因控制的同一性状

D　**解析**：O 型血个体的血清中有抗 A 抗体和抗 B 抗体，与待测血液样品混合，如果出现凝集反应，血型可能是 A 型、B 型、AB 型，A 错误；A 型血杂合子（I^Ai）与 B 型血杂合子（I^Bi）可产生 4 种表型的后代，ABO 血型符合基因分离定律，而不是自由组合定律，B 错误；成熟红细胞没有细胞核等结构，不能进行基因的选择性表达，C 错误；ABO 血型是由 3 个复等位基因控制的一种性状，D 正确。

3. 大豆子叶颜色受 A、a 和 B、b 两对基因影响，两对基因独立遗传，AA 表现为深绿色，Aa 表现为浅绿色，aa 表现为黄化且此表型的个体在幼苗阶段死亡。当 B 基因存在时，A 基因能正常表达；当 b 基因纯合时，A 基因不能表达。子叶深绿和子叶浅绿的两亲本杂交，F_1 出现黄化苗。下列相关叙述错误的是（　　）

A.亲本的基因型为 AABb、AaBb

B.F_1 中子叶深绿∶子叶浅绿∶子叶黄化＝3∶3∶2

C.基因型为 AaBb 的个体自交，子代有 9 种基因型、4 种表型

D.大豆子叶颜色的遗传遵循基因的自由组合定律

C　**解析**：子叶深绿（AAB_）和子叶浅绿（AaB_）的两亲本杂交，F_1 出现黄化苗，则亲本的基因型为 AABb、AaBb，A 正确。F_1 中子叶深绿[(1/2×1/4)AABB＋(1/2×1/2)AABb]∶子叶浅绿[(1/2×1/4)AaBB＋(1/2×1/2)AaBb]∶子叶黄化[(1/2×1/4)AAbb＋(1/2×1/4)Aabb]＝3∶3∶2，B 正确。基因型为 AaBb 的个体自交，子代有9 种基因型、3 种表型，即子叶深绿（AABB、AABb）、子叶浅绿（AaBB、AaBb）、子叶黄化（aaBB、aaBb、aabb、AAbb、Aabb），C 错误。控制大豆子叶颜色的两对等位基因独立遗传，其遗传遵循基因的自由组合定律，D 正确。

4. 拟南芥为严格的闭花自花传粉植物，是遗传学研究的模式生物。某拟南芥植株自交，子代的表型及比例为早花∶晚花＝3∶1，种皮深褐色∶种皮黄色＝3∶1，叶片卷曲∶叶片正常＝3∶1。下列说法错误的是（　　）

A.拟南芥在自然状态下一般为纯种

B.该拟南芥表型为早花、种皮深褐色、叶片卷曲

C.子代中表型为早花、种皮黄色、叶片卷曲的个体占 9/64

D.子代个体中可能不存在表型为晚花、叶片卷曲的个体

C　**解析**：由题干信息可知，拟南芥为严格的闭花自花传粉植物，故自然状态下一般为纯种，A 正确；某拟南芥植株自交，子代的表型及比例为早花∶晚花＝3∶1，种皮深褐色∶种皮黄色＝3∶1，叶片卷曲∶叶片正常＝3∶1，说明早花、种皮深褐色、叶片卷曲为显性性状，且该拟南芥表型为早花、种皮深褐色、叶片卷曲，B 正确；由于从题干无法确定这三对等位基因是否独立遗传，故无法计算子代中表型为早花、种皮黄色、叶片卷曲的个体的比例，C 错误；若控制晚花和叶片正常的基因不独立遗传，则子代个体中

可能不存在表型为晚花、叶片卷曲的个体，D正确。

5. 某种植物的花色同时受A、a与B、b两对基因控制，基因型为A_bb的植株开蓝花，基因型为aaB_的植株开黄花。将蓝花植株(♀)与黄花植株(♂)杂交，取F_1中红花植株自交得F_2。F_2的表型及其比例为红花∶黄花∶蓝花∶白花＝7∶3∶1∶1。下列分析正确的是　(　　)

A.F_2中基因型为Aa_ _的杂合子致死

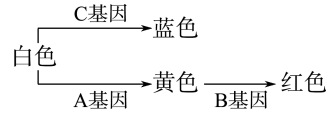
B.F_1产生的配子中某种基因组合的雌、雄配子同时致死

C.亲本蓝花植株和F_2蓝花植株的基因型一定为AAbb

D.F_1产生的配子中，含有Ab的雌配子或Ab雄配子致死

D　**解析**：F_1红花植株自交所得F_2中出现了开黄花(aaB_)和蓝花(A_bb)的个体，说明F_1同时含有A、a、B、b基因，故F_1红花的基因型为AaBb；若没有致死情况，则F_1自交产生的F_2的表型及比例为A_B_∶aaB_∶A_bb∶aabb＝9∶3∶3∶1，事实上，F_2的表型及比例是红花(A_B_)∶黄花(aaB_)∶蓝花(A_bb)∶白花(aabb)＝7∶3∶1∶1，白花的基因型是aabb，则可推知含有ab的雌配子和雄配子都是可育的，又由A_bb(蓝花)的比值是1而不是3，可推知含有Ab的雌配子或者雄配子致死，A、B错误，D正确；含有Ab的雌配子或雄配子致死，则F_2中蓝花植株的基因型和亲本蓝花植株的基因型都是Aabb，C错误。

6. 已知牵牛花的花色受三对独立遗传的等位基因(A和a、B和b、C和c)控制，其途径如图所示，其中蓝色和红色混合后显紫色，蓝色和黄色混合后显绿色。现有某紫花植株自交子代出现白花和黄花，据此判断，下列叙述错误的是　(　　)



A.自然种群中红花植株的基因型有4种

B.用于自交的紫花植株的基因型为AaBbCc

C.自交子代中出现黄花植株的概率为3/64

D.自交子代中绿花植株和红花植株所占的比例不同

D　**解析**：由题图可知，红花植株应该同时含有A基因和B基因，但是没有C基因，即基因型为A_B_cc，所以自然种群中红花植株的基因型有4种，A正确；紫花植株的基因型为A_B_C_，某紫花植株自交子代出现白花(aa_ _cc)和黄花(A_bbcc)，则该紫花植株的基因型为AaBbCc，其自交子代出现黄花植株的概率为(3/4)×(1/4)×(1/4)＝3/64，B、C正确；自交子代中绿花植株(A_bbC_)所占的比例为(3/4)×(1/4)×(3/4)＝9/64，红花植株(A_B_cc)所占的比例为(3/4)×(3/4)×(1/4)＝9/64，二者所占比例相同，D错误。

第1章质量评估

(90分钟　100分)

一、选择题(本题包括16个小题，每小题3分，共48分)

1. 某植物性别有雄株、雌株和两性植株三种。B基因决定雄株，b基因决定两性植株，b^-基因决定雌株。B对b、b^-是显性，b对b^-是显性。下列分析正确的是　(　　)

A.一株两性植株最多可产生3种配子

B.雄株和雌株杂交，子代可能全是雄株

C.雄株的基因型种类比两性植株或雌株的基因型种类都多

D.两性植株随机交配，子代中杂合子所占比例一定不会高于纯合子

D　**解析**：两性植株基因型是bb、bb^-，可能产生1种或2种配子，即最多产生2种配子，A错误。雄株(Bb、Bb^-)和雌株(b^-b^-)杂交，子代会出现bb^-或Bb^-的两性植株或雄株，B错误。雄株的基因型有Bb、Bb^-(因为不含有B的雌配子，故不具有BB的雄株类型)，两性植株基因型有bb、bb^-，雌株基因型为b^-b^-，雄株的基因型种类与两性植株相同，C错误。两性植株群体内(有bb、bb^-两种基因型)随机交配，bb个体自交后代全部为纯合子；bb^-自交、bb^-与bb杂交的后代都有1/2为纯合子；故两性植株群体内随机交配后群体杂合子所占比例一定不会高于纯合子，D正确。

2. 某植物的红花与白花这对相对性状受一对等位基因控制，某生物兴趣小组的同学将300对亲本均分为2组，进行了下表所示的实验。下列说法错误的是　(　　)

组别	杂交方案	杂交结果
甲	红花×白花	红花∶白花＝7∶1
乙	白花×白花	全为白花

A.红花为显性性状，白花为隐性性状

B.红花亲本中既有纯合子也有杂合子

C.甲组红花亲本中杂合个体的比例是1/3

D.甲组中红花亲本个体全部自交，子代中白花个体占的比例为1/16

C　**解析**：由甲组的杂交结果可推知，红花为显性性状，白花为隐性性状，且红花亲本植株中既有纯合子，也有杂合子，A、B正确；假设红花由基因M控制，白花由基因m控制，甲组的杂交子代红花∶白花=7∶1，即杂交子代白花的比例是1/8，说明亲本红花植株产生m配子的比例是1/8，进而推知甲组红花亲本中杂合个体的比例是1/4，C错误；甲组红花亲本中，只有杂合个体(Mm)自交才能产生白花子代(mm)个体，因甲组红花亲本中Mm的比例是1/4，所以自交产生的白花子代个体的比例为(1/4)×(1/4)=1/16，D正确。

3.假说—演绎法是现代科学研究中常用的一种科学方法。下列属于孟德尔在发现分离定律时“演绎”过程的是（　　）

A.生物的性状是由遗传因子决定的

B.由F_2出现了“3∶1”推测生物体产生配子时，成对的遗传因子彼此分离

C.若F_1产生配子时成对的遗传因子彼此分离，则测交后代会出现两种性状且比例为1∶1

D.若F_1产生配子时成对的遗传因子彼此分离，则F_2中会出现三种遗传因子组成且比例为1∶2∶1

C　**解析**：假说—演绎法是在观察和分析基础上提出问题以后，通过推理和想象提出解释问题的假说，根据假说进行演绎推理，推出预测的结果，再通过实验来检验。如果实验结果与预测相符，就可以认为假说是正确的；反之，则可以认为假说是错误的。孟德尔在发现分离定律时的演绎过程为若假说成立，则测交后代中高茎与矮茎植株的数量比应为1∶1。

4.研究发现基因家族存在一种“自私基因”，该基因可通过杀死不含该基因的配子来扭曲分离比例。若A基因是一种“自私基因”，在产生配子时，能杀死体内一半不含该基因的雄性配子。某基因型为Aa的植株自交获得的F_1中红花(AA)∶粉红花(Aa)∶白花(aa)=2∶3∶1，F_1中个体随机受粉产生F_2，下列有关表述错误的是（　　）

A.Aa植株产生花粉的基因型及比例为A∶a=2∶1，雌配子为A∶a=1∶1

B.F_1植株产生花粉的基因型及比例是A∶a=2∶1，雌配子为A∶a=7∶5

C.F_2中红花∶粉红花∶白花=14∶17∶5

D.F_2中纯合子所占比例为17/36

D　**解析**：Aa植株产生的雌配子正常为A∶a=1∶1，但由于A基因会使基因型为a的雄配子死掉一半，则产生的雄配子比例为A∶a=2∶1，A正确。F_1中红花(AA)∶粉红花(Aa)∶白花(aa)=2∶3∶1，即AA占1/3，Aa占1/2，aa占1/6，因此子一代产生的雌配子的种类及比例为A=1/3+(1/2)×(1/2)=7/12、a=5/12，即雌配子为A∶a=7∶5；由于A基因是一种“自私基因”，在产生配子时，能杀死体内一半不含该基因的雄性配子，因此子一代产生的雄配子的种类及比例为A=1/3+(1/2)×(2/3)=2/3、a=(1/2)×(1/3)+1/6=1/3，即产生花粉的基因型及比例为A∶a=2∶1，B正确。F_1中个体随机受粉产生的后代的表型及比例为红花(AA)=(7/12)×(2/3)=14/36、粉红花(Aa)=(7/12)×(1/3)+(2/3)×(5/12)=17/36、白花(aa)=(5/12)×(1/3)=5/36，即红花∶粉红花∶白花=14∶17∶5，C正确。由C项可知，F_2中纯合子(AA+aa)所占的比例为14/36+5/36=19/36，D错误。

5.玉米的早熟和晚熟性状分别由等位基因D和d控制，纯合早熟亲本与晚熟亲本杂交得到F_1，F_1自交产生F_2的过程中，若F_1产生的雌配子均存活，产生的雄配子中含D基因的有50%致死，含d基因的均存活，则F_2出现的性状及比例为（　　）

A.早熟∶晚熟=1∶1

B.早熟∶晚熟=2∶1

C.早熟∶晚熟=3∶1

D.早熟∶晚熟=4∶1

B　**解析**：纯合早熟亲本(DD)与晚熟亲本(dd)杂交得到F_1(Dd)，F_1产生的雌配子均存活，种类和比例为1/2D、1/2d；F_1产生的雄配子中含D基因的有50%致死、含d基因的均存活，则雄配子种类和比例为1/3D、2/3d。F_2的晚熟(dd)=(1/2)×(2/3)=1/3，早熟(D_)=1−1/3=2/3，则早熟∶晚熟=2∶1，B正确。

6.正常人的红细胞均呈中央微凹的圆饼状，镰状细胞贫血患者(aa)的红细胞均呈弯曲的镰刀状。正常人与镰状细胞贫血患者婚配后，子女的红细胞均既有正常的圆饼状又有镰刀状，这些子女平时并不表现出严重的病症，只有在缺氧条件下才发病。下列说法正确的是（　　）

A.正常人的基因型可能是AA或Aa

B.决定红细胞性状表现的基因的遗传不遵循分离定律

C.子女只有在缺氧条件下才发病说明环境决定生物的性状表现

D.子女的红细胞既有圆饼状又有镰刀状可能是A和a控制的性状同时显现的结果

D　**解析**：正常人的基因型为AA，A错误；决定红细胞性状表现的基因为一对等位基因，其遗传遵循分离定律，B错误；子女只有在缺氧条件下才发病说明环境影响生物的性状表现，C错误；由题干“子女的细胞既有正常的圆饼状又有镰刀状”可知，A对a为不完全显性，其子女的红细胞中A和a控制的性状同时显现，导致红细胞既有圆饼状又有镰刀状，D正确。

7. 孟德尔对于遗传学的重要贡献之一是利用设计巧妙的实验否定了融合遗传方式。为了验证孟德尔遗传方式的正确性，有人用一株开红花的烟草和一株开白花的烟草作为亲本进行实验。在下列预期结果中，支持孟德尔遗传方式而否定融合遗传方式的是（　　）

A. 红花亲本与白花亲本杂交得到的F_1全为红花

B. 红花亲本与白花亲本杂交得到的F_1全为粉红花

C. 红花亲本与白花亲本杂交得到的F_2按照一定比例出现花色分离

D. 红花亲本自交，子代全为红花；白花亲本自交，子代全为白花

C　**解析**：融合遗传主张子代的性状是亲代性状的平均结果，融合遗传方式传递的遗传性状在后代中不分离。分离定律是双亲杂交得到的F_1表现显性亲本性状，F_1自交产生的F_2会出现一定的分离比。

8. 孟德尔创造性地运用假说—演绎法对豌豆两对相对性状的杂交实验进行研究，最终总结出了自由组合定律。下列说法正确的是（　　）

A. “F_1自交，F_2出现了9∶3∶3∶1的性状分离比”属于“提出假说”

B. 依据假说可推断出F_1能够产生数量和比例均相等的雌雄配子

C. 假说能解释F_1自交后F_2出现了9∶3∶3∶1的性状分离比的原因，因此假说成立

D. “若假说成立，则F_1测交时子代会出现1∶1∶1∶1的性状分离比”属于“演绎推理”

D　**解析**：“F_1自交，F_2出现了9∶3∶3∶1的性状分离比”是孟德尔观察到的现象，不是其提出假说的内容，A错误；依据假说推断，F_1能产生数量比例为1∶1的两种雌配子和数量比例为1∶1的两种雄配子，而一般情况下雄配子数目多于雌配子数目，B错误；孟德尔的假说能解释F_1自交后F_2出现了9∶3∶3∶1的性状分离比的原因，并没有证明假说成立，假说需要用测交实验进行验证，C错误；“若假说成立，则F_1测交时子代会出现1∶1∶1∶1的性状分离比”属于“演绎推理”的内容，D正确。

9. 香味与无香味、高秆与矮秆是水稻的两对相对性状。现有甲、乙、丙三种无香味水稻和香味水稻丁，其中甲、丙、丁为高秆，乙为矮秆，其杂交结果如下表，下列叙述正确的是（　　）

亲本组合	F_1表型及数量
甲×乙	无香味高秆763，香味高秆252
丙×丙	无香味高秆451，无香味矮秆160，香味高秆155，香味矮秆54
乙×丁	无香味高秆221，无香味矮秆213，香味高秆217，香味矮秆229

A. 香味对无香味为显性性状，高秆对矮秆为显性性状

B. 丙为杂合子，能产生四种比例相等的配子

C. 丙自交子代的无香味高秆个体中与甲基因型相同的概率为4/9

D. 由乙和丁杂交的结果可说明两对基因符合自由组合定律

B　**解析**：分析题意可知，甲是无香味高秆，乙是无香味矮秆，丙是无香味高秆，丁是香味高秆，其中甲与乙杂交，子代均为高秆，说明高秆对矮秆是显性性状，丙自交，子代出现香味个体，说明香味是隐性性状，A错误；设香味与无香味、高秆与矮秆分别由A/a、B/b控制，丙是无香味高秆，基因型是A_B_，自交后子代出现9∶3∶3∶1的分离比，说明其基因型是杂合子AaBb，能产生四种比例相等的配子，B正确；丙的基因型是AaBb，自交后子代无香味高秆的基因型是A_B_，甲基因型是AaBB，丙自交子代的无香味高秆个体中与甲基因型相同的概率为2/9，C错误；乙和丁杂交F_1表型比例为1∶1∶1∶1，无论两对等位基因是否独立遗传（两对基因符合自由组合定律），均可能出现上述结果，D错误。

10. 数量性状的遗传由多基因决定，也受环境影响。如烟草花冠长度（一种数量性状）由4对等位基因（A_1、a_1，A_2、a_2，A_3、a_3，A_4、a_4）共同决定，每对基因都为显性纯合时的花冠最长（94 cm），都为隐性纯合时的花冠最短（46 cm），这两种类型称为极端类型。再如用花冠长度分别为58 cm和70 cm的烟草杂交，F_1的花冠长度介于双亲之间，F_2出现了比58 cm更短、比70 cm更长的超亲遗传类型。下列说法错误的是（　　）

A. F_2出现超亲现象的两个亲本一般不是极端类型

B. $a_1a_1a_2a_2A_3A_3A_4A_4 \times A_1A_1A_2A_2a_3a_3a_4a_4$产生的$F_2$可出现超亲现象

C. $a_1a_1A_2A_2a_3a_3A_4A_4 \times A_1A_1a_2a_2A_3A_3a_4a_4$产生的$F_2$中极端类型占$1/4^4$

D.出现花冠长度比 $A_1A_1A_2A_2A_3A_3A_4A_4$ 更长的个体可能是环境造成的

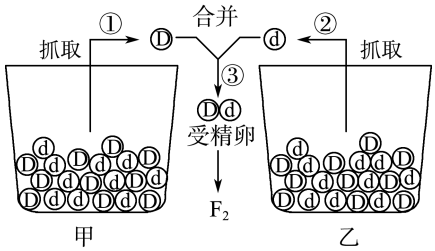
C　**解析**：极端类型的两亲本杂交产生的子代一般介于双亲之间，不会出现超亲现象，A 正确；$a_1a_1a_2a_2A_3A_3A_4A_4\times A_1A_1A_2A_2a_3a_3a_4a_4$ 产生的 F_1 基因型为 $A_1a_1A_2a_2A_3a_3A_4a_4$，F_2 可出现含 5 个以上显性基因的超亲现象，如 $A_1A_1A_2A_2A_3A_3A_4A_4$，B 正确；$a_1a_1A_2A_2a_3a_3A_4A_4\times A_1A_1a_2a_2A_3A_3a_4a_4$ 产生的 F_1 基因型为 $A_1a_1A_2a_2A_3a_3A_4a_4$，F_2 中极端类型 $a_1a_1a_2a_2a_3a_3a_4a_4$ 占 $1/4^4$，$A_1A_1A_2A_2A_3A_3A_4A_4$ 也占 $1/4^4$，C 错误；原则上 $A_1A_1A_2A_2A_3A_3A_4A_4$ 为花冠长度最长的个体，表型受基因和环境的共同影响，出现花冠长度比 $A_1A_1A_2A_2A_3A_3A_4A_4$ 更长的个体可能是环境造成的，D 正确。

11. 荠菜果实形状——三角形和卵圆形由两对等位基因 A、a 和 B、b 决定，两对等位基因独立遗传。基因型为 AaBb 的个体自交，F_1 中三角形∶卵圆形＝301∶20。在 F_1 的三角形果实荠菜中，部分个体无论自交多少代，其后代均为三角形果实，这样的个体在 F_1 的三角形果实荠菜中所占的比例为（　　）

A.1/15　　B.7/15　　C.3/16　　D.7/16

B　**解析**：由 F_1 中三角形∶卵圆形＝301∶20≈15∶1 可知，只要有基因 A 或基因 B，荠菜果实就表现为三角形，无基因 A 和基因 B 则表现为卵圆形。基因型为 AaBb、aaBb、Aabb 的个体自交均会出现基因型为 aabb 的个体，其在 F_1 三角形果实荠菜中所占比例为 8/15。因此无论自交多少代，后代均为三角形果实的个体在 F_1 的三角形果实荠菜中占 7/15。

12. 下图表示模拟孟德尔杂交实验时的一次操作过程，下列叙述正确的是（　　）



A.①与②过程均模拟等位基因的分离过程

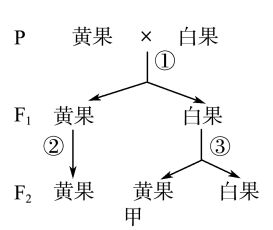
B.③过程模拟非等位基因自由组合的过程

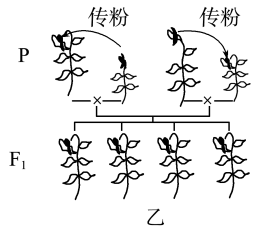
C.甲和乙容器中的小球的总数应相同

D.重复如上操作 4 次，得到 Dd 的概率为 1/2

A　**解析**：①与②过程为从容器中随机抓取 D、d 小球的过程，甲、乙两个容器分别代表雌、雄生殖器官，甲、乙两容器内的小球分别代表雌、雄配子，故①与②均模拟等位基因的分离过程，A 正确；③过程模拟雌、雄配子随机组合的过程，B 错误；甲和乙容器中的小球的总数可以不相同，只要满足每个容器内 D∶d＝1∶1 即可，C 错误；重复题中操作的次数足够多时，得到 Dd 的概率才接近 1/2，D 错误。

13. 南瓜果实的颜色是由一对遗传因子（A 和 a）控制的，用一株黄色果实南瓜和一株白色果实南瓜杂交，子代（F_1）中既有黄色果实南瓜也有白色果实南瓜，让 F_1 自交产生的 F_2 的性状表现如图甲所示。为研究豌豆的高茎与矮茎和花的顶生与腋生性状的遗传规律，设计了两组纯种豌豆杂交的实验如图乙所示。下列说法错误的是（　　）





A.图乙可以判定花腋生是显性性状

B.图甲 P 中黄果的遗传因子组成是 aa，F_2 全部个体中黄果与白果的理论比例是 5∶3

C.图乙豌豆实验中亲代的腋生花都需要去雄处理

D.由图甲①②可知黄果是隐性性状；若只考虑顶生与腋生一对相对性状，则图乙所示的两种交配方式可以互称为正交和反交

D　**解析**：题图乙中亲代有顶生与腋生，子代只有腋生，故可判断腋生是显性性状，A 正确；分析题图甲可知，黄果是隐性性状，遗传因子组成为 aa，F_1 白果与亲代白果的遗传因子组成均是 Aa，F_1 白果自交，F_2 中黄果（aa）占 1/4，白果（A_）占 3/4，而 F_1 黄果（aa）自交后代均为黄果（aa），又因为 F_1 中黄果与白果之比为 1∶1，所以 F_2 中黄果所占比例为 1/2＋(1/2)×(1/4)＝5/8，白果所占比例为 (1/2)×(3/4)＝3/8，故 F_2 全部个体中黄果与白果的理论比例为 5∶3，B 正确；图乙中腋生均为母本，需要进行去雄处理，C 正确；根据③白果自交的后代出现性状分离可知，黄果是隐性性状，根据①②不能判断其显隐性，图乙中母本均是腋生，若只考虑顶生与腋生一对相对性状，不属于正反交，D 错误。

14. 三交法是指三个品种间的杂交，即两个亲本杂交得到的 F_1 杂种与另一亲本杂交，可表示为（A×B）×C。已知 A 品种玉米具有抗大斑病性状（TT），B 品种玉米具有耐密性状（dd），C 品种玉米具有早熟性状（ee），三种性状是独立遗传的，且 A、B、C 均为

纯合子。为培育具有上述三种优良性状的纯合玉米新品种，从理论上分析，下列育种思路正确的是（　　）

A.(A×B)×C，F_2 均具有耐密、早熟性状

B.(A×C)×B，F_2 约有 1/8 的植株属于目标品种

C.(A×C)×B 与(B×C)×A 得到的子代均须连续自交才能获得目标品种

D.抗大斑病耐密新品种的选育，只需要在高密度下种植并选育即可

C　**解析**：品种 A 与 B 杂交，F_1 为 TtDdEE，F_1 与 C 品种 ttDDee 杂交，F_2 不具有耐密(dd)、早熟(ee)的性状，A 错误；品种 A 与 C 杂交，F_1 为 TtDDEe，F_1 与 B 品种 ttddEE 杂交，F_2 中为抗病耐密早熟的纯合子(TTddee)的概率为 0，B 错误；(A×C)×B 与(B×C)×A 得到的子代中有同时具有 T、d、e 三种优良性状基因的个体，但为杂合子，因此需要连续自交才能获得目标品种，C 正确；选育抗病耐密的新品种时，在高密度下种植并选育，只能得到表型为耐密的个体，无法选育抗病的个体，D 错误。

15.某种植物的羽裂叶和全缘叶是一对相对性状。某同学用全缘叶植株(植株甲)进行了下列 4 个实验，其中能够判定植株甲为杂合子的实验是（　　）

A.用植株甲给另一株全缘叶植株授粉，子代中全缘叶与羽裂叶的比例为 3∶1

B.植株甲进行自花传粉，子代不出现性状分离

C.用植株甲给另一株全缘叶植株授粉，子代均为全缘叶

D.用植株甲给羽裂叶植株授粉，子代中全缘叶与羽裂叶的比例为 1∶1

A　**解析**：用植株甲给另一株全缘叶植株授粉，子代中全缘叶与羽裂叶的比例为 3∶1，说明植株甲与另一株全缘叶植株均为杂合子，A 正确；让全缘叶植株甲进行自花传粉，子代不出现性状分离，说明植株甲为纯合子，B 错误；用植株甲给另一株全缘叶植株授粉，子代均为全缘叶，说明双亲可能都是纯合子，既可能是显性纯合子，也可能是隐性纯合子，或者双亲均表现为显性性状，其中之一为杂合子，另一株为显性纯合子，因此不能判定植株甲为杂合子，C 错误；用植株甲给羽裂叶植株授粉，子代中全缘叶与羽裂叶的比例为 1∶1，只能说明一个亲本为杂合子，另一个亲本为隐性纯合子，但无法判定哪一株是杂合子，D 错误。

16.某二倍体植物叶缘的锯齿状与非锯齿状受叶缘细胞中 T 蛋白含量的影响，T 蛋白的合成由两对独立遗传的基因(A 和 a、T 和 t)控制，其中基因 T 表达的产物是 T 蛋白，基因 A 抑制基因 T 的表达。基因型为 AaTt 的锯齿状植株自交，F_1 中锯齿状植株与非锯齿状植株的比例为 13∶3。下列分析错误的是（　　）

A.F_1 产生的雌、雄配子之间的结合是随机的

B.叶缘细胞缺少 T 蛋白的植株，叶缘呈锯齿状

C.F_1 锯齿状植株和非锯齿状植株的基因型分别有 7 种和 2 种

D.基因型为 aaTT 的植株根尖细胞中没有 T 蛋白，原因是根细胞中没有 T 基因

D　**解析**：根据孟德尔的遗传规律，雌、雄配子的结合是随机的，A 正确；由于 F_1 中锯齿状植株与非锯齿状植株的比例是 13∶3，说明这两对等位基因的遗传遵循基因的自由组合定律，因为基因 A 抑制基因 T 的表达，所以锯齿状植株的基因型为 A_ _ _、aatt，非锯齿状植株的基因型为 aaT_，则叶缘细胞缺少 T 蛋白的植株呈锯齿状，B 正确；由以上分析可知，F_1 锯齿状植株的基因型有 A_T_、A_tt、aatt，共 7 种，F_1 非锯齿状植株的基因型为 aaT_，共2 种，C 正确；基因型为 aaTT 的植株为非锯齿状，故其体细胞中含有 T 基因，根尖细胞中不含 T 蛋白是由于基因的选择性表达，基因 T 不能在根尖细胞中表达，D 错误。

二、非选择题(本题包括 4 个小题，共 52 分)

17.(13 分)某校高二年级研究性学习小组调查了人的眼睑性状遗传情况，他们以年级为单位，对班级的统计进行汇总和整理，结果如表所示(单位：人)。

组别		第一组	第二组	第三组
		双亲全为双眼皮	双亲中只有一个为双眼皮	双亲全为单眼皮
子代	双眼皮人数	120	120	无
	单眼皮人数	74	112	子代均为单眼皮

请分析表格并回答下列问题：

(1)根据表中第_____组，可判断眼睑性状中属于隐性性状的是_____。

(2)设控制显性性状的遗传因子为 A，控制隐性性状的遗传因子为 a，请写出在实际调查中，上述各组双亲中可能的婚配组合的遗传因子组成。

第一组：_____；

第二组：_____；

第三组：_____。

解析：(1)表中第一组的双亲全为双眼皮，但其后

代中有单眼皮个体，这说明后代出现了性状分离，因此，可判断眼睑性状中属于隐性性状的是单眼皮。(2)双眼皮个体的遗传因子组成有 AA 和 Aa 两种，单眼皮个体的遗传因子组成为 aa。由于第一组的双亲全为双眼皮，因此可能的婚配组合的遗传因子组成有 AA×AA、AA×Aa、Aa×Aa；第二组的双亲中只有一个是双眼皮，因此可能的婚配组合的遗传因子组成有 AA×aa、Aa×aa；第三组的双亲中全为单眼皮，因此婚配组合的遗传因子组成只能是 aa×aa。

答案：(1)一　单眼皮　(2)AA×AA、AA×Aa、Aa×Aa　AA×aa、Aa×aa　aa×aa

18.(14 分)已知两对等位基因 A 和 a、B 和 b 独立遗传，现用两个纯合亲本(AABB、aabb)进行杂交，产生的 F_1 再自交产生 F_2，请分析回答下列问题：

(1)若单独观察分析一对相对性状的遗传特点，F_1 的基因型为 Aa，其连续自交两代后，子代中 AA、Aa、aa 的比例为_____。

(2)同时观察分析两对基因的遗传特点，符合基因的_____定律。若两对等位基因分别控制两对相对性状，则 F_2 的双显性个体中纯合子占_____；若选取 F_2 中的两个杂合子杂交，其子代只有一种表型，则这两个杂合子的基因型是_____。

(3)若两对等位基因控制一对相对性状，且只要存在一个显性基因，个体便表现显性性状，则 F_2 中显性性状与隐性性状的比例为_____；若只有 A、B 同时存在时，个体才表现显性性状，则 F_1 与双隐性个体杂交，子代中隐性个体所占比例为_____。

(4)若两对等位基因共同控制着植株的高度，且以累加效应决定植株的高度，每个显性基因的遗传效应相同。纯合子 AABB 高 50 cm，纯合子 aabb 高 30 cm，它们之间杂交得到 F_1 后，再自交得到 F_2，如果忽略环境因素的影响，则 F_2 中表现为 40 cm高度的个体的基因型有_____。

解析：(1)F_1 基因型为 Aa，连续自交两代后，杂合子比例为 $(1/2)^2=1/4$，纯合子 AA 和 aa 的比例相等，均为 $(1-1/4)\div2=3/8$，故 AA、Aa、aa 的比例为 3∶2∶3。(2)两对等位基因 A 和 a、B 和 b 独立遗传，同时分析两对基因的遗传特点，符合基因的自由组合定律。若两对等位基因分别控制两对相对性状，F_2 的双显性个体(A_B_)所占比例为 9/16，包括 1AABB、2AaBB、2AABb、4AaBb，其中纯合子 AABB 占 1/9。选取 F_2 中的两个杂合子杂交，其子代只有一种表型，则这两个杂合子应均含有一对显性纯合基因，基因型是 AaBB 和 AABb。(3)若两对等位基因控制一对相对性状，且只要存在一个显性基因，个体便表现为显性，则 F_2 中显性性状与隐性性状的比例为(9+3+3)∶1=15∶1；若只有 A、B 同时存在时，个体才表现出显性，则 F_1(AaBb)与双隐性个体(aabb)杂交，子代出现 AaBb、aaBb、Aabb、aabb 4 种基因型，且各基因型所占比例相等，只有 AaBb 表现为显性，其余均表现为隐性，故隐性个体所占比例为 3/4。(4)纯合子 AABB 高 50 cm，aabb 高 30 cm，则每个显性基因的遗传效应为(50−30)/4=5 cm，它们之间杂交得到 F_1 后，再自交得到 F_2，如果忽略环境因素的影响，则 F_2 中表现为40 cm高度的个体应含有 2 个显性基因，对应的基因型有 AaBb、AAbb、aaBB 3 种。

答案：(1)3∶2∶3　(2)自由组合　1/9　AaBB 和 AABb　(3)15∶1　3/4　(4)AaBb、AAbb、aaBB

19.(10 分)某雌雄同株作物的花色由两对等位基因(A 与 a、B 与 b)控制，叶片宽度由等位基因(C 与 c)控制，三对基因独立遗传。已知花色有三种表型，紫花(A_B_)、粉花(A_bb)和白花(aaB_、aabb)。下表是某校探究小组所做的杂交实验结果，请分析回答下列问题：

组别	亲本组合	F_1 的表型及比例					
		紫花宽叶	粉花宽叶	白花宽叶	紫花窄叶	粉花窄叶	白花窄叶
甲	粉花宽叶×粉花窄叶	0	3/8	1/8	0	3/8	1/8
乙	紫花宽叶×紫花窄叶	9/32	3/32	4/32	9/32	3/32	4/32
丙	紫花宽叶×白花宽叶	9/16	3/16	0	3/16	1/16	0

(1)根据上表中_____组杂交组合，可判断叶片宽度这一性状中的_____是隐性性状。

(2)乙组亲本基因型分别为_____，其杂交子代的基因型共有_____种。

(3)研究发现，白花窄叶植株抗逆性强，产量比其他类型高。若欲在短期内通过一次杂交即可得到大量的白花窄叶纯合植株，根据 F_1 结果可以直接利用表中的_____组杂交方案来获得。

解析：(1)丙组杂交组合中，两个亲本均为宽叶，但它们的后代中出现了窄叶，即发生性状分离，说明窄叶为隐性性状。(2)乙组产生的后代中紫花(A_B_)∶粉花(A_bb)∶白花(aaB_和 aabb)=

9∶3∶4，是9∶3∶3∶1的变式，故两亲本控制花色的基因型均为AaBb；乙组后代中宽叶∶窄叶＝1∶1，属于测交类型，则两个亲本控制叶片宽度的基因型为Cc×cc，综上分析可知，乙组杂交组合两个亲本的基因型为AaBbCc×AaBbcc。其杂交子代的基因型种类可分开分析，Aa×Aa，后代有3种基因型；Bb×Bb，后代有3种基因型；Cc×cc，后代有2种基因型；综合分析，乙组两个亲本杂交的子代基因型种类有3×3×2＝18种。(3)欲在短期内通过一次杂交即可得到大量的白花窄叶纯合植株aaBBcc或aabbcc，根据F_1结果分析，只有甲组和乙组的F_1中有白花窄叶类型，由两组的亲本基因型(甲组：AabbCc×Aabbcc，乙组：AaBbCc×AaBbcc)分析，甲组中得到的白花窄叶植株全部为aabbcc，乙组中得到的白花窄叶植株为aaB_cc和aabbcc，所以选甲组杂交方案得到纯合白花窄叶的比例更大。

答案：(1)丙　窄叶　(2)AaBbCc、AaBbcc　18　(3)甲

20.(15分)某研究小组按照孟德尔杂交实验的程序，做了如下两组实验。

第一组：用纯种的灰身果蝇(B)与黑身果蝇(b)杂交，得到F_1，让F_1自由交配后，将F_2中的所有黑身果蝇去除，使F_2中的所有灰身果蝇再自由交配，产生F_3。

第二组：用纯种的高茎豌豆(D)与矮茎豌豆(d)杂交，得到F_1，让F_1自交后，将F_2中的所有矮茎豌豆去除，使F_2中的所有高茎豌豆再自交，产生F_3。

回答下列问题：

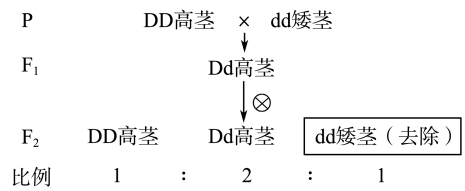
(1)第一组实验中F_2中黑身果蝇所占的比例是_____；第二组实验中，F_2的显性性状中，杂合子高茎豌豆所占的比例是_____。

(2)第一组实验中F_3的性状表现及比例为_____；第二组实验中F_3的性状表现及比例为_____。

(3)写出第二组实验P到F_2的遗传图解。

解析：(1)果蝇灰身(B)对黑身(b)为显性，纯种灰身果蝇(BB)与黑身果蝇(bb)杂交，产生的F_1的基因型为Bb，F_1再自由交配产生F_2，F_2的基因型及比例为BB∶Bb∶bb＝1∶2∶1，因此，第一组实验的F_2中黑身果蝇(bb)所占的比例是1/4。同理，第二组实验中，F_2的基因型及比例为DD∶Dd∶dd＝1∶2∶1，因此F_2的显性性状中，杂合子的高茎豌豆所占的比例是2/3。(2)根据以上分析可知，第一组实验中的F_2的基因型及比例为BB∶Bb∶bb＝1∶2∶1，去除F_2中所有黑身果蝇，则剩余果蝇中，BB占1/3、Bb占2/3，它们之间进行自由交配后，只有2/3Bb与2/3Bb杂交后代会出现黑身果蝇，故后代中黑身果蝇占(2/3)×(2/3)×(1/4)＝1/9，所以第一组实验的F_3中灰身果蝇∶黑身果蝇＝8∶1。第二组实验中的F_2基因型及比例为DD∶Dd∶dd＝1∶2∶1，将F_2中的所有矮茎豌豆去除，则剩余高茎豌豆中，DD占1/3、Dd占2/3。让F_2中的所有高茎豌豆再自交，F_3中高茎豌豆所占的比例为1/3＋(2/3)×(3/4)＝5/6，矮茎豌豆所占的比例为(2/3)×(1/4)＝1/6。因此，第二组实验中F_3的性状表现及比例为高茎豌豆∶矮茎豌豆＝5∶1。(3)第二组实验亲本基因型为DD、dd，F_1基因型为Dd，F_2基因型为DD、Dd、dd。遗传图解见答案。

答案：(1)1/4　2/3　(2)灰身果蝇∶黑身果蝇＝8∶1　高茎豌豆∶矮茎豌豆＝5∶1　(3)如下图所示



第2章 基因和染色体的关系

第1节 减数分裂和受精作用

学习任务目标

1.基于减数分裂产生染色体数量减半的精子或卵细胞的过程，形成生命的物质观、结构与功能观。
2.利用模型与建模的方法分析减数分裂过程中染色体数目变化规律。
3.通过“观察蝗虫精母细胞减数分裂装片”的实验，培养动手、动脑能力。

第1课时 减数分裂（含实验）

问题式预习

一、精子的形成过程

1.场所及细胞名称的变化

（1）场所：睾丸。

（2）细胞名称的变化

精原细胞 —染色体复制→ 初级精母细胞 —减数分裂Ⅰ→ 次级精母细胞 —减数分裂Ⅱ→ 精细胞 —变形→ 精子

2.减数分裂各时期的变化[连一连]

时期	图像	主要特点
①减数分裂Ⅰ中期	a.	Ⅰ.同源染色体排列在细胞中央的赤道板两侧
②减数分裂Ⅰ后期	b.	Ⅱ.同源染色体分开，非同源染色体自由组合，并移向两极
③减数分裂Ⅰ前期	c.	Ⅲ.同源染色体联会，形成四分体
④减数分裂Ⅱ后期	d.	Ⅳ.着丝粒分裂，姐妹染色单体分开并移向两极
⑤减数分裂Ⅱ前期	e.	Ⅴ.染色体散乱分布于细胞中
⑥减数分裂Ⅱ中期	f.	Ⅵ.着丝粒排列在赤道板上

二、卵细胞的形成过程

1.形成场所：卵巢。

2.过程

卵原细胞 —染色体复制→ 初级卵母细胞 —分裂→ 极体 —分裂→ 两个极体；初级卵母细胞 —分裂→ 次级卵母细胞 —分裂→ 极体、卵细胞

减数分裂前的间期；减数分裂Ⅰ；减数分裂Ⅱ

3.染色体的变化：与精子形成过程相同。

4.分裂结果：一个卵原细胞经过减数分裂只形成1个卵细胞，3个极体都退化消失。

5.精子和卵细胞形成过程的比较

（1）相同点

①染色体都在减数分裂前的间期复制一次。

②减数分裂Ⅰ时，都有同源染色体的联会、互换（可能发生），同源染色体分开等行为。

③减数分裂Ⅱ时着丝粒分裂，姐妹染色单体分开。

④形成的精子和卵细胞中染色体数目都减半。

（2）不同点

项目	精子的形成	卵细胞的形成
场所	睾丸	卵巢
原始细胞	1个精原细胞	1个卵原细胞
减数分裂Ⅰ	1个初级精母细胞 → 2个次级精母细胞（大小相同）	1个初级卵母细胞 → 1个次级卵母细胞（大的）+ 1个极体（小的）
减数分裂Ⅱ	4个精细胞	1个卵细胞（大的）+ 1个极体 + 2个极体（3个极体）
是否变形	是	否
分裂结果	形成4个精子	形成1个卵细胞（3个极体消失）

三、与减数分裂相关的概念

1.减数分裂的概念

范围	进行有性生殖的生物
时期	原始生殖细胞→成熟的生殖细胞
特点	染色体只复制一次，而细胞分裂两次
结果	染色体数目减半
场所	有性生殖器官

2.与减数分裂相关的概念分析

(1)同源染色体

- 形态和大小：一般相同
- 来源：一条来自父方，一条来自母方
- 行为：减数分裂中进行配对

(2)联会：在减数分裂Ⅰ前期，同源染色体两两配对的现象。

(3)四分体：同源染色体的特殊存在形式，在减数分裂过程中，联会后的一对同源染色体才可称为四分体。

1个四分体＝1对同源染色体＝2条染色体＝4条染色单体(含4个DNA分子)。

四、观察蝗虫精母细胞减数分裂装片

1.实验原理

根据细胞中的染色体形态、位置和数目的变化，识别减数分裂的各个时期。

2.实验步骤

低倍镜观察 →	在低倍镜下观察蝗虫精母细胞减数分裂装片。识别初级精母细胞、次级精母细胞和精细胞
高倍镜观察 →	先在低倍镜下依次找到减数分裂Ⅰ和减数分裂Ⅱ不同时期的细胞，再在高倍镜下仔细观察染色体的形态、位置和数目
绘图 →	根据观察结果，尽可能多地绘制减数分裂不同时期的细胞简图

教材开发

1.[教材P19旁栏思考]如果配子的形成与体细胞的增殖一样，也是通过有丝分裂形成的，结果会怎样？

提示：如果配子也是通过有丝分裂形成的，那么配子中的染色体数目将与体细胞中的一致。

2.[教材P23“与社会的联系”]气温过低会影响水稻花粉母细胞的减数分裂，进而影响水稻的花粉数量和质量，导致稻谷减产。对此，农业生产上可以采取灌深水的措施来预防。采取该措施的原理是什么？

提示：水的比热容较大，水的温度相对不容易改变，当气温过低时，灌深水后稻田温度不会降低太多。

概念辨析

1.减数分裂中发生均等分裂的细胞有可能是极体。(　√　)

2.在减数分裂过程中，染色体数目减半发生在减数分裂Ⅱ。(　×　)

3.某植物的正常细胞中有10条染色体、10个核DNA分子，且细胞中存在纺锤丝，则该细胞可能处于减数分裂Ⅱ后期。(　√　)

4.某生物有n对同源染色体，不考虑互换，雌性个体产生的卵细胞种类和数目少于雄性个体产生的精子种类和数目。(　×　)

5.减数分裂过程中，DNA数为$4N$的时段，可以发生联会、同源染色体分离和非同源染色体自由组合，也一直有染色单体。(　√　)

任务型课堂

任务一　减数分裂中的基本概念

[探究活动]

同源染色体联会形成四分体，这是减数分裂的重要特征。请据图回答下列问题：

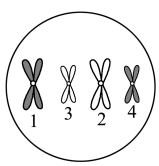


图1

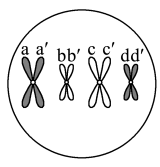


图2

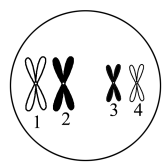


图3

(1)图1中哪些染色体是同源染色体？哪些是非同源染色体？

提示：1和2、3和4分别属于同源染色体；1和3、1和4、2和3、2和4分别属于非同源染色体。

(2)图2中哪些染色单体是姐妹染色单体？哪些是非姐妹染色单体？

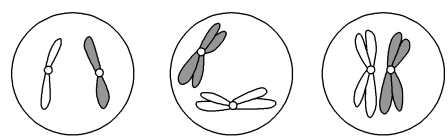
提示：a和a′、b和b′、c和c′、d和d′是姐妹染色单体；a和b、c和d、a和c、b和d等是非姐妹染色单体。

(3)图3中哪些染色体构成四分体？

提示：1和2构成一个四分体；3和4构成一个四分体。

[评价活动]

1.下图为处于不同分裂时期的细胞示意图，下列相关叙述不正确的是(　　)



A.a、b、c细胞中都有2条染色体，且都有染色单体

B.a、b、c细胞中都有1对同源染色体

C.c 细胞中有 1 个四分体

D.a 细胞中有 2 个核 DNA 分子，b、c 细胞中均有 4 个核 DNA 分子

A　**解析**：a、b、c 细胞中都有 2 条染色体，其中 a 细胞不含染色单体，b、c 细胞都含有染色单体，A 错误；a、b、c 细胞中都有 1 对同源染色体，B 正确；四分体是由同源染色体两两配对形成的，因此 c 细胞中有 1 个四分体，C 正确；a 细胞中有 2 个核 DNA 分子，b、c 细胞中均有 4 个核 DNA 分子，D 正确。

2. 下列关于同源染色体和四分体的叙述中，正确的是（　　）

A.同源染色体是由一条染色体复制而成的两条染色体

B.同源染色体的形状和大小一定相同

C.四分体中有 2 对姐妹染色单体、4 个 DNA 分子

D.同源染色体联会形成四分体，姐妹染色单体缠绕互换相应片段

C　**解析**：一条染色体经复制后形成的两条染色体是相同染色体；同源染色体是一条来自父方，一条来自母方，在减数分裂过程中能联会的两条染色体，A 错误。同源染色体的大小、形状一般相同，但不一定完全相同，B 错误。联会后的每对同源染色体含有 2 对姐妹染色单体，4 个 DNA 分子，叫四分体，C 正确。同源染色体的非姐妹染色单体之间经常发生缠绕，并交换相应的片段，D 错误。

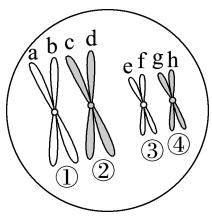
任务升华

减数分裂中相关概念的区分

概念	解释
同源染色体	①来源：一条来自父方，另一条来自母方； ②形态、大小：一般相同（X、Y 染色体不相同）； ③关系：在减数分裂过程中进行配对的两条染色体
非同源染色体	①来源：可以相同，也可以不同； ②形态、大小：一般不相同； ③关系：在减数分裂过程中不进行配对的染色体
姐妹染色单体	同一着丝粒连着的两条染色单体
非姐妹染色单体	连接在不同着丝粒上的染色单体
联会	在减数分裂Ⅰ前期，同源染色体两两配对的现象
四分体	①联会后的每对同源染色体含有4 条染色单体，叫作四分体； ②1 个四分体＝1 对同源染色体＝2 条染色体＝4 条染色单体（含 4 个 DNA 分子）

任务二　减数分裂图像的判断

1. 某哺乳动物卵原细胞形成卵细胞的过程中，某时期的细胞如图所示，其中①～④表示染色体，a～h 表示染色单体。下列叙述正确的是（　　）



A.图示细胞为次级卵母细胞，所处时期为减数分裂Ⅱ前期

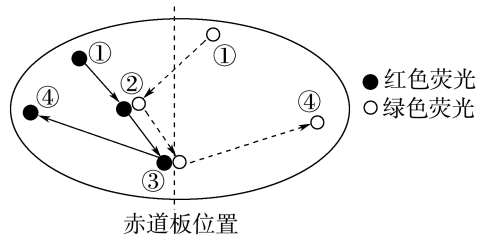
B.①与②的分离发生在减数分裂Ⅰ后期，③与④的分离发生在减数分裂Ⅱ后期

C.该细胞的染色体数与核 DNA 分子数均为卵细胞的 2 倍

D.a 和 e 同时进入一个卵细胞的概率为 1/16

D　**解析**：据题图细胞中含四分体可知，该细胞处于减数分裂Ⅰ前期，为初级卵母细胞，A 错误；①与②为同源染色体，③与④为同源染色体，同源染色体的分离均发生在减数分裂Ⅰ后期，B 错误；该细胞有 4 条染色体，8 个核 DNA 分子，减数分裂产生的卵细胞中有 2 条染色体，2 个核 DNA 分子，C 错误；a 和 e 进入同一个次级卵母细胞的概率为 (1/2)×(1/2)＝1/4，由次级卵母细胞进入同一个卵细胞的概率为 (1/2)×(1/2)＝1/4，因此 a 和 e 进入同一个卵细胞的概率为 (1/4)×(1/4)＝1/16，D 正确。

2. 取某雄性动物（$2N=8$）的一个正在分裂的细胞，用红色荧光和绿色荧光分别标记其中两条染色体的着丝粒，在荧光显微镜下，观察到两个荧光点随时间依次出现在细胞中①～④四个不同的位置（箭头表示移动路径），如图所示。下列说法正确的是（　　）



A.①→②阶段发生同源染色体的联会，②阶段细胞中有8个四分体

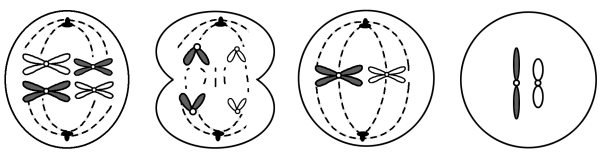
B.②→③阶段，同源染色体移到细胞中央，着丝粒排列在赤道板上

C.③→④阶段，配对的两条同源染色体彼此分离，分别移向细胞的两极

D.该细胞分裂后得到的两个子细胞中都有两种颜色的荧光点

C　**解析**：分析题图可知，①→②阶段发生了同源染色体的联会，因而推测这两条染色体是一对同源染色体，又因为$2N=8$，细胞中有8条染色体，所以②阶段细胞中有4个四分体，A错误；②→③阶段，两个荧光点出现在细胞中③位置，此时联会的两条染色体排列在赤道板两侧，B错误；荧光点从③向④移动的过程是同源染色体的分离，分别移向细胞的两极，C正确；这两条染色体是一对同源染色体，分别被红色荧光和绿色荧光标记，该细胞分裂后得到的两个子细胞中分别含有这两条染色体中的一条，因此都只有一种颜色的荧光点，D错误。

3. 下列有关某生物体细胞分裂示意图的叙述中，正确的是（　　）



A.图①细胞处于减数分裂Ⅰ中期，细胞内有2对姐妹染色单体

B.图②细胞处于减数分裂Ⅱ后期，细胞内有2对姐妹染色单体

C.图③细胞处于减数分裂Ⅱ中期，该生物体细胞中染色体数目恒定为8条

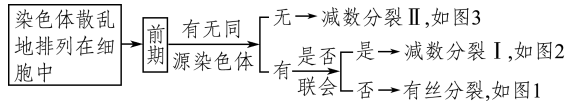
D.4幅图按分裂过程可排序为①③②④，可出现在该动物体精子的形成过程中

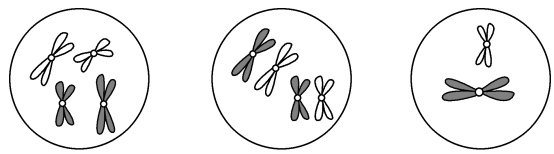
D　**解析**：图①细胞处于减数分裂Ⅰ中期，细胞内有2对同源染色体、4对姐妹染色单体，A错误；图②细胞处于减数分裂Ⅱ后期，由于着丝粒已分裂，细胞内没有姐妹染色单体，B错误；图③细胞处于减数分裂Ⅱ中期，该生物体细胞中，只有处于有丝分裂后期时，染色体数目加倍，暂时为8条，C错误；根据4幅图所处的细胞分裂时期，可排序为①③②④，由于进行的是减数分裂，可出现在精子的形成过程中，D正确。

任务升华

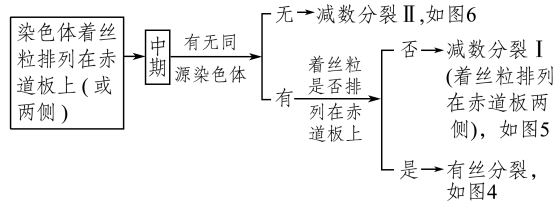
(1)结合不同分裂时期特点判断细胞分裂的方式及时期

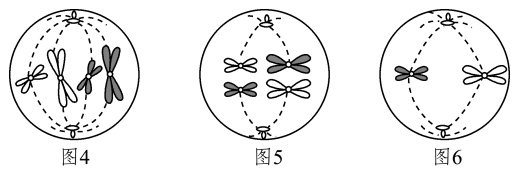
①前期图像的判断



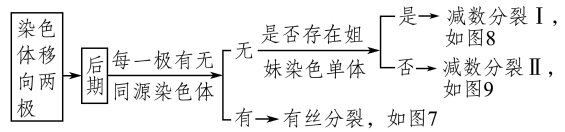


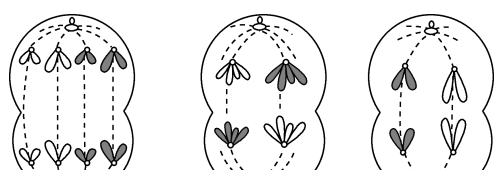
②中期图像的判断



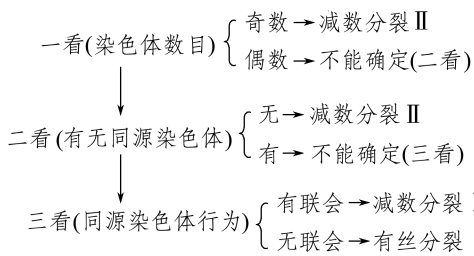


③后期图像的判断





(2)“三看法”判断有丝分裂和减数分裂图像



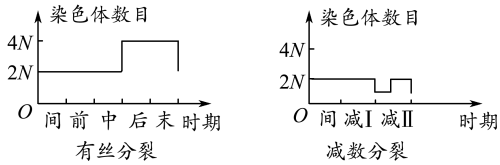
任务三 有丝分裂和减数分裂的曲线比较

［探究活动］

图像是细胞分裂直观的表示，坐标曲线是细胞分裂简图的表示方法，回答下列问题：

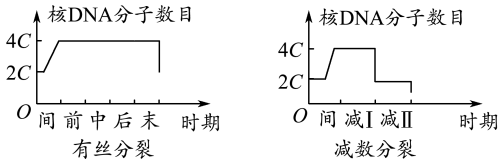
（1）请绘出有丝分裂和减数分裂过程中，染色体数目变化的曲线。

提示：如下图所示



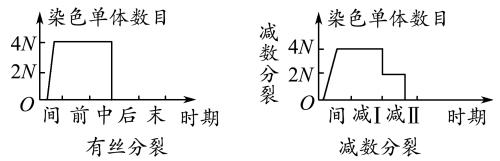
（2）请绘出有丝分裂和减数分裂过程中，核 DNA 分子数目变化的曲线。

提示：如下图所示



（3）请绘出有丝分裂和减数分裂过程中，染色单体数目变化的曲线。

提示：如下图所示



［评价活动］

1. 蜜蜂中的雌蜂（蜂王和工蜂）是由受精卵发育而来的，雄蜂由蜂王产生的卵细胞直接发育而来。下图 1 为某蜜蜂（基因型为 AaBb，仅显示部分染色体）性原细胞分裂过程的示意图，图 2 为细胞分裂过程中同源染色体对数的变化曲线。下列说法错误的是（　　）

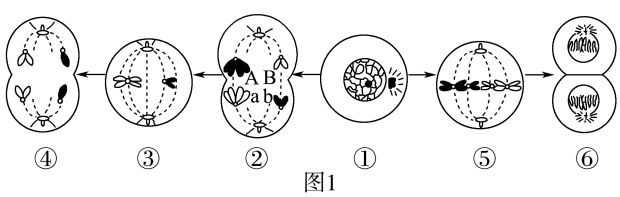


图1

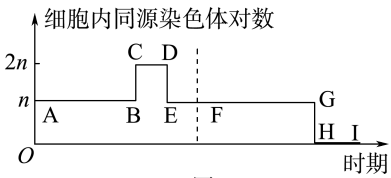


图2

A.若图 1 中的细胞来自雌蜂，②为卵原细胞

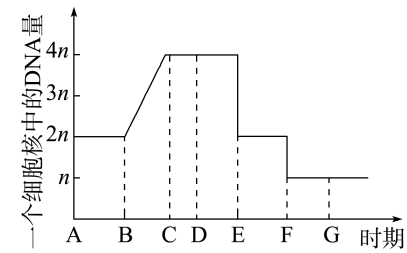
B.图 1 中性原细胞形成的配子基因型为 AB

C.图 1 中的⑤细胞对应图 2 中的 AB 时期

D.雄蜂体细胞增殖的过程位于图 2 中的 HI 段

A　**解析**：题图 1 中②细胞正在发生同源染色体的分离，而雄蜂由卵细胞发育而来，不含有同源染色体，故图 1 中的细胞来自雌蜂，②为初级卵母细胞，A 错误；题图 1 中④细胞均等分裂，为第一极体，其基因型为 ab，因此②产生的次级卵母细胞基因型为 AB，形成的卵细胞的基因型为 AB，B 正确；⑤细胞为处于有丝分裂中期的细胞，对应图 2 中的 AB 时期，C 正确；雄蜂由卵细胞发育而来，其体细胞中没有同源染色体，故其增殖过程中同源染色体对数始终为 0，对应图 2 中的 HI 段，D 正确。

2. 下图表示哺乳动物精子的形成过程中一个细胞核中 DNA 分子数量的变化。下列对该图的解释完全正确的是（　　）



A.同源染色体的联会发生在 DE 初期

B.E 点染色体数目为 n，F 点染色体数目又出现短时间的加倍

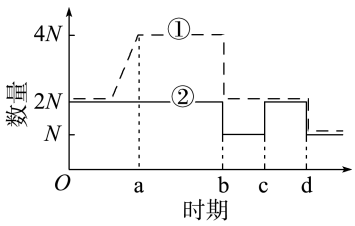
C.E 点同源染色体分离，F 点染色体的着丝粒分裂

D.AC 段是间期，CF 段是分裂期，FG 段是精细胞变形的阶段

D　**解析**：细胞分裂前的间期，染色体完成复制，进入分裂期后，同源染色体出现联会现象，发生在 CD 初期，A 错误。E 点完成减数分裂Ⅰ，同源染色体发生了分离，染色体数目变为 n；F 点完成减数分裂Ⅱ，每个子细胞中染色体数目仍为 n，B 错误。E 点表示同源染色体分离后进入了两个子细胞中；F 点表示着丝粒分裂后形成的两条染色体分别进入两个子细胞中，C 错误。AC 段完成 DNA 的复制，表

示间期;CF 段 DNA 连续两次减半,表示分裂期;FG 段表示完成分裂后精细胞变形为精子的阶段,D 正确。

3. 下图表示配子形成过程中染色体数、核 DNA 分子数的变化。下列有关 a～c 段(不含 a、c 点)的叙述中,正确的是　　(　　)



A.细胞中始终存在染色单体

B.细胞中始终存在同源染色体

C.细胞中染色体和核 DNA 分子数之比由 1∶2 变为1∶1

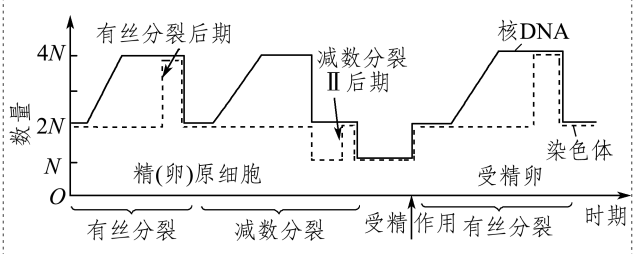
D.此时期表示初级性母细胞

A　**解析**:由题图可知,图中曲线①数目加倍一次,但连续减半两次,因此①表示减数分裂过程中核 DNA 分子的变化相对值,曲线②表示染色体的变化相对值,其中 O～a 表示减数分裂前的间期;b 为减数分裂Ⅰ末期,同源染色体彼此分离进入两个子细胞中;b～c 段处于次级性母细胞阶段,无同源染色体;c 点为姐妹染色单体彼此分离形成染色体的过程。a～c 段(不含 a、c 点)细胞中始终存在染色单体,并且染色体和核 DNA 分子数之比一直为1∶2。

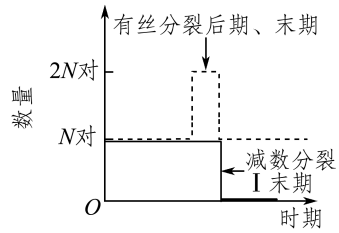
任务升华

(1)有丝分裂与减数分裂坐标曲线的辨析

①染色体、核 DNA 变化曲线



②同源染色体变化曲线



减数分裂:减数分裂Ⅰ末期同源染色体分开,分别进入两个子细胞——子细胞中不再有同源染色体,导致减数分裂Ⅱ全程同源染色体数为 0。

有丝分裂:有丝分裂后期因着丝粒分裂,同源染色体加倍,于末期平分至 2 个子细胞。

(2)染色体、核 DNA 数量变化曲线图判断方法

①判断曲线种类

斜线 —有→ 核 DNA 变化曲线
斜线 —无→ 染色体变化曲线

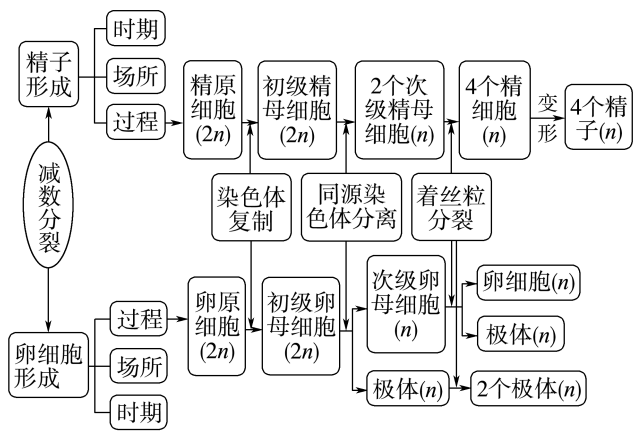
②判断细胞分裂方式

一看"染色体峰值"
- 最大为 $4N$——有丝分裂
- 最大为 $2N$——减数分裂

二看"竖直下降"次数
- 两次——减数分裂
- 一次——有丝分裂

三看"最终结果"
- 减半——减数分裂
- 相等——有丝分裂

▶提质归纳



课后素养评价（三）

基础性·能力运用

知识点 1　减数分裂概念及过程分析

1.下列细胞一定含有同源染色体的是　　（　　）

A.极体　　B.次级精母细胞

C.精子　　D.初级精母细胞

D　**解析**：极体是由初级卵母细胞经减数分裂Ⅰ或由次级卵母细胞（或极体）经减数分裂Ⅱ产生的，都不具有同源染色体，A 错误；次级精母细胞是由初级精母细胞经减数分裂Ⅰ产生的，而减数分裂Ⅰ过程中，同源染色体分离，所以次级精母细胞中不具有同源染色体，B 错误；同源染色体在减数分裂Ⅱ及生殖细胞中不存在，C 错误；初级精母细胞是处于减数分裂Ⅰ过程中的细胞，具有同源染色体，D 正确。

2.在减数分裂过程中，同源染色体的非姐妹染色单体之间发生互换的时期是　　（　　）

A.精细胞形成精子的时期

B.次级精母细胞形成精细胞的时期

C.精原细胞形成初级精母细胞的时期

D.初级卵母细胞形成极体的时期

D　**解析**：同源染色体的非姐妹染色单体之间发生互换发生在减数分裂Ⅰ的四分体时期，即发生在初级精母细胞形成次级精母细胞的时期与初级卵母细胞形成次级卵母细胞和极体的时期，D 符合题意。

3.卵细胞形成过程中出现联会现象时，核 DNA 分子数与染色体数之比是　　（　　）

A.1∶1　　B.1∶2

C.2∶1　　D.4∶1

C　**解析**：减数分裂过程中联会的一对同源染色体构成一个四分体，每个四分体具有 2 条染色体，4 个核 DNA 分子，核 DNA 分子数与染色体数之比是 2∶1，C 正确。

4.若 1 个含有 12 条染色体的精原细胞经过一次有丝分裂后，接下来进行一次减数分裂可得到　　（　　）

A.8 个细胞都含有 12 条染色体

B.8 个细胞都含有 6 条染色体

C.4 个细胞含有 6 条染色体，4 个细胞含有12 条染色体

D.6 个细胞都含有 12 条染色体

B　**解析**：有丝分裂产生的子细胞中染色体数目不变，1 个含 12 条染色体的精原细胞经过一次有丝分裂后，形成 2 个含 12 条染色体的精原细胞。1 个含 12 条染色体的精原细胞经过一次减数分裂形成 4 个含 6 条染色体的精细胞。因此，2 个含 12 条染色体的精原细胞经过一次减数分裂形成 8 个含6 条染色体的精细胞，B 正确。

知识点 2　观察减数分裂实验

5.下列关于观察细胞减数分裂实验的叙述中，错误的是　　（　　）

A.可用蝗虫精母细胞、蚕豆花粉母细胞的固定装片观察细胞的减数分裂

B.用桃花的雄蕊制成的装片比用桃花的雌蕊制成的装片更容易观察到减数分裂现象

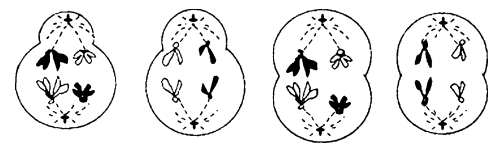
C.能观察到减数分裂现象的装片中，也可能观察到同源染色体的联会现象

D.用洋葱根尖制成的装片能观察到同源染色体的联会现象

D　**解析**：只有性原细胞能发生减数分裂，因此可用蝗虫精母细胞、蚕豆花粉母细胞的固定装片观察细胞的减数分裂，A 正确；雄蕊的花药中花粉（精子）数量远多于雌蕊中的卵细胞数量，故用雄蕊制成的装片更容易观察到减数分裂现象，B 正确；减数分裂过程中有同源染色体的联会现象，C 正确；洋葱根尖细胞不能进行减数分裂，故观察不到同源染色体的联会现象，D 错误。

知识点 3　减数分裂图像分析

6.下图表示某种动物不同个体的某些细胞分裂过程，下列相关说法不正确的是　　（　　）



甲　　乙　　丙　　丁

A.甲、丙两细胞都发生了同源染色体分离

B.图中的细胞均处于细胞分裂后期

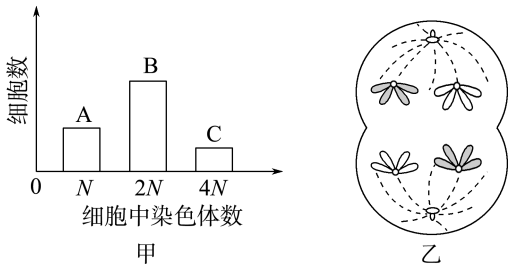
C.可能属于卵原细胞分裂过程的是甲、乙、丁

D.乙、丁的染色体数都是体细胞的一半

D　**解析**：甲、丙细胞都发生了同源染色体分离、非同源染色体自由组合，A 正确。甲、丙细胞同源染色体分离，均处于减数分裂Ⅰ后期；乙、丁细胞着丝粒分裂，均处于减数分裂Ⅱ后期，B 正确。甲、乙两细胞的细胞质都不均等分裂，分别是初级卵母细胞和次级卵母细胞；丙细胞的细胞质均等分裂，是初级精母细胞；丁细胞的细胞质均等分裂，可能是次级精母细胞，也可能是极体，所以甲、乙、丁可能属于卵原细胞分裂过程的细胞，C 正确。由于乙、丁细胞中着丝粒分裂，染色体暂时加倍，因此细胞中的染色体数与体细胞的相等，D 错误。

综合性·创新提升

7.从某动物组织中提取一些细胞，通过测定细胞中的染色体数目(无变异发生)，将这些细胞分为A、B、C 3组，每组的细胞数统计结果如图甲所示。图乙表示取自该组织的一个细胞。下列相关分析正确的是　(　　)



A.该动物为雌性，图甲A组细胞可能是分裂完成的卵细胞

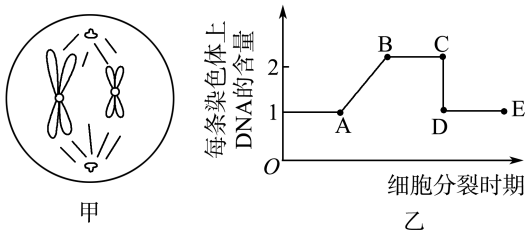
B.图甲B组细胞有一些可能正在进行有丝分裂

C.图甲C组中部分细胞可能正在发生同源染色体的分离

D.图乙所示细胞处于图甲的C组

B　**解析**：由图乙细胞的细胞质均等分裂，可知其为初级精母细胞，故该动物为雄性，图甲中A组细胞染色体数目减半，只能表示减数分裂Ⅱ时期的相关细胞，并排除减数分裂Ⅱ后期细胞，A错误；B组细胞可表示有丝分裂前、中期的细胞，也可以表示减数分裂Ⅰ和减数分裂Ⅱ后期的细胞，B正确；C组表示有丝分裂后期的细胞，不会发生同源染色体的分离，C错误；图乙细胞中正发生同源染色体的分离，染色体数目不变，处于图甲的B组，D错误。

8.下图甲是减数分裂某时期的分裂图像，图乙表示减数分裂过程中每条染色体上DNA的含量。下列相关叙述错误的是　(　　)



A.图甲细胞处于减数分裂Ⅱ中期

B.图甲细胞对应于图乙的BC段

C.DNA复制发生于图乙的AB段

D.处于图乙BC段的细胞，核DNA含量不变

D　**解析**：图甲细胞不含同源染色体，且着丝粒排列在赤道板上，处于减数分裂Ⅱ中期，A正确；图甲细胞中每条染色体上含有2个DNA分子，对应于图乙BC段，B正确；DNA复制发生于图乙的AB段，结果是每条染色体上含有2个DNA分子，C正确；图乙BC段表示减数分裂Ⅰ、减数分裂Ⅱ前期和中期，由于减数分裂Ⅰ后期同源染色体的分离，减数分裂Ⅰ末期的细胞分裂导致染色体数目减半，因此处于图乙BC段的细胞，核DNA含量不一定相同，D错误。

9.图1表示某动物体内细胞正常分裂过程中不同时期细胞内染色体、染色单体和核DNA含量的关系，图2为上述过程中细胞分裂图像，下列说法正确的是　(　　)

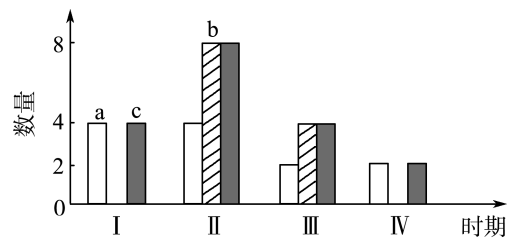


图1

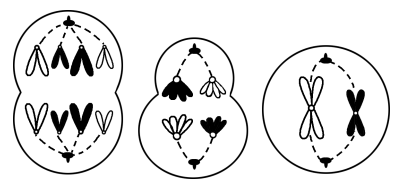


图2

A.图1中a、b、c表示染色单体的是c

B.图2中的甲细胞对应图1中的Ⅱ时期

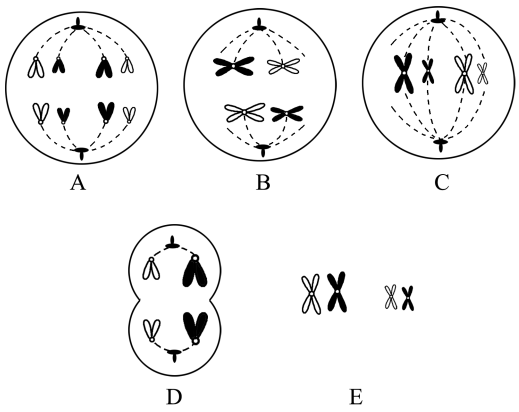
C.图1所对应的细胞中可能存在同源染色体的是Ⅰ、Ⅱ

D.图2中的乙细胞产生的子细胞为丙，相当于图1中由Ⅲ变为Ⅳ

C　**解析**：图1的a、b、c中，b的数量有时为0，故推测表示染色单体的是b，A错误；图2中的甲细胞着丝粒分裂，不含染色单体，且每一极都有同源染色体，处于有丝分裂后期，而图1中的Ⅱ时期DNA数目是染色体数目的2倍，其着丝粒没有分裂，含染色单体，B错误；根据图1分析，Ⅰ时期表示正常体细胞未进行DNA复制或处于减数分裂Ⅱ后期；Ⅱ时期细胞中染色体数、染色单体数和核DNA分子数之比为1∶2∶2，可能处于有丝分裂前期、中期或减数分裂Ⅰ过程；Ⅲ时期细胞中染色体数、染色单体数和核DNA分子数之比为1∶2∶2，但数目均只有Ⅱ时期细胞中的一半，可能处于减数分裂Ⅱ前期和中期，Ⅳ时期细胞中染色体数、染色单体数和核DNA分子数之比为1∶0∶1，没有染色单体，且数目是正常体细胞的一半，可能处于减数分裂Ⅱ末

期，故图1所对应的细胞中可能存在同源染色体的是Ⅰ、Ⅱ，C正确；图2中的乙细胞为初级卵母细胞，产生的子细胞为丙，相当于图1中由Ⅱ变为Ⅲ，D错误。

10. 下图是某种生物不同细胞分裂的示意图（假设该生物的体细胞中只有4条染色体）。请回答以下问题：



(1)A、B、C、D、E中属于有丝分裂的是_____，属于减数分裂的是_____。

(2)A细胞中有_____条染色体，有_____个核DNA分子，处于_____期。

(3)含有同源染色体的细胞有_____。

(4)染色体暂时加倍的细胞有_____。

(5)不含有姐妹染色单体的细胞有_____。

(6)A细胞经分裂形成的子细胞的染色体有_____条。

解析：(1)根据染色体数目及行为判断，A、C属于有丝分裂，B、D、E属于减数分裂。(2)染色体数目根据着丝粒来计算，故A细胞有8条染色体，有8个核DNA分子，处于有丝分裂后期。(3)具有同源染色体的细胞有A、B、C、E，D细胞处于减数分裂Ⅱ后期，无同源染色体。(4)(5)着丝粒分裂导致姐妹染色单体分离成为染色体，染色体数目暂时加倍，A、D中发生着丝粒分裂，故A、D细胞中无染色单体。(6)A细胞含有8条染色体，进行的是有丝分裂，因此其分裂形成的子细胞是体细胞，含有4条染色体。

答案：(1)A、C　B、D、E　(2)8　8　有丝分裂后　(3)A、B、C、E　(4)A、D　(5)A、D　(6)4

11. 小鼠是常被用作遗传学研究的模式动物。请根据观察小鼠细胞减数分裂的实验步骤，回答下列问题：

供选材料及试剂：小鼠的肾脏、睾丸、肝脏，苏丹Ⅲ染液、醋酸洋红液、解离固定液。

(1)取材：用_____作实验材料。

(2)制片

①取少量组织低渗处理后，放在_____中，一定时间后轻轻漂洗。

②将漂洗后的组织放在载玻片上，滴加适量_____。

③一定时间后加盖玻片，_____。

(3)观察：用显微镜观察时，发现几种不同特征的分裂中期细胞。若它们正常分裂，产生的子细胞是_____。

解析：(1)观察减数分裂应选取生殖器官，故应选取小鼠的睾丸作实验材料。(2)制片过程为“解离→漂洗→染色→制片”。低渗处理后，放在解离液中，使得组织细胞分散开来；将漂洗后的组织放在载玻片上，滴加适量醋酸洋红液，使得染色体着色，便于观察；压片的目的是使细胞分散开，便于观察。(3)精原细胞通过有丝分裂实现自我增殖，通过减数分裂形成成熟的生殖细胞，故观察到的中期细胞可能是有丝分裂中期细胞、减数分裂Ⅰ中期细胞、减数分裂Ⅱ中期细胞，产生的子细胞分别为精原细胞、次级精母细胞、精细胞。

答案：(1)小鼠的睾丸　(2)①解离固定液　②醋酸洋红液　③压片（只要有压片的操作均可）　(3)精原细胞、次级精母细胞、精细胞

12. 图1表示某动物体内细胞分裂的不同时期染色体数与核DNA分子数比例的变化关系，图2是此动物的某细胞处于细胞分裂不同时期的图像。请据图回答问题：

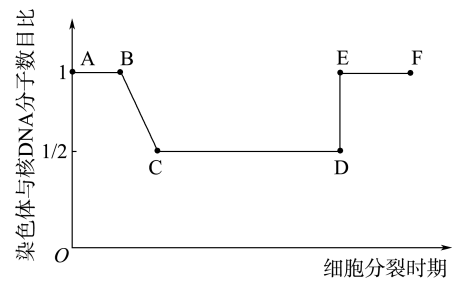


图1

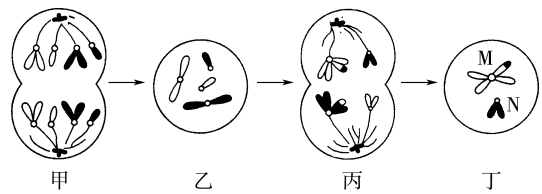


图2

(1)此动物一定是_____（填“雌性”或“雄性”），依据是图2中的_____，此图和另一性别的同一时期的区别是_____。

_____。甲至乙过程是_____分裂。

(2)图2中_____细胞处于图1中的CD段，DE段形成的原因是_____，发生在_____期。

(3)图2中丙细胞含有_____条染色单体，该细胞处于_____期。

(4)图2中丁细胞的子细胞称为_____。由图可知，形成M染色体的原因是同源染色体的_____间发生了_____。

解析：(1)图2中丙细胞处于减数分裂Ⅰ后期，细胞质均等分配，由此可判断该动物的性别为雄性；雌性个体的初级卵母细胞在减数分裂Ⅰ后期细胞质进行不均等分配；甲细胞处于有丝分裂后期，因此甲至乙过程是有丝分裂。(2)图1中CD段，染色体数∶核DNA分子数=1∶2，即细胞中存在染色单体，图2中丙细胞和丁细胞中均含染色单体，故二者与图1中的CD段对应；DE段形成的原因是着丝粒分裂，发生在有丝分裂后期或减数分裂Ⅱ后期。(3)图2中丙细胞处于减数分裂Ⅰ后期，该细胞含有4条染色体、8条染色单体。(4)图2中丁细胞处于减数分裂Ⅱ前期，为次级精母细胞，其分裂形成的子细胞为精细胞；姐妹染色单体是由一条染色体复制而来的，应完全相同，M染色体上出现一段黑色的片段，其原因是同源染色体的非姐妹染色单体间发生了交换。

答案：(1)雄性　丙细胞　雌性个体内初级卵母细胞减数分裂Ⅰ后期发生细胞质不均等分配　有丝　(2)丙、丁　着丝粒分裂　有丝分裂后期或减数分裂Ⅱ后　(3)8　减数分裂Ⅰ后　(4)精细胞　非姐妹染色单体　交换

第2课时　受精作用

问题式预习

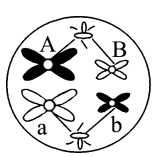
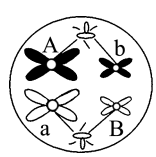
一、配子中染色体组合的多样性

1.原因

原因	交换重组	自由组合
时期	减数分裂Ⅰ前期	减数分裂Ⅰ后期
染色体行为	四分体中非姐妹染色单体之间，可能交换相应片段	同源染色体分离，非同源染色体自由组合

2.意义：导致不同配子的遗传物质有差异，使同一双亲的后代呈现多样性。

3.模拟减数分裂中非同源染色体的自由组合，用图中染色体上的字母填空。

细胞	组合一				组合二			
初级性母细胞								
次级性母细胞	AB		ab		Ab		aB	
生殖细胞	AB	AB	ab	ab	Ab	Ab	aB	aB

二、受精作用

1.概念：卵细胞和精子相互识别、融合成为受精卵的过程。

2.过程

精子的头部进入卵细胞，尾部留在外面

↓

卵细胞的细胞膜发生复杂的生理反应，阻止其他精子进入

↓

精子的细胞核与卵细胞的细胞核融合，使彼此的染色体会合在一起

3.结果

(1)受精卵中的染色体数目恢复到体细胞中的染色体数目，保证了物种染色体数目的稳定。

(2)受精卵中的染色体一半来自精子(父方)，另一半来自卵细胞(母方)。

4.意义

(1)减数分裂和受精作用保证了每种生物亲子代染色体数目的恒定，维持了生物遗传的稳定性。

(2)通过有性生殖，新一代继承了父母双方的遗传物质。

(3)后代呈现多样性，有利于生物适应多变的自然

环境，有利于生物在自然选择中进化，体现了有性生殖的优越性。

减数分裂和受精作用对于生物的遗传和变异，都是十分重要的。

教材开发

[教材 P28“拓展应用”T2]骡是马和驴杂交产生的后代。马和驴的体细胞中分别有 32 对和 31 对染色体，则骡的体细胞中含有多少条染色体？骡的体细胞增殖是通过正常的有丝分裂进行的，而它们的睾丸或卵巢中的原始生殖细胞却不能发生正常的减数分裂，因此骡不能繁殖后代。你能从减数分裂中染色体行为的角度解释其原因吗？

提示：骡的体细胞中含有 63 条染色体，其中 32 条来自马，31 条来自驴。由于这 63 条染色体没有同源染色体，导致骡的生殖细胞不能进行正常的减数分裂，无法形成配子，因此骡不能繁殖后代。

概念辨析

1. 某生物有 n 对同源染色体，不考虑互换，一个次级精母细胞和一个初级卵母细胞分别产生的精子和卵细胞的种类数之比为 2∶1。（ × ）

2. 某患者的性染色体组成为 XYY，该患者为男性，产生原因可能为父方减数分裂Ⅰ异常或减数分裂Ⅱ异常。（ × ）

3. 同一个体不同时刻产生的精子或卵细胞染色体的数目一般相同，而组成一般不同。（ √ ）

4. AaBbCc 是三对同源染色体，染色体组成为 ABc、abc、ABc、abc 的四个精子来自同一个精原细胞。（ × ）

5. 同卵双胞胎由一个卵细胞和两个精子结合发育而成，异卵双胞胎由两个卵细胞和两个精子结合发育而成，所以同卵双胞胎之间更像。（ × ）

任务型课堂

任务一 配子中染色体组合的多样性

[探究活动]

精子和卵细胞形成的过程中，染色体行为的变化相同，但细胞质分裂方式不同，且形成了染色体组成不同的配子，据此分析回答下列问题：

(1)父亲体内所有的精原细胞，其染色体组成有无差别？母亲体内所有的卵原细胞，其染色体组成有无差别？

提示：无差别。无差别。

(2)同样的精(卵)原细胞会产生不同的配子吗？

提示：会。

(3)含 n 对同源染色体的精(卵)原细胞形成的配子种类(不考虑同源染色体非姐妹染色单体间的互换)。

项目	可能产生的配子/种	实际产生的配子/种
1 个精原细胞	2^n	2
1 个雄性个体	2^n	2^n
1 个卵原细胞	2^n	1
1 个雌性个体	2^n	2^n

(4)人的体细胞中有 23 对染色体，人在形成配子时，可能形成多少种配子？

提示：2^{23} 种。

(5)含有 n 对同源染色体的生物体可产生的配子类型有时候要比上述结论多，可能的原因是什么？

提示：同源染色体的非姐妹染色单体间发生了互换。

[评价活动]

1. 每一种生物在繁衍过程中，既保持遗传的稳定性，又表现出遗传的多样性。试从配子形成和受精作用两个方面，对遗传的稳定性和多样性的原因进行分析，下列相关分析不恰当的是（ ）

A. 减数分裂和受精作用保证了每种生物前后代染色体数的恒定，维持了生物遗传的稳定性

B. 减数分裂过程中，同源染色体组合的多样性导致配子的多样性

C. 受精过程中卵细胞和精子结合的随机性，会导致同一双亲后代呈现多样性

D. 有性生殖过程产生的后代多样性有利于生物适应多变的自然环境，有利于生物进化

B　**解析**：减数分裂使配子的染色体数目减半，受精作用使染色体数目恢复到体细胞的数目，减数分裂和受精作用保证了每种生物前后代染色体数的恒定，维持了生物遗传的稳定性，A正确；减数分裂过程中，非同源染色体组合的多样性导致配子的多样性，B错误；同一个体产生的配子多种多样，受精过程中卵细胞和精子结合的随机性，会导致同一双亲后代呈现多样性，C正确；有性生殖过程产生的后代多样性有利于生物适应多变的自然环境，有利于生物在自然选择中进化，D正确。

2. 若精原细胞中有3对同源染色体，A和a、B和b、C和c，则下列各项中4个精子来自同一个精原细胞的是（　　）

A. aBc、AbC、aBc、AbC

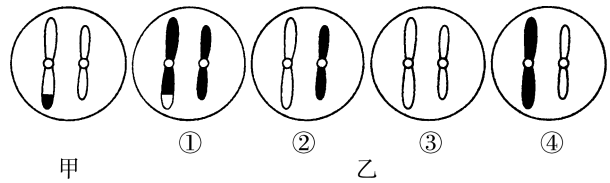
B. AbC、aBC、Abc、abc

C. AbC、Abc、abc、ABC

D. abC、abc、aBc、ABC

A　**解析**：一个初级精母细胞经过减数分裂Ⅰ，同源染色体分离后形成2种次级精母细胞，每个次级精母细胞经过减数分裂Ⅱ，着丝粒分裂，产生的都是相同的精子，所以染色体组成为AaBbCc的一个初级精母细胞经正常减数分裂只能形成2种精子，且2种精子的染色体“互补”，A符合题意。

3. 下图甲表示某生物的一个精细胞，根据染色体的类型和数目，判断图乙中与其来自同一个精原细胞的有（　　）

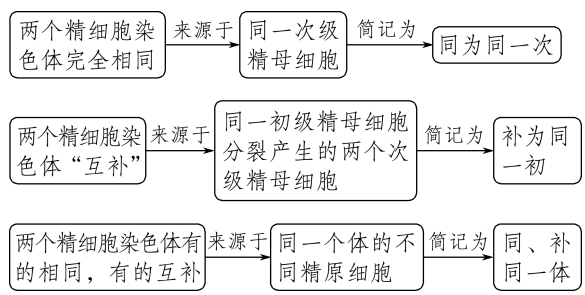


A. ①②　　B. ①④　　C. ①③　　D. ②④

C　**解析**：减数分裂Ⅰ时，同源染色体分离；减数分裂Ⅱ时，次级精母细胞内由同一个着丝粒相连的两条姐妹染色单体分开，成为两条子染色体分别进入两个精细胞中，所以由同一个精原细胞最终分裂形成的精细胞中，染色体组成基本相同或恰好“互补”。根据图乙中各细胞内染色体的特点分析，图乙中①与图甲精细胞的染色体组成“互补”，图乙中③与图甲精细胞的染色体组成基本相同，由此可判断出①③与图甲精细胞来自同一个精原细胞。

任务升华

“口诀法”判断配子的来源



任务二　受精作用

［评价活动］

1. 下列关于高等动物通过减数分裂形成的雌、雄配子以及受精作用的叙述中，正确的是（　　）

A. 每个卵细胞继承了初级卵母细胞1/4的细胞质

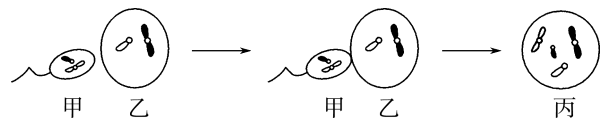
B. 同源染色体进入卵细胞的机会并不相等，因为一次减数分裂只形成一个卵细胞

C. 进入卵细胞并与之融合的精子几乎不携带细胞质

D. 雌、雄配子彼此结合是随机的，因为它们的数量相等

C　**解析**：卵细胞形成过程中细胞质进行不均等分裂，所以每个卵细胞继承的初级卵母细胞的细胞质应大于1/4，A错误；同源染色体分离进入卵细胞的机会相等，B错误；受精时，精子的头部进入卵细胞，尾部留在卵细胞外面，而精子的头部主要由细胞核构成，因此进入卵细胞并与之融合的精子几乎不携带细胞质，C正确；雌、雄配子彼此结合是随机的，但它们的数量不相等，D错误。

2. 下图是某动物受精作用的示意图，下列叙述正确的是（　　）



A. 甲、乙两细胞先识别后融合

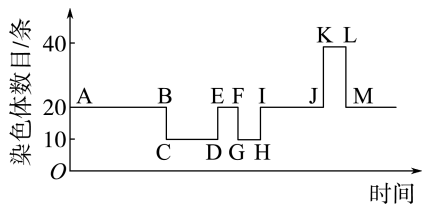
B. 甲、乙两细胞经有丝分裂形成

C. 甲、乙两细胞均含两条染色单体

D. 丙细胞中的DNA一半来自甲

A　**解析**：受精过程中，甲、乙细胞即精、卵细胞先识别后融合，A正确；甲、乙细胞为生殖细胞，经减数分裂形成，B错误；甲、乙细胞均不含染色单体，C错误；丙细胞为受精卵，细胞核中的遗传物质一半来自甲，但细胞质中的遗传物质几乎全部来自乙，D错误。

3. 下图表示某种动物细胞分裂过程中染色体数目的变化情况，下列相关叙述正确的是　（　）



A.图中显示了减数分裂、有丝分裂和受精作用过程

B.C～H、I～M段可分别表示一个细胞周期

C.A～I段表示减数分裂

D.E～F段发生了同源染色体的分离

A　**解析**：根据曲线所表示的染色体数目变化可知，A～G段表示减数分裂，H～I段表示受精作用，I～M段表示有丝分裂，A正确，C错误；C～G段为减数分裂Ⅱ过程，C～H段不能表示一个细胞周期，B错误；E～F段表示减数分裂Ⅱ后期和末期，细胞中着丝粒分裂，姐妹染色单体分开形成子染色体，染色体数目加倍，细胞中无同源染色体，D错误。

任务升华

减数分裂与受精作用过程中DNA与染色体变化的5个关键时期

(1)分裂前的间期 $\xrightarrow{\text{DNA复制}}$ DNA数目加倍，染色体数目不变

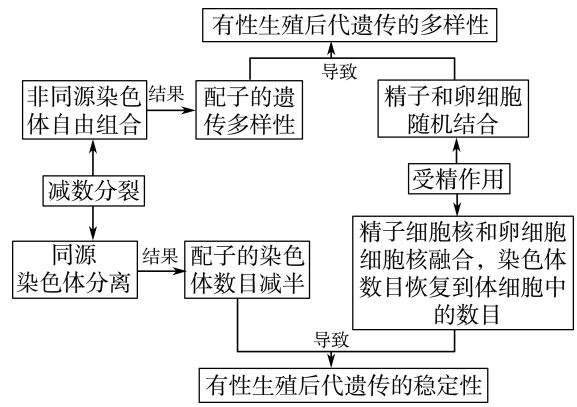
(2)减数分裂Ⅰ结束 $\xrightarrow[\text{一分为二}]{\text{细胞}}$ DNA和染色体数目减半

(3)减数分裂Ⅱ后期 $\xrightarrow[\text{单体分开}]{\text{姐妹染色}}$ 染色体数目加倍，DNA数目不变

(4)减数分裂Ⅱ结束 $\xrightarrow[\text{一分为二}]{\text{细胞}}$ 染色体和DNA数目减半

(5)受精作用 $\xrightarrow[\text{融合}]{\text{精子、卵细胞}}$ 染色体和DNA数目加倍

▶提质归纳

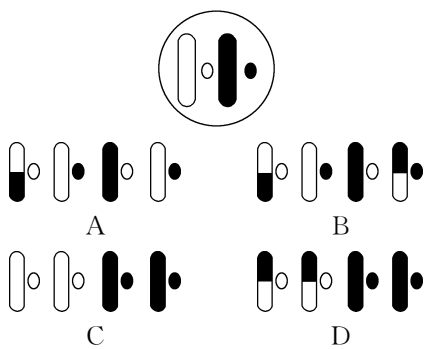


课后素养评价（四）

基础性·能力运用

知识点1　配子中染色体组合的多样性

1. 下图表示某动物的精原细胞，该细胞在减数分裂过程中发生了同源染色体的非姐妹染色单体间的互换。由该细胞形成的精子的染色体类型可能是　（　）



B　**解析**：细胞在减数分裂过程中同源染色体分离、非同源染色体自由组合；如果该细胞在减数分裂过程中发生了同源染色体非姐妹染色单体间的互换，则一个精原细胞通过减数分裂后，会产生4个染色体各不相同的精子，C项中的4个精子染色体没有发生同源染色体非姐妹染色单体间的互换；A、D项中互换的染色体找不到互换部分的来源。

2. “一母生九子，九子各不同”描述了同一双亲的后代具有多样性的现象。下列不属于遗传多样性产生原因的是　（　）

A.减数分裂Ⅰ中非同源染色体的自由组合

B.四分体中非姐妹染色单体之间的互换

C.受精过程中卵细胞与精子之间的随机结合

D.自然状态下精子的数量远多于卵细胞的数量

D　**解析**：减数分裂Ⅰ后期非同源染色体上的非等位基因自由组合，产生了多种多样的配子，不同类

型的雌雄配子随机受精，形成了多种多样基因型的个体，进而形成了遗传多样性，A、C不符合题意；减数分裂Ⅰ联会时，同源染色体的非姐妹染色单体互换，产生了不同种类的配子，通过雌雄配子随机结合可形成多种多样基因型的个体，B不符合题意；自然状态下精子的数量远多于卵细胞的数量，但受精时一个卵细胞只能与一个精子结合，因此这不是形成遗传多样性的原因，D符合题意。

知识点2　受精作用

3. 生物体有性生殖过程中，精子和卵细胞通常要融合在一起，才能发育成新个体。下列关于受精卵细胞物质组成的叙述正确的是　　(　　)

A.来自精子和卵细胞的遗传物质各占一半

B.来自精子和卵细胞的细胞质各占一半

C.来自精子和卵细胞的细胞器各占一半

D.来自精子和卵细胞的染色体各占一半

D　**解析**：在受精作用过程中，父方提供一半的染色体，而母方提供另一半的染色体，细胞质和细胞器几乎都由母方提供，细胞质中也含有遗传物质，因此来自卵细胞的遗传物质更多，A、B、C错误，D正确。

4. 下列有关减数分裂和受精作用的叙述中，错误的是　　(　　)

A.减数分裂对生物多样性的形成有重要意义

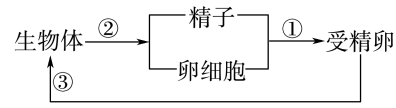
B.精子和卵细胞相互识别，说明细胞膜具有信息交流的功能

C.有丝分裂和受精作用维持了亲子代体细胞中染色体数目的稳定

D.受精过程中卵细胞和精子是随机结合的，有利于生物的多样性

C　**解析**：减数分裂对生物多样性的形成有重要意义，A正确；受精作用是精子和卵细胞相互识别、融合为受精卵的过程，在此过程中，体现了细胞膜具有信息交流的功能，B正确；减数分裂和受精作用维持了亲子代体细胞中染色体数目的稳定，C错误；受精过程中卵细胞和精子的结合是随机的，有利于生物的多样性，D正确。

5. 高等植物进行有性生殖的3个生理过程如图所示，则图中①②③分别为　　(　　)



A.受精作用、减数分裂、有丝分裂

B.有丝分裂、减数分裂、受精作用

C.有丝分裂、受精作用、减数分裂

D.减数分裂、受精作用、有丝分裂

A　**解析**：题图中①是精子和卵细胞结合，形成受精卵，属于受精作用；成熟的生物体通过减数分裂产生精子和卵细胞；生物的个体发育从受精卵开始，经有丝分裂形成多细胞个体。所以题图中①②③分别为受精作用、减数分裂、有丝分裂。综上所述，A正确。

6. 精子的头部几乎只保留了细胞核，部分细胞质变成了精子的颈部和尾部，其中全部线粒体被保留下来，并主要集中在尾的基部。受精时，精子和卵细胞相互识别后，精子的头部进入卵细胞，而尾部留在卵细胞外。据此分析，下列有关推断错误的是　　(　　)

A.线粒体被全部保留可为精子提供充足的能量

B.受精时，精子和卵细胞的相互识别与糖被有关

C.精子、卵细胞为受精卵提供了相同数量的DNA

D.卵细胞为受精卵的早期发育提供营养物质

C　**解析**：精子要靠尾部摆动游到卵细胞所在位置，才能与卵细胞结合，这一过程需要消耗大量的能量，这些能量主要由线粒体提供，因此全部线粒体被保留下来，并主要集中在尾的基部，A正确；细胞膜上的糖被具有识别作用，精子和卵细胞的相互识别与细胞膜上的糖被有关，B正确；精子和卵细胞为受精卵提供了相同数量的核DNA，而受精卵细胞质中的DNA主要来自卵细胞，故卵细胞为受精卵提供的DNA数量大于精子，C错误；卵细胞体积较大，有利于储存较多的营养物质，为受精卵的早期发育提供营养物质，D正确。

综合性·创新提升

7. 下列关于减数分裂和受精作用的说法中，错误的有　　(　　)

①每个卵细胞继承了初级卵母细胞1/4的细胞质遗传物质　②联会后形成的一个四分体中含2个双链DNA分子　③细胞质正在发生不均等分裂的时期，细胞中不一定有同源染色体　④卵细胞形成过程中，所有细胞的细胞质都是不均等分裂　⑤一个精原细胞经过减数分裂，可能形成4种类型的精细胞　⑥受精卵中的遗传物质一半来自父方一半来自母方

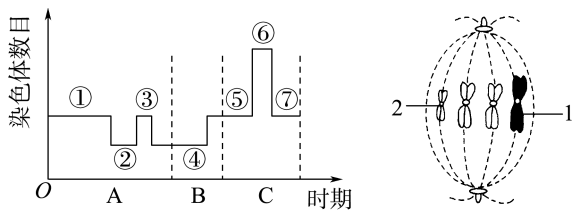
A.6项　　B.5项

C.4项　　D.3项

C　**解析**：在卵细胞的形成过程中细胞质是不均等分裂的，故每个卵细胞继承的初级卵母细胞的细胞

质遗传物质不一定是1/4，①错误；联会后形成的一个四分体是一对同源染色体，含有2条染色体，每条染色体含有2个核DNA分子，故一个四分体中含4个双链DNA分子，②错误；细胞质正在发生不均等分裂的时期，细胞中不一定有同源染色体，如次级卵母细胞在减数分裂Ⅱ后期，③正确；卵细胞形成过程中，在减数分裂Ⅱ时，极体的细胞质均等分裂，④错误；一个精原细胞经过减数分裂，若发生同源染色体的非姐妹染色单体部分片段的互换，可能形成4种类型的精细胞，⑤正确；受精卵中的细胞核遗传物质一半来自父方一半来自母方，但细胞质遗传物质几乎全部来自母方，⑥错误。

8. 下图中甲是某高等生物在生殖发育过程中细胞内染色体数目变化曲线，乙是该生物一个细胞的局部结构示意图。请分析回答问题：



甲　　乙

(1)该生物个体发育的起点是通过图甲中的[　]_____形成的，在个体发育过程中进行[　]_____过程。

(2)姐妹染色单体分开发生在[　]_____期和[　]_____期。

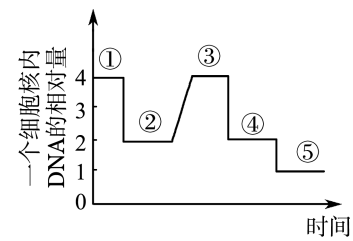
(3)图乙细胞所处的分裂时期属于图甲中的[　](填数字序号)阶段；该生物细胞中染色体最多有_____条。

(4)图乙细胞的分裂方式与其他体细胞的分裂方式相比，其本质区别是_____。通过这种细胞分裂方式进行生殖，有利于生物在自然选择中进化，体现其优越性。

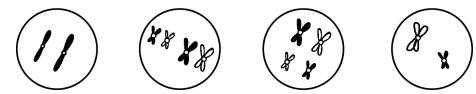
解析：(1)该生物个体发育的起点是受精卵，是通过图甲中的B受精作用形成的，在个体发育过程中进行C有丝分裂过程。(2)姐妹染色单体的分开发生在③减数分裂Ⅱ后期和⑥有丝分裂后期。(3)图乙细胞处于减数分裂Ⅱ中期，对应图甲中的②阶段；图乙细胞含有4条染色体，则体细胞中含有8条染色体，故该生物细胞中染色体最多有16条。(4)体细胞的分裂方式是有丝分裂，图乙细胞的分裂方式是减数分裂，与其他体细胞的分裂方式相比，其本质区别是形成的子细胞中染色体数目减半。

答案：(1)B　受精作用　C　有丝分裂　(2)③　减数分裂Ⅱ后　⑥　有丝分裂后　(3)②　16　(4)子细胞中染色体数目减半

9. 下图中A表示某动物精巢内所看到的细胞分裂及其精子形成过程中核DNA含量的变化曲线图，B表示在上述细胞分裂过程中各个时期的染色体变化示意图。请分析回答问题：



A



B

(1)图B所示a、b、c、d 4个图像，分别是图A所示①～⑤中的哪个时期？

a._____，b._____，c._____，d._____。(填图中代号)

(2)图B所示a、b、c、d的核DNA量与体细胞核DNA量相同的是_____。

(3)体细胞的染色体数目相当于图B中_____的染色体数目。

解析：(1)由图A可知，②～⑤为减数分裂过程中DNA含量的变化曲线，则②应为原始的生殖细胞，③为初级精母细胞，④为次级精母细胞，⑤为精细胞。②前的曲线应为形成精原细胞的过程中DNA含量的变化曲线，此分裂过程为有丝分裂，故①为有丝分裂时期。由图B可知，a无同源染色体，无染色单体，应为精细胞；b有四分体，应为初级精母细胞；c有同源染色体，无联会现象，应处于有丝分裂前期；d无同源染色体，有染色单体，应为次级精母细胞。(2)从核DNA的含量上分析，此生物的体细胞核中应含4个DNA分子，含量与之相同的只有d。(3)从染色体的数目上分析，该生物体细胞中含4条染色体，图B中含有4条染色体的是b、c。

答案：(1)⑤　③　①　④　(2)d　(3)b、c

第 2 节　基因在染色体上

学习任务目标

1.通过萨顿假说和摩尔根的果蝇实验，认识到基因是有物质实体的，形成生命的物质观。
2.尝试运用假说—演绎法分析摩尔根的实验。
3.通过分析摩尔根实验提出假说和进行验证的思路、过程，提升科学探究能力。

问题式预习

一、萨顿的假说

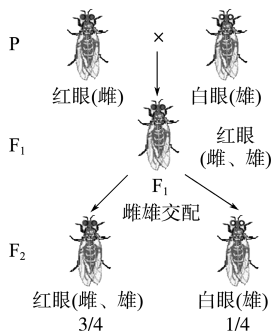
1.内容：基因(遗传因子)是由染色体携带着从亲代传递给下一代的。也就是说，基因就在染色体上。

2.依据：基因和染色体的行为存在着明显的平行关系。

项目		基因	染色体
生殖过程中		在杂交过程中保持完整性和独立性	在配子形成和受精过程中，有相对稳定的形态结构
存在	体细胞	成对	成对
	配子	单个	单条
体细胞中		一个来自父方，一个来自母方	一条来自父方，一条来自母方
形成配子时		非等位基因自由组合	非同源染色体自由组合

二、基因位于染色体上的实验证据

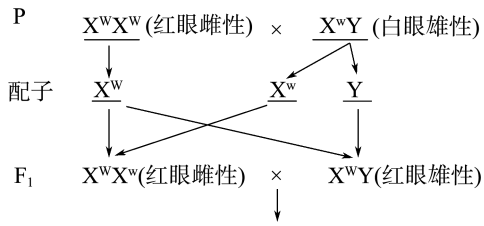
下图是摩尔根关于果蝇杂交实验的图解，完成下列有关问题：



1.运用的方法：假说—演绎法。

2.提出假说：控制白眼的基因(用 w 表示)在 X 染色体上，而 Y 染色体上不含它的等位基因。

3.对实验现象的解释



♀	♂	
	1/2 X^W	1/2 Y
F_2 1/2 X^W	1/4 X^WX^W (红眼雌性)	1/4 X^WY (红眼雄性)
1/2 X^w	1/4 X^WX^w (红眼雌性)	1/4 X^wY (白眼雄性)

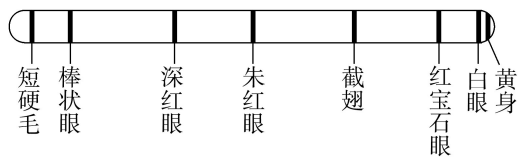
4.测交验证

(1)亲本中的白眼雄性与 F_1 中的红眼雌性交配⟶子代中红眼雌性∶白眼雌性∶红眼雄性∶白眼雄性＝1∶1∶1∶1。

(2)白眼雌性和红眼雄性交配，子代表型及比例为红眼雌性∶白眼雄性＝1∶1。

5.结论：控制白眼的基因位于 X 染色体上，而 Y 染色体上不含它的等位基因。

6.摩尔根的新发现



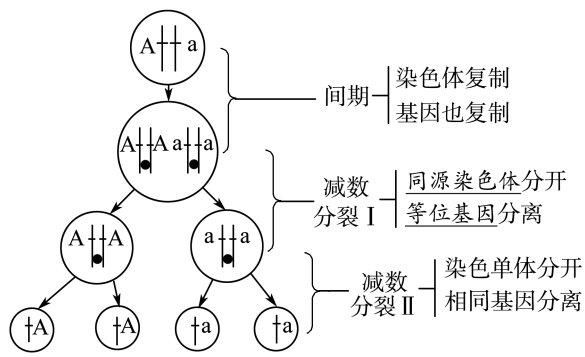
观察图示，得出以下结论：

(1)一条染色体上有许多个基因。

(2)基因在染色体上呈线性排列。

三、孟德尔遗传规律的现代解释

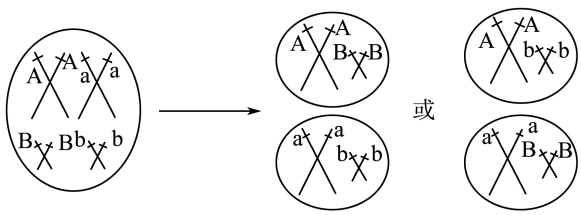
1.基因的分离定律的实质



(1)在杂合子的细胞中，位于一对同源染色体上的等位基因，具有一定的独立性。

(2)在减数分裂形成配子的过程中，等位基因会随同源染色体的分开而分离，分别进入两个配子中，独立地随配子遗传给后代。

2.基因的自由组合定律的实质



(1)位于非同源染色体上的非等位基因的分离或组合是互不干扰的。

(2)在减数分裂过程中，同源染色体上的等位基因彼此分离的同时，非同源染色体上的非等位基因自由组合。

教材开发

1.[教材 P31 图 2-9]所有生物都有性染色体吗？性染色体只存在于生殖细胞中吗？

提示：并非所有生物都有性染色体，没有性别之分的生物(如酵母菌等)没有性染色体，雌雄同株的植物如玉米、水稻等也无性染色体。性染色体既存在于生殖细胞中，又存在于体细胞中。

2.[教材 P31 正文]细胞中的基因都位于染色体上吗？为什么？

提示：不是。真核生物的核基因都位于染色体上，而质基因位于线粒体等细胞器内；原核生物的基因有的位于拟核区 DNA 分子上，有的位于细胞质中。

概念辨析

1.摩尔根利用假说—演绎法证明控制果蝇红、白眼的基因位于 X 染色体上。 (√)

2.所有的基因都位于染色体上。 (×)

3.基因和染色体并不是一一对应的关系，一条染色体上含有很多基因。 (√)

4.等位基因随着同源染色体的分开而分离，发生在减数分裂Ⅰ中期。 (×)

5.所有的非等位基因，都会随着非同源染色体的自由组合而自由组合。 (×)

6.含 X 染色体的配子是雌配子，含 Y 染色体的配子是雄配子。 (×)

7.仅考虑性染色体，女性只能产生一种卵细胞，男性能产生两种精子。 (√)

任务型课堂

任务一 基因在染色体上的实验探究

[探究活动]

基因遗传规律的研究，不是直接观察基因的传递，而是通过研究生物的遗传性状得知基因的遗传规律。据此回答下列问题：

(1)用果蝇作为实验材料有何优点？

提示：①相对性状多、易区分；②培养周期短；③成本低；④易饲养；⑤染色体数目少，便于观察等。

(2)X、Y 染色体同源区段上的等位基因与常染色体上的等位基因的传递规律相同，与性别无关，对吗？

提示：不对。X、Y 染色体同源区段上的等位基因与常染色体上的等位基因的传递规律相同，但其遗传也与性别有关。

[评价活动]

1.科学家们经过漫长的实验探究，总结出了基因和染色体的关系，得出了基因在染色体上的结论。下列有关叙述错误的是 ( )

A.萨顿在观察的基础上推断基因在染色体上

B.摩尔根等人利用假说—演绎法证明基因在染色体上

C.萨顿证明了基因在染色体上呈线性排列

D.染色体和基因数量不相等，一条染色体上有很多个基因

C **解析：**萨顿在观察的基础上，推断出基因在染色体上，A 正确；摩尔根通过果蝇的杂交实验，证明基因位于染色体上时采用的是假说—演绎法，B 正确；摩尔根和他的学生以果蝇为实验材料，证明了基因在染色体上呈线性排列，C 错误；一条染色体上含有很多个基因，D 正确。

2.(2022·江苏卷改编)摩尔根和他的学生用果蝇实验证明了基因在染色体上。下列相关叙述与事实不符的是 ( )

A.白眼雄蝇与红眼雌蝇杂交，F_1 全部为红眼，推测白眼对红眼为隐性

B.F_1 互交后代中雌蝇均为红眼，雄蝇红、白眼各半，推测红、白眼基因在 X 染色体上

C.F_1 雌蝇与白眼雄蝇回交，后代雌雄个体中红、白眼都各半，结果符合预期

D.白眼雌蝇与红眼雄蝇杂交，后代红、白眼个体中雌雄都各半，结果符合预期

D **解析：**白眼雄蝇(X^aY)与红眼雌蝇(X^AX^A)杂交，F_1 全部为红眼果蝇(X^AX^a、X^AY)，雌、雄比例为

1∶1，推测白眼对红眼为隐性，A 正确；F_1 中红眼果蝇相互交配，F_2 出现性状分离，雌蝇均为红眼，雄蝇红、白眼各半，雌雄表型不同，推测红、白眼基因在 X 染色体上，B 正确；F_1 中雌蝇（X^AX^a）与白眼雄蝇（X^aY）杂交，后代出现 4 种基因型（X^AX^a∶X^aX^a∶X^AY∶X^aY=1∶1∶1∶1），由此可知，后代雌雄个体中红、白眼都各半，结果符合预期，C 正确；白眼雌蝇（X^aX^a）与红眼雄蝇（X^AY）杂交，后代雄蝇（X^aY）全部为白眼，雌蝇全为红眼（X^AX^a），D 错误。

3. 果蝇的红眼对白眼为显性，控制红眼和白眼的基因位于 X 染色体上，在下列哪组杂交组合中，通过眼色就可直接判断子代果蝇的性别？（　　）

A. 白眼（♀）×白眼（♂）

B. 杂合红眼（♀）×红眼（♂）

C. 白眼（♀）×红眼（♂）

D. 杂合红眼（♀）×白眼（♂）

C　**解析**：据题意可知，A 项组合的子代都是白眼；B 项组合的子代中，红眼果蝇雌性和雄性都有，不符合题意；C 项组合的子代中，雌果蝇都为红眼，雄果蝇都为白眼，符合题意；D 项组合的子代中，雌果蝇与雄果蝇都有红眼和白眼，不符合题意。

任务升华

判断基因位于 X 染色体上的依据

(1) 正反交杂交法：在未知显隐性性状的条件下，可设置正反交杂交实验。

①若正反交结果相同，则基因不在 X 染色体上。

②若正反交结果不同，则基因位于 X 染色体上。

(2) 特定杂交组合法：在已知显隐性性状的条件下，可设置雌性隐性性状个体与雄性显性性状个体杂交。

①若雌性子代均为显性性状，雄性子代均为隐性性状，则基因位于 X 染色体上。

②若雄性子代中出现显性性状，或雌性子代中出现隐性性状，则基因不在 X 染色体上。

任务二　孟德尔遗传规律的现代解释

1. 下列关于孟德尔遗传规律的现代解释中，错误的是（　　）

A. 非同源染色体上的非等位基因的分离或组合是互不干扰的

B. 同源染色体上的等位基因具有一定的独立性

C. 同源染色体上的等位基因分离，非等位基因自由组合

D. 基因分离定律与自由组合定律的细胞学基础相同，且都发生在减数分裂过程中

C　**解析**：基因自由组合定律的实质是在减数分裂过程中，同源染色体上的等位基因彼此分离的同时，非同源染色体上的非等位基因自由组合，C 错误。

2. 根据基因与染色体的对应关系，非等位基因的概念可描述为（　　）

A. 染色体不同位置上的不同基因

B. 同源染色体上不同位置上的基因

C. 非同源染色体上的不同基因

D. 同源染色体相同位置上的基因

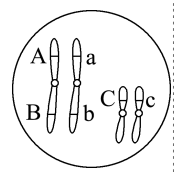
A　**解析**：非等位基因是指同源染色体上不同位置的基因以及非同源染色体上的基因，强调的都是不同位置上的基因。B、C 项所述的内容包含于非等位基因的概念中，D 项所述的不是非等位基因。

任务升华

等位基因与非等位基因

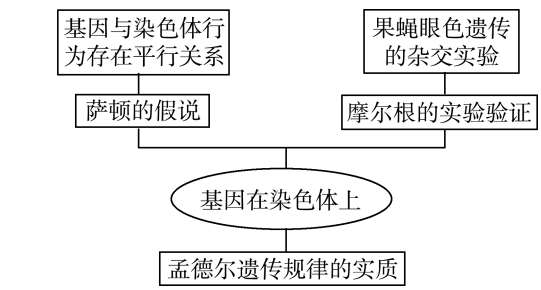
(1) 等位基因：图中 A 和 a、B 和 b、C 和 c 均为等位基因，位于一对同源染色体上，遵循基因的分离定律。

(2) 同源染色体上的非等位基因：A 和 B 位于一条染色体上，A 和 b 位于同源染色体上，不遵循基因的自由组合定律。



(3) 非同源染色体上的非等位基因：A 和 C、B 和 C 位于非同源染色体上，遵循基因的自由组合定律。

▶提质归纳



课后素养评价（五）

基础性·能力运用

知识点 1　基因位于染色体上的假说

1.下列关于基因和染色体的叙述错误的是　（　）

A.体细胞中成对的等位基因或同源染色体在杂交过程中保持独立性

B.受精卵中成对的等位基因或同源染色体一半来自母方，另一半来自父方

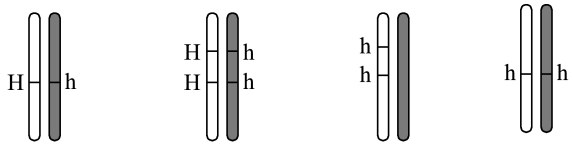
C.减数分裂时，成对的等位基因或同源染色体彼此分离，分别进入不同配子

D.雌雄配子结合形成合子时，非同源染色体上的非等位基因自由组合

D　**解析**：基因与染色体都作为独立的遗传单位，基因在杂交过程中始终保持其独立性和完整性，而染色体在细胞分裂各时期也保持一定的形态结构，A正确。等位基因在体细胞中是成对存在的，其中一个来自母方，另一个来自父方；而同源染色体也是成对存在的，同样一条来自母方，另一条来自父方，B正确。在形成配子时，即进行减数分裂时，等位基因彼此分离，同源染色体也彼此分离，分别进入不同的配子中，C正确。非同源染色体上的非等位基因自由组合发生在减数分裂Ⅰ后期，即形成配子的过程中，D错误。

知识点 2　基因位于染色体上的实验证据

2.决定豌豆圆粒形的是显性基因（用H表示），决定豌豆皱粒形的是隐性基因（用h表示）。皱粒形的豌豆的基因组成示意图是　（　）



A　　B　　C　　D

D　**解析**：豌豆的粒形（圆粒与皱粒）是一对相对性状，由一对等位基因控制，等位基因是指位于一对同源染色体的相同位置上控制着相对性状的一对基因；决定皱粒形的是隐性基因，因此皱粒形豌豆的基因组成是hh，这对基因位于一对同源染色体的相同位置上，D符合题意。

3.摩尔根通过果蝇的杂交实验证明了基因位于染色体上，下列关于该实验的分析，错误的是　（　）

A.摩尔根和孟德尔都是运用“假说—演绎法”进行相关杂交实验的研究

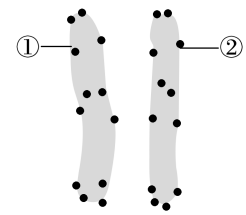
B.摩尔根用红眼雌果蝇和白眼雄果蝇杂交，得到的F_2中红眼果蝇和白眼果蝇之间的比例为3∶1，并不能证明红眼、白眼基因在X染色体上

C.F_1红眼雌、雄果蝇之间杂交得到的F_2红眼果蝇中既有雌性又有雄性，且其雌雄比例为1∶1

D.果蝇眼色的测交实验应当设计为F_2中的白眼雄性或F_3中的白眼雌性分别与F_1中的异性果蝇杂交

C　**解析**：摩尔根将果蝇眼色遗传与X染色体的遗传进行比较，得出了控制白眼的基因位于X染色体上的结论，该结论的得出所用方法是“假说—演绎法”，A正确；摩尔根用红眼雌果蝇和白眼雄果蝇杂交，得到的F_2红眼和白眼之间的比例为3∶1，并不能证明红眼、白眼基因在X染色体上，因为位于常染色体上也符合该比例，B正确；在摩尔根的杂交实验中，F_2雌性个体全部为红眼，雄性个体为一半红眼，一半白眼，故红眼果蝇中雌雄比例为2∶1，C错误；测交实验应用待测个体与隐性纯合子杂交，故果蝇眼色的测交实验应当设计为F_2中的白眼雄性或F_3中的白眼雌性分别与F_1中的异性果蝇杂交，D正确。

4.下图为利用荧光标记各个基因得到的基因在染色体上位置图，由图分析，下列说法错误的是　（　）



A.该图是证明基因在染色体上的最直接的证据

B.从荧光点的分布来看，图中结构在减数分裂中可形成四分体

C.图中①和②所指位置4个荧光点的基因为等位基因

D.该图可以说明基因在染色体上呈线性排列

C　**解析**:据题图可知,一个基因对应于染色体的一个片段,是证明基因在染色体上的最直接的证据,A正确;题图中两条染色体在对应位置上存在相应的基因,为一对同源染色体,在减数分裂中可形成四分体,B正确;①和②荧光点所在的基因为等位基因或相同的基因,C错误;据图可知,一个基因对应于染色体的一个片段,说明基因在染色体上呈线性排列,D正确。

综合性·创新提升

5.在果蝇野生型与白眼雄性突变体的杂交实验中,摩尔根最早能够推断白眼基因位于X染色体上的实验结果是(　　)

A.白眼突变体与野生型杂交,F_1 全部表现野生型,雌雄比例为1∶1

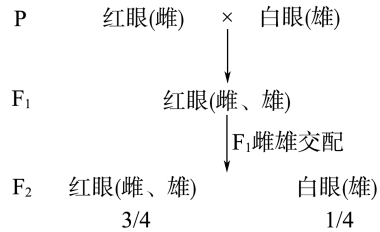
B.F_1 中雌雄果蝇杂交,后代出现性状分离,且白眼全部为雄性

C.F_1 雌果蝇与白眼雄果蝇杂交,后代出现白眼果蝇,且雌雄比例为1∶1

D.白眼雌果蝇与野生型雄果蝇杂交,后代白眼果蝇全部为雄性,野生型全部为雌性

B　**解析**:白眼突变体与野生型杂交,F_1 全部表现野生型,且雌雄比例为1∶1,只能说明野生型相对于突变型为显性性状,A错误;F_1 杂交后代中出现性状分离,且白眼果蝇全部为雄性,说明这对性状的遗传与性别有关,且雌雄果蝇都具有该性状,说明控制该性状的基因位于X染色体上,B正确;F_1 雌果蝇与白眼雄果蝇杂交,后代出现白眼果蝇,且雌雄比例为1∶1,该结果不能推断白眼基因位于X染色体上,C错误;D项实验是一个测交实验,是用来验证白眼基因位于X染色体上的推断的正确性的,但不是最早推断白眼基因位于X染色体上的实验结果,D错误。

6.摩尔根研究果蝇的眼色遗传实验过程如图所示,W和w表示眼色基因,下列相关叙述错误的是(　　)



A.摩尔根所做的假设是控制白眼的基因只位于X染色体上,而Y染色体上不含有它的等位基因

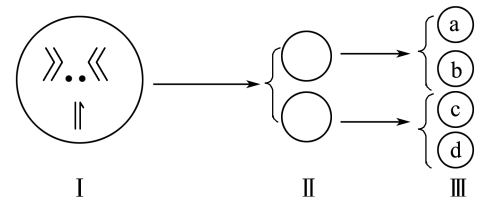
B.F_2 中的红眼雌果蝇的基因型有 X^WX^W、X^WX^w

C.F_2 中红眼果蝇随机交配,后代中白眼果蝇全是雄果蝇

D.果蝇的眼色遗传实验和萨顿假说都证明了基因位于染色体上

D　**解析**:摩尔根根据白眼表型只出现在雄性个体中的现象,假设控制白眼的基因只位于X染色体上,而Y染色体上不含有它的等位基因,A正确;F_1 均为红眼,说明红眼相对于白眼是显性性状,且控制白眼的基因只位于X染色体上,根据 F_2 性状分离比为3∶1,可推出 F_1 的基因型为 X^WX^w、X^WY,因此 F_2 中的红眼雌果蝇的基因型有 X^WX^W 和 X^WX^w 两种,B正确;F_2 的红眼果蝇中,雌果蝇的基因型为 X^WX^W、X^WX^w,雄果蝇的基因型为 X^WY,雌雄果蝇随机交配,后代中的白眼果蝇基因型为 X^wY,全为雄果蝇,C正确;萨顿假说没有证明基因位于染色体上,D错误。

7.已知果蝇红眼(A)对白眼(a)为显性,其基因位于X染色体上。下图表示果蝇的减数分裂过程。请回答下列问题:



(1)图Ⅱ的细胞叫_____。

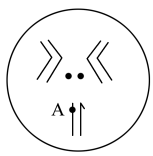
(2)若图示的果蝇与白眼果蝇杂交,后代中出现了红眼,请在图Ⅰ中标出眼色基因。该果蝇的基因型为_____。

(3)若图示的果蝇为红眼,图中Ⅲ的a与一只红眼雌果蝇的卵细胞结合产生了一只白眼果蝇,则该白眼果蝇的性别是_____。若b与该红眼果蝇再次产生的卵细胞结合,则发育成的果蝇表型为_____。

(4)请用遗传图解表示出(3)的过程。

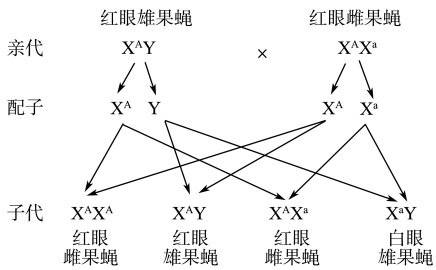
解析:(1)从题图中Ⅰ的染色体组成可以看出,该果蝇有两条异型的性染色体,其性别应为雄性,则图Ⅱ细胞应为次级精母细胞。(2)因为已知此果蝇为雄性,且控制性状的基因A或a位于X染色体上,与它杂交的另一只果蝇为雌性且为隐性性状,基因型为X^aX^a,因为它们后代出现了红眼果蝇,因此该果蝇基因型为X^AY。(3)题图中的果蝇基因型为X^AY,另一只红眼果蝇为雌性,因为它们产生的后代中出现隐性性状,所以推知雌性亲本的基因型为X^AX^a,由此可知子代隐性个体(基因型X^aY)为雄性。b与a类型完全一致,含Y染色体,该红眼雌果蝇再次产生的卵细胞为X^A或X^a,所以后代为X^AY或X^aY,表现为红眼雄果蝇或白眼雄果蝇。(4)遗传图解见答案。

答案:(1)次级精母细胞　(2)如图所示



X^AY　(3)雄性　红眼雄果蝇或白眼雄果蝇

(4)如图所示



8.摩尔根利用果蝇进行遗传实验研究,证明了基因在染色体上。请回答下列相关问题:

(1)摩尔根在一群红眼果蝇中,发现了一只白眼雄果蝇,并让它与正常的红眼雌果蝇交配,结果F_1全是红眼果蝇,这表明_____是显性性状。

(2)摩尔根让F_1中的红眼雌、雄果蝇相互交配,结果F_2中红眼果蝇与白眼果蝇的数量比为3∶1,这说明果蝇眼色的遗传符合_____定律。

(3)F_2红眼果蝇中有雌、雄个体,而白眼果蝇全是雄性,可推测控制眼色的基因位于性染色体上。现有纯种的红眼雌、雄果蝇和白眼雌、雄果蝇,请从中选择亲本,只做一次杂交实验,以确定果蝇的眼色基因与X、Y染色体的关系。

杂交实验:选择_____交配。

预期结果:

①若子代中_____,说明在X、Y染色体上都存在控制果蝇眼色的基因。

②若子代中_____,说明控制果蝇眼色的基因只位于X染色体上。

解析:(1)白眼雄果蝇与正常的红眼雌果蝇交配,结果F_1全是红眼果蝇,这表明红眼是显性性状。(2)F_1中的红眼雌、雄果蝇相互交配,结果F_2中红眼果蝇与白眼果蝇的数量比为3∶1,该比例符合孟德尔一对相对性状杂交实验的性状分离比,这说明果蝇眼色的遗传符合基因的分离定律。(3)杂交实验中选择(纯种的)红眼雄果蝇与白眼雌果蝇交配。如果X、Y染色体上都存在控制果蝇眼色的基因(设控制眼色的基因为B、b),即亲本基因型为X^bX^b、X^BY^B,则子代基因型为X^BX^b、X^bY^B,即子代(雌、雄果蝇)全为红眼;如果控制果蝇眼色的基因只位于X染色体上,则亲本基因型为X^bX^b、X^BY,则子代基因型为X^BX^b、X^bY,即子代中雌果蝇全为红眼,雄果蝇全为白眼。

答案:(1)红眼　(2)基因的分离　(3)(纯种的)红眼雄果蝇与白眼雌果蝇　①(雌、雄果蝇)全为红眼　②雌果蝇全为红眼,雄果蝇全为白眼

第 3 节　伴性遗传

学习任务目标

1.从生命物质的独特性、复杂性角度理解伴性遗传，形成生命的物质观、结构与功能观。

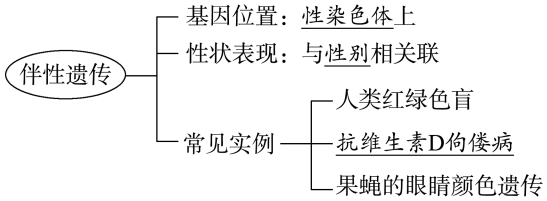
2.运用演绎推理等科学思维，对伴性遗传的特点进行分析。

3.尝试运用伴性遗传的特点解决医学和生产、生活实践中的问题，提升关爱生命的社会责任感。

问题式预习

一、伴性遗传与人类红绿色盲

1.伴性遗传



2.人类红绿色盲

(1)致病基因及其位置

①显隐性：红绿色盲基因是隐性基因。

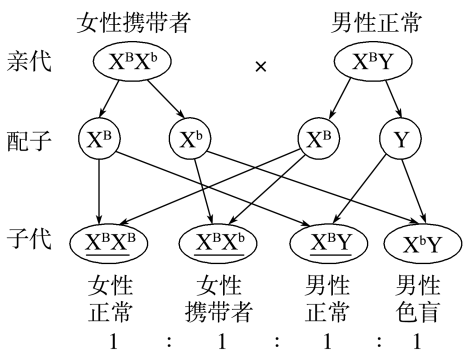
②位置：红绿色盲基因位于 X 染色体上，Y 染色体上没有其等位基因。

(2)人类正常色觉和红绿色盲(相关基因用 B、b 表示)的基因型和表型

性别	女性			男性	
基因型	X^BX^B	X^BX^b	X^bX^b	X^BY	X^bY
表型	正常	正常(携带者)	色盲	正常	色盲

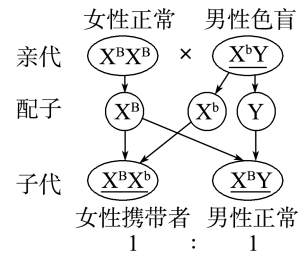
(3)人类红绿色盲遗传的主要婚配组合

①婚配组合一



规律：儿子的色盲基因只能来自母亲。

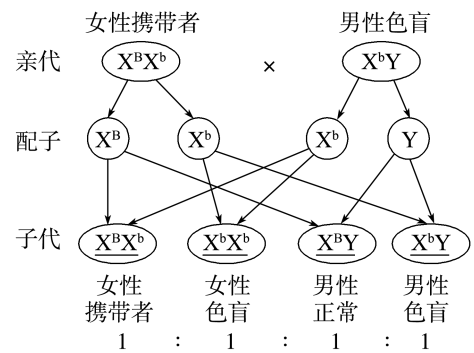
②婚配组合二



规律：父亲的色盲基因只能传给女儿，不能传给儿子。

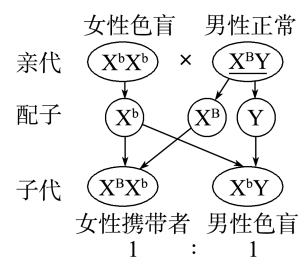
综合婚配组合一、二得出规律：男性的色盲基因只能来自母亲，也只能传给女儿，即交叉遗传。

③婚配组合三



规律：女儿患色盲，父亲一定患色盲。

④婚配组合四



规律：母亲患色盲，儿子一定患色盲。

综合婚配组合三、四得出规律：女性患色盲，父亲和儿子一定患色盲。

(4)遗传特点

①患者中男性远多于女性。

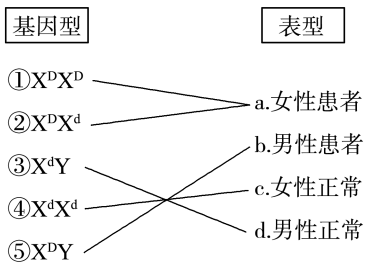
②女性患者的父亲和儿子一定是患者。

③男性患者的基因只能从母亲遗传而来，且只能遗传给女儿。

二、抗维生素 D 佝偻病

1.基因及其位置：位于 X 染色体上的显性基因。

2.基因型和表型[连一连]



3.遗传特点

(1)患者中女性多于男性，但部分女性患者病症较轻。

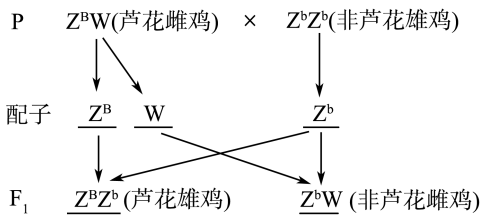
(2)男性患者与正常女性婚配的后代中，女性都是患者，男性都正常。

三、伴性遗传理论在实践中的应用

1.性染色体决定性别的类型

类型	XY 型		ZW 型	
性别	雌	雄	雌	雄
体细胞染色体组成	2A+XX	2A+XY	2A+ZW	2A+ZZ
性细胞染色体组成	A+X	A+X、A+Y	A+Z、A+W	A+Z
实例	人等大部分动物		鳞翅目昆虫、鸟类	

2.根据雏鸡的羽毛特征来区分雌性和雄性



教材开发

1.[教材 P35 图 2-12]为什么人类许多位于 X 染色体上的基因在 Y 染色体上无相应等位基因？

提示：人类的 X 染色体和 Y 染色体无论在形状、大小和携带的基因种类上都有差别。X 染色体比 Y 染色体大，携带的基因多，所以许多位于 X 染色体上的基因在 Y 染色体上无相应等位基因。

2.[教材 P36 正文]如果一位女性红绿色盲基因携带者和一位男性红绿色盲患者结婚，所生子女的基因型和表型会怎样呢？如果一位女性红绿色盲患者和一位色觉正常的男性结婚，情况又会如何？

提示：女性携带者与男性患者婚配，子女的基因型和表型共有 4 种，即 X^BX^b(女性携带者)、X^bX^b(女性色盲)、X^BY(男性正常)、X^bY(男性色盲)，且概率都是 1/4。女性患者与正常男性婚配，子女中所有的男性均为色盲，女性均为携带者。

概念辨析

1.性染色体上的基因都与性别决定有关。（ × ）

2.在具有性染色体的生物中，如果染色体在大小形态上两两相同，则此个体一定为雌性。（ × ）

3.XY 型性别决定的生物，群体中的性别比例为 1∶1，原因是雌配子∶雄配子=1∶1。（ × ）

4.人类红绿色盲患病家系的系谱图中一定能观察到隔代遗传现象。（ × ）

5.抗维生素 D 佝偻病女患者的父亲和母亲可以都正常。（ × ）

6.某一对等位基因(Aa)如果只位于 X 染色体上，Y 上无相应的等位基因，则该性状的遗传不遵循孟德尔的分离定律。（ × ）

7.若含 X 染色体的隐性基因的雄配子具有致死效果，则自然界中找不到该隐性性状的雌性个体，但可以有雄性隐性性状个体的存在。（ √ ）

任务型课堂

任务一 伴性遗传的方式和特点

[探究活动]

伴性遗传包括伴 X 染色体隐性遗传、伴 X 染色体显性遗传和伴 Y 染色体遗传。根据性染色体遗传规律，可推测各种伴性遗传病的特点。据此回答下列问题：

(1)伴 Y 染色体遗传有什么特点？

提示：没有显隐性之分，患者全为男性，女性全部正常。

(2)伴 X 染色体隐性遗传有何特点？

提示：男性患者远多于女性患者；具有隔代遗传、男传女、女传男的遗传现象。

(3)伴 X 染色体显性遗传有何特点？

提示：女性患者多于男性患者；具有连续遗传现象。

［评价活动］

1.下列有关抗维生素D佝偻病遗传特点的叙述中，不正确的是　　（　　）

A.通常表现为世代连续遗传

B.该病女性患者多于男性患者

C.部分女性患者病症较轻

D.男性患者与正常女性结婚，儿子一定是患者

D　**解析**：抗维生素D佝偻病是一种伴X染色体显性遗传病，该病通常表现为世代连续遗传，且女性患者多于男性患者，A、B正确；杂合子女性患者的病症比纯合子女性患者的病症轻，C正确；正常女性遗传给儿子的是X^d（相关基因用D、d表示），男性患者遗传给儿子的是Y染色体，所以男性患者与正常女性结婚所生儿子一定正常，D错误。

2.红绿色盲是伴X染色体隐性遗传病，下列叙述正确的是　　（　　）

A.男性患者的基因型有两种

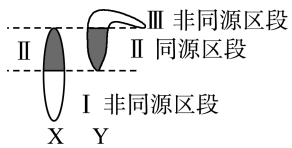
B.男性患者的致病基因只能来源于母亲

C.儿子为患者，则母亲也一定是患者

D.父亲为患者，则女儿也一定是患者

B　**解析**：红绿色盲是伴X染色体隐性遗传病，男性有两种基因型，一种基因型表现正常，另一种患病，A错误；男性患者的致病基因位于X染色体上，其致病基因只能来自母亲，B正确；儿子为患者，母亲可能为患者，也可能只是携带致病基因，不患病，C错误；父亲是患者，致病基因传递给女儿，而女儿的另一个基因可能是来自母亲的正常的显性基因，杂合子不患病，D错误。

3.人的X染色体和Y染色体大小、形态不完全相同，但存在着同源区段（Ⅱ）和非同源区段（Ⅰ、Ⅲ），如下图所示。下列有关叙述错误的是　　（　　）



A.若某病是由位于非同源区段Ⅲ上的致病基因控制的，则患者均为男性

B.若X、Y染色体上存在一对等位基因，则该对等位基因位于同源区段Ⅱ上

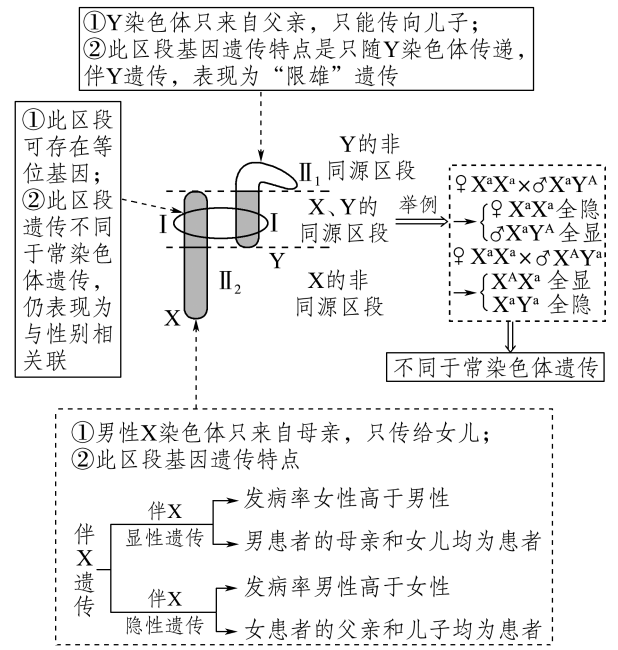
C.若某病是由位于非同源区段Ⅰ上的显性基因控制的，则男性患者的儿子一定患病

D.若某病是由位于非同源区段Ⅰ上的隐性基因控制的，则患病女性的儿子一定是患者

C　**解析**：由题图可以看出，区段Ⅲ位于Y染色体上，X染色体上无对应的同源区段，因此若某病是由位于区段Ⅲ上的致病基因控制的，则患者均为男性，A正确；区段Ⅱ是X、Y染色体的同源区段，因此在该部位会存在等位基因，B正确；区段Ⅰ位于X染色体上，Y染色体上无对应的同源区段，若某病由该区段的显性基因控制，则男性患者的致病基因总是遗传给女儿，其女儿一定患病，而儿子是否患病由母亲决定，C错误；若某病是由位于区段Ⅰ上的隐性基因控制的，儿子的X染色体一定来自母亲，因此患病女性的儿子一定是患者，D正确。

任务升华

X、Y染色体不同区段的遗传特点分析



任务二　应用伴性遗传规律解决遗传问题

1.为保证X染色体上的基因在两种性别个体中的表达水平大致相等，哺乳动物会随机保持一条X染色体的活性，其余的X染色体则高度螺旋化形成染色较深的染色质块（称为巴氏小体）。猫的毛色有黑、橙、白3种，控制黑色（B）和橙色（b）的基因是一对等位基因。常染色体上的A基因在某些细胞内会表达，阻止相关色素的形成，使猫毛出现白色区域，在某些细胞内则不表达。某雌猫与橙色雄猫杂交，子代的雌猫出现4种表型，分别为白橙黑相间、橙黑相间、白橙相间和橙色纯色。不考虑Y染色体上基因的遗传，下列有关叙述错误的是　　（　　）

A.该亲本雌猫的基因型为AaX^BX^b

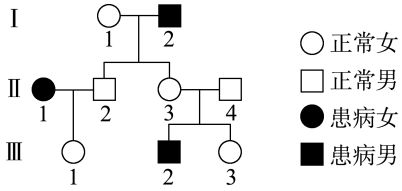
B.控制猫毛色的基因 B/b 位于 X 染色体上

C.子代雄猫中表型与子代雌猫相同的个体占比为 1/4

D.性染色体组成为 XXY 的雄猫细胞中存在 1 个巴氏小体

C　**解析**：由题意可知，雌猫与橙色雄猫杂交，子代的雌猫出现 4 种表型，分别为白橙黑相间、橙黑相间、白橙相间和橙色纯色，说明亲本雌猫的基因型为 AaX^BX^b，A 正确；由题意分析可知，A/a 基因位于常染色体上，则控制猫毛色的基因 B/b 位于 X 染色体上，B 正确；由以上分析可知，亲本基因型为 AaX^BX^b、aaX^bY，则子代雄猫中表型有白黑相间、黑色纯色、白橙相间、橙色纯色，其中表型与子代雌猫相同的个体占比为 1/2，C 错误；根据题干可知，当猫细胞中存在两条或两条以上 X 染色体时，只有 1 条X 染色体上的基因能表达，其余 X 染色体高度螺旋化失活成为巴氏小体，性染色体组成为 XXY 的雄猫细胞中存在1 个巴氏小体，D 正确。

2.（2022·海南卷）假性肥大性肌营养不良是伴 X 隐性遗传病，某家族的该病遗传系谱如下图。下列有关叙述正确的是　（　）



A.Ⅱ-1 的母亲不一定是患者

B.Ⅱ-3 为携带者的概率是 1/2

C.Ⅲ-2 的致病基因来自Ⅰ-1

D.Ⅲ-3 和正常男性婚配生下的子女一定不患病

A　**解析**：假性肥大性肌营养不良是伴 X 染色体隐性遗传病，女性患者的两条 X 染色体一条来自父亲，一条来自母亲，Ⅱ-1 的母亲一定携带致病基因，但不一定是患者，A 正确；由于Ⅱ-3 的父亲为患者，致病基因一定会传递给Ⅱ-3，所以Ⅱ-3 一定为携带者，B 错误；Ⅲ-2 的致病基因来自Ⅱ-3，Ⅱ-3 的致病基因来自其父亲Ⅰ-2，C 错误；Ⅱ-3 一定为携带者，设致病基因为 a，则Ⅲ-3 的基因型为 $1/2X^AX^A$、$1/2X^AX^a$，和正常男性（X^AY）婚配生下的子女患病概率为 $1/2\times(1/4)=1/8$，即可能患病，D 错误。

3.下图为某种鸟类羽毛的毛色（B、b）遗传图解，下列相关表述错误的是　（　）

P　芦花(♂) × 芦花(♀)

↓

F_1　芦花(♂)　芦花(♀)　非芦花(♀)

2　:　1　:　1

A.该种鸟类的毛色遗传属于伴性遗传

B.芦花性状为显性性状，基因 B 对 b 为完全显性

C.非芦花雄鸟和芦花雌鸟交配，产生的子代雌鸟均为非芦花

D.芦花雄鸟和非芦花雌鸟交配，产生的子代雌鸟均为非芦花

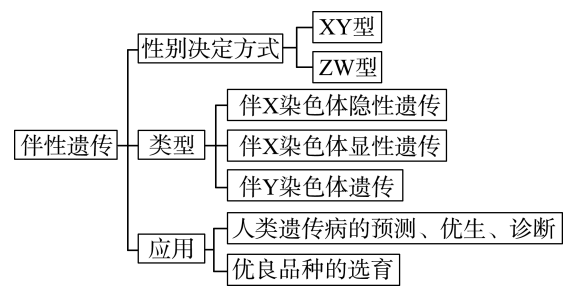
D　**解析**：F_1 中雌雄个体的表型不同，说明该性状的遗传属于伴性遗传，A 正确；亲本均为芦花，子代出现非芦花，说明芦花为显性性状，基因 B 对 b 为完全显性，B 正确；鸟类的性别决定方式为 ZW 型，非芦花雄鸟（Z^bZ^b）和芦花雌鸟（Z^BW）交配产生的子代中，雌鸟的基因型均为 Z^bW，表型均为非芦花，C 正确；芦花雄鸟（Z^BZ^b 或 Z^BZ^B）和非芦花雌鸟（Z^bW）交配产生的子代中，雌鸟的基因型为 Z^BW 或 Z^bW，表型可能是芦花或非芦花，D 错误。

任务升华

XY 型与 ZW 型性别决定方式的比较

类型	XY 型	ZW 型
雄性个体	XY	ZZ
雄配子	X、Y 两种，比例为 1∶1	一种，含 Z
雌性个体	XX	ZW
雌配子	一种，含 X	Z、W 两种，比例为 1∶1

▶提质归纳

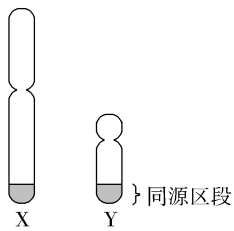


课后素养评价(六)

基础性·能力运用

知识点1　伴性遗传的类型及特点

1.已知某动物的性别决定方式为XY型,控制某一性状的等位基因(A、a)可能位于常染色体上,也可能位于性染色体上,A对a为显性。下列判断正确的是　(　　)



A.如果A、a位于常染色体上,则该动物群体的基因型可能有3种

B.如果A、a只位于X染色体上,一个表现隐性性状的男性,其a基因不可能来自他的外祖父

C.如果A、a位于X、Y同源区段,则该动物群体的基因型可能有5种

D.如果A、a位于X、Y同源区段,则该性状的遗传和子代性别无关

A　**解析**:如果A、a位于常染色体上,则该动物群体的基因型可能有3种,分别为AA、Aa、aa,A正确;如果A、a只位于X染色体上,一个表现隐性性状的男性(X^aY),其a基因不可能来自他的祖父,但可能来自他的外祖父,B错误;如果A、a位于X、Y同源区段,则该动物群体的基因型可能有7种,分别为X^AX^A、X^aX^a、X^AX^a、X^AY^A、X^AY^a、X^aY^A、X^aY^a,C错误;如果A、a位于X、Y同源区段,则该性状的遗传和子代性别有关,D错误。

2.一对表型正常的夫妇,生了一个既患白化病(a)又患红绿色盲(b)的男孩。此男孩外祖父和外祖母的基因型不可能是　(　　)

A.AaX^BY、AaX^BX^b

B.AaX^BY、aaX^bX^b

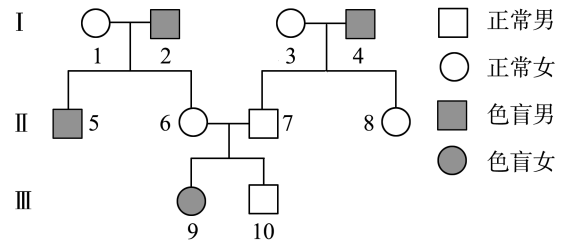
C.AAX^bY、AAX^BX^b

D.AaX^BY、aaX^BX^b

C　**解析**:一对表型正常的夫妇,生了一个既患白化病(a)又患红绿色盲(b)的男孩,则这对夫妇的基因型为$AaX^BY\times AaX^BX^b$。如果此男孩外祖父和外祖母的基因型为$AaX^BY\times AaX^BX^b$、$AaX^BY\times aaX^bX^b$或$AaX^BY\times aaX^BX^b$,可以生出基因型为AaX^BX^b的女儿,A、B、D正确;如果此男孩外祖父和外祖母的基因型为$AAX^bY\times AAX^BX^b$,不可能生出基因型为AaX^BX^b的女儿,其后代不可能有基因型为aaX^bY的个体出现,C错误。

知识点2　遗传系谱图中遗传方式的判断和概率计算

3.下图所示的红绿色盲患者家系中,女性患者$Ⅲ_9$的性染色体只有一条X染色体,其他成员性染色体组成正常。$Ⅲ_9$的红绿色盲基因来自　(　　)



A.$Ⅰ_1$　　B.$Ⅰ_2$　　C.$Ⅰ_3$　　D.$Ⅰ_4$

B　**解析**:根据题意和题图分析可知,由于女性患者$Ⅲ_9$的性染色体只有一条X染色体,且其父亲$Ⅱ_7$正常,所以其致病基因来自其母亲$Ⅱ_6$,由于$Ⅱ_6$表现正常,肯定为携带者,而其父亲$Ⅰ_2$患病,所以其致病基因一定来自$Ⅰ_2$,B正确。

4.一只正常的雌蝌蚪在外界条件的影响下,变成了一只能生育的雄蛙(青蛙的性别决定方式是XY型)。用这只雄蛙与正常的雌蛙交配,其子代中　(　　)

A.雌∶雄=1∶1　　B.雌∶雄=2∶1

C.雌∶雄=3∶1　　D.雌∶雄=1∶0

D　**解析**:青蛙的性别决定方式是XY型,虽然雌蝌蚪在外界条件的影响下,变成了一只能生育的雄蛙,但其性染色体组成仍为XX,其产生的精子只有1种(含X染色体),用这只雄蛙与正常的雌蛙(XX)交配,由于雌配子也只有1种(含X染色体),因此其子代性染色体组成只能为XX,性别全为雌性。

5.女娄菜是雌雄异株XY型性别决定的被子植物。女娄菜的宽叶(X^B)对窄叶(X^b)是显性。研究发现,含X^b的花粉粒死亡。若要证明含X^b的花粉粒不能存活,而且子代的表型都是宽叶型,则应选择哪组亲本进行杂交?　(　　)

A.$X^BX^B\times X^bY$　　B.$X^bX^b\times X^BY$

C.$X^BX^b\times X^bY$　　D.$X^BX^b\times X^BY$

A　**解析**:由题意可知,A、B、C、D 4组亲本中,能产生X^b花粉粒的只有A、C组。由于含X^b的花粉粒死亡,$X^BX^B\times X^bY$,其后代只有X^BY,表型都是宽叶型;而$X^BX^b\times X^bY$的后代有X^BY、X^bY,表型有宽叶型、窄叶型两种,故A符合题意。

6. 雄性蛋鸡对蛋鸡饲养没有价值，因其不是生长快速的肉鸡，故对肉类工业价值也不高。为了尽早地确定鸡的性别，多养雌鸡，科学家开发出一种经过基因编辑的雌鸡（Z^*W）作为亲本进行育种。鸡蛋中的胚胎含有编辑基因（Z^*）时，用蓝光照射鸡蛋几小时后胚胎就会停止发育，胚胎不含编辑基因时发育不受蓝光照射的影响。用雌鸡（Z^*W）与普通雄鸡进行杂交育种实验，下列相关叙述不正确的是（　　）

A. 某个次级卵母细胞中含有的 Z 染色体的数目可能是 0 条、1 条或 2 条

B. 位于 Z、W 染色体同源区段的基因也会出现性状与性别相关联的现象

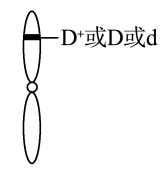
C. 用蓝光照射上述杂交实验所产的鸡蛋，孵化出的小鸡均为雌鸡

D. F_1 相互杂交后，再用蓝光处理 F_1 所产鸡蛋，孵化出的小鸡均为雄鸡

D　**解析**：雌鸡的性染色体组成为 ZW，初级卵母细胞经过减数分裂Ⅰ染色体 Z 和 W 分离，因此次级卵母细胞中含有的 Z 染色体的数目可能是 0 条、1 条或 2 条（减数分裂Ⅱ后期），A 正确；位于性染色体上的基因都和性别相关联，因此位于 Z、W 染色体同源区段的基因也会出现性状与性别相关联的现象，B 正确；鸡蛋中的胚胎含有编辑基因（Z^*）时，用蓝光照射鸡蛋几小时后胚胎就会停止发育，胚胎不含编辑基因时发育不受蓝光照射的影响，雌鸡（Z^*W）与普通雄鸡（ZZ）进行杂交，子代基因型为 ZW 和 Z^*Z，使用蓝光照射后，Z^*Z 停止发育，因此孵化出的小鸡均为雌鸡，C 正确；雌鸡（Z^*W）与普通雄鸡（ZZ）进行杂交，F_1 基因型为 ZW 和 Z^*Z，F_1 相互杂交后 F_2 的基因型为 ZZ、Z^*Z、Z^*W、ZW，使用蓝光处理后，孵化出的小鸡有雌鸡（ZW）和雄鸡（ZZ），D 错误。

综合性·创新提升

7. 某种鸟（$2N=80$）的羽毛颜色由 3 种位于 Z 染色体上的基因控制（如右图所示），D^+ 控制灰红色，D 控制蓝色，d 控制巧克力色，D^+ 对 D 和 d 为显性，D 对 d 为显性。下列推论合理的是（　　）



A. 巧克力色鸟的基因型只有 1 种

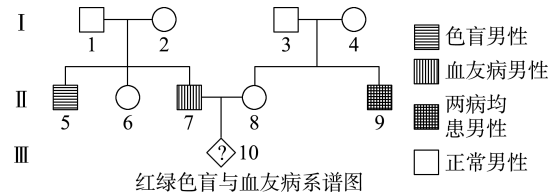
B. 灰红色雄鸟的基因型只有 2 种

C. 蓝色个体间交配，F_1 中雌性个体都呈蓝色

D. 灰红色雌鸟与蓝色雄鸟交配，F_1 中出现灰红色个体的概率是 1/2

D　**解析**：由题意可知，巧克力色鸟的基因型有 2 种，即 Z^dZ^d 和 Z^dW，A 错误；灰红色雄鸟的基因型有 3 种，即 $Z^{D^+}Z^{D^+}$、$Z^{D^+}Z^D$、$Z^{D^+}Z^d$，B 错误；蓝色雌鸟的基因型为 Z^DW，蓝色雄鸟的基因型为 Z^DZ^D 或 Z^DZ^d，二者交配，F_1 中雌性个体的基因型为 Z^DW 或 Z^dW，表型为蓝色或巧克力色，C 错误；灰红色雌鸟的基因型为 $Z^{D^+}W$，蓝色雄鸟的基因型为 Z^DZ^D 或 Z^DZ^d，二者交配，F_1 的基因型及其比例为 $Z^{D^+}Z^D$：$Z^DW=1$：1 或 $Z^{D^+}Z^D$：Z^DW：$Z^{D^+}Z^d$：$Z^dW=1$：1：1：1，其中 $Z^{D^+}Z^D$ 与 $Z^{D^+}Z^d$ 均为灰红色，所以 F_1 出现灰红色个体的概率是 1/2，D 正确。

8. 人类红绿色盲和血友病都是伴 X 染色体隐性单基因遗传病。下图为某家族的遗传系谱图，其中Ⅱ$_9$ 既患血友病又患红绿色盲。若不考虑突变和互换，下列叙述错误的是（　　）



红绿色盲与血友病系谱图

A. Ⅱ$_5$ 和Ⅱ$_7$ 的致病基因都来自Ⅰ$_2$

B. Ⅰ$_4$ 同时携带红绿色盲基因和血友病基因

C. 如果Ⅲ$_{10}$ 为女孩，则同时患红绿色盲和血友病的概率为 0

D. 控制这两种遗传病的基因在遗传时遵循基因的自由组合定律

D　**解析**：人类红绿色盲和血友病都是伴 X 染色体隐性遗传病，Ⅱ$_5$ 和Ⅱ$_7$ 从Ⅰ$_1$ 获得 Y 染色体，致病基因都来自Ⅰ$_2$，A 正确；Ⅱ$_9$ 两病皆患，致病基因来自Ⅰ$_4$，因此Ⅰ$_4$ 同时携带红绿色盲基因和血友病基因，B 正确；因为Ⅱ$_7$ 不含色盲基因，所以后代女儿不会患红绿色盲，C 正确；这两种遗传病的基因都在 X 染色体上，遗传时不遵循基因的自由组合定律，D 错误。

9. 已知控制某相对性状的等位基因 A、a 位于性染色体上且雌雄均有显性和隐性个体。为探究 A、a 的具体位置，科研小组选用一只隐性性状的雌性个体与一只显性性状的雄性个体杂交，欲根据子代的表型与性别的关系判断基因 A、a 在性染色体上的位置。下列说法错误的是（　　）

A. 根据雌雄均有显性个体和隐性个体可判断出基因 A、a 不只位于 Y 染色体上

B. 若子代雌性均为显性个体、雄性均为隐性个体，则

基因A、a只位于X染色体上

C.若子代雌性均为隐性个体、雄性均为显性个体，则基因A、a位于X和Y染色体的同源区段

D.若子代雌性和雄性均为显性个体，则基因A/a位于X和Y染色体的同源区段

B　**解析**：子代雌性中有显性和隐性个体，由于雌性个体没有Y染色体，则基因A、a不只位于Y染色体上，A正确；用假说—演绎法分析，若基因A、a位于X和Y染色体的同源区段，题中$X^aX^a\times X^AY^a$杂交，子代基因型是X^AX^a、X^aY^a，表型是雌性均为显性、雄性均为隐性，B错误；若基因A、a位于X和Y染色体的同源区段，题中亲本基因型可能是$X^aX^a\times X^AY^a$、$X^aX^a\times X^AY^a$、$X^aX^a\times X^aY^A$，子代表型依次是雌性和雄性均为显性，雌性均为显性和雄性均为隐性，雌性均为隐性和雄性均为显性，C、D正确。

10. 人们在野兔中发现了一种使毛色为褐色的基因(T)位于X染色体上。已知没有X染色体的胚胎是不能存活的。如果褐色雌兔(染色体组成为XO)与正常灰色(t)雄兔交配，预期子代中褐色兔所占比例和雌、雄之比分别为　(　　)

A.3/4与1∶1　　B.2/3与2∶1

C.1/2与1∶2　　D.1/3与1∶1

B　**解析**：由题意可知，雌兔和雄兔的基因型分别为X^TO、X^tY，两兔交配，其子代基因型分别为X^TX^t、X^tO、X^TY、OY，已知没有X染色体的胚胎是不能存活的，因此子代只有X^TX^t、X^tO、X^TY三种基因型，且数量之比为1∶1∶1，子代中X^TX^t为褐色雌兔，X^tO为灰色雌兔，X^TY为褐色雄兔，故子代中褐色兔占2/3，雌、雄之比为2∶1。

11. 菠菜是雌雄异株植物，性别决定方式为XY型。已知菠菜的抗霜与不抗霜、抗病与不抗病为两对相对性状。用抗霜抗病植株作为父本，不抗霜抗病植株作为母本进行杂交，子代表型及比例如下表所示。下列对杂交结果的分析正确的是(　　)

表型	不抗霜抗病	不抗霜不抗病	抗霜抗病	抗霜不抗病
雄株	3/4	1/4	0	0
雌株	0	0	3/4	1/4

A.抗霜基因和抗病基因都位于X染色体上

B.抗霜性状和抗病性状都属于显性性状

C.抗霜基因位于常染色体上，抗病基因位于X染色体上

D.上述杂交结果无法判断抗霜性状和抗病性状的显隐性

B　**解析**：由题表信息可知，子代中抗病和不抗病在雌、雄个体中的比例都为3∶1，无性别差异，可判断出抗病基因位于常染色体上；再根据“无中生有”(亲本都为抗病个体，后代出现不抗病个体)，可推出不抗病性状为隐性性状。子代中，雄株全表现为不抗霜性状，雌株全表现为抗霜性状，子代性状与性别相关，可判断出抗霜基因位于X染色体上；父本为子代雌性个体提供抗霜基因，母本为子代雌性个体提供不抗霜基因，而子代雌性个体全表现为抗霜性状，可推出不抗霜性状为隐性性状。

12. 小鼠毛色有黄色(B基因控制)和灰色(b基因控制)两种类型，尾形有弯曲(T基因控制)和正常(t基因控制)两种类型。在毛色遗传中，某种基因纯合的胚胎不能发育。现用多对表型相同(性别相同的鼠基因型也相同)的小鼠杂交得到F_1的表型及比例如下表所示。请回答下列问题：

表型	黄毛弯曲尾	黄毛正常尾	灰毛弯曲尾	灰毛正常尾
雄鼠	2/12	2/12	1/12	1/12
雌鼠	4/12	0	2/12	0

(1)根据杂交结果可判断等位基因B、b位于_____染色体上，基因T、t位于_____染色体上。

(2)在毛色遗传中，基因型为_____的胚胎不能发育，亲代基因型为_____。

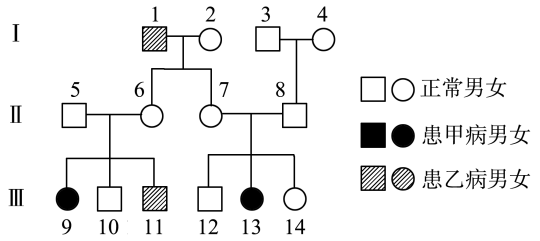
(3)同时考虑两对性状的遗传，则F_1中黄毛弯曲尾小鼠的基因型为_____。

解析：(1)分析题表中信息可知，在F_1中，无论雌雄，黄毛∶灰毛均为2∶1，与性别无关，说明控制毛色的等位基因B、b位于常染色体上，且黄毛为显性性状，基因B纯合的胚胎不能发育，双亲的基因型均为Bb；在F_1的雄鼠中，弯曲尾∶正常尾=1∶1，雌鼠均为弯曲尾，与性别相关，说明控制尾形的等位基因T、t位于X染色体上，且弯曲尾为显性性状，双亲的基因型分别为X^TX^t、X^TY。(2)结合以上分析可知，在毛色遗传中，基因型为BB的胚胎不能发育，亲代基因型为Bb、Bb。(3)同时考虑两对性状遗传，双亲的基因型分别为BbX^TX^t、BbX^TY，F_1的基因型及其比例为BB(胚胎不能发育)∶Bb(黄毛)∶bb(灰毛)=1∶2∶1、X^TX^T(弯曲尾雌鼠)∶X^TX^t(弯曲尾雌鼠)∶X^TY(弯曲

尾雄鼠）：X^tY（正常尾雄鼠）=1∶1∶1∶1。综上分析，F_1 中黄毛弯曲尾小鼠的基因型为 BbX^TX^T、BbX^TX^t、BbX^TY。

答案：(1)常　X　(2)BB　Bb、Bb　(3)BbX^TX^T、BbX^TX^t、BbX^TY

13. 下图为某家族两种单基因遗传病的系谱图（这两种遗传病分别由位于常染色体上的基因 A、a 及 X 染色体上的基因B、b控制）。请回答下列问题：



(1)乙病的致病基因是位于_____染色体上的_____性基因，11 号个体的乙病致病基因来自第Ⅰ代的_____号个体。

(2)13 号个体的基因型是_____。12 号个体不携带致病基因的概率是_____。

解析：(1)由系谱图中“父母正常，子女患病”这一特征可判断出两种单基因遗传病均为隐性遗传病。根据 9 号个体患甲病而 5 号个体正常（或根据 13 号个体患甲病而 8 号个体正常），可判断出甲病的致病基因位于常染色体上，则乙病的致病基因位于 X 染色体上。11 号个体的 X 染色体（X^b）只能来自第Ⅱ代的 6 号个体，又因1号个体患有乙病（X^bY），可知 11 号个体的 X 染色体（X^b）来自第Ⅰ代的 1 号个体。(2)13 号个体患甲病不患乙病，故其基因型为 aaX^BX^B 或 aaX^BX^b。12 号个体不患病，故其基因型为 $1/3AAX^BY$ 或 $2/3AaX^BY$，不携带致病基因的概率是 1/3。

答案：(1)X　隐　1　(2)aaX^BX^B 或 aaX^BX^b　1/3

14. 以下两对基因与鸡羽毛的颜色有关：芦花羽基因 B 对全色羽基因 b 为显性，位于 Z 染色体上，而 W 染色体上无相应的等位基因；常染色体上基因 T 的存在是 B 或 b 表现的前提，基因型为 tt 时为白色羽。请回答下列问题：

(1)鸡的性别决定方式是_____型。

(2)杂交组合 $TtZ^bZ^b\times ttZ^BW$ 的子代中芦花羽雄鸡所占比例为_____，用该芦花羽雄鸡与 ttZ^BW 杂交，预测子代中芦花羽雄鸡所占比例为_____。

(3)一只芦花羽雄鸡与 ttZ^bW 杂交，子代表型及其比例为芦花羽∶全色羽=1∶1，则该雄鸡的基因型为_____。

(4)一只芦花羽雄鸡与一只全色羽雌鸡交配，子代中出现了 2 只芦花羽鸡、3 只全色羽鸡和 3 只白色羽鸡，两个亲本的基因型为_____，其子代中白羽雌鸡所占比例理论上为_____。

(5)雏鸡通常难以直接区分雌、雄，芦花羽鸡的雏鸡具有明显的羽色特征（绒羽上有黄色头斑）。如采用纯种亲本杂交，以期通过绒羽来区分雏鸡的雌、雄，则亲本杂交组合有_____（写出基因型）。

解析：(1)鸡的性别决定方式是 ZW 型，雌鸡为 ZW，雄鸡为 ZZ。(2)杂交组合 $TtZ^bZ^b\times ttZ^BW$ 子代中芦花羽雄鸡（TtZ^BZ^b）所占比例为 $1/2\times(1/2)=1/4$。用该芦花羽雄鸡 TtZ^BZ^b 与 ttZ^BW 杂交，预期子代中芦花羽雄鸡所占比例为 $1/2\times(1/2)=1/4$。(3)一只芦花羽雄鸡与 ttZ^bW 杂交，子代表型及其比例为芦花羽∶全色羽=1∶1，没有出现白色羽，说明亲本芦花羽雄鸡的基因型为 TT；子代芦花羽∶全色羽=1∶1，说明亲本芦花羽雄鸡的基因型为杂合子 Z^BZ^b，则该雄鸡基因型为 TTZ^BZ^b。(4)一只芦花羽雄鸡与一只全色羽雌鸡交配，子代中出现了 2 只芦花羽鸡、3 只全色羽鸡和 3 只白色羽鸡，后代出现白色羽，说明两个亲本基因型均为 Tt；后代出现芦花羽和全色羽，说明亲本中雄鸡基因型为 Z^BZ^b，则两个亲本的基因型为 TtZ^BZ^b、TtZ^bW。其子代中白羽雌鸡所占比例理论上为 $1/4\times(1/2)=1/8$。(5)$TTZ^bZ^b\times TTZ^BW$，后代雄鸡均为芦花羽，雌鸡均为全色羽；$TTZ^bZ^b\times ttZ^BW$，后代雄鸡均为芦花羽，雌鸡均为全色羽；$ttZ^bZ^b\times TTZ^BW$，后代雄鸡均为芦花羽，雌鸡均为全色羽，都可以通过绒羽来区分雏鸡的雌、雄。

答案：(1)ZW　(2)1/4　1/4　(3)TTZ^BZ^b　(4)TtZ^BZ^b、TtZ^bW　1/8　(5)$TTZ^bZ^b\times TTZ^BW$；$TTZ^bZ^b\times ttZ^BW$；$ttZ^bZ^b\times TTZ^BW$

专项提升课　基因在染色体上的位置实验设计

核心目的

1.避免混淆概念：基因在染色体上有多种分布，如在常染色体、X染色体、Y染色体及性染色体的同源区段等，弄清这些概念的区别才能准确判断基因在染色体上的位置。

2.助力理解新情境：实验设计是考试的重点，而遗传学实验设计又是难点，因此了解基因在染色体上的位置，可为实验设计打下基础。

一、探究基因位于常染色体上还是X染色体上

1.正交和反交法（未知相对性状的显隐性，且亲本均为纯合子）

正交、反交实验 ⇒ ①若正交、反交子代雌雄表型相同⇒位于常染色体上；②若正交、反交子代雌雄表型不同⇒位于X染色体上

2.“隐雌×显雄”（相对性状的显隐性已知）

隐性雌性×纯合显性雄性 ⇒ ①若子代中雌性全为显性，雄性全为隐性⇒位于X染色体上；②若子代中雌、雄均为显性⇒位于常染色体上

3.调查法

调查性状
- 与性别无关 → 基因在常染色体上
- 与性别有关
  - 只有雄性 → 基因在Y染色体上
  - 患者雌性多于雄性 → 多为伴X染色体显性
- 雌雄性别中表现不一致
  - 患者雄性多于雌性 → 多为伴X染色体隐性

对点训练

1.（2022·全国乙卷）依据鸡的某些遗传性状可以在早期区分雌雄，提高养鸡场的经济效益。已知鸡的羽毛性状芦花和非芦花受1对等位基因控制。芦花鸡和非芦花鸡进行杂交，正交子代中芦花鸡和非芦花鸡数目相同，反交子代均为芦花鸡。下列分析及推断错误的是（　　）

A.正交亲本中雌鸡为芦花鸡，雄鸡为非芦花鸡

B.正交子代和反交子代中的芦花雄鸡均为杂合子

C.反交子代芦花鸡相互交配，所产雌鸡均为芦花鸡

D.仅根据羽毛性状芦花和非芦花即可区分正交子代性别

C　**解析**：假设基因A/a控制芦花和非芦花性状，根据题意可知，正交两亲本基因型为Z^aZ^a（非芦花雄鸡）×Z^AW（芦花雌鸡），子代基因型为Z^AZ^a、Z^aW，子代中芦花鸡和非芦花鸡数目相同，反交两亲本基因型为Z^AZ^A×Z^aW，子代基因型为Z^AZ^a、Z^AW，全为芦花鸡，A正确；正交子代中芦花雄鸡基因型为Z^AZ^a（杂合子），反交子代中芦花雄鸡基因型为Z^AZ^a（杂合子），B正确；反交子代芦花鸡相互交配，即Z^AZ^a×Z^AW，所产雌鸡基因型为Z^AW（芦花）、Z^aW（非芦花），C错误；正交子代基因型为Z^AZ^a（芦花雄鸡）、Z^aW（非芦花雌鸡），因此根据羽毛性状芦花和非芦花即可区分性别，D正确。

2.大麻是雌雄异株（$2n=20$，XY型性别决定）的二倍体高等植物，科研人员对该植物做了如下研究：

（1）叶型有宽叶和窄叶之分，若由两对基因决定，科研人员用两株窄叶植株进行杂交，F_1全是宽叶，F_1杂交，所得F_2中宽叶植株与窄叶植株的比例为9∶7。在叶型这对性状中，显性性状为_____。两株亲本的基因型_____（填“相同”或“不同”）。初步研究发现，决定该植物叶型的两对基因在染色体上的分布情况有三种：

①两对基因都位于常染色体上；

②一对基因位于常染色体上，另一对基因位于X染色体上；

③两对基因都位于X染色体上。

根据以上杂交实验的数据，可排除第_____（填数字）种情况；若要得到明确的结论，还需对F_2的性状做进一步数据分析，请简要写出数据分析方案及相应结论：_____。

（2）该植物的叶型有宽叶和窄叶两种，若由X染色体非同源区段上的一对等位基因控制，则宽叶雄株和窄叶雌株杂交，后代雌、雄植株中均有宽叶和窄叶两种表型。由此结果_____（填“能”或“不

能”）判断该对性状的显隐性关系，理由是_____

_____

_____

_____。

解析：(1)由题干信息可知，F_1宽叶植株杂交，所得F_2中宽叶植株与窄叶植株的比例为9∶7，发生了性状分离，说明在叶型这对性状中，显性性状为宽叶。用两株窄叶植株进行杂交，F_1全是宽叶，说明两株亲本的基因型不同。F_2中宽叶植株与窄叶植株的比例为9∶7，是9∶3∶3∶1的变式，说明控制叶型的两对基因位于两对同源染色体上，因此，可排除两对基因都位于X染色体上的可能。要进一步确认两对基因的位置，可采取以下方法。方法一：分别统计F_2中雌、雄植株叶型的比例，若是第①种情况即两对基因都位于常染色体上，则雌、雄植株中宽叶和窄叶之比都是9∶7；若是第②种情况即一对基因(假设用A、a表示)位于常染色体上，另一对基因(假设用B、b表示)位于X染色体上，则F_1基因型为AaX^BX^b、AaX^BY，则F_2雌性植株中，宽叶植株($A_X^BX^-$)所占比例为$3/4\times1=3/4$，即雌性植株中宽叶和窄叶之比是3∶1，而雄性植株中，宽叶植株(A_X^BY)所占比例为$3/4\times1/2=3/8$，即雄性植株中宽叶和窄叶之比是3∶5。方法二：分别统计F_2中宽叶植株和窄叶植株的性别比例，若是第①种情况即两对基因都位于常染色体上，则宽叶和窄叶植株中雌、雄个体之比都为1∶1；若是第②种情况即一对基因(假设用A、a表示)位于常染色体上，另一对基因(假设用B、b表示)位于X染色体上，据以上分析可知，宽叶植株中，雌、雄之比为(3/4)∶(3/8)=2∶1，而窄叶植株中，雌、雄之比为(1/4)∶(5/8)=2∶5。(2)伴X染色体遗传中，雄性个体的X染色体仅遗传自母方，杂交后代雄性个体出现性状分离，说明亲代中的窄叶雌株为杂合子，则窄叶为显性性状，因此可以判断显隐性关系。

答案：(1)宽叶　不同　③　分别统计F_2中雌、雄植株叶型的比例，若雌、雄植株宽叶和窄叶之比都是9∶7，则是第①种情况；若雌性植株宽叶和窄叶之比是3∶1，而雄性植株宽叶和窄叶之比是3∶5，则是第②种情况(只统计雌性植株或只统计雄性植株亦可)[或分别统计F_2中宽叶植株和窄叶植株的性别比例，若宽叶植株和窄叶植株雌、雄个体之比都是1∶1，则是第①种情况；若宽叶植株雌、雄之比是2∶1，而窄叶植株雌、雄之比是2∶5，则是第②种情况(只统计宽叶植株或只统计窄叶植株亦可)]

(2)能　伴X染色体遗传中，雄性个体的X染色体仅遗传自母方，杂交后代雄性个体出现性状分离，说明亲代中的窄叶雌株为杂合子，则窄叶为显性性状，因此可以判断显隐性关系

二、探究基因位于X、Y染色体的同源区段还是仅位于X染色体上

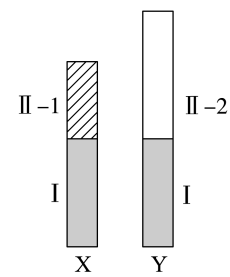
判断控制某一性状基因的位置的常用方法：“隐雌×纯合显雄”(已知性状的显隐性和控制性状的基因在性染色体上)

隐性雌性×纯合显性雄性
- ①若子代所有雄性均为隐性性状⇒仅位于X染色体上
- ②若子代所有雄性均为显性性状⇒位于X、Y染色体同源区段上

提醒：若Y染色体上含有隐性基因，则其遗传结果与伴X染色体遗传相似，所以设计实验时应选择Y染色体上带有显性基因的个体进行杂交，如$X^aX^a\times X^AY^A$、$X^aX^a\times X^aY^A$、$X^AX^a\times X^aY^A$等。

对点训练

3.果蝇的X、Y染色体(如图所示)有同源区段(Ⅰ片段)和非同源区段(Ⅱ-1、Ⅱ-2片段)。有关杂交实验结果如下表所示。下列对结果的分析错误的是(　　)



杂交组合一	P：刚毛(♀)×截毛(♂)→F_1全刚毛
杂交组合二	P：截毛(♀)×刚毛(♂)→F_1刚毛(♀)∶截毛(♂)=1∶1
杂交组合三	P：截毛(♀)×刚毛(♂)→F_1截毛(♀)∶刚毛(♂)=1∶1

A.Ⅰ片段和Ⅱ-1上的基因在遗传上均与性别相关联

B.在Ⅱ-1与Ⅱ-2中，基因结构不同与碱基对的数目及排列顺序有关

C.通过杂交组合一，直接判断刚毛为显性性状

D.通过杂交组合二，可以判断控制该性状的基因位于Ⅱ-1片段

D　**解析**：若基因位于同源区段（Ⅰ片段）上，P：截毛（X^bX^b）×刚毛（X^BY^b）→F_1 刚毛（X^BX^b）：截毛（X^bY^b）=1∶1，性状在子代中有差别；若基因位于非同源区段Ⅱ-1上，属于伴X染色体遗传，性状在子代中也有性别差异，A正确。基因多样性是因为组成基因的核苷酸数量和排列顺序不同，故在Ⅱ-1与Ⅱ-2中，基因结构不同与碱基对的数目及排列顺序有关，B正确。根据题表中杂交组合一，P：刚毛（♀）×截毛（♂）→F_1 全刚毛，可判断刚毛为显性性状，截毛为隐性性状，C正确。设控制刚毛的基因为B，控制截毛的基因为b，若基因位于非同源区段（Ⅱ-1）上，P：截毛（X^bX^b）×刚毛（X^BY）→F_1 刚毛（X^BX^b）：截毛（X^bY）=1∶1；若基因位于同源区段（Ⅰ片段）上，P：截毛（X^bX^b）×刚毛（X^BY^b）→F_1 刚毛（X^BX^b）：截毛（X^bY^b）=1∶1；综上所述根据杂交组合二，P：截毛（♀）×刚毛（♂）→F_1 刚毛（♀）：截毛（♂）=1∶1，不能判断控制该性状的基因位于Ⅱ-1片段，D错误。

4.下面是探究基因位于X、Y染色体的同源区段，还是只位于X染色体上的实验设计思路，请判断下列说法正确的是　　（　　）

方法1：纯合显性雌性个体×纯合隐性雄性个体→F_1。

方法2：纯合隐性雌性个体×纯合显性雄性个体→F_1。

结论：①若子代雌雄个体全表现显性性状，则基因位于X、Y染色体的同源区段。

②若子代雌性个体表现显性性状，雄性个体表现隐性性状，则基因只位于X染色体上。

③若子代雄性个体表现显性性状，则基因只位于X染色体上。

④若子代雌性个体表现显性性状，则基因位于X、Y染色体的同源区段。

A.“方法1＋结论①②”能够完成上述探究任务

B.“方法1＋结论③④”能够完成上述探究任务

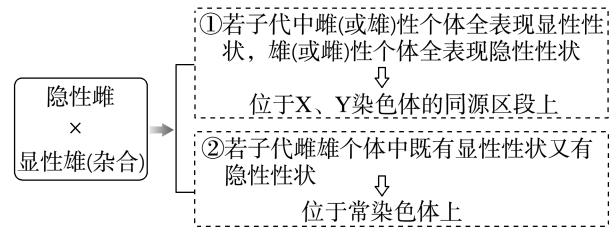
C.“方法2＋结论①②”能够完成上述探究任务

D.“方法2＋结论③④”能够完成上述探究任务

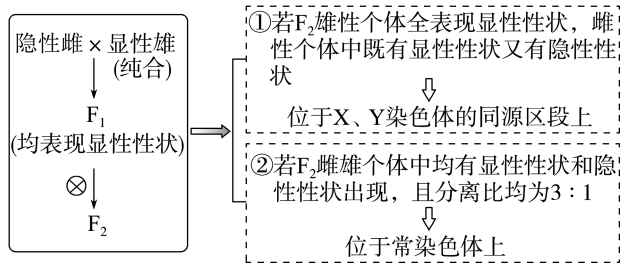
C　**解析**：方法1：纯合显性雌性个体与纯合隐性雄性个体杂交，不能区分基因位置，因为不管基因是位于X、Y染色体同源区段，还是仅位于X染色体，子代雌雄均表现为显性性状，A、B错误。方法2：纯合显性雄性个体与纯合隐性雌性个体杂交，①若子代雌雄全为显性性状，则基因位于X、Y染色体的同源区段，①正确；②若子代雌性个体表现为显性性状，雄性个体表现为隐性性状，则基因只位于X染色体上，Y染色体上没有相关基因，②正确；该组合能够完成上述探究任务，C正确。方法2：纯合显性雄性个体与纯合隐性雌性个体杂交，③若子代雄性个体表现为显性性状，则基因位于X、Y染色体的同源区段，③错误；④若子代雌性个体表现为显性性状，则基因位于X、Y染色体的同源区段或仅位于X染色体，④错误；该组合不能完成上述探究任务，D错误。

三、探究基因位于常染色体上还是X、Y染色体同源区段

1.在已知性状的显隐性条件下，若限定用一次杂交实验来证明，则可采用“隐性雌×显性雄（杂合）”[即aa（♀）×Aa（♂）或$X^aX^a\times X^AY^a$或$X^aX^a\times X^aY^A$]杂交组合，观察分析F_1的表型。分析如下：



2.在已知性状显隐性的条件下，未限定杂交实验次数时，则可采用以下方法，通过观察F_2的性状表现来判断：



对点训练

5.某兴趣小组偶然发现一突变植株，突变性状是由一条染色体上的某个基因突变产生的（假设突变性状和野生性状由一对等位基因A、a控制），为了解突变基因的显隐性和在染色体中的位置，该小组设计了杂交实验方案：利用该突变雄株与多株野生纯合雌株杂交，观察记录子代雌雄植株中野生性状和突变性状的数量。下列说法错误的是　　（　　）

A.如果突变基因位于Y染色体上，则子代雄株全为

突变性状，雌株全为野生性状

B.如果突变基因位于X染色体上且为显性，则子代雄株全为野生性状，雌株全为突变性状

C.如果突变基因位于X、Y染色体同源区段上且为显性，则子代雄株、雌株全为野生性状

D.如果突变基因位于常染色体上且为显性，则子代雌雄株各有一半野生性状

C　**解析**：若突变基因位于Y染色上，则为伴Y染色体遗传，则子代雄株全为突变性状XY^A，雌株全为野生性状XX，A正确。若突变基因位于X染色体上且为显性，则该突变雄株X^AY与多株野生纯合雌株X^aX^a杂交，子代雌株（X^AX^a）均为突变性状，雄株（X^aY）均为野生性状，B正确。若突变基因位于X、Y染色体同源区段且为显性，则该突变雄株的基因型为X^aY^A或X^AY^a，①该突变雄株（X^aY^A）与多株野生纯合雌株（X^aX^a）杂交，后代雌株（X^aX^a）全为野生性状，雄株（X^aY^A）均为突变性状；②该突变雄株（X^AY^a）与多株野生纯合雌株（X^aX^a）杂交，子代雌株（X^AX^a）全为突变性状，雄株（X^aY^a）全为野生性状，C错误。若突变基因位于常染色体上且为显性，则该突变雄株（Aa）与多株野生纯合雌株（aa）杂交，后代雌雄株既有野生型又有突变型且比例为1∶1，D正确。

6. 果蝇正常翅和毛翅由A/a和B/b两对基因控制，刚毛和截毛分别由基因D和d控制。为探究上述三对基因的遗传规律及其在染色体上的位置，利用纯合毛翅截毛雌果蝇与纯合正常翅刚毛雄果蝇进行杂交实验，F_1全为毛翅刚毛果蝇，F_1果蝇间随机交配，F_2表型如下表所示。

性别	表型及比例
雄性（♂）	正常翅刚毛∶毛翅刚毛＝7∶9
雌性（♀）	正常翅刚毛∶正常翅截毛∶毛翅刚毛∶毛翅截毛＝7∶7∶9∶9

（1）控制果蝇翅型的遗传遵循_____定律，判断的依据是_____。

（2）仅考虑翅型，F_2中正常翅个体的基因型有_____种，F_2中正常翅个体随机交配，后代毛翅个体出现的概率是_____。

（3）控制截毛和刚毛的基因_____（填“位于常染色体上”“仅位于Y染色体上”“仅位于X染色体上”或“位于X、Y染色体同源区段上”），判断的理由是_____。

解析：（1）由F_2表型及比例可知，雌雄个体中正常翅∶毛翅＝7∶9，是9∶3∶3∶1的变式，则A/a和B/b两对基因位于常染色体上，并遵循基因的自由组合定律。（2）仅考虑翅型，F_2中正常翅个体的基因型有5种：AAbb、Aabb、aaBB、aaBb、aabb。F_2中正常翅个体随机交配，即1/7AAbb、2/7Aabb、1/7aaBB、2/7aaBb、1/7aabb的个体随机交配，产生的配子为2/7Ab、3/7ab、2/7aB，后代毛翅个体（A_B_）出现的概率是$2/7\times(2/7)+2/7\times(2/7)=8/49$。（3）刚毛和截毛在子二代雌性和雄性中出现概率不同，说明控制截毛和刚毛的基因位于性染色体上；雌性中也有刚毛和截毛，说明控制刚毛和截毛的基因不仅位于Y染色体上；F_1全为刚毛果蝇，说明刚毛为显性性状，若仅位于X染色体上，则F_1雌性应全为刚毛，雄性应全为截毛，与题中不符，说明控制截毛和刚毛的基因位于X、Y染色体的同源区段上。

答案：（1）自由组合　F_2正常翅与毛翅的比例为7∶9，是9∶3∶3∶1的变式　（2）5　8/49　（3）位于X、Y染色体同源区段上　刚毛和截毛在子二代雌性和雄性中出现概率不同，说明控制截毛和刚毛的基因位于性染色体上；雌性中也有刚毛和截毛，说明控制刚毛和截毛的基因不仅位于Y染色体上；F_1全为刚毛果蝇，说明刚毛为显性性状，若仅位于X染色体上，则F_1雌性应全为刚毛，雄性应全为截毛，与题中不符，所以该对基因位于X、Y染色体的同源区段上

单元活动构建

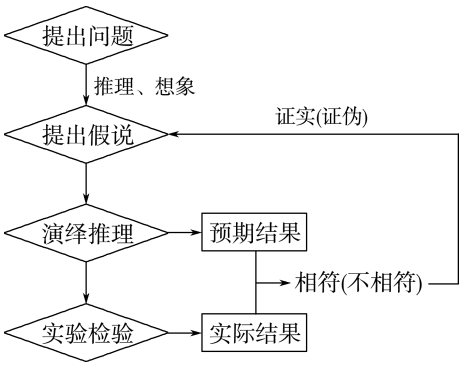
单元活动　运用假说—演绎法分析遗传规律的相关问题

「单元任务」

任务内容	
任务一	运用假说—演绎法解释遗传现象
任务二	运用假说—演绎法推断遗传方式
任务三	运用假说—演绎法选择材料设计杂交实验

「任务导引」

孟德尔通过豌豆杂交实验，运用假说—演绎法揭示了基因的分离定律和自由组合定律。假说—演绎法是构建科学理论的一种常用的思维方法。它的基本过程如下：在观察和分析的基础上提出问题，通过推理和想象提出解释问题的假说，根据假说进行演绎推理，推出预测的结果，再通过实验来检验。如果实验结果与预测相符，就可以认为假说是正确的，反之，则可以认为假说是错误的。



假说—演绎法不但能够用来解释已有的遗传现象和遗传方式，还能用于选择材料设计杂交实验。

「任务突破」

任务一　运用假说—演绎法解释遗传现象

活动 1　果蝇星眼、圆眼由常染色体上的一对等位基因(用 A、a 表示)控制，缺刻翅、正常翅由 X 染色体上的一对等位基因(用 B、b 表示)控制，且 Y 染色体上没有其等位基因，某研究小组利用果蝇进行了两组杂交实验。

杂交实验①：星眼果蝇与圆眼果蝇杂交，子一代中星眼果蝇∶圆眼果蝇＝1∶1，星眼果蝇与星眼果蝇杂交，子一代中星眼果蝇∶圆眼果蝇＝2∶1。

杂交实验②：缺刻翅雌果蝇与正常翅雄果蝇杂交所得子一代中，缺刻翅雌果蝇∶正常翅雌果蝇＝1∶1，雄果蝇均为正常翅。

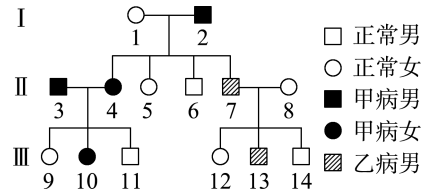
回答下列问题：

(1)通过杂交实验①②可判断两对相对性状各自的隐性性状分别是圆眼、正常翅。

(2)通过杂交实验①②可推断两对相对性状中导致胚胎死亡的基因型分别是 AA、X^BX^B 和 X^BY。

(3)若星眼缺刻翅雌果蝇与星眼正常翅雄果蝇杂交得 F_1。则 F_1 的性别比例为雌∶雄＝2∶1，雌果蝇中纯合子所占的比例为 1/6，F_1 中星眼缺刻翅果蝇所占比例为 2/9。

活动 2　下图为甲病(A、a)和乙病(B、b)的遗传系谱图，其中乙病为伴性遗传病，回答下列问题：



(1)甲病属于常染色体显性遗传病，乙病属于 X 染色体隐性遗传病。

(2)$Ⅲ_{14}$ 的基因型为 aaX^BY，$Ⅱ_7$ 的致病基因来自 $Ⅰ_1$。

(3)若 $Ⅲ_{10}$ 和不患病男性婚配，后代不患病的概率为 5/16。

任务二　运用假说—演绎法推断遗传方式

活动 1　已知果蝇的长翅和截翅由一对等位基因控制。多只长翅果蝇进行单对交配(每个瓶中有 1 只雌果蝇和 1 只雄果蝇)，子代果蝇中长翅∶截翅＝3∶1。据此判断：

(1)长翅是显性性状。

(2)亲代雌蝇是杂合子(填“杂合子”或“纯合子”)。

(3)该等位基因位于常或 X 染色体上。

活动 2　果蝇体细胞中有 4 对染色体，其中 2、3、4 号为常染色体，已知控制长翅、残翅性状的基因位于 2 号染色体上，控制灰体、黑檀体性状的基因位于 3 号染色体上，某小组用一只无眼灰体长翅雌果蝇与一只有眼灰体长翅雄果蝇杂交，子代的表型及其比例如下：

眼	性别	灰体长翅∶灰体残翅∶黑檀体长翅∶黑檀体残翅
1/2 有眼	1/2 雌	9∶3∶3∶1
	1/2 雄	9∶3∶3∶1
1/2 无眼	1/2 雌	9∶3∶3∶1
	1/2 雄	9∶3∶3∶1

回答下列问题：

(1)根据杂交结果，不能(填“能”或“不能”)判断控制果蝇有眼、无眼性状的基因是位于X染色体上还是位于常染色体上。若控制有眼、无眼性状的基因位于X染色体上。根据上述亲本杂交组合和杂交结果判断，显性性状是无眼，判断依据是只有当无眼为显性性状时，子代雌雄个体才都会出现有眼和无眼性状分离。

(2)若控制有眼、无眼性状的基因位于常染色体上，请用上表中的杂交子代果蝇为材料，设计一个杂交实验来确定无眼性状的显隐性(要求：写出杂交组合和预期结果)。

提示：杂交组合为无眼×无眼。预期结果和结论：若子代全为无眼，则无眼为隐性性状，有眼为显性性状；若子代中无眼∶有眼＝3∶1，则无眼为显性性状，有眼为隐性性状。

(3)若控制有眼、无眼性状的基因位于4号染色体上，用灰体长翅有眼纯合子果蝇和黑檀体残翅无眼纯合子果蝇杂交，F_1 相互交配后，F_2 中雌雄均有 8 种表型，其中黑檀体长翅无眼所占比例为 3/64 时，则说明无眼为隐性(填“显性”或“隐性”)性状。

任务三	运用假说—演绎法选择材料设计杂交实验

活动1 已知黑腹果蝇的性别决定方式为XY型，偶然出现的XXY个体为雌性可育。黑腹果蝇的长翅(A)对残翅(a)为显性，红眼(B)对白眼(b)为显性。现有两组杂交实验结果如下图：



残翅白眼♀ 甲　　长翅红眼♂ 乙

P　　$aaX^BX^B \times AAX^bY$

↓

F_1	长翅红眼♀	长翅红眼♂
个体数	920	927

实验①

P　　$aaX^BY \times AAX^bX^b$

↓

F_1	长翅红眼♀	长翅白眼♂	长翅白眼♀
个体数	920	926	1

实验②

(1)设计实验①与实验②的主要目的是验证眼色性状与性别有关，翅型性状与性别无关。

(2)实验①的 F_1 果蝇自由交配，理论上预测实验①的 F_2 基因型共有 12 种，其中雌性个体中表现图甲性状的概率为 0，雄性个体中表现图乙性状的概率为 3/8。

(3)实验②的 F_1 中出现了1只例外的白眼雌蝇，若该果蝇是亲本减数分裂过程中X染色体未分离导致的，则该果蝇产生的配子为 X^bX^b、Y、X^b、X^bY(只考虑B、b这对等位基因)。

活动2 果蝇长翅和残翅，灰身和黑身为两对相对性状，分别受基因A、a和B、b控制，这两对基因不独立遗传。现用纯合灰身长翅雌果蝇与纯合黑身残翅雄果蝇杂交，F_1 雌、雄果蝇表型全为灰身长翅。请以题中的果蝇为实验材料设计一次杂交实验，探究A基因和B基因在染色体上的位置(不考虑X、Y同源区段及其他基因)。

(1)实验设计思路：让 F_1 的灰身长翅雌雄果蝇(F_1)相互交配，统计子代果蝇的表型及比例。

(2)实验预期结果及结论：

①若 F_2 雌雄果蝇中灰身长翅∶黑身残翅均为3∶1，则A基因和B基因位于同一条常染色体上。

②若 F_2 果蝇中灰身长翅雌果蝇∶灰身长翅雄果蝇∶黑身残翅雄果蝇＝2∶1∶1，则A基因和B基因位于同一条X染色体上。

「活动达标」

1. 小鼠Y染色体上的S基因决定雄性性别的发生，在X染色体上无等位基因，带有S基因的染色体片段可转接到X染色体上。已知配子形成不受基因位置和数量的影响，染色体能正常联会、分离，产生的配子均具有受精能力；含S基因的受精卵均发育为雄性，不含S基因的受精卵均发育为雌性，但含有两条Y染色体的受精卵不发育。一个基因型为 XY^S 的受精卵中的S基因丢失，由该受精卵发育成能产生可育雌配子的小鼠。若该小鼠与一只体细胞中含两条性染色体但基因型未知的雄鼠杂交得 F_1，F_1 小鼠雌、雄间随机杂交得 F_2，则 F_2 小鼠中雌、雄比例不可能为 (　　)

A.4∶3　　B.3∶4

C.8∶3　　D.7∶8

C　**解析**：由于小鼠Y染色体上的S基因决定雄性性别的发生，且带有S基因的染色体片段可转接到X染色体上，配子形成不受基因位置和数量的影响，染色体能正常联会、分离，产生的配子均具有受精能力，则雄性小鼠的基因型可能是 X^SX^S、X^SX、X^SY^S、X^SY、XY^S。又因为基因型为 X^SX^S、X^SY^S 的雄鼠后代全为雄鼠，则根据题意基因型为 XY^S 的受精卵因S基因丢失发育成的能产生可育雌配子(基因型为XY)的小鼠与一只体细胞中含两条性染色体但基因型未知的雄鼠杂交得 F_1，F_1 小鼠雌雄间随机杂交得 F_2，说明 F_1 既有雌鼠也有雄鼠，则体细胞中含两条性染色体但基因型未知的雄鼠基因型有三种可能：X^SX、X^SY、XY^S。若基因型未知的雄鼠基因型为 X^SX，则 F_2 小鼠中雌雄比例为7∶8；若

基因型未知的雄鼠基因型为X^SY，则F_2小鼠中雌雄比例为3∶4；若基因型未知的雄鼠基因型为XY^S，则F_2小鼠中雌雄比例为4∶3。

2.摩尔根于1907年在哥伦比亚大学建立了著名的“蝇室”，并逐渐形成了一个大的果蝇遗传学研究中心。果蝇作为遗传学研究的经典模式生物，其研究历史已超过一个世纪。

(1)选用果蝇作为遗传学实验对象的优点有：_____(答出两点即可)。

(2)果蝇的灰身和黑身，受到位于常染色体的一对等位基因控制，一只灰身雄果蝇与一只灰身雌果蝇杂交，统计子代结果为灰身∶黑身＝3∶1，说明_____是显性性状，并且这对性状的遗传遵循_____定律。

(3)果蝇的长翅对残翅为显性，受到位于常染色体的另一对等位基因控制。现有各品系的纯合果蝇，为了初步判断控制灰、黑身与长、残翅基因的位置关系(不考虑基因突变等变异)，请写出实验设计思路、预期实验结果及结论。

实验设计思路：_____。

预期实验结果及结论：_____。

解析：(1)由于果蝇具有易饲养、繁殖快、子代数目多、某些性状易于区分、染色体数目少等优点，因此遗传学中常选用果蝇作为实验材料。(2)果蝇的灰身和黑身，受到位于常染色体的一对等位基因控制，一只灰身雄果蝇与多只灰身雌果蝇杂交，统计子代结果为灰身∶黑身＝3∶1，说明灰身是显性性状，并且这对性状的遗传遵循(基因的)分离定律。(3)要判断控制体色和翅型的基因是位于一对同源染色体上(只遵循分离定律)还是位于两对同源染色体上(遵循自由组合定律)，可通过先杂交得到子一代，再让子一代自交或测交，观察子二代表型及比例。实验设计思路：将纯合灰身长翅(灰身残翅)雄/雌果蝇和纯合黑身残翅(黑身长翅)雌/雄果蝇杂交得F_1，让F_1中多对雌雄果蝇相互交配得F_2，观察F_2的表型并统计比例　预期实验结果及结论：若F_2中灰身长翅∶灰身残翅∶黑身长翅∶黑身残翅＝9∶3∶3∶1，说明控制这两对性状的基因位于两对同源染色体上；若F_2中灰身长翅∶黑身残翅＝3∶1(灰身长翅∶灰身残翅∶黑身长翅＝2∶1∶1)，说明控制这两对性状的基因位于一对同源染色体上(或者若F_2中灰身长翅∶灰身残翅∶黑身长翅∶黑身残翅不等于9∶3∶3∶1，说明控制这两对性状的基因位于一对同源染色体上)

答案：(1)易饲养、繁殖快、子代数目多、某些性状易于区分、染色体数目少　(2)灰身　基因的分离(分离)　(3)将纯合灰身长翅(灰身残翅)雄/雌果蝇和纯合黑身残翅(黑身长翅)雌/雄果蝇杂交得F_1，让F_1中多对雌雄果蝇相互交配得F_2，观察F_2的表型并统计比例　若F_2中灰身长翅∶灰身残翅∶黑身长翅∶黑身残翅＝9∶3∶3∶1，说明控制这两对性状的基因分别位于两对同源染色体上；若F_2中灰身长翅∶黑身残翅＝3∶1(灰身长翅∶灰身残翅∶黑身长翅＝2∶1∶1)，说明控制这两对性状的基因位于一对同源染色体上(或者若F_2中灰身长翅∶灰身残翅∶黑身长翅∶黑身残翅不等于9∶3∶3∶1，说明控制这两对性状的基因位于一对同源染色体上)

3.野生型红眼果蝇群体中出现了朱红眼(基因a，位于常染色体上)、亮红眼(基因b)和朱砂眼(基因d)3种单基因隐性突变果蝇。现有朱红眼、亮红眼、朱砂眼3个纯合品系，各品系果蝇不含其他品系的突变基因。让纯合朱红眼品系果蝇和纯合亮红眼品系果蝇正交和反交，F_1均为野生型。取正交的F_1雌雄相互交配，F_2中野生型红眼与突变型眼色比例为9∶7(已知a、b双隐性纯合子眼色表现为橘色，纯合朱红眼品系果蝇作父本为正交)。请回答下列问题：

(1)用朱砂眼雌果蝇与野生型红眼雄果蝇杂交，子代中雄果蝇都是朱砂眼，雌果蝇都是红眼。推断控制朱砂眼的基因位于_____染色体上。

(2)分析题意可知，a、b基因不在同一条染色体上，理由是_____。

(3)b基因在染色体上的位置有两种可能。

假设1：b基因位于不同于a基因的另一对常染色体上。

假设2：_____。

要确定哪种假设正确，可以统计F_2中橘色眼果蝇的性别。

若橘色眼果蝇的性别为_____，则假设1正确；若橘色眼果蝇的性别为_____，则假设2正确。

解析：(1)子代中雄果蝇都是朱砂眼，雌果蝇都是红眼。性别不同，表型不同，因此控制朱砂眼的基因位于X染色体上。亲本朱砂眼雌果蝇与野生型红眼雄果蝇的基因型为X^dX^d、X^DY。(2)F_2中野生型红眼与突变型眼色比例为9∶7，符合自由组合的分离比，因此a、b基因不在同一条染色体上。(3)取正交的F_1雌雄相互交配，F_2中野生型红眼与突变型眼色比例为9∶7。F_1的基因型可能为$AaBb\times AaBb$，也可能是$AaX^BX^b\times AaX^bY^B$。若F_1基因型为$AaBb\times AaBb$，b基因位于不同于a基因的另一对常染色体上，则后代表型与性别无关，即橘色眼果蝇(aabb)的性别为雌性和雄性。若F_1基因型为$AaX^BX^b\times AaX^bY^B$，b基因位于X、Y染色体同源区段上，则橘色眼为雌性，即aaX^bX^b。

答案：(1)X　(2)F_2中野生型红眼与突变型眼色比例为9∶7，符合自由组合的分离比　(3)b基因位于X、Y染色体同源区段　雌性和雄性　雌性

第2章质量评估

（90分钟　100分）

一、选择题(本题包括16个小题,每小题3分,共48分)

1.现有果蝇的4种细胞:精原细胞(甲)、次级精母细胞(乙)、卵原细胞(丙)、次级卵母细胞(丁)。在不考虑变异的情况下,对以上4种细胞的叙述错误的是　　(　　)

A.甲与乙中核DNA的数量可能不同

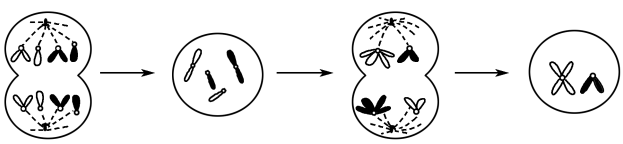
B.丙与丁中染色体的数量可能相同

C.乙与丁中X染色体的数量可能相同

D.乙中Y染色体的数量为1条或2条

D　**解析**:精原细胞可以进行有丝分裂,DNA可以复制变成体细胞的两倍,次级精母细胞内的核DNA数量与体细胞相同,A正确;处于减数分裂Ⅱ后期的次级卵母细胞与体细胞中染色体数量相同,卵原细胞即为特殊的体细胞,B正确;次级精母细胞和次级卵母细胞都处于减数分裂Ⅱ时期,若同处于减数分裂Ⅱ同一时期,则染色体数目相同,若处于不同时期,则染色体数目不同,C正确;乙中Y染色体的数量为1条(减数分裂Ⅱ前期、中期)或2条(减数分裂Ⅱ后期)或0条(减数分裂Ⅱ含X的次级精母细胞),D错误。

2.下图为某二倍体高等动物细胞分裂的图像。据图分析,下列叙述错误的是　　(　　)



甲　　乙　　丙　　丁

A.染色体数与核DNA分子数之比为1∶2的是丙、丁细胞

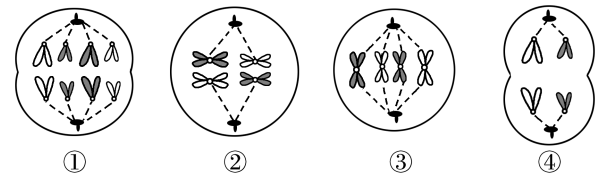
B.若甲、乙、丙细胞中存在性染色体,则丁细胞中不存在性染色体

C.丙→丁的实质是同源染色体的分离

D.丁细胞为次级精母细胞,核DNA分子数∶染色单体数∶染色体数=2∶2∶1

B　**解析**:甲、乙细胞中每条染色体都不含染色单体,其染色体数和核DNA分子数之比都为1∶1,丙、丁细胞中每条染色体含两条染色单体,染色体数和核DNA分子数之比为1∶2,A正确;若丙细胞含一对性染色体,丙细胞减数分裂后产生的丁细胞含一条性染色体,B错误;丙细胞处于减数分裂Ⅰ后期,会发生同源染色体的分离,C正确;根据细胞丙细胞质均等分裂可判断该动物为雄性,丁细胞不含同源染色体,处于减数分裂Ⅱ前期,为次级精母细胞,其核DNA分子数∶染色单体数∶染色体数=2∶2∶1,D正确。

3.下图是来自同一生物体内,处于4个不同状态的细胞分裂图像。下列有关叙述中,正确的是　　(　　)



①　　②　　③　　④

A.由图④分析,不能判断该生物的性别

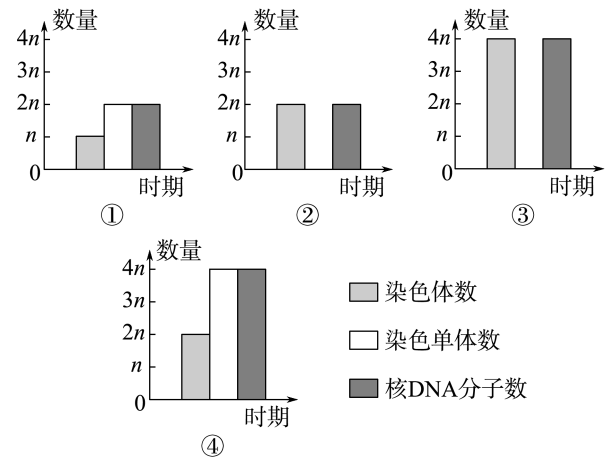
B.图①与图③所示细胞中染色单体数目相等

C.图②与图④所示过程都是产生体细胞的分裂

D.该生物的正常体细胞中含有8条染色体

A　**解析**:由图④分析,着丝粒分裂,染色体移向细胞两极,没有同源染色体,细胞质均等分裂,其可能是次级精母细胞的分裂或极体的分裂,故该生物可能是雄性个体,也可能是雌性个体,A正确;图①中着丝粒分裂,没有染色单体,图③所示细胞中含8条染色单体,B错误;图②与图④都在进行减数分裂,所示过程都是产生生殖细胞的分裂,C错误;从图①有丝分裂后期染色体数目加倍后为8条可知,该生物的正常体细胞中含有4条染色体,D错误。

4.某二倍体雌性动物不同分裂时期的细胞中染色体数、染色单体数、核DNA分子数如图所示。下列分析错误的是　　(　　)



A.①细胞不存在同源染色体

B.②细胞可能为次级卵母细胞或极体

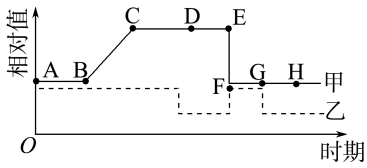
C.③细胞处于有丝分裂后期

D.④细胞一定处于减数分裂Ⅰ

D　**解析**:①细胞处于减数分裂Ⅱ前期和中期,不存在同源染色体,A正确;②细胞处于减数分裂Ⅱ后期,可能为次级卵母细胞或极体,B正确;③细胞处

于有丝分裂后期，C 正确；④细胞可能处于有丝分裂前期和中期或者减数分裂Ⅰ前、中、后期，D 错误。

5. 下图表示雄果蝇体内某细胞分裂过程中，细胞内每条染色体中的 DNA 的含量变化（曲线甲）及与之对应的细胞中染色体数目的变化（曲线乙）。下列有关叙述正确的是　　（　　）



A.CD 段有可能发生非同源染色体上非等位基因之间的自由组合

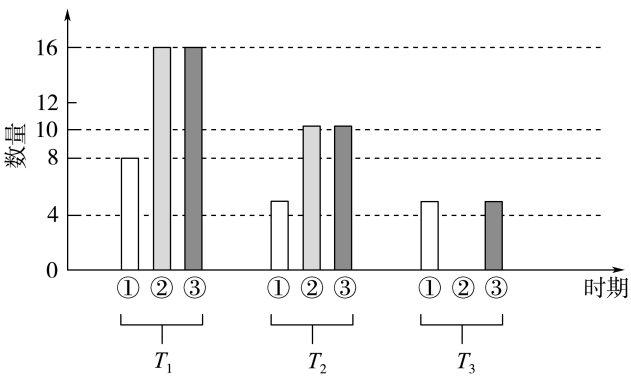
B.AE 对应的时间段，细胞中均含有同源染色体

C.CE 与 FG 对应的时间段，细胞中均含有染色单体

D.EF 所示的 DNA 含量变化是由于同源染色体相互分离进入两个子细胞中

A　**解析**：题图中 CD 对应的时间段处于减数分裂Ⅰ，有可能发生非同源染色体上非等位基因之间的自由组合，A 正确。题图中 AD 对应的时间段为间期和减数分裂Ⅰ，细胞中含有同源染色体；DE 对应的时间段为减数分裂Ⅱ前、中期，细胞中不含同源染色体，B 错误。题图中 CD 对应的时间段处于减数分裂Ⅰ，细胞中含有染色单体；DE 对应的时间段处于减数分裂Ⅱ前期和中期，细胞中含有染色单体；FG 对应的时间段处于减数分裂Ⅱ后期，细胞中着丝粒分裂，染色体数目暂时加倍，不含染色单体，C 错误。EF 所对应的时间段为减数分裂Ⅱ后期，DNA 含量的变化是由于着丝粒分裂，每条染色体上只含 1 个 DNA 分子，D 错误。

6. 果蝇（$2N=8$）的某一个精原细胞进行减数分裂时发生了一次异常，现分别检测了其分裂进行至 T_1、T_2、T_3 时期的三个细胞中染色体、核 DNA、染色单体的数量，结果如图，下列叙述正确的是　　（　　）



A.①③分别表示核 DNA、染色体的数量

B.该异常发生在减数分裂Ⅱ期

C.T_3 时期的细胞中 Y 染色体的数量可能为 0、1、2

D.最终形成的 4 个精细胞染色体数均异常

D　**解析**：分析题图，根据 T_3 时期②的数量为 0，故可判断出②表示染色单体，结合 T_1 时期①∶②∶③=1∶2∶2，可知①表示染色体，②表示染色单体，③表示核 DNA，A 错误；T_2 时期染色体数量为 5，染色单体和核 DNA 的数量均为 10，说明有一对同源染色体未分开，此时处于减数分裂Ⅱ前期、中期，该异常发生在减数分裂Ⅰ期，B 错误；T_3 时期没有②染色单体，染色体和 DNA 含量均为 5，应该是减数分裂结束后形成的精细胞，Y 染色体的数量可能为 0、1，C 错误；果蝇（$2N=8$）正常体细胞中含有 8 条染色体，但由于 T_2 时期①②③的数量分别是 5、10、10，说明减数分裂Ⅰ后期出现了异常，一对同源染色体移动到了一个次级精母细胞中去，产生了染色体数为 3 和 5 的两个次级精母细胞，它们进行正常的减数分裂Ⅱ，最终形成的 4 个精子中染色体数分别是 3、3、5、5，没有一个精子的染色体数是正常的，D 正确。

7. 当两个精子与同一个卵细胞受精时，通常不能形成正常受精卵。如果合子中来自两个精子和卵细胞的染色体分别复制，就可能继续分裂。下图中合子会形成“三极纺锤体”而分裂为 A、B、C 三个细胞，其中 A、B 细胞中染色体均一半来自父方，一半来自母方。这两个细胞发育成两个嵌合体胚胎，两个胚胎中均含有 XX、XY 两种性染色体组成的细胞。C 细胞含两个父系染色体组，在发育过程中生长停滞死亡。下列说法错误的是　　（　　）

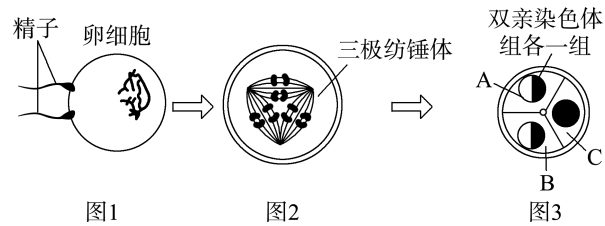


图1　　图2　　图3

A.图 1 中两个精子所含的性染色体不同

B.图 2 所示细胞的染色体总数是卵细胞的 6 倍

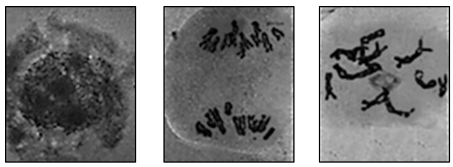
C.图 3 中三个细胞的性染色体组成均不相同

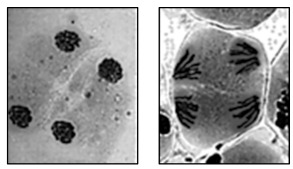
D.这两个嵌合体胚胎的性别可能不同

C　**解析**：由于图 3 两个胚胎中均含有 XX、XY 两种性染色体组成的细胞，故图 1 中两个精子所含的性染色体不同，分别为 X 和 Y，A 正确。据题意可知，图 2 中细胞是由两个精子和一个卵细胞融合形成的，细胞处于有丝分裂后期，因此染色体总数是卵细胞的6 倍，B 正确。图 3 中 A、B、C 三个细胞，其中 A、B 细胞中染色体均一半来自父方，一半来自母方，这两个细胞发育成两个嵌合体胚胎，两个胚胎中均含有 XX、XY 两种性染色体组成的细胞；C 细胞含两个父系染色体组，在发育过程中生长停滞

死亡，则图 3 中 A、B 细胞的性染色体组成有相同的，C 错误。这两个胚胎中均含有 XX、XY 两种性染色体组成的细胞，但性别表现可能不同，D 正确。

8. 下图是显微镜下拍到的二倍体百合（$2n=24$ 条）的细胞减数分裂不同时期的图像。下列相关叙述错误的是（　　）


①　②　③


④　⑤

A. 该实验的目的是观察植物细胞的减数分裂图像，识别不同时期

B. 细胞内染色体的存在状态可作为判断减数分裂各时期的依据

C. 上述观察到的细胞图像进行减数分裂的时序为①③④②⑤

D. 图②中细胞的特点是同源染色体分离，非同源染色体自由组合

C　**解析**：该实验的目的是观察植物细胞的减数分裂图像，染色体的行为变化可作为识别不同时期的标志，A 正确；细胞内染色体的存在状态可作为判断减数分裂各时期的依据，B 正确；题图是在显微镜下拍到的二倍体百合细胞的减数分裂不同时期的图像，其中①处于减数分裂前的间期，②处于减数分裂Ⅰ后期，③处于减数分裂Ⅰ前期，④处于减数分裂Ⅱ末期，⑤处于减数分裂Ⅱ后期，故题图中细胞分裂时序为①③②⑤④，C 错误；图②中细胞处于减数分裂Ⅰ后期，特点是同源染色体分离，非同源染色体自由组合，D 正确。

9. 遗传学家萨顿用蝗虫作实验材料，通过研究精子和卵细胞的形成过程提出了“基因在染色体上”的假说。已知雌蝗虫（$2n=24$）的性染色体组成为 XX，雄蝗虫（$2n=23$）的性染色体组成为 XO。下列说法错误的是（　　）

A. 蝗虫卵巢一个细胞中最多可观察到 4 条 X 染色体

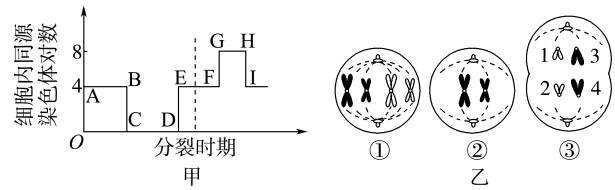
B. 蝗虫初级精母细胞在减数分裂Ⅰ前期可观察到 11 个四分体

C. 同一蝗虫个体有丝分裂中期细胞与减数分裂Ⅱ后期细胞相比，染色体数目和核 DNA 分子数目均相同

D. 萨顿提出假说的依据是基因与染色体的行为存在明显的平行关系

C　**解析**：雌果蝇体细胞中有 2 条 X 染色体，卵巢中既能进行有丝分裂也能进行减数分裂，有丝分裂后期着丝粒分裂，染色体数目加倍，X 染色体由 2 条加倍到 4 条，故蝗虫卵巢一个细胞中最多可观察到 4 条 X 染色体，A 正确；雄蝗虫在减数分裂时，常染色体可以正常联会并分离，能观察到四分体，其染色体组成为 22+XO，故可以观察到 11 个四分体，B 正确；减数分裂Ⅱ后期无同源染色体，由于着丝粒分裂，染色体数目暂时加倍，因此染色体数目与有丝分裂中期相同，但核 DNA 分子数目与有丝分裂中期不同，C 错误；萨顿提出假说的依据是基因与染色体的行为存在明显的平行关系，如基因在杂交过程中保持完整性和独立性，染色体在配子形成和受精过程中，也有相对稳定的形态结构，D 正确。

10. 下图甲表示某雄性果蝇的细胞在分裂过程中同源染色体对数的变化，图乙是细胞分裂过程示意图（注：细胞中仅显示部分染色体），下列说法错误的是（　　）



A. 同源染色体上等位基因的分离一般发生在图甲中的 AB 段

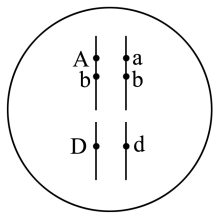
B. 图乙细胞③中 1 号和 2 号染色体相同位置上的基因属于等位基因

C. 减数分裂中着丝粒分裂发生在图甲的 CD 段，DE 段代表受精作用

D. 图乙细胞②是次级精母细胞，该时期对应图甲的 CD 段

B　**解析**：同源染色体上等位基因的分离一般发生在减数分裂Ⅰ后期，图甲中的 AB 段表示减数分裂Ⅰ，A 正确；图乙细胞③中 1 号和 2 号染色体是通过复制形成的，在相同位置上的基因是相同的基因，B 错误；着丝粒分裂发生在减数分裂Ⅱ后期和有丝分裂后期，分别对应图甲的 CD 段、FG 段，图甲中 DE 段又出现了同源染色体，代表受精作用，C 正确；图乙细胞②是同源染色体分开后形成的次级精母细胞，此时细胞②正处于减数分裂Ⅱ，该时期对应图甲的 CD 段，D 正确。

11.某种昆虫长翅(A)对残翅(a)、直翅(B)对弯翅(b)、有刺刚毛(D)对无刺刚毛(d)为显性,控制这3对性状的基因位于常染色体上。下图表示某一个体的基因组成,下列判断正确的是　　(　　)



A.控制长翅和残翅、直翅和弯翅的基因遗传时遵循基因自由组合定律

B.该个体的细胞有丝分裂后期,移向细胞同一极的基因为AbD或abd

C.复制后的两个A基因发生分离可能在减数分裂Ⅰ后期

D.该个体的一个初级精母细胞所产生的精细胞基因型有4种

C　**解析**:由于控制长翅与残翅、直翅与弯翅两对相对性状的基因位于一对同源染色体上,因此控制长翅与残翅、直翅与弯翅两对相对性状的基因的遗传不遵循自由组合定律,A错误;有丝分裂后期染色体的着丝粒分裂,染色单体分开,而正常情况下姐妹染色单体上的基因相同,所以移向每一极的基因都相同,都是AabbDd,B错误;基因复制后形成的两个A基因可能会因为同源染色体的非姐妹染色单体间的互换,分布到同源染色体上,在减数分裂Ⅰ后期或减数分裂Ⅱ后期分离,C正确;如果无同源染色体的非姐妹染色单体间的互换,一个初级精母细胞产生4个精细胞,两两相同,基因型有2种,D错误。

12.果蝇的眼色有红色、朱砂色和白色3种表型,受两对独立遗传的基因(E、e和B、b)控制,其中B、b位于X染色体上。只要有B基因存在时果蝇就表现为红眼,B基因和E基因都不存在时为白眼,其余情况为朱砂眼。基因型为EeX^BY与EeX^BX^b的果蝇相互交配得到子代(不考虑变异的情况下),则下列叙述正确的是　　(　　)

A.子代雌、雄果蝇一定分别为红眼、朱砂眼

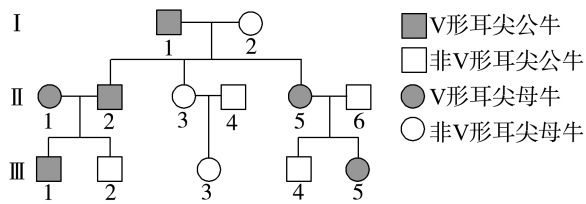
B.亲本雌果蝇可能形成基因型为eX^B的极体

C.雌、雄亲本产生含X^B的配子的比例不同

D.子代雄果蝇中出现朱砂眼的概率是1/2

B　**解析**:结合题意,基因型为EeX^BY与EeX^BX^b的果蝇相互交配,得到的子代中,基因型为eeX^bY的个体表现为白眼雄果蝇,A错误;亲本雌果蝇的基因型为EeX^BX^b,减数分裂最终产生的子细胞(含卵细胞和极体)的基因型有EX^B、eX^B、EX^b、eX^b4种,B正确;亲本雄果蝇(EeX^BY)产生的含X^B的雄配子占所有雄配子的1/2,亲本雌果蝇(EeX^BX^b)产生的含X^B的雌配子占所有雌配子的1/2,C错误;基因型为EeX^BY与EeX^BX^b的果蝇相互交配,得到的子代雄果蝇中表型为朱砂眼的基因型为E_X^bY,其在子代雄果蝇中所占的比例为(3/4)×(1/2)=3/8,D错误。

13.荷斯坦牛的耳尖V形与非V形是一对相对性状,由一对等位基因控制。下图是荷斯坦牛耳尖性状的遗传系谱图,下列叙述正确的是　　(　　)



A.V形耳尖由X染色体上的显性基因控制

B.由$Ⅲ_2$的表型可推定$Ⅲ_1$为杂合子

C.$Ⅲ_3$中控制非V形耳尖的基因可来自$Ⅰ_1$

D.$Ⅲ_2$与$Ⅲ_5$交配生出V形耳尖子代的可能性为1/3

C　**解析**:根据$Ⅱ_1$和$Ⅱ_2$都是V形耳尖,而其后代$Ⅲ_2$出现性状分离,可以判断V形耳尖为显性性状。根据$Ⅰ_1$是V形耳尖,而$Ⅱ_3$为非V形耳尖,可判断V形耳尖由常染色体上的显性基因控制,A错误;由$Ⅲ_2$的表型可推定,$Ⅱ_1$和$Ⅱ_2$为杂合子,但无法判断$Ⅲ_1$是否为杂合子,B错误;$Ⅲ_3$中控制非V形耳尖的基因来自$Ⅱ_3$和$Ⅱ_4$,而$Ⅱ_3$中控制非V形耳尖的基因则来自$Ⅰ_1$和$Ⅰ_2$,C正确;设相关基因为A、a,$Ⅲ_2$的基因型为aa,$Ⅲ_5$的基因型为Aa,所以$Ⅲ_2$和$Ⅲ_5$交配生出V形耳尖子代的可能性为1/2,D错误。

14.某雌雄异株植物宽叶基因(B)对窄叶基因(b)为显性,位于X染色体上;红花基因(A)对白花基因(a)为显性,位于常染色体上。已知含X^B的雌配子无受精能力,现将经人工诱变得到的红花宽叶植株杂交得到F_1,F_1中出现白花窄叶植株,下列叙述错误的是　　(　　)

A.亲本基因型分别为AaX^BX^b和AaX^BY

B.F_1白花窄叶植株为雄株,占F_1的比例为1/6

C.F_1任意雌雄植株相互交配的后代均为窄叶

D.F_1红花雌雄植株交配产生白花植株的概率为1/9

B　**解析**:将经人工诱变得到的红花宽叶植株($A_X^BX^-$、A_X^BY)杂交得到F_1,F_1中出现白花窄叶植株(aaX^bY),说明亲本基因型分别为AaX^BX^b和AaX^BY,A正确;已知X^B的雌配子无

受精能力，F_1 白花窄叶植株的基因型是 aaX^bY，为雄株，占 F_1 的比例为(1/4)×(1/2)=1/8，B 错误；已知 X^B 的雌配子无受精能力，若只研究宽叶和窄叶，则 F_1 的基因型为 X^BX^b、X^bY，可见，F_1 任意雌雄植株相互交配的后代，其基因型均为 X^bX^b、X^bY，表型均为窄叶，C 正确；若只研究红花和白花，则 F_1 红花植株的基因型为2/3Aa、1/3AA，所以 F_1 红花雌雄植株交配产生白花植株的概率为(2/3)×(2/3)×(1/4)=1/9，D 正确。

15.某种蝴蝶(ZW 型)的口器长短有两种表型：长口器和短口器。据实验判断，下列说法错误的是（　　）

实验一

P 短口器(♀)×长口器(♂)

↓

F_1 长口器♀：长口器♂=1∶1

实验二

P 长口器(♀)×短口器(♂)

↓

F_1 短口器♀：长口器♂=1∶1

A.控制蝴蝶的口器长短的基因只存在于 X 染色体上

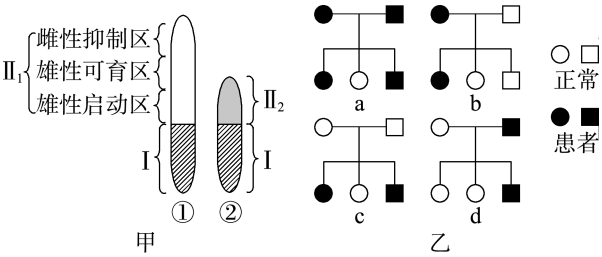
B.蝴蝶的长口器对短口器为显性

C.若实验一的 F_1 自由交配，则 F_2 中短口器只出现在雌性个体中

D.若实验二的 F_1 自由交配，则 F_2 的雌、雄个体都有长口器和短口器

A　**解析**：据实验二可知，长口器雌性与短口器雄性杂交，后代雌性全是短口器，雄性全是长口器，说明口器长短遗传与性别相关联，则该基因位于 Z 染色体上，A 错误。据实验一可知，短口器与长口器杂交，后代全是长口器，说明蝴蝶的长口器对短口器为显性，B 正确。假设用 A/a 表示控制该性状的基因，实验一的亲本的基因型为 Z^AZ^A、Z^aW，F_1(Z^AZ^a、Z^AW)自由交配，F_2 中短口器(Z^aW)只出现在雌性个体中；实验二亲本的基因型为 Z^aZ^a、Z^AW，F_1(Z^AZ^a、Z^aW)自由交配，F_2 的雌、雄个体都有长口器和短口器，C、D 正确。

16.图甲为某动物的一对性染色体简图。①和②有一部分是同源区段(Ⅰ片段)，该部分基因互为等位基因；另一部分是非同源区段($Ⅱ_1$ 和 $Ⅱ_2$ 片段)。图乙为该动物的某些单基因遗传病的遗传系谱图。下列分析正确的是（　　）



A.该动物的性别决定方式以及性染色体形态都与人类相同

B.图乙的 4 种遗传病的致病基因都不可能位于性染色体上

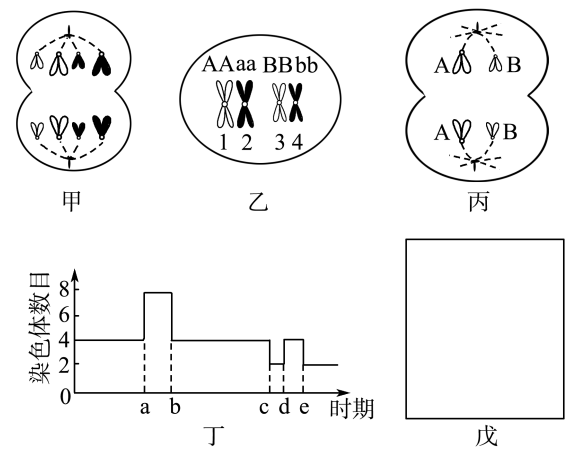
C.在不考虑基因突变等因素，图乙中 a、b、c 肯定不属于 $Ⅱ_2$ 片段上隐性基因控制的遗传病

D.图甲中同源区段Ⅰ片段上基因所控制的性状遗传与性别无关

C　**解析**：人的 Y 染色体比 X 染色体短小，与该动物的性染色体形态不同，A 错误；图乙中 a 是常染色体显性遗传病，c 为常染色体隐性遗传病，b 不可能是伴 X 染色体隐性遗传病，d 可能是伴 Y 染色体遗传病，B 错误；分析图甲、乙可知，②是 X 染色体，a 是常染色体显性遗传病，b 不可能是伴 X 染色体隐性遗传病，c 是常染色体隐性遗传病，都不属于 $Ⅱ_2$ 片段上隐性基因控制的遗传病，C 正确；性染色体上的基因都伴随性染色体遗传，与性别有关，D 错误。

二、非选择题(本题包括 4 个小题，共 52 分)

17.(12 分)以下是基因型为 AaBb 的雌性高等动物细胞分裂图像及细胞分裂过程中染色体数目变化曲线。请回答相关问题：



(1)甲细胞分裂产生的子细胞的基因型是_____。

(2)若图乙细胞分裂完成后形成了基因型为 AaB 的子细胞，其原因最可能是_____。

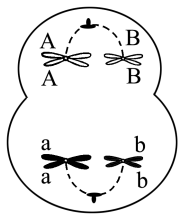
(3)图丙所示细胞的名称为_____，其染色体变化对应图丁的_____段。

(4)请在图戊方框中画出形成丙细胞过程中等位基因分离时期的细胞分裂图像并注明染色体上基因的位置。

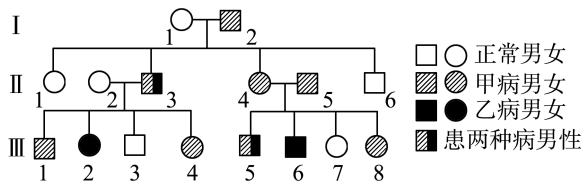
解析：(1)该个体的基因型为 AaBb，甲细胞的分裂方式为有丝分裂，所以该细胞产生的子细胞的基因型也是 AaBb。(2)图乙为减数分裂Ⅰ的图像，减数分裂Ⅰ时期同源染色体分离，产生的子细胞中理论上不存在等位基因，因此该细胞在减数分

裂Ⅰ过程中，同源染色体1、2没有分离，从而产生基因型为AaB的子细胞。(3)图丙细胞处于雌性动物减数分裂Ⅱ后期，而且细胞质是均等分裂的，可推知该细胞是极体，减数分裂Ⅱ后期，着丝粒分裂，姐妹染色单体分开，染色体数目暂时加倍，恢复到体细胞中染色体数目，所以对应图丁中的de段。(4)作图要点：该个体的基因型为AaBb，丙细胞为减数分裂Ⅰ产生的极体，该细胞有基因A和B，所以产生该细胞的减数分裂Ⅰ后期，同源染色体分离，A与B所在的非同源染色体移向同一极，a与b所在的染色体移向另一极；该动物是雌性动物，所以细胞质是不均等分裂的；减数分裂Ⅰ过程中，每条染色体有两条姐妹染色单体，作图见答案。

答案：(1)AaBb　(2)减数分裂Ⅰ后期同源染色体1、2没有分开　(3)极体　de　(4)如图所示



18.(13分)人类遗传病调查中发现，某家系中有甲病(基因为A、a)和乙病(基因为B、b)两种单基因遗传病，系谱图如下所示，$Ⅱ_5$无乙病致病基因。据此回答相关问题：



(1)甲病的遗传方式为_____，乙病的遗传方式为_____。

(2)$Ⅱ_2$的基因型为_____；$Ⅲ_5$的基因型为_____。

(3)$Ⅲ_3$与$Ⅲ_8$近亲结婚，生育的孩子只患一种病的概率是_____。若$Ⅲ_3$与$Ⅲ_8$生了一个无甲病但患乙病的性染色体组成为XXY的孩子，则出现该现象的原因是_____。

解析：(1)分析题图可知，$Ⅱ_4$和$Ⅱ_5$患甲病而女儿$Ⅲ_7$不患病，判断甲病的遗传方式为常染色体显性遗传，$Ⅲ_6$患乙病而$Ⅱ_4$和$Ⅱ_5$不患病，判断乙病的遗传方式为伴X染色体隐性遗传。(2)$Ⅲ_2$患乙病，基因型为X^bX^b，则其表现正常的母亲$Ⅱ_2$的基因型为aaX^BX^b；$Ⅱ_4$和$Ⅱ_5$只患甲病，生有正常女儿$Ⅲ_7$和只患乙病的儿子$Ⅲ_6$，故$Ⅱ_4$和$Ⅱ_5$的基因型分别为AaX^BX^b、AaX^BY，$Ⅲ_5$两病兼患，故其基因型为AAX^bY或AaX^bY。(3)根据以上分析可知，$Ⅲ_3$的基因型为aaX^BY，$Ⅲ_8$的基因型为$1/3AA$、$2/3Aa$，$1/2X^BX^B$、$1/2X^BX^b$，$Ⅲ_3$与$Ⅲ_8$近亲结婚，后代患甲病的概率为$1-(2/3)\times(1/2)=2/3$，患乙病的概率为$(1/2)\times(1/4)=1/8$。因此，只患一种病的概率是$(2/3)\times(7/8)+(1/3)\times(1/8)=5/8$。若$Ⅲ_3$与$Ⅲ_8$生了一个无甲病但患乙病的性染色体组成为XXY的孩子，则出现该现象的原因是$Ⅲ_8$在减数分裂Ⅱ时，姐妹染色单体未分开，形成基因型为X^bX^b的卵细胞。

答案：(1)常染色体显性遗传　伴X染色体隐性遗传　(2)aaX^BX^b　AAX^bY或AaX^bY　(3)5/8　$Ⅲ_8$在减数分裂Ⅱ时，姐妹染色单体未分开，形成基因型为X^bX^b的卵细胞

19.(13分)鹌鹑是一种产蛋率高、抗病力强、繁殖快的小型鸟类，性别决定类型为ZW型。为研究鹌鹑的羽色遗传规律，科研人员将隐性突变黑羽品系和野生型栗羽品系杂交，正交实验数据如下图(反交实验结果与正交一致)，相关基因用H和h表示。不考虑ZW染色体的同源区，请回答下列问题：

P　黑羽♀×栗羽♂
↓
F_1　不完全黑羽
↓自由交配
F_2栗羽　不完全黑羽　黑羽
1　:　2　:　1

(1)控制鹌鹑羽色的H、h基因位于_____染色体上，不完全黑羽鹌鹑的基因型为_____。

(2)实验F_1中不完全黑羽雄鹑与亲代栗羽雌鹑杂交，子代的表型及比例为_____。

(3)生产中发现一种白化突变品系，突变基因(用B或b表示)使细胞不能合成色素。为了推测白化基因在染色体上的位置以及显隐性关系，科研人员用纯系亲本进行杂交实验，结果如下表所示：

杂交组合		子代羽色及比例	
		♂	♀
实验一	黑羽(P)♂×白羽(P)♀	不完全黑羽(F_1)	
实验二	白羽(P)♀×白羽(P)♂	白羽(F_1)	

续表

杂交组合		子代羽色及比例	
		♂	♀
实验三	不完全黑羽（F_1）相互交配	栗羽：不完全黑羽：黑羽＝1∶2∶1	栗羽：不完全黑羽：黑羽：白羽＝1∶2∶1∶4

①白化基因为_____性基因，位于_____染色体上。实验一中母本的基因型为_____。

②若让实验三的子代中不完全黑羽雌雄个体相互交配，后代会出现_____种表型（考虑性别），其中不完全黑羽雌鹑占比理论上为_____。

(4)生产实践中选择黑羽雌鹑与_____进行交配，根据羽色区分子代性别，其中雄鹑可能的表型有_____。

解析：(1)由题干信息可知，反交实验结果与正交一致，说明其羽色的遗传与性别无关，故可判断控制鹌鹑羽色的H、h基因位于常染色体上且h为隐性突变黑羽基因。又因为F_2中性状分离比为1∶2∶1，故不完全黑羽鹌鹑的基因型为Hh。(2)F_1中不完全黑羽基因型为Hh，亲代栗羽雌鹑基因型为HH，两者杂交子代基因型及比例为HH∶Hh＝1∶1，即子代的表型及比例为栗羽∶不完全黑羽＝1∶1。(3)①由实验一亲本黑羽和白羽杂交得到的全为不完全黑羽，可判断白羽为隐性基因控制，实验三不完全黑羽相互交配，白羽在雌、雄鹑中表现有区别，说明控制白羽的基因位于Z染色体。根据实验三子代只有雌性出现白羽(Z^bW)，可判断实验一F_1的基因型为HhZ^BZ^b、HhZ^BW，故亲本雄性黑羽基因型为hhZ^BZ^B，亲本雌性白羽基因型为HHZ^bW。②实验三的亲本基因型为HhZ^BZ^b、HhZ^BW，其子代中不完全黑羽雄性基因型为$1/2HhZ^BZ^B$、$1/2HhZ^BZ^b$，不完全黑羽雌性基因型为HhZ^BW，雌雄个体相互交配，后代雄性中会出现栗羽(HHZ^BZ^-)、不完全黑羽(HhZ^BZ^-)、黑羽(hhZ^BZ^-)3种表型，雌性中会出现栗羽(HHZ^BW)、不完全黑羽(HhZ^BW)、黑羽(hhZ^BW)、白羽($__Z^bW$)4种表型，共7种表型，其中不完全黑羽雌鹑(HhZ^BW)占比理论上为$1/2\times(1/2+1/2\times1/2)\times1/2=3/16$。(4)若想根据羽色区分子代性别，可选择基因型为$__Z^bZ^b$和$hhZ^BW$亲本杂交，即白羽雄鹑和黑羽雌鹑，由于白羽雄鹑基因型可能有HHZ^bZ^b、HhZ^bZ^b、hhZ^bZ^b 3种，故子代雄鹑基因型可能有HhZ^BZ^b、hhZ^BZ^b 2种，表型分别为不完全黑羽和黑羽两种。

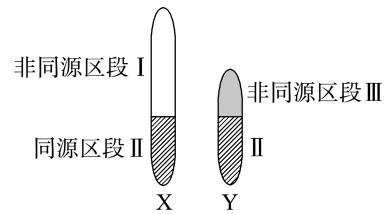
答案：(1)常　Hh　(2)栗羽∶不完全黑羽＝1∶1　(3)①隐　Z　HHZ^bW　②7　3/16　(4)白羽雄鹑　黑羽、不完全黑羽

20.(14分)已知果蝇的刚毛和截毛受一对等位基因控制，现有纯合的刚毛、截毛雌雄果蝇若干，选取刚毛雌果蝇和截毛雄果蝇杂交，F_1雌雄均为刚毛果蝇，F_1雌雄果蝇相互交配，F_2的统计结果如表所示：

性状表现	刚毛♀	截毛♀	刚毛♂	截毛♂
统计结果	56	0	25	26

请根据上述结果，回答下列问题：

(1)控制截毛的基因可能位于图中的_____(填区段)。



(2)若需明确该等位基因的位置，应选择_____雌果蝇和_____雄果蝇杂交，才能确定该等位基因是位于Ⅰ区段还是Ⅱ区段。

若_____，则该等位基因位于Ⅰ区段。

若_____，则该等位基因位于Ⅱ区段。

(3)现已确定截毛基因位于Ⅱ区段，相关基因用A或a表示，则上述实验中刚毛雄果蝇的基因型为_____。

解析：(1)F_2中雌果蝇全为刚毛，雄果蝇中一半为刚毛，一半为截毛，性状与性别相关，说明截毛为隐性性状，且相关基因位于性染色体上，控制截毛的基因可能位于图中的Ⅰ或Ⅱ区段。(2)明确该等位基因的位置，优先考虑隐性雌性个体和纯合显性雄性个体杂交，观察子代表型及比例，故可选择截毛雌果蝇和纯合刚毛雄果蝇杂交，观察后代雌雄个体的表型，确定该等位基因的具体位置。若该等位基因位于Ⅰ区段，则子代雌果蝇都是刚毛，雄果蝇都是截毛；若该等位基因位于Ⅱ区段，则子代雌雄果蝇都是刚毛。(3)已确定截毛基因位于Ⅱ区段，即在同源区段上，则上述实验中，亲本刚毛雄果蝇为X^AY^A，子代刚毛雄果蝇为X^AY^a、X^aY^A。

答案：(1)Ⅰ或Ⅱ　(2)截毛　纯合刚毛　子代雌果蝇都是刚毛，雄果蝇都是截毛　子代雌雄果蝇都是刚毛　(3)X^AY^A、X^AY^a、X^aY^A

第3章　基因的本质

第1节　DNA是主要的遗传物质

学习任务目标

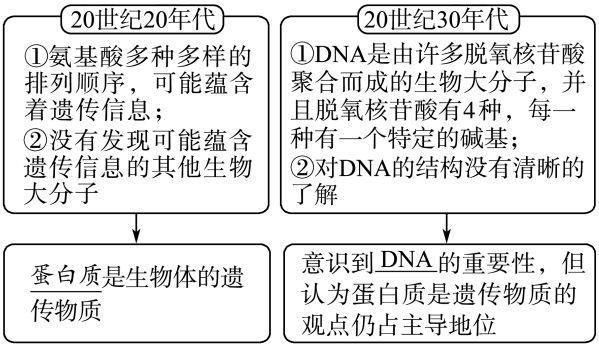
1.理解DNA是主要的遗传物质，形成生命的物质观。

2.运用归纳与概括的方法，通过分析遗传物质探索过程的相关实验，归纳概括出DNA是主要的遗传物质。

3.认同人类对遗传物质的认识是不断深化、完善的，认同实验技术在证明DNA是遗传物质方面的作用。

问题式预习

一、对遗传物质的早期推测



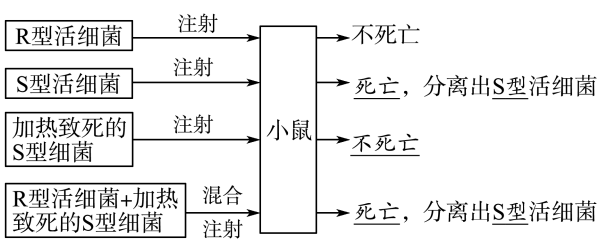
二、肺炎链球菌的转化实验

1.两种肺炎链球菌的比较

类型	菌落	荚膜	致病性
S型	光滑	有	有
R型	粗糙	无	无

2.格里菲思的体内转化实验

(1)实验过程

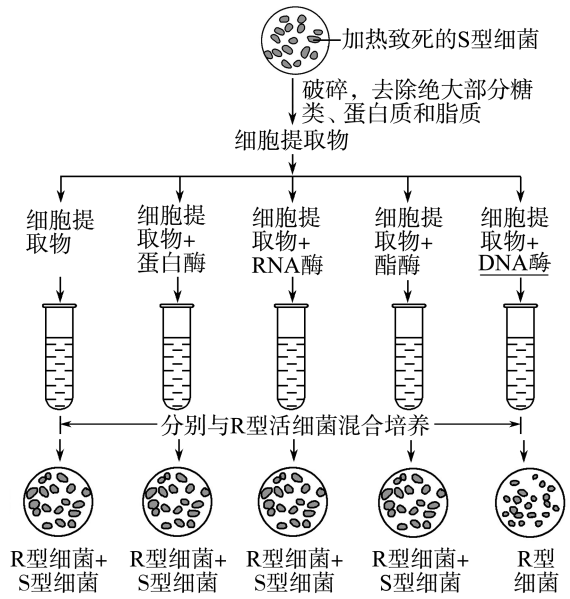


(2)实验推论

已经加热致死的S型细菌，含有某种促使R型活细菌转化为S型活细菌的活性物质——转化因子。

3.艾弗里的体外转化实验

(1)实验过程



(2)实验表明，细胞提取物中含有转化因子，而转化因子很可能是DNA。

(3)实验结论：DNA才是使R型细菌产生稳定遗传变化的物质。

4.科学方法——自变量控制原理

(1)加法原理

①方法：与常态比较，人为增加某种影响因素的称为“加法原理”。

②如在“比较过氧化氢在不同条件下的分解”实验中，与对照组相比，实验组分别作加温、滴加$FeCl_3$溶液、滴加肝脏研磨液的处理。

（2）减法原理

①方法：与常态比较，人为去除某种影响因素的称为“减法原理”。

②如在艾弗里的肺炎链球菌转化实验中，每个实验组特异性地去除了一种物质，从而鉴定出 DNA 是遗传物质。

三、噬菌体侵染细菌的实验

1.实验材料：T2 噬菌体和大肠杆菌。

（1）T2 噬菌体的结构及生活方式



A.DNA：含P元素(填特征元素)

B.蛋白质：含S元素(填特征元素)

C.生活方式：寄生在大肠杆菌体内

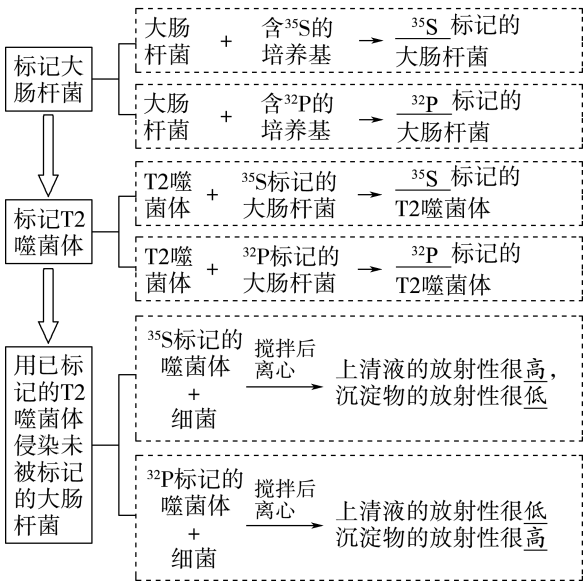
（2）T2 噬菌体的增殖

T2 噬菌体侵染大肠杆菌后，会在自身遗传物质的作用下，利用大肠杆菌体内的物质来合成自身的组成成分，进行大量增殖。

2.科学家：赫尔希和蔡斯。

3.实验方法：放射性同位素标记法。

4.实验过程



5.实验结果分析

分组		结果	结果分析
对比实验（相互对照）	含35 S 噬菌体＋细菌	宿主细胞内无35S，35S主要分布在上清液中	35S-蛋白质外壳未进入宿主细胞，留在外面
	含32 P 噬菌体＋细菌	上清液中几乎无32P，32P 主要分布在宿主细胞内	32P-DNA进入了宿主细胞内

6.实验结论：噬菌体的 DNA 是其亲代与子代之间联系的“桥梁”，即 DNA 是遗传物质。

四、DNA 是主要的遗传物质

1.RNA 是遗传物质的实验证据

（1）烟草花叶病毒的组成

烟草花叶病毒 —组成→ RNA（核酸）；蛋白质（外壳）

（2）侵染实验

①过程

烟草花叶病毒 —分离→ 蛋白质 —感染→ 正常烟草→烟草正常；RNA —感染→ 正常烟草→发生花叶病

②结论：在只有 RNA 而没有 DNA 的病毒中，RNA 是遗传物质。

2.DNA 是主要的遗传物质

（1）生物体内核酸种类及遗传物质

生物类型		所含核酸	遗传物质	举例
细胞生物	真核生物	DNA 和 RNA	DNA	酵母菌、玉米、人
	原核生物	DNA 和 RNA	DNA	大肠杆菌、蓝细菌
非细胞生物	大多数病毒	仅有 DNA	DNA	T2 噬菌体
	极少数病毒	仅有 RNA	RNA	SARS 病毒、艾滋病病毒

（2）因为绝大多数生物的遗传物质是 DNA，所以 DNA 是主要的遗传物质。

教材开发

1.[教材 P46“思考·讨论”]艾弗里与赫尔希等人选用细菌或病毒作为实验材料，以细菌或病毒作为实验材料具有哪些优点？从控制自变量的角度，艾弗里实验的基本思路是什么？在实际操作过程中最大的困难是什么？

提示：细菌和病毒作为实验材料，具有以下优点：(1)个体很小，结构简单，细菌是单细胞生物，病毒无细胞结构，只有核酸和蛋白质外壳，易于观察因遗传物质改变导致的结构和功能的变化；(2)繁殖快，细菌 20～30 min 就可繁殖一代，病毒短时间内可大量繁殖。从控制自变量的角度，艾弗里实验的基本思路是在每个实验组中特异性地去除了一种物质，然后观察在没有这种物质的情况下，实验结果会有什么变化。在实际操作过程中最大的困难是彻底去除细胞中含有的某种物质（如糖类、脂质、蛋白质等）。

2.[教材 P46“科学方法”]在对照实验中,与常态相比较,人为去除某种影响因素的称为“减法原理”。试举例说明。

提示:在艾弗里的肺炎链球菌的转化实验中,每个实验组特异性地去除了一种物质,从而鉴定出DNA是遗传物质。

概念辨析

1.肺炎链球菌转化的实质是S型细菌的DNA诱导R型细菌的DNA发生了突变。（ × ）

2.菠菜的遗传物质主要是DNA,新冠病毒的遗传物质主要是RNA。（ × ）

3.噬菌体侵染细菌的实验不仅直接证明了DNA是遗传物质,也直接证明了蛋白质不是遗传物质。（ × ）

4.在噬菌体侵染细菌的实验中,用^{32}P和^{35}S分别标记噬菌体的DNA和蛋白质外壳,结果复制出来的绝大多数噬菌体没有放射性。（ √ ）

任务型课堂

任务一　肺炎链球菌的转化实验

[探究活动]

在肺炎链球菌的转化实验中,格里菲思进行的是体内转化,艾弗里进行的是体外转化,二者的实验方法和结论不同。据此回答下列问题:

(1)格里菲思的肺炎链球菌体内转化实验得到了什么结论?

提示:S型细菌体内有转化因子。

(2)艾弗里的肺炎链球菌转化实验证明了什么?

提示:S型细菌的DNA是使R型细菌产生稳定遗传变化的物质。

[评价活动]

1.在探索遗传物质的道路上,格里菲思和艾弗里的肺炎链球菌转化实验有重大贡献。下列相关叙述正确的是（　　）

A.二者都设法将DNA与蛋白质分开,单独地研究它们各自在遗传中的作用

B.二者均为“转化实验”,都发生了R型细菌向S型细菌的转化

C.二者都能证明哪种物质是遗传物质

D.二者的实验都不能证明哪种物质是遗传物质

B　**解析**:艾弗里体外转化实验的思路是设法将DNA与蛋白质分开,单独地研究它们各自在遗传中的作用,而格里菲思体内转化实验并没有将DNA与蛋白质分开,A错误;二者的实验分别是体内转化实验和体外转化实验,都发生了R型细菌向S型细菌的转化,B正确;格里菲思体内转化实验没有证明哪种物质是遗传物质,而艾弗里体外转化实验证明了DNA是遗传物质,C、D错误。

2.下列关于肺炎链球菌转化实验的叙述中,正确的是（　　）

A.艾弗里用^{32}P和^{35}S分别标记肺炎链球菌的DNA和蛋白质,证明DNA是遗传物质

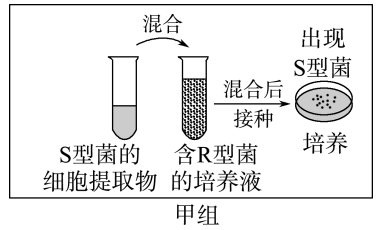
B.格里菲思的实验证明了DNA是肺炎链球菌的遗传物质

C.将S型细菌的DNA与R型细菌混合后,可能培养出S型菌落和R型细菌

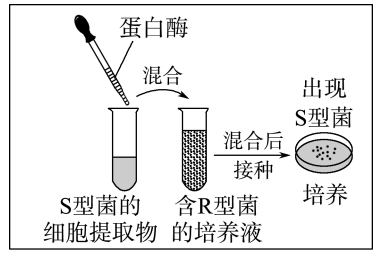
D.S型细菌的DNA被相关的酶水解后,仍能使R型细菌发生转化

C　**解析**:肺炎链球菌转化实验包括格里菲思的体内转化实验和艾弗里的体外转化实验,其中格里菲思的体内转化实验证明S型细菌中存在某种转化因子,艾弗里的转化实验是将S型细菌的DNA和蛋白质等成分分开,单独研究其作用,证明DNA是遗传物质,A、B错误;S型细菌的DNA能将R型细菌转化为S型细菌,因此将S型细菌的DNA与R型活细菌混合后,可能培养出S型菌落和R型细菌,C正确;S型细菌的DNA被相关的酶水解后,不能再使R型细菌发生转化,D错误。

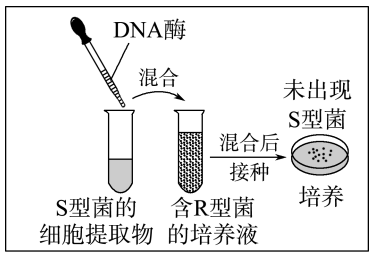
3.为研究使R型肺炎链球菌转化为S型的转化因子是DNA还是蛋白质,研究小组进行了下图所示的转化实验。下列有关该实验的叙述,正确的是（　　）



甲组



乙组



丙组

A.该实验对自变量的控制采用了加法原理

B.甲、乙两组培养基中均只有S型菌落出现

C.DNA酶处理结果显示提取物仍有转化活性

D.该实验结果表明DNA很可能是转化因子

D　**解析**：本实验通过加蛋白酶和DNA酶除去相应的物质，排除DNA、蛋白质的作用，对自变量的控制采用了减法原理，A错误；甲组是S型细菌的细胞提取物与R型细菌混合，乙组是去除蛋白质后再将S型细菌的细胞提取物与R型细菌混合，两组均含有S型细菌的DNA和活的R型细菌，均能发生转化，但转化率低，故甲、乙组培养基中都既有S型细菌菌落出现，也有未转化的R型细菌菌落，B错误；丙组实验中加入DNA酶后，没有S型细菌菌落，说明DNA的结构被破坏了，提取物没有了转化活性，C错误；若是DNA结构完整，则会出现S型细菌菌落，进一步对照说明S型细菌的DNA使R型细菌发生了转化，即DNA很可能是转化因子，D正确。

任务升华

肺炎链球菌体内转化实验和体外转化实验的比较

项目	体内转化实验	体外转化实验
培养细菌场所	小鼠体内	体外培养基
实验对照	R型细菌与S型细菌的致病性对照	S型细菌各组成成分的作用进行对照
巧妙构思	用加热致死的S型细菌注射到小鼠体内作为对照实验来说明确实发生了转化	将某种物质用酶解法去除，直接地、单独地观察该物质在实验中所起的作用
实验结论	S型细菌体内有转化因子	S型细菌的DNA是遗传物质
联系	①所用材料相同； ②体内转化实验是体外转化实验的基础，体外转化实验是体内转化实验的延伸； ③两实验都遵循对照原则、单一变量原则	

提醒：(1)在体内转化实验中，使小鼠死亡的是S型细菌，而不是S型细菌的DNA。

(2)在两个转化实验中，只有少数的R型细菌转化为S型细菌，并非全部的R型细菌都发生转化。

(3)艾弗里的实验证明了DNA是遗传物质，格里菲思的实验没有证明DNA是遗传物质。

任务二　噬菌体侵染细菌的实验

[探究活动]

艾弗里的肺炎链球菌转化实验，由于提取物的成分复杂，仍有不少人对DNA是遗传物质的实验结论存疑。噬菌体侵染细菌实验有力地证明了DNA是遗传物质。据此回答下列问题：

(1)噬菌体侵染细菌实验用了什么实验技术？

提示：放射性同位素标记技术。

(2)为什么用^{35}S标记T2噬菌体的蛋白质外壳，用^{32}P标记T2噬菌体的DNA？若换用^{14}C、^{3}H、^{18}O、^{15}N做标记，能达到实验目的吗？

提示：T2噬菌体仅蛋白质分子中含有S，而P几乎都存在于DNA分子中。C、H、O、N是DNA和蛋白质共有的元素，用^{14}C、^{3}H、^{18}O、^{15}N做标记无法实现分别观察DNA与蛋白质作用的目的。

(3)怎样使噬菌体具有相应的放射性？

提示：噬菌体不能用培养基直接培养，因为病毒营专性寄生生活，故应先培养细菌，使细菌具有相应的放射性元素后，再用细菌培养噬菌体。

[评价活动]

1.科学家对遗传物质的探索经历了漫长而曲折的过程。在此过程中，许多科学家进行了实验探究。下列对相关实验的分析中，正确的是　　(　　)

A.格里菲思进行的肺炎链球菌体内转化实验证明了遗传物质是DNA

B.艾弗里进行的证明DNA是遗传物质的实验证明了DNA是主要的遗传物质

C.T2噬菌体侵染细菌的实验中，搅拌离心的时间对实验结果有较大影响

D.T2噬菌体侵染细菌的实验也能用^{3}H标记蛋白质和DNA

C　**解析**：格里菲思进行的肺炎链球菌体内转化实验没有证明遗传物质是DNA，只是推测加热致死的S型细菌中含有某种转化因子，能使R型活细菌转化为S型活细菌，A错误；艾弗里进行的证明DNA是遗传物质的实验证明了DNA是遗传物质，但没有证明DNA是主要的遗传物质，B错误；T2噬菌体侵染细菌的实验中，搅拌离心的时间对实验结果有较大影响，离心时间过长或过短均会影响实验结果，C正确；T2噬菌体的蛋白质和DNA均含

有H，进行T2噬菌体侵染细菌的实验时，不能用^{3}H标记蛋白质和DNA，D错误。

2.（2022·海南卷）某团队从下表①～④实验组中选择两组，模拟T2噬菌体侵染大肠杆菌实验，验证DNA是遗传物质。结果显示：第一组实验检测到放射性物质主要分布在沉淀物中，第二组实验检测到放射性物质主要分布在上清液中。该团队选择的第一、第二组实验分别是（　　）

实验组	材料及标记	
	T2噬菌体	大肠杆菌
①	未标记	^{15}N标记
②	^{32}P标记	^{35}S标记
③	^{3}H标记	未标记
④	^{35}S标记	未标记

A.①和④　　B.②和③

C.②和④　　D.④和③

C　**解析**：T2噬菌体侵染大肠杆菌时仅将DNA注入大肠杆菌，蛋白质外壳仍留在细胞外，离心后，蛋白质外壳在上清液中，沉淀物为含有T2噬菌体DNA的大肠杆菌，所以，题表中②组的放射性物质主要分布在沉淀物中，③组的上清液和沉淀物中均有放射性物质，④组的放射性物质主要分布在上清液中；^{15}N为稳定同位素，①组中检测不到放射性。故第一、第二组实验分别是②和④，C正确。

3.脊髓灰质炎病毒是一种由RNA和蛋白质构成的病毒，其侵染宿主细胞后，蛋白质外壳会留在细胞外。研究者用^{35}S或^{32}P标记的脊髓灰质炎病毒分别侵染未标记的宿主细胞，保温适当时间后进行搅拌、离心，检查上清液和沉淀物中的放射性。下列叙述正确的是（　　）

A.可在分别含有放射性^{35}S和^{32}P的培养液中培养脊髓灰质炎病毒

B.搅拌的目的是让吸附在宿主细胞表面的RNA与蛋白质分离

C.^{35}S标记的脊髓灰质炎病毒侵染细胞后，上清液放射性含量较低

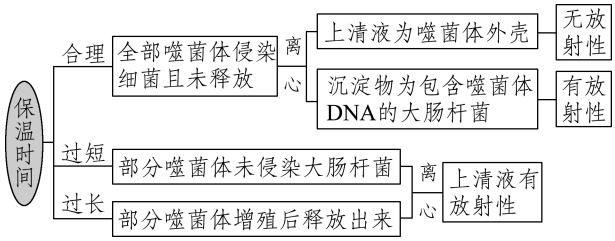
D.^{32}P标记的脊髓灰质炎病毒侵染细胞后，子代病毒大多不具有放射性

D　**解析**：病毒不具有细胞结构，需寄生在活细胞内繁殖，不能用培养液培养脊髓灰质炎病毒，A错误；搅拌的目的是让吸附在宿主细胞表面的蛋白质与宿主细胞分离，B错误；^{35}S标记的脊髓灰质炎病毒侵染细胞后，上清液放射性含量较高，C错误；^{32}P标记的脊髓灰质炎病毒侵染细胞后，利用宿主细胞的营养物质进行增殖，由于宿主细胞不被标记，因此子代中病毒大多不具有放射性，D正确。

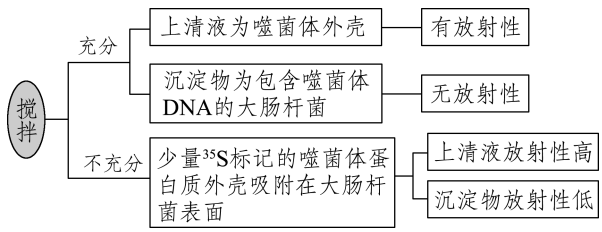
任务升华

（1）噬菌体侵染细菌实验的误差分析

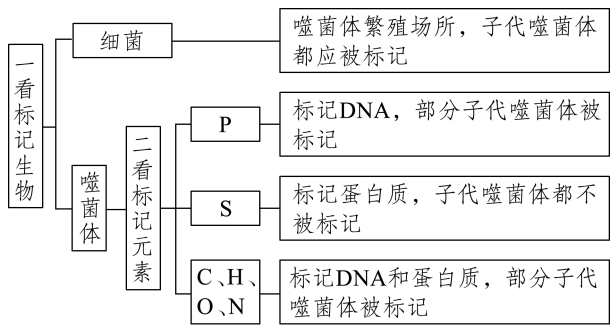
①保温时间对^{32}P标记的噬菌体侵染大肠杆菌的影响



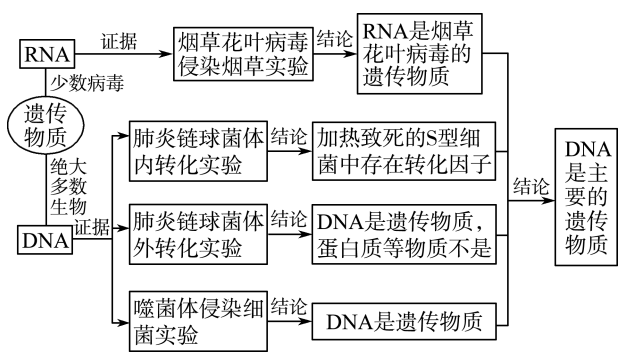
②搅拌对^{35}S标记的噬菌体侵染大肠杆菌的影响



（2）“二看法”判断子代噬菌体的标记情况



▶提质归纳



课后素养评价(七)

基础性·能力运用

知识点 1　肺炎链球菌转化实验

1.在肺炎链球菌感染小鼠的实验中,下列实验结果不正确的是　　(　　)

A.注射 R 型细菌后,小鼠不死亡

B.注射 S 型细菌后,小鼠死亡,从小鼠体内能分离出 S 型活细菌

C.注射 R 型细菌及加热致死的 S 型细菌后,小鼠死亡,从小鼠体内只能分离出 S 型活细菌

D.注射 S 型细菌及加热致死的 R 型细菌后,小鼠死亡,从小鼠体内能分离出 S 型活细菌

C　**解析**:注射 R 型细菌及加热致死的 S 型细菌后,S 型细菌的 DNA 会使无致病性的 R 型细菌转化为有致病性的 S 型细菌,使小鼠死亡,但并不是所有的 R 型细菌都被转化为了 S 型细菌,所以从小鼠体内既能分离出 S 型细菌,又能分离出 R 型细菌,C 错误。

2.下列关于肺炎链球菌体外转化实验的叙述中,错误的是　　(　　)

A.该实验中没有用到同位素标记技术

B.R 型细菌转化为 S 型细菌后,其性状是可以遗传的

C.S 型细菌的 DNA 使部分 R 型细菌转化为S 型细菌

D.该实验的思路是将 DNA 和蛋白质分开,单独观察 DNA 的作用

D　**解析**:肺炎链球菌体外转化实验的设计思路是将某种物质用酶解法去除,直接地、单独地观察该物质的作用,D 错误。

3.在艾弗里的肺炎链球菌转化实验中,利用的细胞提取物是加热致死的 S 型细菌破碎后去除绝大部分糖类、蛋白质和脂质制成的。将①细胞提取物、②细胞提取物＋蛋白酶、③细胞提取物＋酯酶、④细胞提取物＋RNA 酶、⑤细胞提取物＋DNA 酶分别与 R 型活细菌混合培养。下列叙述错误的是　　(　　)

A.设置第①组实验的目的是形成对照,以确定细胞提取物中含有转化因子

B.第②～⑤组是实验组,利用酶的专一性去除相应物质观察转化情况

C.混合培养后①～⑤组都会出现 R 型细菌菌落

D.混合培养后出现的 S 型活细菌与原 S 型细菌的遗传信息完全相同

D　**解析**:第①组实验没有对自变量进行处理,是对照组,培养后能得到 R 型细菌和 S 型细菌,可以确定细胞提取物中含有转化因子,A 正确;第②～⑤组都对自变量进行处理,是实验组,每组加入不同酶去除相应物质后观察转化情况,B 正确;混合培养后①～④组都能转化,但只有部分 R 型细菌才能转化,会出现 R 型细菌菌落和 S 型细菌菌落,第⑤组不能转化,只有 R 型菌落,C 正确;混合培养后出现的 S 型活细菌的遗传物质是由 R 型细菌的遗传物质和加热致死的 S 型细菌的 DNA 片段重新组合的,其遗传信息和原 S 型细菌的遗传信息有差异,D 错误。

知识点 2　噬菌体侵染细菌实验

4.噬菌体在增殖过程中利用的原料是　　(　　)

A.噬菌体的核苷酸和氨基酸

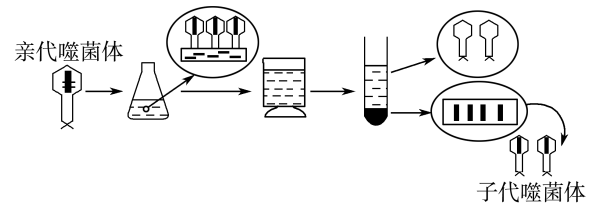
B.噬菌体的核苷酸和细菌的氨基酸

C.噬菌体的氨基酸和细菌的核苷酸

D.细菌的核苷酸和氨基酸

D　**解析**:噬菌体侵染细菌时,噬菌体 DNA 进入细菌的细胞中,在噬菌体自身 DNA 的指导下,利用细菌细胞中的物质来合成自身的组成成分。可见,噬菌体在增殖过程中利用的原料是细菌的核苷酸和氨基酸,A、B、C 均错误,D 正确。

5.1952 年,“噬菌体小组”的科学家赫尔希和蔡斯以噬菌体为实验材料,进行了一系列实验。下图为用^{32}P标记的 T2 噬菌体侵染大肠杆菌(T2 噬菌体专性寄生在大肠杆菌细胞内)的实验,下列叙述错误的是　　(　　)



A.锥形瓶中的培养液是用来培养大肠杆菌的,其内的营养成分中不含^{32}P

B.测定发现在搅拌、离心后的上清液中含有0.8%的放射性，可能的原因是保温时间较短，有部分噬菌体没有侵入大肠杆菌，仍存在于培养液中

C.当接种噬菌体后保温时间过长，发现在搅拌、离心后的上清液中也有放射性，最可能的原因是复制增殖后的噬菌体从大肠杆菌体内释放出来

D.另取含有营养液的培养基，在培养基中加入用^{32}P标记的脱氧核苷酸作为合成DNA的原料，再接种未被标记的T2噬菌体，其体内的DNA会被标记上^{32}P

D　**解析**：锥形瓶中的培养液是用来培养大肠杆菌的，其内的营养成分中不含^{32}P，A正确；测定发现在搅拌、离心后的上清液中含有0.8%的放射性，可能的原因是保温时间较短，有部分噬菌体没有侵入大肠杆菌，仍存在于培养液中，B正确；当接种噬菌体后保温时间过长，发现在搅拌、离心后的上清液中也有放射性，最可能的原因是复制增殖后的噬菌体从大肠杆菌体内释放出来，经离心后，分布到上清液中，C正确；T2噬菌体必须寄生在活细胞中，不能用培养基直接培养，D错误。

知识点3　核酸是遗传物质

6.下列有关遗传物质的叙述中，正确的是　（　）

A.DNA是所有生物的遗传物质

B.酵母菌的遗传物质主要是DNA

C.艾滋病病毒的遗传物质是DNA或RNA

D.绝大多数生物的遗传物质是DNA

D　**解析**：绝大多数生物的遗传物质是DNA，少部分病毒的遗传物质是RNA，A错误，D正确；一种生物体内的核酸可能有两种，但遗传物质只有一种，B、C错误。

综合性·创新提升

7.科研人员用不含同位素标记的T2噬菌体侵染含^{32}P标记的大肠杆菌，保温一段时间后经搅拌、离心得到了上清液和沉淀物。下列叙述正确的是　（　）

A.子代T2噬菌体大都含有^{32}P标记

B.搅拌的目的是使噬菌体的蛋白质与DNA分离

C.若离心前保温时间过长，则导致上清液中放射性升高

D.T2噬菌体侵染大肠杆菌后，细菌细胞内核苷酸种类数增加

C　**解析**：噬菌体侵染细菌后合成子代噬菌体的原料来自细菌，因此用不含同位素标记的T2噬菌体侵染含^{32}P标记的大肠杆菌，通过DNA复制可获得被^{32}P标记的T2噬菌体，子代T2噬菌体全部含有^{32}P标记，A错误；搅拌的目的是使吸附在大肠杆菌上的噬菌体蛋白质外壳与大肠杆菌分离，B错误；如果离心前保温时间过长，细菌裂解，子代噬菌体(带有放射性)释放，离心后分布在上清液中，会使上清液中放射性升高，C正确；T2噬菌体侵染大肠杆菌后，会利用细菌细胞内的核苷酸以及氨基酸为原料进行复制与合成，形成子代病毒，但不会使细菌细胞内核苷酸种类数增加，侵染前后都是8种核苷酸(4种核糖核苷酸和4种脱氧核苷酸)，D错误。

8.艾弗里将加热杀死的Ⅲ型肺炎球菌(S型菌)的无细胞抽提液分离纯化，依次除去各种杂质，得到纯化的转化因子。纯化的转化因子仍然具有类型特异的、可遗传的转化活性。得到具体的实验证据如下：

①转化因子的化学元素分析与计算出来的DNA组成非常接近　②纯化的转化因子在光学、超速离心、扩散和电泳性质上与DNA相似　③转化活性不因去除蛋白质或脂质而损失　④用胰蛋白酶和糜蛋白酶处理不影响其转化活性　⑤用RNA酶处理也不影响其转化活性　⑥DNA酶可使其转化活性丧失

下列相关说法错误的是　（　）

A.本实验的思路是将S型菌所含物质分离开来，单独观察每种物质对R型菌的作用

B.证据③表明转化因子与蛋白质或脂质无关

C.实验证明转化因子的化学本质不是RNA或蛋白质

D.可得出“Ⅲ型肺炎球菌转化因子的化学本质是DNA”的结论

A　**解析**：艾弗里体外转化实验的设计思路是在每个实验组中特异性地去除一种S型细菌所含的物质，再和R型菌混合培养，观察剩余物质的作用，A错误；转化因子活性不因去除蛋白质或脂质而损失，由此可知转化因子与蛋白质或脂质无关，B正确；艾弗里体外转化实验证明DNA是遗传物质，即证明了转化因子的化学本质是DNA，不是RNA或

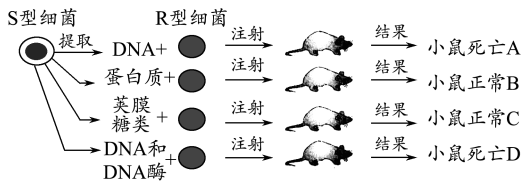
蛋白质，C、D正确。

9.请根据下面的材料回答问题：

材料一：噬菌体侵染细菌的实验中，用同位素^{31}P、^{32}P和^{32}S、^{35}S分别作如下标记：

标记物	噬菌体	大肠杆菌
脱氧核苷酸	^{32}P	^{31}P
氨基酸	^{32}S	^{35}S

材料二：



(1)写出用^{32}P标记噬菌体的大致操作过程：

①_____；

②_____。

(2)若将材料一中的噬菌体和大肠杆菌分别换成烟草花叶病毒和烟草的叶细胞，则能说明_____。

(3)分析材料二，A～D的结果中，哪项不正确？_____。请说明理由：_____

_____

_____。

(4)材料一、材料二共同说明的问题是_____

_____。

解析：(1)因为噬菌体是病毒，必须寄生在活细胞中，不能独立培养，所以先用含放射性^{32}P的培养液培养细菌，再用细菌培养噬菌体。(2)烟草花叶病毒的核酸是RNA，它可以侵染烟草的叶细胞，说明RNA是烟草花叶病毒的遗传物质。(3)因为DNA酶能够分解DNA分子，不存在S型细菌的DNA时就不能使R型细菌转化成S型细菌，所以小鼠D不会死亡。(4)材料一、材料二共同说明DNA是遗传物质。

答案：(1)①在含有放射性^{32}P的培养液中培养大肠杆菌　②再用上述大肠杆菌培养噬菌体　(2)RNA是烟草花叶病毒的遗传物质　(3)D　S型细菌的DNA分子被DNA酶分解，R型细菌不能转化成S型细菌，小鼠不会死亡　(4)DNA是遗传物质

10.肺炎链球菌有R型与S型两种，在一定条件下R型细菌可转化为S型细菌。为研究肺炎链球菌转化因子的化学本质，科学家所做实验及其结果如下表所示：

组别	细菌类型	实验处理	培养结果	
			R型细菌	S型细菌
一	R型细菌	—	有	无
二	—	加入S型细菌的提取物	无	无
三	R型细菌	加入S型细菌的提取物＋蛋白酶	有	有
四	R型细菌	加入S型细菌的提取物＋RNA酶	有	有
五	R型细菌	加入S型细菌的提取物＋DNA酶	有	无

请回答问题：

(1)发生转化的是第_____组，第三、第四、第五组实验的原理基于酶的_____性。

(2)实验结果表明，转化因子的化学本质是_____。

(3)第一、第二组为_____，以排除一些无关因素对实验结果的影响，其中第_____组实验可以排除R型细菌突变为S型细菌的可能性。

解析：(1)分析表格，第三、四组中出现S型细菌，说明R型细菌发生了转化，第三、四、五组实验的原理基于酶的专一性。(2)第三、四组加入了R型活细菌后，又分别加入了S型细菌的提取物＋蛋白酶、S型细菌的提取物＋RNA酶，实验结果是R型细菌可以转化为S型细菌；而第五组实验加入了R型活细菌后，又加入了S型细菌的提取物＋DNA酶，结果是R型细菌没有发生转化。以上实验结果说明了DNA是转化因子，即转化因子的化学本质是DNA。(3)根据表格内容分析，第一、二组为对照组，以排除一些无关因素对实验结果的影响，其中第一组实验可以排除R型细菌突变为S型细菌的可能性。

答案：(1)三、四　专一　(2)DNA　(3)对照组　一

第 2 节　DNA 的结构

学习任务目标

1.通过搜集 DNA 结构模型构建过程的资料并进行交流和讨论，运用结构与功能观，理解 DNA 的结构与其蕴藏遗传信息的功能是相适应的。

2.通过构建模型，理解 DNA 的化学组成、平面结构以及立体结构。

3.通过制作 DNA 双螺旋结构模型，体会模型构建在科学研究中的应用。

问题式预习

一、DNA 双螺旋结构模型的构建

1.构建者

美国生物学家沃森和英国物理学家克里克。

2.构建过程

DNA的结构单位：4种脱氧核苷酸，分别含有A、T、C、G4种碱基

威尔金斯和富兰克林提供的DNA衍射图谱

↓

沃森和克里克推算出DNA分子呈螺旋结构

↓

双螺旋、三螺旋 } 尝试建立模型

↓

失败

↓ ← 查哥夫提出DNA分子中A=T，C=G

重新建构模型：脱氧核糖—磷酸骨架在外，碱基在内，且让A与T配对，G与C配对

↓

形成DNA双螺旋结构模型

3.模型的特点及意义

(1)特点

A—T 碱基对与 G—C 碱基对具有相同的形状和直径，这样组成的 DNA 分子具有恒定的直径。

(2)意义

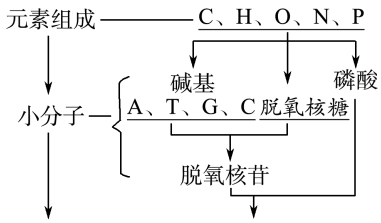
①能解释 A、T、G、C 的数量关系。

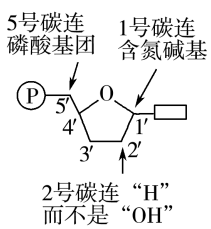
②能解释 DNA 的复制。

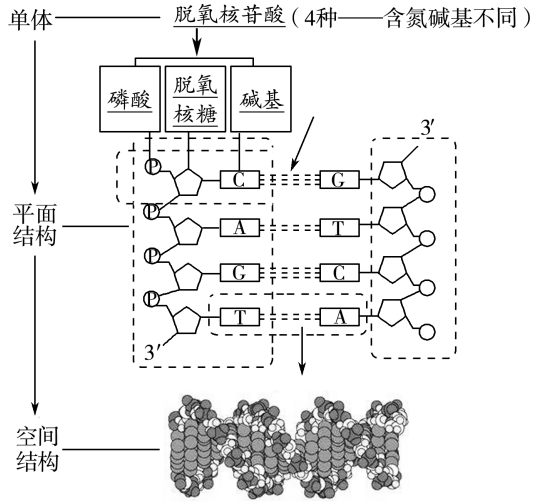
③模型与 X 射线衍射照片完全相符。

二、DNA 的结构

1.结构图示



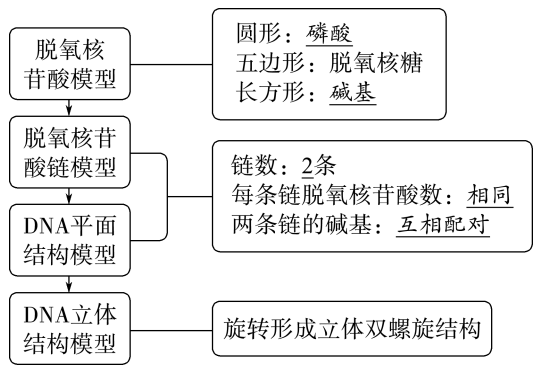




2.图示解读

整体结构		由两条链按反向平行方式盘旋成双螺旋结构
结构特点	外侧	由脱氧核糖和磷酸交替连接构成基本骨架
	内侧	碱基之间通过氢键连接；遵循碱基互补配对原则，即 T(胸腺嘧啶)一定与 A(腺嘌呤)配对，C(胞嘧啶)一定与 G(鸟嘌呤)配对

三、制作 DNA 双螺旋结构模型



教材开发

1.[教材 P50 正文]DNA 中的脱氧核糖和磷酸交替连接，排列在外侧，构成基本骨架。请回答下列问题：

(1)DNA 是否都是由两条链构成的？举例说明。

提示：不是。举例说明：大部分 DNA 以双螺旋结构存在，但一经加热或碱处理就会变为单链状态。在某些种类的 DNA 病毒中存在单链环状或单链线状的 DNA，如猪圆环病毒、犬细小病毒等。

(2)RNA 的基本骨架、细胞膜的基本支架、细胞骨架分别是什么？

提示：RNA 的基本骨架是由核糖和磷酸交替连接构成的核糖核苷酸链；细胞膜的基本支架是磷脂双分子层；细胞骨架是由蛋白质纤维组成的网架结构。

2.[教材 P51“探究·实践”]DNA 只含有 4 种脱氧核苷酸，它为什么能够储存足够量的遗传信息？DNA 是如何维系它的遗传稳定性的？你能够根据 DNA 的结构特点，设想 DNA 的复制方式吗？

提示：DNA 虽然只含有 4 种脱氧核苷酸，但是碱基的排列顺序却是千变万化的，使 DNA 储存了大量的遗传信息。DNA 的遗传稳定性一是靠 DNA 碱基对之间的氢键维系两条链的偶联；二是在 DNA 双螺旋结构中，由于碱基对平面之间相互靠近，形成了与碱基对平面垂直的相互作用力。不一定要求学生答出半保留复制，可以引导学生从 DNA 的结构来进行推测，如从碱基互补配对原则出发去思考。

概念辨析

1.双链 DNA 分子中一条链上的磷酸和核糖是通过氢键连接的。（ × ）

2.DNA 两条链反向平行，两条链的方向可以通过核糖的方向和磷酸的方向体现。（ × ）

3.碱基互补配对原则就是 A＝T，G＝C。（ × ）

4.沃森和克里克构建 DNA 双螺旋构造模型的一个重要意义在于“发现 DNA 如何贮存遗传信息”。（ √ ）

5.沃森和克里克提出在 DNA 双螺旋构造中嘧啶数不等于嘌呤数。（ × ）

任务型课堂

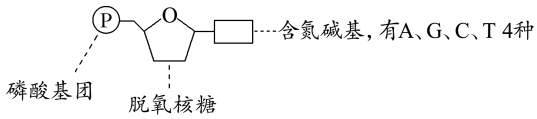
任务一 DNA 双螺旋结构

[探究活动]

1953 年沃森和克里克提出 DNA 双螺旋结构模型，标志着生物学进入分子水平的研究。

(1)写出 DNA 的化学元素组成、基本单位的结构和种类。

提示：DNA 的基本组成元素是 C、H、O、N、P。DNA 的基本单位是脱氧核苷酸，每一分子脱氧核苷酸由一分子磷酸、一分子含氮碱基和一分子脱氧核糖构成(如下图所示)。由于碱基的不同，脱氧核苷酸有 4 种，即腺嘌呤脱氧核苷酸、鸟嘌呤脱氧核苷酸、胞嘧啶脱氧核苷酸和胸腺嘧啶脱氧核苷酸。



(2)模型中 A—T 与 G—C 碱基对具有相同的形状和直径，这样组成的 DNA 具有什么样的特点？

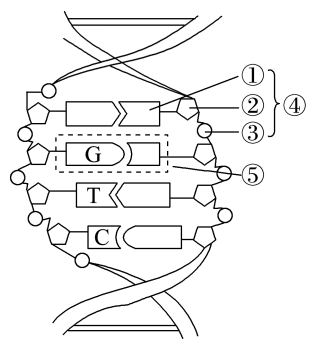
提示：具有结构稳定的特点。

(3)两条长度相同的双链 DNA，其结构上的差异体现在哪里？

提示：主要体现在双链内侧碱基对的排列顺序中。

[评价活动]

1.下图表示 DNA 分子结构的一部分片段，下列叙述正确的是（ ）



A.DNA 分子中⑤的含量越低，DNA 分子越稳定

B.正常情况下，该 DNA 分子中的嘌呤数与嘧啶数相等

C.①处为 T，④为胸腺嘧啶核糖核苷酸

D.DNA 中②和③交替连接决定了 DNA 的特异性

B　**解析**：A 与 T 之间有 2 个氢键，C 与 G 之间有

3个氢键，因此DNA分子中⑤的含量越高，DNA分子越稳定，A错误；正常情况下，该DNA分子中的嘌呤与嘧啶通过氢键互补配对，所以数目相等，B正确；根据碱基互补配对原则，①处为T，④为胸腺嘧啶脱氧核苷酸，C错误；DNA分子的特异性主要由碱基对的排列顺序决定，D错误。

2. 研究人员采用化学方法人工合成了四种新碱基：P（嘌呤）、Z（嘧啶）、B（嘌呤）、S（嘧啶），其中P和Z配对，B和S配对。研究人员进一步利用上述碱基与天然碱基成功构建了一种合成DNA分子，该DNA与天然DNA拥有十分相似的外形结构。下列关于该合成DNA的推断，不合理的是　（　　）

A. 四种新碱基加入后，同样长度的DNA能储存的遗传信息量不变

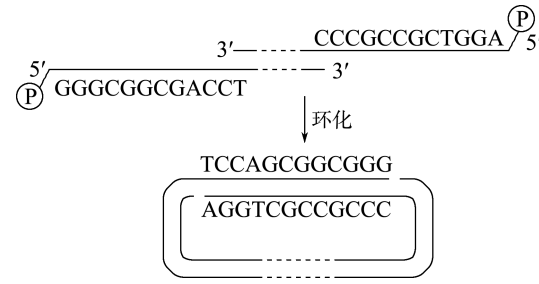
B. P—Z碱基对、B—S碱基对与天然碱基对具有相近的形态和直径

C. 该合成DNA分子也是由两条反向平行的脱氧核苷酸链盘旋而成

D. 该合成DNA分子中，碱基的比例(A+G+P+B)/(T+C+Z+S)=1

A　**解析**：四种新碱基加入后，脱氧核苷酸成为八种，同样长度的DNA排列的可能性由4^n变为8^n，故同样长度的DNA能储存的遗传信息量大增，A错误；由题意可知，人工合成碱基与天然碱基构建的合成DNA分子与天然DNA拥有十分相似的外形结构，说明P—Z碱基对、B—S碱基对与天然碱基对具有相近的形态和直径，B正确；合成DNA与天然DNA拥有十分相似的外形结构，说明该合成DNA分子也是由两条反向平行的脱氧核苷酸链盘旋而成，C正确；P和Z配对，B和S配对，则该合成DNA分子中，碱基的比例(A+G+P+B)/(T+C+Z+S)=1，D正确。

3. （2022·广东卷）λ噬菌体的线性双链DNA两端各有一段单链序列。这种噬菌体在侵染大肠杆菌后其DNA会自连环化（如图），该线性DNA分子两端能够相连的主要原因是　（　　）



A. 单链序列脱氧核苷酸数量相等

B. 分子骨架同为脱氧核糖与磷酸

C. 单链序列的碱基能够互补配对

D. 自连环化后两条单链方向相同

C　**解析**：单链序列脱氧核苷酸数量相等、分子骨架同为脱氧核糖与磷酸交替连接，不能决定该线性DNA分子两端能够相连，A、B错误；由题图可知，单链序列的碱基能够互补配对，决定该线性DNA分子两端能够相连，C正确；DNA的两条链是反向的，因此自连环化后两条单链方向相反，D错误。

任务升华

(1) DNA结构的三个关系

① 数量关系
- DNA的1条单链具有2个末端，一端有一个游离的磷酸基团，这一端称作5′端；另一端有一个羟基(—OH)，称作3′端
- A—T碱基对之间有2个氢键，G—C碱基对之间有3个氢键
- 脱氧核糖数=磷酸数=含氮碱基数

② 位置关系
- 单链中相邻碱基通过脱氧核糖—磷酸—脱氧核糖连接
- 互补链中配对碱基通过氢键相连

③ 化学键
- 氢键：连接互补链中配对的碱基
- 磷酸二酯键：连接单链中相邻两个脱氧核苷酸的脱氧核糖和磷酸

(2)“三看法”判断DNA分子结构的正误

一看 → 链外侧成键位置是否正确，正确的成键位置为一分子脱氧核糖5号碳原子上的磷酸基团与相邻脱氧核糖的3号碳原子之间

二看 → 两条链是否反向平行

三看 → 链内侧碱基配对是否遵循碱基互补配对原则，即有无“同配”“错配”现象

任务二　DNA中碱基数量的计算

[探究活动]

双链DNA分子中的碱基遵循碱基互补配对原则，据此可进行碱基数目和比例计算。

(1) 在一个双链DNA分子中，脱氧核糖、磷酸和含氮碱基的数量比例关系如何？

提示：脱氧核糖∶磷酸∶含氮碱基=1∶1∶1。

(2) 已知A—T之间有2个氢键，G—C之间有3个氢键，请问具有什么特点的DNA相对更加稳定？

提示：G—C碱基对越多，DNA越稳定。

(3) 在整个双链DNA中，嘌呤总数是否等于嘧啶总数？在DNA的一条单链中呢？

提示：在整个双链DNA中，嘌呤总数等于嘧啶

总数，因为 A＝T，G＝C，所以 A＋G＝T＋C。但是在 DNA 的一条单链中，上述关系一般不成立。

［评价活动］

1. 某双链（α 链和 β 链）DNA 分子中鸟嘌呤与胞嘧啶的数量之和占全部碱基总数的 56%，α 链中腺嘌呤占 28%。下列关于该 DNA 分子的叙述，错误的是（　　）

A.β 链中腺嘌呤与胸腺嘧啶的数量之和占该链碱基总数的 44%

B.α 链中(G＋C)/(A＋T)＝11/14，β 链中(G＋C)/(A＋T)＝14/11

C.α 链中胸腺嘧啶所占的比例是 16%，占双链 DNA 分子的 8%

D.(A＋T)/(G＋C)的比值可体现不同生物 DNA 分子的特异性

B　**解析**：DNA 分子中鸟嘌呤与胞嘧啶的数量之和占全部碱基总数的 56%，则腺嘌呤与胸腺嘧啶的数量之和占全部碱基总数的 44%，互补碱基之和在单双链中比值相等，因此 β 链中腺嘌呤与胸腺嘧啶的数量之和也占该链碱基总数的 44%，A 正确；根据碱基互补配对原则，α 链中的 G 与 β 链中的 C 配对，α 链中的 C 与 β 链中的 G 配对，同理 A 与 T 也是一样，因此若 α 链中(G＋C)/(A＋T)＝11/14，则 β 链中(G＋C)/(A＋T)＝11/14，B 错误；α 链中胸腺嘧啶所占的比例是 1－56%－28%＝16%，则占双链中的比例是 16%÷2＝8%，C 正确；不同生物的 DNA 分子中互补配对的碱基之和的比值不同，即(A＋T)/(C＋G)的值不同，体现了不同生物 DNA 分子的特异性，D 正确。

2. 已知 1 个 DNA 分子中有 4 000 个碱基对，其中胞嘧啶有 2 200 个，这个 DNA 分子中应含有的脱氧核苷酸的数目和腺嘌呤的数目分别是（　　）

A.4 000 个和 900 个

B.4 000 个和 1 800 个

C.8 000 个和 1 800 个

D.8 000 个和 3 600 个

C　**解析**：已知该 DNA 分子中有 4 000 个碱基对，即有 8 000 个碱基，而每个脱氧核苷酸中有 1 个碱基，故该 DNA 分子共有 8 000 个脱氧核苷酸；胞嘧啶有 2 200 个，根据碱基互补配对原则可推知，A＋C 占 DNA 碱基总数的一半，故这个 DNA 分子中应含有的腺嘌呤的数目为 4 000－2 200＝1 800 个，C 正确。

3.（2021·北京卷改编）酵母菌的 DNA 中碱基 A 约占 32%，关于酵母菌核酸的叙述错误的是（　　）

A.DNA 中 T 约占 32%

B.DNA 中 C 约占 18%

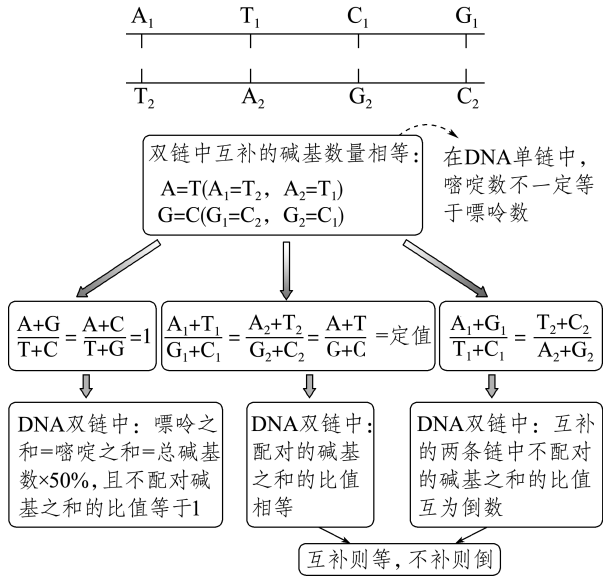
C.DNA 中(A＋G)/(T＋C)＝1

D.DNA 一条单链中 A 约占 32%

D　**解析**：酵母菌的 DNA 中碱基 A 约占 32%，根据碱基互补配对原则，A＝T、G＝C，则 A＝T＝32%，G＝C＝(1－2×32%)/2＝18%，(A＋G)/(T＋C)＝1，A、B、C 正确；DNA 一条单链中，碱基 A 的量无法计算，D 错误。

任务升华

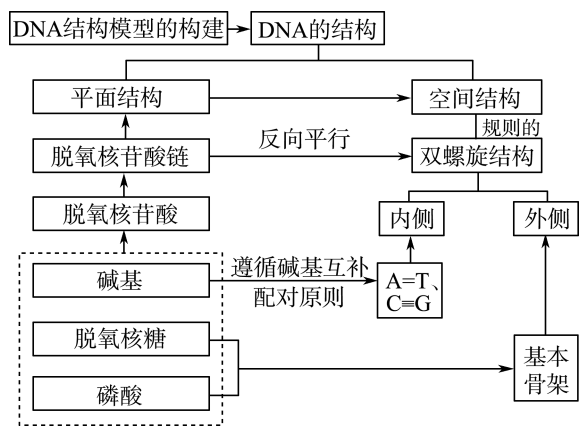
DNA 分子中碱基数量的计算规律



(1)若已知 A_1/单链＝b%，因为双链碱基数是单链的 2 倍，所以 A_1/双链＝(b/2)%，即 DNA 单链中某一碱基所占比例是其在双链中所占比例的 2 倍。

(2)若已知 A/双链＝c%，A_1/单链的比例无法确定，但可求出 A_1/单链的最大值为 2c%，最小值为 0(当一条单链中有 A，另一条单链中无 A 时，可取最值)。

▶提质归纳



课后素养评价(八)

基础性·能力运用

知识点1　DNA的结构及特点

1.20世纪90年代,科学家发现DNA也有酶催化活性,他们根据共有序列设计并合成了由47个核苷酸组成的单链DNA-E47,它可以催化两个DNA片段之间的连接。下列有关叙述正确的是　(　)

A.在DNA-E47中,嘌呤碱基数一定等于嘧啶碱基数

B.在DNA-E47中,碱基数=脱氧核苷酸数=脱氧核糖数

C.DNA-E47相邻的碱基由核糖—磷酸—核糖连接

D.在DNA-E47中,每个脱氧核糖上均连有一个磷酸和一个含氮碱基

B　**解析**:单链DNA中嘌呤碱基数不一定等于嘧啶碱基数,A错误;在DNA-E47中,碱基数=脱氧核苷酸数=脱氧核糖数,B正确;DNA-E47相邻的碱基由脱氧核糖—磷酸—脱氧核糖连接,C错误;DNA-E47为单链结构,除3′端的脱氧核糖仅连有一个磷酸和一个氮碱基外,每个脱氧核糖上均连有两个磷酸和一个含氮碱基,D错误。

2.(2022·浙江卷)某同学欲制作DNA双螺旋结构模型,已准备了足够的相关材料,下列叙述正确的是　(　)

A.在制作脱氧核苷酸时,需在磷酸上连接脱氧核糖和碱基

B.制作模型时,鸟嘌呤与胞嘧啶之间用2个氢键连接物相连

C.制成的模型中,腺嘌呤与胞嘧啶之和等于鸟嘌呤和胸腺嘧啶之和

D.制成的模型中,磷酸和脱氧核糖交替连接,位于主链的内侧

C　**解析**:在制作脱氧核苷酸时,需在脱氧核糖上连接磷酸和碱基,A错误;鸟嘌呤和胞嘧啶之间由3个氢键连接,B错误;DNA的两条链上的碱基之间遵循碱基互补配对原则,即A=T、C=G,故在制成的模型中A+C=G+T,C正确;DNA分子中脱氧核糖和磷酸交替连接,排列在外侧,构成基本骨架,碱基在内侧,D错误。

知识点2　DNA结构的相关计算

3.DNA分子的一条单链中(A+G)/(T+C)=0.4,则整个DNA分子中该比值为　(　)

A.0.4　　B.2.5

C.1　　D.0.6

C　**解析**:因为整个DNA分子中双链上的碱基遵循碱基互补配对原则,即A=T、G=C,所以整个DNA分子中A+G=C+T,即(A+G)/(T+C)=1,C正确。

4.下列关于双链DNA分子中碱基数量的计算,不正确的是　(　)

A.若一条链中G占该链碱基总数的20%,则另一条链中G也占该链碱基总数的20%

B.若一条链中A∶T=3∶4,则另一条链中A∶T=4∶3

C.若一条链中(A+G)/(C+T)=1/2,则另一条链中(A+G)/(C+T)=2

D.若一条链中(A+T)/(C+G)=1/2,则另一条链中(A+T)/(C+G)=1/2

A　**解析**:若一条链中G占该链碱基总数的20%,则另一条链中C与之互补配对,因此也占该链碱基总数的20%,但另一条链中G不能确定,A错误;若一条链中$A_1∶T_1=3∶4$,由于$A_1=T_2$,$T_1=A_2$,则另一条链中$A_2∶T_2=4∶3$,B正确;若一条链中$(A_1+G_1)/(C_1+T_1)=1/2$,由于$A_1=T_2$,$T_1=A_2$,$C_1=G_2$,$G_1=C_2$,则$(T_2+C_2)/(G_2+A_2)=1/2$,因而$(A_2+G_2)/(C_2+T_2)=2$,C正确;同理,若一条链中$(A_1+T_1)/(C_1+G_1)=1/2$,则另一条链中$(A_2+T_2)/(C_2+G_2)=1/2$,D正确。

综合性·创新提升

5.由一对氢键连接的脱氧核苷酸，已查明它的结构中有一个腺嘌呤，则它的其他组成应是　（　　）

A.三个磷酸、三个脱氧核糖和一个胸腺嘧啶

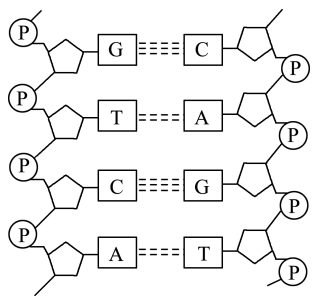
B.两个磷酸、两个脱氧核糖和一个胞嘧啶

C.两个磷酸、两个脱氧核糖和一个胸腺嘧啶

D.两个磷酸、两个脱氧核糖和一个尿嘧啶

C　**解析**：每一个脱氧核糖核苷酸都是由一个磷酸、一个含氮碱基（有4种）、一个脱氧核糖组成的。由一对氢键连接的脱氧核苷酸包含两个脱氧核苷酸分子，由两个磷酸、两个含氮碱基、两个脱氧核糖组成，又由于一个含氮碱基为腺嘌呤，则另一个含氮碱基为胸腺嘧啶，C正确。

6.已知某链状DNA分子含有200个碱基，而碱基间的氢键共有260个。下图所示为该DNA分子的部分平面结构，虚线表示碱基间的氢键。下列有关叙述正确的是　（　　）



A.该DNA分子的每个脱氧核糖上均连着两个磷酸和一个碱基

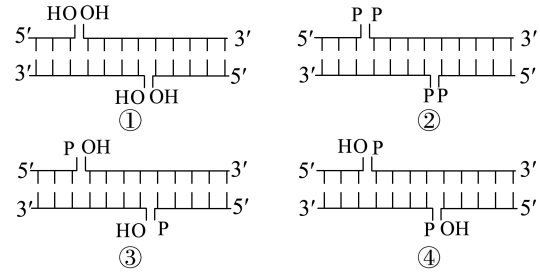
B.该DNA分子中一条脱氧核苷酸链上的两个相邻碱基之间是以氢键连接的

C.A与T构成的碱基对的比例越高，该DNA分子稳定性越高

D.该DNA分子中共有腺嘌呤40个，C和G构成的碱基对共60个

D　**解析**：链状DNA分子中两条链的3′端各有一个脱氧核糖只与一个磷酸相连，A错误；该DNA分子双链上配对的碱基之间是以氢键连接的，而单链上相邻两个碱基之间是以“—脱氧核糖—磷酸—脱氧核糖—”连接的，B错误；由于G与C之间有3个氢键，A与T之间有2个氢键，因此，G与C构成的碱基对所占的比例越高，DNA分子的稳定性越高，C错误；假设该DNA分子中A、T的数目各为x，则C、G的数目各为$(100-x)$，则有$2x+3\times(100-x)=260$，解得$x=40$，则其应含有G—C碱基对共60个，该DNA分子中腺嘌呤数为40个，D正确。

7.DNA的一级结构是指核苷酸按照一定的排列顺序，连接形成多核苷酸。核苷酸之间的连接方式是一个核苷酸的3′-OH与下一个核苷酸的5′位磷酸形成3′,5′-磷酸二酯键，图中物质代表DNA分子的是　（　　）



A.①　　B.②

C.③　　D.④

D　**解析**：据题干信息可知，DNA分子两条链反向平行，且5′端是磷酸，3′端是—OH，核苷酸之间的连接方式是一个核苷酸的3′—OH与下一个核苷酸的5′位磷酸形成3′,5′-磷酸二酯键，一条DNA链中与5′端（磷酸端）对应的另一端为3′端（—OH端），同理与3′端（—OH端）对应的另一端为5′端（磷酸端），分析图示可知，④是正常的双链DNA分子，D正确。

8.某科研团队解析了一种特殊DNA的合成机制，这类特殊的DNA用二腺嘌呤（Z）完全取代正常的腺嘌呤（A），与胸腺嘧啶（T）配对，该碱基对之间形成更稳定的3个氢键，极大地改变了DNA的物理化学特征。研究发现噬菌体中都含有这种特殊的DNA。下列关于这种特殊DNA的叙述中，错误的是　（　　）

A.这种DNA结构中碱基的种类增加，嘌呤的比例也增大

B.这种 DNA 的结构热稳定性更高，拓展了 DNA 的应用范围

C.这种 DNA 复制所需酶的种类可能增加，可涉及 Z 的合成及 A 的消除

D.这种 DNA 可能不会被细菌的防御机制识别，对细菌具有更强的杀伤力

A　**解析**：分析题意可知，该特殊 DNA 中用二腺嘌呤(Z)完全取代正常的腺嘌呤(A)，故该种 DNA 的碱基由 A、T、G、C 替换为 Z、T、G、C，碱基种类并未增加，A 错误；正常的 DNA 中 A 与 T 配对，但是 A 与 T 之间只有 2 个氢键，而该种 DNA 的 Z 与 T 之间有 3 个氢键，其热稳定性更高，拓展了 DNA 的应用范围，B 正确；由于该种 DNA 需要用 Z 完全取代 A，故复制所需酶的种类可能增加，可涉及 Z 的合成，A 的消除，C 正确；噬菌体是一种 DNA 病毒，结合题意可知，噬菌体中都含有这种特殊的 DNA，且该种 DNA 的物理化学特征发生了极大改变，故可能不会被细菌的防御机制识别，对细菌具有更强的杀伤力，D 正确。

9.分析以下材料，回答有关问题：

材料一：在沃森和克里克提出 DNA 的双螺旋结构模型之前，人们已经证实了 DNA 分子是由许多脱氧核苷酸构成的长链，自然界中的 DNA 并不以单链形式存在，而是由两条链结合形成的。

材料二：在 1949 年到 1951 年期间，科学家查哥夫在研究不同生物的 DNA 时发现，DNA 分子中 A 的总数等于 T 的总数，G 的总数等于 C 的总数，但(A＋T)与(G＋C)的比值是不固定的。

材料三：富兰克林等人对 DNA 的 X 射线衍射图谱的分析表明，DNA 分子由许多“亚单位”组成，每一层“亚单位”的间距为 0.34 nm，而且整个 DNA 分子长链的直径是恒定的。

以上科学研究成果为 1953 年沃森和克里克提出 DNA 双螺旋结构模型奠定了基础。请分析回答：

(1)材料一表明 DNA 分子是由两条__________组成的，其基本单位是_____。

(2)DNA 分子中嘧啶核苷酸的总数始终等于嘌呤核苷酸的总数，说明_____。

(3)A 的总数等于 T 的总数，G 的总数等于 C 的总数，说明_____。

(4)A 与 T 的总数和 G 与 C 的总数的比值不固定，说明_____。

(5)富兰克林等人提出的 DNA 分子中的“亚单位”事实上是_____；“亚单位”的间距都为0.34 nm，而且 DNA 分子的直径是恒定的，这些特征表明_____。

(6)基于以上分析，沃森和克里克提出了各对应碱基之间的关系是_____，并成功地构建了 DNA 分子的双螺旋结构模型。

解析：(1)材料一表明了 DNA 分子是以 4 种脱氧核苷酸为单位连接而成的双链结构。(2)DNA 分子中嘧啶核苷酸的总数始终等于嘌呤核苷酸的总数，说明 DNA 分子中嘌呤与嘧啶之间一一对应。(3)A的总数等于 T 的总数，G 的总数等于 C 的总数，说明二者之间可能是一种对应关系。(4)A 与 T 的总数和 G 与 C 的总数的比值不固定，则说明 A 与 T 之间的对应和 C 与 G 之间的对应是互不影响的。(5)富兰克林等人提出的 DNA 分子中的亚单位事实上是碱基对；碱基对的间距和 DNA 分子的直径是恒定的，表明 DNA 分子的空间结构非常规则。(6)基于以上分析，沃森和克里克提出了各对应碱基之间的关系是 A 与 T 配对，C 与 G 配对，结果发现与各种事实相符合，从而获得了成功。

答案：(1)脱氧核苷酸长链　脱氧核苷酸　(2)DNA 分子中嘌呤与嘧啶之间一一对应　(3)A 与 T 一一对应，C 与 G 一一对应　(4)A 与 T 之间的对应和 C 与 G 之间的对应互不影响　(5)碱基对　DNA 分子的空间结构非常规则　(6)A 与 T 配对，C 与 G 配对

第3节 DNA的复制

学习任务目标

1.运用结构与功能观和物质与能量观，阐明DNA分子通过复制传递遗传信息，理解生命的物质性。
2.通过分析DNA复制过程，归纳DNA复制过程中相关的数量关系，提高逻辑分析和计算能力。

问题式预习

一、对DNA复制的推测

1.提出者：沃森和克里克。
2.假说内容
（1）解旋：DNA复制时，DNA的双螺旋解开，互补碱基之间的氢键断裂。
（2）复制
- 模板：DNA分子解开的两条单链
- 原料：游离的4种脱氧核苷酸
- 原则：碱基互补配对原则

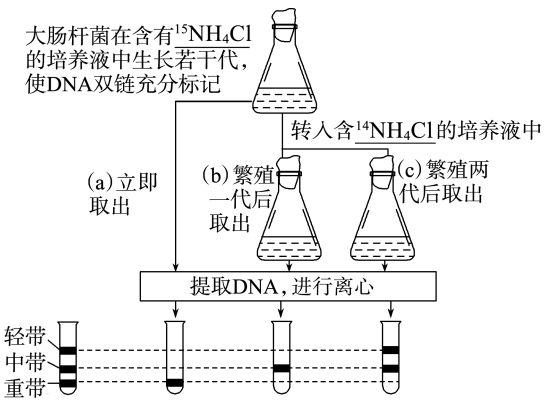
（3）特点：新合成的每个DNA分子中，都保留了原来DNA分子中的一条链，这种复制方式称为半保留复制。

二、DNA半保留复制的实验证据

1.实验材料：大肠杆菌。
2.实验方法：运用同位素标记技术。
3.实验原理

两条链被标记情况	密度大小	离心位置
都是^{15}N	最大	靠近试管的底部
一条^{15}N，一条^{14}N	居中	位置居中
都是^{14}N	最小	靠近试管的上部

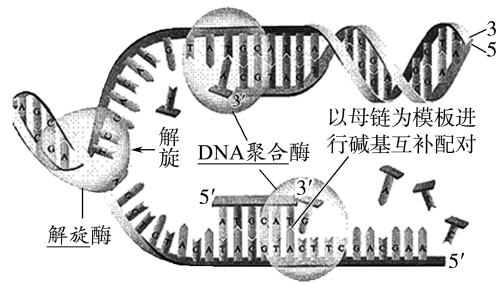
4.实验过程



5.实验结果
（1）提取亲代DNA→离心→位置靠近试管底部。
（2）繁殖一代后，提取DNA→离心→位置居中。
（3）繁殖两代后，提取DNA→离心→1/2位置居中，1/2位置更靠上。
6.实验结论：DNA的复制方式为半保留复制。

三、DNA复制的过程

1.DNA复制的概念、时间、场所
（1）概念：以亲代DNA为模板合成子代DNA的过程。
（2）时间：细胞分裂前的间期。
（3）场所：主要是细胞核，线粒体和叶绿体中也存在。
2.DNA复制的过程



（1）解旋：①需要细胞提供能量；②需要解旋酶的作用；③结果是DNA双螺旋的两条链解开。
（2）合成子链：
①以解开的每一条母链为模板；
②以游离的4种脱氧核苷酸为原料；
③需要DNA聚合酶等；
④遵循碱基互补配对原则；
⑤方向：子链从5′端到3′端合成。
（3）重新螺旋：每条新链与其对应的模板链盘绕成双螺旋结构。
3.DNA复制的方式：半保留复制。
4.DNA复制的特点：边解旋边复制。
5.准确复制的原因
（1）DNA分子独特的双螺旋结构为复制提供了精确的模板。
（2）通过碱基互补配对，保证了复制能准确地进行。
6.意义：将遗传信息从亲代细胞传递给子代细胞，保持了遗传信息的连续性。

教材开发

[教材 P55 正文]一个 DNA 分子上的所有基因的模板链都相同吗?

提示:不同基因的模板链不一定相同。

概念辨析

1.DNA 分子全部解旋后才进行 DNA 复制。（ × ）

2.DNA 必须在 DNA 酶的作用下才能连接形成子链。（ × ）

3.植物细胞的线粒体和叶绿体中均可发生 DNA 的复制。（ √ ）

4.DNA 复制就是基因表达的过程。（ × ）

5.一个 DNA 分子上的碱基总数等于该 DNA 分子上所有基因上碱基数之和。（ × ）

任务型课堂

任务一　DNA 复制的过程

[探究活动]

果蝇的基因组大小为 1.8×10^8 bp(bp 表示碱基对),真核细胞中 DNA 复制的速率一般为 50～100 bp/s。下图为果蝇 DNA 的电镜照片,图中箭头指向的泡状结构为 DNA 复制泡,是 DNA 上正在进行复制的部分。



(1)一个 DNA 分子上有多个复制泡对 DNA 复制有什么意义?

提示:能够提高 DNA 复制效率。

(2)DNA 复制的特点有哪些?

提示:半保留复制,边解旋边复制。

(3)DNA 能准确复制的原因有哪些?

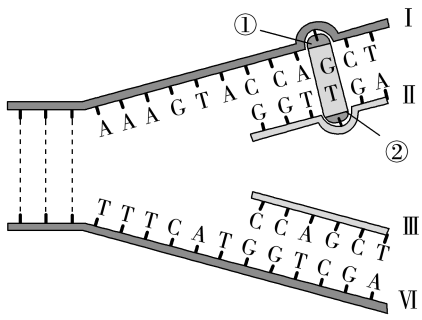
提示:①DNA 具有独特的双螺旋结构,能为复制提供精确的模板;②DNA 复制遵循碱基互补配对原则,能够使复制准确无误地进行。

(4)DNA 的复制为什么需要适宜的温度和 pH?

提示:因为 DNA 的复制过程需要酶,而酶的活性受温度和 pH 的影响。

[评价活动]

1.DNA 复制时会发生碱基错配,细胞内的错配修复系统可以识别出正确的模板链,切除掉不正确的部分。图为 DNA 复制示意图,错配修复系统“识别”和“切除”的分别是（ ）



A. Ⅰ、②　　B. Ⅱ、①

C. Ⅲ、②　　D. Ⅳ、①

A　**解析**:根据题意可知细胞内的错配修复系统可以识别出正确的模板链,切掉不正确的部分,结合图示可知Ⅰ与Ⅳ链是模板链,所以细胞内的错配修复系统“识别”的模板链为Ⅰ与Ⅳ链。根据碱基互补配对原则可知Ⅱ链上②部位出现了错配,所以细胞内的错配修复系统可“切除”不正确的②部分,进行修复,A 正确。

2.(2022·海南卷)科学家曾提出 DNA 复制方式的 3 种假说:全保留复制、半保留复制和分散复制(图 1)。对于上述假说,科学家以大肠杆菌为实验材料,进行了如下实验(图 2)。

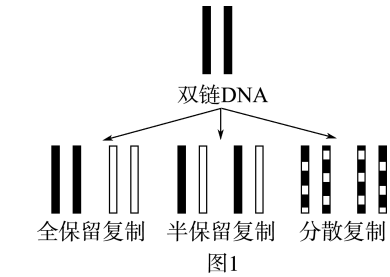


图1

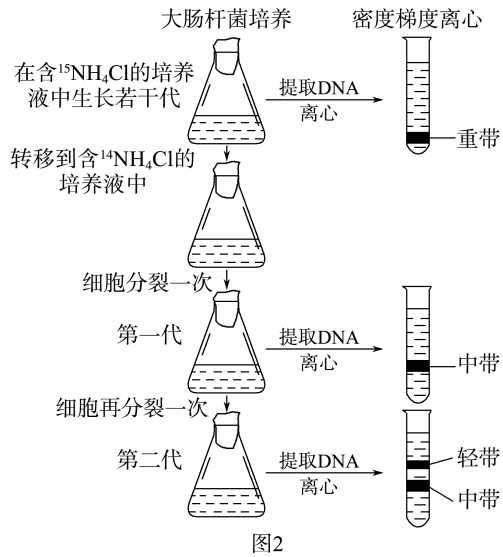


图2

下列有关叙述正确的是 （ ）

A.第一代细菌 DNA 离心后，试管中出现 1 条中带，说明 DNA 复制方式一定是半保留复制

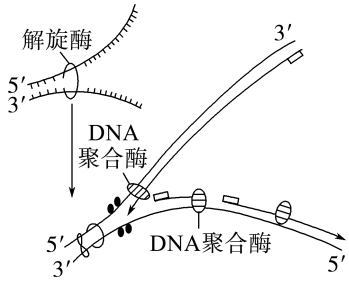
B.第二代细菌 DNA 离心后，试管中出现 1 条中带和 1 条轻带，说明 DNA 复制方式一定是全保留复制

C.结合第一代和第二代细菌 DNA 的离心结果，说明 DNA 复制方式一定是分散复制

D.若 DNA 复制方式是半保留复制，继续培养至第三代，细菌 DNA 离心后试管中会出现 1 条中带和 1 条轻带

D **解析**：第一代细菌 DNA 离心后，试管中出现 1 条中带，则可以排除全保留复制，但不能确定是半保留复制还是分散复制，继续做第二代细菌 DNA 密度鉴定，若第二代细菌 DNA 可以分出 1 条中带和 1 条轻带，则可以排除分散复制，同时确定是半保留复制，A、B、C 错误；若 DNA 复制方式是半保留复制，继续培养至第三代，形成的子代 DNA 只有 2 条链均为 ^{14}N 和 1 条链含有 ^{14}N 1 条链含有 ^{15}N 两种类型，因此细菌 DNA 离心后试管中只会出现 1 条中带和 1 条轻带，D 正确。

3.下图为真核细胞 DNA 复制过程示意图。据图分析，下列相关叙述错误的是 （ ）



A.由图可知，DNA 的复制方式是半保留复制

B.解旋酶能使 DNA 双链解开，且需要消耗 ATP

C.从图中可以看出合成 2 条子链的方向都是从5′端到 3′端

D.DNA 聚合酶的作用位点为 2 条脱氧核苷酸链之间的氢键

D **解析**：由题图可知，新合成的每个 DNA 分子中，都保留了原来 DNA 分子中的 1 条链，因此 DNA 的复制方式是半保留复制，A 正确；解旋酶能使 DNA 双链解开，该过程需要消耗 ATP，B 正确；DNA 复制时只能从 5′端向 3′端延伸，C 正确；DNA 聚合酶的作用位点为 1 条链中相邻的 2 个脱氧核苷酸之间的磷酸二酯键，D 错误。

任务升华

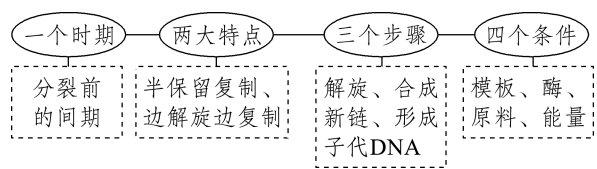
有关 DNA 复制的几点提醒

(1)亲代 DNA 分子的两条链都作模板，以脱氧核苷酸为原料，在 DNA 聚合酶的催化下合成新的子链。

(2)解旋与复制同时进行，并非双螺旋全部解开后复制。

(3)一般情况下，DNA 可准确复制，但也可能发生差错。

(4)DNA 复制的“一、二、三、四”



任务二 DNA 复制的相关计算

1.(2021·浙江卷)含有 100 个碱基对的一个 DNA 分子片段，其中一条链的 A＋T 占 40%，它的互补链中 G 与 T 分别占 22%和 18%。如果连续复制 2 次，则需游离的胞嘧啶脱氧核糖核苷酸数量为 （ ）

A.240 个　　B.180 个

C.114 个　　D.90 个

B **解析**：该 DNA 片段含有 100 个碱基对，即每条链含有 100 个碱基，其中一条链(设为 1 链)的 A＋T 占 40%，即 $A_1+T_1=40$ 个，则 $C_1+G_1=60$ 个；互补链(设为 2 链)中 G 与 T 分别占 22%和 18%，即 $G_2=22$，$T_2=18$，可知 $C_1=22$，则 $G_1=C_2=60-22=38$，故该 DNA 片段中 $C=22+38=60$ 个。已知 DNA 连续复制了 2 次，则 DNA 的个数为 $2^2=4$，4 个 DNA 中共有胞嘧啶脱氧核苷酸的数量为 $4\times60=240$ 个，原 DNA 片段中有 60 个胞嘧啶脱氧核苷酸，则需要游离的胞嘧啶脱氧核苷酸数量为 $240-60=180$ 个，B 正确。

2.将大肠杆菌置于含^{15}N的培养基中培养一段时间，然后把DNA被^{15}N完全标记的大肠杆菌作为亲代，转移到只含^{14}N的普通培养基中培养，使其繁殖2代形成4个新个体，则它们的DNA中含^{14}N的单链与含^{15}N的单链的比是　　(　　)

A.3∶1　　B.2∶1

C.1∶1　　D.7∶1

A　**解析**：^{15}N标记的DNA有两条含^{15}N的单链，当在含^{14}N的培养基中培养时，根据DNA半保留复制的特点，新形成的2个DNA分子上应各有1条含^{15}N的单链和1条含^{14}N的单链。不论以后复制多少次，含^{15}N的单链永远只有2条，增加的新链都是含^{14}N的单链。题中形成了4个新个体，含有4个DNA分子，共8条单链，其中只有2条单链含^{15}N，其余6条单链均含^{14}N，含^{14}N单链∶含^{15}N单链＝6∶2＝3∶1，A正确。

3.用一个^{32}P标记的噬菌体侵染在^{31}P环境中培养的大肠杆菌，已知噬菌体DNA上有m个碱基对，其中胞嘧啶有n个。下列叙述错误的是　　(　　)

A.大肠杆菌为噬菌体增殖提供原料和酶等

B.噬菌体DNA中含有$(2m+n)$个氢键

C.该噬菌体繁殖4次，子代中只有14个含有^{31}P

D.噬菌体DNA第4次复制共需要$8(m-n)$个腺嘌呤脱氧核苷酸

C　**解析**：噬菌体侵染细菌时，只有DNA进入细菌并作为模板控制子代噬菌体的合成，需要大肠杆菌提供原料、酶和ATP等，A正确；DNA上有m个碱基对，其中胞嘧啶有n个，胸腺嘧啶有$(m-n)$个，因此氢键个数为$2(m-n)+3n=2m+n$个，B正确；繁殖4次后，产生的16个子代噬菌体DNA中都有^{31}P，C错误；噬菌体DNA第4次复制共需要腺嘌呤脱氧核苷酸$(16-8)(m-n)=8(m-n)$个，D正确。

任务升华

(1)将含有^{15}N的DNA分子放在含有^{14}N的培养基上培养，复制n次，则

①子代DNA共2^n个
- 含^{15}N的DNA分子：2个
- 只含^{15}N的DNA分子：0个
- 含^{14}N的DNA分子：2^n个
- 只含^{14}N的DNA分子：(2^n-2)个

②脱氧核苷酸链共2^{n+1}条：含^{15}N的脱氧核苷酸链2条；含^{14}N的脱氧核苷酸链$(2^{n+1}-2)$条。

(2)DNA复制中消耗的脱氧核苷酸数

若亲代DNA分子含有某种脱氧核苷酸m个，则

①经过n次复制需要消耗该种脱氧核苷酸$m\cdot(2^n-1)$个；

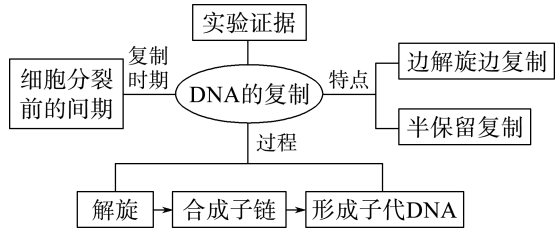
②第n次复制需要消耗该种脱氧核苷酸$m\cdot(2^n-1)-m\cdot(2^{n-1}-1)=m\cdot2^{n-1}$个。

提醒：①“DNA复制了n次”和“第n次复制”的区别，前者包括所有的复制，而后者只包括最后一次复制；

②在DNA复制过程中，无论复制了几次，含有亲代脱氧核苷酸单链的DNA分子都只有2个；

③看清碱基的数目单位是“对”还是“个”，“DNA分子数”还是“链数”，“含”还是“只含”等关键词。

▶提质归纳



课后素养评价(九)

基础性·能力运用

知识点 1　DNA 复制过程

1.DNA 一般能准确复制，其原因有　　(　　)

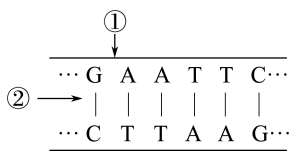
①DNA 独特的双螺旋结构为复制提供精确的模板　②DNA 复制发生于细胞分裂前的间期　③碱基互补配对是严格的　④碱基之间由氢键相连

A.②④　　B.②③

C.①④　　D.①③

D　**解析**：DNA 独特的双螺旋结构为复制提供了精确的模板，通过碱基互补配对原则，保证了 DNA 复制能够准确地进行；DNA 复制发生在有丝分裂和减数分裂Ⅰ前的间期，碱基之间由氢键相连，这两者都不是 DNA 能准确复制的原因，D 正确。

2.DNA 分子是规则的双螺旋结构，下图是 DNA 分子的一个片段，下列有关叙述错误的是　　(　　)



A.DNA 聚合酶作用于①部位

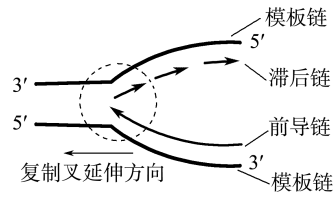
B.解旋酶作用于②部位

C.把此 DNA 放在含^{15}N 的培养液中复制 3 代，子代中含^{15}N 的 DNA 占 100%

D.该 DNA 的特异性表现在构成该 DNA 分子的脱氧核苷酸的种类上

D　**解析**：DNA 聚合酶连接脱氧核苷酸，作用于①磷酸二酯键部位，A 正确；解旋酶破坏氢键，作用于②部位，B 正确；此 DNA 复制 3 代，产生 8 个子代 DNA，都含^{15}N，故子代中含^{15}N 的 DNA 占 100%，C 正确；遗传信息蕴藏在 4 种碱基的排列顺序中，故 DNA 的特异性表现在 4 种碱基的排列顺序之中，D 错误。

3.下图为某 DNA 半保留复制过程的部分示意图，非复制区与复制区的相接区域会形成“Y”字形结构，被称为“复制叉”。在复制过程中，DNA 连接酶可以将脱氧核苷酸片段连接在一起。据图分析，下列说法错误的是　　(　　)



A.解旋酶可结合在复制叉的部位

B.DNA 复制叉的延伸需要消耗能量

C.DNA 聚合酶能催化前导链和滞后链由 3′端向 5′端延伸

D.DNA 聚合酶在 DNA 复制过程中能催化磷酸二酯键的形成

C　**解析**：DNA 复制时需要解旋酶解旋，结合题图可知，解旋酶可结合在复制叉的部位，从而使 DNA 向左侧解旋，A 正确；DNA 复制叉的延伸需要消耗能量，B 正确；DNA 的两条链反向平行，DNA 聚合酶能催化前导链和滞后链由 5′端向 3′端延伸，C 错误；DNA 聚合酶可以将单个的脱氧核苷酸连接到脱氧核苷酸链的 3′端，催化磷酸二酯键的形成，D 正确。

知识点 2　DNA 复制的相关计算

4.(2021·海南卷)已知 5-溴尿嘧啶(BU)可与碱基 A 或 G 配对。大肠杆菌 DNA 上某个碱基位点已由 A—T 转变为 A—BU，要使该位点由 A—BU 转变为 G—C，则该位点所在的 DNA 至少需要复制的次数是　　(　　)

A.1　　B.2

C.3　　D.4

B　**解析**：由题意可知，BU 既可以与 A 配对，又可以与 G 配对，由于大肠杆菌 DNA 上某个碱基位点已由 A—T 转变为 A—BU，由半保留复制可知，复制一次会得到 G—BU，复制第二次时会得到G—C，所以至少需要经过 2 次复制后，该位点才能实现由 A—BU 转变为 G—C，B 正确。

综合性·创新提升

5.假设某大肠杆菌中只含^{31}P的DNA的相对分子质量为a，只含^{32}P的DNA的相对分子质量为b。现将一个DNA只含^{32}P的大肠杆菌放到只含^{31}P的培养基中培养，连续分裂n次，则子代中DNA的平均相对分子质量为　　(　　)

A.$(a+b)/2$

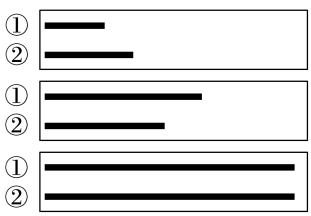
B.$[(2^n-1)\times a+b]/2^n$

C.$[(2^n-1)\times b+a]/2^n$

D.$(2^n\times a+b)/2^{n+1}$

B　**解析**：只含^{31}P的DNA的相对分子质量为a，所以含有^{31}P的DNA的每条链的相对分子质量为$a/2$，只含^{32}P的DNA的相对分子质量为b，所以含有^{32}P的DNA的每条链的相对分子质量为$b/2$。将DNA只含^{32}P的大肠杆菌放到只含^{31}P的培养基中培养，根据DNA半保留复制的特点，一个DNA分子连续复制n次，子代DNA分子为2^n个(2^{n+1}条DNA单链)，只有2条链含有^{32}P，$(2^{n+1}-2)$条单链均含^{31}P，因此子代中DNA的平均相对分子质量为$[2\times(b/2)+(2^{n+1}-2)\times(a/2)]/2^n=[(2^n-1)\times a+b]/2^n$，B正确。

6.(2023·山东卷)将一个双链DNA分子的一端固定于载玻片上，置于含有荧光标记的脱氧核苷酸的体系中进行复制。甲、乙和丙分别为复制过程中3个时间点的图像，①和②表示新合成的单链，①的5′端指向解旋方向，丙为复制结束时的图像。该DNA复制过程中可观察到单链延伸暂停现象，但延伸进行时2条链延伸速率相等。已知复制过程中严格遵守碱基互补配对原则，下列说法错误的是　　(　　)



A.据图分析，①和②延伸时均存在暂停现象

B.甲时①中A、T之和与②中A、T之和可能相等

C.丙时①中A、T之和与②中A、T之和一定相等

D.②延伸方向为5′端至3′端，其模板链3′端指向解旋方向

D　**解析**：据题图分析，甲时新合成的单链①比②短，图乙时①比②长，因此可以说明①和②延伸时均存在暂停现象，A正确；①和②两条链中碱基是互补的，甲时新合成的单链①比②短，但②中多出的部分可能不含有A、T，因此①中A、T之和与②中A、T之和可能相等，B正确；①和②两条链中碱基是互补的，丙为复制结束时的图像，新合成的单链①与②等长，丙时①中A、T之和与②中A、T之和一定相等，C正确；①和②两条单链由一个双链DNA分子复制而来，一条母链合成子链②时，②的延伸方向为5′端至3′端，其模板链5′端指向解旋方向，D错误。

7.(2021·浙江卷)在DNA复制时，5-溴尿嘧啶脱氧核苷(BrdU)可作为原料，与腺嘌呤配对，掺入新合成的子链。用Giemsa染料对复制后的染色体进行染色，DNA分子的双链都含有BrdU的染色单体呈浅蓝色，只有一条链含有BrdU的染色单体呈深蓝色。现将植物根尖放在含有BrdU的培养液中培养，取根尖用Giemsa染料染色后，观察分生区细胞分裂中期染色体的着色情况。下列推测错误的是　　(　　)

A.第一个细胞周期的每条染色体的两条染色单体都呈深蓝色

B.第二个细胞周期的每条染色体的两条染色单体着色都不同

C.第三个细胞周期的细胞中染色单体着色不同的染色体均为1/4

D.根尖分生区细胞经过若干个细胞周期后，还能观察到深蓝色的染色单体

C　**解析**：DNA复制为半保留复制，第一个细胞周期的每条染色体的染色单体都只有一条链含有BrdU，故呈深蓝色，A正确；第二个细胞周期的每条染色体复制之后，每条染色体上的两条染色单体均为一条单体双链都含有BrdU呈浅蓝色，一条单体只有一条链含有BrdU呈深蓝色，故着色都不同，B正确；第二个细胞周期结束后，不同细胞中含有的双链都含有BrdU的染色体和只有一条链含有BrdU的染色体的数目是不确定的，故第三个细胞周期的细胞中染色单体着色不同的染色体比例不能确定，C错误；根尖分生区细胞可以持续进行有丝分裂，所以不管经过多少个细胞周期，依旧可以观察到只有一条链含有BrdU的染色单体，呈深蓝色，D正确。

8.用含有^{3}H-胸腺嘧啶脱氧核苷酸的培养液培养大肠杆菌，在不同时刻收集大肠杆菌并提取DNA，经放射自显影后在电子显微镜下观察其放射性，放射性强度越强显影颜色越深，结果如图所示。下列叙述正确的是（　　）

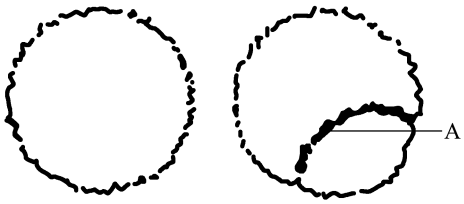


图1 复制一次后　图2 进入第二次复制周期

A.由图1和图2可判断大肠杆菌的DNA含游离的磷酸基团

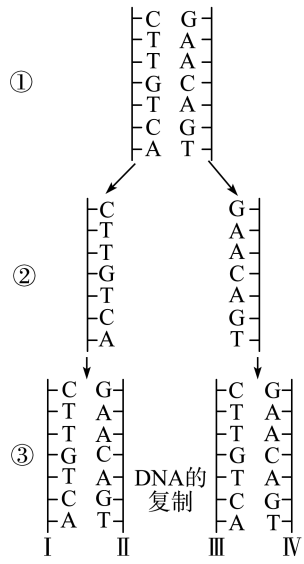
B.依据图2可推测大肠杆菌DNA的复制是从一个位点开始的

C.图2中A区段显影颜色最深说明它是由一条非放射性链和一条放射性链构成的

D.若大肠杆菌DNA含100个胸腺嘧啶，则复制两次共消耗400个胸腺嘧啶脱氧核苷酸

B　**解析**：由题图1、2可知，大肠杆菌的DNA是双链环状结构，不含游离的磷酸基团，A错误；依据题图2可推测大肠杆菌DNA的复制是从一个位点开始的，这样就只形成一个局部解旋后的区域，两条母链分别作为模板合成相应的子链，B正确；图2中A区段显影颜色最深，说明这个区域的两条链都含^{3}H-胸腺嘧啶脱氧核苷酸，它是由两条放射性链构成的，C错误；若大肠杆菌DNA中含100个胸腺嘧啶，则复制两次后共需消耗$(2^{2}-1)\times100=300$个胸腺嘧啶脱氧核苷酸，D错误。

9.下图为DNA分子的复制过程图解。请据图回答下列问题：



(1)DNA的复制发生在_____期。

(2)②过程称为_____。

(3)③中的子链是_____。

(4)③过程必须遵循_____原则。

(5)子代DNA分子中只有一条链来自亲代DNA分子，由此说明DNA的复制具有_____的特点。

(6)将一个细胞的DNA用^{15}N标记后，放入含^{14}N的4种脱氧核苷酸培养液中连续分裂4次，含^{14}N的DNA分子的细胞占总细胞数的_____，含^{15}N的DNA分子的细胞占总细胞数的_____。

(7)已知原来DNA中有100个碱基对，其中含A 40个，复制4次，则在复制过程中将需要_____个游离的胞嘧啶脱氧核苷酸。

解析：(1)DNA的复制发生在细胞有丝分裂前的间期和减数分裂Ⅰ前的间期。(2)②过程DNA打开双链，称为解旋。(3)③中的Ⅱ、Ⅲ是以Ⅰ、Ⅳ为模板，根据碱基互补配对原则合成的子链。(4)③为DNA的复制，其过程必须遵循碱基互补配对原则。(5)子代DNA分子中只有一条链来自亲代DNA分子，由此说明DNA的复制具有半保留复制的特点。(6)将一个细胞的DNA用^{15}N标记后，放入含^{14}N的4种脱氧核苷酸培养液中，连续分裂4次，根据半保留复制特点，子代DNA均含有^{14}N，含^{14}N的DNA分子的细胞占总细胞数的100%，含^{15}N的DNA分子的细胞占总细胞数的$2\div2^{4}=1/8$。(7)原来DNA中有100个碱基对，其中含A 40个，则含有C 60个，复制4次，得到$2^{4}=16$个DNA，在复制过程中需要$60\times(16-1)=900$个游离的胞嘧啶脱氧核苷酸。

答案：(1)细胞有丝分裂前的间期和减数分裂Ⅰ前的间　(2)解旋　(3)Ⅱ、Ⅲ　(4)碱基互补配对　(5)半保留复制　(6)100%　1/8(或12.5%)　(7)900

第 4 节　基因通常是有遗传效应的 DNA 片段

学习任务目标

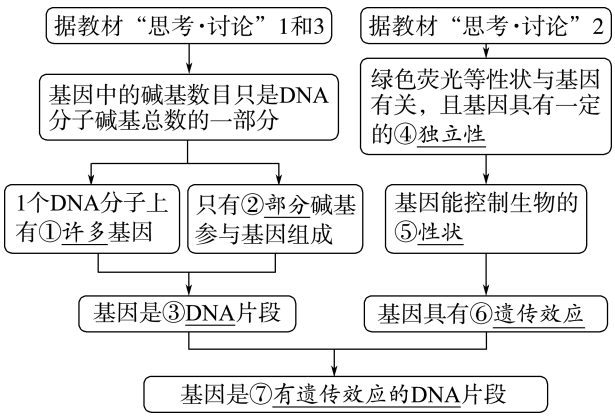
1.基于生物学事实和证据，归纳概括基因与 DNA、染色体的关系。

2.运用数学思维，探讨脱氧核苷酸与遗传信息多样性的关系。

3.通过对基因、DNA 与染色体关系的分析，尝试构建模型。

问题式预习

一、说明基因与 DNA 关系的实例



二、DNA 片段中的遗传信息

1.遗传信息：DNA 分子中 4 种碱基的排列顺序。

2.特点

(1)多样性：碱基排列顺序的千变万化。

(2)特异性：每一个 DNA 分子有特定的碱基排列顺序。

(3)稳定性：DNA 分子的结构较稳定。

3.生物体多样性和特异性的物质基础：DNA 的多样性和特异性。

4.基因通常是有遗传效应的 DNA 片段。

对于某些病毒而言，其遗传物质是 RNA，则基因就是具有遗传效应的 RNA 片段。

教材开发

1.[教材 P57“思考·讨论”]生物体内的 DNA 分子数目与基因数目相同吗？生物体内所有基因的碱基总数与 DNA 分子的碱基总数相同吗？如果不同，说明了什么？

提示：不相同，生物体内的 DNA 分子数目小于基因数目。不相同，生物体内所有基因的碱基总数小于 DNA 分子的碱基总数。这说明基因是特定的 DNA 片段，基因不是连续分布在 DNA 上的，而是由碱基序列将其分隔开的。

2.[教材 P57“思考·讨论”]你如何理解基因具有遗传效应？本节“问题探讨”中提到的生长激素基因的遗传效应是什么？

提示：此题旨在引导学生理解遗传效应的含义，并不要求唯一答案。可以结合提供的资料来理解，如能够指导相应蛋白质的合成、控制生物体的性状等。“问题探讨”中提到的生长激素基因的遗传效应是使鲤鱼的生长速率加快。

概念辨析

1.人体内控制 β 珠蛋白的基因由 1 700 个碱基对组成，其碱基对可能的排列方式有 $4^{1\,700}$ 种。（ × ）

2.基因是具有遗传效应的 DNA 片段。（ × ）

3.碱基对的排列顺序千变万化，决定了 DNA 分子的多样性。（ √ ）

4.碱基对的特定的排列顺序，决定了 DNA 分子的特异性。（ √ ）

5.一个含 2 000 个碱基的 DNA 分子，其碱基对可能的排列方式就有 $4^{1\,000}$ 种。（ √ ）

任务型课堂

任务 基因通常是有遗传效应的DNA片段

[探究活动]

生物的性状是由基因控制的，DNA是绝大多数生物的遗传物质，染色体的主要成分是DNA和蛋白质。据此探究下列问题：

(1)基因、DNA和染色体三者之间有怎样的关系？

提示：染色体是DNA的主要载体，一条染色体上含有1个或2个DNA分子，基因通常是有遗传效应的DNA片段，每个DNA上含有许多个基因。

(2)能说基因的载体是染色体吗？请简要分析。

提示：不能。对于真核细胞来说，基因(核基因)在染色体上呈线性排列，染色体是基因的主要载体，但细胞质基因存在于线粒体、叶绿体中的DNA分子上；对于原核细胞，基因则存在于拟核和质粒中的DNA分子上，没有染色体这一载体。

[评价活动]

1.核酸是遗传信息的携带者，下列有关说法正确的是（　　）

A.真核细胞内的每个DNA分子中都有两个游离的磷酸基团

B.DNA分子复制时，引物与模板链的5′端配对结合

C.对HIV而言，基因就是有遗传效应的RNA片段

D.人类基因组计划需要测定22条常染色体和1条性染色体上的全部基因的碱基序列

C　**解析**：真核细胞的线粒体和叶绿体中也有环状的DNA分子，环状的DNA分子不含游离的磷酸基团，A错误；DNA分子复制时，引物与模板链的3′端配对结合，B错误；HIV的遗传物质是RNA，对HIV而言，基因就是有遗传效应的RNA片段，C正确；人类基因组计划是测定22条常染色体和2条性染色体(X+Y)上DNA的碱基序列，D错误。

2.下列有关基因、染色体和DNA三者之间关系的说法，正确的是（　　）

A.真核生物的DNA都分布在染色体上

B.一条染色体上的多个不同基因呈线性排列

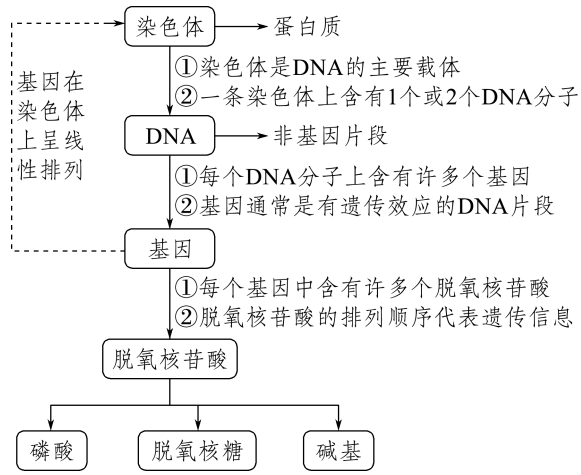
C.基因是DNA中能发生复制的片段

D.三者的基本组成单位都是脱氧核苷酸

B　**解析**：真核生物的DNA主要分布在染色体上，少量分布在线粒体和叶绿体中，A错误；一条染色体上有多个不同基因，它们在染色体上呈线性排列，B正确；基因通常是DNA中有遗传效应的片段，DNA复制时，基因片段和非基因片段都会复制，C错误；DNA的基本组成单位是脱氧核苷酸，基因的基本组成单位是脱氧核苷酸或核糖核苷酸，染色体主要由DNA和蛋白质组成，D错误。

任务升华

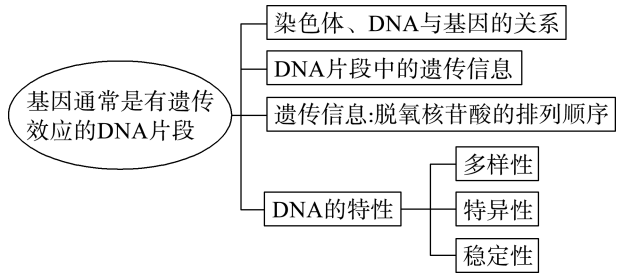
脱氧核苷酸、基因、DNA和染色体的关系图



提醒：(1)一个DNA分子上有许多个基因，但这些基因只占DNA的一小部分，其余为大量的“空白”区域。

(2)能控制生物性状的DNA片段就是有遗传效应的DNA片段，即基因。不能控制生物性状的DNA片段没有遗传效应，不能称为基因。

▶提质归纳



课后素养评价(十)

基础性·能力运用

知识点1　基因、DNA、染色体的关系

1.下列物质从复杂到简单的结构层次关系正确的是　　(　　)

A.染色体→DNA→基因→脱氧核苷酸

B.染色体→DNA→脱氧核苷酸→基因

C.基因→染色体→脱氧核苷酸→DNA

D.染色体→脱氧核苷酸→DNA→基因

A　**解析**:染色体主要由DNA和蛋白质组成;一条染色体上含有多个基因,基因在染色体上呈线性排列;基因通常是有遗传效应的DNA片段,每个基因中含有成百上千个脱氧核苷酸;DNA的基本组成单位是脱氧核苷酸。所以,题述物质从复杂到简单的结构层次关系是染色体→DNA→基因→脱氧核苷酸,A正确。

2.最新研究表明,人类24条染色体上含有3万~4万个蛋白质编码基因。这一事实说明　　(　　)

A.基因是DNA上有遗传效应的片段

B.基因是染色体

C.1条染色体上有许多个基因

D.基因只存在于染色体上

C　**解析**:24条染色体上含有3万~4万个基因,说明1条染色体上含有许多个基因,C正确。

3.染色体、DNA和基因三者关系密切,下列叙述错误的是　　(　　)

A.正常细胞中每条染色体上含有一个DNA分子,每个DNA分子上有很多个基因

B.复制、分离和传递,三者都能相伴而行

C.三者都是遗传物质,都能行使生物的遗传作用

D.在进行有性生殖的生物传宗接代过程中,染色体行为决定后二者

C　**解析**:DNA是主要的遗传物质,基因是有遗传效应的DNA片段,染色体是DNA与基因的载体,而不是遗传物质,C错误。

知识点2　基因的本质

4.细菌的基因组指的是拟核中1个环状DNA上所含的全部基因。基因组大小可用碱基对数(bp)表示,不同生物的基因组大小和基因数量如下表所示。下列说法错误的是　　(　　)

物种名称	基因组大小/bp	基因数量/个
流感嗜血杆菌RdKW20菌株	1 830 138	1 765
大肠杆菌K12菌株	4 641 652	4 498
酿酒酵母	12 157 105	6 692
粳稻	374 424 240	35 679
黑腹果蝇	143 725 995	13 918
小鼠	2 730 871 774	21 971

A.不同生物的基因组大小和基因数量存在很大差别

B.总体来说,原核生物的基因数量少于真核生物

C.低等单细胞真核生物的基因数量通常少于多细胞真核生物

D.通过比较,能看出结构越复杂的生物,每个DNA上基因的数目越多

D　**解析**:由题表可知,不同生物的基因组大小和基因数量存在很大差别,如小鼠的基因组大小是2 730 871 774 bp,基因数目是21 971个,而大肠杆菌K12菌株的基因组大小和基因数量分别是4 641 652 bp、4 498个,A正确;表中的流感嗜血杆菌Rd KW20菌株和大肠杆菌K12菌株属于原核生物,而酿酒酵母、粳稻、黑腹果蝇和小鼠属于真核生物,总体来说,原核生物的基因数量少于真核生物,B正确;酿酒酵母属于低等单细胞真核生物,粳稻、黑腹果蝇和小鼠属于多细胞真核生物,低等单细胞真核生物的基因数量通常少于多细胞真核生物,C正确;据表格信息无法得出生物的复杂程度与DNA及基因的数目关系,D错误。

综合性·创新提升

5.科学家发现，有些“单个基因”竟然会“跳舞”，即从染色体的一个位置跳到另一个位置，甚至从一条染色体跳到另一条染色体上，这种能跳动的基因被称为“转座子”。下列相关说法，错误的是（　　）

A.“转座子”彻底水解产物有6种

B.“转座子”一定属于DNA分子

C.“转座子”中不一定含有遗传信息

D.由“转座子”引起的变异属于可遗传的变异

C　**解析**：分析题意，“转座子”的本质是基因，是染色体上的DNA片段，彻底水解产物包括磷酸、脱氧核糖和4种含氮碱基，共6种，A正确；据题意可知，“转座子”是单个的基因，可以在染色体上进行位置转移，说明属于DNA分子，B正确；分析题意可知，“转座子”是基因，而基因通常是有遗传效应的DNA片段，可控制生物的性状，所以“转座子”中一定含有遗传信息，C错误；“转座子”引起了基因的重新组合，属于可遗传的变异，D正确。

6.遗传物质的概念随着遗传学的发展而不断变化，逐渐深入本质。下列关于遗传物质的叙述错误的是（　　）

A.DNA的碱基对有很多种不同的排列顺序，这就是DNA具有多样性的主要原因

B.对于人类免疫缺陷病毒、流感病毒而言，基因就是有遗传效应的RNA片段

C.通常一个DNA分子上有许多个基因，每一个基因都是特定的DNA片段

D.生物体内所有DNA分子的碱基总数等于所有基因的碱基总数

D　**解析**：遗传信息蕴藏在碱基对的排列顺序中，碱基对排列顺序的千变万化构成了DNA的多样性，A正确；基因通常是有遗传效应的DNA片段，对于RNA病毒（如人类免疫缺陷病毒、流感病毒）而言，基因是有遗传效应的RNA片段，B正确；基因通常是有遗传效应的DNA片段，通常一个DNA分子上有许多个基因，每一个基因都是特定的DNA片段，C正确；基因通常是有遗传效应的DNA片段，一个DNA分子上还有许多非基因片段，生物体内所有DNA分子的碱基总数远远大于所有基因的碱基总数，D错误。

7.人类24条染色体上的24个DNA分子大约含有31.6亿个碱基对，其中构成基因的碱基数占碱基总数的比例最多为2%。大肠杆菌DNA分子上约有4.7×10^6个碱基对，在其上面分布着约4.4×10^3个基因。下列相关叙述正确的是（　　）

A.对于所有生物来说，基因就是有遗传效应的DNA片段

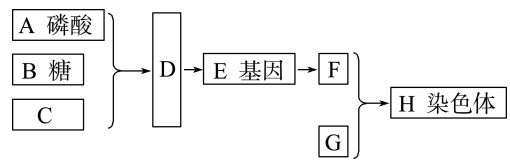
B.一个DNA分子的两条互补链上含有多对等位基因

C.大肠杆菌的基因主要存在于拟核中

D.人类的某特定基因有100个碱基对，则其有4^{100}种排列方式

C　**解析**：有些病毒的基因是有遗传效应的RNA片段，所以只能说基因通常是有遗传效应的DNA片段，A错误；等位基因位于一对同源染色体的相同位置上，控制一对相对性状，B错误；原核生物没有以核膜为界限的细胞核，原核生物的基因主要存在于拟核中，大肠杆菌是原核生物，其基因主要存在于拟核中，C正确；特定基因的碱基只有一种排列方式，D错误。

8.请分析下图，回答相关问题：



(1)图中B是_____，C是_____，D是_____，F是_____，G是_____。

(2)F的基本组成单位是图中的_____，共有_____种。F与H的关系是_____。

(3)图中E和F的关系是_____。决定F结构多样性的是图中_____的排列顺序。

(4)通常情况下，1个H中含有_____个F，1个F中含有_____个E，1个E中含有_____个D。

解析：DNA的基本组成单位是脱氧核苷酸，它由1分子磷酸、1分子脱氧核糖和1分子含氮碱基组成；基因

通常是有遗传效应的 DNA 片段;染色体是遗传物质 DNA 的主要载体;1 条染色体上通常含有 1 个 DNA 分子,1 个 DNA 分子上含有许多个基因,1 个基因由成百上千个脱氧核苷酸构成。

答案:(1)脱氧核糖　含氮碱基　脱氧核苷酸　DNA　蛋白质　(2)D　4　H 是 F 的主要载体　(3)E 通常是有遗传效应的 F 片段　D　(4)1　许多　成百上千

9. 人类有一套“生命天书”,这套书有“24 本”。组成这套书的“文字”有 4 种基本“笔画”,每 2 个笔画形成一个“偏旁部首”,每 3 个“偏旁部首”形成一个“文字”。每本“生命天书”中含有几千个关于人类生命的结构、功能、生老病死的“信息”,每条信息由几千个“文字”组成。人类基因组计划就是首先要破译这套“天书”中所含有的10 亿个“文字”中的 30 多亿个“偏旁部首”的排列顺序;然后再破译书中每条信息的具体含义,即具体功能。

(1)人类“生命天书”有“24 本”,每本“天书”是指一条_____,这套书为什么是“24 本”?_____。

(2)“生命天书”中的“信息”是指_____。

(3)“生命天书”中的 4 种“基本笔画”是指_____。

(4)“生命天书”中的每个“偏旁部首”是指_____,它们是_____。

解析:题中所说的破译“天书”实际上是指对人类基因组进行碱基对的测序工作。每本“天书”指一条染色体,因为人类体细胞中有 22 对常染色体,每对染色体中的2 个 DNA 分子结构基本相同,又由于 X 和 Y 这两条性染色体中的 DNA 分子结构有较大差异,需要各自单独测序,所以一套“生命天书”实际上是指人类体细胞中一套常染色体(22 条)和 X、Y 这两条性染色体,即共 24 条染色体。“生命天书”中的 4 种“基本笔画”是指含不同碱基的 4 种脱氧核苷酸,“生命天书”中的“偏旁部首”是 DNA 中的碱基对。

答案:(1)染色体　人类 22 条常染色体和一对性染色体(X、Y)中的 DNA 分子之间的结构各不相同　(2)基因　(3)分别含 A、T、C、G 碱基的 4 种脱氧核苷酸　(4)碱基对　A—T、T—A、C—G、G—C

单元活动构建

单元活动　运用“生命的物质观”分析 DNA 复制与细胞分裂中的染色体标记问题

「单元任务」

任务内容	
任务一	有丝分裂中染色体的标记情况
任务二	减数分裂中染色体的标记情况

「任务导引」

多细胞生物利用干细胞补充需要替换的体细胞,而不是完全通过体细胞自己分裂繁殖。干细胞进行不对称分裂,形成 1 个新的干细胞(复制自己)和 1 个可进一步繁殖和分化的细胞(用以补充需要替换的体细胞)。干细胞在进行不对称分裂时,选择性地保留更老的 DNA 链(永生化链),而将较新的 DNA 链(即可能带有 DNA 复制过程中发生序列改变的链,简称新合成链)交给要进行分化的子细胞。通过这种方式,干细胞自身的 DNA 链就不会因为细胞分裂而改变,这些 DNA 链也就被一直保留在干细胞内,成为“永生”的。干细胞保留的,不仅是 DNA 链的“原始文件”,还包括 DNA 所携带的表观遗传修饰,从而达到保持干细胞自身特性的目的。而进入要进行分化的子细胞中的 DNA 链由于具有新的表观遗传修饰,就可使子细胞分化为各种体细胞。干细胞是生殖细胞在多细胞生物身体中的延伸,干细胞选择性地保留“永生”的 DNA 链及其表观遗传修饰的机制,与生殖细胞保留其“永生”的机制一脉相承。

干细胞增殖过程涉及的问题包括:

(1)永生化链与新合成链具有什么关系?

(2)怎样区分永生化链与新合成链?

(3)干细胞增殖与有丝分裂和减数分裂的关系。

「任务突破」

任务一 有丝分裂中染色体的标记情况

活动 用^{32}P标记了某玉米体细胞（正常体细胞含20条染色体）的DNA分子双链，再将这些细胞转入不含^{32}P的培养基中培养，完成了两次细胞分裂。

(1)在第一次细胞分裂的中期，一个细胞中的染色体总数和被^{32}P标记的染色体数分别是20、20。

(2)在第二次细胞分裂的后期，一个细胞中的染色体总数和被^{32}P标记的染色体数分别是40、20。

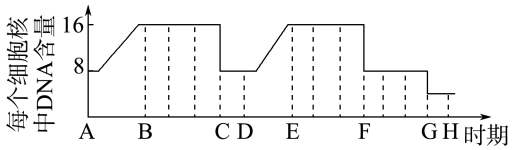
(3)在第一次分裂完成后，形成的2个子细胞中染色体上的DNA的标记情况为都是有一条链含^{32}P，另一条链不含^{32}P。

(4)在第二次分裂完成后，形成的4个子细胞中含^{32}P的染色体数为从0到20都有可能。

任务二 减数分裂中染色体的标记情况

活动1 假设某果蝇的一个精原细胞的全部染色体DNA分子均用^{15}N标记，然后培养在含^{14}N的培养基中，则该精原细胞经过减数分裂产生的4个精子中，含^{15}N标记的精子数量为4个。

活动2 用^{32}P标记果蝇精原细胞DNA分子的双链，再将这些细胞置于只含^{31}P的培养液中培养，发生了如下图A→D和D→H的两个细胞分裂过程。



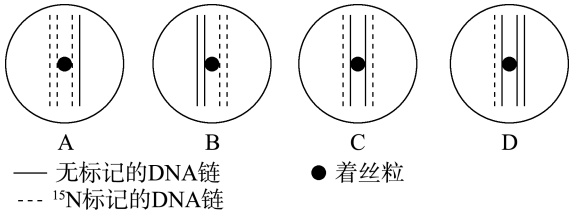
(1)BC段细胞中可能有1或2条Y染色体。

(2)EF段细胞中含^{32}P的染色体一定有8条。

(3)FG段细胞中含^{32}P的染色体有4条。

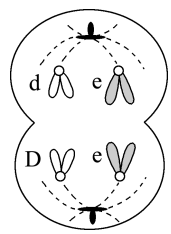
「活动达标」

1.一个不含^{15}N的洋葱根尖分生区细胞在含^{15}N标记的胸腺嘧啶脱氧核苷酸的培养液中完成一个细胞周期，然后转入不含^{15}N标记的培养液中继续培养至第二个细胞周期的分裂中期。下图能正确表示该细胞分裂中期的是（只考虑其中一条染色体上的DNA分子）（　　）



D　**解析**：DNA的复制方式为半保留复制，将一个不含^{15}N的洋葱根尖分生区细胞放入含^{15}N标记的胸腺嘧啶脱氧核苷酸的培养液中培养一个细胞周期，则第一个细胞周期结束后每条染色体的DNA上均有一条链有^{15}N标记，一条链没有^{15}N标记，后移到不含^{15}N标记的培养液中，经过DNA复制后，第二个细胞周期的分裂中期每条染色体含有两条染色单体，其中一条染色单体的DNA的一条链含^{15}N标记，一条链没有^{15}N标记，而另一条染色单体上的DNA的两条链均没有^{15}N标记，D正确。

2.某动物（$2n=4$）的基因型为DdEe，将其1个精原细胞（DNA双链被^{32}P全部标记）放在普通培养基中，先让其进行一次有丝分裂再进行一次减数分裂，下图为分裂过程中某时刻的示意图，分裂过程中无基因突变和染色体变异发生。下列叙述错误的是（　　）



A.图示细胞中可能有2条染色体被^{32}P标记

B.图中细胞发生了等位基因的分离

C.若形成的子细胞中均含有2条染色体，则只有1条染色体被^{32}P标记

D.若细胞中每条染色体都有1条染色单体被^{32}P标记，则可能是减数分裂Ⅰ中期细胞

C　**解析**：由于DNA分子复制为半保留复制，进行一次有丝分裂DNA复制一次，则每条染色体上的DNA都有1条链被标记，再进行一次减数分裂，即经过第二次复制，由于姐妹染色单体随机分开，则题图细胞中可能有2条染色体被^{32}P标记，由于着丝粒断裂后姐妹染色单体随机移向细胞两极，则该细胞形成的子细胞可能只有1条也可能2条染色体被标记，A正确，C错误；图中基因D和d发生了分离，即发生了等位基因的分离，B正确；若细胞中每条染色体都有1条染色单体被^{32}P标记，则说明DNA复制了2次，着丝粒还没有分开，可能是减数分裂Ⅰ中期细胞，D正确。

3.核DNA被^{32}P标记的精子与未被标记的卵细胞受精后，在不含放射性标记的培养基中连续分裂2次。下列分析正确的是（　　）

A.放射性细胞数量与所有细胞数量之比逐代减小

B.放射性DNA分子数与所有细胞总DNA分子数之比逐代减小

C.可以确定含有放射性的细胞数，因为分裂后期姐妹染色单体均分到两极

D.无法确定含有放射性的细胞数，因为分裂后期非同源染色体自由组合

B　**解析**：由于分裂后期分开的姐妹染色单体移向哪一极是随机的，不能确定含有放射性的细胞数，因此在受精卵的早期分裂过程中，带有放射性的细胞比例不一定会逐代减小，A、C错误；由于DNA复制方式为半保留复制，因此放射性DNA分子数与所有细胞总DNA分子数之比将逐代减小，B正确；受精卵进行的是有丝分裂，不会发生非同源染色体的自由组合，D错误。

4.同源染色体是一条来自父方，一条来自母方，有丝分裂中期看到的长度和着丝粒位置相同的两条染色体，或减数分裂时看到的两两配对的染色体，它们的形态、大小和结构一般相同，每种生物染色体的数目是一定的，它们的同源染色体的对数也一定。某种生物含有8对同源染色体，将DNA分子都已用^{3}H标记的一个精原细胞，移入不含^{3}H的培养液中，让其进行细胞分裂。判断该细胞中染色体的标记情况，正确的是（　　）

A.若进行减数分裂，则产生的4个精子中的染色体有半数含有^{3}H标记

B.若进行减数分裂，则某个时期的初级精母细胞中有8条染色体含有^{3}H标记

C.若进行有丝分裂，则处于第二次有丝分裂中期时有16条染色体含有^{3}H标记

D.若进行有丝分裂，则处于第三次有丝分裂中期时有8～16条染色体含有^{3}H标记

C　**解析**：进行减数分裂时，精原细胞只复制一次，根据DNA分子的半保留复制，所有DNA分子复制后都是一条链含有^{3}H标记，一条链不含^{3}H标记，此时所有染色体都含有^{3}H标记，则初级精母细胞中有16条染色体含有^{3}H标记，产生的4个精子中全部的染色体有^{3}H标记，A、B错误；在普通培养液中第一次有丝分裂产生的子细胞的DNA分子中仅有1条链被标记，故第二次有丝分裂中期时，每条染色体的2条染色单体中仅有1条染色单体含有^{3}H标记，则处于第二次有丝分裂中期时有16条染色体含有^{3}H标记，C正确；由于第二次有丝分裂后期时2条子染色体随机移向细胞的两极，因此第二次分裂结束后产生的子细胞中被标记的染色体的数目不确定，最少可能是0条，最多可能是16条，该细胞再经过DNA的复制，则处于第三次有丝分裂中期时有0～16条染色体含有^{3}H标记，D错误。

5.将某二倍体动物（$2n=6$）的一个精原细胞全部核DNA的2条脱氧核苷酸链用^{32}P标记，然后放在含^{31}P的培养液中培养，进行2次连续的分裂，产生4个子细胞。下列有关叙述正确的是（　　）

A.第一次分裂后的每个细胞的每条染色体都含有^{32}P标记

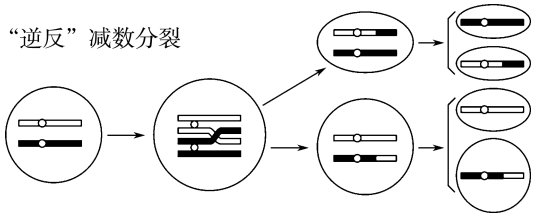
B.若进行2次有丝分裂，则形成的子细胞中，含亲代^{32}P标记的染色体数为3条

C.若进行一次减数分裂，则形成的子细胞中，含亲代^{32}P标记的染色体数为0～6条

D.若进行一次有丝分裂和减数分裂Ⅰ分裂，则形成的子细胞中，含亲代^{32}P标记的染色体数为0～6条

A　**解析**：根据DNA分子半保留复制特点，第一次分裂形成的每个细胞的每条染色体中的一条脱氧核苷酸链都被^{32}P标记，另一条脱氧核苷酸链只含^{31}P，A正确。若进行2次有丝分裂，根据DNA分子半保留复制特点，第一次分裂形成的2个子细胞都含有^{32}P标记；当细胞处于第二次分裂后期时，着丝粒分裂，姐妹染色单体分开，具有^{32}P标记的染色体随机进入2个细胞，所以经过连续两次细胞有丝分裂后产生的4个子细胞中，含亲代^{32}P标记的染色体数为0～6条，B错误。若进行一次减数分裂，则DNA复制一次，细胞连续分裂两次，形成的精细胞中3条染色体都被^{32}P标记，含亲代^{32}P标记的染色体数为3条，C错误。若进行一次有丝分裂和减数分裂Ⅰ分裂，根据DNA分子半保留复制特点，第一次有丝分裂形成的2个子细胞都含有^{32}P标记，再经过减数分裂Ⅰ分裂，在减数分裂Ⅰ后期，着丝粒不分裂，故形成的子细胞中，每条染色体中的一条脱氧核苷酸链都被^{32}P标记，另一条脱氧核苷酸链只含^{31}P，故子细胞中含亲代^{32}P标记的染色体数为3条，D错误。

6. 某生物的卵原细胞在培养液中既能进行有丝分裂也能进行减数分裂。研究人员在该生物卵原细胞进行减数分裂过程中，发现了“逆反”减数分裂现象。将一个双链均被^{14}C标记的基因A_1和一个双链均被^{13}C标记的基因A_2插入一个卵原细胞的一条染色体的两端。将此卵原细胞在普通^{12}C培养液中培养，先完成一次有丝分裂，再发生如图所示的“逆反”减数分裂，共产生8个子细胞。下列叙述错误的是（　　）



A.“逆反”减数分裂时，同源染色体在减数分裂Ⅱ分离，姐妹染色单体在减数分裂Ⅰ分离

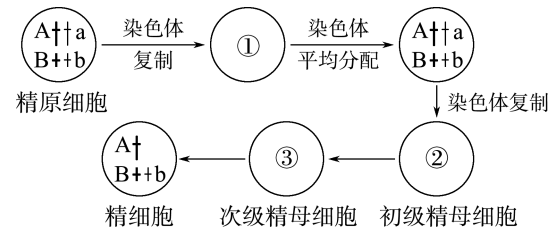
B.8个子细胞中，最多有4个卵细胞同时含有^{13}C标记和^{14}C标记

C.8个子细胞中，可能有1个卵细胞同时含有^{13}C标记和^{14}C标记、1个卵细胞含^{13}C标记

D.8个子细胞中，可能有2个卵细胞同时含有^{13}C标记和^{14}C标记、6个极体都不含^{14}C标记和^{13}C标记

B　**解析**：分析题图可知，“逆反”减数分裂时，同源染色体在减数分裂Ⅱ分离，姐妹染色单体在减数分裂Ⅰ分离，A正确。据题意可知，此卵原细胞先进行一次有丝分裂，然后又进行一次“逆反”减数分裂，共产生8个子细胞，因此只能形成2个卵细胞，B错误。据题意可知，一个卵原细胞先进行一次有丝分裂，然后又进行一次“逆反”减数分裂，共产生8个子细胞，该卵原细胞一条染色体两端均插入^{14}C标记的基因A_1和^{13}C标记的基因A_2，在普通^{12}C培养液中培养，形成的2个卵原细胞均有一个染色体两端均插入^{14}C标记的基因A_1和^{13}C标记的基因A_2，然后这两个卵原细胞分别进行一次“逆反”减数分裂，其中一个卵原细胞在减数分裂Ⅰ时，由于含插入基因的四分体发生了同源染色体上的非姐妹染色单体的交叉互换，且姐妹染色单体分离，减数分裂Ⅰ结束时，子细胞会出现两类情况：①一条染色体同时含^{14}C标记和含^{13}C标记的细胞和两条染色体都不含^{14}C标记和^{13}C标记的细胞；②一条染色体含^{14}C标记和一条染色体含^{13}C标记的细胞和两条染色体都不含^{14}C标记和^{13}C标记的细胞，然后这2个次级卵母细胞分别进行减数分裂Ⅱ，最终可能形成1个卵细胞同时含有^{13}C标记和^{14}C标记，1个卵细胞含^{13}C标记，C正确。据C项分析可知，有可能两个卵原细胞在减数分裂Ⅰ时都产生的是一条染色体同时含^{14}C标记和含^{13}C标记的细胞和两条染色体都不含^{14}C标记和^{13}C标记的细胞，这样就可能形成2个卵细胞同时含有^{13}C标记和^{14}C标记，但其余6个极体都不含^{14}C标记和^{13}C标记，D正确。

7. 在荧光显微镜下观察被标记的某动物的睾丸细胞，等位基因A、a被分别标记为红色、黄色，等位基因B、b被分别标记为蓝色、绿色。①③细胞都处于染色体向两极移动的时期。不考虑基因突变和同源染色体非姐妹染色单体的互换，下列有关推测合理的是（　　）



A.①时期的细胞中向每一极移动的都有红色、黄色、蓝色、绿色荧光点，各2个

B.③时期的细胞中向每一极移动的都有红色、黄色、蓝色、绿色荧光点，各1个

C.②时期的初级精母细胞中都有红色、黄色、蓝色、绿色荧光点，各2个

D.图中精细胞产生的原因是减数分裂Ⅰ或减数分裂Ⅱ过程异常

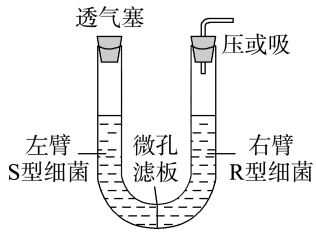
C　**解析**：①细胞处于有丝分裂后期，此时细胞每一极都含有该生物全部的基因，因此细胞中向每一极移动的都有红、黄、蓝、绿色荧光点，各1个，A错误；③细胞处于减数分裂Ⅱ后期，根据精细胞的基因组成可知，此时细胞中向每一极移动的都有红(A)、蓝(B)、绿(b)色荧光点，各1个，B错误；经过间期DNA的复制，初级精母细胞中的基因数目加倍，因此②时期的初级精母细胞中都有红、黄、蓝、绿色荧光点，各2个，C正确；图中的精细胞中有等位基因，说明是减数分裂Ⅰ过程异常，D错误。

第3章质量评估

（90分钟　100分）

一、选择题（本题包括16个小题，每小题3分，共48分）

1. 为研究肺炎链球菌中的R型细菌转化为S型细菌时是否需要二者直接接触，研究人员利用下图所示装置进行实验。将两类菌株分别加入U形管左、右两臂内，U形管中间隔有微孔滤板。在U形管右臂端口对培养液缓慢吸压，让两菌株共享培养液。已知吸压过程会导致两臂内少量菌体破裂。一段时间后取U形管两臂中的菌液分别培养，观察菌落形态。下列说法错误的是（　　）



A.装置中的微孔滤板应允许DNA分子通过而不允许肺炎链球菌通过

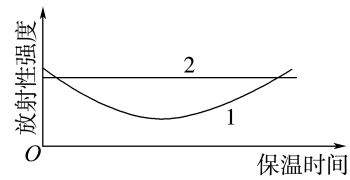
B.若左臂菌液培养后产生一种菌落、右臂菌液培养后产生两种菌落，则证明R型细菌转化为S型细菌时不需要二者直接接触

C.R型细菌没有多糖类的荚膜导致其形成的菌落比S型细菌形成的菌落粗糙

D.培养后的所有S型细菌中遗传信息完全相同

D　**解析**：为了研究肺炎链球菌转化是否需要S型细菌和R型细菌的直接接触，则微孔滤板应不允许肺炎链球菌通过，而允许DNA分子通过，A正确；一段时间后取U形管两臂菌液分别培养，左臂菌液只出现S型细菌落，右臂菌液同时出现S型、R型两种类型菌落，则证明R型细菌转化为S型细菌时不需要二者直接接触，B正确；R型细菌没有多糖类的荚膜，在培养基上形成的菌落比S型细菌形成的菌落粗糙，C正确；S型细菌的DNA片段整合到R型细菌的DNA上使其发生转化，从而使R型细菌转化为S型细菌，转化后的S型细菌与未转化的S型细菌的DNA不完全相同，故培养后的所有S型细菌中遗传信息不完全相同，D错误。

2. 猴痘病毒可通过飞沫和接触等途径传播，人体感染后常见症状有发热、头痛、皮疹、肌肉痛等。猴痘病毒由DNA和蛋白质构成。研究者分别利用^{35}S或^{32}P标记猴痘病毒，之后侵染宿主细胞，经不同时间保温后进行搅拌、离心，检查上清液和沉淀物中的放射性，结果如图所示。下列相关叙述正确的是（　　）



A.在^{32}P标记的猴痘病毒侵染细胞实验中，用^{32}P标记猴痘病毒侵染^{32}P标记的宿主细胞

B.将猴痘病毒分别放在含有放射性元素^{35}S和^{32}P的培养液中培养，获得被标记的病毒

C.曲线2表示在^{35}S标记的猴痘病毒侵染细胞的实验中，上清液放射性含量的变化

D.曲线1表示在^{32}P标记的猴痘病毒侵染细胞的实验中，沉淀物放射性含量的变化

C　**解析**：在^{32}P标记的猴痘病毒侵染细胞的实验中，用^{32}P标记猴痘病毒（被标记的是猴痘病毒DNA）侵染未被标记的宿主细胞，随着时间的推移，猴痘病毒DNA侵入宿主细胞，上清液放射性降低，此后随着病毒增殖，数量增多，宿主细胞裂解，子代病毒释放，导致上清液放射性升高，可用图中的曲线1表示，A、D错误；病毒只能寄生在活细胞内，所以不能用含有放射性^{35}S和^{32}P的细菌培养液直接培养猴痘病毒，B错误；^{35}S标记的猴痘病毒侵染细胞的实验中，^{35}S标记的是病毒的蛋白质外壳，一直存在于上清液中，所以上清液放射性不变，可用图中的曲线2表示，C正确。

3. 真核细胞某基因中碱基A占全部碱基的20%，下列有关说法正确的是（　　）

A.该基因一定存在于细胞核内的染色体DNA上

B.该基因的一条核苷酸链中(C+G)∶(A+T)=3∶2

C.因基因中碱基A与T配对，故细胞中的A与T的数量一定相等

D.将该细胞置于含^{15}N的培养液中复制3次后，并非全部DNA分子都含^{15}N

B　**解析**：真核细胞的某基因可能存在于细胞核内染色体DNA上，也可能存在于细胞质DNA上，A错误；因碱基A占全部碱基的20%，所以T=20%，G=C=30%，该基因的一条核苷酸链中(C+G)∶(A+T)=3∶2，B正确；虽基因中碱基A与T配对，但细胞中的RNA中有U没有T，所以细胞中的碱基A与T的数量不相等，C错误；因DNA是半保留复制，将该细胞置于含^{15}N培养液中复制3次后，全部DNA分子都含^{15}N，D错误。

4.下列有关链状 DNA 的结构和复制的叙述，正确的是（　　）

A.DNA 双螺旋结构使 DNA 分子具有较强的特异性

B.DNA 分子一条链中相邻两个碱基通过氢键相连接

C.DNA 复制过程中，相邻的脱氧核苷酸之间形成磷酸二酯键，从而产生子链

D.DNA 复制过程中，只有一条母链可以作为模板

C　**解析**：碱基特定的排列顺序，使 DNA 分子具有特异性，A 错误；DNA 分子一条链中相邻两个碱基通过“—脱氧核糖—磷酸—脱氧核糖—”相连接，B 错误；DNA 复制过程中，周围环境中的 4 种游离的脱氧核苷酸在 DNA 聚合酶的催化下，与相邻的脱氧核苷酸之间形成磷酸二酯键，从而产生子链，C 正确；DNA 复制过程中，两条母链均可以为模板，D 错误。

5.微卫星 DNA(STR)是真核细胞基因组中含有高度重复序列的 DNA，富含 A—T 碱基对，不同个体的 STR 具有明显的差异。下列有关 STR 的说法错误的是（　　）

A.STR 序列可作为 DNA 指纹检测样品

B.不同个体的 STR 序列不同说明了 DNA 具有多样性

C.STR 序列彻底水解产物是磷酸、核糖和 4 种碱基

D.相对于其他 DNA 序列，STR 序列结构的稳定性可能较差

C　**解析**：STR 序列具有特异性，不同个体具有明显差异，可作为 DNA 指纹检测，A 正确；由于碱基对的排列顺序不同，导致不同生物的 STR 不同，体现了 DNA 具有多样性，B 正确；STR 是 DNA 分子，彻底水解后可以得到 6 种小分子物质，即磷酸、脱氧核糖和 4 种碱基，C 错误；STR 的 A—T 碱基对所占的比例较多，而 A 与 T 之间形成两个氢键，G 与 C 之间形成三个氢键，相对于其他同长度 DNA，氢键的数目相对较少，所以 STR 的稳定性可能较差，D 正确。

6.下列关于 DNA 的结构与复制的叙述，正确的是（　　）

①含有 a 个腺嘌呤的 DNA 第 n 次复制需要腺嘌呤脱氧核苷酸($2^{n-1}\times a$)个

②在一个双链 DNA 中，G+C 占碱基总数的 $M\%$，那么该 DNA 的每条链中 G+C 都占该链碱基总数的 $M\%$

③细胞内全部 DNA 被 ^{32}P 标记后在不含 ^{32}P 的环境中进行连续有丝分裂，第二次分裂的每个子细胞中染色体均有一半有标记

④DNA 双链被 ^{32}P 标记后，在不含 ^{32}P 的环境中复制 n 次，子代 DNA 中有标记的占 $1/2^n$

A.①②　　B.②③

C.③④　　D.②④

A　**解析**：含有 a 个腺嘌呤的 DNA 第 n 次复制需要腺嘌呤脱氧核苷酸($2^{n-1}\times a$)个，①正确；在一个双链 DNA 中，G+C 占碱基总数的 $M\%$，根据碱基互补配对原则，该 DNA 的每条链中 G+C 都占该链碱基总数的 $M\%$，②正确；细胞内全部 DNA 被 ^{32}P 标记后在不含 ^{32}P 的环境中连续进行有丝分裂，分裂一次形成的 2 个细胞中染色体均被标记，分裂两次形成的 4 个细胞中被标记的染色体数目不能确定，③错误；DNA 双链被 ^{32}P 标记后，在不含 ^{32}P 标记的环境中复制 n 次，子代 DNA 中有标记的占 $2\div 2^n=1/2^{n-1}$，④错误。

7.线粒体 DNA(mtDNA)是线粒体中的遗传物质，mtDNA 是一种环状双链 DNA 分子。某 mtDNA 分子中含有 1 000 个碱基，其中一条链上 A+T 所占的比例为 40%。下列说法错误的是（　　）

A.磷酸和脱氧核糖交替排列构成该 mtDNA 的基本骨架

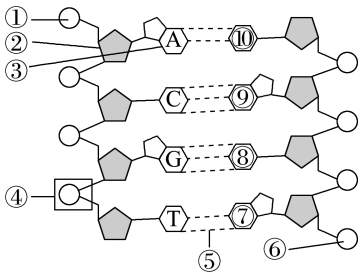
B.该 mtDNA 分子中每个脱氧核糖都和 2 个磷酸基团相连

C.该 mtDNA 分子连续复制 3 次，会消耗 2 100 个胞嘧啶脱氧核苷酸

D.若该 mtDNA 分子中的这些碱基随机排列，可能的排列方式共有 4^{500} 种

D　**解析**：根据 DNA 分子的结构特点可知，在环状 DNA 中，磷酸和脱氧核糖交替排列构成该 mtDNA 的基本骨架，A 正确；该 mtDNA 分子为环状，因此，每个脱氧核糖都和 2 个磷酸基团相连，B 正确；mtDNA 分子中含有 1 000 个碱基，其中一条链上 A+T 所占的比例为 40%，则 G+C=60%，又因为双链 DNA 分子中 A=T、G=C，则 G=C=30%，因此，该 mtDNA 分子中胞嘧啶的数量为 1 000×30%=300 个，该 mtDNA 连续复制 3 次，形成 $2^3=8$ 个 DNA 分子，相当于新合成 7 个 DNA 分子，则会消耗 300×7=2 100 个胞嘧啶脱氧核苷酸，C 正确；该 mtDNA 分子中含有 1 000 个碱基，500 个碱基对，如果每种碱基都是无限多，该 mtDNA 分子可能的排列方式共有 4^{500} 种，但该 mtDNA 分子中 A+T 所占的比例为 40%，C+G 占 60%，因此该 mtDNA 分子所含碱基可能的排列方式少于 4^{500} 种，D 错误。

8.下图为 DNA 分子片段的示意图，下列有关叙述正确的是（　　）



A.①为3′端，⑥为5′端

B.解旋酶作用于④，DNA聚合酶作用于⑤

C.该DNA分子复制时，⑩与尿嘧啶配对

D.若该分子中G—C碱基对比例高，则热稳定性较高

D　**解析**：DNA的每条链都具有两个末端，一端有一个游离的磷酸基团，这一端称作5′端，另一端有一个羟基(—OH)，称作3′端，故①⑥均为5′端，A错误；解旋酶作用于⑤(氢键)，DNA聚合酶作用于④(磷酸二酯键)，B错误；DNA分子复制时，⑩(胸腺嘧啶)与腺嘌呤配对，C错误；C与G之间有3个氢键，A与T之间有2个氢键，因此G—C碱基对比例高的DNA分子结构更稳定，D正确。

9. DNA双螺旋构型有多种形式，其中3种具有生物学上的重要性，分别是B-DNA、A-DNA和Z-DNA，这3种存在类型与它们所含的碱基对比例以及进行的生理过程有关。下列叙述错误的是　(　　)

A.3种双螺旋类型DNA的双链都遵循碱基互补配对原则

B.3种类型DNA的遗传信息均储存在碱基对的排列顺序中

C.推测在生物体内可能存在DNA不同构型的相互转化

D.3种DNA分子的骨架均由核糖和磷酸交替连接构成

D　**解析**：无论什么类型的DNA双螺旋结构，都遵循碱基互补配对原则，A正确；3种类型DNA的遗传信息均蕴藏在4种碱基的排列顺序之中，B正确；3种DNA的结构都是双螺旋结构，碱基组成等都相同，故推测在生物体内可能存在DNA不同构型的相互转化，C正确；DNA分子的骨架均由脱氧核糖和磷酸交替连接而成，D错误。

10. DNA分子双螺旋结构模型提出之后，人们推测DNA可能通过图1中3种方式进行复制。某生物兴趣小组准备通过实验来探究DNA的复制方式，基本思路是用^{14}N标记大肠杆菌的DNA双链，然后在含^{15}N的培养基中繁殖两代，提取每代大肠杆菌的DNA并进行离心处理，可能出现的实验结果如图2。下列有关叙述错误的是　(　　)

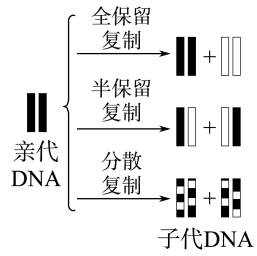


图1

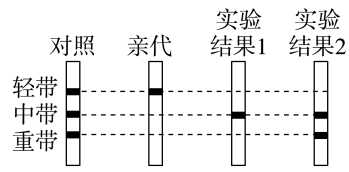


图2

A.若亲代大肠杆菌繁殖一次，出现实验结果1则可以排除全保留复制

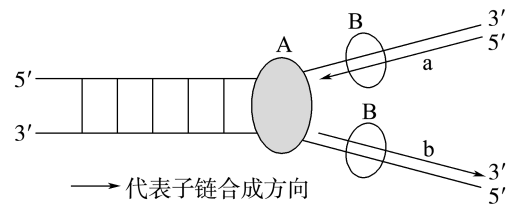
B.按照半保留复制方式，若亲代大肠杆菌繁殖n代($n\geqslant2$)，则实验结果中轻带、中带、重带中DNA分子数量之比应为$0:2:(2^n-2)$

C.解旋酶解开DNA双螺旋的实质是破坏脱氧核苷酸之间的磷酸二酯键

D.若继续培养大肠杆菌，DNA分子经离心后不会同时得到轻、中、重3条带

C　**解析**：亲代大肠杆菌繁殖一次，如果进行全保留复制，离心之后应该出现轻带和重带，所以出现实验结果1则可以排除全保留复制，A正确；按照半保留复制方式，若亲代大肠杆菌(2条链都是^{14}N)在含^{15}N的培养基上繁殖n代($n\geqslant2$)，共产生2^n个DNA分子，其中有2个DNA分子一条链含^{14}N，一条链含^{15}N，剩下的都是两条链含^{15}N，则实验结果中轻带、中带、重带中DNA分子数量之比应为$0:2:(2^n-2)$，B正确；解旋酶解开DNA双螺旋的实质是破坏两条链之间的氢键，C错误；由于DNA分子进行半保留复制，因此继续培养大肠杆菌，DNA分子经离心后不会出现轻带，故不会同时得到轻、中、重3条带，D正确。

11. 复制叉是真核生物DNA复制过程中的基本结构，复制叉由“Y”字形DNA以及结合在该处的与DNA复制有关的蛋白组成，如图所示。研究表明，羟基脲(HU)会造成复制叉停滞，最后抑制整个DNA的复制过程。下列有关叙述正确的是　(　　)



A.与 DNA 复制有关的蛋白包括解旋酶(B)和 DNA 聚合酶(A)等

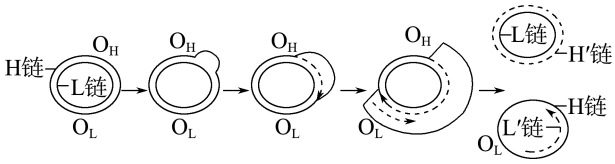
B.a、b 为新合成的子链，会相互结合形成子代 DNA

C.HU 造成复制叉停滞的机理可能是抑制 DNA 聚合酶活性

D.合成 a、b 子链的原料相同，即四种核糖核苷酸

C　**解析**：DNA 复制相关蛋白包括解旋酶和 DNA 聚合酶，由题图可知，A 起解旋作用，所以 A 是解旋酶，B 结合在 DNA 单链上，催化新的 DNA 链合成，所以 B 是 DNA 聚合酶，A 错误；每一条新合成的子链都会与相应母链结合形成子代 DNA，B 错误；有复制叉出现，说明解旋酶发挥了作用，因此，HU 造成复制叉停滞的机理可能是通过抑制 DNA 聚合酶活性从而使复制叉停滞，C 正确；DNA 复制的原料是四种脱氧核糖核苷酸，D 错误。

12. 动物细胞线粒体内环状双链(H 链和 L 链)DNA 分子的复制过程为：H 链上的复制起始区 O_H 先启动，以 L 链为模板，先合成一段 RNA 引物，引物引导 H′链合成，H′链取代原来老 H 链的位置，而被取代的老 H 链以环的形式游离出来，当 H′链合成约 2/3 时，L 链上的复制起始区 O_L 启动，以老 H 链为模板，经过与 H′链相似的过程合成 L′链。具体过程如下图所示。下列说法错误的是（　　）



A.该 DNA 分子两条链的复制同步进行

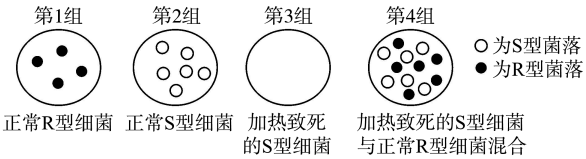
B.复制过程中子链和模板链之间按照碱基互补配对原则通过氢键连接

C.该 DNA 分子连续复制 2 次共需要 6 个 RNA 引物

D.该 DNA 分子连续复制 n 次，新合成的 L′链有 (2^n-1) 条

A　**解析**：由题意可知，该 DNA 分子两条链的合成有先后顺序，即先合成 H′链，再合成 L′链，A 错误。DNA 分子复制时遵循碱基互补配对原则，即新合成的子链与模板链之间按照碱基互补配对原则通过氢键连接，B 正确。分析题意可知，当一个复制周期完成时，形成 2 个环状 DNA 分子；DNA 连续复制 n 次，最终形成 2^n 个环状 DNA 分子，共 2^{n+1} 条单链，由于 DNA 复制是半保留复制，需新合成 $(2^{n+1}-2)$ 条单链，共需要 $(2^{n+1}-2)$ 个引物，故连续复制 2 次需要 $2^{2+1}-2=6$ 个引物，C 正确。由上述分析可知，该 DNA 分子连续复制 n 次，形成的子代 DNA 有 2^n 个，共 2^{n+1} 条单链，需新合成的子链有 $(2^{n+1}-2)$ 条，其中有一半为新合成 L′链，即 $(2^{n+1}-2)\times(1/2)=2^n-1$ 条，D 正确。

13. 某研究员在琼脂固体培养基上利用肺炎链球菌做了一系列实验，实验结果如下图所示。下列说法错误的是（　　）



A.该实验与格里菲思进行的肺炎链球菌体内转化实验类似

B.该实验证明了 S 型细菌体内的 DNA 是遗传物质

C.第 1、2、3 组实验是该实验的对照组

D.第 3 组与第 4 组对照说明 S 型细菌体内的某种物质能使 R 型细菌转化成 S 型细菌

B　**解析**：该实验与格里菲思进行的实验类似，证明加热致死的 S 型细菌体内的某种物质仍然具有生理活性，能将 R 型细菌转化为 S 型细菌，A 正确；该实验证明 S 型细菌中存在某种转化因子，能将 R 型细菌转化为 S 型细菌，并没有证明 DNA 是遗传物质，B 错误，D 正确；该实验中，第 1、2、3 组是对照组，第 4 组是实验组，C 正确。

14. 图 1、图 2 表示 T2 噬菌体侵染大肠杆菌的相关实验，据图分析，某同学总结出的 4 个结论中，正确的是（　　）

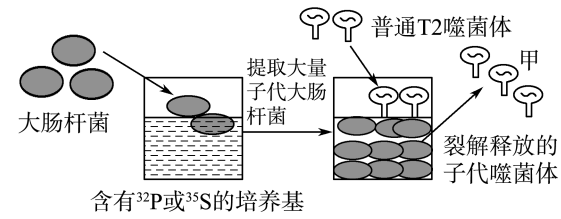


图1

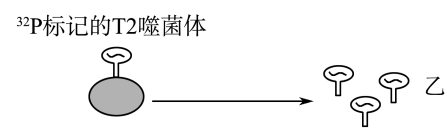


图2

A.甲处的噬菌体可能含有放射性

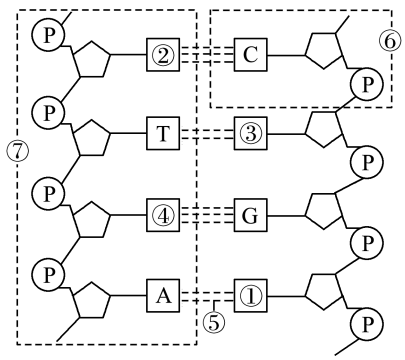
B.乙处的噬菌体一定不含放射性

C.图 1 能证明 DNA 是遗传物质，而不能证明蛋白质不是遗物物质

D.图 2 增设一组 ^{35}S 标记的噬菌体作对照，能证明 DNA 是遗传物质，但不能证明蛋白质不是遗传物质

D　**解析**：分析图1可知，大肠杆菌用^{32}P或^{35}S处理过，所以甲处的噬菌体一定含有放射性，A错误；由于亲代噬菌体含有^{32}P标记，因此乙处噬菌体部分含有放射性，B错误；由于图1中的大肠杆菌用^{32}P或^{35}S处理过，而亲代噬菌体不含放射性标记，因此图1不能证明DNA是遗传物质，也不能证明蛋白质不是遗传物质，C错误；图2增设一组^{35}S标记的噬菌体作对照，能证明DNA是遗传物质，但因为^{35}S标记的噬菌体的蛋白质没有进入大肠杆菌体内，所以不能证明蛋白质不是遗传物质，D正确。

15. 下图表示某DNA片段，有关该图的叙述错误的是（　　）



A.①②③④依次表示T、G、A、C

B.当DNA复制时，解旋酶可断开⑤

C.如果该片段复制2次，则至少需游离的⑥共6个

D.内部的碱基对构成DNA的基本骨架

D　**解析**：磷酸和脱氧核糖交替连接构成DNA的基本骨架，D错误。

16. 人体内核酸合成有两种途径，一种是从头合成途径，主要部位是肝脏，即细胞利用小分子前体物质5-磷酸核糖、氨基酸及二氧化碳等，从头合成核酸，是高耗能过程；另一种是补救合成途径，在很多组织中都可以进行，细胞利用核酸的降解中间产物合成核酸，是较经济的途径，底物足够时，主要以补救途径合成核酸。下列叙述错误的是（　　）

A.补救途径能减少细胞中小分子物质和能量的消耗

B.合成核酸的单体是核苷酸，小分子前体物质合成核苷酸需要耗能

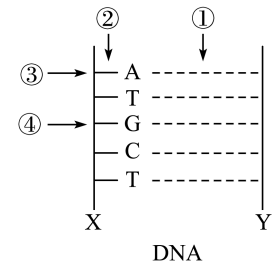
C.侵入人体细胞的病毒或细菌被处理后也能为人体核酸的合成提供原料

D.细胞内的核酸都是人体的遗传物质，其核苷酸序列就是遗传信息

D　**解析**：由题干信息“补救合成途径中，细胞利用核酸的降解中间产物合成核酸，是较经济的途径”可知补救途径能减少细胞中小分子物质和能量的消耗，A正确；合成核酸的单体是核苷酸，每个核苷酸分子由一分子五碳糖、一分子含氮碱基和一分子磷酸组成，小分子前体物质合成核苷酸过程中需要耗能，B正确；由于病毒或细菌内都含有核酸，因此侵入人体细胞的病毒或细菌被处理后也能为人体核酸的合成提供原料，C正确；细胞内的核酸有DNA和RNA两种，其中DNA是人体的遗传物质，RNA不是人体遗传物质，DNA的脱氧核苷酸序列代表遗传信息，D错误。

二、非选择题（本题包括4个小题，共52分）

17.（12分）根据下图回答问题：



DNA

（1）图中Y链由上至下的碱基顺序是_____。

（2）DNA分子复制时是在_____位置解旋的。

A.①　　B.②

C.③　　D.④

（3）建立DNA立体模型的科学家沃森和克里克认为DNA的空间结构是_____结构。

（4）若该DNA中，鸟嘌呤与胞嘧啶之和占全部碱基的54%，其中X链的碱基中，22%是腺嘌呤，28%是胞嘧啶，则Y链中腺嘌呤占Y链碱基的比例和Y链中胞嘧啶占整个DNA中碱基的比例分别为_____。

解析：（1）X链与Y链是DNA的两条链，遵循碱基互补配对原则，根据X链的碱基排列顺序可以推测Y链的碱基排列顺序由上至下是TACGA。（2）DNA双链解旋是碱基之间氢键断裂的结果，即①处位置断裂解旋。（3）DNA的空间结构为规则的双螺旋结构。（4）由题意可知，双链DNA中G+C=54%。由于互补碱基之和在单、双链中所占的比例相同，可知X链中碱基G+C占该链碱基的54%。又知X链中，A=22%，C=28%，则X链中G=54%−28%=26%，T=1−54%−22%=24%。因Y链与X链互补，则Y链中A占该链的24%，C占该链的26%，占整个DNA中碱基数的13%。

答案：（1）TACGA　（2）A　（3）规则的双螺旋　（4）24%、13%

18.（14分）含有^{32}P或^{31}P的磷酸，两者化学性质几乎

相同，都可参与DNA的组成，但^{32}P比^{31}P质量大。现将某哺乳动物的细胞放在含有^{31}P磷酸的培养基中连续培养数代后得到G_0代细胞，然后将G_0代细胞移至含有^{32}P磷酸的培养基中培养，经过第1、2次细胞分裂后，分别得到G_1、G_2代细胞，再从G_0、G_1、G_2代细胞中提取出DNA，经密度梯度离心后的结果如图1所示，图2是DNA的部分结构。

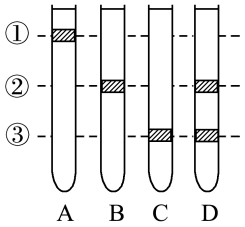


图1

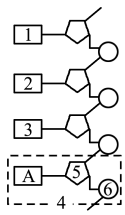
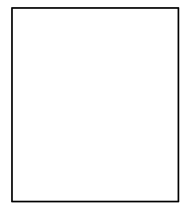


图2


图3

由于DNA分子质量不同，因此离心后在离心管内的分布不同。若①②③分别表示轻、中、重3种DNA分子在离心管中的位置，请回答下列问题：

(1)^{32}P存在于图2中标号_____所示的结构中，标号4的名称是_____。

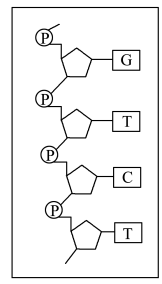
(2)若图2中1、2、3分别表示C、A、G，在图3画出该DNA上相应的另一条链。

(3)图1中G_0、G_1、G_2 3代DNA离心后所在的试管分别是_____、_____、_____。

(4)上述实验结果证明DNA的复制方式是_____。DNA的自我复制能使生物的_____保持连续性。

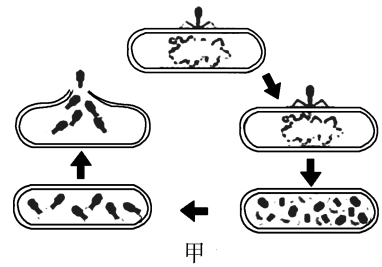
解析：(1)^{32}P存在于图2中标号6所示的磷酸基团中，标号4是腺嘌呤脱氧核苷酸。(2)根据碱基互补配对原则，C与G配对、A与T配对，由此画出相应的另一条链，如答案图所示。(3)G_0代细胞是哺乳动物细胞放在含有^{31}P磷酸的培养基中连续培养数代得到的，其DNA的两条链都含^{31}P，应位于试管的上方①的位置，与试管A一致；G_1代细胞是G_0代细胞在含^{32}P磷酸培养基中培养分裂一次得到的，DNA都是一条链含有^{31}P，另一条链含有^{32}P，分布在试管的②的位置，与试管B一致；G_2代细胞是G_0代细胞在含^{32}P磷酸的培养基中培养分裂两次得到的，其DNA中一半是一条链含有^{31}P，另一条链含有^{32}P，另一半是两条链均含有^{32}P，离心后分别位于试管的②③的位置，与试管D一致。(4)题中实验证明DNA的复制方式是半保留复制。DNA的自我复制能使生物的遗传信息保持连续性。

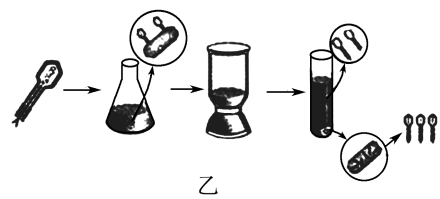
答案：(1)6　腺嘌呤脱氧核苷酸　(2)如图所示



(3)A　B　D　(4)半保留复制　遗传信息

19.(13分)1952年，科学家赫尔希和蔡斯利用大肠杆菌、T2噬菌体为材料进行科学研究。他们首先在分别含有^{35}S和^{32}P的培养基中培养大肠杆菌，然后用上述大肠杆菌培养T2噬菌体，再用得到的T2噬菌体分别去侵染未被标记的大肠杆菌(如图甲所示)，并经过保温、搅拌器搅拌、离心等步骤进一步开展实验(如图乙所示)。


甲


乙

其实验包括4个步骤：

①噬菌体与大肠杆菌混合培养；

②^{32}P和^{35}S分别标记噬菌体；

③放射性检测；

④离心分离。

请据图回答下列问题：

(1)T2噬菌体的成分简单，只含有_____和_____，是证实哪一种物质是遗传物质的很好的实验材料。

(2)该实验步骤的正确顺序是_____(用实验步骤中的序号表示)。

(3)实验中，搅拌的目的是_____。

(4)用^{35}S标记的噬菌体侵染大肠杆菌，经过离心，在离心管中放射性较高的部位应分布在试管的_____。

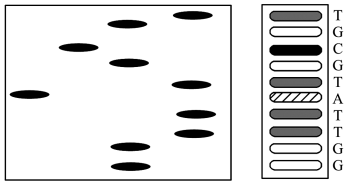
(5)某个亲代噬菌体用^{32}P标记后侵染只含^{31}P的细菌，产生子代噬菌体16个，其中含有^{32}P的噬菌体占子代噬菌体的比例为_____，带有^{31}P的噬菌体占子代噬菌体的百分比为_____。

(6)噬菌体侵染细菌实验证明了_____。

解析:(1)噬菌体的成分简单,由蛋白质和DNA组成,是证实哪一种物质是遗传物质的很好的实验材料。(2)噬菌体是病毒,是在活细胞中营寄生生活的生物,不能直接在培养基上培养。所以要先培养细菌,使细菌被标记,用噬菌体侵染被标记的细菌得到被标记的噬菌体,再用被标记的噬菌体侵染未被标记的细菌,保温、离心处理,检测放射性,因此实验步骤的正确顺序为②①④③。(3)实验中,搅拌的目的是使吸附在细菌上的噬菌体与细菌分离。(4)用^{35}S标记的噬菌体侵染大肠杆菌,由于蛋白质外壳不进入大肠杆菌内,经过离心,蛋白质外壳分布到上清液中,故在离心管中放射性较高的部位应分布在试管的上清液中。(5)根据DNA半保留复制的特点,16个子代噬菌体均含有^{31}P,但其中只有2个含有^{32}P,因此含有^{32}P的噬菌体占子代噬菌体的比例为2÷16=1/8,带有^{31}P的噬菌体占子代噬菌体的比例为100%。(6)噬菌体侵染细菌实验证明了DNA是遗传物质。

答案:(1)DNA　蛋白质　(2)②①④③　(3)使吸附在细菌上的噬菌体与细菌分离　(4)上清液中　(5)1/8　100%　(6)DNA是遗传物质

20.(13分)图1表示用DNA测序仪测出的某生物的一个DNA分子片段上被标记的一条脱氧核苷酸链的碱基排列顺序(—TGCGTATTGG—),请回答下列问题:



测序结果图　　碱基序列

图1

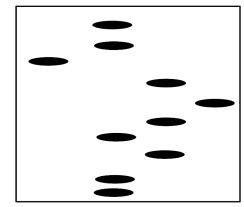


图2

(1)根据图1推测,此DNA片段上的鸟嘌呤脱氧核苷酸的数量是_____个。

(2)根据图1脱氧核苷酸链的碱基排序,图2显示的脱氧核苷酸链的碱基序列为_____(从上往下序列)。

(3)图1所测定的DNA片段与图2所显示的DNA片段中的(A+G)/(T+C)总是为_____,由此证明DNA分子中碱基的数量关系是_____。图1中的DNA片段与图2中的DNA片段中A/G的值分别为_____、_____,由此说明了DNA分子的特异性。

(4)若用^{35}S标记某噬菌体,让其在不含^{35}S的细菌中繁殖5代,子代中含有^{35}S标记的噬菌体所占比例为_____。

解析:(1)图1所示的1条链上有4个G、1个C,故另1条链上有1个G、4个C,所以此DNA片段上的鸟嘌呤脱氧核苷酸的数量是5个。(2)由图1确定从左到右的4种碱基依次是A、C、G、T,故图2中从上往下的脱氧核苷酸链碱基序列为—CCAGTGCGCC—。(3)在双链DNA中,A=T、C=G,故其(A+G)/(T+C)总是为1。由图1和图2的碱基排列顺序可知,二者的A/G的值分别为(1+4)/(4+1)=1、(1+1)/(3+5)=2/8=1/4。(4)因亲代噬菌体外壳留在细菌外面,DNA进入细菌内部,故子代噬菌体中都不含^{35}S标记,所占比例为0。

答案:(1)5　(2)—CCAGTGCGCC—　(3)1　嘌呤数等于嘧啶数　1　1/4　(4)0

第4章 基因的表达

第1节 基因指导蛋白质的合成

学习任务目标

1.基于DNA转录、翻译的过程，形成生命的物质观、结构与功能观；基于遗传信息流，建立生命的信息观；基于密码子的通用性，进一步认识生物界的统一性。
2.运用模型与建模的科学方法，掌握DNA上的遗传信息通过RNA指导蛋白质合成的过程。
3.通过了解中心法则的提出和修正过程，认同科学是不断发展的，培养科学探究素养。

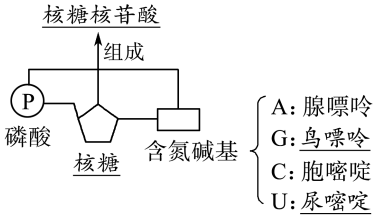
问题式预习

一、遗传信息的转录

1.RNA的组成与结构

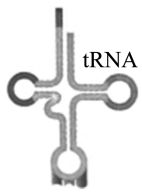
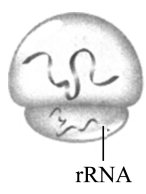
（1）基本单位：核糖核苷酸。

（2）组成成分



（3）空间结构：一般是单链，且比DNA短。

2.细胞中RNA的种类及作用

项目	mRNA	tRNA	rRNA
示意图			
分布	常与核糖体结合	细胞质中	与蛋白质结合形成核糖体
功能	翻译时作模板	翻译时作搬运氨基酸的工具	参与核糖体的组成
联系	①组成相同：都含有4种核糖核苷酸； ②来源相同：都由转录产生； ③功能协同：都与翻译有关		

3.遗传信息的转录

（1）概念：在细胞核中，通过RNA聚合酶以DNA的一条链为模板合成RNA的过程。

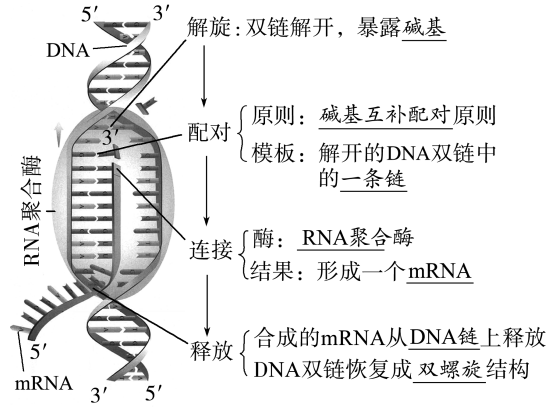
①场所：细胞核（主要）。

②模板：DNA的一条链。

③产物：RNA。

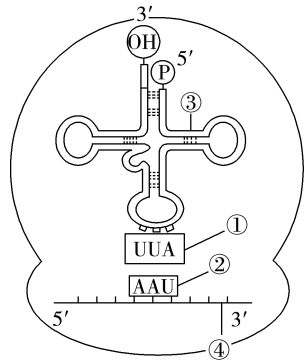
④原料：核糖核苷酸。

（2）过程



二、遗传信息的翻译

1.密码子和反密码子



（1）属于密码子的是②（填标号），位于④mRNA（填

名称)上,其实质是决定一个氨基酸的3个相邻的碱基。

(2)属于反密码子的是①(填标号),位于③tRNA(填名称)上,其实质是与密码子发生碱基互补配对的3个相邻的碱基。

(3)密码子的种类为64种,其中有2种起始密码子,3种终止密码子。在正常情况下,UGA是终止密码子,但在特殊情况下,UGA可以编码硒代半胱氨酸。

2.翻译

(1)概念:游离在细胞质中的各种氨基酸,以mRNA为模板合成具有一定氨基酸顺序的蛋白质的过程。

(2)场所或装配机器:核糖体。

(3)条件:模板:mRNA;原料:氨基酸;能量:ATP;酶:多种酶;搬运工具:tRNA

(4)过程

起始——mRNA与核糖体结合

运输——tRNA携带氨基酸至特定位置

延伸——核糖体沿mRNA移动,读取下一个密码子,由对应tRNA运输相应的氨基酸加到延伸中的肽链上(一个mRNA可以结合多个核糖体)

停止——当核糖体到达mRNA上的终止密码子时,合成停止

脱离——肽链合成后从核糖体与mRNA的复合物上脱离

(5)产物:多肽$\xrightarrow{\text{盘曲折叠}}$蛋白质。

(6)翻译能高效进行的原因:一个mRNA分子上可以相继结合多个核糖体,同时进行多条肽链的合成。

三、中心法则

中心法则图解(虚线表示少数生物的遗传信息的流向)如下图,完成有关内容填写:



(1)写出图中标号代表的含义

①DNA复制;②转录;③翻译;④RNA复制;⑤逆转录。

(2)从图中可以看出,遗传信息的载体是DNA、RNA,遗传信息表达的产物是蛋白质,而整个过程都需要ATP提供能量。可见,生命是物质、能量和信息的统一体。

教材开发

1.[教材P66"思考·讨论"]转录与DNA复制有什么共同之处?这对保证遗传信息的准确转录有什么意义?与DNA复制相比,转录所需要的原料和酶各有什么不同?

提示:可以从所需条件、过程中的具体步骤所表现出的规律等角度进行分析。转录与复制都需要模板、都遵循碱基互补配对原则,等等。其中,碱基互补配对原则能够保证遗传信息传递的准确性。DNA复制所需要的原料是4种游离的脱氧核苷酸,所需要的酶是解旋酶和DNA聚合酶;转录所需要的原料是4种游离的核糖核苷酸,所需要的酶是RNA聚合酶。

2.[教材P67"思考·讨论"]组成蛋白质的21种氨基酸应对应64种密码子。由此推知一种氨基酸可能对应多个密码子,这对生物体的生存发展的意义是什么?

提示:①增强容错性:当密码子中有一个碱基改变时,由于密码子的简并,可能并不会改变其对应的氨基酸,因而有利于维持蛋白质或性状的稳定。②保证翻译速度:当某种氨基酸使用频率高时,几种不同的密码子都编码一种氨基酸可以保证翻译的速度。

概念辨析

1.在菠菜的上表皮细胞中能够发生转录的场所只有细胞核、叶绿体。(×)

2.转录终止时成熟的RNA从模板链上脱离下来。(×)

3.一个mRNA上可同时结合多个核糖体,共同完成一条肽链的合成。(×)

4.遇到终止密码子时转录过程就停止。(×)

5.蛋白质与DNA结合后都能调控基因表达。(×)

6.DNA与RNA的结合可发生在HIV中。(×)

7.细胞中以DNA的一条链为模板转录出的RNA均可编码多肽。(×)

8.tRNA、rRNA、mRNA都是基因转录的产物。(√)

9.mRNA上有多少个密码子就有多少个tRNA与之对应。(×)

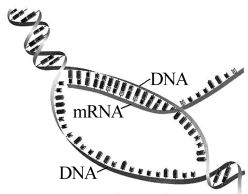
10.翻译过程中tRNA和运载的氨基酸依据碱基互补配对原则结合。(×)

任务型课堂

任务一 遗传信息的转录

［探究活动］

右图为 DNA 分子的转录过程示意图。请回答下列问题：



(1)DNA 和 RNA 在组成成分上有何异同？

提示：相同点：元素组成都为 C、H、O、N、P，都含有碱基 A、C、G，都含有五碳糖和磷酸。不同点：DNA 的基本组成单位是脱氧核苷酸，特有脱氧核糖和碱基 T；RNA 的基本组成单位是核糖核苷酸，特有核糖和碱基 U。

(2)转录成的 RNA 的碱基序列与作为模板的 DNA 单链的碱基序列有何关系？与 DNA 的另一条链的碱基序列相比有哪些异同？

提示：①转录成的 RNA 的碱基序列与作为模板的 DNA 单链的碱基序列互补配对。②与 DNA 的另一条链的碱基序列相比，碱基序列基本相同，只是 DNA 链上 T 的位置，RNA 链上是 U。

［评价活动］

1.(2022·广东卷)拟南芥 HPR1 蛋白定位于细胞核孔结构，功能是协助 mRNA 转移。与野生型相比，推测该蛋白功能缺失的突变型细胞中，有更多 mRNA分布于 (　　)

A.细胞核　　B.细胞质

C.高尔基体　　D.细胞膜

A　**解析**：野生型的拟南芥 HPR1 蛋白定位于细胞核孔结构，功能是协助 mRNA 转移。mRNA 是转录的产物，翻译的模板，故可推测其转移方向是从细胞核内通过核孔到细胞核外，因此该蛋白功能缺失的突变型细胞，不能协助 mRNA 转移，mRNA 会聚集在细胞核中，A 正确。

2.下列关于遗传信息转录的说法中，正确的是 (　　)

A.RNA 聚合酶与 DNA 分子结合只能使 DNA 双螺旋解开

B.在一个细胞周期中，基因只进行一次转录

C.真核细胞中遗传信息的转录可发生在细胞质中

D.同一基因在转录时可能以不同的核苷酸链作为模板

C　**解析**：RNA 聚合酶与 DNA 分子结合既能使 DNA 双螺旋解开，又能催化 RNA 链的合成，A 错误；在一个细胞周期中，基因只复制一次，但是有些基因可以多次转录，B 错误；叶绿体和线粒体中有 DNA，是半自主性细胞器，也会发生遗传信息的转录，C 正确；转录仅以 DNA 分子片段的一条链作为模板，被选为模板的单链为模板链，这条链是固定的，D 错误。

3.2023 年 4 月，《自然》杂志发表了一项研究成果：通过对人类和其他 4 种模式动物转录过程的分析，找到了动物王国普适的衰老线索，即基因的平均转录延伸速度会随着年龄的增长而增加，但转录过程的准确性下降。该研究还发现通过限制热量摄入等方式可以逆转上述过程。下列有关叙述正确的是 (　　)

A.转录延伸时，游离的脱氧核糖核苷酸添加到子链的 3′端

B.转录延伸时，RNA 聚合酶移动到终止密码子时转录停止

C.转录出的 mRNA 与模板 DNA 之间的碱基序列均能互补配对

D.在一定程度上低热量饮食可延缓实验动物的衰老

D　**解析**：转录延伸时，游离的核糖核苷酸添加到子链的 3′端，A 错误；DNA 双链解开，RNA 聚合酶与启动子结合启动转录，移动到终止子时停止转录，而终止密码子在 mRNA 上，B 错误；由题意“基因的平均转录延伸速度会随着年龄的增长而增加，但转录过程的准确性下降”可知，转录出的 mRNA 与模板 DNA 之间可能会出现碱基配对出错的现象，C 错误；由题意可知通过限制热量摄入等方式可以逆转衰老过程，说明在一定程度上低热量饮食可延缓实验动物的衰老，D 正确。

任务升华

(1)转录不是转录整个 DNA，而是转录其中的基因，不同种类的细胞转录不同的基因，从而产生不同的 mRNA，将来合成不同的蛋白质，这就是基因的选择性表达。

(2)转录的模板只是 DNA 分子的一条链，该链的互补链被称为编码链。

(3)转录的产物主要有 3 种：mRNA、rRNA、tRNA。这 3 种 RNA 都参与蛋白质合成，各有不同的功能。

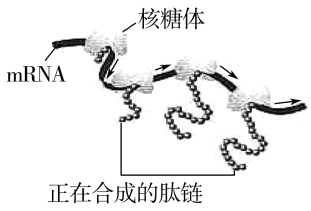
(4)细胞核中转录形成的 RNA 通过核孔进入细胞质的过程需要能量。

(5)质基因(线粒体和叶绿体中的基因)控制蛋白质合成的过程中也进行转录和翻译。

任务二　遗传信息的翻译

［探究活动］

下图为以 mRNA 分子为模板合成蛋白质的过程示意图。请回答下列问题：



(1)若某一多肽链片段为“—苯丙氨酸—色氨酸—谷氨酸—”，请写出指导该多肽合成的 mRNA 中相应碱基的组成；若某一 mRNA 片段为“—AUGGAAGCA—”，请写出其编码的氨基酸序列。

提示：①—UUUUGGGAA—或—UUCUGGGAA—或—UUUUGGGAG—或—UUCUGGGAG—。②—甲硫氨酸—谷氨酸—丙氨酸—。

(2)若指导蛋白质合成的基因中某一碱基发生改变，其控制合成的氨基酸是否一定发生改变？为什么？

提示：不一定。因为一种氨基酸可对应一种或多种密码子。

(3)一个 mRNA 分子可结合多个核糖体，每个核糖体只合成多肽链中的一段，还是独立合成一条完整的多肽链？这些多肽链的氨基酸序列是否相同？

提示：每个核糖体都独立合成一条完整的多肽链。这些多肽链的氨基酸序列相同。

［评价活动］

1.(2021·广东卷)金霉素(一种抗生素)可抑制 tRNA 与 mRNA 的结合，该作用直接影响的过程是(　　)

A.DNA 复制　　B.转录

C.翻译　　D.逆转录

C　**解析**：由题可知，金霉素可抑制 tRNA 与 mRNA 的结合，使 tRNA 不能携带氨基酸进入核糖体，从而直接影响翻译的过程，C 正确。

2.基因指导蛋白质的合成包括转录和翻译两个阶段，下列有关叙述正确的是(　　)

A.转录以 DNA 的两条链为模板合成 RNA

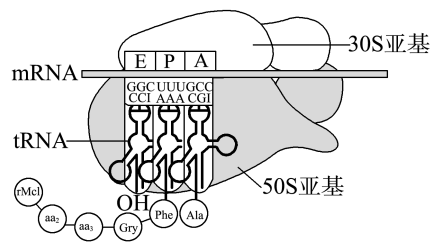
B.转录必须在 DNA 聚合酶的作用下进行

C.翻译时，一个 mRNA 分子上只能结合一个核糖体

D.翻译时，一种氨基酸可能被多种 tRNA 转运

D　**解析**：转录是以 DNA 的一条特定的链为模板合成 RNA 的过程，A 错误；转录必须在 RNA 聚合酶的作用下进行，B 错误；翻译时，一个 mRNA 分子上可以结合多个核糖体，指导多条相同肽链的合成，C 错误；翻译时，一种氨基酸可能被多种 tRNA 转运，而一种 tRNA 只能转运一种氨基酸，D 正确。

3.大肠杆菌蛋白质翻译的起始阶段需要核糖体、特异性起始 tRNA、mRNA 以及三个翻译起始因子(IF-1、IF-2和 IF-3)。首先，IF-3、mRNA 和 30S 核糖体亚基形成复合物。随后，IF-2 和特异性识别起始密码子的甲酰甲硫氨酰-tRNA 形成复合物。接着，甲酰甲硫氨酰-tRNA 与 mRNA 的起始密码子结合，两个复合物连同 IF-1 以及 GTP 分子共同构成 30S 起始复合物。最后，GTP 水解，50S 核糖体亚基结合到复合物中，起始因子被释放，形成完整的 70S 核糖体-mRNA 复合物并进行翻译。下图为蛋白质翻译延伸示意图。下列说法正确的是(　　)



A.蛋白质翻译延伸时，tRNA 会依次进入核糖体上的 E 位点、P 位点、A 位点

B.蛋白质翻译全过程由 ATP 提供能量

C.若 I 与 U、C 均可配对，则有利于提高翻译的效率

D.加工成熟的蛋白质中的第一个氨基酸都是甲硫氨酸

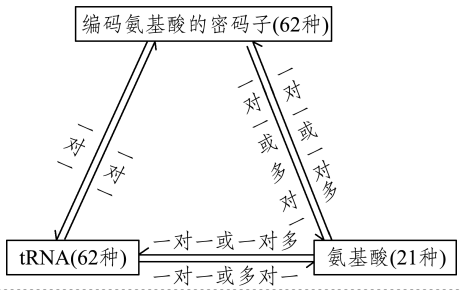
C　**解析**：由图可知，mRNA 的翻译方向是从左到右，因此蛋白质翻译延伸时，随核糖体的移动，tRNA 会依次进入 A 位点、P 位点、E 位点，A 错误；根据题意可知，蛋白质翻译全过程由 GTP 提供

能量，B 错误；若 I 与 U、C 均可配对，则提高了密码子的简并，使得碱基配对的效率更高，有利于提高翻译的效率，C 正确；在核糖体上合成的肽链还要进行加工修饰，如剪切，因此加工成熟的蛋白质第一个氨基酸不一定是甲硫氨酸，D 错误。

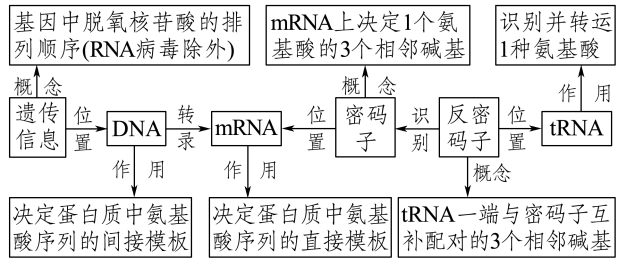
任务升华

氨基酸与密码子、反密码子的关系

(1)密码子、tRNA 和氨基酸之间的对应关系

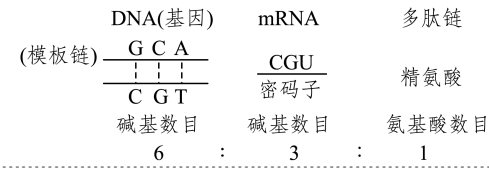


(2)遗传信息、密码子(遗传密码)、反密码子的关系



(3)基因中碱基、mRNA 中碱基与多肽链中氨基酸的数量关系

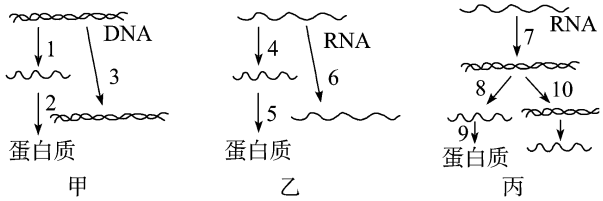
基因中碱基数：mRNA 中碱基数：多肽链中氨基酸数＝6：3：1，图解如下：



任务三 中心法则

[探究活动]

下图为中心法则的相关过程示意图。请据图分析回答下列问题：



(1)分析图中数字代表的过程。

提示：图中 1、8 为转录过程；2、5、9 为翻译过程；3、10 为 DNA 复制过程；4、6 为 RNA 复制过程；7 为逆转录过程。

(2)若甲、乙、丙为病毒，则其分别为何种病毒？

提示：若甲、乙、丙为病毒，则甲为 DNA 病毒；乙为 RNA 病毒；丙为逆转录病毒。

(3)分别写出下列生物的中心法则图解。

生物种类	举例	遗传信息的传递过程
DNA 病毒	T2 噬菌体	复制 DNA →(转录) RNA →(翻译) 蛋白质
某些 RNA 病毒	烟草花叶病毒	复制 RNA →(翻译) 蛋白质

续表

生物种类	举例	遗传信息的传递过程
逆转录病毒	艾滋病病毒	RNA →(逆转录) DNA →(复制)；DNA →(转录) RNA →(翻译) 蛋白质
细胞生物	动物、植物、细菌、真菌等	复制 DNA →(转录) RNA →(翻译) 蛋白质

[评价活动]

1.(2022·河北卷)关于中心法则相关酶的叙述，错误的是 (　　)

A.RNA 聚合酶和逆转录酶催化反应时均遵循碱基互补配对原则且形成氢键

B.DNA 聚合酶、RNA 聚合酶和逆转录酶均由核酸编码并在核糖体上合成

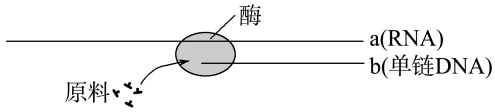
C.在解旋酶协助下，RNA 聚合酶以单链 DNA 为模板转录合成多种 RNA

D.DNA 聚合酶和 RNA 聚合酶均可在体外发挥催化作用

C　**解析**：RNA 聚合酶催化 DNA→RNA 的转录过程，逆转录酶催化 RNA→DNA 的逆转录过程，两

个过程中均遵循碱基互补配对原则，且存在DNA-RNA之间的氢键形成，A正确；DNA聚合酶、RNA聚合酶和逆转录酶的本质都是蛋白质，其合成场所是核糖体，B正确；以单链DNA为模板转录合成多种RNA，该过程不需要解旋酶，C错误；酶的作用机理是降低化学反应的活化能，从而起催化作用，在适宜条件下，酶在体内外均可发挥作用，D正确。

2.(2022·浙江卷)“中心法则”反映了遗传信息的传递方向，其中某过程的示意图如下。下列叙述正确的是　(　　)



A.催化该过程的酶为RNA聚合酶

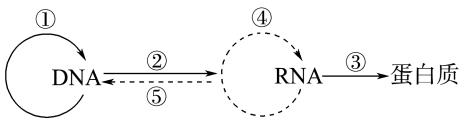
B.a链上任意3个碱基组成一个密码子

C.b链的脱氧核苷酸之间通过磷酸二酯键相连

D.该过程中遗传信息从DNA向RNA传递

C　**解析**：图示过程以RNA链为模板，合成单链DNA，为逆转录过程，催化该过程的酶为逆转录酶，A错误；mRNA链上能决定一个氨基酸的3个相邻碱基，组成一个密码子，B错误；b链为单链DNA，相邻的两个脱氧核苷酸之间通过磷酸二酯键连接，C正确；该过程为逆转录，遗传信息从RNA向DNA传递，D错误。

3.带状疱疹是水痘-带状疱疹病毒(VZV)感染所致，VZV是一种具有传染性的双链DNA病毒。阿昔洛韦是治疗带状疱疹的一种常用药物，其作用机理主要是抑制病毒DNA聚合酶的活性。如图所示为遗传信息传递的中心法则，下列相关叙述正确的是　(　　)



A.与VZV相关的信息传递存在图中的①②③⑤过程

B.阿昔洛韦主要通过影响图中的③过程来抑制VZV的增殖

C.⑤过程存在U—A、C—G、A—T碱基配对方式

D.在①过程中，DNA聚合酶能将两条链之间的氢键断开

C　**解析**：VZV是一种具有传染性的双链DNA病毒，不会发生⑤逆转录过程，A错误；由题干信息可知，阿昔洛韦的作用机理主要是抑制病毒DNA聚合酶的活性，故其主要通过影响图中的①DNA复制过程来抑制VZV的增殖，B错误；⑤逆转录是以RNA为模板合成DNA的过程，RNA中存在U、C、A、G碱基，与其配对的DNA中的碱基分别为A、G、T、C，即U—A、C—G、A—T、G—C 4种碱基配对方式，C正确；在①DNA复制过程中，解旋酶能将两条链之间的氢键断开，D错误。

任务升华

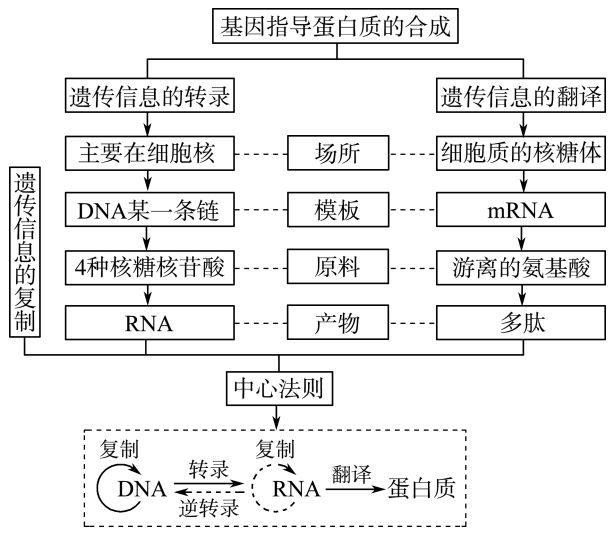
并非所有细胞均能进行DNA复制、转录与翻译

(1)绿色植物只有分生组织细胞才能进行DNA复制(当然也进行转录与翻译)。

(2)高度分化的细胞只进行转录、翻译，不进行DNA复制。

(3)哺乳动物成熟的红细胞中，DNA复制、转录、翻译均不能进行。

▶提质归纳



课后素养评价(十一)

基础性·能力运用

知识点1　基因的表达过程

1.(2021·重庆卷)科学家建立了一个蛋白质体外合成体系(含有人工合成的多聚尿嘧啶核苷酸、除去了DNA和mRNA的细胞提取液)。在盛有该合成体系的4支试管中分别加入苯丙氨酸、丝氨酸、酪氨酸和半胱氨酸后，发现只有加入苯丙氨酸的试管中出现了多肽链。下列叙述错误的是　(　　)

A.合成体系中多聚尿嘧啶核苷酸为翻译的模板

B.合成体系中的细胞提取液中含有核糖体

C.反密码子为UUU的tRNA可携带苯丙氨酸

D.试管中出现的多肽链为多聚苯丙氨酸

C　**解析**：翻译过程以氨基酸为原料，以转录过程产

生的 mRNA 为模板，所以在人工合成体系中多聚尿嘧啶核苷酸为翻译的模板，A 正确；翻译需要核糖体的参与，所以人工合成体系中的细胞提取液中含有核糖体，B 正确；由于加入的模板链为多聚尿嘧啶核苷酸，因此可推测反密码子为 AAA 的 tRNA 可携带苯丙氨酸，C 错误；加入苯丙氨酸的试管中出现了多肽链，该实验说明在多聚尿嘧啶核苷酸序列的指导下合成了苯丙氨酸组成的肽链，D 正确。

2. 许多抗肿瘤药物通过干扰 DNA 的合成及功能抑制肿瘤细胞增殖。下表为 3 种抗肿瘤药物的主要作用机理。下列叙述错误的是（　　）

药物名称	作用机理
羟基脲	阻止脱氧核糖核苷酸的合成
放线菌素 D	抑制 DNA 的模板功能
阿糖胞苷	抑制 DNA 聚合酶的活性

A. 用羟基脲处理后，肿瘤细胞中 DNA 复制和转录过程都出现原料匮乏

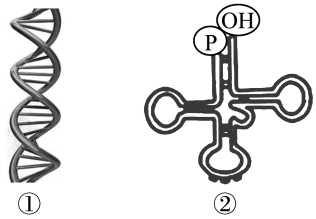
B. 用放线菌素 D 处理后，肿瘤细胞中 DNA 复制和转录过程都受到抑制

C. 用阿糖胞苷处理后，肿瘤细胞 DNA 复制过程中子链无法正常延伸

D. 将 3 种药物精准导入肿瘤细胞的技术可减弱它们对正常细胞的不利影响

A　**解析**：羟基脲的作用机理是阻止脱氧核糖核苷酸的合成，从而影响肿瘤细胞中 DNA 的复制过程，而转录过程需要的原料是核糖核苷酸，不会受到羟基脲的影响，A 错误；放线菌素 D 通过抑制 DNA 的模板功能，可以抑制 DNA 复制和转录，因为 DNA 复制和转录均需要以 DNA 为模板，B 正确；阿糖胞苷通过抑制 DNA 聚合酶活性而影响 DNA 复制过程，DNA 聚合酶活性受抑制后，会使肿瘤细胞 DNA 复制过程中子链无法正常延伸，C 正确；由于 3 种药物是精准导入肿瘤细胞，因此可以减弱它们对正常细胞的不利影响，D 正确。

3. 下列关于图中①②两种核酸分子的叙述，正确的是（　　）



①　②

A. ①②中的嘌呤碱基数都等于嘧啶碱基数

B. 遗传基因在①上，密码子位于②上

C. ②是由①转录而来的

D. 肺炎链球菌和噬菌体均含①②

C　**解析**：①是双链 DNA，嘌呤碱基数与嘧啶碱基数相等，②是单链 RNA，嘌呤碱基数与嘧啶碱基数一般不相等，A 错误；②是 tRNA，密码子位于 mRNA 上，B 错误；tRNA、mRNA 和 rRNA 都是由 DNA 转录而来的，C 正确；噬菌体是 DNA 病毒，没有 RNA，因此没有②，D 错误。

知识点 2　中心法则

4. 下列关于 DNA 复制、转录和翻译的叙述，正确的是（　　）

A. DNA 复制、转录和翻译过程中，碱基互补配对的方式均相同

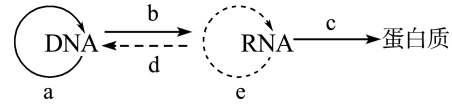
B. DNA 聚合酶和 RNA 聚合酶都具有催化作用，结合位点都在 DNA 上

C. DNA 复制和转录只能发生在特定细胞中，翻译在所有细胞中均能发生

D. 密码子的简并有利于提高转录速度

B　**解析**：DNA 复制、转录和翻译过程中，碱基互补配对的方式不完全相同，如在 DNA 复制过程中不存在 A 与 U 配对，A 错误；DNA 聚合酶在 DNA 复制过程中发挥催化作用，RNA 聚合酶在基因转录过程中起催化作用，二者的结合位点都在 DNA 上，B 正确；DNA 复制一般发生在有分裂能力的细胞中，转录和翻译在大部分细胞中均能发生，C 错误；密码子的简并（多个密码子对应同一种氨基酸）有利于维持生物性状的相对稳定和提高翻译速度，D 错误。

5. 下图是中心法则示意图，各个字母代表不同的过程。下列相关叙述正确的是（　　）



A. 正常情况下大肠杆菌中能发生 d 过程

B. c 过程需要 tRNA 和核糖体同时参与

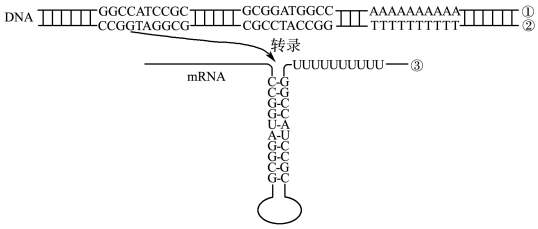
C. 植物细胞中，可经 b、c 过程合成叶绿素

D. b、c 过程不可能发生在线粒体和叶绿体中

B　**解析**：d 是逆转录过程，正常情况下大肠杆菌中不能发生该过程，A 错误；c 是翻译过程，需要 tRNA 和核糖体同时参与，B 正确；转录和翻译是合成蛋白质的过程，而叶绿素不是蛋白质，C 错误；转录与翻译，都可以在叶绿体和线粒体中发生，D 错误。

综合性·创新提升

6. 发夹结构是指单链 RNA 分子的局部区域，由于存在二重对称区，通过自身回折使得互补的碱基对相遇结合而成的一种二级结构，发夹结构能阻止 RNA 聚合酶继续移动。下图表示某 mRNA 的发夹结构及相应基因上对应的碱基序列。下列叙述正确的是　（　　）



A. 图中的 T 和 A 分别代表一种核苷酸

B. 图中②链为转录的模板链

C. 发夹结构的形成利于直接控制翻译而不是转录

D. 发夹结构富含 G/C，利于提高 mRNA 稳定性

D　**解析**：图中既有 DNA，又有 RNA，其中 T 代表一种脱氧核苷酸，A 代表腺嘌呤脱氧核苷酸或腺嘌呤核糖核苷酸，A 错误；根据碱基互补配对，①链的碱基与③链的碱基互补配对，故①链为转录的模板链，B 错误；题中显示，发夹结构能阻止 RNA 聚合酶移动，因此该结构的形成利于直接控制转录的终止，C 错误；发夹结构富含 G/C，G/C 之间有三个氢键，因而有利于提高 mRNA 稳定性，D 正确。

7. 假尿苷是 RNA 上最丰富的修饰核苷。科学家发现，用假尿苷完全替代尿苷的 mRNA 能提高 mRNA 的稳定性并增强其翻译能力。除此之外，当终止密码子中的尿苷被替代后，它能编码氨基酸。下列叙述错误的是　（　　）

A. 尿苷是由尿嘧啶与核糖构成的

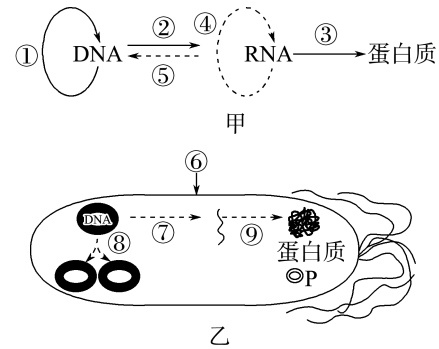
B. 假尿苷替代 mRNA 中尿苷导致 mRNA 易降解

C. 假尿苷替代尿苷后，mRNA 所编码的氨基酸序列可能会改变

D. 假尿苷修饰后的 mRNA 作为翻译的模板时可结合多个核糖体

B　**解析**：腺苷是由腺嘌呤与核糖构成，则尿苷应由尿嘧啶和核糖构成，A 正确；由题意可知，假尿苷替代尿苷可增强 mRNA 的稳定性，mRNA 不易被降解，B 错误；假尿苷替代尿苷后可导致终止密码子编码氨基酸，进而导致 mRNA 编码的氨基酸序列改变，C 正确；mRNA 可相继结合多个核糖体，提高蛋白质的合成速率，D 正确。

8. 青霉素、利福平、环丙沙星、红霉素对细菌的作用部位或作用原理分别对应图乙中的⑥⑦⑧⑨，图甲为遗传信息的传递过程。下列叙述正确的是　（　　）



A. 环丙沙星和红霉素都能抑制①③过程

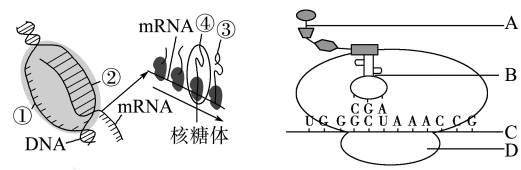
B. 青霉素和利福平都能抑制细菌的①过程

C. 结核杆菌的④⑤过程都发生在细胞质中

D. ①②③过程可发生在人体的健康细胞中

D　**解析**：由题图可知，环丙沙星作用于⑧细菌 DNA 的复制过程，因此能抑制①DNA 复制过程；红霉素作用于⑨翻译过程，因此能抑制③翻译过程，A 错误；青霉素作用于⑥细菌的细胞壁，利福平作用于⑦转录过程，不能抑制①DNA 复制过程，B 错误；结核杆菌属于细菌，细菌不会发生④RNA 复制、⑤逆转录过程，C 错误；①为 DNA 的复制过程，②为转录过程，③为翻译过程，均可发生在人体的健康细胞中，D 正确。

9. 图甲表示大肠杆菌细胞中遗传信息传递的部分过程，图乙为图甲中④的放大示意图。请据图回答下列问题：



(1) 在图甲中，转录时 DNA 的双链解开，该变化还可发生在_____过程中。mRNA 是以图中的②为模板，在有关酶的催化作用下，以 4 种游离的_____为原料，依次连接形成的。能特异性识别 mRNA 上的密码子的分子是_____，它所携带的小分子有机物用于合成图中[　]_____。

(2) 图乙中，如果 C 中尿嘧啶和腺嘌呤之和占 42%，则可得出与 C 合成有关的 DNA 分子中胞嘧啶

占_____。

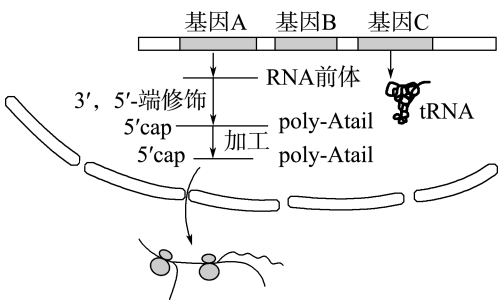
(3)图乙中，一个正被运载的氨基酸是_____，其前连接的一个氨基酸是_____，其后将要连接上去的一个氨基酸是_____。相关密码子见下表。

氨基酸	丙氨酸	谷氨酸	赖氨酸	色氨酸
密码子	GCA、GCG、GCC、GCU	GAA、GAG	AAA、AAG	UGG

解析：(1)图甲中，转录时DNA双链解旋，解旋过程还可发生在DNA复制时。转录最终形成的是mRNA，所以以4种游离的核糖核苷酸为原料；mRNA与tRNA碱基互补配对，所以能特异性识别mRNA上的密码子的分子是tRNA，它所携带的小分子有机物是氨基酸，用于合成图中③多肽(肽链)。(2)mRNA中U+A=42%，则DNA中互补碱基T+A=42%，则C=(1−42%)÷2=29%。(3)密码子是mRNA上编码一个氨基酸的3个相邻的碱基，图乙中一个正被运载的氨基酸的密码子为GCU，其编码的氨基酸为丙氨酸，因为图乙是图甲中④的放大图，根据图甲可知，翻译的方向是从左向右，所以其前连接的一个氨基酸的密码子是UGG，为色氨酸，其后将要连接上去的一个氨基酸的密码子是AAA，为赖氨酸。

答案：(1)DNA复制　核糖核苷酸　tRNA(转运RNA)　③　多肽(肽链)　(2)29%　(3)丙氨酸　色氨酸　赖氨酸

10. 真核生物核基因转录生成的RNA前体需要经过修饰加工，在5′端加上5′ cap，在3′端加上poly-Atail，之后再通过核孔进入细胞质，完成翻译过程，部分过程如下图所示。请回答下列问题。



(1)合成RNA前体的过程中，需要的原料为_____，_____酶与基因A的启动子区域结合后开启转录过程。基因C异常对基因A的表达_____(填“有”或“没有”)影响，理由是_____。

(2)在基因A和基因B中间插入一段DNA序列后，发现基因B编码的蛋白质的氨基酸序列并没有改变，其原因可能是_____。

(3)研究者分别将等量的由同一基因转录出的带有5′cap的RNA和无5′cap的RNA导入细胞，一段时间后发现无5′cap的RNA大量减少，据此推测5′cap的作用是_____。

(4)新型冠状病毒与HIV均属于RNA病毒，HIV为逆转录病毒，其RNA不能直接作为翻译的模板，而新型冠状病毒的RNA有5′cap结构，能直接作为翻译的模板，据此推测5′cap具有的功能可能是_____。

解析：(1)合成RNA前体的过程中，需要4种核糖核苷酸为原料。RNA聚合酶能催化DNA转录形成RNA，因此RNA聚合酶与基因A的启动子区域结合后开启转录过程。由图可知基因C可指导合成tRNA，tRNA作为氨基酸的运载体参与翻译过程，因此基因C异常不能转录形成tRNA，对基因A的表达存在影响。(2)在基因A和基因B中间插入一段DNA序列后，没有影响基因B的碱基序列，因此对基因B编码的蛋白质的氨基酸序列没有影响。(3)将等量的带有5′cap的RNA和无5′cap的RNA导入细胞，一段时间后发现无5′cap的RNA大量减少，据此推测5′cap的作用是通过修饰前体RNA，保护RNA不被分解。(4)新型冠状病毒的RNA有5′cap结构，能直接作为翻译的模板，而HIV的RNA没有5′cap结构，不能直接作为翻译的模板，据此推测5′cap可能具有识别并结合核糖体的功能。

答案：(1)4种核糖核苷酸　RNA聚合　有　基因C可指导合成tRNA，tRNA作为氨基酸的运载体参与翻译过程　(2)基因B的碱基序列没有改变　(3)保护RNA不被分解　(4)识别并结合核糖体

第 2 节　基因表达与性状的关系

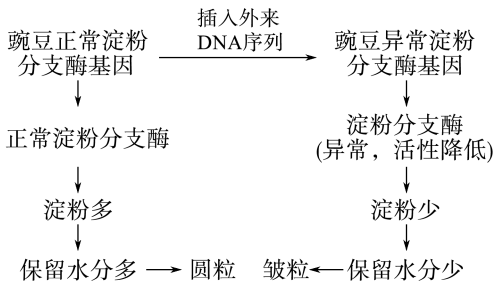
学习任务目标

1.基于生命活动离不开信息的传递、表达和调控，形成生命的信息观。
2.运用归纳法，归纳 DNA 甲基化的表观遗传现象；了解基因、环境与性状间的复杂关系，认识生命的复杂性。
3.结合实例，运用相关知识分析基因表达异常引起的疾病；通过实例，宣传健康的生活方式。

问题式预习

一、基因表达产物与性状的关系

1.豌豆的圆粒和皱粒的形成机制



该实例说明：基因通过控制酶的合成来控制代谢过程，进而控制生物体的性状。

2.囊性纤维化发病机制

编码 CFTR 蛋白的基因缺失 3 个碱基对
↓
CFTR 蛋白在第 508 位缺少苯丙氨酸
↓
CFTR 蛋白空间结构改变
↓
CFTR 转运氯离子的功能异常
↓
患者支气管中黏液增多，管腔受阻，细菌在肺部大量生长繁殖，使肺功能严重受损

由此可得出，基因还能通过控制蛋白质的结构直接控制生物体的性状。

二、基因的选择性表达与细胞分化

1.基因的类型

(1)在所有细胞中都表达的基因

①种类：核糖体蛋白基因、ATP 合成酶基因等。

②意义：指导合成的蛋白质是维持细胞基本生命活动所必需的。

(2)只在某类细胞中特异性表达的基因

种类：卵清蛋白基因、胰岛素基因等。

2.细胞分化的本质：基因的选择性表达。

3.细胞分化的结果：由于基因的选择性表达，来自同一个体的体细胞中 mRNA 和蛋白质不完全相同，从而导致细胞具有不同的形态结构和功能。

三、表观遗传

1.概念：生物体基因的碱基序列保持不变，但基因表达和表型发生可遗传变化的现象。

2.机制：基因中部分碱基发生甲基化修饰，抑制了基因的表达。

3.基因与性状的关系：并不是简单的一一对应的关系。

(1)一个性状可以受多个基因的影响，如人的身高。

(2)一个基因可以影响多个性状。

(3)环境对性状有重要影响。

教材开发

[教材 P72“思考·讨论”]鸡的输卵管细胞、红细胞、胰岛细胞 3 种细胞中合成的蛋白质种类有什么差别？3 种细胞中的 DNA 都含有卵清蛋白基因、珠蛋白基因和胰岛素基因，但只检测到其中一种基因的 mRNA，这一事实说明了什么？

提示：3 种基因转录的 mRNA 分别出现在 3 种细胞中，表明每种细胞只合成 3 种蛋白质中的一种。因此，这 3 种细胞中合成的蛋白质种类不完全相同，虽然有些蛋白质在所有的细胞中都合成，但也有一些特定功能的蛋白质只在特定的细胞中合成。这一事实说明，细胞中并不是所有的基因都表达，基因的表达存在选择性。

概念辨析

1.HIV 的遗传信息传递中只有 A 与 U 的配对，不存在 A 与 T 的配对。（ × ）

2.细胞中只要含有某种酶的基因，就会有相应的酶合成。（ × ）

3.DNA 中的遗传信息可决定蛋白质中氨基酸的排列顺序。（ √ ）

4.线粒体和叶绿体中遗传信息的传递遵循中心法则。（ √ ）

5.DNA 病毒中没有 RNA，其遗传信息的传递不遵循中心法则。（ × ）

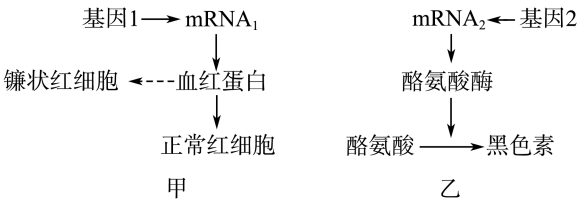
6.基因与性状之间并不是简单的线性关系，性状也并非完全取决于基因。（ √ ）

任务型课堂

任务一 基因表达产物与性状的关系

［探究活动］

下图甲、乙表示基因控制生物体性状的两种途径。请据图分析回答以下问题：



（1）镰状细胞贫血的致病原因如图甲所示，该过程体现了基因对性状的控制方式是什么？

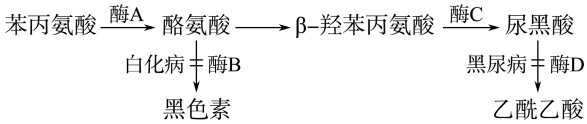
提示：基因 $\xrightarrow{控制}$ 蛋白质结构 $\xrightarrow{控制}$ 生物体性状。

（2）白化病的致病原因如图乙所示，该过程体现了基因对性状的控制方式是什么？

提示：基因 $\xrightarrow{控制}$ 酶的合成 $\xrightarrow{控制}$ 细胞代谢 $\xrightarrow{控制}$ 生物体性状。

［评价活动］

1.白化病和尿黑酸症都是因酶缺陷引起的分子遗传病，前者的患者不能由酪氨酸合成黑色素，后者的患者不能将尿黑酸转变为乙酰乙酸，排出的尿液因含有尿黑酸，遇空气后氧化变黑。下图表示人体内与上述两种疾病相关的一系列生化过程，据图分析下列相关叙述不正确的是（ ）



A.并非人体所有的细胞都含有酶 B

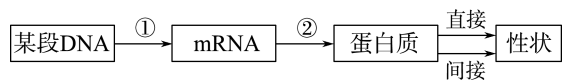
B.控制酶 D 合成的基因发生改变会导致尿黑酸症

C.白化病和尿黑酸症的发生说明基因可通过控制蛋白质结构直接控制生物体的性状

D.图中代谢过程可说明一个基因可影响多个性状，一个性状也可受多个基因控制

C　**解析**：不同细胞中基因的表达情况不同，因此人体中并非所有细胞都含酶 B，A 正确；由图可知控制酶 D 合成的基因发生改变，尿黑酸不能转化为乙酰乙酸，从而导致尿黑酸症，B 正确；白化病和尿黑酸症的发生说明基因可通过控制酶的合成来控制代谢过程，进而控制生物体的性状，C 错误；分析图中代谢过程可知，酶 A 缺乏可影响多个性状，即一个基因可影响多个性状，同时尿黑酸的合成受多个基因控制，即一个性状也可受多个基因控制，D 正确。

2.下图为基因的作用与性状的表达过程示意图，下列叙述正确的是（ ）



A.①是转录过程，它以 DNA 的一条链为模板、4 种脱氧核苷酸为原料合成 mRNA

B.②过程需要 mRNA、氨基酸、核糖体、RNA 聚合酶、ATP

C.白化病是基因通过控制酶的合成而间接控制性状的实例

D.②过程中共有 64 个密码子与氨基酸对应

C　**解析**：①是转录过程，它以 DNA 的一条链为模板、4 种核糖核苷酸为原料合成 mRNA，A 错误；②是翻译过程，除了需要 mRNA、氨基酸、核糖体、酶、ATP 外，还需要 tRNA，但不需要 RNA 聚合酶，B

错误；白化病是基因对性状的间接控制，即基因通过控制酶的合成来控制细胞代谢过程，进而控制生物体的性状，C 正确；某些终止密码子没有对应氨基酸，因此翻译过程中与氨基酸对应的密码子少于 64 个，D 错误。

3. 鲫鱼肉质细嫩、味道鲜美，但因其中的肌间小刺太多而影响食用和加工。我国科研团队同时敲除控制鲫鱼肌间小刺生长的 2 个主效基因后，成功培育出无刺新品种鲫鱼。下列叙述正确的是　（　　）

A. 新品种鲫鱼与普通鲫鱼 DNA 中(A＋G)/(T＋C)的比值不同

B. 鲫鱼细胞中 DNA 上 3 个相邻的碱基称为 1 个密码子

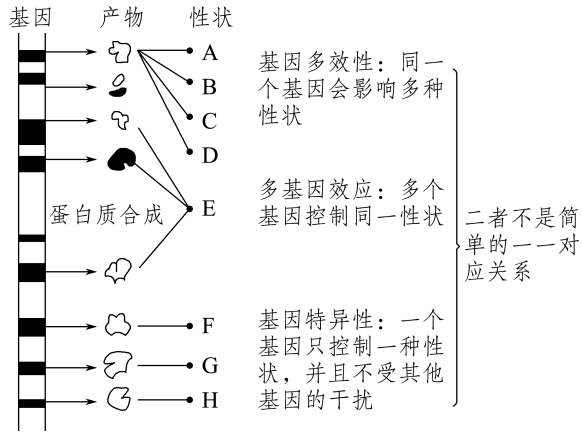
C. 鲫鱼有无鱼刺的性状由基因决定，与蛋白质无关

D. 无刺鲫鱼的成功培育说明一种性状可能受到多个基因控制

D　**解析**：新品种鲫鱼与普通鲫鱼 DNA 中均遵循 A 与 T 配对，G 与 C 配对原则，DNA 中(A＋G)/(T＋C)的比值相同，均为 1，A 错误；mRNA 上 3 个相邻的碱基决定 1 个氨基酸，每 3 个这样的碱基称为 1 个密码子，B 错误；基因通过控制蛋白质的合成来体现生物体的性状，因此鲫鱼有无鱼刺的性状由基因决定，与蛋白质也有关系，C 错误；题干中敲除控制鲫鱼肌间小刺生长的 2 个主效基因后，成功培育出无刺新品种鲫鱼，由此可说明一种性状可能受到多个基因控制，D 正确。

任务升华

基因与性状的关系



(1)基因通过控制蛋白质的结构直接控制生物体的性状。一般而言，一个基因控制一种性状。

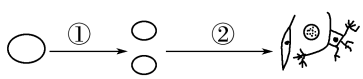
(2)基因通过控制酶的合成来控制代谢过程，进而控制生物体的性状。

(3)生物体的性状是基因和环境共同作用的结果。基因型相同，性状可能不同；基因型不同，性状可能相同。

任务二　基因的选择性表达与细胞分化及表观遗传

[探究活动]

下图为细胞生命历程中的两个主要过程。请据图分析回答下列问题：



(1)图中①②分别代表什么过程？

提示：①表示有丝分裂(或细胞分裂)，②表示细胞分化。

(2)①产生的子细胞经过②后，各种细胞中含有的基因相同吗？判断的理由是什么？

提示：相同。有丝分裂过程的重要特征是染色体的复制、均分；细胞分化过程中遗传物质不变，只是进行了基因的选择性表达。

(3)①产生的子细胞经过②后，细胞形态、结构、功能不同，其直接原因是什么？举例说明子细胞中相同的蛋白质。

提示：细胞分化的直接原因是产生的蛋白质不同。所有子细胞中相同的蛋白质有呼吸酶、核糖体蛋白等。

(4)②过程实现了基因的选择性表达，试说出一种基因表达的调控机制。

提示：基因中碱基甲基化使基因不能转录，或转录后不能翻译。

[评价活动]

1. 下列有关细胞分化的叙述，正确的是　（　　）

A. 同一生物个体不同的细胞中 DNA、mRNA、蛋白质的种类和数量互不相同

B. 红细胞的形成与基因表达有关而与细胞分化无关

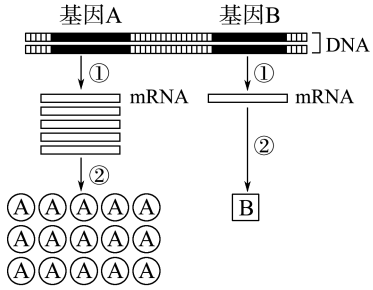
C. 胡萝卜叶肉细胞脱分化形成愈伤组织后不具有全能性

D. 细胞分化是基因在特定的时间和空间条件下选择性表达的结果

D　**解析**：同一生物个体的不同种类细胞中，基因进

行选择性表达，所以不同细胞中的 mRNA 和蛋白质不完全相同，但 DNA 相同，A 错误；红细胞的形成是细胞分化的结果，细胞分化的原因是基因的选择性表达，B 错误；胡萝卜叶肉细胞脱分化形成愈伤组织后仍具有全能性，C 错误；细胞分化是基因在特定的时间和空间条件下选择性表达的结果，D 正确。

2. 细胞内不同基因的表达效率存在差异，如下图所示。下列叙述错误的是（　　）



注：A B 代表蛋白质分子

A. 细胞能在转录和翻译水平上调控基因表达，图中基因 A 的表达效率高于基因 B

B. 真核生物核基因表达的①和②过程分别发生在细胞核和细胞质中

C. 人的 mRNA、rRNA 和 tRNA 都是以 DNA 为模板进行转录的产物

D. ②过程中，rRNA 中含有与 mRNA 上密码子互补配对的反密码子

D　**解析**：基因的表达包括转录和翻译两个过程，图中基因 A 表达的蛋白质分子数量明显多于基因 B 表达的蛋白质分子数量，说明基因 A 表达的效率高于基因 B，A 正确；核基因的转录是以 DNA 的一条链为模板转录出 RNA 的过程，发生的场所为细胞核，翻译是以 mRNA 为模板翻译出具有特定氨基酸排列顺序的多肽链，翻译发生在细胞质中的核糖体上，B 正确；3 种 RNA（mRNA、rRNA、tRNA）都是以 DNA 中的一条链为模板转录而来的，C 正确；反密码子位于 tRNA 上，rRNA 是构成核糖体的成分，不含反密码子，D 错误。

3. 在乌龙茶加工过程中，茶叶受到连续损伤胁迫，一方面组蛋白脱乙酰酶 CsHDA8 的表达量降低，另一方面结合在吲哚合成关键基因 *CsTSB2* 启动子上的 CsHDA8 也减少，使得乙酰化水平增加，染色质结构变得松散，进而激活 *CsTSB2* 的表达，最终促使乌龙茶特征香气物质吲哚的形成。下列说法错误的是（　　）

A. 上述乙酰化修饰可以通过有性生殖遗传给后代

B. 结合在 *CsTSB2* 上的 CsHDA8 减少可以促进该基因的解螺旋，有利于转录过程

C. 除上述乙酰化外，DNA 甲基化修饰也会影响基因的表达

D. 组蛋白乙酰化水平增加使 *CsTSB2* 基因的碱基序列发生了改变

D　**解析**：乙酰化修饰可以通过有性生殖遗传给后代，使后代出现同样的表型，A 正确；结合在 *CsTSB2* 上的 CsHDA8 减少，使得乙酰化水平增加，染色质结构变得松散，可以促进该基因的解螺旋，有利于转录过程，B 正确；乙酰化修饰、DNA 甲基化修饰都属于表观遗传，表观遗传是指 DNA 序列不发生变化，但基因的表达却发生了可遗传的改变，故乙酰化修饰、DNA 甲基化修饰都会影响基因的表达，C 正确；组蛋白乙酰化水平增加，但 *CsTSB2* 基因的碱基序列不发生改变，D 错误。

任务升华

表现遗传的特征及机制

(1) 表观遗传的特征

①表观遗传不发生 DNA 碱基序列的变化。

②表观遗传可以通过有丝分裂和减数分裂在细胞或个体间遗传。

③环境的变化可以导致基因表观修饰的变化，进而引起表型改变。

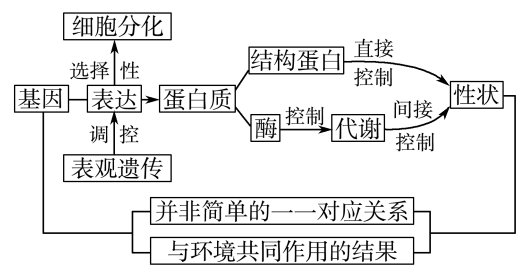
(2) 表观遗传的机制

①DNA 甲基化。

②构成染色体的组蛋白发生甲基化、乙酰化等修饰。

③RNA 干扰。

▶提质归纳



课后素养评价(十二)

基础性·能力运用

知识点1　基因与性状的关系

1.生活中,手机的人脸识别解锁、购物时的刷脸支付等都运用了人脸识别技术,给人们的生活带来了一定的便利。下列说法正确的是　　(　　)

A.面部细胞中相关基因的表达过程涉及中心法则的全过程

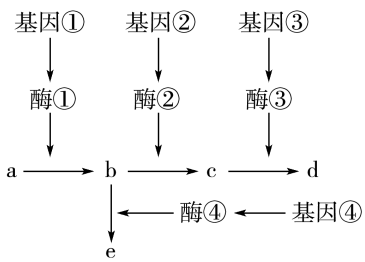
B.某人脸部不同细胞含有蛋白质的种类不同,原因是DNA不同

C.面部细胞中相关基因都是通过控制酶的合成来控制性状的

D.DNA的多样性和特异性是人脸多样性和特异性的物质基础

D　**解析**:面部细胞中相关基因的表达过程涉及转录和翻译,不涉及中心法则的全过程,A错误;某人脸部不同细胞DNA是相同的,但含有蛋白质的种类不同,原因是基因的选择性表达,B错误;面部细胞中相关基因有些是通过控制酶的合成来控制代谢过程,进而控制性状的,有些是通过控制蛋白质的结构直接控制性状的,C错误;DNA的多样性和特异性是人脸多样性和特异性的物质基础,每个人(同卵双胞胎除外)的DNA都不一样,D正确。

2.下图为某机体内某物质合成途径的示意图,从图中不能得出的结论是　　(　　)



A.图中每个基因都分别位于非同源染色体上

B.机体内物质的合成可能由多对基因控制

C.基因可以通过控制酶的合成来控制代谢过程

D.一对等位基因有可能影响多个性状

A　**解析**:根据题图信息可知,无法确认每个基因是否都位于非同源染色体上,A符合题意。

知识点2　细胞分化与表观遗传

3.下表是人体内的红细胞(未成熟)、胰岛B细胞、浆细胞内所含有的部分核基因及这些基因表达的情况("+"表示该基因表达,"−"表示该基因未表达)。下列有关说法正确的是　　(　　)

项目	红细胞(未成熟)	胰岛B细胞	浆细胞
血红蛋白基因	+	−	−
胰岛素基因	−	①	−
抗体基因	−	−	②
有氧呼吸有关酶基因	+	+	③

A.①②③均表示"+"

B.此表说明细胞分化导致基因的选择性表达

C.3种细胞中mRNA和蛋白质种类完全不同

D.3种细胞的形态、结构和生理功能不同的根本原因是核基因种类不完全相同

A　**解析**:血红蛋白基因只在未成熟的红细胞中表达,胰岛素基因只在胰岛B细胞中表达,抗体基因只在浆细胞中表达,有氧呼吸有关酶基因在3种细胞中均表达,则①②③均表示"+",A正确;基因的选择性表达导致细胞分化,B错误;3种细胞中mRNA和蛋白质种类不完全相同,C错误;3种细胞中都含有表中所列的4种基因,是因为人体细胞都来源于同一个受精卵,含有相同的遗传信息,3种细胞的形态、结构和生理功能不同的根本原因是基因的选择性表达,D错误。

4.丙烯酰胺在高温烘焙的食物中广泛存在。检测丙烯酰胺饲喂的小鼠及其F_2(正常饮食)某基因的甲基化水平,发现均有一定程度下降,小鼠患病风险提高。下列说法不正确的是　　(　　)

A.此实验应以正常饮食的小鼠及其F_2为对照组

B.此致病基因的甲基化程度与患病风险呈负相关

C.实验组子代存在患病风险是由于碱基序列的改变

D.本实验提示生活中应减少高温烘焙食物的食用量

C　**解析**:实验组检测了丙烯酰胺饲喂的小鼠及其F_2(正常饮食)某基因的甲基化水平,对照组应检测正常饮食的小鼠及其F_2的某基因甲基化水平,A正确;题目信息中,甲基化水平下降,患病风险提高,说明甲基化程度与患病风险呈负相关,B正确;甲基化属于表观遗传,不改变碱基序列,C错误;高温烘焙食物可能导致甲基化水平下降,患病风险增加,生活中应减少高温烘焙食物的食用量,D正确。

综合性·创新提升

5. 管家基因是指所有细胞中均要稳定表达的一类基因。奢侈基因是指不同类型的细胞特异性表达的基因。基因的选择性表达与DNA的甲基化有关，甲基化能关闭某些基因的活性。下列叙述错误的是（　　）

A.管家基因的表达产物是维持细胞基本生命活动必需的

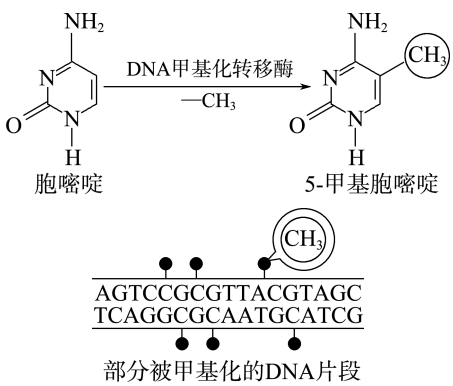
B.ATP合成酶基因、核糖体蛋白基因都属于管家基因，几乎在所有细胞中持续表达

C.有些奢侈基因的表达产物赋予各种类型细胞特异的形态结构

D.DNA的甲基化改变了碱基种类和数量使细胞呈现多样性

D　**解析**：管家基因是所有细胞中均要稳定表达的一类基因，因此管家基因的表达产物是维持细胞基本生命活动必需的，A正确；ATP合成酶和核糖体蛋白是所有的细胞都需要的蛋白质，因此ATP合成酶基因、核糖体蛋白基因都属于管家基因，这些基因几乎在所有细胞中持续表达，B正确；奢侈基因是指不同类型的细胞特异性表达的基因，有些奢侈基因的表达产物可赋予不同类型的细胞特异的形态结构，C正确；甲基化只是关闭某些基因的活性，不会改变碱基的种类和数量，D错误。

6. 表观遗传现象普遍存在于生物体生长、发育和衰老的整个生命活动过程中。DNA甲基化是一种基本的表观遗传学修饰，是指在DNA甲基化转移酶的作用下将甲基（$—CH_3$）选择性地添加到DNA上的过程（如图）。下列叙述正确的是（　　）



A.DNA甲基化可能影响了RNA聚合酶与起始密码子的结合

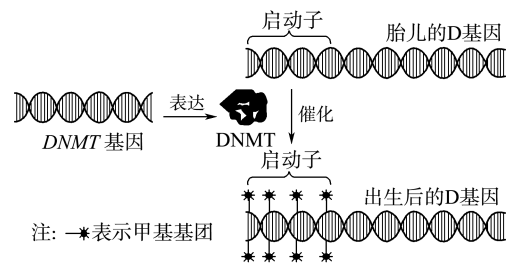
B.DNA甲基化不改变基因的碱基序列，因而不能产生可遗传的变异

C.DNA分子中胞嘧啶转变为5-甲基胞嘧啶会影响其与鸟嘌呤配对

D.环境因素可能会通过影响基因的甲基化水平进而影响基因表达

D　**解析**：起始密码子在mRNA上，启动子在DNA上，DNA甲基化可能干扰了RNA聚合酶与启动子的结合，从而抑制转录过程，A错误；分析题图可知，DNA甲基化未改变基因的碱基序列，但这种DNA甲基化修饰可以遗传给后代，使后代出现同样的表型，B错误；分析题图可知，胞嘧啶转变为5-甲基胞嘧啶后仍可以与鸟嘌呤配对，C错误；DNA甲基化是一种基本的表观遗传学修饰，DNA甲基化会抑制基因的表达，进而对表型产生影响，环境因素可能会通过影响基因的甲基化水平进而影响基因表达，D正确。

7. 血红蛋白由2条α肽链和2条β或γ肽链组成，β、γ肽链基因分别用B、D表示。正常人出生后D基因关闭表达，而B基因开始表达，DNA甲基转移酶（DNMT）在此过程发挥关键作用，如下图所示。人类镰状细胞贫血由B基因突变引起。下列叙述错误的是（　　）



A.*DNMT* 基因在转录水平上调节γ肽链基因的表达

B.*DNMT* 基因突变的镰状细胞贫血患者症状会明显较轻

C.镰状细胞贫血患者的血红蛋白在胎儿期和出生后均异常

D.正常人体内 *DNMT* 基因在特定时间、特定细胞中才能表达

C　**解析**：由图可知，启动子被甲基化修饰，所以 *DNMT* 基因在转录水平上调节γ肽链基因的表达，A正确；镰状细胞贫血由B基因突变引起，导致β肽链的生成受到抑制，若患者 *DNMT* 基因突变，则D基因正常表达，其症状会明显减轻，B正确；镰状细胞贫血患者的血红蛋白在胎儿期表达正常，出生后异常表达，C错误；正常人体内 *DNMT* 基因在特定时间、特定细胞中才能表达，这是基因的选择性表达，D正确。

8. 已知果蝇的长翅与残翅是一对相对性状，且长翅（V）对残翅（v）为显性，但遗传学家在不同温度下培养长翅果蝇幼虫，得到不同的结果，如下表所示。

请结合所学知识回答下列问题：

实验材料	实验处理	结果
长翅果蝇幼虫A	25 ℃条件培养	长翅果蝇
长翅果蝇幼虫B	35～37 ℃条件培养6～24 h	残翅果蝇

(1)请针对出现残翅果蝇的原因提出假说，并进行解释：_____。

(2)这个实验说明基因与性状是怎样的关系？_____。

(3)果蝇B的残翅性状能否遗传？_____。原因是_____。

(4)人们将果蝇B的残翅性状称为表型模拟，若现有一只残翅果蝇，如何判断它是否为表型模拟？请设计鉴定方案。

①方法步骤：_____。

②结果分析：

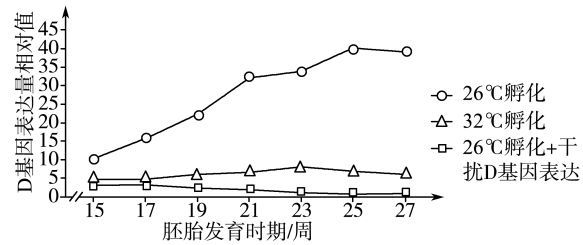
若后代均为残翅果蝇，_____。

若后代有长翅果蝇出现，_____。

解析：(1)果蝇翅的发育需要经过一系列酶的催化作用，而酶是在基因指导下合成的，性状不仅受基因的控制，还受环境的影响，如酶的活性受温度的影响。(2)这个实验说明表型＝基因型＋环境。(3)残翅的形成是由环境改变而引起的，不是遗传物质改变引起的，属于不可遗传的变异。(4)可让该残翅果蝇与多只在25 ℃条件下发育成的异性残翅果蝇(vv)交配，并让其后代在25 ℃条件下发育。若后代均为残翅，说明该果蝇为纯合子(vv)；若后代有长翅出现，则该果蝇为表型模拟。

答案：(1)果蝇翅的发育过程需要酶的催化，而酶是在基因指导下合成的，酶的活性受温度条件的影响　(2)基因控制生物的性状，而性状的形成同时还受到环境的影响　(3)不能　这种残翅性状是单纯由环境条件的改变而引起的，其遗传物质(基因型)并没有发生改变　(4)①让这只残翅果蝇与多只在25 ℃条件下发育成的异性残翅果蝇(基因型为vv)交配，并使其后代在25 ℃条件下发育　②则该果蝇为纯合子(vv)，它不是表型模拟　则该果蝇为表型模拟

9.红耳龟的性别分化与卵的孵化温度密切相关，26 ℃条件下全部孵化为雄性，32 ℃条件下全部孵化为雌性。为研究D基因在性腺分化中的作用，科研人员利用孵化箱孵化3组红耳龟卵，测定胚胎发育不同时期性腺细胞中D基因表达量，实验结果如下图所示。请回答下列问题：



(1)D基因在性腺细胞中表达时，先以D基因的一条脱氧核苷酸链为模板转录出mRNA，完成该过程所需的酶是_____。科研人员将特定的DNA片段转入性腺细胞中，使其产生的RNA与D基因的mRNA_____，导致D基因的mRNA无法翻译，从而干扰D基因表达。

(2)科研人员推测，D基因是胚胎发育成雄性的关键因子，支持此推测的证据有：26 ℃时D基因表达量高，且胚胎全部发育成雄性；_____。

(3)科研人员将不同温度下孵化的3组红耳龟卵进行相应处理，检测胚胎的性腺分化情况，实验处理及结果如下表所示。

组别	孵化温度	处理	总胚胎数	睾丸	卵巢	睾丸卵巢的中间型
1	26 ℃	ⅰ	43	2	33	8
2	26 ℃	ⅱ	36	36	0	0
3	32 ℃	不作处理	37	0	37	0

实验结果支持上述推测。上表中ⅰ和ⅱ的处理分别是_____。

解析：(1)转录是以基因的一条链为模板合成mRNA的过程，该过程需要RNA聚合酶的催化。

外源 DNA 转录产生的 RNA 与 D 基因转录产生的 mRNA 碱基互补配对形成双链 RNA，进而干扰 D 基因表达。(2)由题图可知，支持“D 基因是胚胎发育成雄性的关键因子”的证据有：26 ℃时 D 基因表达量高，且胚胎全部发育成雄性；32 ℃时 D 基因表达量低，且胚胎全部发育成雌性；26 ℃＋干扰 D 基因表达的条件下，与 32 ℃时 D 基因表达量相近。(3)根据题干信息可知，26 ℃条件下全部孵化为雄性，因此组别 1 中的ⅰ是干扰 D 基因表达，组别 2 中的ⅱ是不作处理。

答案：(1) RNA 聚合酶　(碱基)互补配对　(2)32 ℃时 D 基因表达量低，且胚胎全部发育成雌性；26 ℃＋干扰 D 基因表达的条件下，与 32 ℃时 D 基因表达量相近　(3)干扰 D 基因表达、不作处理

单元活动构建

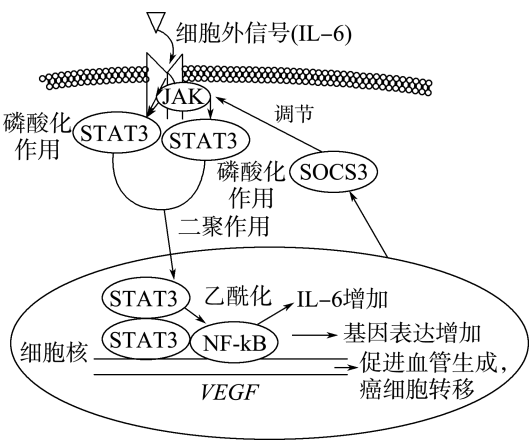
单元活动　运用“生命的物质观、结构与功能观”分析基因表达的调控

「单元任务」

任务内容	
任务一	胞外物质参与调控基因的表达
任务二	转录水平调控基因的表达
任务三	翻译水平调控基因的表达

「任务导引」

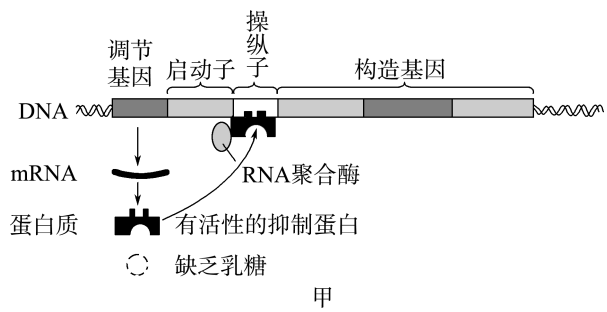
研究人员研究信号传导与转录激活因子 3(STAT3)对人体肝癌的影响时发现，白细胞介素 6(IL-6)可与细胞膜表面的受体结合，通过酪氨酸蛋白激酶(JAK)使受体中的酪氨酸磷酸化，进而激活细胞质中的 STAT3 分子，形成同型二聚体后，作为转录因子进入细胞核内，调节靶基因血管内皮生长因子基因(*VEGF*)的转录。在 STAT3 被活化的同时，机体也启动了另一调节机制，即细胞信号抑制因子 3(SOCS3)抑制酪氨酸蛋白激酶(JAK)的活性，从而保证 STAT3 在正常细胞中的活化是短暂的，而在肝癌细胞中 STAT3 处于持续活化状态。



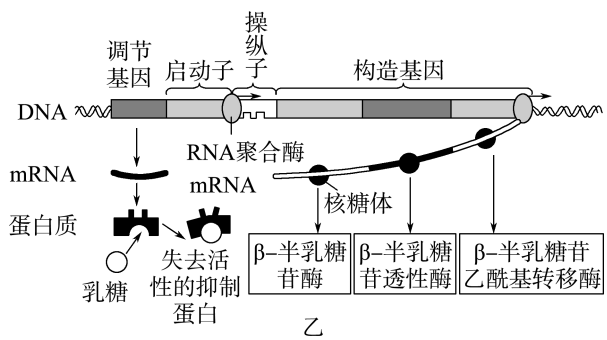
「任务突破」

任务一	胞外物质参与调控基因的表达

活动 1　大肠杆菌在含有乳糖的培养基上生长时，能够合成与乳糖代谢有关的酶，而在不含乳糖的培养基上生长时，这种酶则不能生成。下图表示大肠杆菌细胞内乳糖代谢酶的合成机制。



甲



乙

(1)图中的操纵子是一段具有特异性的 DNA 序列，其碱基序列能否用于编码蛋白质？

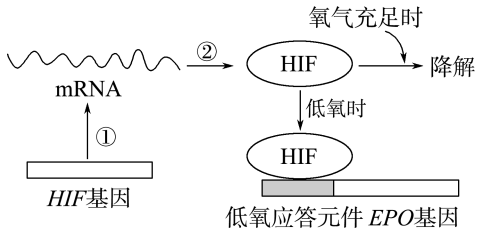
提示：不能。

(2)上述过程说明大肠杆菌的细胞中也存在基因的选择性表达。

(3)乳糖通过改变抑制蛋白的空间结构，诱导乳糖代谢酶的合成。

(4)乳糖通过调节乳糖代谢酶的合成,使大肠杆菌能够利用环境中的乳糖。

活动 2　2019 年诺贝尔生理学或医学奖授予发现细胞感知和适应氧气变化机制的科学家。研究表明,正常供氧时,细胞内的一种蛋白质低氧诱导因子(HIF)会被水解。在氧气供应不足时,HIF 会积累,与低氧应答元件(非编码蛋白序列)结合,促进促红细胞生成素(EPO)的合成,过程如下图所示。



(1)完成过程①需 ATP、核糖核苷酸、酶(答出 2 点即可)等物质从细胞质进入细胞核。②过程称为翻译,该过程中核糖体在 mRNA 上的移动方向是 5′→3′(填“3′→5′”或“5′→3′”),该过程中还需要的 RNA 有 tRNA、rRNA。

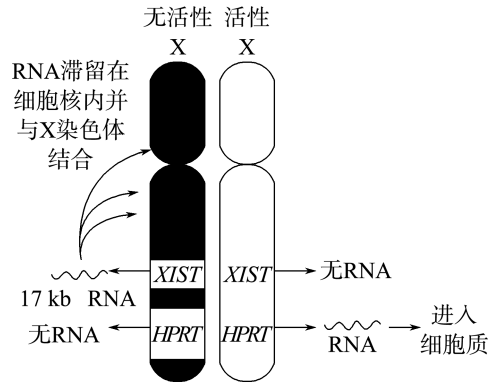
(2)HIF 被彻底水解的产物是氨基酸。据图分析,HIF 在转录(填“转录”或“翻译”)水平调控 *EPO* 基因的表达,促进 EPO 的合成。

(3)EPO 是一种蛋白质类激素,可促进造血干细胞分裂、分化(或增殖、分化),产生更多的红细胞,以适应低氧环境。

(4)在氧气供应充足时,细胞内的 HIF 在脯氨酸羟化酶的作用下被羟基化,最终被降解。如果将细胞中的脯氨酸羟化酶基因敲除,*EPO* 基因的表达水平会升高(填“升高”或“降低”),其原因是 HIF 无法被降解,在细胞内积累过多,促进 *EPO* 基因表达(或转录)。

任务二　转录水平调控基因的表达

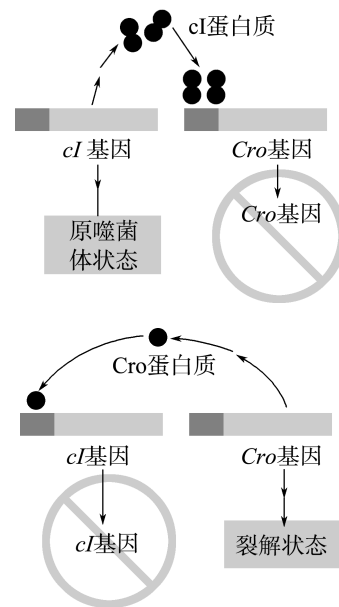
活动 1　在雌性哺乳动物的胚胎发育早期,细胞中会有一条 X 染色体随机失活,由这个祖先细胞分裂产生的后代细胞中该 X 染色体均处于失活状态。X 染色体随机失活的分子机制之一与 XIC 位点中的一个关键基因——*XIST* 有关(如图所示),活性 X 染色体上的 *XIST* 基因高度甲基化,而失活的 X 染色体上的 *XIST* 基因是去甲基化的,其转录出来的 RNA 与失活的 X 染色体结合抑制其他基因的表达。



(1)两条 X 染色体上的 *XIST* 基因表达情况不同的原因是活性 X 染色体上的 *XIST* 基因高度甲基化,无法转录出对应的 RNA;而失活的 X 染色体上的 *XIST* 基因是去甲基化的,能够进行转录。

(2)*XIST* 基因转录产物的作用是滞留在细胞核内与失活的 X 染色体结合,抑制其他基因表达。

活动 2　噬菌体可通过两种途径(如图所示,原噬菌体状态和裂解状态)复制,这两种生长状态是由病毒编码的 cI 和 Cro 两个转录调控蛋白控制的。在原噬菌体状态,*cI* 基因表达;在裂解状态,*Cro* 基因表达。当使用紫外线轻度照射细菌后,cI 蛋白被降解。



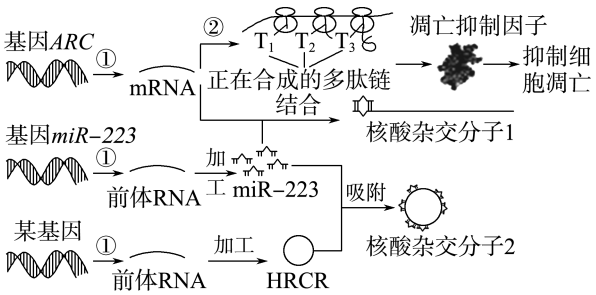
(1)两种基因表达时,均需要大量的核糖核苷酸、氨基酸作为原材料。

(2)由图可推测,除了调控其他基因表达外,cI 蛋白质是 *Cro* 基因转录的阻抑物,Cro 蛋白质是 *cI* 基因的阻抑物。

任务三　翻译水平调控基因的表达

活动 1　心肌细胞不能增殖,基因 *ARC* 在心肌

细胞中的特异性表达，能抑制其凋亡，以维持心肌细胞的正常数量。细胞中另一些基因通过转录形成前体RNA，再经过加工会产生许多非编码RNA，如miR-223（链状），HRCR（环状）。结合图示回答下列问题。



（1）启动过程①时，RNA聚合酶需识别DNA分子上的启动子并与之结合。进行过程②的场所是核糖体，该过程最终合成的T_1、T_2、T_3三条多肽链的氨基酸顺序相同（填“相同”或“不同”），翻译的方向是从左到右（填“从左到右”或“从右到左”）。

（2）当心肌缺血、缺氧时，会引起基因*miR-223*过度表达，所产生的miR-223可与*ARC*的mRNA特定序列通过碱基互补配对原则结合形成核酸杂交分子1，使过程②产生的凋亡抑制因子减少，进而导致细胞凋亡。

（3）据图分析，HRCR能抑制心肌细胞凋亡。

活动2 真核基因尾部没有T串序列，但是转录出的mRNA的3′端有一个含100～200个A的特殊结构，称为polyA尾，有polyA尾的mRNA可以结合更多的核糖体。科研人员将含有polyA尾和无polyA尾的珠蛋白mRNA分别注入爪蟾卵母细胞中，起初二者都能合成珠蛋白，6 h后后者不能继续合成珠蛋白。

（1）polyA尾添加到mRNA的3′端发生在基因转录结束之后（填“前”或“后”）。

（2）推测polyA尾的作用可能是增强mRNA的稳定性使其长时间发挥作用。

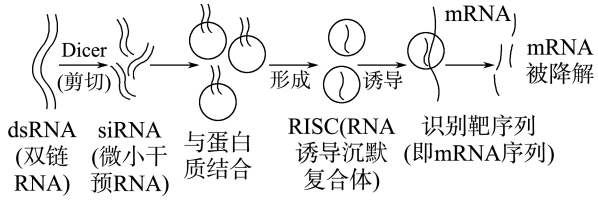
（3）含polyA尾的mRNA合成蛋白质的效率更高（填“高”或“低”）。

（4）polyA尾能否决定多肽链的氨基酸序列？为什么？

提示：不能。含有polyA尾和无polyA尾的珠蛋白mRNA指导合成的珠蛋白相同。

「活动达标」

1. RNA干扰技术是指小分子双链RNA（dsRNA）可以特异性地降解或抑制同源mRNA的表达，从而抑制或关闭特定基因表达的现象。下图表示其作用机制，其中Dicer是具有特殊功能的物质，RISC是一种复合体。下列有关分析错误的是（　　）



A. siRNA和dsRNA分子中的嘧啶数量和嘌呤数量不相等

B. Dicer和RISC断裂的化学键相同，都是磷酸二酯键

C. RNA干扰技术是指在翻译水平上对特定基因表达的抑制

D. RISC能够将RNA剪切，最可能依赖于RISC中的蛋白质

A　**解析**：siRNA和dsRNA分子都是双链RNA，根据碱基互补配对原则可知，二者中的嘧啶数量和嘌呤数量相等，A错误；由图可知，Dicer能特异识别和切割双链RNA，其切割的是核糖核苷酸之间的磷酸二酯键，RISC通过碱基互补配对结合到mRNA上，并切割该mRNA，切割的也是核糖核苷酸之间的磷酸二酯键，因此Dicer和RISC断裂的化学键相同，都是磷酸二酯键，B正确；“RNA干扰技术是指小分子双链RNA（dsRNA）可以特异性地降解或抑制同源mRNA的表达”，使翻译失去模板，是在翻译水平上对特定基因表达的抑制，C正确；RISC是一种复合体，含有蛋白质，RISC能切割mRNA，具有核酸酶的功能，具有特异性，故最可能依赖于RISC中的蛋白质，D正确。

2. 真核细胞中的某些mRNA通过环化作用形成的闭环RNA比线性mRNA更稳定，且部分闭环RNA仍能作为蛋白质的翻译模板。下列描述正确的是（　　）

A. 线性mRNA两端的脱氧核苷酸形成磷酸二酯键可导致闭环RNA的形成

B. 闭环RNA呈双链结构，因此比线性mRNA更稳定

C.mRNA 环化能改变核糖体在 mRNA 分子上密码子的阅读方向

D.mRNA 的环化作用可能与基因表达的调控有关

D　**解析**：RNA 的基本单位为核糖核苷酸，线性 mRNA 两端的核糖核苷酸形成磷酸二酯键可导致闭环 RNA 的形成，A 错误；无论是闭环 RNA，还是线性 mRNA，均为单链结构，B 错误；mRNA 环化不能改变核糖体在 mRNA 分子上密码子的阅读方向，阅读方向仍然从起始密码子到终止密码子，C 错误；从根本上讲，转录和翻译受基因的控制，所以 mRNA 的环化作用可能与基因表达的调控有关，D 正确。

3. 3 位美国科学家因“发现了调控昼夜节律的分子机制”而获得诺贝尔生理学或医学奖。他们以果蝇为研究对象，发现周期基因（*PER* 基因）编码的蛋白 PER 的变化以 24 小时为周期，而这一过程又受 TIM 蛋白的调控，当 TIM 蛋白绑定到 PER 蛋白时，两种蛋白就能进入细胞核，从而阻断周期基因活性。同时，他们还发现了调节昼夜节律的其他相关基因。下列相关叙述错误的是　（　）

A.TIM 蛋白和 PER 蛋白绑定后通过核孔进入细胞核

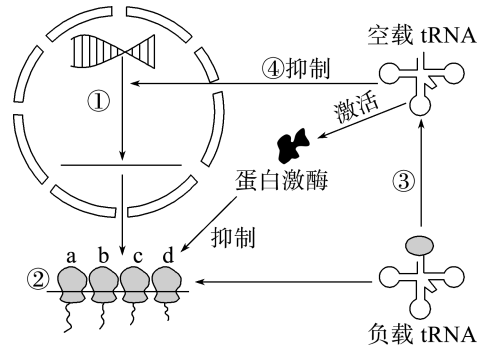
B.TIM 蛋白和 PER 蛋白通过阻断翻译的过程调节 PER 蛋白的含量

C.该研究可说明生物的某一性状往往是由多个基因决定的

D.摄入蛋白类食物过少会影响人体昼夜节律及睡眠质量

B　**解析**：TIM 蛋白和 PER 蛋白的化学本质均为蛋白质，两者绑定后通过核孔进入细胞核，A 正确；由题干信息可知，TIM 蛋白绑定到 PER 蛋白进入细胞核内而阻断 *PER* 基因的活性，应是阻断了 *PER* 基因转录的过程，而不是翻译的过程，因为翻译不发生在细胞核内，B 错误；由题干信息可知，生物的昼夜节律性受 *PER* 基因、*TIM* 基因及其他相关基因等多个基因调控，C 正确；若摄入蛋白类食物过少，则体内相关氨基酸摄入不足，会直接影响 PER 蛋白和 TIM 蛋白的合成，进而影响人体昼夜节律及睡眠质量，D 正确。

4. 研究发现，当细胞中缺乏氨基酸时，负载 tRNA（携带氨基酸的 tRNA）会转化为空载 tRNA（没有携带氨基酸的 tRNA），进而调控相关基因的表达，其过程如下图所示。下列相关叙述错误的是　（　）



A.①是转录，a、b、c、d 最终形成 4 条不同的多肽链

B.② 翻译的方向是从 d 到 a，其中 d 结合过的 tRNA 最少

C.空载 tRNA 增多将导致相应 mRNA 减少，从而避免细胞物质和能量的浪费

D.当细胞中缺乏氨基酸时，图中空载 tRNA 通过两条途径抑制基因的表达

A　**解析**：图中①是以 DNA 为模板合成 RNA 的过程，为转录，a、b、c、d 的模板相同，最终形成 4 条相同的多肽链，A 错误；由图可知，d 核糖体合成的肽链最短，a 核糖体合成的肽链最长，因此②翻译的方向是从 d 到 a，其中 d 结合过的 tRNA 最少，B 正确；由图可知，空载 tRNA 抑制转录和翻译，因此空载 tRNA 增多将导致相应 mRNA 减少，从而避免细胞物质和能量的浪费，C 正确；由图可知，细胞缺乏氨基酸时，空载 tRNA 既抑制转录也抑制翻译，因此通过两条途径抑制基因的表达，D 正确。

5. 大肠杆菌核糖体蛋白与 rRNA 分子亲和力较强，当细胞中缺乏足够的 rRNA 分子时，核糖体蛋白可结合到 mRNA 分子上，从而影响翻译的进行。下列叙述正确的是　（　）

A.大肠杆菌 rRNA 的合成需要 DNA 作为模板

B.蛋白质合成较多的大肠杆菌中，核仁比较大

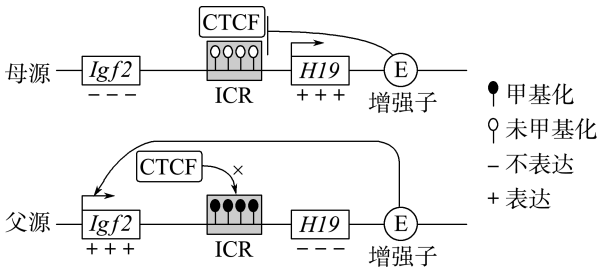
C.核糖体蛋白结合到 mRNA 分子上，会促进蛋白质合成

D.一个 mRNA 分子上相继结合多个核糖体，缩短了每条肽链的合成时间

A　**解析**：rRNA 是以 DNA 的一条链为模板转录形成的，A 正确；大肠杆菌为原核生物，无核仁结构，B 错误；当细胞中缺乏足够的 rRNA 分子时，核糖体蛋白结合到 mRNA 分子上，导致蛋白质合成停止，C 错误；一个 mRNA 分子上可结合多个核糖体同时翻译多条多肽链，但不能提高每条多肽链的合成速度，D 错误。

6. 小鼠 7 号常染色体上的 *Igf2* 基因和 *H19* 基因控

制着胚胎大小及细胞生长，这两种基因不表达均会导致胚胎发育异常，其表达与控制区（ICR）能否结合增强子阻遏蛋白（CTCF）有关，调控机制如下图所示。相关叙述错误的是（　　）



A.甲基化不改变 *Igf2* 基因和 *H19* 基因的碱基序列

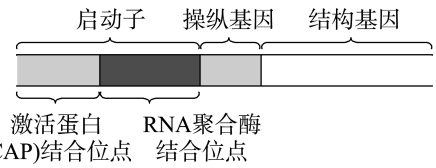
B.ICR 与 CTCF 的结合调控母源 *Igf2* 基因的表达

C.含有图示两条染色体的雌、雄鼠胚胎能正常发育

D.基因组只来自父本或母本的胚胎能正常发育

D　**解析**：DNA 甲基化没有改变基因的碱基序列，A 正确；由题图可知，如果 ICR 没有发生甲基化，则 ICR 和 CTCF 结合阻止增强子（E）和 *Igf2* 基因的表达，如果 ICR 发生了甲基化，则增强子就启动 *Igf2* 基因的表达，所以 ICR 与 CTCF 的结合调控母源 *Igf2* 基因的表达，B 正确；如果 *H19* 和 *Igf2* 两个基因均来自母本，*H19* 基因就会过量表达，*Igf2* 基因不表达或表达量低，而如果两个基因均来自父本，*H19* 基因表达量过低，*Igf2* 基因过量表达，导致胚胎发育异常，所以不能正常发育；若含有题图母源、父源两条染色体，则 *H19* 基因和 *Igf2* 基因正常表达，胚胎能够正常发育，C 正确，D 错误。

7. 在大肠杆菌的培养基中同时加入葡萄糖和乳糖时，发现大肠杆菌增长到一定数量后会稳定一段时间，之后再继续增长。科学家经过研究发现了大肠杆菌优先利用葡萄糖，当葡萄糖被用完后，再利用乳糖。利用乳糖时，需要乳糖酶基因表达。如下图所示，乳糖酶基因由启动子（基因中启动转录的部分）、操纵基因和结构基因三部分组成。同时，细胞中存在激活蛋白（CAP）和阻遏蛋白对乳糖酶基因的转录进行调控。



(1)结构基因的转录产物是_____，转录时以_____为原料。

(2)葡萄糖是激活蛋白（CAP）的抑制剂，当培养基中_____（填“有”或“无”）葡萄糖时，激活蛋白才能与 CAP 结合位点结合，从而激活 RNA 聚合酶。

(3)阻遏蛋白与操纵基因结合时会阻止_____与启动子的结合，从而阻止结构基因的转录。但是如果细胞中存在乳糖，乳糖会与阻遏蛋白结合，使其_____发生改变，从而使阻遏蛋白无法与操纵基因结合。

(4)分析不同情况下，乳糖酶基因的表达。

情况 1：培养基中无乳糖。

由于没有乳糖，阻遏蛋白就会与操纵基因结合，从而阻止乳糖酶基因的转录。

情况 2：培养基中有乳糖和葡萄糖。

由于有乳糖，_____，使阻遏蛋白无法与操纵基因结合。但是，_____会抑制 CAP 的活性，使其无法与 CAP 结合位点结合，RNA 聚合酶的活性受到抑制，乳糖酶基因仍然不能转录。

情况 3：培养基中有乳糖，无葡萄糖。

由于有乳糖，乳糖与阻遏蛋白结合，使阻遏蛋白无法与操纵基因结合。同时，由于无葡萄糖，_____会激活 RNA 聚合酶的活性，乳糖酶基因可以转录。

解析：(1)基因（DNA）通过转录产生 RNA，而结构基因是编码蛋白质的基因，因此其转录产物是 mRNA，转录时以 DNA 的一条链为模板，以 4 种游离的核糖核苷酸为原料。(2)因为葡萄糖是 CAP 的抑制剂，所以只有不存在葡萄糖时，激活蛋白（CAP）才能与 CAP 结合位点结合，从而激活 RNA 聚合酶。(3)RNA 聚合酶与启动子结合后才能启动基因的转录，因此，阻遏蛋白与操纵基因结合后，通过阻止 RNA 聚合酶与启动子的结合来阻止结构基因的转录。乳糖与阻遏蛋白结合，使阻遏蛋白的空间结构发生改变，从而使阻遏蛋白不能与操纵基因结合。(4)乳糖会与阻遏蛋白结合，改变阻遏蛋白的空间结构，使阻遏蛋白无法与操纵基因结合，但是，由于有葡萄糖的存在，葡萄糖抑制了 CAP 的活性，从而使 RNA 聚合酶无法被激活，因此虽然有乳糖，但是有葡萄糖存在时，结构基因仍不能转录，如果没有葡萄糖，CAP 就会激活 RNA 聚合酶，结构基因就可以进行转录。

答案：(1)mRNA　(4 种)核糖核苷酸　(2)无　(3)RNA 聚合酶　空间结构　(4)乳糖与阻遏蛋白结合　葡萄糖　CAP

第4章质量评估

（90分钟　100分）

一、选择题(本题包括16个小题,每小题3分,共48分)

1.转录本是指由同一基因经转录、剪接、修饰等过程形成的一种或多种可编码不同蛋白质的成熟mRNA。水稻有籼稻和粳稻之分,其细胞内*Wx*基因编码的颗粒淀粉合成酶(GBSS)在直链淀粉的合成中起关键作用。已知*Wx*基因位点上有*Wxa*和*Wxb*两种等位变异,籼稻中的*Wxa*基因比粳稻中的*Wxb*基因能产生更多的Wx转录本,导致籼稻中含有更多的直链淀粉。下列说法正确的是　(　　)

A.处于增殖期的水稻细胞中才可观察到转录本的产生

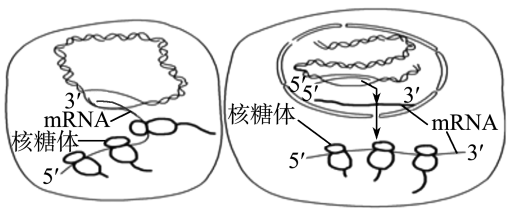
B.与粳稻相比,籼稻中含有更多直链淀粉的原因是每个Wx转录本可以结合更多的核糖体从而合成更多的GBSS

C.由Wx转录本经逆转录形成的DNA碱基排列顺序与*Wx*基因碱基排列顺序有所不同

D.籼稻中*Wxa*基因和粳稻中*Wxb*基因的根本区别在于能否产生更多的Wx转录本

C　**解析**:转录本是由基因转录来的成熟mRNA,mRNA经翻译形成蛋白质,处于增殖期和非增殖期的水稻细胞中均可观察到转录本的产生,A错误;分析题意可知,籼稻中的*Wxa*基因比粳稻中的*Wxb*基因能产生更多的*Wx*转录本,表达更多的GBSS,从而加速合成更多的直链淀粉,B错误;转录本是由基因转录、剪接、修饰形成的成熟mRNA,与DNA模板链相比,转录本中碱基数减少,故由*Wx*转录本经逆转录形成的DNA碱基排列顺序与*Wx*基因碱基排列顺序有所不同,C正确;籼稻中*Wxa*基因和粳稻中*Wxb*基因的根本区别在于碱基对排列顺序不同,D错误。

2.下图表示两种细胞中主要遗传信息的表达过程,据图分析,下列相关说法错误的是　(　　)



A.甲细胞没有以核膜为界限的细胞核,所以转录、翻译同时发生在同一空间内

B.乙细胞的基因转录形成的mRNA需要通过核孔才能进入细胞质

C.两种表达过程均主要由线粒体提供能量,由细胞质提供原料

D.若合成某条肽链时脱去了100个水分子,则该肽链中至少含有102个氧原子

C　**解析**:甲细胞没有以核膜为界限的细胞核,为原核细胞,其转录和翻译都发生在细胞质中,即同时发生在同一空间内,A正确;乙细胞有以核膜为界限的细胞核,为真核细胞,真核细胞翻译的场所位于细胞质中的核糖体上,细胞核基因转录形成的mRNA必须通过核孔才能进入细胞质,B正确;甲细胞是原核细胞,不含线粒体,其表达过程不由线粒体供能,C错误;根据氨基酸结构通式可知,101个氨基酸中至少含有202个氧原子,脱去的100个水分子含有100个氧原子,所以该多肽链中至少含有的氧原子个数为202－100＝102个,D正确。

3.TATA框(TATAbox)是真核细胞中基因的重要组成部分,位于基因的转录起始点上游,其碱基序列为5′－TATAATAAT－3′。基因表达时RNA聚合酶需与TATA框牢固结合之后才能起始转录。下列说法错误的是　(　　)

A.TATA框是一段DNA序列,彻底水解可得到6种产物

B.RNA聚合酶与TATA框结合后,以DNA的一条链为模板转录

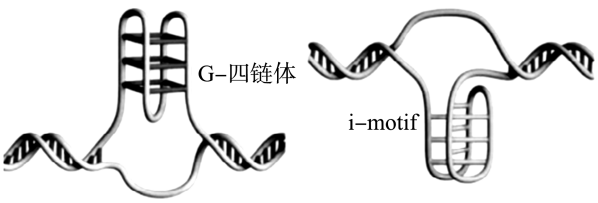
C.TATA框一旦发生突变将导致转录效率降低甚至转录被阻止

D.可通过干扰RNA聚合酶与TATA框的结合"关闭"某种异常基因

A　**解析**:分析题意可知,TATA框被彻底水解后得到脱氧核糖、磷酸、A、T共4种小分子,A错误;结合题意可知,RNA聚合酶与TATA框结合后催化DNA双螺旋中的氢键解开,形成单链DNA开始转录,B正确;TATA框一旦发生突变,RNA聚合

酶没有了结合位点，将导致转录效率降低甚至转录被阻止，C正确；由题可知，基因表达时RNA聚合酶需与TATA框牢固结合之后才能起始转录，故可通过干扰RNA聚合酶与TATA框的结合“关闭”某种异常基因，D正确。

4. DNA单链上的G和G配对，可形成G-四链体。C与C配对，则形成i-motif，二者的结构如下图。研究发现，某蛋白质与*bcl-2*基因的启动子（基因中启动转录的部位）结合会抑制该基因的表达，若*bcl-2*基因的启动子中形成了G-四链体或i-motif，则该蛋白质不能与启动子结合。下列有关叙述错误的是（　　）



A. G-四链体和i-motif的形成都没有改变核苷酸之间的连接方式

B. 在形成G-四链体的DNA分子中，嘌呤碱基数与嘧啶碱基数相等

C. DNA的一条链形成G-四链体时，另一条链可能同时形成i-motif

D. 若*bcl-2*基因的启动子中形成G-四链体，*bcl-2*基因的转录会受到抑制

D　**解析**：G-四链体和i-motif的形成都没有改变核苷酸之间的连接方式，均为磷酸二酯键连接，A正确；由图可知，在形成G-四链体的DNA分子中，G和G配对是在其中一条链，对应的另一条链上是相应的C，只是此时C没有其他碱基与之配对，故嘌呤碱基数与嘧啶碱基数相等，B正确；DNA的一条链形成G-四链体时，G-四链体G的位置对应另一条链的C，可能同时形成i-motif，C正确；根据题意，“若*bcl-2*基因的启动子中形成了G-四链体或i-motif，则该蛋白质不能与启动子结合”，则转录可以正常进行，D错误。

5. 许多生物在较高温度时能受热诱导合成一系列热休克蛋白。热休克蛋白的主要功能是参与蛋白质的代谢，某些热休克蛋白可参与靶蛋白的折叠和去折叠过程，某些热休克蛋白可参与蛋白质的降解过程。下列叙述不合理的是（　　）

A. 热休克蛋白基因受到热刺激后转录程度增强

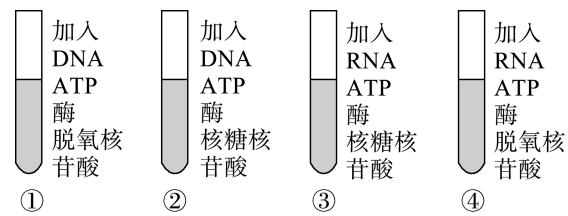
B. 超过最适温度使蛋白质肽键断裂造成蛋白质变性

C. 热休克蛋白可对空间结构异常的蛋白质进行去折叠

D. 降解变性的蛋白质有利于维持细胞的正常代谢活动

B　**解析**：许多生物在较高温度时，能受热诱导合成一系列热休克蛋白，说明热休克蛋白基因受到热刺激后转录程度增强，A合理；蛋白质变性主要是空间结构发生改变，不会出现肽键断裂，B不合理；某些热休克蛋白可参与靶蛋白的折叠和去折叠过程，推测热休克蛋白可对空间结构异常的蛋白质进行去折叠，保证蛋白质的结构正常，C合理；某些热休克蛋白可参与蛋白质的降解过程，降解变性蛋白质有利于维持细胞正常代谢活动，D合理。

6. 我国科学家人工合成了酵母丙氨酸转移核糖核酸，标志着我国具备了人工合成核酸的能力。下图表示人工合成核酸时各试管中加入的物质，下列叙述不正确的是（　　）



A. ①④与②③的产物分别相同

B. ①②③④生理过程不同

C. ①②③④的进行都需要模板、原料、能量和酶

D. 每个生物都必须要进行①②③④生理过程

D　**解析**：①中加入DNA为模板，原料为脱氧核苷酸，所以该生理过程为DNA的复制，产物为DNA；②中加入DNA为模板，原料为核糖核苷酸，所以该生理过程为转录，产物为RNA；③中加入RNA为模板，原料为核糖核苷酸，所以该生理过程为RNA的复制，产物为RNA；④中加入RNA为模板，原料为脱氧核苷酸，所以该生理过程为逆转录，产物为DNA，只发生在有逆转录酶的生物中。综上分析可知，A、B、C正确，D错误。

7. 真核生物细胞内存在着种类繁多、长度为21～23个核苷酸的小分子RNA（简称miRNA），它们能与相关基因转录形成的mRNA互补，形成局部双

链。这些 miRNA 抑制基因表达的机制是　（　　）

A.阻断 rRNA 装配成核糖体

B.妨碍双链 DNA 分子的解旋

C.干扰核糖体与 mRNA 结合

D.影响 RNA 分子的远距离转运

C　**解析**：根据题意，miRNA 不会阻断 rRNA 装配成核糖体的过程，A 错误；miRNA 不会妨碍双链 DNA 分子的解旋，B 错误；miRNA 是与相关基因转录形成的 mRNA 互补，使 mRNA 无法与核糖体结合，进而影响翻译过程，C 正确；miRNA 只是阻止了 mRNA 发挥作用，不会影响 RNA 分子的远距离转运，D 错误。

8.科研人员用^{14}C 标记的半胱氨酸(Cys)与 RNA 结合生成^{14}C-半胱氨酸-tRNA，经 Ni(镍)催化后生成^{14}C-丙氨酸-tRNA，再把^{14}C-丙氨酸-tRNA 加进含有血红蛋白 mRNA 的蛋白质合成系统中，结果发现^{14}C-丙氨酸-tRNA 插入了通常由 C-半胱氨酸-tRNA 占据的位置。下列说法正确的是　（　　）

A.生物体内 C-半胱氨酸-tRNA 的生成需要 Ni 催化

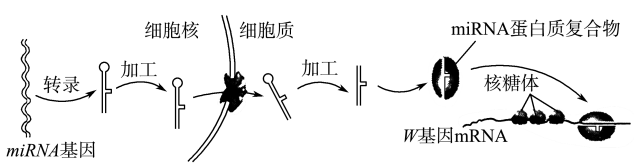
B.RNA 用自身携带的反密码子来识别半胱氨酸

C.血红蛋白中的半胱氨酸被丙氨酸替代后，肽键数量会发生变化

D.该实验证明与模板 mRNA 特异性识别的是 tRNA 而不是氨基酸

D　**解析**：生物体内 C-丙氨酸-tRNA 的生成需要 Ni 的催化，A 错误；tRNA 识别氨基酸与反密码子无关，B 错误；^{14}C-半胱氨酸-tRNA 可以被 Ni 催化成^{14}C-丙氨酸-tRNA，新合成的肽链中，原来半胱氨酸的位置会被替换为^{14}C 标记的丙氨酸，肽链长度不变，所以肽键数量不变，C 错误；由题意可知，tRNA 不变，新合成的肽链中，原来半胱氨酸的位置会被替换为^{14}C 标记的丙氨酸，可说明与模板 mRNA 特异性识别的是 tRNA 而不是氨基酸，D 正确。

9.miRNA 是一类非编码 RNA，某 miRNA 能抑制 *W* 基因控制的蛋白质(W 蛋白)的合成。某真核细胞内该 miRNA 的形成及其发挥作用的过程如下图所示。下列叙述正确的是　（　　）



A.*miRNA* 基因转录时，RNA 聚合酶与该基因的起始密码子相结合

B.*W* 基因转录形成的 mRNA 在细胞核内加工后，进入细胞质中用于翻译

C.由于基因的选择性表达，部分细胞内会出现 miRNA 控制合成的蛋白质

D.miRNA 抑制 W 蛋白的合成是通过 miRNA 直接与 *W* 基因 mRNA 结合实现的

B　**解析**：起始密码子在 mRNA 上，A 错误；真核细胞内 *W* 基因转录形成的 mRNA 在细胞核内加工后，进入细胞质用于翻译，B 正确；miRNA 是一类非编码 RNA，细胞内不会出现 miRNA 控制合成的蛋白质，C 错误；miRNA 抑制 W 蛋白的合成，是通过单链结构的 miRNA 与蛋白质结合形成的 miRNA 蛋白质复合物直接与 *W* 基因转录的 mRNA 结合实现的，D 错误。

10.甜味蛋白是植物体内的小分子蛋白质，其甜度大、热量低、安全无毒，但产量低。科学家利用转基因大肠杆菌生产出的甜味蛋白没有甜味，利用转基因番茄生产出的甜味蛋白与天然甜味蛋白在口感上没有区别。甜味蛋白在甜度上出现差异的原因最可能是　（　　）

A.大肠杆菌没有细胞核，甜味蛋白基因不能完成转录形成 mRNA

B.大肠杆菌没有内质网和高尔基体，不能完成甜味蛋白的折叠和加工

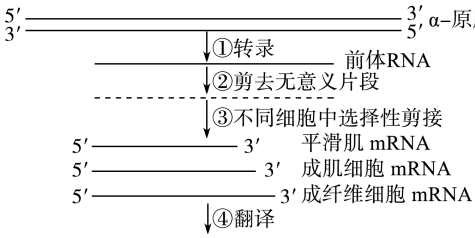
C.番茄细胞中含有核糖体，甜味蛋白的 mRNA 可以顺利完成翻译过程

D.番茄细胞中含有线粒体，可为甜味蛋白的合成、加工提供能量

B　**解析**：大肠杆菌是原核生物，没有细胞核，但转基因大肠杆菌可以生产出甜味蛋白，说明甜味蛋白基因能转录形成 mRNA，A 错误；大肠杆菌转基因的甜味蛋白没有甜味，而转基因番茄生产出的甜味蛋白与天然甜味蛋白在口感上没有区别，考虑到番茄与大肠杆菌细胞结构的不同，可能是因为大肠杆菌不具有内质网和高尔基体，不能完成甜味蛋白的折叠和加工，所以转基因大肠杆菌生产出的甜味蛋白没有甜味，B 正确；番茄细胞和大肠杆菌细胞都含有核糖体，甜味蛋白的 mRNA 都可以顺利完成翻译过程，C 错误；线粒

体是真核细胞的“动力车间”，大肠杆菌虽然没有线粒体，但是也可以通过细胞呼吸为甜味蛋白的合成、加工提供能量，D 错误。

11. 下图为 α-原肌球蛋白基因在不同组织细胞中的表达过程示意图。据图分析下列说法正确的是 （　　）



A. RNA 聚合酶与 DNA 某一部位结合后对整个 DNA 进行转录

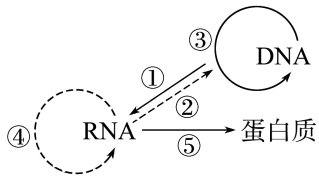
B. 氢键的断裂和形成都可在①④过程发生，且都需要酶的催化

C. ①②③④过程体现了不同组织细胞中基因的选择性表达

D. 不同细胞中同一基因可以控制合成不同的蛋白质

D　**解析**：RNA 聚合酶与 DNA 某一部位结合后对 DNA 中的某个基因进行转录，A 错误；①为转录，①中 RNA 聚合酶催化氢键断裂，DNA 与 RNA 形成氢键，④为翻译，mRNA 与 tRNA 之间形成氢键，氢键的形成无须酶的催化，B 错误；③过程体现了不同组织细胞中基因的选择性表达，C 错误；结合图示可知，不同细胞中同一基因（α-原肌球蛋白基因）可以转录成不同的 mRNA，从而控制合成不同的蛋白质，D 正确。

12. 1957 年，克里克提出中心法则，随着研究的不断深入，科学家对中心法则作出了补充（如图所示），下列有关叙述错误的是 （　　）



A. 中心法则描述了生物界遗传信息的传递过程

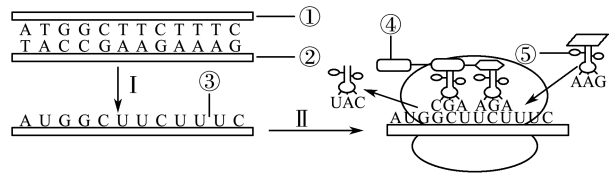
B. 碱基互补配对保证了遗传信息传递的准确性

C. 图中①～⑤过程都可以在细胞内发生

D. 中心法则揭示了生物界共用同一套遗传密码

D　**解析**：中心法则描述了生物界遗传信息的传递过程，A 正确；在中心法则中的每一步均遵循碱基互补配对原则，保证了遗传信息在传递过程中的准确性，B 正确；图中①表示转录，②表示逆转录，③表示 DNA 复制，④表示 RNA 复制，⑤表示翻译，以上过程均可以在细胞内发生，C 正确；中心法则没有揭示生物界共用同一套遗传密码，D 错误。

13. 下图为真核生物细胞核基因表达过程示意图，下列相关叙述正确的是 （　　）



A. 图中过程Ⅰ称为转录，该过程的模板链是①号链

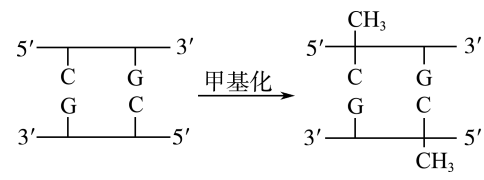
B. 图中③在细胞质中与核糖体结合，进行翻译过程

C. 图中⑤所携带氨基酸的密码子是 AAG

D. 图中③上可以相继结合多个核糖体，合成的多条肽链的结构不同

B　**解析**：根据题图可知，Ⅰ过程是以 DNA 的一条链为模板，转录形成 RNA 的过程；Ⅱ过程表示以 mRNA 为模板，合成多肽的翻译过程。根据碱基互补配对原则可判断，Ⅰ过程的模板链是②号链，A 错误；图中③从核孔进到细胞质中与核糖体结合，进行翻译过程，B 正确；密码子位于 mRNA 上，所以图中⑤所携带氨基酸对应的密码子是 UUC，C 错误；图中③上可以相继结合多个核糖体，合成的多条肽链的结构相同，D 错误。

14. 纯种黄色（HH）小鼠与纯种黑色（hh）小鼠杂交，子一代小鼠却表现出不同的毛色：介于黄色和黑色之间的一系列过渡类型。研究表明，H 基因上有一段特殊的碱基序列，该序列有多个位点可发生甲基化修饰（如图所示）。当没有发生甲基化时，H 基因可正常表达，小鼠为黄色。反之，H 基因的表达就受到抑制，且发生甲基化的位点越多，基因表达被抑制的效果越明显。结合上述信息，下列叙述错误的是 （　　）



A.此现象表明基因型与表型之间的关系，并不是简单的一一对应关系

B.甲基化修饰导致 H 基因的碱基对的排列顺序发生改变，产生了不同的等位基因

C.基因型为 Hh 的小鼠体毛的颜色（黑）随 H 基因发生甲基化的位点的增多而加深

D.纯种黄色小鼠与纯种黑色小鼠杂交，正常情况下子一代小鼠的基因型都是 Hh

B　**解析**：题中现象说明在发生甲基化修饰时，一种基因型可对应多种表型，表明基因型与表型之间的关系，并不是简单的一一对应关系，A 正确；由题可知，甲基化修饰没有导致 H 基因的碱基对的排列顺序发生改变，不产生等位基因，B 错误；基因型是 Hh 的小鼠体毛的颜色随 H 基因发生甲基化的位点的增多，基因表达被抑制的效果越明显，h 基因越能表达，其体毛颜色（黑）越深，C 正确；纯种黄色（HH）小鼠与纯种黑色（hh）小鼠杂交，正常情况下子一代小鼠的基因型都是 Hh，D 正确。

15. 遗传印记是通过生化途径在一个基因上标记其双亲来源信息的遗传学过程，具有遗传印记的基因称作印记基因。有些印记基因只从母源染色体上表达，而有些则只从父源染色体上表达，甲基化会抑制印记基因的表达。番茄（具有两性花）果实的维生素 E 含量会受其合成关键基因 V_{te3} 的甲基化“印记”控制，当控制高产维生素 E 的基因 V_{te3} 变成其等位基因 V_{te3m} 时，维生素 E 含量降低。某研究小组进行如下图所示实验。若让甲组（或乙组）的 F_1 自交，则 F_2 的性状分离比，以及被“印记”而不表达的亲本是　（　　）

甲：♀$V_{te3}V_{te3}$ × ♂$V_{te3m}V_{te3m}$ → $V_{te3}V_{te3m}$ 高产

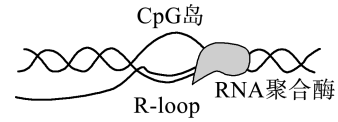
乙：♂$V_{te3}V_{te3}$ × ♀$V_{te3m}V_{te3m}$ → $V_{te3}V_{te3m}$ 低产

A.1∶1，母本　　B.1∶1，父本

C.3∶1，父本　　D.3∶1，母本

B　**解析**：题中显示，甲组和乙组实验相当于正交、反交，正交、反交结果不同，而且表现为与母本传递的基因种类有关，即表现出母本传递基因的性状，而父本中的相关基因没有表达，即该甲基化印记通过父本传递并且不表达。据此推测，甲组（或乙组）的 F_1（$V_{te3}V_{te3m}$）自交，作为母本产生的两种配子类型及比例为 V_{te3}∶V_{te3m}＝1∶1，且会在后代中正常表现，而作为父本产生的配子不会在后代中表现，因此，F_2 的性状分离比为 1∶1，B 正确。

16. R-loop 是细胞内的一种特殊的三链核酸结构，由一条 mRNA 与 DNA 的杂合链及一条 DNA 单链组成，R-loop 通常在基因启动子（启动转录的部位）的 CpG 岛处形成（CpG 岛是 DNA 上一段富含 CG 的区域）。最新研究发现某种蛋白质能识别并结合 R-loop，从而聚集去甲基化酶，作用于 CpG 岛，下列叙述正确的是　（　　）



A.该蛋白质可促进基因表达

B.R-loop 中嘌呤碱基总数等于嘧啶碱基总数

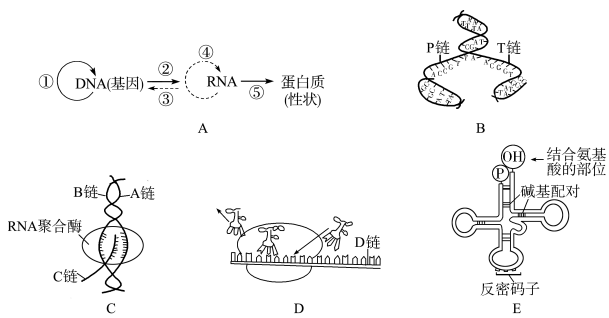
C.R-loop 中存在 5 种核苷酸

D.在 DNA 中，仅有胞嘧啶会被甲基化

A　**解析**：基因的表达包括转录和翻译过程，分析题意可知，该蛋白质会影响基因的转录，又会识别并结合 R-loop，从而聚集去甲基化酶，故该蛋白质可促进基因表达，A 正确；R-loop 是一种三链核酸结构，其中双链 DNA 中的嘌呤碱基总数一定等于嘧啶碱基总数，但单链 RNA 中嘌呤碱基总数与嘧啶碱基总数不一定相等，因此 R-loop 中嘌呤碱基总数不一定等于嘧啶碱基总数，B 错误；由题意可知，CpG 岛是 DNA 上一段富含 CG 的区域，该区域存在 DNA 和 RNA，其中 DNA 有 4 种脱氧核苷酸，RNA 有 4 种核糖核苷酸，故 R-loop 中存在 8 种核苷酸，C 错误；DNA 甲基化是指在 DNA 甲基化转移酶的作用下将甲基（—CH_3）选择性地添加至 DNA 上的过程，不是只有胞嘧啶会发生甲基化，D 错误。

二、非选择题（本题包括 4 个小题，共 52 分）

17.（12 分）据图回答下列问题：



(1)图 A 所示全过程叫＿＿＿＿＿＿，图 B 所示生理过程与图 A 中相对应的序号是＿＿＿＿，图 C 所示生理过程与图 A 中相对应的序号是＿＿＿＿，图 D 所示生理过程与图 A 中相对应的序号是＿＿＿＿。

(2)图 B、C、D、E 中，图_____中含有 DNA 分子，图中用_____表示脱氧核苷酸长链。图_____中含有 mRNA，图中用_____表示核糖核苷酸长链。

(3)图 C、D 共同完成的生理过程叫_____。

(4)能完成图 A 中③④过程的生物是_____。

(5)图 D 所示过程不可能发生在_____中。

A.神经元细胞

B.肝细胞

C.心肌细胞

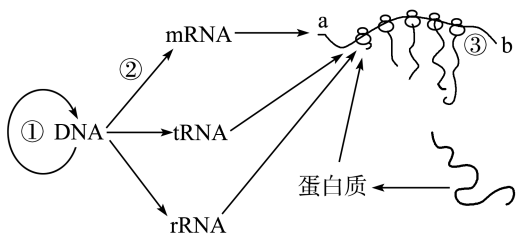
D.人成熟的红细胞

(6)图 E 是_____的结构。

解析：(1)图 A 所示全过程叫中心法则；图 B 为 DNA 复制过程，对应于图 A 中的①；图 C 表示转录过程，对应于图 A 中的②；图 D 表示翻译过程，对应于图 A 中的⑤。(2)图 B(DNA 复制)、图 C(转录)含有 DNA 分子，图中用 P 链、T 链、A 链、B 链表示脱氧核苷酸长链。图 C(转录形成 mRNA)、图 D(翻译的模板是 mRNA)含有 mRNA，图中用 C 链、D 链表示核糖核苷酸长链。(3)转录过程与翻译过程，两者共同完成的生理过程是基因指导蛋白质的合成(基因的表达)。(4)图A 中③④过程只发生在被某些 RNA 病毒侵染的生物中。(5)图 D 所示过程为翻译过程，人成熟的红细胞中不含细胞核和细胞器，不能完成翻译过程。(6)图 E 具有三叶草结构，为 tRNA。

答案：(1)中心法则　①　②　⑤　(2)B、C　P 链、T 链、A 链、B 链　C、D　C 链、D 链　(3)基因指导蛋白质的合成(基因的表达)　(4)被 RNA 病毒感染的宿主　(5)D　(6)转运 RNA(或 tRNA)

18.(14 分)下图表示果蝇体细胞中遗传信息的传递方向，请据图回答下列问题：



(1)含有 100 个碱基的某 DNA 片段中碱基间的氢键共有 130 个，则该 DNA 片段中共有腺嘌呤_____个，C 和 G 共有_____对。若该片段复制 4 次，共需游离的胞嘧啶脱氧核苷酸_____个。

(2)若 DNA 一条链的碱基序列为 AATCGTACTTTA，则以该链为模板转录出 mRNA，再合成的多肽链的氨基酸顺序为_____(用标号表示)。(密码子：①AAU—天冬酰胺；②ACU—苏氨酸；③CGU—精氨酸；④GCA—丙氨酸；⑤UUA—亮氨酸；⑥UGA—终止)

(3)过程①为 DNA 复制过程，需要的原料是_____，该过程中打开氢键的酶是_____。

(4)若用^{15}N 标记某 DNA 的一条链，连续进行 3 次过程①，则子代中含^{15}N 的 DNA 所占的比例是_____，能否证明 DNA 进行半保留复制？_____。DNA 复制时遵循的是_____原则。

(5)细胞中过程②发生的场所主要是_____，催化该过程的酶是_____。

(6)一个 mRNA 上连接多个核糖体形成的结构叫多聚核糖体，这种结构形成的意义是_____。

(7)已知组氨酸的密码子是 CAU、CAC；缬氨酸的密码子是 GUC、GUU、GUA、GUG。某 tRNA 上的反密码子是 CAU，则该 tRNA 所携带的氨基酸是_____。

解析：(1)DNA 中 A—T 之间含 2 个氢键，G—C 之间含 3 个氢键。若一段含有 100 个碱基的某 DNA 片段中碱基间的氢键共有 130 个，设 A—T 有 x 对，G—C 有$(50-x)$对，则有 $2x+3\times(50-x)=130$，$x=20$。则该 DNA 片段中共有腺嘌呤：A＝20 个，C 和 G 共有 50－20＝30 对。若该片段复制 4 次，共产生 $2^4=16$ 个与原 DNA 片段相同的 DNA 片段，相当于新合成了 15 个 DNA 片段。由于每个 DNA 片段含胞嘧啶 30 个，因此共需游离的胞嘧啶脱氧核苷酸 $30\times15=450$ 个。(2)若 DNA 一条链的碱基序列为 AATCGTACTTTA，则以该链为模板转录出的 mRNA 碱基序列为 UUAGCAUGAAAU，则合成的多肽链的氨基酸顺序为⑤(亮氨酸)—④(丙氨酸)，因为第三个密码子(UGA)是终止密码子，所以只能翻译出含两个氨基酸的二肽。(3)过程①为 DNA 复制，所需要的原料是脱氧核苷酸，该过程中打开氢键的酶是解旋酶。(4)若用^{15}N 标记某 DNA 的一条链，连续进行 3 次 DNA 复制可得到8 个子代 DNA，所以子代 DNA 中含^{15}N 的 DNA 所占的比例为 1/8，由于只标记了一条链，所以这不能证明 DNA 进行

半保留复制。DNA 复制时严格遵循碱基互补配对原则。(5)过程②是转录,发生的场所主要是细胞核,催化该过程的酶是 RNA 聚合酶。(6)一个 mRNA 上连接多个核糖体形成的结构叫多聚核糖体,其意义在于利用少量mRNA 就可以迅速合成大量的蛋白质(或肽链),提高蛋白质合成的效率。(7)若 tRNA 上的反密码子是 CAU,则该 tRNA 携带的氨基酸的密码子为 GUA,故该 tRNA 所携带的氨基酸是缬氨酸。

答案:(1)20　30　450　(2)⑤④　(3)脱氧核苷酸(或脱氧核糖核苷酸)　解旋酶　(4)1/8　不能　碱基互补配对　(5)细胞核　RNA 聚合酶　(6)(少量 mRNA)可以迅速合成大量的蛋白质(或肽链)　(7)缬氨酸

19.(12 分)图 1 为人体内苯丙氨酸与酪氨酸的代谢途径,图中数字代表 3 种酶。请回答下列问题:

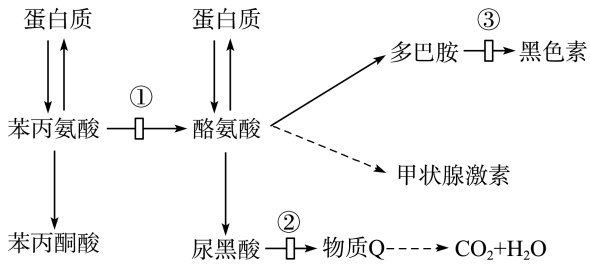


图 1

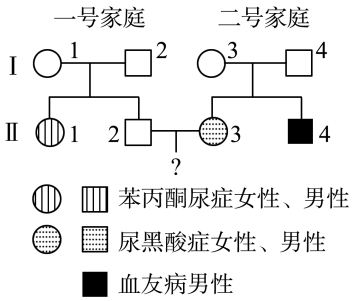


图 2

(1)若酶①由 n 个氨基酸组成,则酶①基因的碱基数目不能少于_____。

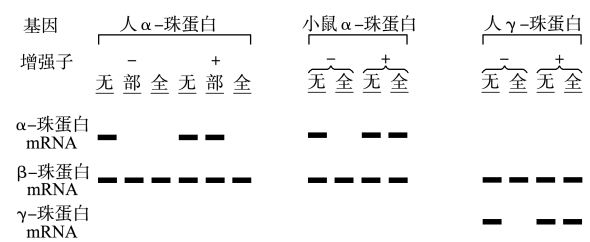
(2)若医生怀疑某患儿缺乏酶①,可通过直接化验_____来确诊。从图 1 可以看出,基因通过_____,进而控制生物体的性状。

(3)图 2 所示 $Ⅱ_1$ 因缺乏图 1 中的酶①而患有苯丙酮尿症,$Ⅱ_3$ 因缺乏图 1 中的酶②而患有尿黑酸症,$Ⅱ_4$ 患血友病(伴 X 染色体隐性遗传病),上述 3 种性状的等位基因分别用 P 和 p、A 和 a、H 和 h 表示。一号家庭和二号家庭均不携带对方家庭出现的遗传病基因。$Ⅰ_3$ 涉及上述 3 种性状的基因型是_____。$Ⅱ_3$ 已经怀有身孕,她生育一个健康但同时携带 3 种致病基因的女孩的概率是_____。

解析:(1)在基因表达过程中,如果不考虑基因的非编码区、内含子(基因内的间隔序列,在转录后通过加工被切除)以及 mRNA 上的终止密码子,再根据数量关系:DNA(基因)碱基数∶mRNA 碱基数∶多肽链中氨基酸数=6∶3∶1,可推知,若酶①由 n 个氨基酸组成,则酶①基因的碱基数目不能少于 $6n$。(2)若缺乏酶①则患有苯丙酮尿症,可通过直接化验患儿的尿液中是否含有过多的苯丙酮酸来诊断。从题图 1 中可以看出,基因通过控制酶的合成来控制代谢过程,进而控制生物体的性状。(3)分析题图 2 可知,苯丙酮尿症和尿黑酸症均为常染色体隐性遗传病。由"$Ⅱ_3$ 患有尿黑酸症、$Ⅱ_4$ 患血友病"可知,$Ⅰ_3$ 相关的基因组成为 AaX^HX^h,再结合题意"一号和二号家庭均不携带对方家庭出现的遗传病基因"可进一步推知,$Ⅰ_3$ 个体的基因型是 $PPAaX^HX^h$。综上分析,$Ⅱ_2$ 的基因型是 $1/3PPAAX^HY$、$2/3PpAAX^HY$,$Ⅱ_3$ 的基因型是 $1/2PPaaX^HX^H$、$1/2PPaaX^HX^h$。$Ⅱ_3$ 已经怀有身孕,她生育一个健康但同时携带 3 种致病基因的女孩的概率是 $(2/3)\times(1/2)\times1\times(1/2)\times(1/4)=1/24$。

答案:(1)$6n$　(2)患儿的尿液中是否含有过多的苯丙酮酸　控制酶的合成来控制代谢过程　(3)$PPAaX^HX^h$　1/24

20.(14 分)DNA 甲基化是最早发现的修饰途径之一,这一修饰途径可能存在于所有高等生物中并与基因表达调控密切相关。成人体内的血红蛋白是由 2 个 α-珠蛋白和 2 个 β-珠蛋白以及内部结合的血红素组成,而珠蛋白基因的表达受 DNA 甲基化的影响。用甲基转移酶处理珠蛋白基因使其部分或全部甲基化。甲基化程度不同的人 α-珠蛋白基因、小鼠 α-珠蛋白基因和人 γ-珠蛋白基因的转录结果如下图,请回答以下问题:



注 1:"－"代表没有装增强子,"＋"代表有装增强子;β-珠蛋白 mRNA 作为参照。

注 2:"无"代表无甲基化,"部"代表部分甲基化,"全"代表全部甲基化。

(1)DNA 碱基序列保持不变的情况下，DNA 甲基化导致基因表达水平改变并可遗传给后代，这种现象叫作_____。

(2)将甲基化水平不同的基因导入人 HeLa 细胞(海拉细胞)后发现，一旦完全甲基化，3 个基因表达情况是_____，由此推测 DNA 甲基化抑制基因表达的机制可能是_____

_____

_____。

(3)在启动区装上 SV40 增强子序列，_____

_____

(从“部分甲基化的人 α-珠蛋白基因”“全部甲基化的人 α-珠蛋白基因”“全部甲基化的小鼠 α-珠蛋白基因”和“全部甲基化的人 γ-珠蛋白基因”几种基因中选择)能转录出 mRNA。由此推测增强子的作用是_____

_____

_____。

(4)β-地中海贫血病在广东、广西等南方地区较为常见，目前临床用药主要是重新激活患者体内沉默的 γ-珠蛋白基因的表达来弥补缺损的 β-珠蛋白，从而缓解临床症状。从基因表达调控角度分析，提出一种治疗 β-地中海贫血病的思路：_____

_____

_____。

解析：(1)DNA 碱基序列保持不变的情况下，DNA 甲基化导致基因表达水平改变可遗传给后代，这种现象叫作表观遗传。(2)将甲基化水平不同的基因导入人 HeLa 细胞后发现，一旦完全甲基化，根据分析可知，3 个基因均不能表达或都不转录，原因是 DNA 甲基化抑制 DNA 模板与 RNA 聚合酶结合，不能转录出 mRNA，从而导致翻译不能进行。(3)由题图可知，部分甲基化的人 α-珠蛋白基因、全部甲基化的小鼠 α-珠蛋白基因、全部甲基化的人γ-珠蛋白基因，在启动区装上 SV40 增强子序列后均能转录出 mRNA，由此推测增强子能促进与之相连的基因转录出 mRNA。(4)根据分析可知，重新激活患者体内沉默的 γ-珠蛋白基因的表达的方法有多种，思路是促进 γ-珠蛋白基因的转录或者降低 γ-珠蛋白基因的甲基化。具体方法有：利用甲基转移酶抑制剂抑制甲基转移酶活性，防止(γ-珠蛋白基因上)DNA 甲基化，从而激活 γ-珠蛋白基因的表达(或转录)；研发出促进 DNA 模板与 RNA 聚合酶结合的药物，促进 γ-珠蛋白基因的转录；在药物中加入胞嘧啶类似物(特定物质)，抑制 γ-珠蛋白基因启动子区域的甲基化水平，从而开启 γ-珠蛋白基因的表达；通过改变珠蛋白相关转录因子的水平，从而间接调节病人珠蛋白基因的表达；通过体外技术在 γ-珠蛋白基因启动区装上(SV40)增强子序列，重新导入人体造血干细胞，激活 γ-珠蛋白基因的表达。

答案：(1)表观遗传　(2)都不表达(或都不转录)　DNA 甲基化抑制 DNA 模板与 RNA 聚合酶结合，不能转录出 mRNA，从而导致翻译不能进行　(3)部分甲基化的人 α-珠蛋白基因、全部甲基化的小鼠 α-珠蛋白基因和全部甲基化的人 γ-珠蛋白基因　促进与之相连的基因转录出 mRNA　(4)利用甲基转移酶抑制剂抑制甲基转移酶活性，防止(γ-珠蛋白基因上)DNA 甲基化，从而激活 γ-珠蛋白基因的表达(或转录)；研发出促进 DNA 模板与 RNA 聚合酶结合的药物，促进 γ-珠蛋白基因的转录；在药物中加入胞嘧啶类似物(特定物质)，抑制 γ-珠蛋白基因启动子区域的甲基化水平，从而开启 γ-珠蛋白基因的表达；通过改变珠蛋白相关转录因子的水平，从而间接调节病人珠蛋白基因的表达；通过体外技术在 γ-珠蛋白基因启动区装上(SV40)增强子序列，重新导入人体造血干细胞，激活 γ-珠蛋白基因的表达(围绕促进 γ-珠蛋白基因的转录或者降低 γ-珠蛋白基因的甲基化作答，答出一点即可)

第5章　基因突变及其他变异

第1节　基因突变和基因重组

学习任务目标

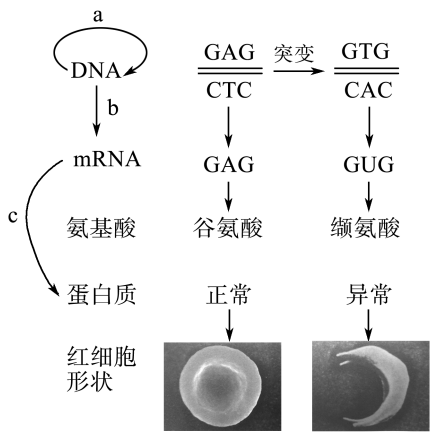
1.分析基因突变和基因重组的意义，认识到遗传伴随着变异，感受生命的进化与适应观。
2.通过基因突变的特点，辩证地认识生命过程的意义。
3.通过基因突变的实例，培养从宏观到微观的分析能力。

问题式预习

一、基因突变

1.基因突变的实例和概念

(1)镰状细胞贫血的病因图解

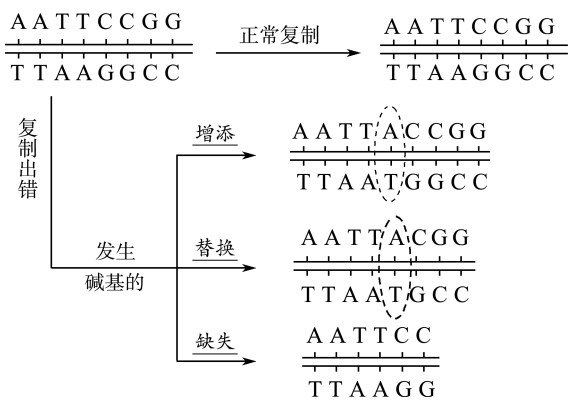


①图示中a、b、c过程分别代表DNA复制、转录和翻译。突变主要发生在a(填字母)过程中。

②患者贫血的直接原因是谷氨酸替换为缬氨酸，根本原因是发生了基因突变，碱基对由$\frac{A}{T}$替换成$\frac{T}{A}$。

(2)基因突变的概念：DNA分子中发生碱基的替换、增添或缺失，而引起的基因碱基序列的改变。

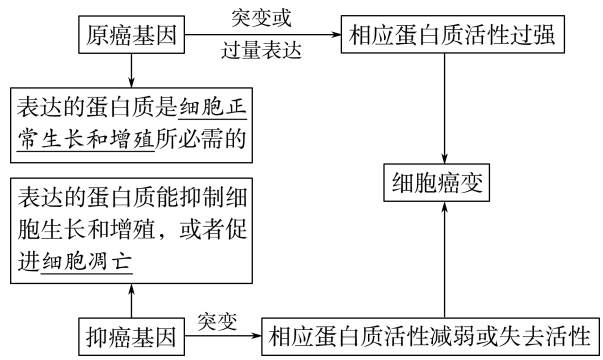
(3)类型



(4)结果：基因碱基序列的改变。

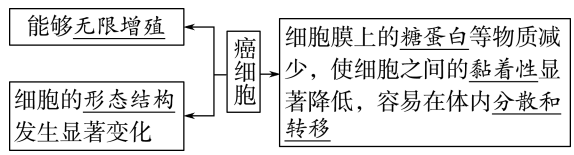
(5)细胞的癌变

①细胞癌变的机理



②细胞癌变的根本原因：原癌基因和抑癌基因突变。

③癌细胞的特征



2.基因突变的原因

(1)外因
- 物理因素：如紫外线、X射线
- 化学因素：如亚硝酸盐、碱基类似物
- 生物因素：某些病毒

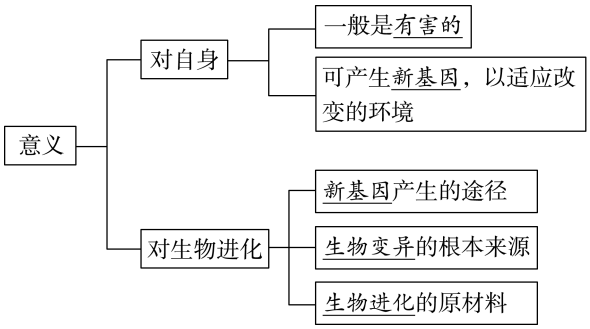
(2)内因：DNA复制偶尔发生错误。

3.基因突变的特点[连一连]

①普遍性	a.一个基因可以发生不同的突变，产生一个以上的等位基因
②随机性	b.发生在个体发育的任何时期(时间随机)
③不定向性	c.发生在细胞内不同的DNA分子上(位置随机)
	d.发生在同一个DNA分子的不同部位(位置随机)
④低频性	e.10^{-5}~10^{-8}个生殖细胞中才会有1个发生基因突变
⑤多害少利性	f.生物界普遍存在
	g.突变性状大多有害

答案：①—f　②—bcd　③—a　④—e　⑤—g

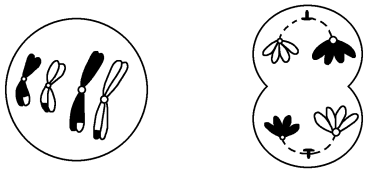
4.基因突变的意义



二、基因重组

1.概念：在生物体进行有性生殖的过程中，控制不同性状的基因的重新组合，称为基因重组。

2.类型



类型	发生的时期	发生的范围	实例
自由组合型	减数分裂Ⅰ后期	非同源染色体上的非等位基因	b
互换型	减数分裂Ⅰ前期（四分体时期）	同源染色体上的等位基因随非姐妹染色单体的互换而交换	a

3.结果：产生与亲代不同的基因型。

4.意义：形成生物多样性的重要原因之一。

教材开发

1.［教材 P83 正文］“在自然状态下，基因突变的频率是很低的。”既然在自然状态下，基因突变的频率很低，那么在强烈的日光下，人们还要涂抹防晒霜的原因是什么？

提示：紫外线易诱发基因突变并提高突变频率，使人患癌症风险增大。

2.［教材 P85“拓展应用”］镰状细胞贫血主要流行于非洲的疟疾高发地区。具有一个镰状细胞贫血突变基因的个体（即杂合子）在氧含量正常的情况下，并不表现出镰状细胞贫血的症状，因为该个体能同时合成正常和异常的血红蛋白，并对疟疾具有较强的抵抗力。这些地区具有镰状细胞贫血突变基因的人占总人口的比例较其他地区的高，为什么？

提示：杂合子能同时合成正常和异常的血红蛋白，在氧含量正常的情况下，并不发病，而且相比只能合成正常血红蛋白的纯合子，突变的杂合子对疟疾具有较强的抵抗力，在疟疾高发地区，他们生存的机会更多，从而能将自己的基因传递下去。因此，这些地区具有镰状细胞贫血突变基因的人占总人口的比例更高。

概念辨析

1.细胞膜上糖蛋白减少或存在原癌基因都可能是因为细胞发生了癌变。（ × ）

2.基因突变会产生新基因和新性状，基因重组不会产生新基因，只会产生新性状。（ × ）

3.基因突变是由 DNA 片段的增添、缺失或替换引起的基因碱基序列的改变。（ × ）

4.某种群中发现一突变性状，连续培养到第三代才选出能稳定遗传的纯合突变类型，则该突变为显性突变。（ √ ）

5.基因突变可能造成某个基因的缺失。（ × ）

6.基因突变和基因重组不可借助光学显微镜观察，染色体变异可借助光学显微镜观察。（ √ ）

7.基因突变会导致染色体上基因结构的改变。（ √ ）

8.非同源染色体上的非等位基因可以自由组合，同源染色体上的非等位基因一定不能组合。（ × ）

任务型课堂

任务一 基因突变

［探究活动］

根据所学知识回答下列问题：

（1）基因突变的发生一定需要诱导因素吗？

提示：不一定。

（2）加入某种化学物质就能引起基因突变，具体引起了怎样的变化？

提示：使 DNA 分子中发生碱基的增添、缺失或替换。

(3)基因突变在什么时期发生?

提示:任何时期都可能发生,但DNA复制时最容易发生。

[**评价活动**]

1.(2021·浙江卷)α-珠蛋白与α-珠蛋白突变体分别由141个和146个氨基酸组成,其中第1～138个氨基酸完全相同,其余氨基酸不同。该变异是由基因上编码第139个氨基酸的一个碱基对缺失引起的。该实例不能说明　(　　)

A.该变异属于基因突变

B.基因能指导蛋白质的合成

C.DNA片段的缺失导致变异

D.该变异导致终止密码子后移

C　**解析**:由题干可知,该变异是由基因上编码第139个氨基酸的一个碱基对缺失引起的,故属于基因突变,A不符合题意;基因结构的改变导致了相应蛋白质的改变,说明基因能指导蛋白质的合成,B不符合题意;分析题意可知,该变异发生了一个碱基对的缺失,而非DNA片段的缺失,C符合题意;α-珠蛋白与α-珠蛋白突变体分别由141个和146个氨基酸组成,说明变异后形成的蛋白质中氨基酸数目增多,可推测该变异导致终止密码子后移,D不符合题意。

2.(2022·湖南卷)关于癌症,下列叙述错误的是(　　)

A.成纤维细胞癌变后变成球形,其结构和功能会发生相应改变

B.癌症发生的频率不是很高,大多数癌症的发生是多个基因突变的累积效应

C.正常细胞生长和分裂失控变成癌细胞,原因是抑癌基因突变成原癌基因

D.乐观向上的心态、良好的生活习惯,可降低癌症发生的可能性

C　**解析**:细胞癌变后,其结构和功能会发生相应改变,如成纤维细胞癌变后变成球形,A正确;癌变发生的原因是基因突变,基因突变在自然条件下具有低频性,故癌症发生的频率不是很高,且癌症的发生并不是单一基因突变的结果,而是多个相关基因突变的累积效应,B正确;人和动物细胞中的DNA上本来就存在与癌变相关的基因,其中原癌基因表达的蛋白质是细胞正常的生长和增殖所必需的,抑癌基因表达的蛋白质能抑制细胞的生长和增殖,或者促进细胞凋亡,细胞癌变的原因是原癌基因和抑癌基因发生突变,C错误;开朗乐观的心理状态与良好的生活习惯会影响神经系统和内分泌系统的调节功能,能降低癌症发生的可能性,D正确。

3.某二倍体植物基因A_1中插入了一个碱基对后形成基因A_2,下列分析正确的是　(　　)

A.利用光学显微镜可观察到A_1的长度较A_2短

B.正常情况下,A_1和A_2可存在于同一个配子中

C.该变异可能导致翻译过程提前终止

D.该个体的子代中遗传信息不会发生改变

C　**解析**:根据题意可知,该变异属于基因突变,在光学显微镜下观察不到,A错误;突变后产生的基因A_2是基因A_1的等位基因,在减数分裂过程中,等位基因随同源染色体的分开而分离,因此同一个配子中只有等位基因中的一个,B错误;基因突变可能会使终止密码子提前出现,导致翻译提前终止,C正确;基因突变若发生在形成生殖细胞的过程中,则突变基因可能遵循遗传规律传递给子代,子代中遗传信息可能发生改变,D错误。

任务升华

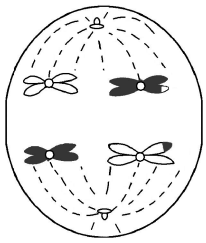
基因突变的一个“一定”和三个“不一定”

项目	内容	解读
一个“一定”	基因突变一定会引起基因碱基序列的改变	基因突变使基因中的碱基排列顺序发生改变,但基因的数目和位置不变
三个“不一定”	DNA中碱基的替换、增添和缺失不一定是基因突变	基因通常是有遗传效应的DNA片段,不具有遗传效应的DNA片段也可发生碱基对的改变,但不属于基因突变
	基因突变不一定会引起生物性状的改变	如隐性突变等
	基因突变不一定都能遗传给后代	①基因突变如果发生在体细胞中,一般不遗传给后代,但有些植物可以通过无性生殖遗传给后代; ②如果发生在配子中,将遵循遗传规律遗传给后代

任务二 基因重组

[探究活动]

下图表示减数分裂过程中发生的基因重组。请回答下列问题：



(1)图中发生了哪种基因重组？

提示：①互换重组：图中四分体中位于同源染色体上的等位基因随非姐妹染色单体之间的互换而发生交换；②自由组合：图中同源染色体分离，位于非同源染色体上的非等位基因自由组合。

(2)基因重组能产生新的基因吗？能产生新的性状吗？

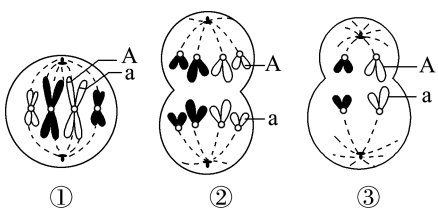
提示：基因重组不能产生新的基因，但可以产生新的基因型。故基因重组不能产生新的性状，但能产生新的性状组合。

(3)各种生物都可以发生基因重组吗？请举例说明。

提示：不是。进行有性生殖的生物可以发生基因重组；病毒、原核生物等不进行有性生殖的生物，一般不能发生基因重组。

[评价活动]

1.下图是基因型为 Aa 的个体不同分裂时期的图像，根据图像判定每个细胞发生的变异类型，正确的是（　　）



A.①基因突变、②基因突变、③基因突变

B.①基因突变或基因重组、②基因突变、③基因重组

C.①基因突变、②基因突变、③基因突变或基因重组

D.①基因突变或基因重组、②基因突变或基因重组、③基因重组

C　**解析**：题图中①②细胞分别处于有丝分裂的中期和后期，A 与 a 所在的 DNA 分子都是经过复制而得到的，所以题图中①②的变异只能属于基因突变；③细胞处于减数分裂Ⅱ后期，A 与 a 的不同可能来自基因突变，也可能来自基因重组（四分体时期同源染色体上非姐妹染色单体互换），综上可知，变异类型①是基因突变，②是基因突变，③是基因突变或基因重组，C 正确。

2.基因重组是指生物体进行有性生殖的过程中，控制不同性状的基因的重新组合。下列叙述错误的是（　　）

A.基因重组有可能发生在减数分裂Ⅰ的四分体时期

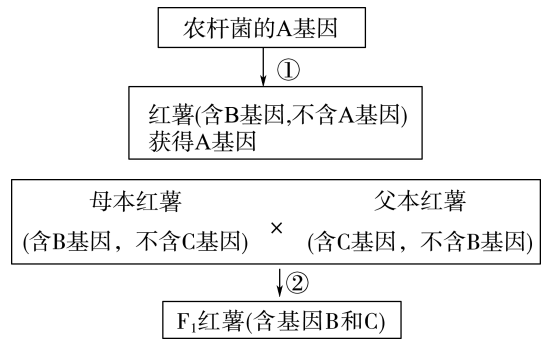
B.基因重组可能发生在减数分裂Ⅰ后期

C.基因重组是形成生物多样性的原因之一

D.基因重组有可能发生在有丝分裂后期

D　**解析**：基因重组有两种类型，一是发生在减数分裂Ⅰ前期（四分体时期）的等位基因互换，二是发生在减数分裂Ⅰ后期的非等位基因自由组合，A、B 正确；基因重组是形成生物多样性的重要原因之一，C 正确；有丝分裂过程中没有同源染色体的分离和非同源染色体的自由组合，因此不可能发生基因重组，D 错误。

3.水平转基因是自然转基因的一种类型，指基因在不同物种的生物个体之间的交流过程与结果（如图中过程①所示），或者在单个细胞内部的叶绿体、线粒体与细胞核等结构之间的交流过程与结果。下列有关说法错误的是（　　）



A.水平转基因可以发生在农杆菌和红薯细胞间，属于基因重组

B.过程①中获得 A 基因的红薯可通过过程②将 A 基因传递到子代

C.细胞内不同结构之间能进行基因交流与 DNA 的结构相同有关

D.过程①、过程②均使作物发生定向变异，均有利于作物适应新环境

D　**解析**：据过程①可知，农杆菌的A基因可转移至原先不含A基因的红薯内，说明水平转基因可以发生在农杆菌和红薯细胞间，是基因重组的一种，A正确；过程①属于水平转基因，是可遗传变异，该过程中获得A基因的红薯可通过过程②（杂交育种）将A基因传递到子代，B正确；不同生物之间DNA的结构相同，是细胞内不同结构之间能进行基因交流的结构基础，C正确；过程①、过程②的原理都是基因重组，基因重组有利于作物适应新环境，但基因重组是不定向的，D错误。

任务升华

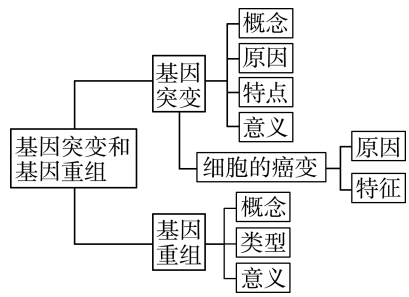
基因突变和基因重组的比较

项目	基因突变	基因重组
变异本质	基因碱基序列发生改变	原有基因的重新组合
发生时期	一般发生于细胞分裂前的间期（DNA复制时）	减数分裂Ⅰ前期（四分体时期）和减数分裂Ⅰ后期

续表

项目	基因突变	基因重组
适用范围	所有生物（包括病毒）	进行有性生殖的真核生物和基因工程中的原核生物
结果	产生新基因（等位基因）	产生新基因型，不产生新基因
意义	是生物变异的根本来源，为生物进化提供原材料	生物变异的重要来源，有利于生物进化
应用	人工诱变育种	杂交育种
联系	基因突变产生新基因，为基因重组提供自由组合的新基因，基因突变是基因重组的基础	

▶提质归纳



课后素养评价（十三）

基础性·能力运用

知识点1　基因突变的原理与特点

1.下列有关基因突变的叙述中，正确的是　（　）

A.基因突变一定会引起生物性状的改变

B.基因突变可发生在个体发育的任何时期

C.若没有外界诱发因素的作用，生物不会发生基因突变

D.基因突变是指mRNA上碱基的替换、增添或缺失

B　**解析**：基因突变如果发生在基因的非编码区域，或突变后转录的mRNA翻译出相同的氨基酸，或由纯合的显性基因突变成杂合子中的隐性基因，都不会引起生物性状的改变，A错误；基因突变是随机发生的，可以发生在生物个体发育的任何时期，B正确；基因突变的原因包括生物内部因素和外界诱发因素，因此在没有外界诱发因素的作用时，生物也可能发生基因突变，C错误；基因突变是指DNA分子中发生碱基的替换、增添或缺失，引起的基因碱基序列的改变，D错误。

2.下列不属于癌细胞主要特征的是　（　）

A.细胞癌变时，新陈代谢速率减慢

B.在适宜条件下，癌细胞可以无限增殖

C.癌细胞表面糖蛋白等物质减少，黏着性降低

D.与正常细胞相比，癌细胞的形态结构发生显著变化

A　**解析**：细胞癌变时，新陈代谢速率加快，A符合题意；在适宜条件下，癌细胞可以无限增殖，B不符合题意；癌细胞表面糖蛋白等物质减少，黏着性降低，容易扩散和转移，C不符合题意；细胞癌变后形态结构发生显著变化，大多变为球形，D不符合题意。

3.如果碱基对的插入或缺失发生于基因编码蛋白质的区域，且导致非3倍数碱基对的插入或缺失，有可能引起蛋白质翻译从该突变位点开始移码，直到新的终止密码，从而引起基因产物的失活，这种突变称为移码突变。一个基因如果发生两次移码突变，前者增加一个碱基，后者减少一个碱基，两个突

变位点相距不远，且不涉及基因产物重要部位，则突变基因产物的功能有可能不受影响。下列相关叙述错误的是（　　）

A.一个基因发生一次移码突变，往往会改变生物的性状

B.上述的两次移码突变不会改变密码子的数量和种类

C.若两次移码突变都是增加一个碱基，则突变基因产物的功能会改变

D.移码突变和其他类型的基因突变一样，都能改变基因中的遗传信息

B　**解析**：一个基因发生一次移码突变，有可能引起蛋白质翻译从该突变位点开始移码，蛋白质的氨基酸序列都发生改变，往往会改变生物的性状，A 正确；题中所述的两次移码突变可能会改变密码子的数量和种类，B 错误；若两次移码突变都是增加一个碱基，导致遗传密码改变，氨基酸序列改变，则突变基因产物的功能会改变，C 正确；移码突变和其他类型的基因突变一样，改变了碱基对的排列顺序，能改变基因中的遗传信息，D 正确。

4. 党的二十大报告提出“全方位夯实粮食安全根基”，“确保中国人的饭碗牢牢端在自己手中”。我国科学家利用化学诱变从水稻品种 9311 中获得了一个产量对氮肥不敏感的突变体，从而定位了氮肥高效利用的关键基因 *NGR5*。*NGR5* 的表达水平和蛋白积累量随施肥量的增加而增加。下列叙述错误的是（　　）

A.氮肥不敏感突变水稻的获得利用的原理是基因突变

B.突变的特点决定了化学诱变育种时需处理大量材料

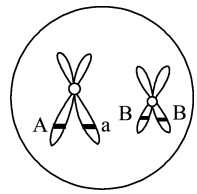
C.只有发生在水稻生殖细胞中的突变才能够遗传给下一代

D.*NGR5* 的表达水平及其突变频率都受外界环境因素的影响

C　**解析**：科学家利用化学诱变从水稻品种 9311 中获得了一个产量对氮肥不敏感的突变体，该技术属于诱变育种，诱变育种的原理是基因突变，A 正确；由于基因突变具有不定向性和低频性等特点，故化学诱变育种时需处理大量材料，以从中筛选符合要求的类型，B 正确；一般来说，只有发生在生殖细胞中的突变才能通过配子遗传给下一代，但体细胞的突变也能通过无性繁殖方式遗传给下一代，C 错误；由题干信息可知，*NGR5* 的表达水平及其突变频率都受外界环境因素的影响，D 正确。

知识点 2　基因突变与基因重组的辨析

5. 下图是基因型为 AABb 的某动物细胞进行分裂的示意图，下列相关叙述错误的是（　　）



A.此细胞形成过程中发生了基因突变

B.此细胞含有其母细胞一半的细胞质

C.此细胞可形成两种基因型的子细胞

D.此细胞中的染色单体在减数分裂前的间期形成

B　**解析**：该生物的基因型为 AABb，则题图细胞中的基因 a 不可能是互换产生的，只能由基因突变产生，A 正确；若此细胞为次级卵母细胞或第一极体，则细胞中含有的细胞质不是其母细胞的一半，B 错误；此细胞继续分裂可形成 AB 和 aB 两种基因型的子细胞，C 正确；此细胞处于减数分裂Ⅱ时期，细胞中的染色单体是在减数分裂前的间期形成的，D 正确。

6. 下列有关生物体内基因重组和基因突变的叙述，正确的是（　　）

A.由碱基改变引起的 DNA 分子结构的改变就是基因突变

B.减数分裂过程中，控制一对相对性状的基因不能发生基因重组

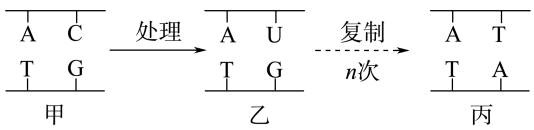
C.淀粉分支酶基因中插入了一段外来 DNA 序列不属于基因突变

D.小麦植株在有性生殖时，一对等位基因一定不会发生基因重组

D　**解析**：由碱基改变引起的 DNA 分子中基因结构的改变是基因突变，基因突变强调的是基因结构的改变，A 错误；若一对相对性状由两对等位基因控制，则可能发生基因重组，B 错误；淀粉分支酶基因中插入了一段外来 DNA 序列，为基因结构的改变，属于基因突变，C 错误；有性生殖中，一对等位基因只能发生分离，不会发生基因重组，D 正确。

综合性·创新提升

7.研究发现，用 EMS(甲基磺酸乙酯)处理，可将胞嘧啶变成尿嘧啶。如图所示，DNA 片段甲经处理后成为片段乙，片段乙可继续复制，片段丙则是片段乙复制n次后的其中一种结果。下列相关叙述正确的是　　(　　)



A.图中复制过程需要解旋酶，游离的核糖核苷酸和 ATP

B.图中处理改变了 DNA 中碱基的数目和排序

C.片段乙复制 n 次后的产物除了片段丙，还有片段甲

D.与甲相比，片段丙中嘌呤在碱基中的比例增加

C　**解析**：DNA 分子复制过程中需要解旋酶打开氢键，使 DNA 双链解开，该过程需要的原料是脱氧核苷酸，同时还需要 ATP 提供能量，A 错误；图中处理属于基因突变(碱基替换)，据图可知，该过程中只改变了碱基的排序，但不改变碱基的数目，B 错误；片段乙有 TG 的片段和 AU 的片段，根据碱基互补配对原则可知，片段乙复制 n 次后的产物除了片段丙，还有片段甲，C 正确；由于 DNA 分子复制时嘌呤与嘧啶配对，故与甲相比，片段丙中嘌呤在碱基中的比例不变，D 错误。

8.研究表明，人体内的 TGF-β1-Smads 是一条抑制细胞癌变的信号传递途径。当胞外蛋白 TGF-β1 与靶细胞膜上的受体结合，就会激活胞内信号分子 Smads，生成复合物转移到细胞核内，诱导靶基因的表达，阻止细胞异常增殖，从而抑制恶性肿瘤的发生。下列说法错误的是　　(　　)

A.恶性肿瘤细胞膜上的糖蛋白减少，因此易分散和转移

B.原癌基因过量表达会导致相应蛋白质活性增强，可能引发细胞癌变

C.从功能来看，复合物诱导的靶基因属于抑癌基因

D.没患癌症的人体细胞内不存在与癌变有关的基因

D　**解析**：癌细胞表面发生变化，细胞膜上的糖蛋白等物质减少，细胞间黏着性降低，因此易分散和转移，A 正确；原癌基因或抑癌基因发生突变，细胞的增殖失去控制，细胞变成恶性增殖的癌细胞，B 正确；抑癌基因表达的蛋白质主要是阻止细胞不正常的增殖，而靶基因的表达也是阻止细胞异常增殖，因此靶基因属于抑癌基因，C 正确；人体细胞需要增殖，增殖过程中需要原癌基因和抑癌基因的共同调控，所以正常人体细胞内存在与癌变有关的基因，D 错误。

9.有一种名为 *RhoGD12* 的基因，有助于避免癌细胞的扩散，带有该基因的癌细胞失去转移能力，则对该基因的作用最可能的解释是　　(　　)

A.在癌细胞中表达产生一种糖蛋白，由此阻止癌细胞侵入其他组织

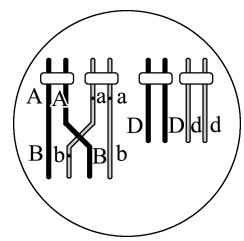
B.在癌细胞中表达产生一种蛋白质，使癌细胞迅速衰老

C.在癌细胞中表达产生一种蛋白质，使癌细胞迅速凋亡

D.在癌细胞中表达产生一种蛋白质，使癌细胞迅速分化为其他组织

A　**解析**：癌细胞易扩散、转移的原因是细胞膜表面的糖蛋白减少，故 *RhGD12* 基因避免癌细胞扩散的作用最有可能是在癌细胞中表达产生一种糖蛋白，A 正确。

10.减数分裂过程中，联会时配对的同源染色体的非姐妹染色单体之间会发生片段互换。研究发现某二倍体动物的表皮细胞也能发生类似的互换，称为有丝分裂互换。下图是该动物体内一个处于分裂某时期细胞的部分染色体示意图，其中发生了染色单体片段互换。不考虑突变，下列叙述正确的是　　(　　)



A.若该细胞进行有丝分裂，则 3 对等位基因不会同时出现在该细胞的同一子细胞中

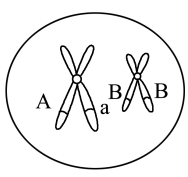
B.若该细胞是初级精母细胞，则其分裂完成后可产生 4 种基因型的精子

C.若该细胞是动物的表皮细胞，则其分裂产生的子细胞的基因型为 AaBBDd、AabbDd

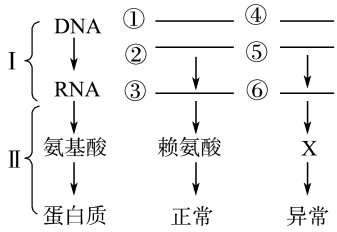
D.除同源染色体的片段互换和非同源染色体的自由组合外，受精作用也会导致基因重组

B　**解析**：若题图所示的交换是有丝分裂互换，则该细胞在进行有丝分裂时，等位基因 A 与 a，B 与 b，D 与 d 可能同时出现在该细胞的同一子细胞中，A 错误；若该细胞是初级精母细胞，则其分裂完成后可产生 4 种基因型（ABD、AbD、aBd、abd 或 ABd、Abd、aBD、abD）的精子，B 正确；若该细胞是动物的表皮细胞，则该细胞在进行有丝分裂，其分裂产生的子细胞的基因型为 AaBBDd、AabbDd 或都是 AaBbDd，C 错误；通过受精作用能将来自父母双方的遗传物质汇合到一起，不会导致基因重组，D 错误。

11. 下图甲是基因型为 AaBB 的生物细胞分裂示意图，图乙表示 DNA 中碱基改变导致蛋白质中的氨基酸发生改变的过程。请据图回答相关问题：



甲



乙

(1)根据图甲推测，此种细胞分裂过程中，出现的变异方式可能是_____。

(2)在真核生物细胞中，图乙中Ⅰ过程发生的场所是_____。

(3)下表是几种氨基酸的密码子。如果图乙的碱基改变为碱基替换，则 X 是表格中_____（填氨基酸）的可能性最小。图乙所示变异，除由碱基替换导致外，还可由碱基_____导致。

第一个字母	第二个字母				第三个字母
	U	C	A	G	
A	异亮氨酸	苏氨酸	天冬酰胺	丝氨酸	U
	异亮氨酸	苏氨酸	天冬酰胺	丝氨酸	C
	异亮氨酸	苏氨酸	赖氨酸	精氨酸	A
	甲硫氨酸	苏氨酸	赖氨酸	精氨酸	G

(4)基因 A 与 a 的根本区别在于基因中_____不同。

解析：(1)由于生物的基因型为 AaBB，因此题图甲细胞中的变异方式有两种可能，即分裂间期 DNA 复制时发生了基因突变，或减数分裂Ⅰ前期同源染色体之间互换而发生基因重组。(2)题图乙中Ⅰ过程表示转录，含有 DNA 分子的结构中都能发生，在真核生物细胞的细胞核、线粒体和叶绿体中均含有 DNA 分子。(3)比较赖氨酸和其他氨基酸的密码子，可以看出赖氨酸与丝氨酸的差别最大；在基因突变时，碱基替换一般一次只替换一个，而要使赖氨酸变为丝氨酸需要同时替换两个碱基。基因突变包括碱基的增添、缺失或替换。(4)基因 A 与 a 属于等位基因，其根本区别在于基因中碱基对排列顺序不同。

答案：(1)基因突变或基因重组　(2)细胞核、线粒体、叶绿体　(3)丝氨酸　增添或缺失　(4)碱基对排列顺序（或脱氧核苷酸排列顺序）

第 2 节　染色体变异

学习任务目标

1.概述染色体变异的类型和影响，建立可遗传变异为生物进化提供原材料的观念。
2.分析染色体数目变异的类型，比较染色体组、二倍体、多倍体和单倍体的区别。
3.通过“低温诱导植物细胞染色体数目的变化”实验，培养科学探究能力。
4.运用基因突变、基因重组和染色体变异的原理解释一些变异现象。

问题式预习

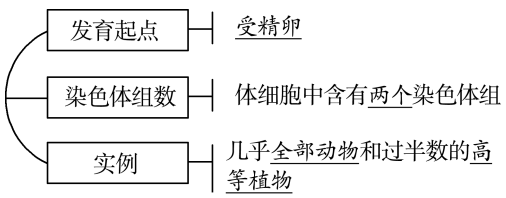
一、染色体数目的变异

1.类型

类型	实例
细胞内个别染色体的增加或减少	唐氏综合征、性腺发育不全综合征
以一套完整的非同源染色体为基数成倍增加或成套减少	三倍体无子西瓜、八倍体小黑麦

2.染色体组：在大多数生物的体细胞中，染色体都是两两成对的，即含有两套非同源染色体，其中的每一套称为一个染色体组。

3.二倍体



4.多倍体

概念	发育起点	受精卵
	染色体组数	三个或三个以上
	实例	三倍体香蕉、四倍体马铃薯
特点	茎秆粗壮，叶片、果实和种子都比较大，糖类和蛋白质等营养物质的含量都有所增加	
人工诱导多倍体	方法	用低温处理或用秋水仙素诱发等
	处理对象	萌发的种子或幼苗
	原理	能够抑制纺锤体的形成，导致染色体不能移向细胞的两极，从而使染色体数目加倍

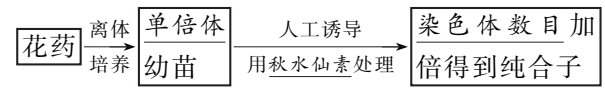
5.单倍体

(1)概念：体细胞中的染色体数目与本物种配子染色体数目相同的个体。

(2)特点：植株长得弱小；高度不育

(3)应用——单倍体育种

①方法

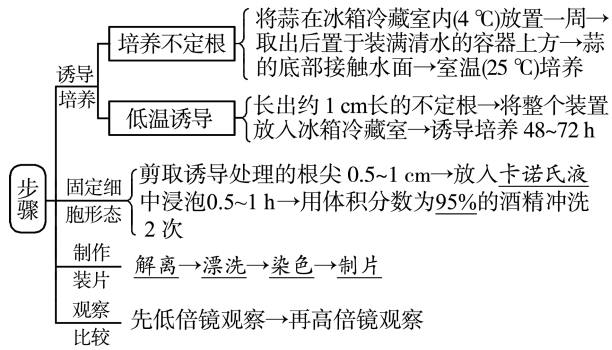


②优点：明显缩短育种年限。

二、低温诱导植物细胞染色体数目的变化

1.原理：低温抑制纺锤体的形成，以致影响细胞有丝分裂中染色体被拉向两极，导致细胞不能分裂成两个子细胞，于是染色体数目改变。

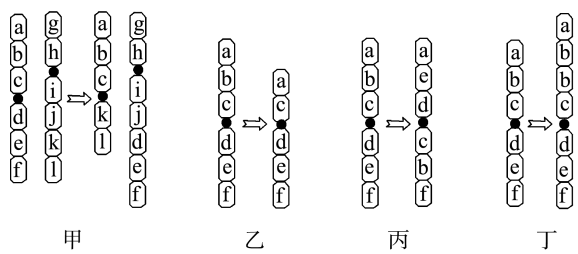
2.步骤



3.观察结果：视野中既有正常的二倍体细胞，也有染色体数目发生改变的细胞。

三、染色体结构的变异

1.染色体结构变异的 4 种类型



(1)甲表示易位，特点：染色体的某一片段移接到另一条非同源染色体上。

(2)乙表示缺失，特点：染色体中某一片段缺失。

(3)丙表示倒位，特点：染色体中某一片段位置颠倒。

(4)丁表示重复，特点：染色体中增加某一片段。

(5)果蝇的棒状眼、人类的猫叫综合征、果蝇的缺刻翅分别属于上述染色体结构变异的类型丁、乙、乙。(填“甲”“乙”“丙”或“丁”)

2.染色体结构变异的结果

(1)染色体上的基因数目或排列顺序发生改变，从而导致性状的变异。

(2)大多数染色体结构变异对生物体是不利的，有的甚至会导致生物体死亡。

教材开发

1.[教材 P87 正文]原核生物是否也有染色体变异？

提示：原核生物无染色体，不可能发生染色体变异，真核生物的有丝分裂和减数分裂过程中都有可能发生染色体变异。

2.[教材 P89 正文]单倍体一定不育吗？为什么？

提示：不一定。若单倍体体细胞中含有奇数个染色体组一般不可育，有偶数个染色体组一般可育。

概念辨析

1.六倍体普通小麦的花药经离体培养得到的个体是三倍体。 (×)

2.染色体间发生的片段交换属于染色体结构变异。 (×)

3.用二倍体西瓜给四倍体西瓜授粉，则四倍体植株上会结出三倍体有子西瓜。 (√)

4.用秋水仙素处理单倍体植株后得到的一定是二倍体。 (×)

5.多倍体的配子中若含有偶数个染色体组，则其发育成的单倍体中含有同源染色体就可育。 (√)

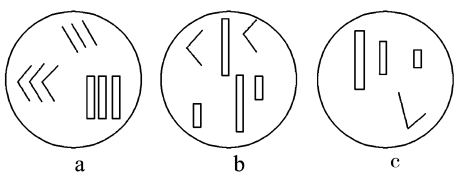
6.三倍体无子西瓜、骡子、二倍体的单倍体等均表现为“不育”，所以它们均属于不可遗传变异。 (×)

任务型课堂

任务一 染色体数目的变异

[探究活动]

下图为 3 个不同细胞的染色体组成示意图。请据图分析回答下列问题：



(1)上图细胞中各有几个染色体组？

提示：题图所示的细胞中所含的染色体组数：a 为3 组，b 为 2 组，c 为 1 组。

(2)玉米的体细胞中共有 20 条染色体，10 种形态，则玉米体细胞中含有几个染色体组？

提示：玉米体细胞中含有 2 个染色体组。

(3)单倍体只含有一个染色体组吗？

提示：由未受精的配子直接发育成的个体，不管含几个染色体组都叫单倍体。若生物是二倍体，则其单倍体只含有一个染色体组；若生物是四倍体或多倍体，则其单倍体含有两个或两个以上染色体组。

[评价活动]

1.蜜蜂中的蜂王和工蜂由受精卵发育形成，雄蜂由未受精的卵细胞发育形成。雌蜂是否有生育能力取决于幼虫时期食用蜂王浆的天数，如果幼虫时期能食用蜂王浆 5 天，它们就能长成可育的蜂王，如果幼虫时期只食用蜂王浆 2～3 天，它们只能发育成不育的工蜂。下列说法错误的是 ( )

A.蜜蜂中的雄蜂属于单倍体，雌蜂属于二倍体

B.雄蜂在形成精子的过程中染色体数目减半

C.蜜蜂的性别和其体细胞中染色体的数目有关

D.雌蜂是否可育与其所处的环境条件息息相关

B **解析**：蜜蜂中的雄蜂由未受精的卵细胞发育而来，属于单倍体，而雌蜂是由受精卵发育而来，属于二倍体，A 正确；雄蜂在形成精子的过程中染色体数目保持不变，B 错误；蜜蜂的性别和其体细胞中染色体的数目有关，含一个染色体组的是雄蜂，含两个染色体组的是雌蜂，C 正确；据题意可知，幼虫时期的雌蜂食用蜂王浆的天数决定了它们是否可育，D 正确。

2.(2021·海南卷)雌性蝗虫体细胞中有两条性染色体，为 XX 型，雄性蝗虫体细胞中仅有一条性染色体，为 XO 型。关于基因型为 AaX^RO 的蝗虫精原细胞进行减数分裂的过程，下列叙述错误的是 ( )

A.处于减数分裂Ⅰ后期的细胞仅有一条性染色体

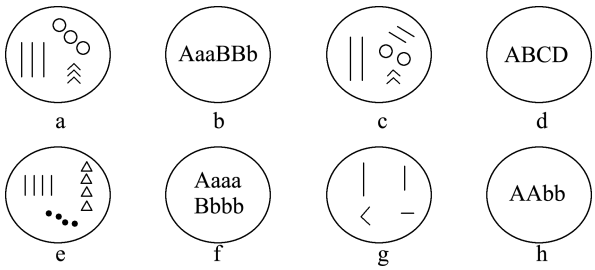
B.减数分裂Ⅰ产生的细胞含有的性染色体数为 1 条或 0 条

C.处于减数分裂Ⅱ后期的细胞有 2 种基因型

D.该蝗虫可产生 4 种精子，其基因型为 AO、aO、AX^R、aX^R

C　**解析**：由题意知，雄性蝗虫体内只有一条 X 染色体，所以减数分裂Ⅰ后期时雄性蝗虫细胞中仅有一条 X 染色体，A 正确；减数分裂Ⅰ后期同源染色体分离，雄蝗虫的性染色体为 X 和 O，经减数分裂Ⅰ得到的 2 个次级精母细胞只有 1 个含有 X 染色体，即减数分裂Ⅰ产生的细胞含有的性染色体数为 1 条或 0 条，B 正确；该蝗虫基因型为 AaX^RO，由于减数分裂Ⅰ后期同源染色体分离，若不考虑变异，1 个精原细胞在减数分裂Ⅱ后期有 2 个次级精母细胞，2 种基因型，但该个体有多个精原细胞，处于减数分裂Ⅱ后期的细胞有 4 种基因型，C 错误；该蝗虫的基因型为 AaX^RO，在减数分裂过程中同源染色体分离，非同源染色体自由组合，产生的精子类型有 AO、aO、AX^R、aX^R 4 种，D 正确。

3.下图中 a～h 表示不同生物的细胞，据图回答下列问题：



(1)图中含有 2 个染色体组的是 c、h，含有 4 个染色体组的是 e、f。

(2)图中细胞所属的个体一定是单倍体的是 d、g。a 图细胞所属个体是几倍体？单倍体或三倍体。

(3)b、e 两细胞中每个染色体组分别含有 2、3 条染色体。

任务升华

染色体组数目的判断方法

(1)根据染色体形态判断：染色体组数＝细胞中任意一种染色体条数。例如：图 1 中染色体的形态、大小各不相同，所以有 1 个染色体组；图 2 中彼此相同的(比如点状的)有 3 条，故有 3 个染色体组；同理，图 3 中有 1 个染色体组，图 4 中有 2 个染色体组。

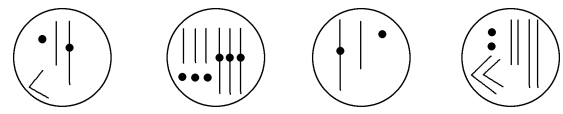
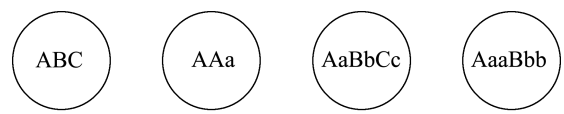


图1　图2　图3　图4

(2)根据基因型判断：染色体组数＝基因型中等位基因个数。例如：图甲所示基因型为 ABC，所以有 1 个染色体组；图乙所示基因型为 AAa，A(a)基因有 3 个，即含有3 个染色体组；同理，图丙中有 2 个染色体组，图丁中有 3 个染色体组。



甲　乙　丙　丁

(3)根据染色体数和染色体形态数计算：染色体组的数目＝染色体数/染色体形态数。

任务二　单倍体育种与多倍体育种

[探究活动]

1964－1972 年，科学家育成了我国第一批多倍体甜菜新品种“双丰 303”和“双丰 304”。它们的品质良好、适应性广、抗逆性强，单位面积产量及产糖量比当时推广的二倍体品种增加 15%左右。根据多倍体甜菜的育种目标，在一般情况下，要选择含糖量高、抗逆性强、有害氮少的优良二倍体为诱变材料。回答下列问题：

(1)常用的人工诱导多倍体的方法是什么？

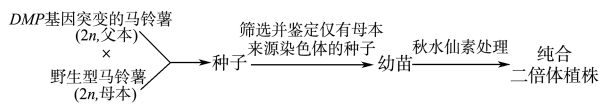
提示：常用的人工诱导多倍体的方法有低温处理、用秋水仙素诱发等。

(2)科学家为了更快地获得纯合的目标品种，常用什么育种方法？

提示：一般采用单倍体育种的方法。

[评价活动]

1.野生型马铃薯大多自交不亲和。研究者培育 *DMP* 基因突变的马铃薯，开展如下图的杂交实验。



下列叙述错误的是　(　　)

A.分析种子中双亲的特异性 DNA 序列可确定其染色体来源

B.*DMP* 基因突变可使父本来源染色体全部或部分消失

C.杂交实验过程中获得的单倍体幼苗由种子发育而来

D.经秋水仙素处理即可获得具有母本优良性状的植株

D　**解析**：染色体的主要成分是 DNA 和蛋白质，且 DNA 具有多样性和特异性，分析种子中双亲的特异性 DNA 序列可确定其染色体来源，A 正确；结合题图“筛选并鉴定仅有母本来源染色体的种子”可知，*DMP* 基因突变可使父本来源染色体全部或部分消失，B 正确；结合题图可知，杂交实验过程中获

得的单倍体幼苗由种子(仅有母本来源染色体的种子)发育而来,C 正确;经秋水仙素处理,染色体成功加倍后,通过筛选可获得具有母本优良性状的植株,D 错误。

2.以下关于育种方法的叙述中,正确的是　　(　　)

A.多倍体育种与单倍体育种所依据的生物学原理相同,后者较前者操作技术更简便

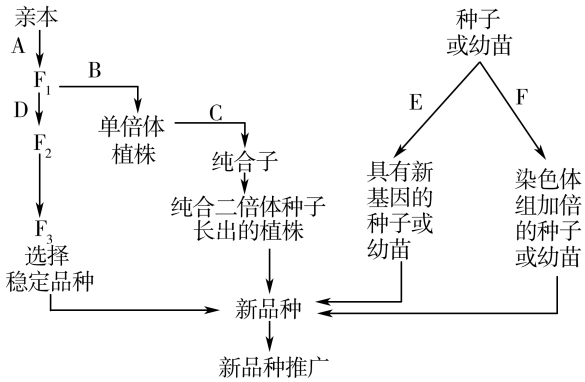
B.多倍体植物细胞中含有多个染色体组,有的单倍体植物细胞中也含有多个染色体组

C.多倍体植株一般表现为茎秆粗壮,叶片、果实和种子都较大,所以四倍体水稻能够取得高产

D.利用单倍体植株培育新品种,可以明显缩短育种年限,因此目前农业上大多数作物品种都是通过这种方法培育出来的

B　**解析**:多倍体育种与单倍体育种所依据的生物学原理相同,都是染色体数目变异,前者较后者操作技术更简便,A 错误;二倍体的配子形成的单倍体含有一个染色体组,多倍体的配子形成的单倍体含有多个染色体组,故单倍体植株的细胞中也可以含有多个染色体组,B 正确;多倍体植株一般表现为茎秆粗壮,叶片、果实和种子都较大,但多倍体植株的结实率低,C 错误;利用单倍体植株培育新品种,可以明显缩短育种年限,但技术要求高,目前农业上大多数作物品种是通过杂交育种培育出来的,D 错误。

3.下图表示 4 种不同的育种方法。据图回答下列问题:



(1)图中 A 至 D 方向所示的途径表示_____育种方式,这种方法属于常规育种,一般从 F_2 开始选种,这是因为_____。A→B→C 的途径表示_____育种方式,这两种育种方式中后者的优越性主要表现在_____。

(2)B 常用的方法为_____。

(3)C、F 过程最常用的药剂是_____,其作用的原理是_____。

解析:(1)A→D 所示途径为杂交育种,因为杂交育种从 F_2 才发生性状分离,出现所需要的表型,所以从 F_2 开始选种。A→B→C 的途径表示单倍体育种,该育种方式得到的新品种是纯合子,自交后代不发生性状分离,所以能明显缩短育种年限。(2)B 常用的方法为花药离体培养,可获得单倍体植株。(3)在 C 和 F 过程中,都是用低温处理或用秋水仙素处理幼苗,抑制细胞有丝分裂过程中纺锤体的形成,导致染色体不能移向细胞两极,从而使细胞内的染色体数目加倍。

答案:(1)杂交　从 F_2 开始出现性状分离　单倍体　明显缩短育种年限　(2)花药离体培养　(3)秋水仙素　抑制纺锤体的形成,导致染色体不能移向细胞两极,从而使细胞内的染色体数目加倍

任务升华

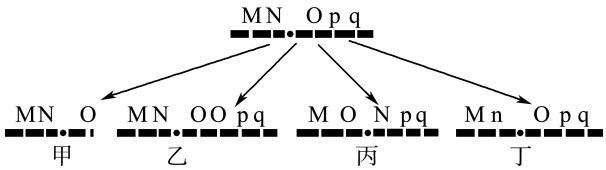
单倍体育种与多倍体育种的比较

项目	单倍体育种	多倍体育种
原理	染色体数目变异	染色体数目变异
范围	真核生物	真核生物
方法	①杂交,使优良性状集中于同一个体; ②花药离体培养,培养出单倍体幼苗; ③将单倍体幼苗经一定浓度的秋水仙素处理获得纯合子; ④从中选择优良植株	用一定浓度的秋水仙素处理萌发的种子或幼苗
优点	①明显缩短育种年限; ②子代均为纯合子,可加速育种进程	①操作简单,能较快获得所需品种; ②茎秆粗壮,叶片、果实、种子比较大,能提高产量和营养成分含量
缺点	技术复杂且需与杂交育种配合	只适用于植物,发育延迟,结实率低
应用	用纯种高秆抗病小麦与矮秆不抗病小麦培育矮秆抗病小麦	三倍体无子西瓜、八倍体小黑麦

任务三　染色体结构的变异

［探究活动］

下图为某染色体上发生的4种变异类型(字母代表基因)。请回答下列问题：



(1)染色体变异与基因突变相比，哪一种变异引起的性状变化更大一些？为什么？

提示：染色体变异引起的变化更大一些。因为每条染色体上含有许多基因，染色体变异会使排列在染色体上的基因数目或排列顺序发生改变，所以染色体变异引起的性状变化更大一些。

(2)①判断变异类型：甲缺失，乙重复，丙倒位，丁基因突变。

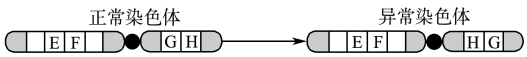
②可在光学显微镜下观察到的是甲、乙、丙(填图中编号)。

③基因数目和排列顺序均未发生变化的是丁(填图中编号)。

［评价活动］

1.在自然条件或人为因素的影响下，染色体会发生结构变异。图中异常染色体发生的变异类型是

(　　)



A.染色体片段缺失

B.染色体片段增加

C.染色体片段移接

D.染色体片段位置颠倒

D　**解析**：如图所示正常染色体含有G、H的片段顺序颠倒之后呈现为异常染色体，造成染色体内的基因重新排列，属于染色体结构变异中的倒位，D正确。

2.(2022·浙江卷)猫叫综合征是人类第5号染色体短臂上的部分片段丢失所致。这种变异属于

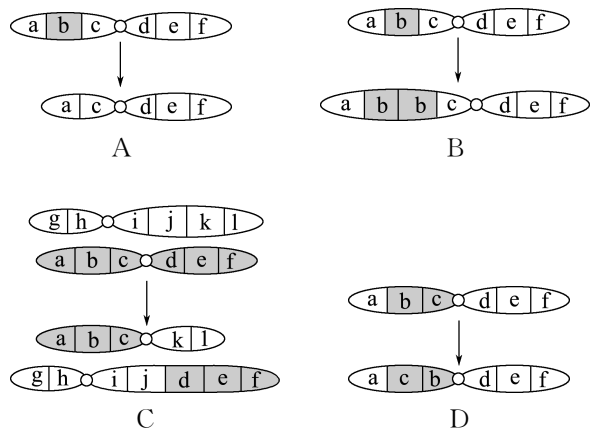
(　　)

A.倒位　　B.缺失

C.重复　　D.易位

B　**解析**：由题可知，猫叫综合征是因为染色体缺失了部分片段导致的，故属于染色体结构变异中的缺失，B正确。

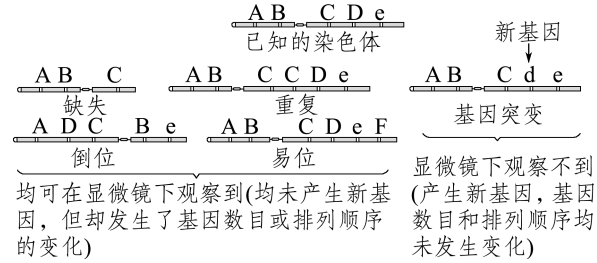
3.(2022·湖南卷)大鼠控制黑眼/红眼的基因和控制黑毛/白化的基因位于同一条染色体上。某个体测交后代表现型(表型)及比例为黑眼黑毛∶黑眼白化∶红眼黑毛∶红眼白化＝1∶1∶1∶1。该个体最可能发生了下列哪种染色体结构变异？　(　　)



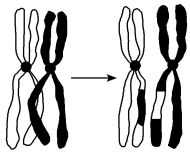
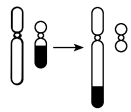
C　**解析**：由题可知，大鼠控制黑眼/红眼的基因和控制黑毛/白化的基因位于同一条染色体上，正常情况下，测交结果只能出现2种表型，但某个体测交后代表型及比例为黑眼黑毛∶黑眼白化∶红眼黑毛∶红眼白化＝1∶1∶1∶1，与非同源染色体上的非等位基因的遗传规律相同，推测该个体可产生4种数目相等的配子，且控制两对性状的基因遵循自由组合定律，即两对等位基因被易位到两条非同源染色体上，C正确。

任务升华

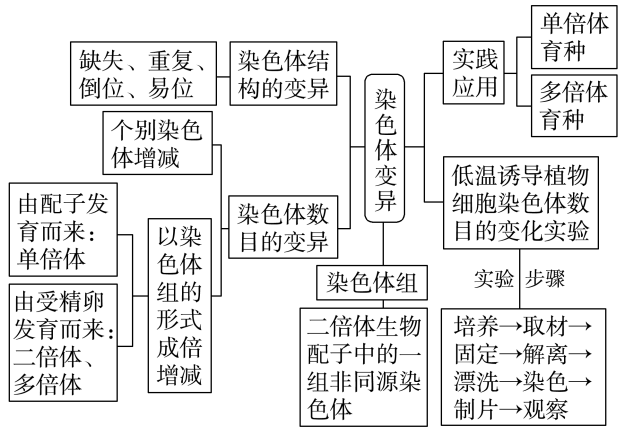
(1)染色体结构变异与基因突变的判断



(2)基因重组(四分体时期)与染色体结构变异(易位)的区别

比较项目	交换重组	易位
图解		
发生对象	发生于同源染色体的非姐妹染色单体之间	发生于非同源染色体之间
观察	光学显微镜下观察不到	光学显微镜下能观察到

▶提质归纳



课后素养评价(十四)

基础性·能力运用

知识点1　染色体数目变异

1.(2021·广东卷)白菜型油菜($2n=20$)的种子可以榨取食用油(菜籽油)。为了培育高产新品种,科学家诱导该油菜未受精的卵细胞发育形成完整植株Bc。下列叙述错误的是　(　　)

A.Bc成熟叶肉细胞中含有2个染色体组

B.将Bc作为育种材料,能缩短育种年限

C.用秋水仙素处理Bc幼苗可以培育出纯合植株

D.自然状态下Bc因配子发育异常而高度不育

A　**解析**:白菜型油菜($2n=20$)属于二倍体生物,体细胞中含有2个染色体组,而Bc是通过卵细胞发育而来的单倍体,其成熟叶肉细胞中含有1个染色体组,A错误;Bc是通过卵细胞发育而来的单倍体,用秋水仙素处理Bc幼苗可以培育出纯合植株,此种方法为单倍体育种,能缩短育种年限,B、C正确;自然状态下,Bc只含有1个染色体组,细胞中无同源染色体,减数分裂不能形成正常配子,因而高度不育,D正确。

2.下列有关"低温诱导大蒜根尖细胞染色体变异"实验的叙述中正确的是　(　　)

A.此实验的原理是低温抑制了纺锤体形成和着丝粒分裂

B.使用卡诺氏液固定细胞形态后,要用体积分数为75%的酒精冲洗2次

C.多倍体细胞形成过程无完整的细胞周期

D.多倍体形成过程增加了非同源染色体重组的机会

C　**解析**:低温能抑制纺锤体的形成,但不能抑制着丝粒的分裂,A错误;使用卡诺氏液固定细胞形态后,要用体积分数为95%的酒精冲洗2次,B错误;多倍体细胞形成过程中,因为纺锤体的形成受到抑制,染色体无法移向细胞两极,细胞无法完成分裂,所以多倍体细胞形成过程无完整的细胞周期,C正确;该多倍体形成过程中没有进行减数分裂,不会有非同源染色体的自由组合,D错误。

3.韭菜的体细胞中含有32条染色体,它的一个染色体组含有8条染色体,则韭菜是　(　　)

A.四倍体　　B.六倍体

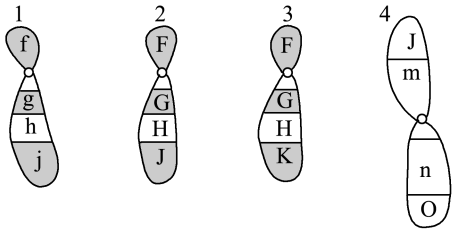
C.八倍体　　D.二倍体

A　**解析**:由受精卵发育来的个体,细胞中含有几个染色体组,就叫几倍体。韭菜的体细胞中含有32条染色体,它的一个染色体组含有8条染色体。因此,韭菜有4个染色体组,为四倍体,A正确。

知识点2　染色体结构变异

4.下图为来自某二倍体生物的染色体示意图,字母表示基因,1染色体上基因排列顺序正常。下列有关

判断错误的是　　(　　)



A.3 和 4 发生了染色体结构变异

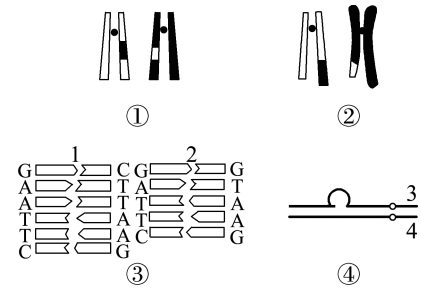
B.该图体现了基因在染色体上是呈线性排列的

C.1 和 2 为同源染色体,3 和 4 为非同源染色体

D.1 和 2 在细胞分裂过程中必定分离

D　**解析**:1 染色体上基因排列顺序正常,因此 3 和 4 发生了染色体结构变异中的易位,A 正确;从题图中基因的排列方式可以看出,基因在染色体上是呈线性排列的,B 正确;分析题图可知,1 和 2 染色体上相同位置的基因互为等位基因,所以 1 和 2 为同源染色体,3 和 4 为非同源染色体,C 正确;1 和 2 是同源染色体,同源染色体在减数分裂过程中发生分离,但是在有丝分裂过程中不发生分离,D 错误。

5.下图①②③④分别表示不同的变异类型,其中图③中的基因 2 由基因 1 变异而来。下列有关说法正确的是　　(　　)



A.图①②都表示易位,发生在减数分裂的四分体时期

B.图③中的变异属于染色体结构变异中的缺失

C.图④中的变异属于染色体结构变异中的缺失或重复

D.图中 4 种变异能够遗传的是①③

C　**解析**:图①表示互换,发生在减数分裂的四分体时期,图②表示易位,A 错误;图③中的变异属于基因突变中的碱基的缺失,B 错误;图④中,若染色体 3 正常,染色体 4 则发生染色体结构变异中的缺失,若染色体 4 正常,染色体 3 则发生染色体结构变异中的重复,C 正确;图中4 种变异的类型都是遗传物质的改变,故都能够遗传,D 错误。

综合性·创新提升

6.下列有关两种生物变异的种类的叙述,不正确的是　　(　　)

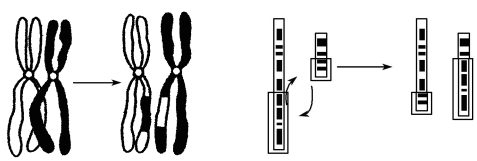


图1　　图2

A.图 1 过程发生在减数分裂Ⅰ时期

B.图 1 中的变异未产生新的基因,但可以产生新的基因型

C.图 2 过程表示染色体数目的变异

D.图 2 中的变异未产生新的基因,但可以改变基因的排列顺序

C　**解析**:题图 1 表示同源染色体中非姐妹染色单体之间的互换,该过程发生在减数分裂Ⅰ时期,该变异属于基因重组,未产生新的基因,但可以产生新的基因型,A、B 正确;题图 2 表示染色体结构变异中的易位,虽然未产生新的基因,但由于染色体的结构发生了改变,基因的排列顺序也随之改变,C 错误,D 正确。

7.芸薹属包含大量的栽培植物和野生植物,如甘蓝型油菜、白菜、芥菜、板蓝根等,它们分别是重要的油料作物、蔬菜作物及药用植物。几种常见的芸薹属作物的染色体组和染色体数目如下表所示,其中 A、B、C 各表示一个染色体组。下列分析错误的是　　(　　)

作物	染色体组组成	染色体数目
黑芥	BB	16
埃塞俄比亚芥	BBCC	34
甘蓝	CC	18
甘蓝型油菜	AACC	38
白菜型油菜	AA	20
芥菜型油菜	AABB	36

A.表中 A、B、C 含有的非同源染色体数目分别为 10、8、9

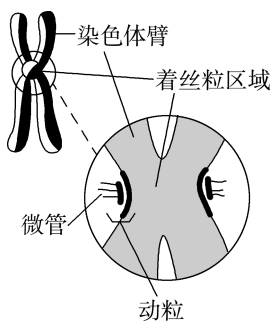
B.埃塞俄比亚芥的初级卵母细胞最多会形成 17 个四分体

C.白菜型油菜与甘蓝的杂交后代经染色体加倍后形成甘蓝型油菜

D.诱导黑芥和芥菜型油菜原生质体融合，杂种细胞共有 4 个染色体组

D　**解析**：A、B、C 各表示一个染色体组，根据表格中的信息，AA、BB、CC 个体中染色体数目分别为 20 条、16 条、18 条，因此 A、B、C 含有的非同源染色体数目分别为 10、8、9，A 正确；埃塞俄比亚芥共有 34 条染色体，染色体组组成为 BBCC（共 17 对同源染色体），初级卵母细胞最多会形成 17 个四分体，B 正确；白菜型油菜与甘蓝的杂交后代染色体组组成为 AC，染色体加倍后得到 AACC，染色体数目为 38，形成甘蓝型油菜，C 正确；诱导黑芥和芥菜型油菜原生质体融合，仅考虑两个原生质体融合，杂种细胞的染色体组组成为 AABBBB，共有 6 个染色体组，D 错误。

8. 动粒是由多种蛋白质在细胞分裂时染色体着丝粒部位形成的一种圆盘状结构；动粒的内侧与着丝粒相互交织，外侧主要用于纺锤体的微管附着，染色体分开后动粒随染色体进入子细胞中。下列说法错误的是（　　）



A.每条染色体上动粒的数目是 1 个或 2 个

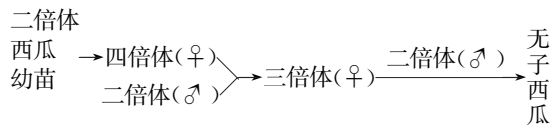
B.细胞分裂后期，随染色体数目增加，动粒数目不增加

C.21 三体综合征患者的出现可能与动粒数目异常有关

D.在减数分裂Ⅰ前期，染色体的每个动粒都与纺锤体的微管相连

D　**解析**：由题图可知，一般情况下，有染色单体存在时每条染色体上有 2 个动粒，而没有染色单体时含有1 个动粒，A 正确；着丝粒分裂前，每条染色体上有 2 个动粒，细胞分裂后期，染色单体分开，每条染色体上有 1 个动粒，染色体数目加倍，但动粒数目不增加，B 正确；21 三体综合征是由染色体数目变异导致的，即多了 1 条第21 号染色体，可能是动粒数目异常，导致减数分裂Ⅱ后期染色单体分开时，染色体异常，C 正确；减数分裂Ⅰ前期，四分体中的每条染色体只被来自一极的纺锤丝附着，即一条染色体的 2 个动粒只有 1 个与纺锤丝相连接，D 错误。

9. 下图表示无子西瓜的培育过程。根据图解，结合你学过的生物学知识判断，下列叙述错误的是（　　）



A.用秋水仙素处理二倍体西瓜幼苗的茎尖，主要是抑制有丝分裂前期纺锤体的形成

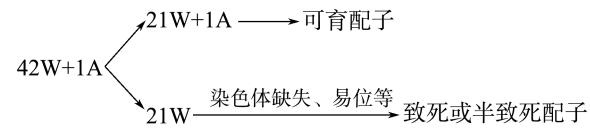
B.四倍体植株所结的西瓜，果皮细胞内含有 4 个染色体组

C.无子西瓜既没有种皮，也没有胚

D.四倍体西瓜的根细胞中含有 2 个染色体组

C　**解析**：秋水仙素抑制纺锤体的形成，是在有丝分裂前期，A 正确；四倍体西瓜的果皮是由子房壁发育而成的，子房壁来自母本，应含有 4 个染色体组，B 正确；无子西瓜由于不能产生正常配子，所以不能形成受精卵，而种皮来自母本，所以有种皮，而没有胚，C 错误；由于植株的地下部分没有经秋水仙素处理，细胞中仍含有 2 个染色体组，D 正确。

10. 为培育新品种，科学家向普通六倍体小麦（$6n=42$）中导入一类具有优先传递效应的外源染色体，即“杀配子染色体”。在不含“杀配子染色体”的配子中，一般会发生染色体的断裂和重接，从而产生缺失、易位等染色体结构变异，以实现“杀配子染色体”的优先遗传，其作用机理如下图所示。图中“W”和“A”分别表示小麦染色体和“杀配子染色体”。下列相关叙述错误的是（　　）



A.由图中可育配子直接发育成的个体为单倍体

B.导入“杀配子染色体”后小麦发生的变异属于可遗传变异

C.与普通小麦配子相比，易位改变了配子内基因的结构导致配子异常

D.图中可育配子与普通小麦配子结合后，发育成的个体有43条染色体

C　**解析**：由可育配子直接发育成的个体为单倍体，A正确；导入“杀配子染色体”后小麦发生的变异是由遗传物质改变引起的，属于可遗传变异，B正确；易位是染色体片段位置的改变，易位改变了配子内染色体的结构，一般不会改变配子内基因的结构，C错误；图中可育配子含有22条染色体，普通小麦配子含有21条染色体，图中可育配子与普通小麦配子结合后，发育成的个体含有43条染色体，D正确。

11. 决定玉米籽粒有色(C)和无色(c)、淀粉质(Wx)和蜡质(wx)的基因位于9号染色体上，结构异常的9号染色体一端有染色体结节，另一端有来自8号染色体的片段(见图1)。科学家利用玉米染色体的特殊性进行了图2所示的研究。请回答下列问题：

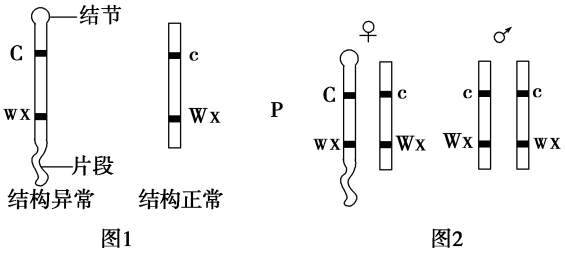


图1　　图2

(1)8号染色体片段转移到9号染色体上的变异现象称为_____。

(2)图2中的母本在减数分裂形成配子时，这两对基因所在的染色体_____(填“能”或“不能”)发生联会。

(3)图2中的亲本杂交时，F_1出现了4种表型，其中表型为无色蜡质个体的出现，说明亲代_____细胞在减数分裂过程中，同源染色体的非姐妹染色单体间发生了_____，产生了基因型为_____的重组型配子。

(4)由于异常的9号染色体上有_____作为C和wx的细胞学标记，所以可在显微镜下通过观察染色体来研究两对基因的重组现象。将F_1表型为无色蜡质个体的组织细胞制成临时装片进行观察，观察到_____的染色体，可作为基因重组的细胞学证据。

解析：(1)一条染色体的部分片段转移到另外一条非同源染色体上属于染色体结构变异中的易位。(2)题图2中的母本染色体上含有两对等位基因，只在两端稍微有所区别，在减数分裂形成配子的过程中这两对等位基因会发生配对，所以这两对等位基因所在的染色体能发生联会。(3)F_1出现了无色蜡质个体，说明双亲都产生了cwx的配子，而由题图2中母本的染色体上基因分布可推知，其在形成配子时，同源染色体的非姐妹染色单体之间发生了互换，产生了基因型为cwx的重组型配子。(4)异常的9号染色体上有结节和片段，与正常的9号染色体有明显的区别，可以作为C和wx的细胞学标记，可在显微镜下通过观察染色体来研究两对基因的重组现象。将F_1表型为无色蜡质个体的组织细胞制成临时装片观察，那么观察到有片段无结节的染色体，可作为基因重组的细胞学证据。

答案：(1)易位　(2)能　(3)初级卵母　互换　cwx　(4)结节和片段　有片段无结节

专项提升课　变异与细胞分裂的综合应用

核心目的

1. 打通概念间的关联：分离定律和自由组合定律的实质体现在减数分裂的过程中，同时细胞分裂过程中伴随着各种变异类型包括基因突变、基因重组、染色体变异，打通这些概念间关联的基础就是细胞的分裂过程和特点。

2. 助力理解新情境：核心素养的考查要求以新的情景作为背景材料，细胞的分裂和变异及遗传定律的联系会体现出来，因此理解遗传定律的实质和变异与细胞分裂的关系就成为其基础。

一、遗传定律与减数分裂

关于细胞分裂与遗传定律发挥作用的时间

1. 基因的分离定律发生在减数分裂Ⅰ的后期，由于同源染色体的分离导致其上的等位基因发生分离。

2. 基因的自由组合定律发生在减数分裂Ⅰ的后期，在同源染色体分离的同时，非同源染色体发生自由组合，非同源染色体上的非等位基因也发生自由组合。

对点训练

1. 下列有关基因的分离定律、自由组合定律和减数分裂的叙述，错误的是（　　）

A. 三者均发生在进行有性生殖的生物形成配子的过程中

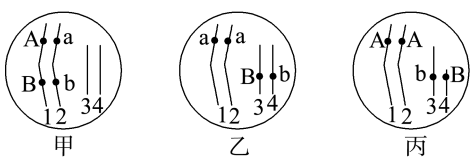
B. 基因的分离定律和自由组合定律都发生在减数分裂Ⅰ后期

C. 若多对基因的遗传遵循自由组合定律，则其中每对基因的遗传都遵循分离定律

D. 若多对基因中每对基因的遗传都遵循分离定律，则这些基因的遗传也遵循自由组合定律

D　**解析**：减数分裂是进行有性生殖的生物形成配子的过程；分离定律是指等位基因随同源染色体的分开而分离，自由组合定律是指非同源染色体上的非等位基因随非同源染色体的自由组合而自由组合，都发生在减数分裂Ⅰ后期，A、B正确。分离定律是自由组合定律的基础，所以若多对基因的遗传遵循自由组合定律，则其中每对基因的遗传都遵循分离定律，C正确。若多对基因中的某些基因位于一对同源染色体上，则这些基因的遗传遵循分离定律但不遵循自由组合定律，D错误。

2. 下图表示不同生物体细胞中部分染色体和基因组成，其中1、2表示常染色体，3、4表示性染色体，A、a和B、b是控制不同性状的基因。下列说法正确的是（　　）



A. 图甲所示生物减数分裂能产生4种比例为1∶1∶1∶1的配子，遵循自由组合定律

B. 图乙所示生物减数分裂能产生2种比例为1∶1的配子，不遵循自由组合定律

C. 图乙所示生物减数分裂时基因重组能产生4种类型的配子，遵循自由组合定律

D. 图丙B、b基因遵循分离定律，乙×丙，子代出现2种表型，比例为3∶1

B　**解析**：图甲所示生物的两对基因位于一对同源染色体上，所以减数分裂只能产生2种比例为1∶1的配子，遵循基因的分离定律，A错误；图乙所示生物的两对基因位于两对同源染色体上，但有一对基因是隐性纯合，所以减数分裂只能产生2种比例为1∶1的配子，遵循基因的分离定律，不遵循自由组合定律，B正确，C错误；图丙B、b基因位于一对同源染色体上，遵循基因的分离定律；乙×丙，基因型为X^BX^b和X^bY^B杂交，子代出现3种表型，比例为1∶1∶2，D错误。

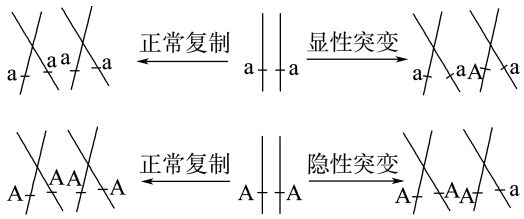
二、变异与细胞增殖

1. 细胞分裂方式与变异类型的关系

细胞分裂方式	特点	变异类型
无丝分裂	没有染色体变化，有DNA复制	基因突变
有丝分裂	有DNA复制和染色体变化，无同源染色体分离和非同源染色体的自由组合	可能发生基因突变和染色体变异，不发生基因重组
减数分裂	有DNA复制、同源染色体间的互换及非同源染色体自由组合等现象	基因突变、基因重组和染色体变异

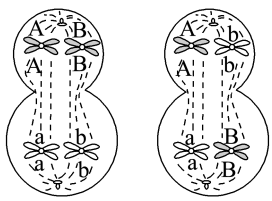
2.减数分裂与基因突变

在减数分裂前的间期，DNA 分子复制过程中，若复制出现差错，则会引起基因突变，此时可导致姐妹染色单体上含有等位基因，这种突变能通过配子传给下一代，如图所示。

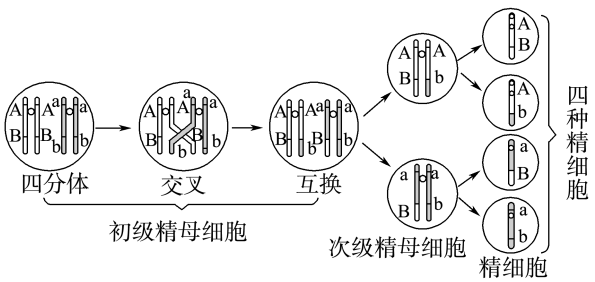


3.减数分裂与基因重组

(1)非同源染色体上非等位基因自由组合导致基因重组(自由组合定律)。在减数分裂Ⅰ后期，可因同源染色体分离，非同源染色体自由组合而出现基因重组，如图中 A 与 B 或 A 与 b 组合。

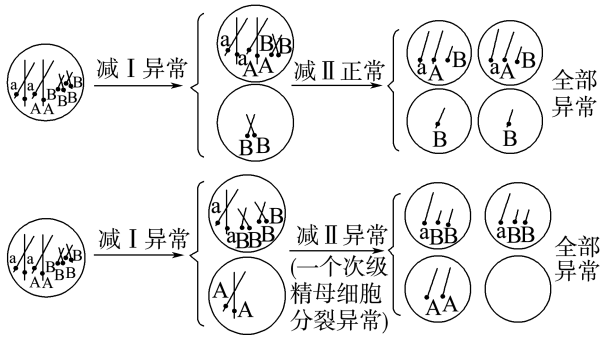


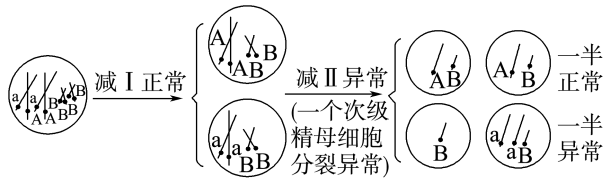
(2)同源染色体的非姐妹染色单体互换导致基因重组。在减数分裂Ⅰ四分体时期，可因同源染色体的非姐妹染色单体间互换而导致基因重组，如 A 原本与 B 组合，a 与 b 组合，经重组可导致 A 与 b 组合，a 与 B 组合。



4.减数分裂与染色体变异

如果减数分裂Ⅰ异常，则所形成的配子全部不正常；如果减数分裂Ⅱ中的一个次级精母细胞分裂异常，则所形成的配子有的正常，有的不正常。如图所示：

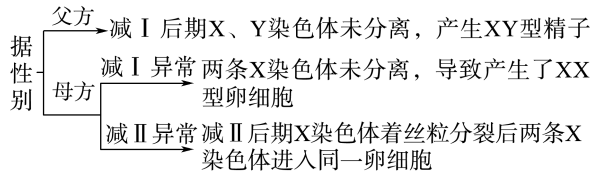




5.性染色体异常个体产生的原因

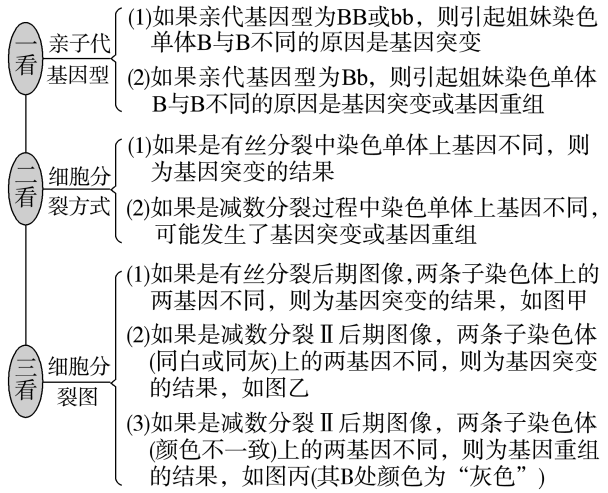
(1)“XXY”个体成因

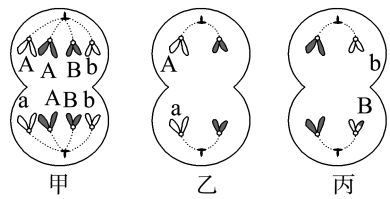
情况①	卵细胞 X＋精子 XY
情况②	卵细胞 XX＋精子 Y



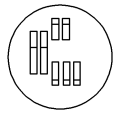
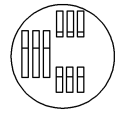
(2)“XYY”个体成因：父方减Ⅱ异常，即减Ⅱ后期 Y 染色体着丝粒分裂后，两条 Y 染色体共同进入同一精细胞。

6.姐妹染色单体上出现等位基因的原因





7.三体和三倍体的辨析

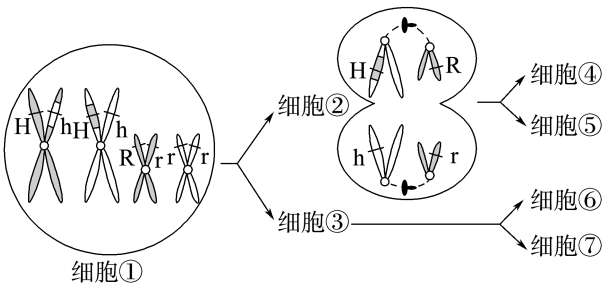
	三体	三倍体
定义	二倍体生物体细胞核中的一对同源染色体多出一条，称为三体	由受精卵发育而来，含有 3 个染色体组的个体
图示及举例	 21三体综合征	 三倍体无子西瓜

续表

	三体	三倍体
变异类型	染色体数目变异	
形成原因	减数分裂时同源染色体不联会或不分离产生的不正常的配子 $n+1$ 和正常的配子 n 受精形成	自然三倍体大多是由未经减数分裂的配子与正常配子结合而成；人工获得的三倍体一般是由二倍体与四倍体杂交而来的
育性	在减数分裂Ⅰ后期，配对的 2 条同源染色体分别移向两极，而另外的一条染色体随机分配，产生 2 种不同的配子即 n∶$(n+1)$=1∶1，与正常配子结合后发育的后代中有正常个体，也有三体个体	三倍体由于染色体组为奇数，联会紊乱，很难正常分裂产生有生殖功能的配子

对点训练

3. 现建立“动物精原细胞（$2n=4$）有丝分裂和减数分裂过程”模型。1 个精原细胞（假定 DNA 中的 P 元素都为 ^{32}P，其他分子不含 ^{32}P）在不含 ^{32}P 的培养液中正常培养，分裂为 2 个子细胞，其中 1 个子细胞发育为细胞①。细胞①和②的染色体组成如图所示，H(h)、R(r)是其中的两对基因，细胞②和③处于相同的分裂时期。下列叙述正确的是 （ ）



A. 细胞①一定发生了基因突变，但不一定发生了等位基因的互换

B. 细胞②中最多有三条染色体含有 ^{32}P

C. 细胞②和细胞③中含有 ^{32}P 的染色体数相等

D. 细胞⑥⑦的基因型相同

B　**解析**：题图中细胞①处于减数分裂Ⅰ前期，分析细胞①中基因组成可知，H 和 h 发生了交叉互换，即发生了基因重组，姐妹染色单体上的 R 和 r 说明发生了基因突变，A 错误。根据 DNA 分子半保留复制可知，1 个精原细胞（DNA 中的 P 元素都为 ^{32}P），在不含 ^{32}P 的培养液中正常培养，经过一次有丝分裂产生的子细胞①中每条染色体中的 DNA 分子一条链含 ^{32}P，另一条链不含 ^{32}P。细胞①经过减数分裂前的间期复制，每条染色体只有一条姐妹染色单体的 DNA 分子的一条链含 ^{32}P（共 4 条染色单体含有 ^{32}P），细胞①形成细胞②会发生同源染色体分离，正常情况下，细胞②有两条染色体含有 ^{32}P（分布在非同源染色体上），但根据题图可知，H 所在的染色体发生过交换，很有可能 H 和 h 所在染色体都含有 ^{32}P，因此细胞②中最多有 3 条染色体含有 ^{32}P，B 正确。根据 B 项分析可知，正常情况下，细胞②和③中各有两条染色体含有 ^{32}P（分布在非同源染色体上），但由于细胞①中发生了 H 和 h 的互换，而发生互换的染色单体上不确定是否含有 ^{32}P，故细胞②和细胞③中含有 ^{32}P 的染色体数可能相等也可能不相等，C 错误。因为细胞①发生了交换和基因突变，姐妹染色单体上存在等位基因，所以姐妹染色单体分开后移向两极，形成的两个细胞⑥⑦基因型不相同，D 错误。

4. 研究人员在研究卵原细胞的减数分裂时，发现了如图 1 所示的“逆反”减数分裂现象，并通过对大量样本的统计研究发现其染色体的分配情况如图 2 所示。下列叙述错误的是 （ ）

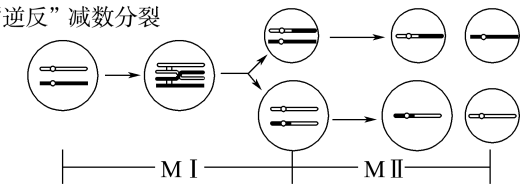


图1

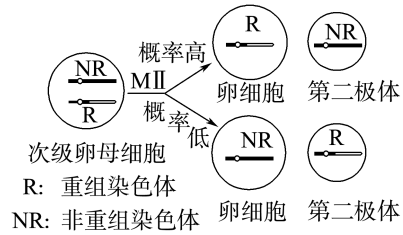


图2

A.“逆反”减数分裂是获得重组染色体概率高的卵细胞的途径之一

B.“逆反”减数分裂形成的卵细胞中核 DNA 与染色体数是体细胞中的一半

C.“逆反”减数分裂中姐妹染色单体分开发生在 MⅡ

D.“逆反”减数分裂过程中的基因重组只发生在 MⅡ

D　**解析**：由题图 2 染色体分配情况可知，通过 MⅡ可获得概率较高的重组染色体的卵细胞，故“逆反”减数分裂是获得重组染色体概率高的卵细胞的途径之一，A 正确；“逆反”减数分裂形成的卵细胞中，与体细胞中染色体相比，卵细胞中染色体数目减半，又因无染色单体，核 DNA 数与染色体数一致，故核 DNA 与染色体数仍是体细胞中的一半，B 正确；据题图分析可知，“逆反”减数分裂中姐妹染色单体分开发生在 MⅠ，C 正确；“逆反”减数分裂过程中基因重组包括联会时期同源染色体非姐妹染色单体间的交叉互换和减数分裂Ⅰ后期非同源染色体上非等位基因的自由组合，这两种基因重组都发生在 MⅠ，D 错误。

第 3 节　人类遗传病

学习任务目标

1.通过参与调查人群中的遗传病，培养获取、分析数据的能力。
2.了解遗传病类型和遗传机制，提高预防遗传病发生的意识，关爱遗传病患者。

问题式预习

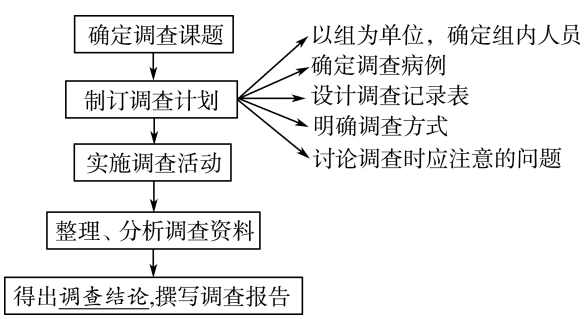
一、人类常见遗传病的类型

1.人类遗传病：由遗传物质改变而引起的人类疾病。
2.人类常见遗传病的类型

类型	概念	举例
单基因遗传病	受一对等位基因控制的遗传病	多指、并指、软骨发育不全、白化病等
多基因遗传病	受两对或两对以上等位基因控制的遗传病	冠心病、原发性高血压、青少年型糖尿病等
染色体异常遗传病	由染色体变异引起的遗传病	唐氏综合征(21三体综合征)、猫叫综合征

二、调查人群中的遗传病

1.调查时，最好选取群体中发病率较高的单基因遗传病，如红绿色盲、白化病等。
2.实验步骤

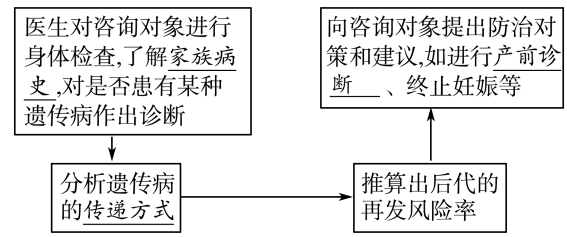


3.遗传病发病率的计算公式

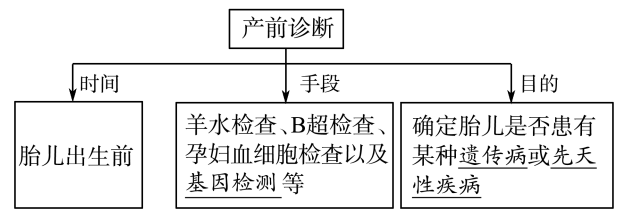
某种遗传病的发病率＝$\frac{\text{某种遗传病的患者数}}{\text{某种遗传病的被调查人数}}\times 100\%$

三、遗传病的检测和预防

1.遗传咨询的内容和步骤



2.产前诊断



3.基因检测：指通过检测人体细胞中的DNA序列，以了解人体的基因状况。
4.基因检测的意义
(1)可以精确地诊断病因。
(2)可以预测个体患病的风险。
(3)能够预测后代患病的概率。
5.基因治疗：指用正常基因取代或修补患者细胞中有缺陷的基因，从而达到治疗疾病的目的。

教材开发

1.[教材 P93“探究·实践”]有关资料表明，我国人群中高度近视的发病率为2%；男性中红绿色盲发病率为4.71%，女性中红绿色盲发病率为0.67%。你计算的发病率是否接近上述数据？如果不符，请分析原因。

提示：对于某种遗传病，如果调查统计得出的发病率和我国人群中的发病率不一致，原因有多种，可能是本次调查的样本量不够大而产生误差，也可能是遗传病的分布具有明显的地区差异，等等。

2.[教材 P95“思考·讨论”]人们利用基因检测已经开发出不少治疗疾病的药物，设想一下，当人类对一些重要疾病的遗传基因进行深入了解后，是否可

以开发出更多有针对性的药物？请谈一谈基因检测的其他益处。

提示：可以开发出更多有针对性的药物。基因检测还可以帮助人们在确定病因和治疗方案之后，对疗效作出预测，以便及时修正治疗方案；知道所患传染病的致病病毒或细菌的类型，及早确定治疗方案；结合临床数据，获得药物使用禁忌的信息；获得人类疾病相关基因的大数据；等等。

概念辨析

1.遗传病患者一定有致病基因。（ × ）

2.基因检测可以用来确定胎儿是否患有色盲、猫叫综合征等。（ × ）

3.唐氏综合征与猫叫综合征的染色体变异形式相同。（ × ）

任务型课堂

任务一 人类常见遗传病的类型

［探究活动］

人类的腓骨肌萎缩症是一类高发病率的周围神经系统单基因遗传病，发病率为1/2 500。遗传方式主要为常染色体显性遗传，也可见常染色体隐性遗传及X连锁显性或隐性遗传。分析回答下列问题：

(1)单基因遗传病是由单个基因控制的遗传病，这种说法正确吗？

提示：不正确，单基因遗传病是由一对等位基因控制的遗传病。

(2)由单基因遗传病和多基因遗传病说明基因和性状之间存在哪些数量关系？

提示：一种性状可以由一对或多对基因控制。

(3)人类遗传病一定是由致病基因引起的吗？

提示：不一定。人类遗传病中，单基因遗传病和多基因遗传病都是由致病基因引起的，但染色体异常遗传病不是由致病基因引起的。

［评价活动］

1.研究人员从古人类化石中，相继发现一系列的生长发育异常、退行性病变、创伤等病例，如骨膜炎、脑水肿、关节松弛症、脆骨症、侏儒症、多指、色盲等20余种。这些异常或病变有些是后天病理因素导致的，有些则是先天缺陷遗传因素造成的，其中一些异常或病变即使在现代人群中，也极其罕见。以下说法正确的是（ ）

A.先天缺陷遗传因素造成的疾病一定是由致病基因引起的

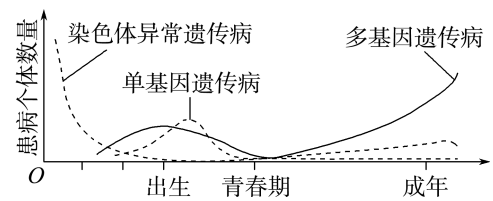
B.家族中多指属于常染色体显性遗传病，在女性中的发病率大于男性

C.为在一定程度上预防遗传病的产生和发展，可通过遗传咨询和产前诊断，对遗传病进行检测和预防

D.正常男性跟色盲携带者结婚应选择生育女孩，如果怀的是男孩，一定患病

C **解析**：先天缺陷遗传因素造成的疾病也可能是染色体异常引起的，A错误；常染色体显性遗传病在男性和女性人群中的发病率是一样的，B错误；为在一定程度上预防遗传病的产生和发展，需要对遗传病进行检测和预防，其手段包括遗传咨询和产前诊断等，C正确；色盲为伴X染色体隐性遗传病，正常男性跟色盲携带者结婚，后代女孩不患病，男孩可能患病，也可能正常，D错误。

2.(2022·浙江卷)各类遗传病在人体不同发育阶段的发病风险如下图。下列叙述正确的是（ ）



A.染色体异常遗传病在胎儿期高发可导致婴儿存活率下降

B.青春期发病风险低更容易使致病基因在人群中保留

C.图示表明，早期胎儿不含多基因遗传病的致病基因

D.图示表明，显性遗传病在幼年期高发，隐性遗传病在成年期高发

B **解析**：染色体异常遗传病在胎儿期高发可导致胎儿的出生率降低，出生的婴儿中患染色体病的概率大大降低，保证了婴儿的存活率，A错误；青春期发病风险低，使致病基因更容易遗传给后代，因此更容易使致病基因在人群中保留，B正确；题图表明，早期胎儿多基因遗传病的发病率较低，从胎儿期到出生后发病率逐渐升高，因此部分早期胎儿应含有多基因遗传病的致病基因，C错误；题图只是

研究了染色体异常遗传病、单基因遗传病和多基因遗传病，没有研究显性遗传病和隐性遗传病，D错误。

3. 下列叙述不属于人类常染色体显性遗传病遗传特征的是（　　）

A.男性与女性的患病概率相同

B.患者的双亲中至少有一人为患者

C.患者家系中会出现连续几代都有患者的情况

D.若双亲均为患者，则子代的发病率最大为3/4

D　**解析**：常染色体遗传病的发病率与性别无关，男性与女性的患病概率相同，A正确；常染色体显性遗传病患者至少从双亲中获得一个显性基因，即患者的双亲中至少有一人为患者，B正确；常染色体显性遗传病的特征之一是连续遗传，C正确；若双亲均为患者且他们都是显性纯合子，则子代全部是患者，即子代的发病率最大为1，D错误。

任务升华

不同类型人类遗传病的特点

分类			常见病例	遗传特点
单基因遗传病	常染色体	显性	并指、多指、软骨发育不全	①男女患病概率相等； ②连续遗传
		隐性	苯丙酮尿症、白化病、先天性聋哑	①男女患病概率相等； ②隐性纯合发病，隔代遗传
	伴X染色体	显性	抗维生素D佝偻病、遗传性慢性肾炎	①患者女性多于男性； ②连续遗传； ③男病，母女病
		隐性	进行性肌营养不良、红绿色盲、血友病	①患者男性多于女性； ②有交叉遗传现象； ③女病，父子病
	伴Y染色体		外耳道多毛症	具有“男性代代传”的特点
多基因遗传病			冠心病、哮喘病、原发性高血压、青少年型糖尿病等	①常表现出家族聚集现象； ②易受环境影响； ③在群体中发病率较高
染色体异常遗传病			唐氏综合征、猫叫综合征、性腺发育不良等	往往造成较严重的后果，甚至胚胎期就会自然流产

1. 为指导遗传咨询，医生通过产前诊断技术从孕妇体内取得胎儿细胞进行检查分析，以此判断胎儿是否患遗传病。下列叙述正确的是（　　）

A.借助染色体筛查技术，诊断胎儿是否患红绿色盲

B.体外培养胎儿细胞并分析染色体，诊断胎儿是否患唐氏综合征

C.用光学显微镜检查胎儿细胞，可判断胎儿是否患有青少年型糖尿病

D.对胎儿细胞的染色体进行数量分析，可判断胎儿是否患猫叫综合征

B　**解析**：借助染色体筛查技术，只能诊断染色体异常遗传病，不能诊断胎儿是否患单基因遗传病，如红绿色盲，A错误；唐氏综合征是染色体异常遗传病，故体外培养胎儿细胞并分析染色体，能诊断胎儿是否患唐氏综合征，B正确；青少年型糖尿病是多基因遗传病，用光学显微镜检查胎儿细胞，不能判断胎儿是否患有青少年型糖尿病，C错误；猫叫综合征是人体的第5号染色体缺失一段引起的，通过对胎儿细胞的染色体进行数量分析，不能判断胎儿是否患猫叫综合征，D错误。

任务二　人类遗传病的调查、检测和预防

2. 预防和减少出生缺陷，是提高出生人口素质、推进健康中国建设的重要举措。下列有关预防和减少出生缺陷的表述，不正确的是（　　）

A.禁止近亲结婚可降低遗传病患儿的出生概率

B.产前诊断可初步确定胎儿是否存在染色体异常

C.基因检测可以精确地诊断所有类型的遗传病

D.目前基因治疗只能治疗极少数单基因遗传病

C　**解析**：近亲结婚会造成后代患隐性遗传病的可能性大大增加，因此禁止近亲结婚可降低遗传病患儿的出生概率，A正确；产前诊断可初步确定胎儿

是否存在染色体异常，B正确；基因检测技术不能精确诊断所有类型的遗传病，C错误；基因治疗只能治疗极少数单基因遗传病，例如白化病、红绿色盲等，不能治疗多基因遗传病和染色体异常遗传病，D正确。

3. 下列关于调查人群中的遗传病的叙述，错误的是（　　）

A. 调查遗传病的发病率要在患者家系中调查

B. 调查某遗传病的遗传方式，需要在患病家系中进行调查

C. 最好选择发病率较高的单基因遗传病进行调查

D. 某种遗传病的发病率＝某种遗传病的患病人数/被调查人数×100%

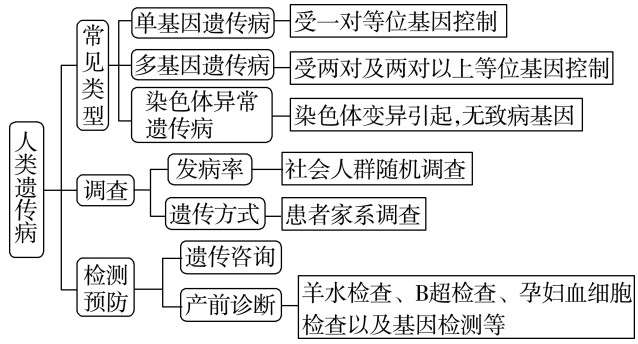
A　**解析**：调查人类遗传病的发病率时，要在足够大的人群中随机调查，A错误；调查某遗传病的遗传方式，需要在患病家系中进行调查，从而推断其遗传方式，B正确；调查人类遗传病的发病率时，最好选择发病率较高的单基因遗传病，C正确；某种遗传病的发病率＝某种遗传病的患病人数/被调查人数×100%，D正确。

任务升华

“遗传病发病率”与“遗传方式”的调查比较

项目	遗传病发病率	遗传方式
调查对象及范围	自然人群中随机抽样	患者家系
注意事项	考虑年龄、性别等因素，群体足够大	正常情况与患病情况
结果计算及分析	$\frac{\text{患病人数}}{\text{被调查人数}}\times100\%$	分析基因显隐性及所在染色体的类型

▶提质归纳



课后素养评价（十五）

基础性·能力运用

知识点1　人类遗传病的类型

1. 下列有关人类遗传病的叙述，正确的是（　　）

A. 唐氏综合征是受一对等位基因控制的遗传病

B. 男性血友病患者的女儿结婚应尽量选择生育男孩

C. 原发性高血压属于人类遗传病中的多基因遗传病

D. 调查遗传病的发病率需对多个患者家系进行调查

C　**解析**：唐氏综合征是染色体变异引起的染色体数目异常遗传病，A错误；血友病是伴X染色体隐性遗传病，男性血友病患者的女儿至少是携带者，其与正常男性结婚，后代女孩全部正常，男孩至少一半患病，应尽量选择生育女孩，B错误；原发性高血压属于人类遗传病中的多基因遗传病，C正确；调查遗传病的发病率时，需要在人群中随机调查，D错误。

2.（2021·浙江卷）遗传病是生殖细胞或受精卵遗传物质改变引发的疾病。下列叙述正确的是（　　）

A. 血友病是一种常染色体隐性遗传病

B. X连锁遗传病的遗传特点是“传女不传男”

C. 重度免疫缺陷症不能用基因治疗方法医治

D. 孩子的先天畸形发生率与母亲的生育年龄有关

D　**解析**：血友病是一种伴X染色体隐性遗传病，A错误；由于男性和女性的细胞内都有X染色体，故对于X连锁遗传病，男性、女性都有可能得病，如红绿色盲患者中既有女性又有男性，B错误；可以采用基因治疗方法医治重度免疫缺陷症，比如可以通过向患者体内转移腺苷脱氨酶基因的方法治疗严重复合型免疫缺陷病，C错误；孩子的先天畸形发生率与母亲的生育年龄有关，如21三体综合征，女性适龄生育时胎儿先天畸形率低，超龄后年龄越大，胎儿先天畸形率越大，D正确。

3.下列关于人类遗传病的叙述，正确的是　　（　　）

A.先天性心脏病都是遗传病

B.单基因遗传病是由一个致病基因引起的遗传病

C.分析某遗传病的遗传方式，应在自然人群中随机取样调查

D.多基因遗传病是指受两对或两对以上等位基因控制的人类遗传病

D　**解析**：先天性心脏病不一定是由遗传物质改变引起的，因此不一定是遗传病，A 错误；控制生物性状的基因在生物体内往往成对存在，因此单基因遗传病应是由一对等位基因控制的遗传病，多基因遗传病则是由两对或两对以上等位基因控制的疾病，B 错误，D 正确；分析某遗传病的遗传方式，应在患者家系中调查，C 错误。

4.下列关于多基因遗传病的叙述，正确的是　　（　　）

A.控制该类遗传病的基因均遵循自由组合定律

B.唐氏综合征、冠心病和哮喘都属于该类遗传病

C.调查人群中的遗传病最好选择该类遗传病

D.该类遗传病在人群中的发病率高，易受环境因素的影响

D　**解析**：因为多基因遗传病可能存在多对等位基因在同一条（或同一对）染色体上的情况，与自由组合定律的适用条件不符，不遵循自由组合定律，A 错误；唐氏综合征属于染色体异常遗传病，B 错误；调查人群中的遗传病时，最好选取群体中发病率相对较高的单基因遗传病，如红绿色盲、白化病等，C 错误；多基因遗传病在人群中的发病率高，易受环境因素的影响，D 正确。

知识点 2　遗传病的检测和预防

5.遗传病威胁人类健康，了解不同疾病的发病机理有助于有效预防遗传病的产生和发展。下列叙述错误的是　　（　　）

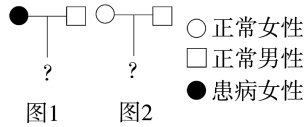


图1　　图2

A.若图 1 表示抗维生素 D 佝偻病家系，则后代女孩可能不患病

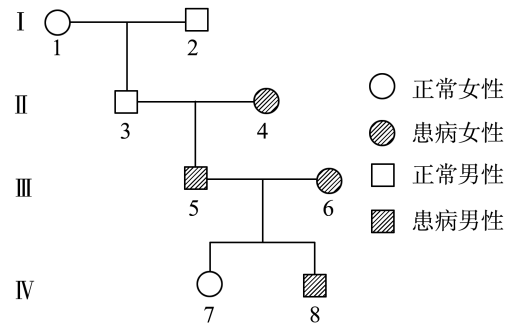
B.若图 1 表示红绿色盲家系，则不建议生男孩

C.若图 2 表示白化病家系，则建议生女孩

D.若图 2 表示多指家系，则生男孩女孩都不会患病

C　**解析**：抗维生素 D 佝偻病为伴 X 染色体显性遗传病，母亲患病，其基因型假设为 X^AX^-，父亲正常，其基因型为 X^aY，则女儿可能是正常的，A 正确；红绿色盲为伴 X 染色体隐性遗传病，母亲患病则基因型假设为 X^aX^a，父亲正常，其基因型为 X^AY，儿子百分之百患病，B 正确；白化病为常染色体隐性遗传病，此病发病率男女没有区别，双亲正常，如果均为杂合子，则后代男女患病概率都是 1/4，C 错误；多指为常染色体显性遗传病，双亲正常，则后代不会患病，D 正确。

6.基因检测可确定相关个体的基因型，基因测序是一种新型基因检测技术，可确定基因中的碱基序列。下图为某基因遗传病的家系图（不考虑其他变异），下列叙述错误的是　　（　　）



A.由图分析，该遗传病在人群中的发病率为男性等于女性

B.为降低 $Ⅲ_5$、$Ⅲ_6$ 再生出患病孩子的概率，可对 $Ⅲ_5$、$Ⅲ_6$ 进行基因检测

C.图中只有 $Ⅱ_4$、$Ⅳ_8$ 的基因型有两种可能

D.若 $Ⅳ_8$ 与一正常女性婚配，生出患病男孩的概率为 1/3

B　**解析**：根据 $Ⅲ_5$、$Ⅲ_6$ 患病，$Ⅳ_7$ 正常，可判断该病为常染色体显性遗传病，其在人群中的发病率为男性等于女性，A 正确；要降低 $Ⅲ_5$、$Ⅲ_6$ 再生出患病孩子的概率，应对胎儿进行基因检测，因为 $Ⅲ_5$、$Ⅲ_6$ 的基因型肯定为杂合，没有必要再进行基因检测，B 错误；$Ⅱ_4$ 为患者，其基因型可能为纯合子或杂合子，又因 $Ⅲ_5$、$Ⅲ_6$ 均为杂合子，因此 $Ⅳ_8$ 个体的基因型有两种可能，C 正确；$Ⅳ_8$ 个体为纯合子的概率为 1/3，杂合子的概率为 2/3，故生出患病男孩的概率为：$(1-2/3\times1/2)\times1/2=1/3$，D 正确。

综合性·创新提升

7.人类Y染色体上存在AZF区域，其上有很多基因与精子的产生有关，该区域可分为AZFa、AZFb、AZFc、AZFd几个小区域。为研究AZF区域与男性不育的关系，对553例确诊为无精子症或少精子症患者测定Y染色体，AZF缺失情况如下表。下列有关说法错误的是（　　）

临床表现	AZFa	AZFc	AZF(b+c)	AZF(a+b+c+d)
无精子症人数	2	14	10	5
重度少弱精子症人数		27	3	
异常率/%	0.36	7.4	2.4	0.9

A.因AZF缺失导致的男性不育属于染色体异常遗传病

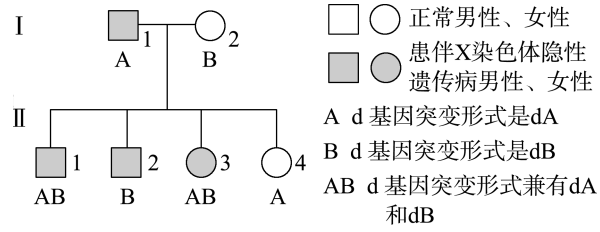
B.除AZF异常引起的男性不育外，其他患者可能是其他基因异常或环境因素导致

C.表中缺失AZFc区域的男性不育患者最多，说明决定精子形成的基因就在AZFc上

D.可在显微镜下观察Y染色体形态来分析男性不育患者是否由染色体部分缺失导致

C　**解析**：AZF是Y染色体上的一部分，AZF区域缺失属于染色体结构变异，A正确；对553例男性不育患者调查中，只有一少部分是由AZF缺失导致，其他患者可能是其他基因异常导致，也可能是受环境影响，B正确；AZFc缺失导致的男性不育在AZF缺失中占比最高，但也存在AZFa缺失导致无精症的情况，影响精子形成的基因应该有多个，C错误；AZF缺失属于染色体结构变异，可在显微镜下观察，因此可在显微镜下观察Y染色体形态来分析男性不育患者是否由染色体部分缺失导致，D正确。

8.(2022·辽宁卷)某伴X染色体隐性遗传病的系谱图如下，基因检测发现致病基因d有两种突变形式，记作dA与dB。$Ⅱ_1$还患有先天性睾丸发育不全综合征(性染色体组成为XXY)。不考虑新的基因突变和染色体变异，下列分析正确的是（　　）



A.$Ⅱ_1$性染色体异常，是因为$Ⅰ_1$减数分裂Ⅱ时X染色体与Y染色体不分离

B.$Ⅱ_2$与正常女性婚配，所生子女患有该伴X染色体隐性遗传病的概率是1/2

C.$Ⅱ_3$与正常男性婚配，所生儿子患有该伴X染色体隐性遗传病

D.$Ⅱ_4$与正常男性婚配，所生子女不患该伴X染色体隐性遗传病

C　**解析**：由题可知，$Ⅱ_1$患有先天性睾丸发育不全综合征(性染色体组成为XXY)，且其是伴X染色体隐性遗传病的患者，结合系谱图分析可知，其基因型为$X^{dA}X^{dB}Y$，$Ⅰ_1$的基因型为$X^{dA}Y$，$Ⅰ_2$的基因型为$X^{D}X^{dB}$(D为正常基因)，不考虑新的基因突变和染色体变异，$Ⅱ_1$性染色体异常，是因为$Ⅰ_1$减数分裂Ⅰ时同源染色体X与Y不分离，形成了$X^{dA}Y$的精子，与基因型为X^{dB}的卵细胞形成了基因型为$X^{dA}X^{dB}Y$的受精卵，A错误。由以上分析可知，$Ⅰ_1$的基因型为$X^{dA}Y$，$Ⅰ_2$的基因型为$X^{D}X^{dB}$，则$Ⅱ_2$的基因型为$X^{dB}Y$，$Ⅱ_3$的基因型为$X^{dA}X^{dB}$，$Ⅱ_4$的基因型为$X^{D}X^{dA}$。正常女性的基因型可能是$X^{D}X^{D}$、$X^{D}X^{dA}$、$X^{D}X^{dB}$，故$Ⅱ_2$与正常女性(基因型不确定)婚配，所生子女患有该伴X染色体隐性遗传病的概率不确定，B错误。$Ⅱ_3$($X^{dA}X^{dB}$)与正常男性($X^{D}Y$)婚配，所生儿子基因型为$X^{dA}Y$或$X^{dB}Y$，均为该伴X染色体隐性遗传病患者，C正确。$Ⅱ_4$($X^{D}X^{dA}$)与正常男性($X^{D}Y$)婚配，则所生子女中可能有基因型为$X^{dA}Y$的该伴X染色体隐性遗传病的男性患者，D错误。

9.血友病A、B、C是一组遗传性凝血功能障碍的出血性疾病。血友病A是一种较为常见的X连锁隐性遗传病，男性发病率约为1/6 000，致病基因位于染色体Xq28。血友病B致病基因定位于Xq27，血友

病C致病基因定位于15q11(15表示染色体,q28、q27、q11表示基因座位)。下列叙述正确的是(　　)

A.出现多种类型血友病是因为基因突变具有多方向性

B.血友病B和C的致病基因分别在X染色体和常染色体上

C.某血友病A男患者生出的后代中发病率为1/12 000

D.因为血友病为单基因遗传病,不能通过产前诊断等方法进行检测

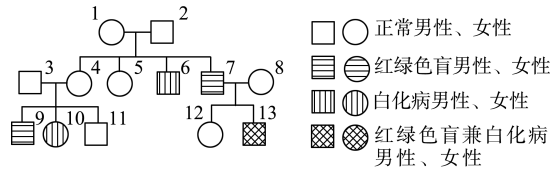
B　**解析**:根据题意可知,q28、q27、q11表示基因座位,血友病A致病基因位于染色体Xq28,血友病B致病基因定位于Xq27,血友病C致病基因定位于15q11,说明3种致病基因位于不同的基因座位,不属于等位基因,而基因突变形成的是其等位基因,因此不能体现基因突变具有多方向性,A错误;15表示染色体,说明血友病C致病基因位于常染色体上,而血友病B致病基因定位于Xq27,说明其致病基因位于X染色体上,B正确;血友病A是一种较为常见的X连锁隐性遗传病,男性的致病基因来自母亲,与父亲是否患血友病无关,因此血友病A男患者生出的后代中发病率应取决于与其婚配的女性的基因型,C错误;产前诊断可通过基因探针检测胎儿是否含有致病基因,因此血友病能通过产前诊断等方法进行检测,D错误。

10.某校研究性学习小组对本校全体高中学生进行了某些遗传病的调查。请回答相关问题:

(1)调查时最好选择_____(填"单基因遗传病"或"多基因遗传病")。

(2)如果要做某遗传病遗传方式的调查,应该选择_____作为调查对象。

(3)调查中发现某男生(9号个体)患红绿色盲(相关基因用B、b表示),咨询中得知其同胞姐姐(10号个体)患白化病(相关基因用A、a表示)。他们对该家族进行进一步调查,得到的家族系谱图如下所示。



①8号个体的基因型为_____,5号个体为纯合子的概率是_____。

②若12号个体与9号个体结婚,属于近亲婚配,此行为违反婚姻法,他们生出患病孩子的概率是_____。

解析:(1)调查人类遗传病时,最好选择群体中发病率较高的单基因遗传病,如红绿色盲、白化病等。(2)若要调查某遗传病的遗传方式,则应该选择患有该遗传病的多个家族(系)作为调查对象,然后画出系谱图,再判断遗传方式。(3)①由遗传系谱图可知,13号个体是红绿色盲兼白化病的男性,基因型为aaX^bY,其中aX^b来自母亲8号,而8号个体表现正常,因此8号个体的基因型为AaX^BX^b。5号个体是表型正常的女性,但是有患白化病和红绿色盲的兄弟,因此1号和2号个体的基因型为AaX^BX^b和AaX^BY,5号个体的基因型为$A_X^BX^-$,其中AAX^BX^B是纯合子,占1/6。②先分析红绿色盲:由遗传系谱图可知,7号个体是红绿色盲患者,基因型是X^bY,其正常女儿12号个体的基因型为X^BX^b;9号个体是红绿色盲患者,基因型为X^bY,12号个体与9号个体结婚,后代患红绿色盲的概率是1/2,不患红绿色盲的概率也是1/2。再分析白化病:由遗传系谱图可知,3号个体和4号个体正常,生有患白化病的儿子,因此3号和4号个体的基因型都是Aa,9号个体不患白化病,基因型及比例为1/3AA、2/3Aa;12号个体不患白化病,但是有患白化病的兄弟,12号个体的基因型及比例为1/3AA、2/3Aa,因此若12号个体与9号个体结婚,后代患白化病的概率是$(2/3)\times(2/3)\times(1/4)=1/9$,不患白化病的概率是8/9。两种病综合分析可知,12号个体与9号个体结婚,后代患病的概率=1−不患红绿色盲的概率×不患白化病的概率$=1-(1/2)\times(8/9)=5/9$。

答案:(1)单基因遗传病　(2)患有该遗传病的多个家族(系)　(3)①AaX^BX^b　1/6　②5/9

单元活动构建

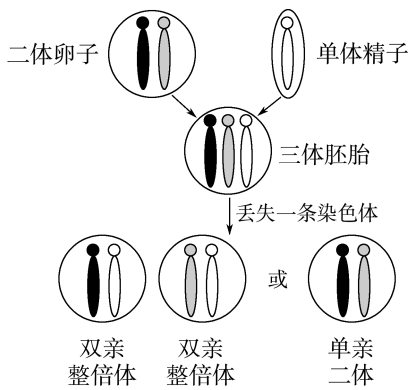
单元活动　运用“生命的结构与功能观”分析细胞分裂过程中的变异问题

「单元任务」

任务内容	
任务一	减数分裂与基因突变和基因重组
任务二	减数分裂与染色体变异
任务三	利用染色体变异进行基因定位

「任务导引」

Nakles 并不像大多数人一样从父母身上各继承了一组染色体，她的两条 16 号染色体全部来自母亲。这种现象被称为“单亲二体性”（如下图），即 23 对染色体中某一对的两条染色体都来自父亲或母亲一方。早在 Nakles 出生前，甚至是她母亲的卵子成熟之前，奇怪的事情就发生了。那颗卵子本应只携带一条 16 号染色体，结果最后却多出了一条。而随后的一系列过程使受精卵在发育时移除了来自精子的 16 号染色体。



早期研究表明，单亲二体性与自然流产有着密切关系，即便胎儿存活，也有可能患有骨骼异常、癫痫、智力障碍和儿童癌症等疾病。例如，如果两条 15 号染色体都来自母亲，会导致普拉德－威利综合征，相关病症也被称为低肌张力－低智力－性腺发育低下－肥胖综合征；而如果两条 15 号染色体都来自父亲，则会导致天使人综合征，患儿会产生发育迟缓、智力残疾、严重的言语障碍以及运动和平衡问题。它们都是具有明显症状的特殊遗传疾病。

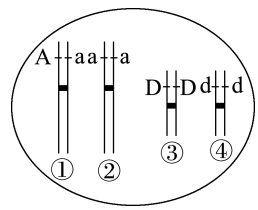
Nakles 就患有阿斯伯格综合征，这是一种自闭症谱系疾病，但不会有自闭症患者的语言和智力障碍。除此之外她很健康，没有什么严重的健康问题。

如今，一项研究对大约 483 万人的 DNA 进行了检测，结果显示，许多像 Nakles 这样的健康人身上都存在单亲二体性。该研究共找到了 675 个单亲二体的样本，且没有发现其与任何有害特征存在显著相关。这表明，与过去的文献记录相比，单亲二体性现象的存在更普遍，而危害性更低。

「任务突破」

任务一	减数分裂与基因突变和基因重组

活动 1　某果蝇的基因型为 AaDd，该果蝇精巢中处于减数分裂某时期的某个精原细胞的分裂情况如下图所示（显示部分染色体）。



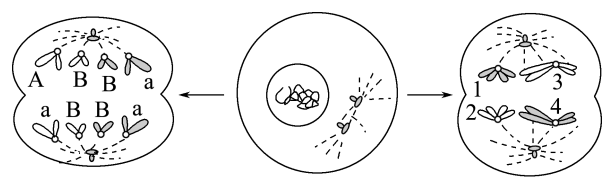
（1）该初级精母细胞中含有 1 条 X 染色体。

（2）染色体①上的 a 基因是基因突变产生的。

（3）图中染色体③上含有两个 D 基因是 DNA 复制的结果。

（4）图中细胞完成减数分裂后可产生 3 种基因型的雄配子。

活动 2　下图为某种高等动物的几个细胞分裂示意图（数字代表染色体，字母代表染色体上带有的基因）。



（1）图丙细胞所处时期能发生的变异类型是基因重组。

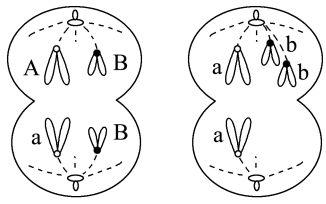
（2）图甲细胞表明该动物发生了基因突变。

（3）图丙细胞中 1 与 2 的片段部分交换发生在四分体（减数分裂Ⅰ前）时期。

（4）图乙细胞由于完成 DNA 复制解开双螺旋容易发生基因突变。

任务二　减数分裂与染色体变异

活动 1　下图为基因型 AaBb 的精原细胞在减数分裂过程中，形成的两个次级精母细胞中染色体及其基因分布的示意图。



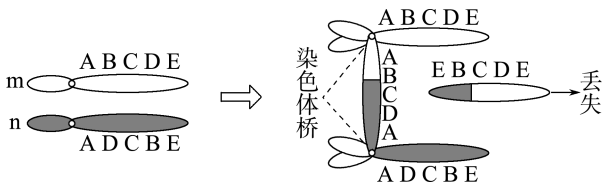
(1)图中分裂过程发生的变异类型有基因重组、基因突变和染色体变异。

(2)该精原细胞产生的精细胞的基因型为 AB、aB、abb、a。

(3)图中变异能在显微镜下直接观察到的是乙细胞中所示的变异类型。

(4)甲细胞中的 a 基因最可能出现于减数分裂Ⅰ前的间期。

活动 2　某精原细胞中 m、n 为一对同源染色体，其中 m 为正常染色体，A～E 表示基因。该对同源染色体联会后发生的特殊过程如下图所示，其中染色体桥在减数分裂Ⅰ时随机断裂，后续的分裂过程正常进行。



(1)只考虑 A 相关的基因型该精原细胞可能形成的精子有 3 种。

(2)该精原细胞在形成精子过程中发生的变异类型为染色体变异(染色体结构变异)。

(3)图示“染色体桥”中存在(填“存在”或“不存在”)染色体的同源区段。

(4)该精原细胞经减数分裂产生的含异常染色体的精子占 3/4。

任务三　利用染色体变异进行基因定位

活动　黑腹果蝇的第Ⅳ号染色体多 1 条(Ⅳ号三体)或者少 1 条(Ⅳ号单体)都可以存活，而且还能繁殖后代。科学家在一群野生型黑腹果蝇品系中，偶然发现了无眼果蝇。为探究控制无眼性状的基因是否在第Ⅳ号染色体上，利用黑腹果蝇Ⅳ号单体和Ⅳ号三体进行如下实验。

组别	亲本(P)类型	F_1 的表型和比例
甲	无眼×野生型单体	野生型∶无眼=1∶1
乙	无眼×正常野生型	野生型
丙	无眼×野生型三体	野生型

(1)从变异类型看，无眼性状的产生来源于基因突变，三体和单体属于染色体(数目的)变异。

(2)若只做甲组实验，能否依据结果确定控制无眼性状的基因是否位于第Ⅳ号染色体上？为什么？

提示：不能。因为只做甲组实验，不能确定性状显隐性关系，若无眼为显性性状，甲组无眼亲本为杂合子，则无论该等位基因位于第Ⅳ号染色体还是其他常染色体上，甲组杂交实验均能出现表中的结果。

(3)科学家利用正常无眼果蝇对乙、丙两组的 F_1 分别进行测交实验，进一步证实了控制该相对性状的基因位于Ⅳ号染色体上，支持该结论的实验结果是乙组 F_1 的测交子代出现野生型∶无眼=1∶1；丙组 F_1 的测交子代出现野生型∶无眼=2∶1(或丙组一半 F_1 的测交子代出现野生型∶无眼=1∶1，一半 F_1 的测交子代出现野生型∶无眼=5∶1)。

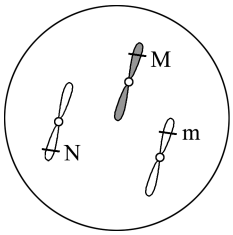
「活动达标」

1. 下列关于配子基因型异常发生时期的判断，正确的是　(　　)

选项	个体基因型	配子基因型	异常发生时期
A	Dd	D、D、dd	减数分裂Ⅰ
B	AaBb	AaB、AaB、b、b	减数分裂Ⅱ
C	X^aY	X^aY、X^aY	减数分裂Ⅰ
D	AAX^BX^b	AAX^BX^b、X^BX^b、a、a	减数分裂Ⅱ

C　**解析**：A 项中配子基因型发生异常是在减数分裂Ⅱ时期，A 错误；B 项中配子基因型发生异常是在减数分裂Ⅰ时期，B 错误；C 项中配子基因型发生异常是在减数分裂Ⅰ时期，C 正确；D 项中配子基因型发生异常是在减数分裂Ⅰ及减数分裂Ⅱ时期，D 错误。

2.已知某哺乳动物的基因型为 MMNn，该动物减数分裂形成一个基因组成为 MmN 的配子，如下图所示。下列关于此配子形成的分析，正确的是（　　）



灰色表示来自父方的染色体
白色表示来自母方的染色体

— 表示基因所在位置

①该配子形成过程中发生了基因突变

②该配子的形成与减数分裂Ⅰ时同源染色体非姐妹染色单体之间的交换有关

③该配子的形成与减数分裂Ⅰ时同源染色体未分离有关

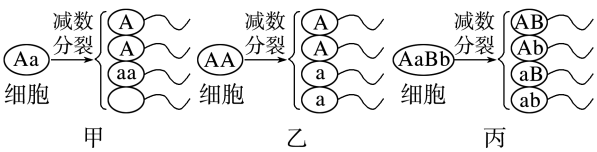
④该配子的形成与减数分裂Ⅱ时姐妹染色单体未分开有关

A.①③　　B.②④

C.②③　　D.①④

A　**解析**：分析题图可知，该哺乳动物的基因型为 MMNn，产生了基因组成为 MmN 的配子，说明发生了基因突变，与交换无关，所以①正确，②错误；在该配子中既有 M，又有 m，且两条染色体来源不同，说明减数分裂Ⅰ时，M、m 所在的同源染色体未发生分离，移向了细胞同一极，所以③正确，④错误，故 A 正确。

3.下图甲、乙、丙表示减数分裂产生配子的过程中可能发生的变异，甲、乙、丙发生的变异分别属于（　　）



A.染色体变异、基因突变、不遗传变异

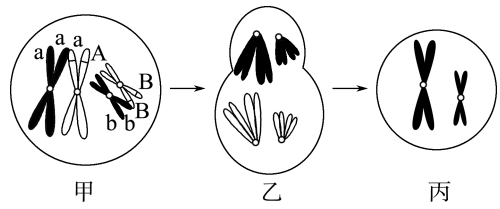
B.基因重组、基因突变、染色体变异

C.基因突变、不遗传变异、基因重组

D.染色体变异、基因突变、基因重组

D　**解析**：分析题图可知，图甲细胞正常进行减数分裂，应该产生 A、A、a、a 4 个配子，却产生了 aa 这种配子，原因是在减数分裂Ⅱ时姐妹染色单体分开后形成的两条染色体没有正常分开进入两个子细胞中，属于染色体变异中的染色体数目的变异；图乙细胞的基因型为 AA，而产生的配子中存在 a，故可判断发生了基因突变；图丙中基因型为 AaBb 的细胞正常进行减数分裂，应该产生两种类型的配子，而出现图示结果最可能的原因是两对等位基因中的一对等位基因所在的同源染色体的对应片段发生了交换，属于基因重组。故 D 正确。

4.基因型为 AaBb 的某哺乳动物体内某次减数分裂的部分过程示意图如下，相关叙述不正确的是（　　）



A.图示中甲→乙→丙的过程实现了染色体数目的减半

B.乙细胞处于减数分裂Ⅰ后期且含有 2 个染色体组，为初级卵母细胞

C.丙细胞分裂结束可产生基因型为 ab 的卵细胞

D.在本次减数分裂过程中，细胞发生了基因突变和基因重组

C　**解析**：甲细胞处于减数分裂Ⅰ前期；乙细胞同源染色体分离，处于减数分裂Ⅰ后期；丙细胞不含同源染色体，染色体排列于赤道板上，处于减数分裂Ⅱ中期，甲→乙→丙的过程实现了染色体数目的减半，A 正确。乙细胞处于减数分裂Ⅰ后期，同源染色体分离，含有 2 个染色体组，且细胞不均等分裂，为初级卵母细胞，B 正确。根据乙和丙细胞染色体的颜色，以及细胞质分裂情况可知，含两条黑色染色体的丙细胞为第一极体，其基因型为 aabb，因此，丙细胞分裂结束可产生基因型为 ab 的第二极体，C 错误。根据甲细胞，在减数分裂过程中，含 A 的染色体上出现了 a，另一条同源染色体没有变化，说明细胞发生了基因突变；减数分裂Ⅰ后期非同源染色体自由组合，说明细胞发生了基因重组，D 正确。

5.长翅红眼雄蝇与长翅白眼雌蝇交配，产下一只染色体组成为 6＋XXY 的残翅白眼雌蝇。已知翅长基因(A、a)位于常染色体上，红眼基因(B)、白眼基因(b)位于 X 染色体上，在没有基因突变的情况下，下列分析正确的是（　　）

A.该染色体组成为 6＋XXY 的白眼雌蝇体细胞中含有 3 个染色体组

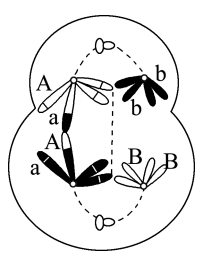
B.产生该白眼雌蝇的原因可能是母本雌蝇仅减数分裂Ⅰ出错，此时与受精的卵细胞一起产生的3个极体的基因型可能为A、A、aX^b

C.产生该白眼雌蝇的原因可能是母本雌蝇仅减数分裂Ⅱ出错，此时与受精的卵细胞一起产生的3个极体的基因型可能为AX^b、AX^b、a

D.产生该白眼雌蝇的原因可能是父本雄蝇减数分裂Ⅰ出错，XY同源染色体没有分离，产生异常的精子XY与正常卵细胞结合

C　**解析**：果蝇为二倍体生物，该染色体组成为6＋XXY的白眼雌蝇体细胞中仍只含有2个染色体组，只是增加了一条X染色体，A错误；亲本均为长翅，后代出现残翅，说明长翅为显性，已知翅长基因(A、a)位于常染色体上，红眼基因(B)、白眼基因(b)位于X染色体上，结合染色体组成为6＋XXY的残翅白眼雌蝇的基因型为aaX^bX^bY，可知亲本的基因型为$AaX^BY\times AaX^bX^b$，该果蝇中增加了一条含有b基因的X染色体，由于亲本雄果蝇中没有含有b的X染色体，因此该雌果蝇中的X^bX^b来自母本，由于母本基因型为AaX^bX^b，可能是母本减数分裂Ⅰ过程中两条X同源染色体没有分离，都移向次级卵母细胞，再完成减数分裂Ⅱ产生了基因型为aX^bX^b的卵细胞，此时与亲代雌蝇参与受精的卵细胞一起产生的3个极体基因型是aX^bX^b、A、A，B错误；亲本的基因型为$AaX^BY\times AaX^bX^b$，可能因为母本减数分裂Ⅱ过程着丝粒分裂后两条X染色体没有分离都移向卵细胞，产生了基因型为aX^bX^b的卵细胞造成的，此时与亲代雌蝇参与受精的卵细胞一起产生的3个极体基因型是AX^b、AX^b、a，C正确；亲本雄蝇的基因型为AaX^BY，染色体组成为XXY的残翅白眼雌果蝇的基因型为aaX^bX^bY，由于亲本雄蝇没有含b的X染色体，在不考虑基因突变的情况下不可能是父本雄蝇减数分裂出错，D错误。

6. 基因型为AaBb的某高等动物，右图为其细胞分裂某时期的示意图。下列叙述正确的是　(　　)



A.该细胞含2套遗传物质和2个染色体组

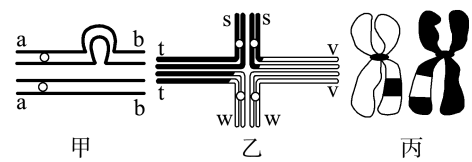
B.该细胞处于减数分裂Ⅰ后期，其子细胞为次级卵母细胞

C.该细胞分裂形成的卵细胞的基因型可能为AB或aB

D.形成该细胞的过程中发生了基因重组和染色体变异

C　**解析**：该细胞处于减数分裂Ⅰ后期，染色体已经完成复制，因此含有4套遗传物质和两个染色体组，其子细胞为次级卵母细胞和第一极体，A、B错误；由题图可知，分裂后的次级卵母细胞基因型为AaBB，因此分裂形成卵细胞的基因型可能为AB或aB，C正确；形成该细胞的过程中发生了基因重组，并未发生染色体变异，D错误。

7. 生物的某些变异可通过细胞分裂某一时期染色体的行为来识别。甲、乙两模式图分别表示细胞分裂过程中出现的“环形圈”“十字形结构”现象，图中字母表示染色体上的基因。图丙是细胞分裂过程中染色体在某一时期所呈现的形态。下列叙述错误的是　(　　)



A.图甲是由于个别碱基的增添或缺失，导致染色体上的基因数目改变

B.图乙所示变异类型发生在非同源染色体之间，属于染色体结构变异

C.甲、乙、丙三图所示的变异类型均可发生在减数分裂过程中

D.甲、乙、丙三图中染色体数与核DNA数之比均为1∶2

A　**解析**：个别碱基对的增添或缺失属于基因突变，而图甲中部分基因发生了增添或缺失，属于染色体结构变异，导致染色体上基因数目改变，A错误；图乙中，非同源染色体上出现了同源区段，发生了联会现象，说明非同源染色体的非姐妹染色单体之间发生过片段交换，属于染色体结构变异中的易位，B正确；甲、乙的变异类型为染色体变异，图丙中同源染色体的非姐妹染色单体之间进行了互换，属于基因重组，甲、乙、丙三图都出现联会现象，都处于减数分裂Ⅰ前期，因此甲、乙、丙三图所示的变异类型均可发生在减数分裂过程中，C正确；甲、乙、丙三图都出现联会现象，都处于减数分裂Ⅰ前期，此时1条染色体上含有2条染色单体、2个核

DNA 分子，因此染色体数与核 DNA 数之比为 1∶2，D 正确。

8. 13 三体综合征患者头小且患先天性心脏病，智力远低于常人，该病患者的体细胞中 13 号染色体有 3 条，而非 1 对。某家庭正常父母生了一个 13 三体综合征患者。有关该患者的产生，下列分析错误的是（　　）

A. 可通过遗传咨询或产前诊断确定胎儿是否患 13 三体综合征

B. 可能由患者母亲的初级卵母细胞减数分裂Ⅰ后期时同源染色体没有正常分离导致

C. 可能由患者父亲的初级精母细胞减数分裂Ⅰ后期时同源染色体没有正常分离导致

D. 可能由患者母亲的次级卵母细胞或父亲的次级精母细胞减数分裂Ⅱ后期时染色单体没有正常分离导致

A　**解析**：13 三体综合征属于染色体数目变异引起的遗传病，通过遗传咨询不能确定胎儿是否患 13 三体综合征，可经过产前诊断进行初步确定，A 错误；若患者母亲的初级卵母细胞或父亲的初级精母细胞减数分裂Ⅰ时同源染色体没有正常分离，而减数分裂Ⅱ正常，则可能产生含有 2 条 13 号染色体的卵细胞或精子，其与正常的精子或卵细胞结合，会导致 13 三体综合征，B、C 正确；若患者母亲的次级卵母细胞或父亲的次级精母细胞减数分裂Ⅱ时染色单体没有正常分离，则可能产生含有 2 条 13 号染色体的卵细胞或精子，其与正常的精子或卵细胞结合，会导致 13 三体综合征，D 正确。

9. 三倍体是指由受精卵发育而来且体细胞中有 3 个染色体组的生物；与正常二倍体相比，三体是指某对同源染色体多了一条染色体的生物。某自花传粉的植物（$2n$）存在三倍体和三体两种变异。回答下列问题：

（1）可以在显微镜下观察到的变异是_____（填“三体”“三倍体”或“三体和三倍体”）。在使用显微镜观察变异时，需要使用卡诺氏液处理材料，其目的是_____，在制片时可使用甲紫溶液染色。

（2）三倍体植株的果实一般是无子的，其原因是_____。已知三体细胞在减数分裂过程中，任意配对的两条染色体分离时，另一条染色体随机移向细胞的一极，因此三体产生正常配子的概率为_____。

（3）该植物花色的红色（R）对白色（r）为显性。研究人员检测到某株杂合红花（只含一个 R 基因）的 2 号染色体多了 1 条，成为三体植株。研究人员让该变异红花植株自交，子代的表型及比例为红花∶白花＝3∶1。假设配子均可育，据此推断，能否确认 R、r 基因是位于 2 号染色体上还是位于其他染色体上？_____（填“能”或“不能”），理由是_____。

解析：（1）染色体变异在光学显微镜下是可见的，因此可以在显微镜下观察到的变异是三体和三倍体。在使用显微镜观察变异时，需要使用卡诺氏液处理材料，目的是固定细胞形态。（2）三倍体的原始生殖细胞中有 3 套非同源染色体，减数分裂时出现联会紊乱，难以形成可育配子，故三倍体植株的果实一般是无子的。由于三体细胞在减数分裂过程中，任意配对的两条染色体分离时，另一条染色体随机移向细胞的一极，因此细胞一极的染色体正常，另一极的染色体不正常，故三体产生正常配子的概率为 1/2。（3）若 R、r 基因不位于 2 号染色体上，则该变异红花植株的基因型为 Rr，自交后代中红花∶白花＝3∶1；若 R、r 基因位于 2 号染色体上，且该变异红花植株的基因型为 Rrr，则产生的配子及比例为 R∶Rr∶r∶rr＝1∶2∶2∶1，自交后代中红花∶白花＝27∶9＝3∶1，因此根据该变异红花植株自交子代的表型及比例为红花∶白花＝3∶1，并不能确认 R、r 基因位于 2 号染色体上还是位于其他染色体上。

答案：（1）三体和三倍体　固定细胞形态　（2）三倍体的原始生殖细胞中有 3 套非同源染色体，减数分裂时染色体联会紊乱，难以形成可育配子（或正常生殖细胞）　1/2　（3）不能　若 R、r 基因不位于 2 号染色体上，则该变异红花植株的基因型为 Rr，自交后代中红花∶白花＝3∶1；若 R、r 基因位于 2 号染色体上，且该变异红花植株的基因型为 Rrr，则自交后代中红花∶白花＝3∶1（或无论是否在 2 号染色体上，自交后代中红花∶白花均为 3∶1）

第5章质量评估

（90分钟　100分）

一、选择题(本题包括16个小题,每小题3分,共48分)

1.某种噬菌体外壳蛋白基因突变使mRNA中部出现一个终止密码子,导致外壳蛋白无法合成,噬菌体不能增殖,但这种噬菌体能在大肠杆菌C品系中顺利增殖,释放子代噬菌体。下列假设最合理的是（　　）

A.大肠杆菌C品系中某种突变型tRNA能识别并结合该终止密码子

B.大肠杆菌C品系中的某物质能定向诱发噬菌体DNA回复突变

C.大肠杆菌C品系中的核糖体能够跳过终止密码子继续向前移动

D.大肠杆菌C品系中存在该突变mRNA的互补RNA,辅助其翻译

A　**解析**:基因的表达包括转录和翻译过程,一般情况下,终止密码子不能编码氨基酸,某种噬菌体外壳蛋白基因突变使mRNA中部出现一个终止密码子,这种噬菌体能在大肠杆菌C品系中顺利增殖,释放子代噬菌体,原因可能是大肠杆菌C品系中某种突变型tRNA能识别并结合该终止密码子,使翻译正常进行,A正确;突变是不定向的,B错误;大肠杆菌C品系中的核糖体遇到终止密码子,翻译停止,C错误;大肠杆菌C品系和噬菌体的遗传物质不一样,大肠杆菌C品系中不可能存在该突变mRNA的互补RNA,D错误。

2.统计表明,人类寿命约为80岁,每年会发生20～50个基因突变;长颈鹿寿命约为24岁,每年大约会发生99次基因突变;裸鼹鼠寿命约为25岁,每年大约会发生93次基因突变。这些突变大多数是无害的,但也有一些可能会使细胞发生癌变或损害细胞的正常功能。下列说法错误的是（　　）

A.正常情况下基因突变发生的速度越慢,每年发生的突变数量越少,物种的寿命就越长

B.基因突变可以发生在生物个体发育的任何时期

C.无害突变是由显性基因突变成隐性基因导致的

D.一个基因可以发生不同突变产生一个以上的等位基因体现了基因突变的不定向性

C　**解析**:据题中3种生物的寿命与每年的基因突变量分析,每年基因突变量越多,该种生物寿命越短,每年发生的突变数量越少,该种生物的寿命就越长,A正确;基因突变可以发生在生物个体发育的任何时期,B正确;基因突变是不定向的,所以无害突变的结果是显性还是隐性并不确定,C错误;一个基因可以发生不同突变产生一个以上的等位基因,说明突变具有很多种方向,体现了基因突变的不定向性,D正确。

3.亮氨酸的密码子有如下几种:UUA、UUG、CUU、CUC、CUA、CUG。当某基因片段中模板链的GAC突变为AAC时,这种突变的结果对该生物的影响是（　　）

A.一定是有害的

B.一定是有利的

C.有害的概率大于有利的概率

D.既无利也无害

D　**解析**:根据题意分析,模板链中编码亮氨酸的碱基GAC转录形成的密码子是CUG,碱基AAC转录形成的密码子是UUG,也是亮氨酸的密码子,因此模板链中GAC突变为AAC后,基因编码的蛋白质不发生改变,生物的性状也不发生改变。因此这种突变的结果对该生物的影响是既无利也无害,故D正确。

4.携带疟原虫的按蚊通过叮咬人传播疟原虫,引起疟疾寒热往来发作。某地恶性疟疾病人体内疟原虫的对氯喹的抗药性很高,其抗药性与*pfdhfr*基因位点突变有关。研究人员对当地多例恶性疟疾病人疟原虫*pfdhfr*基因进行检测,分析pfdhfr酶第16、51、164、108位氨基酸情况,结果如下表所示(每个样本的pfdhfr酶均只有一个位点发生突变)。下列分析错误的是（　　）

突变位点	16	51	164	108	
	丙氨酸→缬氨酸	天冬酰胺→异亮氨酸	异亮氨酸→亮氨酸	丝氨酸→天冬酰胺或苏氨酸	
检测样本数	15	25	18	6	27

A.pfdhfr 酶第 51 位的氨基酸种类不同是因为碱基替换

B.实验通过分析密码子序列来分析不同位点的氨基酸

C.多个位点的氨基酸不同说明基因突变具有不定向性

D.疟原虫的抗药性与第 16、108 位氨基酸突变高度相关联

D　**解析**：第 51 位的氨基酸有两种，是碱基发生替换导致 pfdhfr 酶第 51 位的氨基酸种类不同，A 正确；实验检测基因的序列，通过分析密码子序列来分析不同位点的氨基酸，B 正确；同一个基因不同位点突变导致多个位点的氨基酸不同，说明基因突变具有不定向性，C 正确；该实验无 *pfdhfr* 基因突变位点与疟疾发病率的相关数据，不能确定与疟原虫的抗药性相关的突变位点，D 错误。

5. 人类 16 号染色体上有一段 DNA 序列，决定血红蛋白的氨基酸组成，这个 DNA 序列的某一对碱基发生改变而引起某种贫血症；在有丝分裂前的间期，由于 DNA 复制中途停止，使一条染色体上的 DNA 分子缺少若干基因。以上两种变异依次为　（　　）

A.基因突变、基因突变

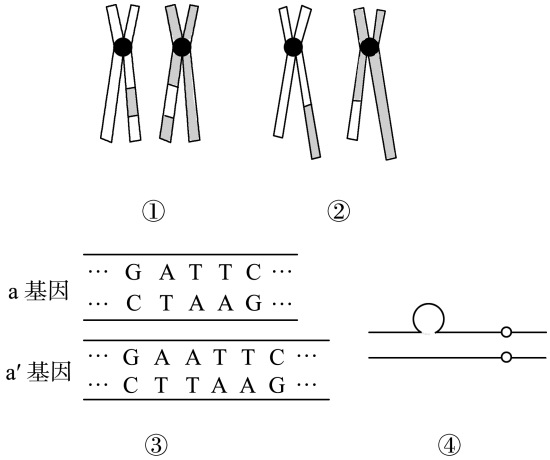
B.基因突变、染色体数目变异

C.基因突变、染色体结构变异

D.基因重组、基因突变

C　**解析**：基因突变是指 DNA 分子中发生碱基的替换、增添或缺失，而引起的基因碱基序列的改变。DNA 序列的某一对碱基发生改变而引起某种贫血症，属于基因突变。在有丝分裂前的间期，由于 DNA 复制中途停止，致使一条染色体上的 DNA 分子缺少若干基因，属于染色体结构变异，故 C 正确。

6. 下图中①②③④分别表示不同的变异类型。有关说法正确的是　（　　）



A.①②都表示易位，发生在减数分裂的四分体时期

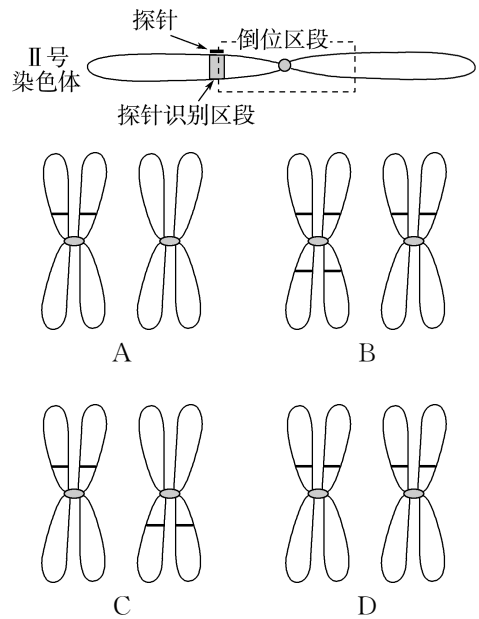
B.③属于染色体结构变异中的缺失

C.图中的变异都能够通过光学显微镜观察到

D.②④属于染色体结构变异

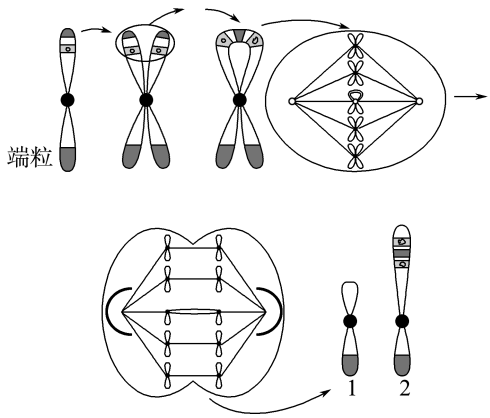
D　**解析**：分析题图可知，①是发生在同源染色体的非姐妹染色单体间的互换，属于基因重组；②发生在非同源染色体上，属于染色体结构变异中的易位，A 错误；③中发生了碱基的增添，属于基因突变，B 错误；基因突变是不能通过光学显微镜观察到的，C 错误；④是染色体重复或缺失，属于染色体结构变异，D 正确。

7. DNA 探针是能与目的 DNA 配对的带有标记的一段核苷酸序列，可检测识别区间的任意片段，并形成杂交信号。某探针可以检测果蝇Ⅱ号染色体上特定 DNA 区间。某果蝇的Ⅱ号染色体中的一条染色体部分区段发生倒位，如下图所示。用上述探针检测细胞有丝分裂中期的染色体（染色体上“—”表示杂交信号），结果正确的是　（　　）



B　**解析**：DNA 探针是能与目的 DNA 配对的带有标记的一段核苷酸序列并形成杂交信号，根据题图信息可知，倒位发生在探针识别序列中的一段，因此发生倒位的染色体的两端都可被探针识别，故 B 正确。

8. 染色体结构的改变会使排列在染色体上的基因数目或排列顺序发生改变，导致性状的变异。一种染色体结构变异类型的发生原因如下图所示，有关说法错误的是　（　　）



A.端粒保护功能失调可引起双链的断裂与愈合

B.图示结果显示染色体的某一片段位置发生了颠倒和重复

C.同源染色体之间也会发生染色体片段的断裂与愈合现象

D.若图示染色体变异类型用于育种方面，可用来固定杂种优势

B　**解析**：端粒作为线形染色体末端的基因元素，对维持染色体的结构和功能至关重要，端粒保护功能失调可引起染色体双链的断裂与愈合，A 正确；由题图可知，这种染色体结构变异类型的发生原因是染色体中一条姐妹染色单体部分片段移到另一条姐妹染色单体上，属于易位，B 错误；联会时同源染色体配对，可能使同源染色体之间发生染色体片段的断裂与愈合，C 正确；若发生图示染色体结构变异，一般带有易位突变的配子在纯合时会致死，它和正常配子结合所产生的杂交种不可能有纯合子，因此可用来固定杂种优势，D 正确。

9. 基因重组可以使基因重新组合，有利于生物在一个难以预测的环境中生存。下列各项所描述的现象与基因重组无关的是（　　）

A.一对正常夫妇生育了一个患有红绿色盲的男孩

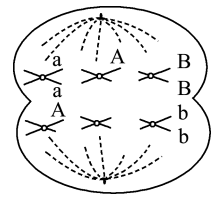
B.基因型为 AaBBCcDd 的雌性动物可以产生 8 种卵细胞

C.将高秆抗病和矮秆不抗病的水稻杂交，得到了矮秆抗病的水稻

D.将 R 型细菌与 S 型细菌细胞提取物混合培养，培养基上出现了 S 型细菌

A　**解析**：一对正常夫妇生育了一个患有红绿色盲的男孩，只涉及一对基因，与基因重组无关，A 错误；基因型为 AaBBCcDd 的雌性动物可以产生 8 种卵细胞，符合基因的自由组合定律，B 正确；将高秆抗病和矮秆不抗病的水稻杂交，得到了矮秆抗病的水稻，遵循基因自由组合定律，C 正确；将 R 型细菌与 S 型细菌细胞提取物混合培养，培养基上出现了 S 型细菌，是 S 型细菌 DNA 与 R 型细菌 DNA 重组的结果，D 正确。

10. 下图为某动物（$2n=6$）雄性个体内的一个细胞分裂图，其中字母表示基因。已知该雄性动物的基因型为 AaBb，据图分析，该细胞内未发生的变异类型有（　　）

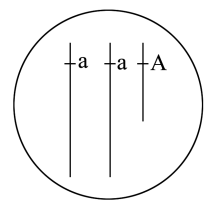


①基因突变　②染色体结构变异　③基因重组　④染色体数目变异

A.0 项　　B.1 项　　C.2 项　　D.3 项

C　**解析**：分析题图可知，图中细胞发生了同源染色体的分离，因此该细胞处于减数分裂Ⅰ后期，此时可发生非等位基因的自由组合，即基因重组；据图可知，最左端的 A 基因所在的染色体缺失了一部分，缺失的一部分转移到中间上面的那条染色体上，属于染色体结构变异中的易位；结合基因型 AaBb 可知，此细胞中没有发生基因突变及染色体数目变异，C 正确。

11. 已知某一对染色体三体的植物在减数分裂Ⅰ过程中，3 条同源染色体随机移向细胞两极，最终可形成含 1 条或 2 条该染色体的配子。现有一个三体且 1 条染色体缺失（只含缺失染色体的花粉不能参与受精作用）的植株甲，其细胞中该染色体及基因型如下图所示。若甲自交，子代没有染色体结构和数目异常的个体所占比例为（　　）



A.1/9　　B.2/15　　C.1/5　　D.7/18

B　**解析**：根据题意可知，该三体形成的雌配子及其比例为 A∶aa∶a∶Aa=1∶1∶2∶2，雄配子及

其比例为 aa∶a∶Aa=1∶2∶2，因此若甲自交，子代没有染色体结构和数目异常的个体比例为(2/6)×(2/5)=2/15，B 正确。

12. 镰状细胞贫血是一种基因突变引起的遗传病。假设正常血红蛋白由 H 基因控制，突变后的异常血红蛋白由 h 基因控制。下列相关叙述正确的是（　　）

A.镰状细胞贫血属于单基因遗传病，该病的症状可利用显微镜观察

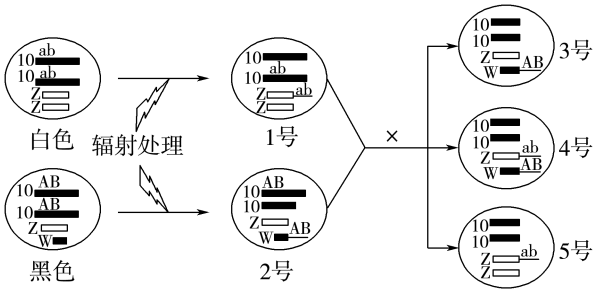
B.造成镰状细胞贫血的根本原因是一个氨基酸发生了替换

C.h 基因与 H 基因中的嘌呤碱基和嘧啶碱基的比值不同

D.利用光学显微镜可观测到 H 基因的长度较 h 基因长

A　**解析**：镰状细胞贫血患者的红细胞由中央微凹的圆饼状变成了弯曲的镰刀状，且红细胞呈红色，可在显微镜下看到其形态，A 正确；造成镰状细胞贫血的根本原因是控制合成血红蛋白分子的基因中碱基发生了替换，从而引起所编码的蛋白质改变，B 错误；在双链 DNA 分子中，A=T，C=G，因此 A+G=C+T，即嘌呤数与嘧啶数的比值等于 1，因此 h 基因与 H 基因中的嘌呤碱基和嘧啶碱基的比值相同，均等于 1，C 错误；基因在光学显微镜下是观察不到的，D 错误。

13. 家蚕中的雄蚕与雌蚕相比，具有食桑少、出丝率高等优点。基因 A/a、B/b 共同控制蚕卵的颜色，基因 A、B 同时存在时为黑色，其他情况均为白色。某蚕厂为专养雄蚕，选取了基因型为 aabbZZ 和 AABBZW（ZW 为性染色体）的家蚕，利用诱变技术进行育种，过程如下图所示。下列叙述错误的是（　　）



A.1 号和 2 号品系经过辐射处理后发生了染色体结构变异

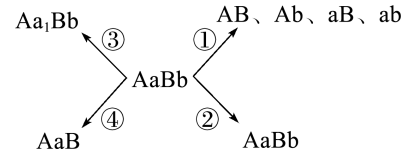
B.若配子和子代成活率均相等，则 1、2 号个体杂交后出现黑色卵的概率是 3/4

C.可以采用 DNA 探针来检测 1 号品系基因所在染色体的位置

D.若 4 号品系与某品系杂交后可以通过卵的颜色确定性别，则该品系只可通过 2 号和 5 号杂交获得

D　**解析**：图示变异类型为常染色体上的基因所在片段易位到了性染色体上，属于染色体结构变异，A 正确；若配子和子代成活率均相等，1、2 号个体杂交后出现黑色卵的概率是 3/4，B 正确；可以采用 DNA 探针技术来检测 1 号品系基因所在染色体的位置，C 正确；若 4 号品系与某品系杂交后可以通过卵的颜色确定性别，则某品系基因型为 $Z^{ab}Z^{ab}$，品系 4 和品系 5 杂交可得到 $Z^{ab}Z^{ab}$，不是只可通过 2 号和 5 号杂交获得，D 错误。

14. 基因型为 AaBb（两对基因自由组合）的某种动物，可以产生图中各种基因型的子细胞。下列说法错误的是（　　）



A.在该动物的睾丸中能同时发生①和②过程

B.过程④结果产生的原因一定是减数分裂Ⅰ时同源染色体未分离

C.①③④过程产生的变异都属于可遗传的变异

D.与①②④过程相比，过程③特有的现象是产生了新基因

B　**解析**：在该动物的睾丸中，精原细胞既可以通过②过程所示的有丝分裂产生基因型为 AaBb 的精原细胞，也可以通过①过程所示的减数分裂产生基因型为 AB、Ab、aB 和 ab 的精子，A 正确；过程④结果产生的原因，可能是减数分裂Ⅰ过程中 A 和 a 所在的同源染色体未分离，也可能是 b 基因所在的染色体片段缺失或数目减少一条，B 错误；①过程会发生基因重组，③过程发生了基因突变（a 突变为 a_1），④过程产生的变异属于染色体变异，所以①③④过程产生的变异都属于可遗传的变异，C 正确；过程③为基因突变，基因突变可以产生新基因，D 正确。

15.随着生活水平的提高和医疗卫生条件的改善，人类的传染性疾病大多已经逐渐得到控制，而人类的遗传性疾病的发病率和死亡率却呈现逐年增高的趋势。下列关于人类遗传病的说法错误的是（　　）

A.就白化病和血友病来说，若父母表型均正常，则女儿只可能患白化病，儿子只可能患血友病

B.原发性高血压属于多基因遗传病，这类遗传病发病率高，易受环境因素影响

C.猫叫综合征是染色体异常引起的遗传病，该遗传病患者也会产生正常的配子

D.基因检测可以精确地诊断某些遗传病的病因，但也会带来某些负面影响

A　**解析**：白化病属于常染色体隐性遗传病，若父母表型均正常，则儿子和女儿都有可能患白化病；血友病属于伴X染色体隐性遗传病，若父母表型均正常，女儿不会患血友病，儿子可能会患血友病，A错误；原发性高血压属于多基因遗传病，这类遗传病发病率高，易受环境因素影响，B正确；猫叫综合征是5号染色体中的一条部分片段缺失引起的遗传病，由于减数分裂时同源染色体分离，因此该患者形成的配子中一半正常，一半含有缺失一段的5号染色体，即该遗传病患者也会产生正常的配子，C正确；基因检测可以精确地诊断某些遗传病的病因，但也会带来某些负面影响，如产生对患者的歧视，D正确。

16.鸟面综合征又称为颌面骨发育不全，由常染色体显性致病基因控制，该病患者会产生不同程度的面部和下颌畸形。已知某患病男孩的父亲正常，那么在不考虑变异的情况下，下列推断错误的是（　　）

A.该男孩的母亲也是鸟面综合征患者

B.若该男孩将来和一位正常女性结婚，子代患此病的概率为1/3

C.该男孩的面容可以通过手术进行部分修复，但子代发病概率不会因此发生改变

D.鸟面综合征在男性和女性中发病率基本相同

B　**解析**：该病由常染色体显性致病基因控制，而其父亲正常，则该男孩的显性致病基因来自其母亲，即该男孩的母亲也是鸟面综合征患者，A正确；该病为常染色体显性遗传病，假设相关基因用A、a表示，其父亲正常，说明该男孩的基因型是Aa，其与正常女性aa结婚，子代患此病的概率为1/2，B错误；该男孩的面容可以通过手术进行部分修复，此过程中遗传物质并不发生改变，子代发病概率也不会因此发生改变，C正确；鸟面综合征为常染色体显性遗传病，在男性和女性中发病率基本相同，D正确。

二、非选择题（本题包括4个小题，共52分）

17.（13分）早期有关研究表明，人类的*ABL*基因所在染色体若发生如图1所示的变异会导致白血病。然而最近一项研究又表明，*ABL*基因本身突变又会导致甲种遗传病（相关基因用D、d表示），其临床表现为先天性心脏功能障碍或骨骼发育异常等。图2表示该遗传病的某家族系谱图。据图回答下列问题：

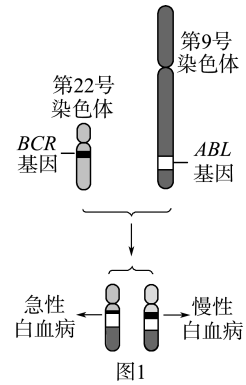


图1

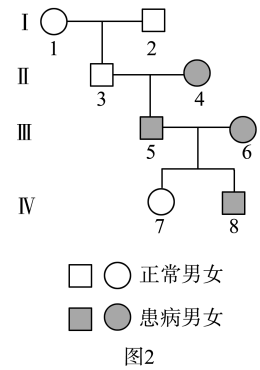


图2

（1）据图1判断，导致该类白血病的变异类型是＿＿＿＿，该类型变异＿＿＿＿（填“能”或“不能”）通过光学显微镜检测，原因是＿＿＿＿。

（2）据图2判断，甲种遗传病的遗传方式是＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿。

（3）如果5号和6号再生育一个孩子，为了降低生出患甲种遗传病孩子的概率，可采取的最有效措施是＿＿＿＿（填字母）。

A.遗传咨询　　B.染色体分析

C.B超检查　　D.基因检测

（4）为了筛查致病基因，对图2中所有个体的相关基因进行测序，则一定会出现两种不同碱基序列的是＿＿＿＿，理由是＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿；8号个体只出现一种碱基序列的概率是＿＿＿＿。

（5）据最新报道，*ABL*基因某条链的序列由TAC（编码酪氨酸）突变为TGC，导致甲种遗传病。推测病变基因在这一位点的氨基酸应该是＿＿＿＿。

[氨基酸和对应的密码子：苏氨酸(ACG)、精氨酸(CGU)、丙氨酸(GCA)、酪氨酸(UAC)、甲硫氨酸(AUG)、组氨酸(CAU)、缬氨酸(GUA)、半胱氨酸(UGC)]

解析：(1)分析题图1，第9号染色体上的*ABL*基因片段拼接到第22号染色体上，这属于染色体结构变异中的易位。由于发生改变后的两条染色体结构(长短)与同源的正常染色体有差异，因此能在光学显微镜下观察到。(2)据题图2判断，图中5号和6号患病，生了一个不患病的女儿，因此该病为常染色体显性遗传病。(3)因为该病为常染色体上显性致病基因引起的遗传病，若5号和6号再生育一个孩子，为了降低生出患甲种遗传病孩子的概率，可对胎儿进行基因检测，看是否含有致病基因。(4)因为该病为常染色体显性遗传病，图中7号个体基因型为dd，则5号和6号的基因型是Dd，由于基因D和d有不同的碱基序列，因此在筛查致病基因时，5号和6号肯定都会出现两种碱基序列。由于8号个体患病，基因型可能为DD或Dd，其中只出现一种碱基序列的基因组成，即DD的可能性为1/3。(5)据最新报道，*ABL*基因某条链的序列由TAC(编码酪氨酸)突变为TGC，导致甲种遗传病。根据题中所附的部分氨基酸的密码子，酪氨酸对应的密码子为UAC，则TAC为非模板链，因此突变后形成的TGC对应的密码子为UGC，则病变基因在这一位点的氨基酸应该是半胱氨酸。

答案：(1)染色体变异　能　光学显微镜下可以观察到染色体的结构及变化　(2)常染色体显性遗传　(3)D　(4)5和6　基因D和基因d有不同的碱基序列，5号和6号是杂合子，肯定同时含有基因D和基因d　1/3　(5)半胱氨酸

18.(13分)AS综合征是一种由患儿脑细胞中UBE3A蛋白含量缺乏导致的神经系统发育性疾病。UBE3A蛋白由位于15号染色体上的*UBE3A*基因控制合成，该基因在人脑细胞中的表达与其来源有关：来自母方的*UBE3A*基因可正常表达，来自父方的*UBE3A*基因由于邻近的*SNRPN*基因产生的反义RNA干扰而无法表达(如下图1所示)。请分析回答以下问题：

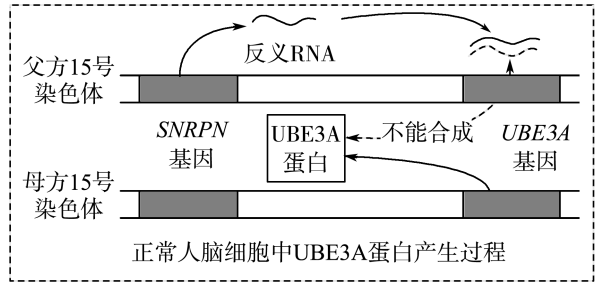


图1

患者：…TCAAGCAACGGAAA…
正常人：…TCAAGCAGCGGAAA…

图2

(1)UBE3A蛋白是泛素—蛋白酶体的核心组分之一，后者可特异性标记P_{53}蛋白并使其降解。由此可知AS综合征患儿脑细胞中P_{53}蛋白积累量较_____(填“多”或“少”)。细胞内蛋白质降解的另一途径是通过_____(填细胞器)来完成的。

(2)由于*UBE3A*基因和*SNRPN*基因_____，所以它们的遗传不遵循自由组合定律。对绝大多数AS综合征患儿和正常人的*UBE3A*基因进行测序，相应部分碱基序列如图2所示。由此判断绝大多数AS综合征的致病机理是来自_____方的*UBE3A*基因发生_____，从而导致基因突变发生。

(3)研究表明，人体非神经组织中的来自母方或父方的*UBE3A*基因都可以正常表达，只有在神经组织中才会发生*UBE3A*基因被抑制的现象，说明该基因的表达具有_____性。

(4)现产前诊断出一个15号染色体为“三体”的受精卵是由正常卵细胞与异常精子受精形成的，其*UBE3A*基因全部正常。该受精卵可随机丢失一条15号染色体而完成胚胎发育，则发育成AS综合征患者的概率是_____(不考虑基因突变，请用分数表示)。

解析：(1)UBE3A蛋白是泛素—蛋白酶体的核心组分之一，后者可特异性标记P_{53}蛋白并使其降解；AS综合征患儿脑细胞中UBE3A蛋白含量缺乏，因此其中P_{53}蛋白积累量较多；细胞内的蛋白质可以通过溶酶体来降解。(2)由题图1可知，*UBE3A*基因和*SNRPN*基因位于一对同源染色体上，因此它们的遗传不遵循自由组合定律。由于来自母方的*UBE3A*基因可正常表达，来自父

方的*UBE3A*基因不能表达，再结合图2可推知，绝大多数AS综合征的致病机理是来自母方的*UBE3A*基因发生碱基的替换，从而导致基因突变发生。(3)研究表明，人体非神经组织中的来自母方或父方的*UBE3A*基因都可以正常表达，只有在神经组织中才会发生*UBE3A*基因被抑制的现象，说明该基因的表达具有组织特异性。(4)该“三体”的受精卵是由正常卵细胞与异常精子受精形成的，其*UBE3A*基因全部正常，该受精卵可随机丢失一条15号染色体而完成胚胎发育，但来自母方的*UBE3A*基因可正常表达，来自父方的*UBE3A*基因不能表达，因此只有丢失来自母方的一条15号染色体的胚胎才会发育成AS综合征患者，因此发育成AS综合征患者的概率是1/3。

答案：(1)多　溶酶体　(2)位于一对同源染色体上　母　碱基的替换　(3)组织特异　(4)1/3

19.(13分)洋葱($2n=16$)是一种二倍体植物。某小组利用洋葱进行了如下实验：

①在室温下，用清水培养洋葱。待根长出约0.5 cm时，将洋葱分组，并转入不同浓度的秋水仙素溶液中，分别培养12 h、24 h、48 h、72 h。

②剪取根尖约0.5～1 cm，用清水清洗并放入卡诺氏液中浸泡。冲洗后放入盐酸中处理。

③取出根尖，用清水漂洗，然后用质量浓度为0.01 g/mL的甲紫溶液染色。

④制片并做压片处理，利用显微镜进行镜检。

⑤实验结果：用不同方法处理后的细胞分裂指数(%)，四倍体细胞的诱导率(%)如表1、表2所示。

表1　洋葱根尖细胞分裂指数(分裂细胞数/观察细胞总数)

秋水仙素浓度/%	处理时间/h			
	12	24	48	72
0.05	32.6	23.3	19.4	17.2
0.1	23.5	19.8	15.3	10.3
0.2	2.5	0.3	0	0

表2　洋葱根尖四倍体细胞的诱导率
(四倍体细胞数/观察细胞总数)

秋水仙素浓度/%	处理时间/h			
	12	24	48	72
0.05	18.7	22.6	26.1	32.2
0.1	20.0	32.5	39.0	43.2
0.2	17.7	30.0	35.8	40.2

请回答下列问题：

(1)实验步骤③中，漂洗的目的是_____，甲紫溶液是一种_____性染料。

(2)表1数据中，洋葱细胞周期相对最短的处理方法是_____；表2数据中，最容易出现四倍体的处理方法是___。

(3)表1、表2中的数据表明，秋水仙素具有_____的作用。为使结论更具有可靠性，表中还应有一组_____的实验数据。

解析：(1)漂洗的目的是洗去药液，防止解离过度，染色体容易被碱性染料染色，甲紫溶液是一种碱性染料。(2)题表1数据中，秋水仙素浓度为0.05%、处理时间为12 h时分裂细胞数/观察细胞总数=32.6，在表格中是最高的，说明此时分裂速度最快即细胞周期相对最短；题表2数据中，最容易出现四倍体的处理方法是秋水仙素浓度为0.1%、处理时间为72 h，此时四倍体细胞数/观察细胞总数=43.2，在表格中是最高的。(3)题表1、表2中的数据表明，秋水仙素具有改变细胞周期，诱导四倍体形成的作用。为使结论更具有可靠性，表中还应有一组空白对照，即秋水仙素浓度为0时的实验数据。

答案：(1)洗去药液，防止解离过度　碱　(2)秋水仙素浓度为0.05%、处理时间为12 h　秋水仙素浓度为0.1%、处理时间为72 h　(3)改变细胞周期，诱导四倍体形成　空白对照

20.(13分)玉米是常见的遗传实验材料。图1为玉米的传粉示意图，图2表示不同的传粉方式。请回答下列问题：

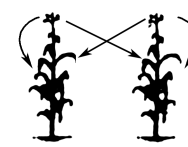


图1

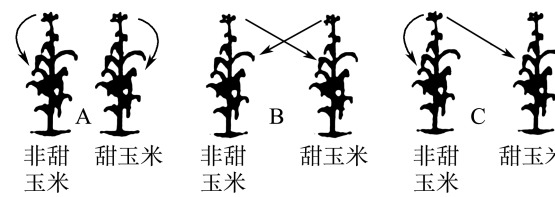


图2

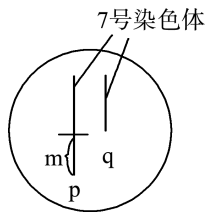
(1)图1玉米的传粉方式是_____(填“自花传粉”“异花传粉”或“自花传粉和异花传粉”)，若在传粉时节正好遇上连续阴雨的天气，为了提高产量，可以采用_____的方法。

(2)图 2 是针对相对性状非甜和甜的 3 种不同的杂交方式，能够区分显隐性的是_____。

(3)玉米叶片叶绿素的合成受其 7 号染色体上一对等位基因(A、a)的控制，同时也受光照的影响。在玉米植株中，体细胞中含 2 个 A 基因的植株叶片呈深绿色，含 1 个 A 基因的植株叶片呈浅绿色；体细胞中没有 A 基因的植株叶片呈黄色，会在幼苗期之后死亡。

①现有一浅绿色突变体成熟植株甲，其体细胞(如下图所示)中一条 7 号染色体的片段 m 发生缺失，记为 q；另一条正常的 7 号染色体记为 p。片段 m 缺失的花粉会失去受精活力，且胚囊中卵细胞若无 A 或 a 基因则不能完成受精作用。有人推测植株甲的 A 或 a 基因不会在片段 m 上，他的推测_____(填“正确”或“不正确”)，原因是_____

_____。



②为了进一步确定上述植株甲的 A、a 基因在染色体 p、q 上的分布情况，现将植株甲进行自交得到 F_1，待 F_1 长成成熟植株后，观察并统计 F_1 的表型及比例。

请预测结果并得出结论：

Ⅰ.若 F_1 全为浅绿色植株，则_____。

Ⅱ.若 F_1_____，则植株甲体细胞中 A 基因位于染色体 p 上，a 基因位于染色体 q 上。

解析：(1)分析题图 1 可知，图中玉米雄蕊的花粉既可传给同株的雌蕊，也可传给其他玉米的雌蕊，故其传粉方式是异花传粉；种植玉米的主要目的是收获玉米的种子，若在传粉时节正好遇上连续阴雨的天气，为了提高产量，可以采用人工授粉的方法。(2)题图 2 中 A 是同株异花传粉即自交，若两个亲本均为纯合子，则甜玉米和非甜玉米的后代都没有性状分离现象，故不能确定该对性状的显隐性关系；B 是甜玉米与非甜玉米间的正反交，若两个亲本均为纯合子，则正反交的结果相同，也不能确定该对性状的显隐性关系；C 中包括非甜玉米的同株异花传粉即自交，还包括非甜玉米(♂)和甜玉米(♀)的杂交，若两种交配方式的后代性状相同，则说明玉米的非甜对甜为显性，若两种交配方式的后代性状不同，则说明玉米的甜对非甜为显性，故 3 种不同的杂交方式中，C 能够区分显隐性性状。(3)①根据题意可知，浅绿色突变体成熟植株甲的体细胞只含有一个 A 基因，即 q^Ap^a 或 p^Aq^a，如果 A 或 a 基因在缺失片段 m 上，则 q 染色体上没有 A、a 基因，即植株甲的基因型只能为 p^Aq，又因为片段 m 缺失的花粉会失去受精活力，且胚囊中卵细胞若无 A 或 a 基因都不能完成受精作用，则植株甲(p^Aq)不能产生，因此可推测植株甲的 A 或 a 基因不会在片段 m 上。②根据上述分析可知，植株甲的 A 或 a 基因不会在片段 m 上，因此植株甲的基因型只能是 q^Ap^a 或 p^Aq^a。将植株甲进行自交得到 F_1，待 F_1 长成成熟植株后，观察并统计 F_1 的表型及比例，若植株甲体细胞中 A 基因位于 q 上，a 基因位于 p 上，即 q^Ap^a 自交，由于雄配子中 $q^A:p^a=1:1$，雌配子中 $q^A:p^a=1:1$，且片段 m 缺失的花粉失去受精能力(即花粉 q^A 失去受精能力)，则 F_1 的基因型及比例为 $q^Ap^a:p^ap^a=1:1$，又因为体细胞中没有 A 基因的植株叶片呈黄色，会在幼苗期之后死亡，即基因型为 p^ap^a 的植株在幼苗期之后死亡，因此 F_1 成熟植株全为浅绿色植株；若植株甲体细胞中 A 基因位于 p 上，a 基因位于 q 上，即 p^Aq^a 自交，由于雄配子中 $p^A:q^a=1:1$，雌配子中 $p^A:q^a=1:1$，且片段 m 缺失的花粉失去受精能力(即花粉 q^a 失去受精能力)，则 F_1 的基因型及比例为 $p^Ap^A:p^Aq^a=1:1$，即 F_1 中深绿色植株：浅绿色植株=1：1。

答案：(1)异花传粉　人工授粉　(2)C　(3)①正确　A 或 a 基因在 m 段，不可能出现浅绿色(Aa)

②Ⅰ.植株甲中 A 基因位于 q 上，a 基因位于 p 上　Ⅱ.深绿色植株：浅绿色植株=1：1

第6章　生物的进化

第1节　生物有共同祖先的证据

学习任务目标

1.基于化石等证据和逻辑推测，认同生物是不断进化的。
2.根据比较解剖学和胚胎学的相关证据，论证生物具有共同的祖先；根据细胞和分子水平的相关证据，推测出相关生物进化上亲缘关系的远近。

问题式预习

一、达尔文的生物进化论

组成
- 共同由来学说 —内容→ 地球上所有的生物都是由原始的共同祖先进化来的
- 自然选择学说 —意义→ 揭示了生物进化的机制，解释了适应的形成和物种形成的原因

二、地层中陈列的证据——化石

1.概念：通过自然作用保存在地层中的古代生物的遗体、遗物或生活痕迹等。
2.研究方法：利用化石确定地球上曾经生活过的生物的种类及其形态、结构、行为等特征。
3.研究意义：化石是研究生物进化最直接、最重要的证据。
4.化石的分布：生物的化石在地层里的出现是有一定顺序的。在越早形成的地层中出现的生物结构越简单、越低等，在越晚形成的地层中出现的生物结构越复杂、越高等。
5.研究结论
(1)生物是由原始的共同祖先经过漫长的地质年代逐渐进化而来的。
(2)生物由简单到复杂、由低等到高等、由水生到陆生的进化顺序。

三、当今生物体上进化的印迹——其他方面的证据

1.比较解剖学和胚胎学证据

项目	比较解剖学	胚胎学
研究内容	研究比较脊椎动物器官、系统的形态和结构的一门学科	研究动植物胚胎的形成和发育过程的学科

续表

项目	比较解剖学	胚胎学
事实证据	①蝙蝠的翼、鲸的鳍、猫的前肢、人的上肢都是同源器官； ②具有同源器官的生物是由共同祖先演化而来的，这些具有共同祖先的生物生活在不同环境中，向着不同的方向进化发展，其结构适应于不同的生活环境，因而产生形态上的差异	①人和鱼的胚胎在发育早期都出现鳃裂和尾； ②人和其他脊椎动物在胚胎发育早期都有彼此相似的阶段
意义	为生物是否有共同祖先寻找证据	支持了人和其他脊椎动物有共同祖先的观点

2.细胞和分子水平的证据

水平	细胞	分子
事实证据	①生物有许多共同特征，比如都有能进行代谢、生长和增殖的细胞； ②细胞有共同的物质基础和结构基础等	不同生物的DNA和蛋白质等生物大分子，既有共同点，又存在差异性
意义	支持了生物有共同祖先的论点	①提示人们当今生物有着共同的原始祖先； ②揭示了当今生物种类亲缘关系的远近，以及它们在进化史上出现的顺序

教材开发

[教材 P103“思考·讨论”]当今生物的细胞在结构上与古细菌有哪些共同点？这说明了什么？

提示：都有细胞壁、细胞膜、细胞质、核糖体和 DNA。当今生物的细胞与最古老的古细菌的细胞结构模式有相同点，说明二者有共同的祖先。

概念辨析

1.通过化石可以了解已绝灭生物的形态、结构特点，并推测其行为特点。（ √ ）

2.人与鱼的胚胎在早期都出现鳃裂和尾，可以说明生物的进化是由水生到陆生的。（ √ ）

3.不同生物之间的 DNA 序列都有一定的差异性，说明生物不是由共同祖先进化来的。（ × ）

4.比较解剖学发现，不同种类哺乳动物的前肢在形态上差别很大，说明这些哺乳动物不是由共同祖先进化来的。（ × ）

任务型课堂

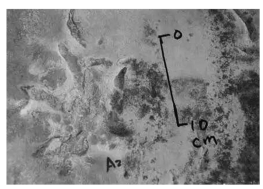
任务 共同由来的证据

[探究活动]

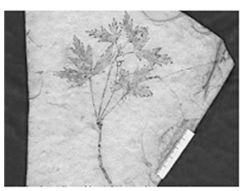
下列各图呈现了多种生物的化石，据此回答下列问题：



在河南云台山地质公园发现的距今4亿年的三叶虫化石



在陕西神木发现的距今1.5亿年的恐龙足迹化石



在辽宁凌源发现的距今1.25亿年的被子植物化石



在江西赣州发现的距今1亿多年的恐龙蛋化石

(1)各类生物化石在地层中的分布有何规律？

提示：①埋藏于较浅地层中的化石与现代生物的结构比较相似。②埋藏于较深地层中的化石与现代生物的结构差别较大。③越是古老地层中发掘的生物化石结构越简单、越低等。④越是晚期地层中发掘的生物化石结构越复杂、越高等。

(2)根据所学知识分析，还有哪些证据可以证明现存的各种生物有共同祖先？

提示：各种生物均以 ATP 为生命活动的直接能源物质。各种生物共用一套遗传密码。组成各种生物蛋白质的氨基酸种类基本相同。组成各种生物核酸的核苷酸相同。核酸中的碱基互补配对方式相同。

[评价活动]

1.黑猩猩与人类在基因上的相似程度超过 96%。这个事例可以说明（ ）

A.人类和黑猩猩的共同祖先是森林古猿

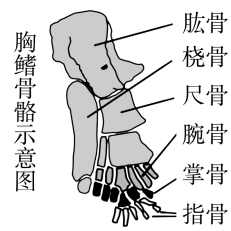
B.人类是由黑猩猩经过漫长的年代进化而来的

C.人类和黑猩猩有较近的亲缘关系

D.生物具有遗传和变异的特性

C **解析**：黑猩猩与人类在基因上的相似程度超过 96%，这表明人类和黑猩猩有较近的亲缘关系，有共同的祖先，C 正确。

2.研究人员对一块 3.8 亿年前的“希望螈”化石进行了高精度 CT 扫描。结果显示这种鱼既有鳍条，也拥有明显的指骨，如下图所示。这一化石证据可以支持的生物进化规律中的（ ）



A.由单细胞到多细胞

B.由水生到陆生

C.进化是不可逆的

D.从无脊椎动物到脊椎生物

B **解析**：鳍条是水生鱼类鱼鳍的支持物，而图中“希望螈”的化石既有鳍条，也拥有明显的指骨，说明生物的进化是由水生向陆生进化的，B 正确。

3.不同物种体内会存在相同功能的蛋白质，编码该类蛋白质的 DNA 序列以大致恒定的速率发生变异。猩猩、大猩猩、黑猩猩和人体内编码某种蛋白质的

同源DNA序列比对结果如下表，表中数据表示DNA序列比对碱基相同的百分率。

项目	大猩猩	黑猩猩	人
猩猩	96.61%	96.58%	96.70%
大猩猩		98.18%	98.31%
黑猩猩			98.44%

下列叙述错误的是　　(　　)

A.表中数据为生物进化提供了分子水平的证据

B.猩猩出现的时间早于大猩猩、黑猩猩

C.人类、黑猩猩、大猩猩和猩猩具有共同的祖先

D.黑猩猩和大猩猩的亲缘关系比黑猩猩与猩猩的亲缘关系远

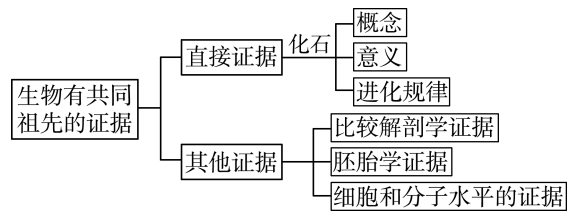
D　**解析**：表中数据研究的是DNA中碱基的排列顺序，属于生物进化方面的分子水平证据，A正确；表中数据显示，猩猩与人类同种蛋白质相关的DNA片段中碱基序列相同的百分率低于大猩猩和黑猩猩，因而推测，猩猩出现的时间早于大猩猩、黑猩猩，B正确；表中结果显示的是猩猩、大猩猩、黑猩猩和人体内编码某种蛋白质的同源DNA序列比，该结果说明人类、黑猩猩、大猩猩和猩猩具有共同的祖先，C正确；表中数据显示黑猩猩和大猩猩同种蛋白质相关DNA片段的相似度高于黑猩猩与猩猩，因而说明黑猩猩和大猩猩的亲缘关系比黑猩猩与猩猩的亲缘关系近，D错误。

任务升华

运用比较法研究生物的进化

比较化石	比较不同类型生物的化石在地层中出现的顺序，从而判断生物的进化顺序
比较形态、结构	比较脊椎动物的器官、系统的形态和解剖学特征，判断生物间的进化关系和亲缘关系
比较发育过程	比较动物胚胎的形成和发育过程，为生物进化提供发育方面的证据
比较分子水平上的差异	利用组成生物体的一些重要物质的共同点和差异性，来比较生物之间的亲缘关系

▶提质归纳



课后素养评价(十六)

基础性·能力运用

知识点1　生物进化的化石证据

1. 山西运城博物馆内收藏的“世纪曙猿”化石，距今约4 500万年，已能看到高等灵长类动物的许多特征。下列相关叙述错误的是　　(　　)

A.“世纪曙猿”化石的发现能够说明灵长类动物与人类具有共同的祖先

B.对“世纪曙猿”化石进行研究，能够分析出其体型大小和运动方式等

C.从地层年龄与其对应的化石中能够总结出爬行类动物的出现早于鱼类

D.化石、比较解剖学和胚胎学等证据在生物进化研究中互为补充，相互印证

C　**解析**：对“世纪曙猿”化石的研究发现灵长类动物的形态、结构等与人类相似，说明两者具有共同的祖先，A正确；化石是指通过自然作用保存在地层中的古代生物的遗体、遗物或生活痕迹等，对“世纪曙猿”化石进行研究，能够分析出其体型大小和运动方式等，B正确；生物最先生活在海洋，故从地层年龄与其对应的化石中能够总结出鱼类的出现早于爬行类，C错误；化石、比较解剖学和胚胎学等证据在生物进化研究中互为补充、相互印证，D正确。

2. 下列关于生物进化的叙述，正确的是　　(　　)

A.化石是研究地球上生物进化最直接、最重要的证据

B.生物进化的每个环节都有化石证据

C.越晚形成的地层中，形成化石的生物结构越简单、越低等

D.在最古老的地层中也有生物化石

A　**解析**：化石是研究地球上生物进化最直接、最重要的证据，A 正确；化石是证明生物进化最可靠的证据，但不是生物进化的每个环节都有化石证据，B 错误；不同的地层中埋藏着不同类型的生物化石，越是古老的地层中发掘的生物化石结构越简单、越低等，越是晚期的地层中发掘的生物化石结构越复杂、越高等，C 错误；在最古老的地层中没有生物化石，D 错误。

3. 生物化石之所以能证明生物的进化，其根本原因是（　　）

A.化石是保存在地层中的生物遗体、遗物或生活痕迹

B.地壳岩石形成有一定的顺序

C.化石是生物的祖先

D.各类生物化石在地层中的出现有一定的顺序

D　**解析**：化石在地层中出现的顺序是人们研究生物进化的一个重要的方面，不同生物化石的出现和地层的形成有着平行的关系，在越古老的地层中，挖掘出的化石所代表的生物，结构越简单，分类地位越低等；在距今越近的地层中，挖掘出的化石所代表的生物，结构越复杂，分类地位越高等。这种现象说明了生物是由简单到复杂、由低等到高等、由水生到陆生逐渐进化而来的，另外，科学家还发现在最古老的地层中是没有化石的，说明地球上最初是没有生命的。故 D 正确。

知识点 2　生物进化的其他证据

4. 人体内残留了哺乳动物通常相对发达的阑尾结构，这可作为生物进化中哪一方面的证据？（　　）

A.化石证据

B.比较解剖学证据

C.胚胎学证据

D.生物遗传方面的证据

B　**解析**：阑尾结构需要在解剖的条件下才能完成观察对比，所以此项是比较解剖学的证据，B 正确。

5. 化石、比较解剖学、胚胎学、分子生物学等在研究生物进化过程中起了重要的作用。下列有关生物进化的叙述，错误的是（　　）

A.化石证据可作为生物进化的直接证据

B.鲸的鳍和蝙蝠的翼在外部形态、功能上不同，说明它们是由不同的祖先演化而来的

C.人和鱼的胚胎发育经历了有鳃裂及有尾的阶段，可以用人和鱼有共同祖先来解释

D.亲缘关系越近的生物，在细胞代谢、DNA 的结构与功能等方面共同特征越多

B　**解析**：化石是研究生物进化最重要的、最直接的证据，A 正确；鲸的胸鳍和蝙蝠的翼虽然具有不同的外形，功能也并不尽相同，但却有相同的基本结构，且它们的来源也相同，说明它们都是由共同的原始祖先进化而来的，B 错误；人和鱼的胚胎发育经历了有鳃裂及有尾的阶段，可以用人和鱼有共同祖先来解释，C 正确；亲缘关系越近的生物，在细胞代谢、DNA 的结构与功能等方面共同特征越多，D 正确。

综合性·创新提升

6. 根据化石中某种元素与其放射性同位素的比例可测算化石的形成年代。^{238}U 衰变为 ^{206}Pb 的半衰期为 45 亿年，^{14}C 衰变为 ^{12}C 的半衰期为 5 730 年。科研人员在云南省罗平县发现了一件 2.44 亿年前的远古动物骨骼化石（如图所示），根据化石产地和指节骨较多、尖嘴长吻等与众不同的特征，将该化石动物命名为奇异罗平龙。下列相关分析中，错误的是（　　）



A.奇异罗平龙化石的发现，为生物的进化提供了最直接的证据

B.奇异罗平龙尖嘴长吻且牙齿较多，有利于提高其捕食的效率

C.奇异罗平龙的指节骨较多，有利于增加其四肢运动的灵活性

D.测定奇异罗平龙化石中 $^{14}C/^{12}C$，比测定 $^{238}U/^{206}Pb$ 能更准确测算其形成年代

D　**解析**：化石为生物进化提供了最直接的证据，因此奇异罗平龙化石的发现为生物的进化提供了最直接的证据，A 正确；奇异罗平龙的吻端更长，牙齿数量更多，这有利于提高它们抓捕猎物的效率，B 正确；奇异罗平龙的指节骨较多，可能有利于脚蹼的屈伸，增加其四肢运动的灵活性，C 正确；由于 ^{14}C 衰变为 ^{12}C 的半衰期为 5 730 年，^{238}U 衰变为 ^{206}Pb 的半衰期为 45 亿年，而奇异罗平龙约生活在 2.44

亿年前，因而测定奇异罗平龙化石中的$^{238}U/^{206}Pb$能比$^{14}C/^{12}C$更准确测算其形成年代，D错误。

7.达尔文列举了大量的证据证明自己的生物进化理论。后来，随着相关研究的深入，人们又发现了许多支持达尔文生物进化理论的新证据。下列哪项最有可能属于这类新证据？（　　）

A.所有生物的生命活动都是靠能量驱动的，这可以作为生物有共同祖先的证据

B.人和其他动物的DNA碱基序列或某种蛋白质氨基酸序列的比较，属于细胞和分子水平上的证据

C.比较解剖学通过比较不同脊椎动物以及人的胚胎发育过程，支持了人和其他脊椎动物有共同祖先的观点

D.比较不同生物与人的细胞色素c氨基酸序列，发现黑猩猩与人的差异最小，在一定程度上说明人和黑猩猩的亲缘关系更近

D　**解析**：有些生命活动不需要能量，如水的吸收，A错误；人和其他动物DNA的碱基序列或某种蛋白质的比较，属于分子水平上的证据，B错误；比较不同脊椎动物以及人的胚胎发育过程属于生物有共同祖先的胚胎学证据，C错误。

8.进化树可用来表示物种之间的进化关系。科学家根据各类生物间亲缘关系的远近，把各类生物安置在有分枝的树状图上，图中每片“叶子”代表一个物种，“叶子”之间距离的大小表示物种之间亲缘关系的远近。下列分析错误的是（　　）

A.化石可为构建进化树提供最直接、最重要的证据

B.不同生物的细胞色素c氨基酸序列的差异可作为构建进化树的依据

C.两片“叶子”间距离越远则表示两个物种同一器官结构的相似程度越大

D.与顶端“叶子”相比，进化树底部“叶子”的化石出现在更深的地层中

C　**解析**：化石可为构建进化树提供最直接、最重要的证据，A正确；不同生物的细胞色素c氨基酸序列的差异可作为构建进化树的依据，在进化上亲缘关系越近，其顺序同源性越大，B正确；两片“叶子”间距离越远则表示两片物种同一器官结构的相似程度越小，C错误；与顶端“叶子”相比，进化树底部“叶子”更早出现，它们的化石出现在更深的地层中，D正确。

9.《自然》杂志曾发表文章称，古生物学家在蒙古国发现了全新品种的恐龙化石。这是一种用后腿行走的食肉恐龙，高约45 cm，却同时拥有鸭嘴、天鹅颈和类似于企鹅翅膀的前腿。研究者称，这可能是一种水陆两栖恐龙。对此说法错误的是（　　）

A.这一恐龙化石为爬行类进化为鸟类提供了新的证据

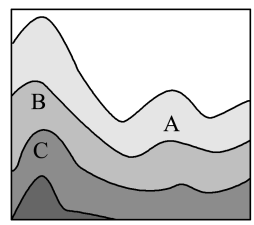
B.这一恐龙化石和德国发现的始祖鸟化石具有同样的价值

C.这一恐龙化石不能为生物进化提供直接的证据

D.这一恐龙化石证明恐龙属于爬行类

C　**解析**：这一恐龙化石为爬行类进化为鸟类提供了新的证据，A正确；这一恐龙化石和德国发现的始祖鸟化石具有同样的价值，B正确；化石直接反映了生物的存在、结构及生活特点，因此这一恐龙化石能为生物进化提供直接的证据，C错误；恐龙具有爬行动物的特征，属于爬行类，D正确。

10.如下图所示，在地层中发现A、B、C 3种生物化石。请据图回答下列问题：



(1)一般来说，A、B、C中最高等、最复杂的生物是_____。

(2)A、B、C中出现最早的物种是_____。

(3)通过对生物化石的研究推断，3种生物进化的顺序是_____(用字母和箭头表示)。

(4)通过对不同年代的地层里埋藏的生物化石的研究，可以说明生物进化的趋势是_____、_____、_____。

解析：(1)在距今越近的地层中，挖掘出的化石所代表的生物，结构越复杂，分类地位越高等，陆生生物的化石也越多。一般来说A、B、C中最复杂最高等的生物是A。(2)在越古老的地层中，挖掘出的化石所代表的生物结构越简单，分类地位越低等，水生生物的化石也越多，因此出现最早的物种是C。(3)不同生物化石的出现和地层的形成，有着平行的关系，通过对物种化石研究发现，3种生物进化的顺序是C→B→A。(4)化石在地层中的出现具有一定的规律，是生物进化的重要证据。生物进化的总体趋势是由简单到复杂、由低等到高等、由水生到陆生。

答案：(1)A　(2)C　(3)C→B→A　(4)由简单到复杂　由低等到高等　由水生到陆生

第 2 节　自然选择与适应的形成

学习任务目标

1.通过思考讨论，能够举例说出适应的普遍性和相对性，认同适应是自然选择的结果。

2.通过模型建构，概述达尔文自然选择学说的主要内容，能够运用自然选择学说解释适应的形成。

3.收集生物进化理论发展的相关资料，评述达尔文自然选择学说的贡献和局限性，探讨生物进化观点对人们思想观念的影响。

问题式预习

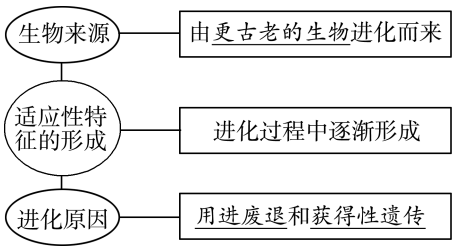
一、适应的普遍性和相对性

1.适应：一是指生物的形态结构适合于完成一定的功能，二是指生物的形态结构及其功能适合于该生物在一定环境中生存和繁殖。

2.适应具有普遍性和相对性。

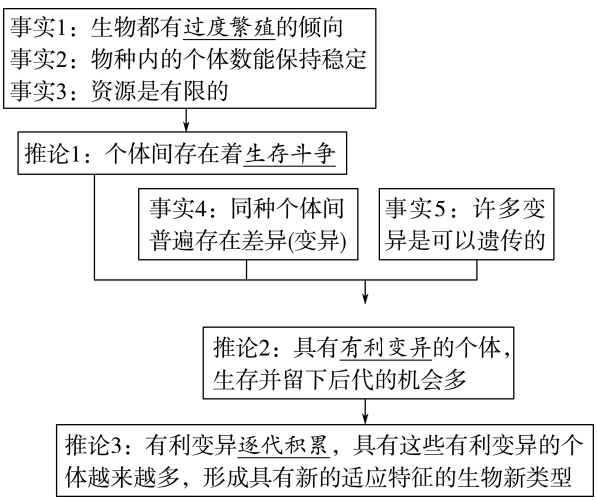
二、适应是自然选择的结果

1.拉马克的进化学说



2.达尔文的自然选择学说

(1)内容



(2)对自然选择学说的评价

①意义：揭示了生物界的统一性是由于所有的生物都有共同祖先，而生物的多样性和适应性是进化的结果。

②局限性：对于遗传和变异的认识还局限于性状水平，不能科学地解释遗传和变异的本质。

3.达尔文以后进化理论的发展

(1)随着生物科学的发展，关于遗传和变异的研究，已经从性状水平深入到基因水平。

(2)关于适应以及物种的形成等问题的研究，已经从以生物个体为单位，发展到以种群为基本单位。

教材开发

[教材 P108“思考·讨论”]长颈鹿主要以树叶为食，而在漫长的干旱季节，食物的缺乏是经常发生的。设想在某个历史时期，长颈鹿的祖先群体中出现了颈长的个体，这一变异是可以遗传的。这样的个体在生存和繁殖上具有什么优势？经过若干代的繁殖，长颈鹿祖先群体中颈长的个体所占的比例将会怎样变化？

提示：颈长的个体容易吃到高处的树叶，留下后代的机会多。颈长的个体所占的比例逐渐增加。

概念辨析

1.害虫抗药性增强，是因为杀虫剂刺激害虫产生抗药性，并在后代中不断积累。（ × ）

2.达尔文认识到遗传和变异的本质并作出了科学的解释。（ × ）

3.生物进化过程的实质在于有利变异的保存。（ × ）

任务型课堂

任务　达尔文的自然选择学说

[探究活动]

下图为长颈鹿的进化示意图。据图分析回答相关问题：



(1)请利用拉马克的观点解释长颈鹿脖子长的原因。

提示：长颈鹿主要以树叶为食，要想获得足够的食物就要长期伸长脖子去取食高处的树叶，由于用进废退从而形成了现在的长颈鹿。

(2)请利用达尔文的自然选择学说解释长颈鹿长颈的形成。

提示：长颈鹿的后代中发生了变异，有的长颈鹿脖子长，有的脖子短。在漫长的干旱季节，只有脖子长的个体才能获得更多食物，在代代相传过程中，有利变异(脖子长)逐渐积累，最后形成了脖子长的长颈鹿。

(3)如何理解自然选择学说四点内容之间的关系？

提示：①过度繁殖为自然选择提供了更多的原材料，加剧了生存斗争；②生物进化是通过生存斗争实现的，生存斗争是生物进化的动力；③生物的变异是不定向的，具有有利变异的个体在生存斗争中易取得胜利从而得以生存，微小有利的变异通过遗传得以累积和加强，产生适应环境的新类型；④适应是自然选择的结果。

[评价活动]

1.(2021·河北卷)雄性缝蝇的求偶方式有：

①向雌蝇提供食物；

②用丝缕简单缠绕食物后送给雌蝇；

③把食物裹成丝球送给雌蝇；

④仅送一个空丝球给雌蝇。

以上四种方式都能求偶成功。下列叙述错误的是(　　)

A.求偶时提供食物给雌蝇有利于其繁殖，是一种适应性行为

B.④是一种仪式化行为，对缝蝇繁殖失去进化意义

C.③是雌蝇对雄蝇长期选择的结果

D.④可能由③进化而来

B　**解析**：求偶时提供食物给雌蝇，一方面为了获得交配机会，另一方面也有利于雌性获得更多营养物质繁殖后代，这是一种长期形成的适应性行为，A正确；根据题意，四种方式都能求偶成功，④虽然是一种仪式化行为，但对缝蝇繁殖也具有进化意义，B错误；在求偶过程中，把食物裹成丝球送给雌蝇，更受雌蝇的青睐，容易获得交配机会，留下后代的机会多，这是雌蝇对雄蝇长期选择的结果，C正确；④仅送一个空丝球给雌蝇，不需要食物也能求偶成功，④与③在外观上具有相似性，推测④可能由③进化而来，D正确。

2.适应的形成离不开生物的遗传和变异(内因)与环境(外因)的相互作用。下列与适应及其形成有关的表述，不正确的是(　　)

A.适应不仅是指生物对环境的适应，也包括生物的结构与功能相适应

B.具有有利变异的个体，都能成功地生存和繁殖后代；具有不利变异的个体，会过早死亡，不能保留下后代

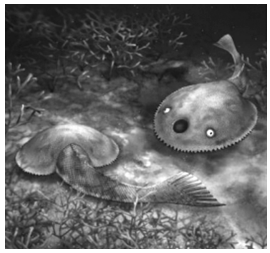
C.适应相对性的根本原因是遗传的稳定性与环境不断变化之间的矛盾

D.生物只有适应环境才能生存和繁衍，这是适应的普遍性

B　**解析**：适应的含义包括两方面，一是指生物的形态结构适合于完成一定的功能，二是指生物的形态结构及其功能适合于该生物在一定的环境中生存和繁殖，A、D正确；在自然选择的作用下，具有有利

变异的个体容易生存下来，但也会受到其他因素的影响，并不都能成功生存和繁殖后代，B 错误；适应具有普遍性和相对性，相对性的根本原因是遗传的稳定性与环境不断变化之间的矛盾，C 正确。

3. 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所在的广西古鱼类特异埋藏生物群中，发现了一个盔甲鱼家族新成员——九尾狐甲鱼化石。九尾狐甲鱼长约 10 厘米，身体除了有甲壳和典型的下歪尾外，尾鳍还具有9 个手指状的分叉，形成一排羽状的鳍，像9 条尾巴，使其能够成为一个灵活的游泳者。下列有关说法错误的是（　　）



A. 九尾狐甲鱼的灭绝是自然选择的结果

B. 九尾狐甲鱼羽状尾鳍的形成体现了生物对环境的适应

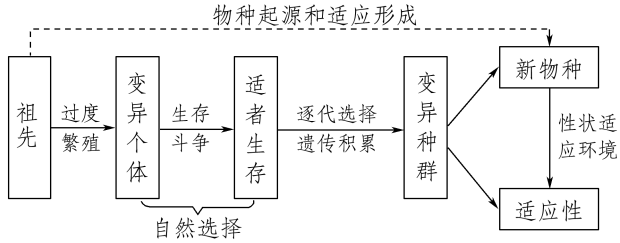
C. 九尾狐甲鱼进化过程中基因发生了定向突变

D. 化石能够确定生物的形态、结构、行为特征，是研究生物进化最直接、最重要的证据

C　**解析**：自然选择决定生物进化的方向，九尾狐甲鱼羽状尾鳍使其能够成为一个灵活的游泳者，体现了生物对环境的适应，后来因为环境的变化导致该种鱼的性状不再适应环境而灭绝，A、B 正确；基因突变是可遗传变异的一种，变异是不定向的，C 错误；化石是保存在岩层中的古生物遗物和生活遗迹，直接说明了古生物的结构或生活习性，因此，化石是研究生物进化最重要的、最直接的证据，D 正确。

任务升华

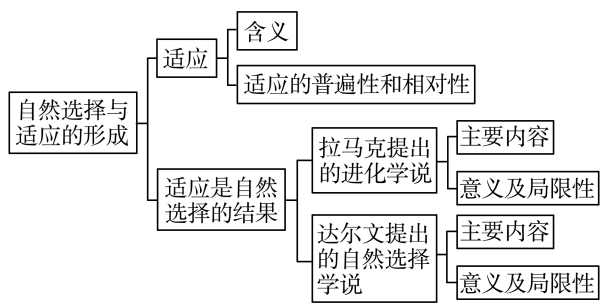
(1) 自然选择学说主要内容之间的关系图解



(2) 达尔文自然选择学说与拉马克进化学说的比较

比较项目		达尔文自然选择学说	拉马克进化学说
区别	变异	变异是不定向的、本来就有的，环境和生物的意愿都不能决定生物变异的方向	变异是定向的，环境和动物的意愿可决定变异的方向
	适应环境	有利变异→适者生存；不利变异→不适者被淘汰	环境和动物的意愿决定的变异都适应环境
	进化方向	自然选择决定	生物自身决定
联系		否定物种不变论，认为当今的生物都是由更古老的生物进化而来，生物所具有的适应性特征是在进化过程中逐渐形成的	

▶提质归纳



课后素养评价(十七)

基础性·能力运用

知识点1　用拉马克的观点解释生物进化

1.下列不属于拉马克进化观点的是　　(　　)

A.洞穴里的鱼因长期生活在黑暗条件下,眼睛失去原有的作用而退化了

B.南美大食蚁兽的舌头之所以又细又长,是长期舔食蚂蚁的结果

C.长颈鹿的脖子之所以很长,是其长期取食高处树叶的结果

D.猎豹的速度很快,是猎豹与瞪羚等动物长期相互选择的结果

D　**解析**:拉马克进化学说认为用进废退和获得性遗传是生物不断进化的主要原因。据此可推知,洞穴里的鱼因长期生活在黑暗条件下导致眼睛失去原有的作用而退化,南美大食蚁兽的舌头因长期舔食蚂蚁而导致其又细又长,长颈鹿因长期取食高处树叶而导致其脖子很长,都属于拉马克的进化观点,A、B、C均不符合题意;猎豹的速度之所以很快,是与瞪羚等动物长期相互选择的结果,这属于现代生物进化理论的基本观点,D符合题意。

知识点2　用达尔文的自然选择学说解释生物进化

2.在下列几种简式中,能比较确切地说明达尔文进化学说的是　　(　　)

A.生存斗争→用进废退→适者生存

B.环境变化→定向变异→去劣留优

C.过度繁殖→遗传变异→生存斗争→适者生存

D.环境变化→用进废退→获得性遗传→适者生存

C　**解析**:达尔文进化学说认为,生物都有过度繁殖的倾向→不同个体之间存在差异→具有有利变异的个体在生存斗争中存活下来→适者生存,所以生存下来的生物均能适应各自的环境。故C正确。

3.按照达尔文进化论学说,下列叙述正确的是　　(　　)

A.食蚁兽的长舌是长期舔食树缝中的蚂蚁反复不断伸长所致

B.自然选择所保留的变异,都是生物与生物进行斗争的结果

C.鹿和狼在长期的生存斗争中相互进行选择,结果发展了自己的特征

D.春小麦连年冬种可以变成冬小麦,这是定向变异的结果

C　**解析**:拉马克认为,食蚁兽的长舌是长期舔食树缝中的蚂蚁反复不断伸长所致,A错误;自然选择所保留的变异,并不都是生物与生物进行斗争的结果,B错误;变异都是不定向的,D错误。

4.在我国云南地区生活着一种突眼蝇,眼睛在长长的眼柄顶端,两只眼的眼间距很大。研究表明,突眼蝇的这种眼型会损害视力,但雌性更青睐眼间距大的雄性突眼蝇。下列叙述正确的是　　(　　)

A.突眼性状不受自然选择的影响

B.眼间距大的雄突眼蝇具有更多的繁殖机会

C.雄蝇为了吸引雌蝇突变出突眼性状

D.眼间距大有利于突眼蝇个体的生存

B　**解析**:突眼蝇的这种眼型会损害视力,该变异不适应环境,所以突眼性状受自然选择的影响,A错误;雌性更青睐眼间距大的雄性突眼蝇,所以眼间距大的雄突眼蝇具有更多的繁殖机会,B正确;突眼蝇的出现是不定向变异的结果,C错误;突眼蝇的这种眼型会损害视力,即眼间距大不利于突眼蝇个体的生存,D错误。

综合性·创新提升

5.生活在南美安第斯山脉的剑喙蜂鸟有超长的鸟喙,能够从西番莲长达11.4 cm的花冠中吸食花蜜,并由此成为西番莲的“专用传粉使者”。这种适应性的形成原因是　　(　　)

A.自然选择

B.西番莲大量繁殖

C.定向突变

D.蜂鸟频繁使用鸟喙

A　**解析**:剑喙蜂鸟超长的鸟喙和西番莲11.4 cm长的花冠是长期自然选择的结果,A正确。

6.近年来,一些细菌对抗生素的抵抗能力逐渐增强。根据达尔文的进化理论,下列解释正确的是(　　)

A.抗生素质量与前几年相比有所下降

B.细菌接触了抗生素后,逐渐产生了抗药性

C.细菌为适应这种药物而产生了抗药性变异

D.细菌中原来就存在适应抗生素的个体,在抗生素的作用下,这些个体继续生存并繁衍

D　**解析**:抗生素刚被使用的时候,能够杀死大多数类型的细菌。但少数细菌由于变异而具有抗药性,不能被抗生素杀死而生存下来,并将这些特性遗传给下一代。因此下一代就有更多的具有抗药性的个体,经过抗生素的长期选择,使得有的细菌已不再受其影响。即细菌抗药性的产生是抗生素对细菌的变异进行选择的结果,D正确。

7.下列例子中，能分别体现生物适应的普遍性和相对性的是（　　）

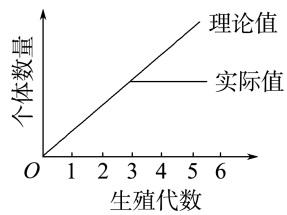
①叶海马的身体具有叶状扁平突起，在水中展开时与海藻极为相似　②具有保护色的鸟卵会被嗅觉灵敏的动物发现　③生活在雪地的老鼠毛色为白色，不易被其他动物发现，但如果降雪推迟，白色鼠反而易被天敌发现而遭捕食　④莲藕生长在水中，其根状茎、叶柄和花柄内部有发达并相通的气腔　⑤秋冬季节，桦树的树叶变黄，纷纷从树上飘落下来　⑥老鼠听觉灵敏、奔跑如飞，有时能躲过猫的袭击，迅速钻进洞内，但蛇却可以依靠其头部的“热定位器”，准确地找到鼠洞，登门食之

A.①②③、④⑤⑥　B.②④⑥、①③⑤

C.①④⑤、②③⑥　D.③④⑤、①②⑥

C　**解析**：①叶海马的身体具有叶状扁平突起，在水中展开时与海藻极为相似，体现生物适应的普遍性；②具有保护色的鸟卵会被嗅觉灵敏的动物发现，体现生物适应的相对性；③生活在雪地的老鼠毛色为白色，不易被其他动物发现，但如果降雪推迟，白色鼠反而易被天敌发现而遭捕食，体现生物适应的相对性；④莲藕生长在水中，其根状茎、叶柄和花柄内部有发达并相通的气腔，体现生物适应的普遍性；⑤秋冬季节，桦树的树叶变黄，纷纷从树上飘落下来，体现生物适应的普遍性；⑥老鼠听觉灵敏、奔跑如飞，有时能躲过猫的袭击，迅速钻进洞内，但蛇却可以依靠其头部的“热定位器”，准确地找到鼠洞，登门食之，体现生物适应的相对性。C正确。

8.下图表示某种群个体数量理论值与实际值随生殖代数变化而变化的情况，达尔文进化理论中可用来解释此种现象的是（　　）



A.过度繁殖　　B.生存斗争

C.遗传变异　　D.适者生存

B　**解析**：生物具有过度繁殖能力，但由于生存斗争，理论值与实际生存数差别很大，故B正确。

9.用达尔文的自然选择学说分析斑马的进化过程：

(1)斑马群中存在着不同体色的个体，说明生物具有变异的特性，这种特性是不定向的，_____是生物进化的内在因素。

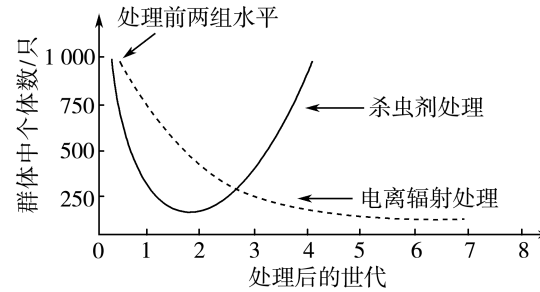
(2)随着环境的不断改变，体色为黑白相间、跑得快的斑马因与环境适应、不易被天敌发现而得以生存和繁衍。这样，环境对斑马起了选择作用，而这种作用是定向的，它决定着生物进化的_____。

(3)上述过程表明，自然选择的动力是_____，自然选择的结果是_____。

解析：(1)生物进化的内在因素是遗传和变异。(2)自然选择是定向的，它决定了生物进化的方向。(3)生存斗争是自然选择的动力(或者手段)，适者生存是自然选择的结果。

答案：(1)遗传和变异　(2)方向　(3)生存斗争　适者生存

10.螺旋蛆蝇是家畜的毁灭性寄生物。科学家在实验室里对两组个体数相同的螺旋蛆蝇进行了不同的处理：一组使用杀虫剂，另一组使用电离辐射促使雄性不育。实验结果如下图所示，请回答下列有关问题：



(1)用杀虫剂处理，可使群体中的个体数在短时间内迅速减少，但从处理后的第二世代开始个体数又逐渐回升了，其原因是螺旋蛆蝇中存在着_____类型，而杀虫剂起了_____，选择出了耐药个体，经过逐代_____，耐药变异特性得以逐代积累加强，就逐渐形成了耐药新品种，而使杀虫剂失效。

(2)用电离辐射促使雄性不育的方法，在遗传学上叫作_____，用这种方法最终能达到理想效果，但需要较长时间，其原因是_____很低，需要在几代中反复进行，才能使_____的数量逐渐增多。

(3)实验结果表明，使用_____的方法消灭螺旋蛆蝇效果较好。

解析：(1)在自然界中，生物个体既能保持亲本的遗传性状，又会出现变异，出现有利变异的个体在与环境的斗争中容易获胜，并将这些变异遗传下去，出现不利变异的个体则容易被淘汰。经过长期的自然选择，微小的有利变异得到积累而成为显著的有利变异，从而产生了适应特定环境的生物新类型。(2)人工诱变能够提高基因的突变率，产生人类需要的变异类型，但人工诱变产生的有利变异个体往往不多，需要处理大量材料。(3)分析实验结果图可知，用电离辐射促使雄性不育的实验组导致种群个体数低，不反弹，消灭螺旋蛆蝇效果较好。

答案：(1)耐药变异　选择作用　选择　(2)人工诱变　基因突变率　突变个体(或雄性不育个体)　(3)电离辐射促使雄性不育

第 3 节　种群基因组成的变化与物种的形成

学习任务目标

1. 通过学习基因频率与基因型频率、种群等概念的内涵，认同种群是生物繁殖和进化的基本单位，阐述隔离在物种形成中的作用，认同隔离是物种形成的必要条件。
2. 运用数学方法计算种群的基因频率和基因型频率，建构遗传平衡定律的数学模型。
3. 通过探究活动和实例分析，阐明自然选择导致种群基因频率的定向改变。

问题式预习

一、种群、种群基因库和基因频率

1. 种群

(1)概念：生活在一定区域的同种生物全部个体的集合。

(2)特点：种群是生物进化的基本单位，种群中的雌雄个体可以通过繁殖将各自的基因遗传给后代。种群也是生物繁殖的单位。

2. 种群基因库：一个种群中全部个体所含有的全部基因。

3. 基因频率和基因型频率

(1)基因频率：某个基因占全部等位基因数的比值。

(2)基因型频率$=\frac{\text{该基因型个体数}}{\text{该种群个体总数}}\times 100\%$。

二、种群基因频率的变化

1. 可遗传变异的来源：突变（基因突变、染色体变异）、基因重组

2. 生物突变的有利和有害不是绝对的，往往取决于生物的生存环境。

3. 生物的变异是不定向的，只是产生了生物进化的原材料，不能决定生物进化的方向。

三、自然选择对种群基因频率变化的影响

1. 原因：不断淘汰发生不利变异的个体，选择保留发生有利变异的个体。

2. 选择的对象

(1)直接作用对象：个体的表型。

(2)实质：决定表型的基因。

3. 过程：变异是不定向的$\xrightarrow{\text{经自然选择}}$不利变异被淘汰，有利变异逐渐积累$\longrightarrow$种群的基因频率发生定向改变$\xrightarrow{\text{导致}}$生物朝一定方向缓慢进化。

4. 选择的结果

(1)生物性状上：朝着有利变异的方向不断进化。

(2)基因上：种群基因频率会发生定向改变。

5. 进化的实质：种群基因频率的改变。

四、探究抗生素对细菌的选择作用

1. 实验原理：一般情况下，一定浓度的抗生素会杀死细菌，但变异的细菌可能产生耐药性。在实验室连续培养细菌时，如果向培养基中添加抗生素，耐药菌有可能存活下来。

2. 实验步骤

步骤 1	分组、编号、做标记	用记号笔在培养皿的底部画 2 条相互垂直的直线，将培养皿分为 4 个区域，分别标记为①～④
步骤 2	接种	取少量细菌的培养液，用无菌的涂布器(或无菌棉签)均匀地涂抹在培养基平板上
步骤 3	自变量控制	用无菌的镊子先夹取 1 张不含抗生素的纸片放在①号区域的中央，再分别夹取 1 张抗生素纸片放在②～④号区域的中央，盖上皿盖
步骤 4	培养	将培养皿倒置于 37 ℃的恒温箱中培养 12～16 h
步骤 5	因变量观测	观察培养基上纸片附近是否出现抑菌圈。如果有，测量和记录每个实验组中抑菌圈的直径，并取平均值
步骤 6	重复实验	从抑菌圈边缘的菌落上挑取细菌，接种到已灭菌的液体培养基中培养，然后重复步骤 2～5。如此重复几代，记录每一代培养物抑菌圈的直径

五、隔离在物种形成中的作用

1. 物种：能够在自然状态下相互交配并且产生可育后代的一群生物。

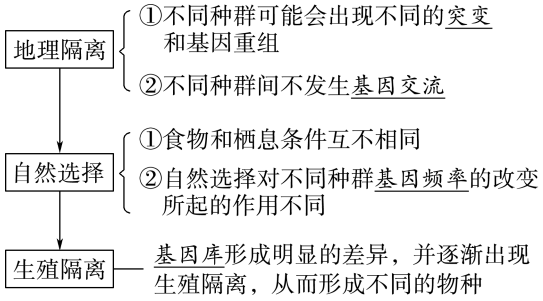
2. 隔离

(1)隔离的类型

类型	生殖隔离	地理隔离
原因	不同物种之间一般是不能相互交配的，即使交配成功，也不能产生可育的后代	同种生物由于地理障碍而分成不同的种群，使得种群间不能发生基因交流
实质	不同群体间的个体，在自然条件下基因不能自由交流的现象	

(2)隔离在物种形成中的作用：隔离是物种形成的必要条件，生殖隔离的形成标志着新物种的形成。

3.通过地理隔离形成新物种的过程



教材开发

[教材 P117“思考·讨论”]同一物种的两个种群长期存在地理隔离，两个种群就一定存在生殖隔离吗？举例说明。

提示：不一定。比如东北虎和华南虎，存在地理隔离，但不存在生殖隔离。

概念辨析

1.生殖隔离是指不同种个体间无法交配，不能产生后代的现象。（ × ）

2.生物进化的原材料源于基因突变和基因重组。（ × ）

3.新物种的形成需要进化，进化必然导致新物种的形成。（ × ）

4.种群基因频率改变一定导致新物种的形成。（ × ）

5.物种之间的协同进化都是通过种间竞争实现的。（ × ）

任务型课堂

任务一 种群基因组成的变化

1.(2021·浙江卷)现代的生物都是由共同祖先进化而来的，物种的进化体现在种群基因频率的改变。下列能引起基因频率改变的因素是（ ）

A.自然选择　　B.基因重组

C.随机交配　　D.大的种群

A　**解析**：在自然界中，有许多因素能够打破遗传平衡，而使种群基因频率发生变动：如突变、基因迁移、遗传漂变、非随机交配、自然选择，分析题意可知，A 正确。

2.在一次风暴后，有人搜救了 100 只受伤的麻雀，并开始饲养它们，结果活下来 64 只。在死去的麻雀中，大部分是个体比较大的。下列有关叙述正确的是（ ）

A.突变和基因重组是定向的

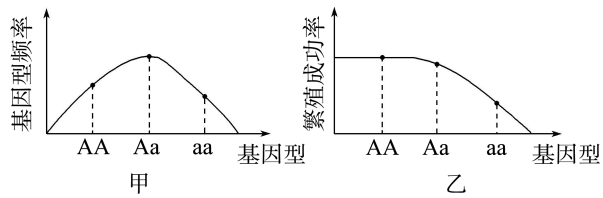
B.自然选择会改变种群的基因频率

C.特殊的变异类型都是不利的

D.不产生变异的生物才能生存

B　**解析**：突变和基因重组是不定向的，A 错误；自然选择通过定向改变种群的基因频率决定生物进化的方向，B 正确；变异是不定向的，可能是有利的，也可能是有害的，利与害取决于环境，C 错误；变异是普遍存在的，产生有利变异的个体存活下来，产生不利变异的个体会在自然选择中被淘汰，D 错误。

3.某植物种群中 AA、Aa、aa 的基因型频率如图甲所示，种群中每种基因型的繁殖成功率如图乙所示。种群随机交配产生的后代中基因型 aa 的个体所占百分比、A 基因频率的变化最可能是（ ）



A.升高、降低　　B.降低、降低

C.降低、升高　　D.升高、升高

C　**解析**：由题图可知，基因型为 AA 的个体繁殖成功率最高，基因型为 aa 的个体繁殖成功率最低，种群随机交配产生的后代中 AA 的基因型频率升高，aa 的基因型频率降低，因此 A 的基因频率升高，aa 个体的百分比降低。故 C 正确。

任务升华

基因频率、基因型频率与基因库的比较

比较项目	含义	进化的关系
基因频率	某基因频率＝该基因的数目/该基因与其等位基因的总数×100%	发生了生物进化
基因型频率	某基因型频率＝该基因型个体数/该种群个体总数×100%	生物不一定发生进化
基因库	一个种群中全部个体所含有的全部基因	可导致生物进化，它的变化是形成新物种的前提

任务二　基因频率与基因型频率的计算

1.(2022·海南卷)匍匐鸡是一种矮型鸡,匍匐性状基因(A)对野生性状基因(a)为显性,这对基因位于常染色体上,且A基因纯合时会导致胚胎死亡。某鸡群中野生型个体占20%,匍匐型个体占80%,随机交配得到F_1,F_1雌、雄个体随机交配得到F_2。下列有关叙述正确的是　(　　)

A.F_1中匍匐型个体所占比例为12/25

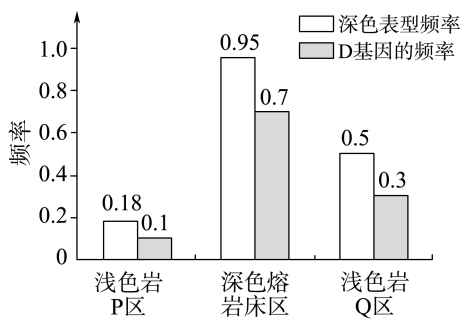
B.与F_1相比,F_2中A基因频率较高

C.F_2中野生型个体所占比例为25/49

D.F_2中A基因频率为2/9

D　**解析**:A基因纯合时会导致胚胎死亡,因此匍匐型个体(Aa)占80%,野生型个体(aa)占20%,则A基因频率=80%×(1/2)=40%,a基因频率=60%,F_1中AA=40%×40%=16%,Aa=2×40%×60%=48%,aa=60%×60%=36%,由于A基因纯合时会导致胚胎死亡,因此F_1中Aa(匍匐型)个体所占比例为48%÷(48%+36%)=4/7,A错误;由于A基因纯合时会导致胚胎死亡,因此每一代都会使A的基因频率减小,故与F_1相比,F_2中A基因频率较低,B错误;F_1中Aa占4/7,aa占3/7,产生的配子为A=(4/7)×(1/2)=2/7,a=5/7,F_2中aa=(5/7)×(5/7)=25/49,由于AA=(2/7)×(2/7)=4/49致死,因此F_2中aa占(25/49)÷(1−4/49)=5/9,C错误;F_2中aa占5/9,Aa占4/9,因此A的基因频率为(4/9)×(1/2)=2/9,D正确。

2.囊鼠的体毛深色(D)对浅色(d)为显性,若毛色与环境差异大则易被天敌捕食。调查不同区域囊鼠深色表型频率,检测并计算基因频率,结果如图。下列叙述不正确的是　(　　)



A.深色囊鼠与浅色囊鼠在不同区域的分布情况受自然选择影响

B.与浅色岩P区相比,深色熔岩床区囊鼠的杂合子频率低

C.浅色岩Q区的深色囊鼠的基因型为DD、Dd

D.与浅色岩Q区相比,浅色岩P区囊鼠的隐性纯合子频率较高

B　**解析**:分析题图可知,深色囊鼠在深色熔岩床区表型频率高,而在浅色岩P区和浅色岩Q区频率较低,因此,深色囊鼠与浅色囊鼠在不同区域的分布情况受自然选择影响,A正确。计算杂合子基因型频率时,只能用等式d=dd+Dd/2,由题可知浅色岩P区,D=0.1,d=1−0.1=0.9,dd=1−0.18=0.82,故Dd=0.16;深色熔岩床区同理,D=0.7,d=1−0.7=0.3,dd=0.05,故Dd=0.5,B错误。囊鼠的体毛深色(D)对浅色(d)为显性,因此,浅色岩Q区的深色囊鼠的基因型为DD、Dd,C正确。浅色岩Q区囊鼠的隐性纯合子(dd)频率为1−0.5=0.5,而浅色岩P区囊鼠的隐性纯合子(dd)频率为1−0.18=0.82,因此,与浅色岩Q区相比,浅色岩P区囊鼠的隐性纯合子频率较高,D正确。

3.(2022·重庆卷)人的扣手行为属于常染色体遗传,右型扣手(A)对左型扣手(a)为显性。某地区人群中AA、Aa、aa基因型频率分别为0.16、0.20、0.64。下列叙述正确的是　(　　)

A.该群体中两个左型扣手的人婚配,后代左型扣手的概率为3/50

B.该群体中两个右型扣手的人婚配,后代左型扣手的概率为25/324

C.该群体下一代AA基因型频率为0.16,aa基因型频率为0.64

D.该群体下一代A基因频率为0.4,a基因频率为0.6

B　**解析**:该群体中两个左型扣手的人(基因型均为aa)婚配,后代左型扣手的概率为1,A错误;根据AA、Aa、aa基因型频率分别为0.16、0.20、0.64,即4/25、1/5、16/25,可知人群中A的基因频率=(4/25)+(1/5)×(1/2)=13/50,则a的基因频率=1−(13/50)=37/50,该群体中两个右型扣手的人婚配,人群中右型扣手的杂合子所占概率为1/5÷[(4/25)+(1/5)]=5/9,二者后代左型扣手(基因型为aa)的概率为(5/9)×(5/9)×(1/4)=25/324,B正确;由B选项分析可知,人群中A的基因频率=13/50,a的基因频率=37/50,故下一代AA基因型频率为$(13/50)^2=169/2\ 500=0.0676$,aa基因型频率为$(37/50)^2=0.5476$,C错误;根据遗传平衡定律,每一代的基因频率都不变,下一代A的基因频率为0.16+0.20×(1/2)=0.26,a的基因频率为1−0.26=0.74,D错误。

任务升华

种群基因频率和基因型频率的计算

(1) 根据各基因型个体数计算基因频率

计算公式：某基因的频率＝[(该基因纯合子个体数×2＋杂合子个体数)/(总个体数×2)]×100%。

提醒：计算X染色体上的基因频率时，由于Y染色体上不含与X染色体上相对应的等位基因，因此计算X染色体上的基因总数，男性只有一个对应的基因。如X^b的基因频率的计算公式为X^b的基因频率＝[X^b的基因数/(2×女性个体数＋男性个体数)]×100%。

(2)已知基因型频率求基因频率

计算公式：某基因的基因频率＝该基因的纯合子的基因型频率＋杂合子基因型频率×1/2。

①基因A的频率＝AA的基因型频率＋1/2Aa的基因型频率；

②基因a的频率＝aa的基因型频率＋1/2Aa的基因型频率＝1－基因A的频率。

提醒：计算X染色体上的基因频率时，可以将百分号去掉，按种群中各基因型个体数计算基因频率的方法计算。

(3)已知基因频率计算基因型频率

①前提条件是符合遗传平衡，即满足以下五个条件：种群足够大；种群个体间的交配是随机的；没有突变发生；没有较多个体的迁入、迁出；没有自然选择。

②计算公式：当等位基因(A，a)只有两个且位于常染色体上时，设p表示A的基因频率，q表示a的基因频率。

基因型AA的频率＝p^2；

基因型Aa的频率＝$2pq$；

基因型aa的频率＝q^2。

任务三 隔离与物种的形成

[探究活动]

澳洲某小岛上生活着两种棕榈科植物。研究者认为200万年前，它们的共同祖先迁移到该岛，一部分生活在pH较高的石灰岩上，开花较早；另一部分生活在pH较低的火山灰上，开花较晚。由于花期不同，不能相互传粉，经过长期演变，最终形成两个不同的物种。请回答下列问题：

(1)如何判断两种生物是否为同一物种？

提示：若两种生物可以自然交配，并且产生可育后代，则属于同一物种。若两种生物不能进行自然交配，或者交配繁殖出不可育后代(如马与驴交配所生的骡不可育)，则为不同物种。

(2)物种的形成是否必须经过隔离？是否必须经过地理隔离？

提示：物种的形成必须经过隔离，但可以不经过地理隔离。

[评价活动]

1.隔离在新物种形成过程中发挥重要作用，对此叙述正确的是 (　　)

A.新物种在形成的过程中一定会经历生殖隔离

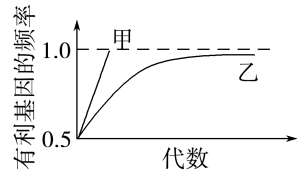
B.同一物种的不同种群在出现地理隔离后一定能形成新物种

C.地理隔离的存在一定会使生物朝着不同方向进化

D.狮子与老虎交配后能产生后代，故属于同一物种

A　**解析**：生殖隔离是新物种形成的标志，所以新物种在形成的过程中一定会经历生殖隔离，A正确；同一物种的不同种群在出现地理隔离后不一定能形成新物种，如东北虎和华南虎，B错误；自然选择决定生物进化的方向，地理隔离的存在不一定会使生物朝着不同方向进化，C错误；能够在自然状态下相互交配并且产生可育后代的一群生物叫一个物种，狮子与老虎交配后能产生后代，但后代不可育，故不属于同一物种，D错误。

2.假设在某一个群体中，AA、Aa、aa 3种基因型的个体数量相等，A和a的基因频率均为50%。当自然选择分别对隐性基因或显性基因不利时，对应的有利基因的基因频率就会上升，但其上升的幅度不同，如下图所示。下列有关叙述中错误的是 (　　)



A.甲为自然选择对显性基因不利时的曲线

B.自然选择直接作用于表型而不是基因型

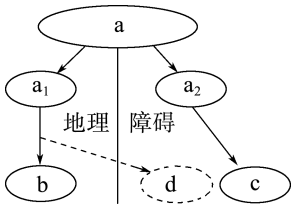
C.该种群将因基因频率的改变而形成新的物种

D.生物体内有害的显性基因一般都少于隐性基因

C　**解析**：分析题图可知，甲的基因频率随环境变化而变化的速度快，表示当自然选择对显性基因不利时隐性基因频率的变化曲线，A正确；自然选择是通过作用于表型而改变基因频率的，B正确；物种形成的标志是生殖隔离的形成，种群基因频率的改

变是生物进化的实质，C 错误；隐性基因可以在杂合子中存在，而显性基因能直接表现出来，有害的显性基因会直接被淘汰掉，D 正确。

3. 下图表示物种形成的一种模式。物种 a 因为地理障碍分隔为两个种群 a_1 和 a_2，经过漫长的进化，分别形成新物种 b 和 c。在此进程中的某一时刻，a_1 种群的部分群体越过障碍外迁与 a_2 同域分布，向 d 方向进化。下列有关叙述正确的是　　（　　）



A. b 和 d 存在地理隔离，所以一定存在生殖隔离

B. c 和 d 不存在地理隔离，却可能存在生殖隔离

C. a_1 中的外迁群体与当时留居群体的基因频率相同，则 b 和 d 是同一物种

D. a_1 中的外迁群体与当时 a_2 种群的基因频率不同，则 c 和 d 是不同物种

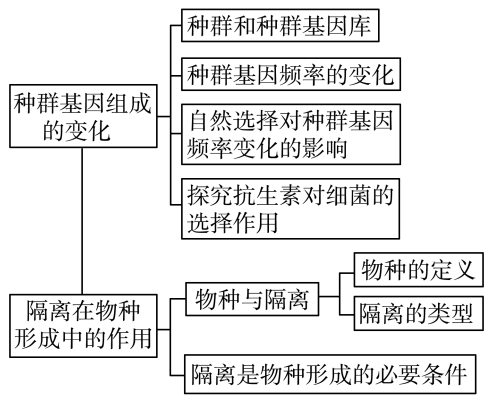
B　**解析**：b 和 d 之间存在地理隔离，但是 b 和 d 是由 a_1 进化而来，二者的基因频率不一定改变，即不一定造成生殖隔离，A 错误；由于 d 是由 a_1 演变而来，所以 c 与 d 之间可能存在生殖隔离，B 正确；基因频率的改变不一定会导致生殖隔离产生新的物种，但是产生生殖隔离的种群，基因频率一定会发生变化，a_1 中的外迁群体与当时留居群体的基因频率相同，但是 b 和 d 由于存在地理隔离，所以可能不是同一物种，C 错误；即使 a_1 中的外迁群体与当时 a_2 种群的基因频率不同，只要 c 和 d 不存在生殖隔离，它们仍是同一物种，D 错误。

任务升华

物种形成与生物进化的关系

项目	物种形成	生物进化
标志	生殖隔离出现	基因频率改变
变化后生物与原生物的关系	属于不同物种	可能属于同一个物种
二者的关系	生物进化的实质是种群基因频率的改变，这种改变可大可小，不一定会突破物种的界限，即生物进化不一定导致新物种的形成	

▶提质归纳



课后素养评价（十八）

基础性·能力运用

知识点 1　生物进化与物种形成

1. 下列关于种群的叙述，错误的是　　（　　）

A. 种群是生物进化和繁殖的基本单位

B. 一个池塘中的全部鱼是一个种群

C. 一个种群中的全部基因构成该种群的基因库

D. 种群内的个体会死亡，但基因库可在代代相传的过程中得到保持和发展

B　**解析**：种群既是生物进化的基本单位，也是生物繁殖的基本单位，A 正确；种群是生活在一定区域的同种生物全部个体的集合，而一个池塘中的全部鱼通常是由多种不同的鱼组成，不能构成一个种群，B 错误；基因库是指一个种群中全部个体所含有的全部基因，C 正确；种群内的个体会死亡，但基因库可在种群代代相传的过程中得到保持和发展，D 正确。

2. 下列关于物种和种群的叙述，错误的是　　（　　）

A. 一个物种可以形成多个种群，一个种群中只能含有一个物种

B. 若物种乙是由物种甲进化来的，则物种乙和物种甲之间一定发生了生殖隔离

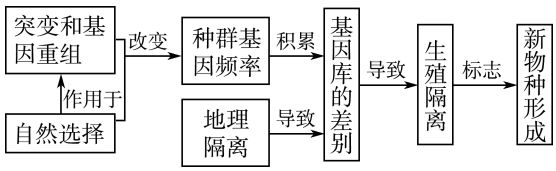
C. 突变、基因重组和自然选择均能定向改变种群的基因频率

D. 若种群 1 与种群 2 的基因频率都发生了改变，则这两个种群都在进化

C　**解析**：突变和基因重组为生物的进化提供原材料，不能决定进化方向；能决定进化方向（定向改变种群基因频率）的只有自然选择，C 错误。

3. 下图表示生物新物种形成的基本环节，下列叙述正

确的是 （ ）



A.同一物种不同种群基因频率的改变导致种群基因库的差别越来越大，但生物没有进化

B.自然选择过程中，直接被选择的是基因型，进而导致基因频率的改变

C.地理隔离能使种群基因库产生差别，必然导致生殖隔离

D.种群基因频率的改变是产生生殖隔离的前提条件

D **解析**：同一物种不同种群基因频率的改变就是生物进化，A 错误；自然选择过程中直接被选择的是表型，间接被选择的是基因型，该过程可以导致基因频率的改变，B 错误；地理隔离不一定导致生殖隔离，C 错误。

知识点 2 基因频率的改变与生物进化

4.从某种生物种群中随机抽出一定数量的个体，其中基因型为 AA 的个体占 24%，基因型为 Aa 的个体占 72%，基因型为 aa 的个体占 4%。那么基因 A 和 a 的频率分别是 （ ）

A.24%、72% B.36%、63%

C.57%、43% D.60%、40%

D **解析**：分析题意可知，AA 基因型频率为 24%、Aa 基因型频率为 72%、aa 基因型频率为 4%，根据基因型频率计算基因频率，则 A 基因频率＝AA 基因型频率＋(1/2)×Aa 基因型频率＝24%＋(1/2)×72%＝60%，则 a 基因频率＝1－60%＝40%。

5.下列关于进化中“选择”的叙述，正确的是 （ ）

A.自然选择决定了生物变异和进化的方向

B.若没有自然选择，种群基因频率不可能发生改变

C.自然选择直接作用于个体的基因型，进而导致种群基因频率的改变

D.育种中通过人工选择使控制优良性状的基因频率逐渐增大，从而使生物进化

D **解析**：变异是不定向的，自然选择只决定生物进化的方向，不决定生物变异的方向，A 错误；若生物发生了突变，也会引起基因频率的改变，B 错误；自然选择直接作用于个体的表型，C 错误；通过育种选育使优良性状的基因频率逐渐增大，从而使生物进化，D 正确。

6.我国西南横断山区有 300 多种马先蒿属植物。凸额马先蒿和三色马先蒿异域分布无法传粉，人工杂交能产生可育后代；大王马先蒿和密穗马先蒿同域分布，传粉后异种花粉可萌发，但花粉管很少能成功进入子房。相关分析错误的是 （ ）

A.该地区马先蒿多样性是自然选择的结果

B.该地区不同马先蒿种群的基因库不同

C.突变和基因重组决定马先蒿进化的方向

D.该地区马先蒿之间存在不同的隔离方式

C **解析**：马先蒿多样性是自然选择的结果，不同的环境直接选择个体的表型，A 正确；由于不同种群的表型不同，说明基因可能不同，即基因库不同，B 正确；自然选择决定生物进化的方向，C 错误；根据题目信息，凸额马先蒿和三色马先蒿异域分布、大王马先蒿和密穗马先蒿同域分布，传粉后异种花粉可萌发，但花粉管很少能成功进入子房，说明存在不同的隔离方式，D 正确。

综合性·创新提升

7.(2021·海南卷)某地区少数人的一种免疫细胞的表面受体 CCR5 的编码基因发生突变，导致受体 CCR5 结构改变，使得 HIV-1 病毒入侵该免疫细胞的概率减小。随着时间推移，该突变基因频率逐渐增加。下列有关叙述错误的是 （ ）

A.该突变基因丰富了人类种群的基因库

B.该突变基因的出现是自然选择的结果

C.通过药物干扰 HIV-1 与受体 CCR5 的结合可抑制病毒繁殖

D.该突变基因频率的增加可使人群感染 HIV-1 的概率减小

B **解析**：基因突变可以产生新基因，能丰富种群基因库，A 正确；基因突变可以诱发产生，也可以自发产生，与自然选择无关，而该突变基因频率的增加是自然选择的结果，B 错误；受体 CCR5 能够与 HIV-1 特异性结合，通过药物干扰 HIV-1 与受体 CCR5 的结合可抑制病毒繁殖，C 正确；编码受体 CCR5 的突变基因频率的增加可使 HIV-1 与受体 CCR5 结合的概率减小，从而降低人群感染概率，D 正确。

8.(2021·福建卷)物种甲和物种乙为二倍体植物。甲生活在阳光充足的悬崖顶，乙生活在悬崖底的林荫里。在某些山地坡度和缓的地方，甲和乙分别沿着斜坡向下和向上扩展，在斜坡上相遇并杂交产生丙。若丙不能产生子代，则下列叙述错误的是 （ ）

A.甲和乙仍然存在生殖隔离

B.甲种群基因频率的改变说明甲发生了进化

C.甲、乙向斜坡的扩展可能与环境变化有关

D.甲、乙、丙含有的基因共同构成一个种群的基因库

D　**解析**：生殖隔离指由于各方面的原因，使亲缘关系接近的类群之间在自然条件下不交配，或者即使能交配也不能产生后代或不能产生可育性后代，结合题意，甲和乙杂交产生丙但丙不能产生子代，符合生殖隔离定义，A正确；进化的实质是种群基因频率的改变，B正确；甲、乙向斜坡的扩展可能与环境变化有关，比如阳光照射范围的变化，C正确；基因库是指一个种群中全部个体所含有的全部基因。由题意可知，甲、乙、丙属于不同物种，不属于同一个种群，故不能构成一个种群的基因库，D错误。

9. 下表中D和d表示某地区某种生物的一对等位基因，表中数据能说明　（　）

年份	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970
基因D的频率	0.99	0.81	0.64	0.49	0.36	0.25	0.16	0.10
基因d的频率	0.01	0.19	0.36	0.51	0.64	0.75	0.84	0.90

A.1970年杂合子的比例为18%

B.1930年显性个体和隐性个体数目接近

C.1970年后的较短时间内D的频率为0

D.显性纯合子更能适应该地区变化的环境

A　**解析**：根据表中提供的数据，由遗传平衡定律公式计算，1970年杂合子的比例为$2\times0.10\times0.90=0.18=18\%$，A正确；1930年隐性个体的比例为$0.51\times0.51=0.260\ 1\approx26\%$，显性个体的比例则为$1-26\%=74\%$，B错误；从表中基因频率的变化趋势可知，1970年后D的频率不会在较短的时间内变为0，C错误；d的基因频率上升，表明隐性性状更能适应该地区变化的环境，D错误。

10. (2021·广东卷)兔的脂肪白色(F)对淡黄色(f)为显性，由常染色体上一对等位基因控制。某兔群由500只纯合白色脂肪兔和1 500只淡黄色脂肪兔组成，F、f的基因频率分别是　（　）

A.15%、85%　　B.25%、75%

C.35%、65%　　D.45%、55%

B　**解析**：由题可知，该兔种群由500只纯合白色脂肪兔(FF)和1 500只淡黄色脂肪兔(ff)组成，故F的基因频率$=F/(F+f)=(500\times2)/(2\ 000\times2)\times100\%=25\%$，f的基因频率$=1-25\%=75\%$，B正确。

11. 人体肝细胞内乙醛脱氢酶2(ALDH2)是酒精代谢的关键酶。ALDH2某位点的谷氨酸变成赖氨酸后其活性降低。对某地人群调查后发现*ALDH2*基因正常型(AA)、突变杂合型(Aa)和突变纯合型(aa)的频率分别为58.4%、37.4%和4.2%。下列叙述错误的是　（　）

A.ALDH2活性降低是因为基因发生了碱基对的替换

B.该人群中A基因频率为77.1%，a基因频率为22.9%

C.该地区人群中a的基因频率会不断降低

D.不同个体对酒精的代谢能力与遗传因素密切相关

C　**解析**：ALDH2某位点的谷氨酸变成赖氨酸后其活性降低，说明ALDH2活性降低的原因是氨基酸的改变，据此可推测这种改变的本质原因是基因中相应的碱基对发生了替换，A正确；该人群中基因正常型(AA)、突变杂合型(Aa)和突变纯合型(aa)的频率分别为58.4%、37.4%和4.2%，则A基因频率为$58.4\%+1/2\times37.4\%=77.1\%$，a基因频率为22.9%，B正确；根据题目信息不能判断该地区人群中a的基因频率会不断降低，C错误；人体肝细胞内乙醛脱氢酶2(ALDH2)是酒精代谢的关键酶，该酶由相关基因控制合成，据此可推测，不同个体对酒精的代谢能力与遗传因素密切相关，D正确。

12. 某植物可自交或自由交配，在不考虑生物变异和致死的情况下，下列哪种情况可使基因型为Aa的该植物连续交配3次后所得F_3中Aa所占比例为2/5？　（　）

A.基因型为Aa的该植物连续自交3次，且每代子代中不去除aa个体

B.基因型为Aa的该植物连续自交3次，且每代子代中均去除aa个体

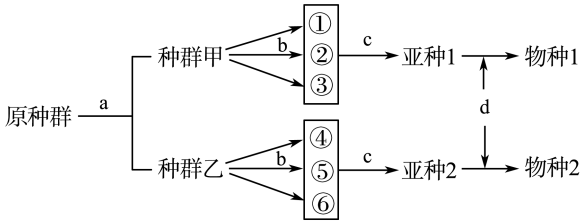
C.基因型为Aa的该植物连续自由交配3次，且每代子代中不去除aa个体

D.基因型为Aa的该植物连续自由交配3次，且每代子代中均去除aa个体

D　**解析**：基因型为Aa的该植物连续自交3次，且每代子代中不去除aa个体，则F_3中Aa所占比例为$(1/2)^3=1/8$，A不符合题意。基因型为Aa的该植物连续自交3次，且每代子代中均去除aa个体，F_1中Aa占2/3，F_2中Aa占2/5，则F_3中Aa所占比例为$(2/5\times1/2)\div(1-2/5\times1/4)=2/9$，B不符合题意。基因型为Aa的该植物连续自由交配3

次，且每代子代中不去除 aa 个体，F_1 中 A 的基因频率＝a 的基因频率＝1/2，而且每一代的基因频率均不变，则 F_3 中 Aa 的基因型频率＝2×(1/2)×(1/2)＝1/2，C 不符合题意。基因型为 Aa 的该植物连续自由交配 3 次，且每代子代中均去除 aa 个体，由于存在选择作用，所以每一代的基因频率均会发生改变，需要逐代进行计算。基因型为 Aa 的该植物自由交配一次，F_1 中 AA∶Aa∶aa＝1∶2∶1，去除 aa 个体，则 F_1 中有 1/3AA 和 2/3Aa。F_1 中 A 的基因频率＝1/3＋(1/2)×(2/3)＝2/3，a 的基因频率＝1/3，F_1 再自由交配，F_2 中 AA 的基因型频率＝$(2/3)^2$＝4/9，Aa 的基因型频率＝2×(2/3)×(1/3)＝4/9，去除 aa 个体，F_2 中有 1/2AA 和 1/2Aa。F_2 中 A 的基因频率＝1/2＋(1/2)×(1/2)＝3/4，a 的基因频率＝1/4，F_2 再自由交配，在 F_3 中 AA 的基因型频率＝$(3/4)^2$＝9/16，Aa 的基因型频率＝2×(3/4)×(1/4)＝6/16，去除 aa 个体，则 F_3 中 Aa 所占比例为 6/16÷[(9/16)＋(6/16)]＝2/5，故 D 符合题意。

13. 许多年前，某大峡谷中的松鼠被一条河流分隔成甲、乙两个种群。两个种群所发生的变化如下图所示，①～⑥表示不同的变异结果，a～d表示进化的不同环节。下列叙述错误的是（　　）



A. a 表示地理隔离，经过长期的地理隔离可能出现生殖隔离

B. b 过程表示突变和基因重组，为生物进化提供原材料

C. c 过程可以定向改变种群的基因频率，导致生物定向进化

D. 渐变式和爆发式地形成新物种，可不需要 d 环节

D　**解析**：根据题意并分析题图可知，a 表示地理隔离，地理隔离可阻止种群间的基因交流，使同一物种不同种群间的基因库出现差异，最终可能导致种群间产生生殖隔离，A 正确；b 过程表示突变（包括基因突变和染色体变异）和基因重组，可为生物进化提供原材料，B 正确；c 过程表示自然选择，可以定向改变种群的基因频率，导致生物定向进化，C 正确；d 表示生殖隔离，是新物种产生的标志，因此渐变式和爆发式地形成新物种，都需要 d 环节，D 错误。

14. 在某植物种群中随机抽样调查得知，基因型为 AA 的个体占 40%，基因型为 aa 的个体占 20%。据此回答下列问题：

(1)该种群中 A 和 a 的基因频率分别是_____和_____。

(2)若该种群中个体间随机交配，子代中 AA、Aa 的基因型频率分别是_____和_____。根据现代生物进化理论，你认为该植物在这两代中是否发生了进化？_____，理由是_____。

(3)若该种群中个体间随机交配的实验结果是只有 Aa 和 aa 两种基因型，且比例为 2∶1，则对该结果最合理的解释是_____，子代中 a 的基因频率是_____。

(4)现代生物进化理论的核心是_____。

解析：(1)已知某植物种群中，AA 基因型个体占 40%，aa 基因型个体占 20%，则 Aa 基因型个体占 40%。该种群中 A 基因频率＝AA 基因型频率＋(1/2)×Aa 基因型频率＝40%＋(1/2)×40%＝60%，a 基因频率＝1－60%＝40%。(2)该种群的个体间随机交配，根据遗传平衡定律可知，子代中 AA 基因型频率＝$(60\%)^2$＝36%，Aa 基因型频率＝2×60%×40%＝48%，则 aa 基因型频率＝16%。子代中 A 基因频率＝AA 基因型频率＋(1/2)×Aa 基因型频率＝36%＋(1/2)×48%＝60%，a 基因频率＝1－A 基因频率＝1－60%＝40%。由此可知，该种群的个体间随机交配的后代中基因频率没有发生改变，因此，该植物种群在这两代中没有发生进化。(3)若该种群中个体间随机交配的实验结果是只有 Aa 和 aa 两种基因型（没有 AA 个体），且比例为 2∶1，则说明存在显性纯合致死效应（或 A 基因纯合致死）；子代中 a 的基因频率＝aa 基因型频率＋(1/2)×Aa 基因型频率＝(1/3)＋(1/2)×(2/3)＝2/3。(4)现代生物进化理论的核心是自然选择学说。

答案：(1)60%　40%　(2)36%　48%　否　基因频率没有改变　(3)A 基因纯合致死　2/3　(4)自然选择学说

第 4 节　协同进化与生物多样性的形成

学习任务目标

1.通过实例分析，阐明协同进化与生物多样性的形成。
2.通过归纳和概括，认同自然选择学说在现代生物进化理论中的核心地位。
3.通过实例分析，认同保护生物多样性对人类健康生活和社会可持续发展的重要意义。

问题式预习

一、协同进化与生物多样性的形成

1.协同进化

(1)概念：不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展。

(2)原因：生物与生物之间的相互选择和生物与无机环境之间的相互影响。

(3)协同进化的实例

类型	方式	实例
不同物种之间	种间互助	一种蛾与兰花
	捕食	猎豹和羚羊
	寄生	黏液瘤病毒和兔子
	种间竞争	作物与杂草
生物与无机环境之间	生物影响环境，环境影响生物	地球早期无氧环境→厌氧生物→光合生物出现→空气中有氧气→出现好氧生物

2.生物多样性的形成

(1)内容：生物多样性主要包括遗传多样性(基因多样性)、物种多样性和生态系统多样性。

(2)形成原因：生物的协同进化。

二、现代生物进化理论

1.现代生物进化理论的主要内容

(1)适应是自然选择的结果。

(2)种群是生物进化的基本单位。

(3)突变和基因重组提供进化的原材料，自然选择导致种群基因频率的定向改变，进而通过隔离形成新的物种。

(4)生物进化的过程实际上是生物与生物、生物与无机环境协同进化的过程。

(5)生物多样性是协同进化的结果。

2.生物进化理论在发展

(1)中性突变学说：大量的基因突变是中性的，决定生物进化方向的是中性突变的逐渐积累，而不是自然选择。

(2)间断平衡学说：根据许多物种是在短时间内迅速形成的现象，有人提出物种形成并不都是渐变的过程，而是物种长期稳定与迅速形成新种交替出现的过程。

(3)生物进化理论不会停滞不前，而是在不断发展。

教材开发

[教材 P119 正文]根据生态学家斯坦利的“收割理论”，捕食者的存在有利于增加物种多样性，在这个过程中，捕食者使物种多样性增加的方式是什么？

提示：捕食者往往捕食个体数量多的物种，为其他物种的生存提供机会。

概念辨析

1.物种多样性与生态系统多样性主要是生物的不定向变异与自然环境的定向选择在进化过程中共同作用的结果。(√)

2.物种之间的协同进化都是通过物种之间的竞争实现的。(×)

3.地球上的生态系统从古至今都是由生产者、消费者和分解者组成的。(×)

4.生物多样性的形成是指新的物种不断形成的过程。(×)

任务型课堂

任务一　协同进化与生物多样性的形成

[探究活动]

在非洲大草原上生活着狮子和角马，狮子的捕食促进了角马种群的优胜劣汰，不断进化，制约了角马种群数量的增长，避免了因角马过度繁殖而造成草原生态系统的破坏。同时，角马的进化也促使狮群的进化，狮子需要不断增强捕食能力才能生存。分析回答

下列问题：

(1)狮子和角马的协同进化是通过哪种方式进行的？

提示：通过捕食关系形成的生存斗争。

(2)物种之间的协同进化都是通过上述方式实现的吗？举例说明。

提示：不是。物种之间的协同进化还可以通过种间互助实现，如某种兰花的花距和专门为其传粉的蛾的口器的进化。

(3)生物多样性的三个层次之间有什么关系？

提示：遗传多样性是形成物种多样性和生态系统多样性的基础，反过来，物种多样性和生态系统多样性又影响遗传多样性。

[**评价活动**]

1.(2022·辽宁卷)下列关于生物进化和生物多样性的叙述，错误的是 (　　)

A.通过杂交育种技术培育出许多水稻新品种，增加了水稻的遗传多样性

B.人类与黑猩猩基因组序列高度相似，说明人类从黑猩猩进化而来

C.新物种的形成意味着生物类型和适应方式的增多

D.生物之间既相互依存又相互制约，生物多样性是协同进化的结果

B　**解析**：通过杂交育种技术培育出许多水稻新品种，增加了水稻的基因型，即增加了水稻的遗传多样性，A正确；黑猩猩与人类在基因上的相似程度超过96%，只能表明人类和黑猩猩有较近的亲缘关系，由于客观环境因素的改变，黑猩猩不能进化成人类，B错误；新物种形成意味着生物能够以新的方式适应环境，为其发展奠定了基础，所以生物类型和适应方式增多，C正确；生物与生物之间有密切联系，自然界中的动物和其他动物长期生存与发展的过程中，形成了相互依赖，相互制约的关系，生物多样性是协同进化的结果，D正确。

2.关于生物进化方面的证据，下列相关叙述正确的是 (　　)


图1


图2

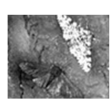

图3


图4

A.图1中4种地雀喙的差异是由于不同环境食物的刺激所致的不同变异

B.图2中昆虫两类翅形的形成是对环境的主动适应

C.图3是两种体色的桦尺蛾，它们的性状分化证实了物种形成的机制

D.图4中两种动物之间的关系对两者都是有益的

D　**解析**：生物变异的产生是体内遗传物质发生改变的结果，并不是环境刺激、生物的主动适应所导致的，故A、B错误；生物性状的分化是变异的结果，并不能证实物种形成的机制，C错误；生物之间的捕食关系，对捕食者和被捕食者都是有益的，二者之间相互选择，协同进化，且捕食者的存在有利于增加物种多样性，D正确。

3.锦葵用雄蕊反卷运动的方式来保障自身繁殖。早上花初开时，雌蕊是合并的，保障访花昆虫带走花粉，促进杂交；傍晚时花柱反卷，让自身的花粉落在自己的柱头上，利于自交传粉。这套独特的繁殖策略保障了锦葵一定能够受精产生种子。下列叙述错误的是 (　　)

A.锦葵的繁殖策略是在进化过程中逐渐形成的

B.锦葵自交不会导致其种群基因型频率发生改变

C.锦葵促进杂交的方式是其与访花昆虫协同进化的结果

D.锦葵通过有性生殖实现了基因重组，增加了生物变异的多样性

B　**解析**：锦葵的繁殖策略是与环境适应的结果，是在进化过程中逐渐形成的，A正确；锦葵自交不会导致其种群基因频率发生改变，但会导致基因型频率发生改变，一定条件下会导致纯合子的比例增加，B错误；协同进化是指不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展，锦葵促进杂交的方式是其与访花昆虫协同进化的结果，C正确；生物通过有性生殖实现了基因重组，增加了生物变异的多样性，加快了生物进化，D正确。

任务升华

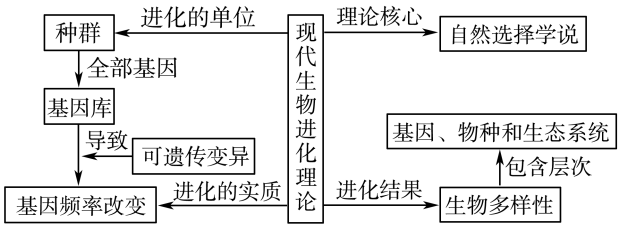
协同进化的类型

类型	相互关系		实例
生物与生物之间	在相互适应中共同进化	互利共生	有细长吸管口器的蛾与有细长花矩的兰花
		捕食	猎豹与斑马
	在相互斗争中共同进化	寄生	噬菌体与细菌
		竞争	农作物与杂草
生物与无机环境之间	生物影响环境，环境影响生物		原始大气无氧→厌氧生物→光合生物出现→大气中有了氧气→出现好氧生物

任务二　现代生物进化理论的主要内容

［探究活动］

下图为现代生物进化理论主要内容的概念图。据图分析回答相关问题：



(1)为什么生物进化的基本单位不是个体而是种群？

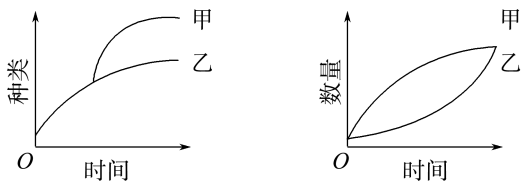
提示：种群在繁衍过程中，个体有新老交替，基因却代代相传，因此研究生物进化，仅研究个体是否与环境相适应是不够的，还必须研究种群基因组成的变化。

(2)基因突变频率很低，而且大多数基因突变对生物体是有害的，但为什么它仍可为生物进化提供原材料？

提示：对于生物个体而言，发生自然突变的频率是很低的。但是，一个种群往往是由许多个体组成的，就整个种群来看，在漫长的进化历程中产生的突变还是很多的，其中有不少突变是有利突变，对生物的进化有重要意义。因此，基因突变能够为生物进化提供原材料。

［评价活动］

1. 由地震形成的海洋中有大小相似的甲、乙两个小岛，某时间段内岛上鸟的种类和数量随时间变化的情况如下图所示，下列有关叙述错误的是　(　　)



A.两个岛上的鸟类存在地理隔离，不同种的鸟类之间存在着生殖隔离

B.甲岛较乙岛鸟的种类增加更多，可能是甲岛的环境变化更大

C.两个岛的鸟类各形成一个种群基因库，且两个基因库间的差异越来越大

D.两个岛上鸟类的种类虽然不同，但最终两岛上鸟类的数量趋于相同

C　**解析**：由题意可知，两岛上的鸟类存在地理隔离，不同种的鸟类之间必然存在着生殖隔离，A 正确；当岛的环境发生变化时，岛上鸟的种类也随着自然选择的进程发生变化，甲岛鸟的种类增加更多，表明环境变化更大，B 正确；种群的基因库指同种生物构成的同一种群的全部个体的全部基因，甲岛和乙岛都有不同的鸟类，所以两岛的鸟类各形成不同的多个种群基因库，且由于环境的选择作用，基因库间的差异会越来越大，C 错误；分析题图可知，两岛上虽说鸟的种类不同，但数量最终趋于相同，D 正确。

2. 某种昆虫能以甲、乙两种植物的果实为食物，但需要用锋利的喙刺穿果实。当地只有甲种植物时，统计昆虫喙长如图 1 所示。1930 年，有人引进乙种植物，其果实的果皮比较薄，据统计，到 1990 年以它为食的该昆虫的喙长如图 2 所示。下列叙述不合理的是　(　　)

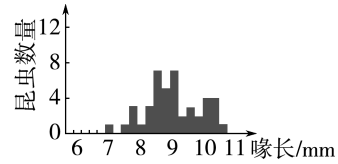


图1

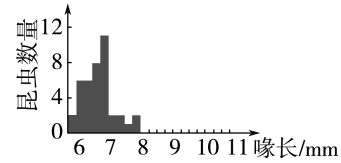


图2

A.乙种植物与昆虫间发生了协同进化

B.乙种植物与甲种植物存在种间竞争关系

C.引进乙种植物前昆虫体内就存在不同喙长度的基因突变

D.生活在甲种植物与乙种植物上的昆虫间形成了地理隔离

D　**解析**：乙种植物果实的果皮比较薄，昆虫喙长度变短，便于取食乙种果实，乙种植物与昆虫间发生了协同进化，A 正确；乙种植物与甲种植物争夺阳光、空间等，它们存在种间竞争关系，B 正确；生物的变异在先，环境的选择作用在后，环境只对已经存在的变异起选择作用，引进乙种植物前昆虫体内就存在不同喙长度的基因突变，C 正确；地理隔离是同一种生物由于地理上的障碍而分成不同的种群，使得种群间不能发生基因交流的现象，生活在甲种植物和乙种植物上的昆虫没有地理上的障碍，D 错误。

3.美凤蝶、红珠凤蝶、蓝凤蝶是凤蝶科三个不同的物种，近年来相继出现在某市境内。其中，由于气候变暖等环境因素，美凤蝶的种群数量不断下降。下列相关叙述错误的是（　　）

A.雄性美凤蝶的飞行能力强而雌性美凤蝶飞行能力弱，是自然选择的结果

B.各地的美凤蝶之间存在地理隔离，但不存在生殖隔离

C.气候变暖可能会导致美凤蝶基因频率发生改变

D.美凤蝶、红珠凤蝶、蓝凤蝶的出现体现了遗传多样性

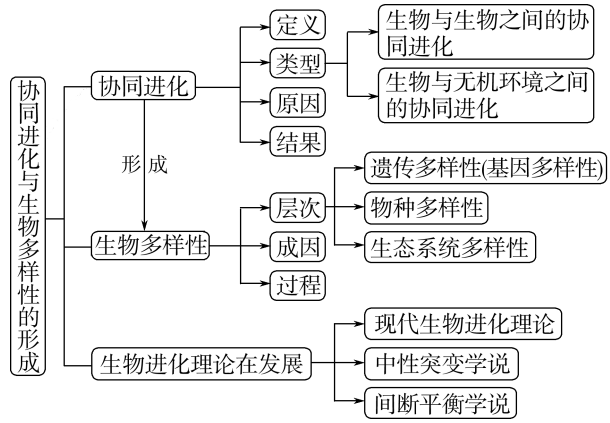
D　**解析**：雄性美凤蝶的飞行能力强而雌性美凤蝶飞行能力弱，是长期自然选择的结果，A正确；各地的美凤蝶属于不同的种群，它们之间存在地理隔离，但它们仍属于同一物种，不存在生殖隔离，B正确；气候变暖会使美凤蝶的种群数量不断下降，可能会导致美凤蝶基因频率发生改变，C正确；美凤蝶、红珠凤蝶、蓝凤蝶属于不同的物种，它们的出现体现了物种多样性，D错误。

任务升华

自然选择学说与现代生物进化理论的区别

比较项目	自然选择学说	现代生物进化理论
进化的单位	个体	种群
进化的手段	生存斗争	自然选择
研究水平	个体	分子（基因）
研究对象	个体性状	种群的基因频率

▶提质归纳



课后素养评价（十九）

基础性·能力运用

知识点1　协同进化与生物多样性

1.下列关于物种的叙述，不正确的是（　　）

A.同一物种的个体可以组成一个或多个种群

B.新物种形成意味着生物能以新的方式利用环境条件

C.协同进化都是通过物种之间的生存斗争实现的

D.新物种形成不一定经过地理隔离

C　**解析**：同一物种的个体由于地理隔离可以组成多个种群，A正确；新物种形成表示其性状和适应环境的能力有所改变，会以新的方式来利用环境条件，B正确；协同进化是指不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展，并不都是通过物种之间的生存斗争实现的，C错误；多数物种形成需要经过地理隔离，但少数物种如多倍体形成可以不经过地理隔离，D正确。

2.下列关于进化过程中有关生物类型出现顺序的几种描述，可能性最大的是（　　）

A.自养→异养厌氧→异养需氧

B.异养需氧→异养厌氧→自养

C.自养厌氧→异养需氧→光能合成自养

D.异养厌氧→光能合成自养→异养需氧

D　**解析**：原始地球环境无氧气，那时生物代谢类型应为异养厌氧型，地球上出现光能自养型生物后，才有了氧气，从而为异养需氧型生物的出现创造了条件，D正确。

3.世界自然基金会发表报告指出，在1998年至2008年的10年间，新几内亚岛上发现了1 060种新物种，其中有12种为哺乳动物，如居住在火山里的羊毛鼠、惹人喜爱的扁鳍海豚等。下列关于协同进化与生物多样性的叙述，正确的是（　　）

A.物种之间的协同进化都是通过物种之间的生存斗争实现的

B.生物多样性的形成也就是新的物种不断形成的过程

C.自然选择学说可以解释生物的多样性和适应性

D.不同物种之间在相互影响中不断进化和发展，这就是协同进化

C　**解析**：物种之间的协同进化既可以是相互斗争、相互淘汰，也可以是在互利的条件下相互选择，共同进化，A错误；生物多样性包括遗传多样性（基因多样性）、物种多样性和生态系统多样性三个层次，而新的物种的形成只是其中一个方面，B错误；生物生存的环境是多种多样的，生物对环境的适应形

成了生物的多样性，同时自然界中的生物，为了生存而进行激烈的斗争，适者生存，不适者被淘汰掉，故自然选择学说能解释生物的多样性和适应性，C正确；协同进化是指不同物种之间、生物与无机环境之间的协同进化，D错误。

知识点2　现代生物进化理论的发展

4.红松种子是贮食动物（如松鼠）重要的食物来源，它们在秋季埋藏红松种子为自己贮藏越冬粮食。红松通过进化使其种子获得了一系列特质：如红松种子被紧密地包被在球果内，难于取出；红松种子的种壳较厚且十分坚硬，不易嗑开等。红松和贮食动物形成了复杂而微妙的协同进化关系。下列有关说法错误的是（　　）

A.生物多样性是协同进化的结果

B.红松种群不同个体之间存在协同进化

C.红松与其所处的无机环境存在协同进化

D.松鼠和红松之间可以通过种间斗争实现协同进化

B　**解析**：根据分析可知，生物多样性是协同进化的结果，A正确；协同进化是指不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展，种群中不同个体之间不存在协同进化，B错误；根据分析可知，生物与无机环境之间存在协同进化，C正确；根据分析可知，松鼠和红松属于不同物种，可以通过种间斗争实现协同进化，D正确。

综合性·创新提升

5.《齐民要术》中《种谷》《水稻》等篇的很多描述都体现了生物学知识，如“凡谷，成熟有早晚，苗秆有高下，收实有多少，质性有强弱，米味有美恶，粒实有息耗”。据此分析，下列相关叙述正确的是（　　）

A.谷物成熟的早晚、苗秆的高下等均为由一对等位基因控制的相对性状

B.不同品种的水稻之间协同进化形成了遗传多样性和物种多样性

C.不考虑环境的因素，谷物的成熟期、植株的高度不同是变异的结果，变异都可以为进化提供原材料

D.质性（耐水、耐旱、抗虫等性状）有强弱，环境会对个体的表型起直接选择的作用

D　**解析**：谷物成熟的早晚、苗秆的高下等均是相对性状，不一定由一对等位基因控制，A错误；协同进化是指不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展，不同品种的水稻是同一个物种，不存在协同进化，B错误；不考虑环境的因素，谷物的成熟期、植株的高度不同是变异的结果，只有可遗传变异为进化提供原材料，C错误；质性（耐水、耐旱、抗虫等性状）有强弱，环境会对个体的表型起直接选择的作用，间接选择的是基因型，D正确。

6.朱鹮有着东方宝石的美誉，曾广泛分布于中国、日本、俄罗斯和朝鲜半岛。由于环境恶化等原因导致其种群数量急剧降低，1981年全球只剩余13只朱鹮，其中中国7只、日本6只。在我国科研人员的努力下，朱鹮的数量已经由7只发展到7 000多只。下列说法错误的是（　　）

A.一个物种的形成或绝灭会影响到若干其他物种的进化

B.朱鹮曾经近乎灭绝说明其对环境的适应具有相对性

C.朱鹮天敌的存在不利于朱鹮种群的进化

D.通过测定细胞色素c的氨基酸序列可比较朱鹮与丹顶鹤亲缘关系的远近

C　**解析**：由于不同物种之间存在直接或间接的关系，故一个物种的形成或绝灭会影响到若干其他物种的进化，A正确；由于环境恶化等因素导致朱鹮曾经近乎灭绝，说明朱鹮对环境的适应具有相对性，B正确；协同进化是指不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展，由“协同进化”的概念可知，朱鹮天敌的存在会促进朱鹮种群的进化，C错误；在进化上亲缘关系越近，细胞色素c的氨基酸序列越相似，D正确。

7.（2022·河北卷）某植物叶片含有对昆虫有毒的香豆素，经紫外线照射后香豆素毒性显著增强。乌凤蝶可以将香豆素降解，消除其毒性。织叶蛾能将叶片卷起，取食内部叶片，不会受到毒害。下列叙述错误的是（　　）

A.乌凤蝶进化形成香豆素降解体系，是香豆素对其定向选择的结果

B.影响乌凤蝶对香豆素降解能力的基因突变具有不定向性

C.为防止取食含有强毒素的部分，织叶蛾采用卷起叶片再摄食的策略

D.植物的香豆素防御体系和昆虫的避免被毒杀策略是协同进化的结果

C　**解析**：由于基因突变等变异，乌凤蝶中存在对香豆素降解能力强和降解能力弱的个体，香豆素可将降解能力强的个体选择并保存下来，故乌凤蝶进化形成香豆素降解体系，是香豆素对其定向选择的结

果，A 正确；基因突变是不定向的，自然选择是定向的，B 正确；分析题意可知，经紫外线照射后香豆素毒性显著增强，织叶蛾能将叶片卷起可减少紫外线引起的香豆素含量增加，该行为是香豆素对其进行选择的结果，而非织叶蛾主动适应环境的结果，C 错误；协同进化是指不同物种之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展，由于任何一个物种都不是单独进化的，因此植物的香豆素防御体系和昆虫的避免被毒杀策略是协同进化的结果，D 正确。

8. 狼和鹿是捕食和被捕食的关系，从进化的角度分析，下列说法错误的是（　　）

A. 狼在客观上起着促进鹿发展的作用

B. 狼的存在有利于增加物种多样性

C. 鹿奔跑速度的加快可加速狼的进化

D. 鹿的进化速度比狼的进化速度快

D　**解析**：任何一个物种都不是单独进化的，不同物种之间在相互影响中协同进化和发展。狼和鹿互为对方的生物环境，互相进行选择。相互选择的结果使双方都朝着快速奔跑的方向进化，它们的进化速度是相当的，不能比较快慢，D 错误。

9. 帝王蝶以植物马利筋为食，但马利筋会分泌某种可与动物体内的钠—钾泵结合的物质，量大可致命。研究者通过基因测序发现帝王蝶的钠—钾泵基因发生了突变，从而具有抗毒能力。下列有关叙述错误的是（　　）

A. 突变和基因重组都能为生物进化提供原材料

B. 帝王蝶通过突变产生了新基因，从而获得抗毒性状

C. 帝王蝶的该种钠—钾泵突变是主动适应环境变化的结果

D. 自然选择使帝王蝶种群基因频率改变，从而决定了生物进化的方向

C　**解析**：根据现代生物进化理论的基本观点可知，突变和基因重组都能为生物进化提供原材料，A 正确；帝王蝶通过突变产生原来不存在的新基因，从而获得抗毒性状，B 正确；帝王蝶的该种钠—钾泵突变属于基因突变，基因突变是不定向的，有些突变是适应环境的，但大部分的突变是不适应环境的，所以不能说帝王蝶的该种钠—钾泵突变是主动适应环境变化的结果，C 错误；自然选择使种群的基因频率发生定向的改变并决定生物进化的方向，D 正确。

10. 根据以下资料回答问题：

根据分类学的记载，地球上生活着的生物有 200 多万种，但是每年都有新物种被发现。近年来在 3 000 m 深的深海热泉孔周围，发现了以前没有记载的生物。这就说明，生物界还有待人们的继续发现，有人估计现存生物的实际种类应当在 450 万种左右。

(1) 从遗传水平看，生物新性状的出现主要是_____的结果，而进行有性生殖的生物，后代的不同表型主要是_____的结果。

(2) 从进化角度看，生物物种的多样性主要是_____综合作用的结果。

(3) 我国的四川、甘肃等地，在海拔 2 000～4 000 m 的高山中生活着珍稀动物大熊猫。据统计，目前野生大熊猫的数量为 1 800 只左右，为我国国家一级重点保护野生动物。

①造成大熊猫濒危的因素有很多，如食物结构简单，繁殖力_____，但主要原因是_____。

②从生物多样性的角度看，如果大熊猫灭绝，就意味着该物种所拥有的全部_____从地球上永远消失，从长远发展来看，必定会对生态系统的稳定性造成影响。

③有的学者提出，通过克隆技术大量繁殖大熊猫，然后再将它们送回野生环境以增加其种群数目。从遗传多样性的角度分析，这样做的最大弊端是_____。

解析：(1) 变异的来源有基因突变、基因重组、染色体变异，而生物性状具有多样性主要是由基因突变造成的，而进行有性生殖的生物，后代的不同表型主要是基因重组的结果。(2) 变异的不定向性及生物生存的多种多样的环境对生物进行不同方向的自然选择导致生物性状的多样性。(3)① 大熊猫濒临灭绝的原因有多方面，如食物单一，繁殖力很弱，但主要原因是人类的活动干扰以及破坏了大熊猫的生存环境。② 一种生物的灭绝会导致该种生物的基因全部消失。③ 克隆技术的运用能够实现种群数目的增加，但会破坏种群基因库中基因的多样性。

答案：(1) 基因突变　基因重组　(2) 环境的多样性及突变和基因重组、自然选择及隔离　(3)① 很弱　人类活动干扰以及破坏了大熊猫的生存环境　② 基因　③ 破坏种群基因库中基因的多样性

单元活动构建

单元活动　运用“基因频率”解遗传学问题

「单元任务」

任务内容	
任务一	运用基因频率解自由交配问题
任务二	运用基因频率分析群体遗传问题

「任务导引」

“哈迪—温伯格定律”是指在理想状态下，各等位基因的频率在遗传中是稳定不变的，即保持着基因平衡。该定律的适用条件有：①种群足够大；②种群个体间随机交配；③没有突变；④没有选择；⑤没有迁移；⑥没有遗传漂变。此时各基因频率和各基因型频率存在如下等式关系并且保持不变：当等位基因只有一对(Aa)时，设基因 A 的频率为 p，基因 a 的频率为 q，则 $p+q=1$，$p^2+2pq+q^2=1$ 。

“哈迪—温伯格定律”的意义包括：

(1)揭示了群体基因频率和基因型频率的遗传规律，据此可使群体的遗传性能保持相对稳定，这是畜禽保种的理论依据。

(2)在畜禽育种中可采用先打破群体原有的遗传平衡，再建立新的遗传平衡的方法，改良原品种或创造新品种，这是本品种选育、品系繁育和杂交育种的理论依据。

(3)揭示了在一个随机交配群体中基因频率与基因型频率间的关系，从而为在不同情况下计算不同群体的基因频率和基因型频率提供了方法。

「任务突破」

任务一　运用基因频率解自由交配问题

活动 1　杂合子(Aa)连续自交 n 次，F_n 中杂合子的比例为 $1/2^n$，基因型为 AA 的纯合子所占比例为 $(1-1/2^n)/2$。若每次自交后都淘汰隐性个体，则 F_n 中杂合子的比例为 $2/(2^n+1)$，纯合子所占比例为 $(2^n-1)/(2^n+1)$。

活动 2　杂合子(Aa)连续自由交配 n 次，F_n 杂合子的比例为 $1/2$。若每次自由交配后都淘汰隐性个体，则 F_n 杂合子的比例为 $2/(n+2)$。

任务二　运用基因频率分析群体遗传问题

活动 1　二倍体野生稻甲的 7 号染色体上有抗病基因 H，野生稻乙的 12 号染色体上有耐缺氮基因 T，而栽培稻丙染色体相应位置均为隐性基因。我国科学家做了如下杂交实验，测得 F_2 群体中不同基因型个体数如下表。请回答下列问题：

亲本	甲(母本)×丙			乙(母本)×丙		
F_1	植株 X			植株 Y		
F_2	HH	Hh	hh	TT	Tt	tt
	12	120	108	54	97	49

(1)植株 Y 的基因型是 hhTt(仅考虑 T/t、H/h 基因)，耐缺氮性状的遗传遵循基因的分离定律，判断的依据是 F_2 中 TT、Tt、tt 的比例为 1∶2∶1。

(2)F_2 群体中 HH、Hh、hh 基因型个体的数量比是 1∶10∶9，不符合典型的孟德尔遗传比例，科学人员进一步研究发现品种甲 7 号染色体上有另一个基因 R，R 会产生毒性蛋白抑制大部分花粉发育，品种乙、品种丙 7 号染色体上有 r 基因(基因 R 控制种子为茶褐色，r 控制灰色)。据此提出假说：F_1 产生的雌配子育性正常，而带有 H 基因的花粉成活率约为1/9。

(3)若让甲(母本)和乙杂交后 F_1 再自交，则 F_2 中抗病、耐缺氮的个体所占比例为33/80。

(4)科学家发现水稻 12 号染色体上的 t 基因纯合后，可诱导 7 号染色体上联会时发生互换，为了培育较多的“抗病、耐缺氮、花粉完全可育”的品种，让植株 X 作父本(填“母本”或“父本”)与乙杂交得子代，子代表型有①抗病茶褐粒、②抗病灰粒、感病茶褐粒、感病灰粒 4 种，从中选择符合育种要求的植株进行培育。

活动 2　果蝇的翅型有卷翅和正常翅。常染色体上的等位基因(A、a)为隐性时表现为正常翅，且 A 基因纯合时受精卵不能发育。X 染色体上的等位基因(B、b)也控制果蝇的卷翅和正常翅。两对基因中只要一对基因为卷翅基因，果蝇就表现为卷翅。为研究果蝇卷翅性状的遗传情况，选择 1 只卷翅雌果蝇和 1 只双隐性(aaX^bY)卷翅雄果蝇进行测交，F_1 随机交配得 F_2，杂交结果如下表所示：

P	卷翅♀	卷翅♂
F_1	1/4 正常翅♀：1/4 卷翅♀	1/4 正常翅♂：1/4 卷翅♂
F_2	6/20 正常翅♀：4/20 卷翅♀	3/20 正常翅♂：7/20 卷翅♂

(1)控制果蝇翅型性状的基因的遗传遵循基因的自由组合定律。

(2)亲代雌果蝇的基因型为 AaX^BX^B，其产生的初级卵母细胞中 A 基因有 2 个。

(3)F_2 卷翅果蝇中有 5 种基因型，其中纯合子所占的所占比例为 3/11。

(4)若让 F_1 卷翅雌果蝇与 F_1 正常翅雄果蝇进行杂交，子代的表现种类及比例为正常翅♀：卷翅♀：正常翅♂：卷翅♂=2：2：1：3。

「活动达标」

1.番茄的红果由显性基因(A)控制，黄果由隐性基因(a)控制。红果番茄(Aa)连续自交，下列叙述错误的是 (　　)

A.若连续自交 3 代，第 3 代中 AA 所占比例为 7/16

B.若连续自交 n 代，当 $n\to\infty$ 时，子代中纯合子所占比例约为 1/2

C.若连续自交 3 代，且逐代淘汰 aa，则第3 代中 Aa 所占比例为 2/9

D.若连续自交 n 代，且逐代淘汰 aa，子代中 AA 所占比例约为 $(2^n-1)/(2^n+1)$

B　**解析**：基因型为 Aa 的个体，连续自交，则第 n 代各类个体所占的比例：

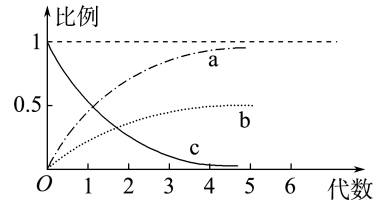
F_n	所占比例
杂合子	$1/2^n$
纯合子	$1-1/2^n$
显性纯合子	$1/2-1/2^{n+1}$
隐性纯合子	$1/2-1/2^{n+1}$
显性性状个体	$1/2+1/2^{n+1}$
隐性性状个体	$1/2-1/2^{n+1}$

则连续自交 3 代，第 3 代中 AA 所占比例为 7/16，A 正确；连续自交 n 代，子代纯合子所占比例为 $1-1/2^n$，当 $n\to\infty$ 时，子代中纯合子所占比例约为 1，B 错误；基因型为 Aa 的个体，连续自交，且逐代淘汰 aa，则第 n 代各类个体所占比例如下：

F_n	所占比例
杂合子 Aa	$2/(2^n+1)$
纯合子 AA	$(2^n-1)/(2^n+1)$

第 3 代中 Aa 所占比例为 2/9，C 正确；第 n 代 AA 所占比例约为 $(2^n-1)/(2^n+1)$，D 正确。

2.将基因型为 Aa 的豌豆连续自交，后代中的纯合子和杂合子按所占的比例得到如下所示的曲线图。据图分析，下列说法错误的是 (　　)



A.a 曲线可代表自交 n 代后纯合子所占的比例

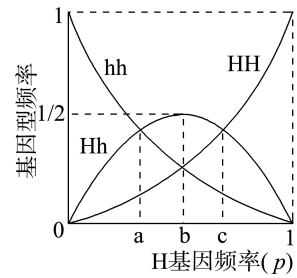
B.b 曲线可代表自交 n 代后显性纯合子所占的比例

C.隐性纯合子的比例比 b 曲线所对应的比例要小

D.c 曲线可代表后代中杂合子所占比例随自交代数的变化

C　**解析**：杂合子自交 n 代，后代纯合子所占的比例为 $1-1/2^n$，自交代数越多，该值越趋向于 1，对应于题图中 a 曲线，A 正确；纯合子包括显性纯合子和隐性纯合子，并且它们的比例相等，并且显性纯合子占 $1/2(1-1/2^n)$，自交代数越多，该值越趋向 1/2，对应 b 曲线，B 正确；显性纯合子和隐性纯合子所占比例相等，因此隐性纯合子的比例也可用 b 曲线表示，C 错误；杂合子的比例为 $1/2^n$，随着自交代数的增加，后代杂合子所占比例越来越小，且无限接近于 0，对应 c 曲线，D 正确。

3.玉米的高秆(H)对矮秆(h)为显性。现有若干 H 基因频率不同的玉米群体，在群体足够大且没有其他因素干扰时，每个群体内随机交配一代后获得 F_1。各 F_1 中基因型频率与 H 基因频率(p)的关系如下图所示。下列分析错误的是 (　　)



A.$0<p<1$ 时，亲代群体都可能只含有纯合子

B.只有 $p=b$ 时，亲代群体才可能只含有杂合子

C.$p=a$ 时，显性纯合子在 F_1 中所占的比例为 1/9

D.$p=c$ 时，F_1 自交，子代中纯合子所占比例为 5/9

D　**解析**：该群体的基因频率符合遗传平衡定律。

当亲代只有 HH 和 hh 存在时，由于其基因型的比率不同，p 的值也不同，取值范围为 $0<p<1$，A 正确；若亲代只有杂合子，则 H、h 的基因频率均为 1/2，F_1 中 HH、Hh、hh 的基因型频率分别为 1/4、1/2、1/4，对应图中 $p=b$ 时，B 正确；当 $p=a$ 时，由题图可知，Hh 的基因型频率＝hh 的基因型频率，根据遗传平衡定律，可知 $2a(1-a)=(1-a)(1-a)$，解得 $a=1/3$，F_1 中显性纯合子的比例为 $a\times a=1/9$，C 正确；当 $p=c$ 时，HH 的基因型频率＝Hh 的基因型频率，根据遗传平衡定律，可知 $c\times c=2c(1-c)$，解得 $c=2/3$，则 F_1 中，HH＝4/9，Hh＝4/9，hh＝1/9，F_1 自交，其子代杂合子 Hh＝(4/9)×(1/2)＝2/9，纯合子所占比例为 1－2/9＝7/9，D 错误。

4. 水稻抗病对不抗病为显性，现以杂合抗病水稻(Tt)为亲本，连续自交 3 代，F_3 中杂合抗病水稻的概率及每次自交后均除去不抗病水稻再自交后纯合抗病水稻的概率分别是　　(　　)

A.1/4、7/16　　B.1/4、7/9

C.1/8、7/9　　D.1/8、7/16

C　**解析**：由题可知杂合抗病水稻的基因型为 Tt，①连续自交 3 代，F_3 中杂合抗病水稻(Tt)的概率为 $(1/2)^3=1/8$；②Tt 个体连续自交 3 代，每次自交后均去除不抗病水稻(tt)，则 F_3 中杂合抗病水稻(Tt)的概率为 $2/(2^3+1)=2/9$，故 F_3 中纯合抗病水稻(TT)的概率为 7/9，C 正确。

5. 已知一个群体中，血友病的基因频率和基因型频率保持不变，且男性群体和女性群体的该致病基因频率相等。假设男性群体中血友病患者的比例为 1%，则该男性群体中血友病致病基因频率和女性群体中携带者的比例分别为　　(　　)

A.1%、1.98%　　B.1%、0.99%

C.1%、1%　　D.0.5%、0.98%

A　**解析**：人类血友病是伴 X 染色体隐性遗传病，设相关基因为 H、h。男性群体中血友病患者的比例为 1%，则该男性群体中血友病致病基因频率为 1%，由于男性群体和女性群体的该致病基因频率相等，所以女性群体的该致病基因(X^h)频率为 1%，正常基因(X^H)频率为 99%，所以女性群体中携带者(X^HX^h)的比例为 $2\times1\%\times99\%=1.98\%$，A 正确。

6. 在某果蝇种群中，灰身对黑身为显性，由常染色体上的等位基因 B、b 控制，其中含 b 基因的雄配子成活率为 50%。现以若干基因型为 Bb 的雌、雄果蝇作亲本进行杂交实验。下列有关分析正确的是　　(　　)

A.基因型为 Bb 的雌、雄果蝇亲本产生的含 b 基因的雄配子少于含 b 基因的雌配子

B.让基因型为 Bb 的雌雄个体杂交，F_1 中基因型为 bb 的个体占 1/4

C.F_1 雌雄个体随机交配，F_2 灰身果蝇中纯合子占 49/114

D.F_1 个体产生含 B 与 b 基因的雌配子的比例为 7∶5

D　**解析**：基因型为 Bb 的雌、雄果蝇亲本产生的含 b 基因的雄配子远多于含 b 基因的雌配子，即使含 b 基因的雄配子成活率为 50%，含 b 基因的雄配子也多于含 b 基因的雌配子，A 错误；让基因型为 Bb 的雌雄个体杂交，Bb 雄性产生的雄配子 b 成活率为 50%，所以 B∶b＝2∶1，Bb 雌性产生配子 B∶b＝1∶1，F_1 中 bb＝(1/3)×(1/2)＝1/6，B 错误；F_1 雌雄个体(根据上述分析可知，2/6BB、3/6Bb、1/6bb)随机交配，其雄配子 B∶b＝14∶5，雌配子 B∶b＝7∶5，F_2 灰身果蝇 BB＋Bb＝(14/19)×(7/12)＋(14/19)×(5/12)＋(5/19)×(7/12)＝203/228，其中纯合子 BB 占 (14/19)×(7/12)÷(203/228)＝98/203，C 错误，D 正确。

7. 某小组调查某一果蝇种群时发现，只有红眼 X^AX^a∶白眼 X^aX^a∶白眼 X^aY＝1∶1∶1，且存在某一基因型胚胎致死现象。下列叙述错误的是　　(　　)

A.果蝇计数要待麻醉后，在白纸上用毛笔进行计数，结束后再放回培养瓶中培养

B.让它们随机交配，F_1 中含有 A 基因的个体∶含有 a 基因的个体＝1∶7

C.让它们随机交配，F_2 中白眼雌果蝇的概率是 7/16

D.让它们随机交配若干次，则该种群中 a 基因频率逐渐增大

C　**解析**：为了便于统计，果蝇要待麻醉后，在白纸上用毛笔进行计数，结束后再放回培养瓶中培养，A 正确；让它们随机交配，雌蝇能产生的配子及比例为 $1/4X^A$、$3/4X^a$，雄蝇能产生的配子及比例为 $1/2X^a$、1/2Y，并且根据题意可知，X^A 显性纯合致死，F_1 基因型为 $1/7X^AX^a$、$3/7X^aX^a$、$3/7X^aY$，F_1 中含有 A 基因的个体∶含有 a 基因的个体＝1∶7，B 正确；让它们随机交配，由 B 选项 F_1 结果可知，F_1 形成的雌配子中 $1/8X^A$、$7/8X^a$，雄配子中 $1/2X^a$、1/2Y，F_2 中白眼雌果蝇的概率是 $(7/8\times1/2)\div[1-(1/8)\times(1/2)]=7/15$，C 错误；让它们随机交配若干次，由于 X^AY 致死，则该种群中 A 基因频率逐渐减小，a 基因频率逐渐增大，D 正确。

8. 某昆虫($2N=22$)为 XY 型性别决定类型，眼色由 X

染色体上的A、a基因控制，红眼对白眼为显性。翅形由常染色体上的B、b基因控制，缺刻翅对正常翅为显性，现用红眼缺刻翅雌性个体与白眼正常翅雄性个体杂交，结果如下表。

P	红眼缺刻翅♀×白眼正常翅♂
F_1	♀：红眼缺刻翅150只、红眼正常翅152只 ♂：只有红眼正常翅149只

(1)研究该种昆虫的染色体形态，最多可以观察到_____种形态。

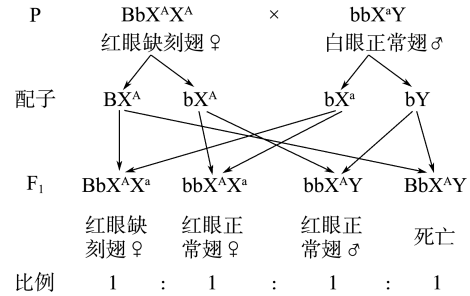
(2)亲本的基因型为_____，F_1雌性个体产生配子的基因型及比例为_____。研究发现，F_1雄性个体中不存在缺刻翅个体，_____(填“是”或者“不是”)由雄配子死亡引起的，原因是_____。

(3)F_1随机交配产生F_2的表型及比例为_____。

(4)请画出杂交实验中亲本到F_1的遗传图解。

解析：(1)该种昆虫为$2N=22$的XY型性别决定类型，故常染色体有10种形态，X和Y染色体形态不同，故最多可观察到12种形态。(2)已知眼色由X染色体上的A、a基因控制，红眼雌果蝇和白眼雄果蝇杂交后代只有红眼，说明亲本基因型为X^AX^A和X^aY；已知缺刻翅对正常翅为显性，缺刻翅和正常翅杂交，后代出现了正常翅，说明亲本的基因型为Bb和bb，即亲本雌果蝇基因型为BbX^AX^A，雄果蝇基因型为bbX^aY；F_1雌果蝇的基因型为$1/2BbX^AX^a$、$1/2bbX^AX^a$，故F_1雌性个体产生配子的基因型及比例为$BX^A:bX^A:BX^a:bX^a=1:3:1:3$。若bY基因型雄配子死亡，则$F_1$中将没有雄性个体；若$bX^a$基因型雄配子死亡，则$F_1$中将没有雌性个体，故$F_1$不存在缺刻翅个体不是雄配子死亡引起的，是Bb的雄性个体致死所引起。(3)F_1雄果蝇的基因型为bbX^AY，产生的雄配子基因型及比例为$bX^A:bY=1:1$，由(2)分析可知，F_1产生的雌配子及比例为$BX^A:bX^A:BX^a:bX^a=1:3:1:3$，故$F_1$随机交配产生的$F_2$的基因型及比例为$BbX^AX^A:bbX^AX^A:BbX^AX^a:bbX^AX^a:BbX^AY$(致死)$:bbX^AY:BbX^aY$(致死)$:bbX^aY=1:3:1:3:0:3:0:3$，故其表型及比例为缺刻翅红眼♀：正常翅红眼♀：正常翅红眼♂：正常翅白眼♂$=2:6:3:3$。(4)亲本到F_1的遗传图解见答案。

答案：(1)12　(2)BbX^AX^A与bbX^aY　$BX^A:bX^A:BX^a:bX^a=1:3:1:3$　不是　若bY基因型雄配子死亡，则F_1中将没有雄性个体；若bX^a基因型雄配子死亡，则F_1中将没有雌性个体，故F_1不存在缺刻翅个体不是雄配子死亡引起的　(3)缺刻翅红眼♀：正常翅红眼♀：正常翅红眼♂：正常翅白眼♂$=2:6:3:3$　(4)遗传图解见下图



9.果蝇的正常眼和星眼受等位基因A、a控制，正常翅和小翅受等位基因B、b控制，其中有1对基因位于常染色体上。为进一步研究遗传机制，以纯合个体为材料进行了杂交实验，各组合重复多次，结果如下表。

杂交组合	P		F_1	
	♀	♂	♀	♂
甲	星眼正常翅	正常眼小翅	星眼正常翅	星眼正常翅
乙	正常眼小翅	星眼正常翅	星眼正常翅	星眼小翅
丙	正常眼小翅	正常眼正常翅	正常眼正常翅	正常眼小翅

(1)综合考虑A、a和B、b两对基因，它们的遗传符合孟德尔遗传定律中的_____。组合甲中母本的基因型为_____。

(2)若组合乙F_1的雌雄个体随机交配获得F_2，则F_2中星眼小翅雌果蝇占_____。果蝇的性染色体数目异常可影响性别，如XYY或XO为雄性，XXY为雌性。若发现组合甲F_1中有1只非整倍体星眼小翅雄果蝇，原因是母本产生了不含_____的配子。

(3)若有一个由星眼正常翅雌、雄果蝇和正常眼小翅雌、雄果蝇组成的群体，群体中个体均为纯合子。该群体中的雌雄果蝇为亲本，随机交配产生F_1，F_1中正常眼小翅雌果蝇占21/200、星眼小翅雄果蝇占49/200，则可推知亲本雄果蝇中星眼正常翅占_____。

解析：(1)甲、乙组中星眼与正常眼杂交，子代全为星眼，说明星眼为显性性状，且性别与性状无关，A、

a基因位于常染色体上；甲组中雌性正常翅与雄性小翅杂交，子代全为正常翅，乙组中雌性小翅与雄性正常翅杂交，子代中雌性为正常翅，雄性为小翅，说明该性状与性别相关联，位于X染色体上，且正常翅为显性性状；两对基因分别位于两对同源染色体上，它们的遗传遵循自由组合定律；组合甲中雌性为星眼正常翅，均为显性性状，且为纯合子，故基因型为AAX^BX^B。(2)组合乙为雌性正常眼小翅(aaX^bX^b)×雄性星眼正常翅(AAX^BY)，F_1基因型为AaX^BX^b、AaX^bY，F_1的雌雄个体随机交配获得F_2，则F_2中星眼小翅雌果蝇($A_X^bX^b$)占(3/4)×(1/4)=3/16；组合甲基因型为AAX^BX^B、aaX^bY，F_1的基因型为AaX^BX^b、AaX^BY，若发现组合甲F_1中有1只非整倍体星眼小翅雄果蝇，则个体基因型可能为AaX^bO，原因是母本减数分裂时两条X染色体移向一极，产生了不含X染色体的卵细胞，再与父本产生的X^b的精子结合形成XO型的受精卵。(3)若有一个由纯合子星眼正常翅雌果蝇(AAX^BX^B，产生的配子为AX^B)、星眼正常翅雄果蝇(AAX^BY，产生的配子为AX^B、AY)和正常眼小翅雌果蝇(aaX^bX^b，产生的配子为aX^b)、正常眼小翅雄果蝇(aaX^bY，产生的配子为aX^b、aY)组成的群体，随机交配后F_1中正常眼小翅雌果蝇(aaX^bX^b)占21/200=$aX^b\times aX^b$，星眼小翅雄果蝇(AaX^bY)占49/200=$AY\times aX^b$，则可推知亲本雄果蝇中星眼正常翅(AAX^BY)=7/10。

答案：(1)自由组合定律　AAX^BX^B　(2)3/16　X染色体　(3)7/10

第6章质量评估

(90分钟　100分)

一、选择题(本题包括16个小题，每小题3分，共48分)

1.化石是保存在地层中的古生物遗迹，记录着地球和生物进化的历史。下表统计的是不同年龄的地层中首次出现的生物类群化石。下列叙述错误的是(　　)

地层年龄(百万年前)	首次出现的生物类群(化石)
245—144	鸟类、哺乳类
360—286	爬行类
408—360	昆虫、两栖类
505—438	鱼类
700	多细胞生物
2 100	单细胞真核生物

A.最早形成的地层中的生物类群包含生产者、消费者和分解者

B.出现爬行类化石的地层中也可能出现昆虫和两栖类的化石

C.越晚形成的地层中首次出现的生物越高等，其结构越复杂

D.该资料证实生物是由原始的共同祖先逐渐进化而来的

A　**解析**：最早形成的地层中的生物类群不包含消费者，A错误；根据表格信息，爬行类出现在昆虫、两栖类之后，B正确；越早形成的地层里，形成化石的生物越简单、越低等，越晚形成的地层里，首次出现的生物越复杂、越高等，C正确；化石在不同年龄地层中的出现记录了生物的产生与进化历程，化石证据证实了现今生物是由原始的共同祖先逐渐进化而来的，D正确。

2.达尔文在环球考察中观察到，在加拉帕戈斯群岛上生活着13种地雀，这些地雀的喙差别很大。按照现代生物进化理论，下列说法错误的是(　　)

A.不同岛屿的环境直接对地雀的基因型进行选择

B.不同岛屿上地雀发生的突变和基因重组不决定生物进化的方向

C.不同岛屿上地雀种群的基因频率都发生了定向改变

D.不同岛屿上地雀种群可能产生不同的突变和基因重组

A　**解析**：不同岛屿的环境直接选择的是地雀的表型，而非基因型，A错误；自然选择决定生物进化的方向，而突变和基因重组为生物进化提供原材料，且变异是不定向的，B正确；自然选择使不同岛屿上地雀种群的基因频率都发生了定向改变，C正确；不同的岛屿由于环境的不同，可能产生不同的突变和基因重组，D正确。

3.墨西哥有一种穴居盲鱼，生活在黑暗的石灰岩洞的淡水中。大部分穴居盲鱼的眼睛都非常小，有些甚至没有眼睛，完全失去了视力功能。下列推测合理的是(　　)

A.盲鱼视力的丧失，可能是黑暗诱导下相关基因突变导致的

B.视力功能退化的盲鱼越来越多，是自然选择的结果

C.视力正常的盲鱼与完全失去视力功能的盲鱼存在着生殖隔离

D.该盲鱼种群基因频率的变化只与环境的选择作用有关

B　**解析**：变异发生在自然选择之前，盲鱼视力的丧失，是自然选择（黑暗环境）的结果，A 错误，B 正确；视力正常的盲鱼与完全失去视力功能的盲鱼仍属于同一物种，两者之间不存在生殖隔离，C 错误；种群基因频率的变化除了与环境的选择作用有关，还与突变等有关，D 错误。

4.原产于马达加斯加某地的彗星兰具有细长的花距，花距底部储存着花蜜，主要由有细长口器的天蛾在采蜜中完成传粉。多年后研究人员在马达加斯加某地发现另一个彗星兰品种，其花距底部花蜜大量减少，二乙酸甘油酯（一种脂质化合物）有所增加，其传粉者为采油蜂类。下列说法错误的是（　　）

A.彗星兰自身的遗传变异与传粉昆虫的相互作用导致了上述适应性状的形成

B.彗星兰种群中与花距分泌物形成相关的基因频率的改变可能与传粉昆虫的变化有关

C.传粉动物变换引起兰花花距分泌物有关基因发生变异

D.传粉动物口器的长短决定着不同兰花个体将某基因传递给后代的概率

C　**解析**：彗星兰自身的遗传变异与传粉昆虫的相互作用导致了题述适应性状的形成，淘汰了不适应环境的个体，A 正确；传粉动物变换会对该兰花种群中花距分泌物进行选择，从而影响该兰花种群中花距分泌物有关基因频率的改变，B 正确；基因突变具有不定向性，C 错误；由题干信息可知，传粉动物的长短决定着不同兰花个体能否完成传粉产生后代，这说明传粉动物的长短决定着不同兰花个体将其基因传递给后代的概率，D 正确。

5.狒狒种群中存在等级，经个体间的战斗较量之后，体格最强壮、最凶猛的雄狒狒成为“首领”，它在选择食物、与雌性交配方面都处于优先地位。“首领”也负责指挥整个种群，与其他雄狒狒共同保卫种群。下列相关叙述不正确的是（　　）

A.狒狒种群通过种间竞争建立了等级制度

B.生活在一定区域的所有狒狒构成一个种群

C.“首领”优先享有配偶，有利于优良基因的传递

D.战斗较量对战败个体不利，对种群的延续有利

A　**解析**：狒狒种群通过种内斗争建立了等级制度，A 错误；种群是指生活在一定区域的同种生物全部个体的集合，B 正确；“首领”优先享有配偶，有利于优良基因的传递，C 正确；战斗较量对战败个体不利，对种群的延续有利，说明生存斗争有利于种群的进化，D 正确。

6.浙江浦江县上山村发现了距今 1 万年的稻作遗址，证明我国先民在 1 万年前就开始了野生稻驯化。经过长期驯化和改良，现代稻产量不断提高。尤其是袁隆平院士培育成的超级杂交稻品种，创造水稻高产新纪录，为我国粮食安全作出杰出贡献。下列叙述正确的是（　　）

A.自然选择在水稻驯化过程中起主导作用

B.现代稻的基因库与野生稻的基因库完全相同

C.驯化形成的现代稻保留了野生稻的各种性状

D.超级杂交稻品种的培育主要利用基因重组原理

D　**解析**：自然选择通常选择出的是适应环境条件的类型，而人工选择选择的通常是对人类有利的类型，故人工选择在水稻驯化过程中起主导作用，A 错误；基因库是指一个种群所有基因的总和，经过长期驯化和改良，现代稻产量不断提高，则可推测现代稻与野生稻的基因库不完全相同，B 错误；驯化形成的现代稻保留了野生稻的优良性状，而一些不利性状在选择中被淘汰，C 错误；超级杂交稻品种的培育借助于杂交育种，该过程的原理主要是基因重组，D 正确。

7.我国东北松嫩平原主要种植粳稻，长江中下游平原主要种植籼稻。研究发现粳稻和籼稻的 *bZIP73* 基因存在一个核苷酸差异，使得这两种水稻表达的抗冻蛋白存在一个氨基酸差异，进而导致两种水稻抗寒性不同。下列叙述正确的是（　　）

A.两种水稻 *bZIP73* 基因的差异体现了遗传多样性

B.基因的碱基序列改变，对生物体一定是有害的

C.推测粳稻 *bZIP73* 基因表达的抗冻蛋白活性比籼稻的低

D.*bZIP73* 基因中核苷酸的差异导致粳稻与籼稻产生生殖隔离

A　**解析**：遗传多样性又称基因多样性，两种水稻 *bZIP73* 基因的差异增加了遗传多样性，A 正确；基因的碱基序列改变引起基因突变，基因突变对生物体不一定是有害的，也可能是有利的，B 错误；据题意，在我国北方地区主要种植粳稻、南方地区主要种植籼稻，北方比南方气温低，推测粳稻的 *bZIP73* 基因表达的抗冻蛋白的活性可能比籼稻的高，C 错误；*bZIP73* 基因中核苷酸的差异引起基因突变，并未导致粳稻与籼稻产生生殖隔离，两种水稻仍为同一物种，D 错误。

8. 青蒿是菊科蒿属植物，常分布于温暖、阳光充足的地方。青蒿素从青蒿的叶片中提取，具有抗疟疾、抑制癌细胞增殖等药用效果。青蒿新品种“科蒿1号”由科研人员将青蒿种子辐射处理选育而成，与野生型相比，具有茎枝粗壮、长势好、适应性强、抗病抗虫抗倒伏、青蒿素含量更高等特性。下列叙述错误的是（　　）

A.“科蒿1号”与野生型之间不存在生殖隔离

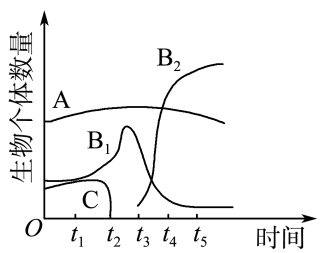
B.“科蒿1号”的培育方法称为诱变育种

C.在培育“科蒿1号”过程中，自然选择起主导作用

D.在青蒿开花季节遇到连续阴雨天气，会影响青蒿素的产量

C　**解析**：“科蒿1号”是通过基因突变选育的青蒿新品种，与野生型青蒿仍属于同一物种，不存在生殖隔离，A正确；辐射处理会提高基因的突变率，诱导生物出现新基因新性状，因此“科蒿1号”的培育方法称为诱变育种，B正确；在培育“科蒿1号”过程中，人工选择起主导作用，C错误；在青蒿开花季节遇到连续阴雨天气，会影响授粉，进而影响青蒿素的产量，D正确。

9. 某岛上一种动物的肤色有A、B_1、B_2、C 4种，不同肤色的个体数随时间的变化如下图所示。下列分析正确的是（　　）



A.此岛上所有该种动物的全部肤色基因构成基因库

B.种群内的基因朝着与环境颜色一致的方向突变

C.B_1和C的数量变化是自然选择的结果

D.t_5时期，B_2与A一定存在生殖隔离

C　**解析**：此岛上所有该种动物的全部基因构成基因库，A错误；种群内的基因突变是不定向的，B错误；B_1和C的数量减少甚至消失是自然选择的结果，C正确；不同肤色的个体不一定存在生殖隔离，D错误。

10. 原始鸟卵是白色无斑纹的，现在的鸟卵在卵色、斑纹等特征上存在明显差别。科研人员发现，洞巢中的鸟卵往往为白色，开放性巢的鸟卵一般有颜色或斑纹。某些鸟类会将卵产到其他鸟的巢中，由其代孵卵。以下关于卵色的推测，不合理的是（　　）

A.开放性巢鸟卵的颜色或斑纹降低了卵的隐蔽性

B.在光线差的环境下白色卵有利于亲鸟孵卵和翻卵

C.代孵卵与鸟巢中原有卵的卵色和斑纹高度相似

D.卵的颜色深浅或斑纹的有无是自然选择的结果

A　**解析**：开放性巢鸟卵的颜色或斑纹提高了卵的隐蔽性，A错误；白色卵在光线较差的环境下，如洞巢中，比较容易看到，从而有利于亲鸟孵卵和翻卵，B正确；代孵卵与鸟巢中原有卵的卵色和斑纹高度相似，使巢中鸟难辨真假，会把其当作自己的卵来孵化，C正确；卵的颜色深浅或斑纹的有无是自然选择的结果，D正确。

11. 胰岛素样生长因子(IGF)是动物机体主要的促生长因子。研究发现，贵州矮马成年个体比新疆伊犁马显著矮小，其*IGF*基因与新疆伊犁马的*IGF*基因存在部分碱基序列的差异，并且贵州矮马的*IGF*基因启动子区域出现了高度的DNA甲基化(DNA的核苷酸上被添加了甲基)。下列据此作出的分析，不正确的是（　　）

A.贵州矮马和新疆伊犁马的种群基因库存在差异

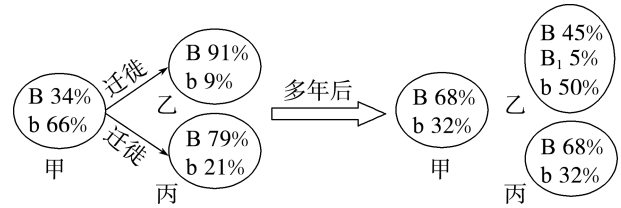
B.贵州矮马的DNA甲基化抑制了*IGF*基因的转录

C.贵州矮马引入新疆后会与伊犁马进化方向一致

D.贵州矮马的进化与基因突变、DNA甲基化有关

C　**解析**：贵州矮马和新疆伊犁马基因序列存在差异，因此种群基因库也存在差异，A正确；贵州矮马的*IGF*基因启动子区域出现了DNA甲基化，会抑制*IGF*基因的转录，B正确；贵州矮马与伊犁马对环境的适应能力不同，会导致两者的进化方向不同，C错误；贵州矮马的进化与基因突变、DNA甲基化有关，D正确。

12. 甲海岛上的某种鸟部分迁徙到相互隔绝的乙、丙两个海岛上，下图为刚迁入时和若干年后决定羽毛颜色相关基因的调查结果(B控制黑色、B_1控制黄色、b控制灰色)。下列推测正确的是（　　）



A.三个海岛上的这种鸟因长期地理隔离导致生殖隔离

B.鸟类迁入新岛屿后与天敌和无机环境协同进化

C.甲、丙两个岛屿的环境相同决定羽毛颜色朝着相同方向进化

D.乙岛上B_1基因的出现是羽毛颜色基因发生定向突变的结果

B　**解析**：新物种形成的过程为地理隔离→突变、基因重组、自然选择→生殖隔离→新物种形成，分析题图可知，甲岛的鸟迁徙到乙、丙两岛后，存在地理隔离，但不一定产生了生殖隔离，A错误。生物的进化是不同生物之间、生物与无机环境之间的协同进化，因此鸟类迁入新岛屿后会与其食物、

天敌和无机环境协同进化，B 正确。分析题图可知，甲岛进化过程中 B 基因频率逐渐升高，b 基因频率逐渐降低；丙种群在进化过程中 B 基因频率逐渐降低，b 基因频率逐渐升高，二者进化的方向不同，因此生存的环境不同，C 错误。基因突变是不定向的，D 错误。

13. 金鲳鱼是一种重要的海产经济鱼类。为获得更大收益，养殖户不断筛选生长更快的品种，但因苗种来源范围小、近亲繁殖普遍，种质退化现象较严重，人工养殖种群的遗传多样性低于野生种群。下列有关叙述错误的是（　　）

A. 生长更快的金鲳鱼养殖品种，是人工选择的结果

B. 野生种群和人工种群的基因库不同

C. 近亲繁殖会使隐性致病基因的纯合个体增加

D. 如果人工种群个体持续大量地逃逸到野外，会增加野生种群的遗传多样性

D　**解析**：为获得更大收益，养殖户不断筛选生长更快的品种，是为培养适合人类需要的生物品种，属于人工选择，A 正确；人工养殖种群与野生种群的基因库不同，B 正确；近亲繁殖能够使纯合基因型的频率迅速增加，C 正确；人工种群生长更快，若大量逃逸到野外，可能成为优势物种，从而使野生种群的遗传多样性降低，D 错误。

14. 丝兰的唯一授粉者是丝兰蛾。丝兰蛾将卵产在丝兰的子房内，产卵结束后主动帮助丝兰传粉，孵化出的幼虫会取食少量丝兰种子。如果丝兰蛾产卵过多，这朵花就会败育，幼虫也会因缺乏食物而死亡。下列叙述不正确的是（　　）

A. 突变和基因重组为丝兰蛾的进化提供了原材料

B. 丝兰对丝兰蛾的产卵量进行了定向选择

C. 若干年后，丝兰蛾的产卵量会越来越少

D. 丝兰和丝兰蛾间的互利共生是协同进化的结果

C　**解析**：可遗传变异为生物进化提供了原材料，可遗传变异的来源有基因突变、基因重组和染色体变异，其中基因突变和染色体变异统称为突变，A 正确；丝兰和丝兰蛾之间是互利共生关系，如果丝兰蛾产卵量过多，丝兰花就会败育，多产卵型的幼虫就会因缺少食物死亡，丝兰也就完成了对丝兰蛾的产卵量的定向选择，B 正确；丝兰和丝兰蛾的种群数量的变化呈现相同的波动趋势，因此丝兰蛾的产卵量不会越来越少，C 错误；丝兰和丝兰蛾之间相互依存，彼此有利，是协同进化的结果，D 正确。

15. 穿梭育种是近年来水稻、小麦等禾本科植物育种采用的新模式，是将一个地区的品种与其他地区的品种进行杂交，然后通过在两个地区间不断地反复交替穿梭种植、选择、鉴定，最终选育出多种具有优良性状的新品种。下列关于穿梭育种的叙述正确的是（　　）

A. 具有操作简便、育种周期短等优点

B. 穿梭育种涉及的主要是杂交育种

C. 穿梭育种充分地利用了禾本科植物的物种多样性

D. 人工选择能够改变变异的方向和基因频率改变的速度

B　**解析**：穿梭育种属于杂交育种，单倍体育种才具有操作简单、育种周期短的优点，A 错误，B 正确；穿梭育种属于杂交育种，原理是基因重组，充分地利用了禾本科植物的遗传多样性（基因多样性），C 错误；变异是不定向的，人工选择不能改变变异的方向，D 错误。

16. 进化树是根据各种生物物种特征的相似性和差异，显示它们之间进化关系的树状分支图，主要基于各种物种解剖结构的相似性和差异进行绘制。近期的研究表明，通过比较解剖学而不是分子水平上的基因序列来确定生物进化树的做法严重误导了几个世纪以来的物种分类工作，这源于普遍存在的趋同进化。趋同进化是指源自不同祖先的生物，由于相似的生活方式，整体或部分形态结构向着同一方向改变。下列有关说法正确的是（　　）

A. 趋同进化就是不同物种之间的协同进化，协同进化造就了地球上的生物多样性

B. 达尔文的共同由来学说或自然选择学说单独就能够解释生物趋同进化的原因

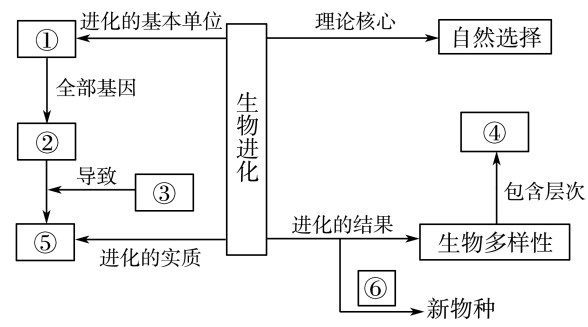
C. 趋同进化产生新物种的过程都需要经过可遗传的变异、自然选择和隔离

D. 目前来看，细胞和分子水平的证据是研究生物进化最直接、最重要的证据

C　**解析**：发生趋同进化的生物是生活在相似环境中，由于自然选择方向相同，不同生物朝着同一方向改变，导致不同生物具有相似的适应性，并非协同进化的结果，A 错误；趋同进化是指源自不同祖先的生物朝着同一方向改变，可以用自然选择学说解释其原因，但共同由来学说不能单独解释该现象，B 错误；新物种的形成需要三个环节，即需要经过可遗传的变异、自然选择和隔离，C 正确；化石是研究生物进化最直接、最重要的证据，D 错误。

二、非选择题（本题包括 4 个小题，共 52 分）

17.（11 分）阅读下列与生物进化有关的概念图，并回答下列问题：



(1)①指的是_____，②指的是_____，⑤指的是_____。

(2)③导致⑤改变的内因是生物的_____，它为生物进化提供原材料。

(3)④包括_____多样性、_____多样性和_____多样性。

(4)新物种形成的标志是产生了_____。

(5)自然选择学说的主要内容是过度繁殖、_____、生存斗争、_____。

解析：(1)进化的基本单位是种群，一个种群的全部基因组成该种群的基因库，进化的实质是种群基因频率的改变。(2)突变和基因重组是生物进化的内在因素，为生物的进化提供了原材料。(3)生物多样性包括遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性三个层次。(4)新物种形成的标志是产生了生殖隔离。(5)自然选择学说的主要内容是过度繁殖、遗传变异、生存斗争、适者生存。

答案：(1)种群　基因库　种群基因频率的改变　(2)突变和基因重组　(3)遗传　物种　生态系统　(4)生殖隔离　(5)遗传变异　适者生存

18.(12分)图1为某地区某种老鼠原种群被一条河分割成甲、乙两个种群后的进化过程示意图，图2表示在某段时间内，种群甲中的A基因频率的变化情况。请回答下列问题：

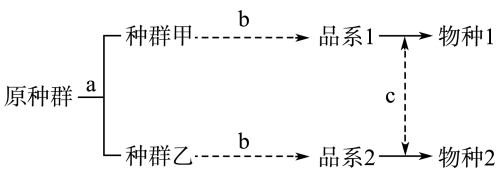


图1

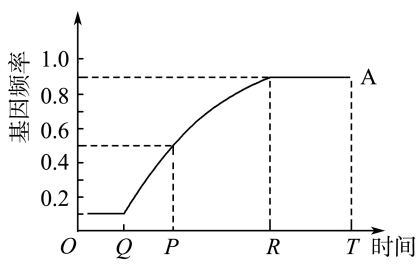


图2

(1)图1中过程a是由于河流产生_____将原种群分为甲、乙两个种群，经过长期的过程b产生品系1和品系2，过程b的实质是_____，物种1和物种2形成的标志c是_____。

(2)图2中在_____时间段内种群甲发生了进化，在T点时是否形成新物种？_____(填“是”“否”或“不一定”)。

(3)若时间单位为年，在某年时，种群甲中AA、Aa和aa的基因型频率分别为10%、30%和60%，若种群甲生存的环境发生改变，使得aa个体每年减少10%，AA和Aa个体每年增加10%，则下一年时种群中的a基因频率约为_____(百分号前保留一位小数)。

解析：(1)题图1中过程a是由于河流产生了地理隔离将原种群分为甲、乙两个种群，经过长期的过程b产生品系1和品系2，此时还是同一物种，所以过程b的实质是定向改变种群的基因频率。而物种1和物种2形成的标志c是生殖隔离的产生。(2)分析题图2，在Q到R阶段种群甲A基因频率发生了改变，所以在此段时间内发生了生物的进化。虽然种群基因频率发生了改变，但不一定形成新物种，物种形成的标志是生殖隔离的产生。(3)分析题意可得下一年时种群中aa的基因型频率为60%－60%×10%＝54%，AA的基因型频率为10%＋10%×10%＝11%，Aa的基因型频率为30%＋30%×10%＝33%，a基因频率约为(54%×2＋33%)÷(54%×2＋11%×2＋33%×2)≈71.9%。

答案：(1)地理隔离　定向改变种群的基因频率　生殖隔离　(2)QR　不一定　(3)71.9%

19.(14分)碳青霉烯类抗生素是治疗重度感染的一类药物。下表为2019—2022年，该类抗生素在某医院住院患者中的人均使用量，以及患者体内分离得到的某种细菌对该类抗生素的耐药率变化。回答下列问题：

年份	2019	2020	2021	2022
住院患者该类抗生素的人均使用量/g	0.074	0.12	0.14	0.19
某种细菌对该类抗生素的耐药率/%	2.6	6.11	10.9	25.5

(1)2019—2022年，该细菌耐药率的变化与抗生素的使用量之间存在_____(填“正相关”或“负相关”)的关系。

(2)细菌耐药性的差异可能是_____(填“基因突变”或“染色体变异”)的结果，这种变异是_____(填“定向”或“不定向”)的。抗生素对细菌起选择作用，使细菌的耐药基因的_____发生定向改变，导致细菌耐药率提高。

(3)人类不断研发和使用新的抗生素，细菌对新药的耐药性也在不断提高，二者之间仿佛进行着一场竞赛。像这样，不同生物之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展，这就是_____。

解析：(1)根据表中数据可知，2019—2022年，住院患者该类抗生素人均使用量逐年增加，某种细菌对该抗生素的耐药率也逐年增加，故这种细菌耐药率的变化与抗生素的使用量之间存在正相关关系。(2)细菌属于原核生物，不含染色体，故细菌耐药性差异可能是基因突变的结果；变异是不定向的；自然选择决定生物进化的方向，该选择作用主要是通过使种群基因频率发生定向改变引起的。(3)不同生物之间、生物与无机环境之间在相互影响中不断进化和发展，这就是协同进化。

答案：(1)正相关　(2)基因突变　不定向　频率　(3)协同进化

20.(15分)阅读材料，回答下列有关生物进化和生物多样性的问题：

材料一：某种蛾易被蝙蝠捕食，千百万年之后，当一部分该种蛾感受到蝙蝠的超声波时，便会运用复杂的飞行模式逃避危险，其身体也发生了一些其他改变，让变化后的蛾与祖先蛾交配后，产生的受精卵不具有生命力。

材料二：蛙是幼体生活于水中，成体可生活于水中或陆地上的动物。由于剧烈的地质变化，使某种蛙的生活与水体分开，蛙被隔离为两个种群，千百万年之后，这两个种群不能自然交配。

(1)依据以上材料，回答下列问题：

①这两则材料中发生的相似事件是_____。

A.适应辐射

B.地理隔离

C.用进废退

D.生殖隔离

②在材料一中，蛾复杂的飞行模式的形成是环境对生物种群长期进行_____的结果。

③在材料二中，若发生剧烈的地质变化后，其中一个蛙种群生活的水体逐渐干涸，种群中个体数减少，导致该种群的_____变小。

(2)下表为V基因在种群A和种群B中基因型的个体数，则V^a在A种群中的频率是_____(百分号前保留一位小数)。已知A种群若干年后成为B种群，则B相对A是否发生了进化？_____(填“是”或“否”)，原因是_____。

基因型	A种群/个	B种群/个
V^aV^b	200	0
V^aV^a	50	120
V^bV^c	100	200
V^cV^c	150	50
V^aV^c	100	80

(3)在某个非常大的果蝇种群中，个体间随机交配，无迁入和迁出，无突变，不考虑自然选择对果蝇眼睛颜色的作用。现在种群中雌雄果蝇的数量比为1∶1，且在雄果蝇中红眼(X^BY)∶白眼(X^bY)＝3∶1，雌果蝇中红眼(X^BX^B)∶红眼(X^BX^b)∶白眼(X^bX^b)＝9∶6∶1。如果将该种群中的白眼雌果蝇除去，让剩余的个体进行随机交配，则F_1中白眼雌果蝇所占的比例为_____。

解析：(1)①材料一中“变化后的蛾与祖先蛾交配后，产生的受精卵不具有生命力”，说明产生了生殖隔离；材料二中“这两个种群不能自然交配”也说明这两个种群之间产生了生殖隔离，故选D。②当一部分的蛾当感受到蝙蝠的超声波时，便会运用复杂的飞行模式，逃避危险，其身体也发生了一些其他改变，这说明蛾复杂飞行模式的形成是自然选择(适者生存)的结果。③基因库是种群中全部个体的所有基因。在材料二中，种群中个体数减少，这会导致该种群的基因库变小。(2)V^a的频率＝$\frac{200+50\times2+100}{(200+50+100+150+100)\times2}\times100\%\approx33.3\%$；已知A种群若干年后成为B种群，B种群中$V^a$的频率＝$\frac{120\times2+80}{(80+50+200+120)\times2}\times10\%\approx35.6\%$，种群基因频率发生了改变，故B相对A发生了进化。(3)在种群中雌雄个体数量比为1∶1，且在雄性果蝇中红眼(X^BY)∶白眼(X^bY)＝3∶1，则雄果蝇产生精子的基因型及比例为X^B∶X^b∶Y＝3∶1∶4。雌果蝇中红眼(X^BX^B)∶红眼(X^BX^b)∶白眼(X^bX^b)＝9∶6∶1。如果将该种群中白眼雌果蝇除去，则雌果蝇中X^BX^B为3/5，X^BX^b为2/5，则雌果蝇产生卵细胞的基因型及比例为X^B∶X^b＝4∶1。让剩余的这些个体随机交配，则F_1中白眼雌果蝇(X^bX^b)所占比例为(1/8)×(1/5)＝1/40。

答案：(1)①D　②自然选择　③基因库　(2)33.3%　是　种群基因频率发生了改变　(3)1/40

模块综合检测

（90 分钟　100 分）

一、选择题(本题包括 16 个小题，每小题 3 分，共 48 分)

1.豌豆花的红色与白色是一对相对性状，分别由基因 A 和 a 控制，现有纯合红花植株与纯合白花植株杂交获得 F_1，F_1 均为红花；F_1 自交获得 F_2，F_2 出现红花和白花。下列说法正确的是　　(　　)

A.进行杂交实验时，应在花开放时对母本进行去雄处理

B.红花性状为显性性状，F_2 出现白花是基因突变的结果

C.F_1 自交，F_2 中能稳定遗传的个体所占比例为 1/4

D.若 F_2 出现红花∶白花＝3∶1，说明该对基因的遗传符合分离定律

D　**解析**：进行杂交实验时，应在花蕾期对母本进行人工去雄处理，A 错误；纯合红花植株与纯合白花植株杂交，F_1 均为红花，说明红花为显性性状，F_2 出现白花是发生了性状分离的结果，B 错误；F_1 自交，F_2 基因型及比例为 AA∶Aa∶aa＝1∶2∶1，其中能稳定遗传的个体所占比例为 1/2，C 错误；若 F_2 出现红花∶白花＝3∶1，说明 F_1 产生了两种数量相等的配子，则该对基因的遗传符合分离定律，D 正确。

2.玉米在自然状态下可以同株异花授粉自交，也可以异株杂交。现有紫粒玉米甲、黄粒玉米乙均可以正常自交结实。研究发现，含 G 基因的玉米植株无法接受不含 G 基因植株产生的花粉而结实，如下表所示。下列说法正确的是　　(　　)

组别	父本	母本	结实情况及子代比例
一	甲(GG)	乙(gg)	正常结实，均为紫粒
二	乙(gg)	甲(GG)	不结实
三	组一的 F_1	乙(gg)	正常结实(紫粒∶黄粒＝1∶1)
四	乙(gg)	组一的 F_1	不结实
五	组一的 F_1	组一的 F_1	正常结实(紫粒∶黄粒＝3∶1)

A.玉米的紫粒和黄粒性状的遗传符合基因的分离定律

B.基因型为 g 的花粉无法与含 G 基因的植株产生的卵细胞受精

C.第三组的子代自然种植，紫粒植株上只能结出紫粒

D.第五组的子代自然种植，后代中 G 基因频率为 6/13

A　**解析**：据第五组实验可知，组一的 F_1 自交，子代出现 3∶1 的性状分离比，说明玉米的紫粒和黄粒性状的遗传符合基因的分离定律，A 正确；据第二组实验可知，父本是 gg，母本是 GG，父本产生 g 的精子，母本产生 G 的卵细胞，但植株表现为不结实，是由于含 G 基因的玉米植株无法接受不含 G 基因植株产生的花粉而结实，B 错误；据第一组实验可知，紫粒为显性性状，第三组的父本是组一的 F_1(基因型为 Gg)，母本是 gg，其中父本产生的精子为 G∶g＝1∶1，母本的卵细胞基因型是 g，子代为 Gg∶gg＝1∶1，表现为紫粒∶黄粒＝1∶1，子代自然种植，由于父本、母本均含有 Gg 的个体，两个亲本均含 G 基因，故紫粒植株上既有紫粒也有黄粒，C 错误；第五组是组一的 F_1 自交，即 Gg×Gg，子代为 GG∶Gg∶gg＝1∶2∶1，表现为紫粒∶黄粒＝3∶1，子代自然种植，其中 GG、Gg 作母本时无法接受 gg 的花粉，则交配类型有 2×(1/4GG×1/4GG、1/4GG×2/4Gg、2/4Gg×2/4Gg)、1/4GG×1/4gg、1/4gg×2/4Gg，根据棋盘法可知，子代 G 基因频率为 7/13，D 错误。

3.某园艺师用二倍体番茄和四倍体土豆(体细胞内形状、大小相同的染色体都有 4 条)进行有性杂交，产生种子。种植后得到植株 C，发现其不能结籽。根据材料判断下列说法正确的是　　(　　)

A.得到的植株 C 是一个新的物种

B.植株 C 不能结籽的原因是细胞内没有同源染色体

C.理论上要植株 C 结籽，可以用一定浓度的秋水仙素处理萌发的种子或幼苗

D.获得可以结籽的植株C采用的是单倍体育种的方法

C　**解析**：由于植株C不能结籽即不能产生后代，故不能算是一个新物种，A错误；植株C中有3个染色体组，其中1个染色体组来自番茄，另外2个染色体组来自土豆，所以在减数分裂中因为同源染色体联会紊乱而不能产生正常的配子，因而不能结籽，B错误；用一定浓度的秋水仙素处理萌发的种子或幼苗，可使植株C细胞中染色体数目加倍，从而产生正常的配子，C正确；获得可以结籽的植株C采用的是多倍体育种的方法，D错误。

4.有一些基因位于X、Y的同源区段，这个同源区段被称为“伪常染色体区”或“拟常染色体区”。果蝇（XY型性别决定）刚毛和截毛这对相对性状由伪染色体区上一对等位基因控制，刚毛基因（B）对截毛基因（b）为显性。只考虑刚毛和截毛，下列叙述正确的是（　　）

A.该果蝇群体中基因型共有3种

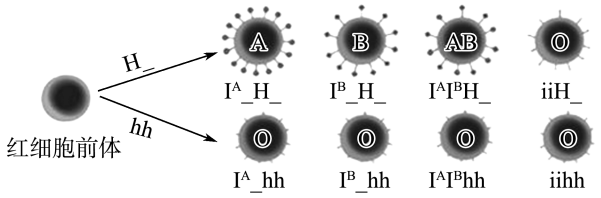
B.刚毛雌、雄蝇交配后代会出现截毛雌蝇

C.果蝇刚毛和截毛的遗传与常染色体遗传相同，杂交后代性状表现与性别无关

D.截毛雌果蝇和纯合刚毛雄果蝇交配可通过性状判断子代性别

B　**解析**：“伪常染色体”指的是X、Y的同源区段，果蝇（XY型性别决定）刚毛和截毛这对相对性状由伪常染色体上一对等位基因控制，即B/b位于XY同源区段上，故该群体的基因型有X^BX^B、X^BX^b、X^bX^b、X^BY^B、X^BY^b、X^bY^B、X^bY^b共7种，A错误；若刚毛雌蝇的基因型为X^BX^b，刚毛雄蝇的基因型为X^bY^B，两者交配后代雌蝇有刚毛（X^BX^b）和截毛（X^bX^b），B正确；若刚毛雌蝇的基因型为X^BX^b，刚毛雄蝇的基因型为X^bY^B，两者交配后代雄蝇都是刚毛，雌蝇有刚毛和截毛，与性别相关联，C错误；若利用截毛雌果蝇（X^bX^b）和纯合刚毛雄果蝇（X^BY^B）交配，后代无论雌雄都是刚毛，因此不能通过性状判断子代性别，D错误。

5.人的血型除了受位于第9号染色体上的复等位基因I^A、I^B、i（I^A、I^B对i都是显性）控制外，还受另一对位于第19号染色体上的基因H、h控制，ABO血型的表型与基因型的关系如下图所示。下列相关说法正确的是（　　）



A.一对血型都是O型的夫妇生的孩子血型都是O型

B.一对血型都是AB型的夫妇生的孩子血型不可能是O型

C.一对夫妇的基因型分别是I^AiHh和I^BiHh，他们生育O型血孩子的概率是7/16

D.I^A、I^B、i遵循基因自由组合定律，H、h遵循基因分离定律

C　**解析**：由题干可知，血型是由两对等位基因I、i（位于第9号染色体上）和H、h（位于第19号染色体上）相互作用产生的，故两对等位基因遵循基因的自由组合定律，根据题图可以判断，不存在H基因时，I^A和I^B基因均不能表达，_ _hh个体的血型表现为O型。一对血型都是O型的夫妇[若基因型为iiH_和I^A_hh（或I^B_hh）]生的孩子基因型可能是I^AiH_或I^BiH_，血型是A型或B型，A错误；一对血型都是AB型的夫妇（若基因型为I^AI^BHh和I^AI^BHh）生的孩子基因型可能为_ _hh，血型是O型，B错误；一对夫妇的基因型分别是I^AiHh和I^BiHh，他们生育O型血孩子（_ _hh和iiH_）的概率是1×1/4+1/4×3/4=7/16，C正确；I^A、I^B、i属于复等位基因，遵循基因分离定律，H、h也属于等位基因，遵循基因分离定律，D错误。

6.人工饲养的中华鲟的一对相对性状由等位基因（B、b）控制，其中b基因在纯合时胚胎致死（bb、X^bX^b、X^bY均为纯合子）。现取一对中华鲟杂交，所得F_1中华鲟69尾，其中46尾为雌性。根据上述分析不能得出的结论是（　　）

A.该种群中，控制一对相对性状的各种基因型频率之和等于1

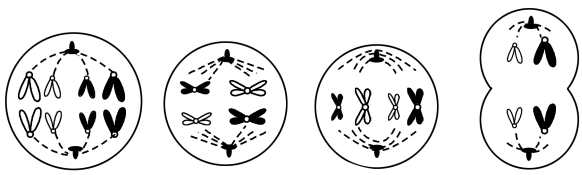
B.控制该相对性状的等位基因位于X染色体上

C.物种不断进化的实质是控制一对相对性状的基因型频率不断改变

D.F_1中华鲟随机交配所得F_2存活个体中，B基因频率为10/11

C　**解析**：在一个种群中，控制一对相对性状的各种基因型频率之和等于1，A正确；F_1中华鲟共69尾，雌性46尾，雌雄比例不等，故控制该性状的基因位于X染色体上，B正确；生物进化的实质是种群基因频率的改变，C错误；由于b基因纯合时胚胎致死且子代雌雄之比接近2∶1，所以杂交的亲本基因型为X^BX^b和X^BY，F_1雌性基因型为$1/2X^BX^b$、$1/2X^BX^B$，雄性的基因型为X^BY，F_1随机交配，F_1产生的雌配子种类及比例为$3/4X^B$、$1/4X^b$，雄配子种类及比例为$1/2X^B$、$1/2Y$，故F_2为$3/8X^BX^B$、$3/8X^BY$、$1/8X^BX^b$、$1/8X^bY$(致死)，则成活个体为$3/7X^BX^B$、$3/7X^BY$、$1/7X^BX^b$，其中B的基因频率为$(3\times2+3\times1+1\times1)/(4\times2+3\times1)=10/11$，D正确。

7. 下图为某动物睾丸中不同细胞的分裂图像，下列说法错误的是　(　　)



A.进行减数分裂的细胞为②④

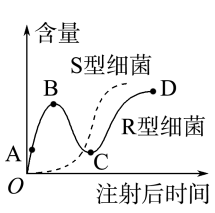
B.①②③细胞中均含有同源染色体

C.③细胞的子细胞称为初级精母细胞

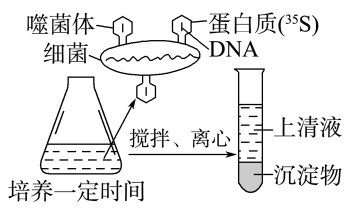
D.④中可能发生等位基因的分离

C　**解析**：题图中①③细胞进行的是有丝分裂，②④细胞进行的是减数分裂，A正确；图中①②③细胞中均含有同源染色体，而④细胞处于减数分裂Ⅱ后期，不含同源染色体，B正确；③细胞进行的是有丝分裂，产生的子细胞是体细胞，C错误；④细胞处于减数分裂Ⅱ后期，若发生过基因突变或同源染色体的非姐妹染色单体间的互换，则分离的两条染色体上可能存在等位基因，D正确。

8. 图甲表示将加热致死的S型细菌与R型活细菌混合注射到小鼠体内后两种细菌的含量变化；图乙表示噬菌体侵染细菌实验的部分操作步骤。下列有关叙述错误的是　(　　)



甲



乙

A.图甲中，AB对应时间段内，小鼠体内还没有形成大量抗R型细菌的抗体

B.图甲中，后期出现的大量S型细菌是由R型细菌转化并增殖而来的

C.图乙中，沉淀物中新形成的子代噬菌体完全没有放射性

D.图乙中，若用^{32}P标记亲代噬菌体，裂解后子代噬菌体中大部分具有放射性

D　**解析**：小鼠产生抗体需经过体液免疫过程，需要一定的时间，所以题图甲中AB时间段内，小鼠体内还没形成大量的抗R型细菌的抗体，导致R型细菌数目增多，A正确；由于是将加热致死的S型细菌与R型活细菌混合注射到小鼠体内，所以图甲中最初的S型细菌是由R型细菌转化来的，但之后产生的S型细菌有的是由转化形成的S型细菌增殖而来，B正确；图乙中噬菌体被标记的成分是蛋白质，蛋白质不能进入细菌，所以新形成的子代噬菌体完全没有放射性，C正确；由于DNA分子的半保留复制，所以用^{32}P标记亲代噬菌体，裂解后子代噬菌体中少部分具有放射性，D错误。

9. 科学家分析了S-2L噬菌体的DNA，发现组成该DNA的4种碱基是T、C、G、Z(2-氨基腺嘌呤)，其中Z与T的含量相等，且这种DNA的结构比宿主细胞的DNA更加稳定。下列判断错误的是(　　)

A.S-2L噬菌体的DNA中Z与T可能通过形成3个氢键进行配对

B.Z通过磷酸二酯键与相应的脱氧核糖连接

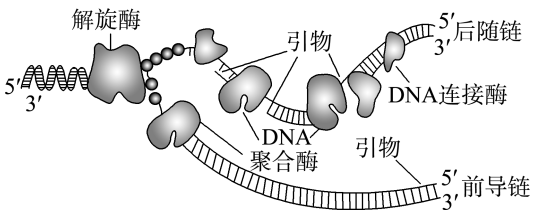
C.控制合成Z的相关基因存在于S-2L噬菌体DNA上

D.Z的存在有助于保护噬菌体DNA免受细菌限制酶的切割

B　**解析**：氢键越多，DNA分子越稳定，据题意可知，该DNA分子结构比宿主细胞的DNA更加稳定，因此推测S-2L噬菌体的DNA中Z与T可能通过形成3个氢键进行配对，A正确；两个脱氧核苷酸之间通过磷酸二酯键(磷酸和脱氧核糖之间)相连，因此Z不是通过磷酸二酯键与相应的脱氧核糖连接，B错误；据题意可知，S-2L噬菌体的DNA含有特有的Z(2-氨基腺嘌呤)，据此推测，控制合成Z的相关基因存在于S-2L噬菌体DNA上，C正确；限制酶能够识别双链DNA分子的某种特定的核苷

酸序列，如果 DNA 分子中碱基改变，就不能被限制酶识别，因此 Z 的存在有助于保护噬菌体 DNA 免受细菌限制酶的切割，D 正确。

10. 在 DNA 复制过程中，DNA 聚合酶只能延长已存在的 DNA 链，而不能从头合成 DNA 链。复制时在 DNA 模板上先合成一段 RNA 引物，再由 DNA 聚合酶从 RNA 引物 3′端开始合成新的 DNA 链，如下图所示。下列叙述错误的是 （　　）



A.解旋酶可破坏 DNA 单链相邻碱基间的氢键

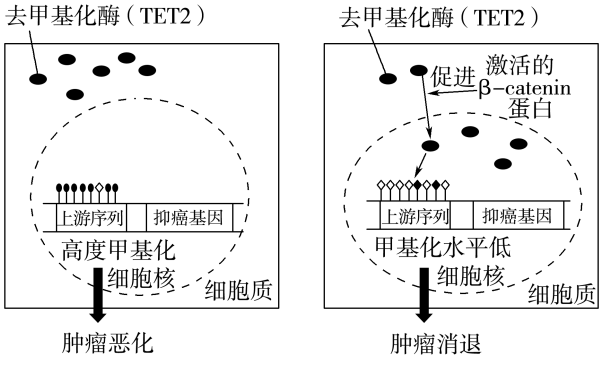
B.新合成的两条子链延伸方向都是由 5′端到 3′端

C.DNA 复制过程中存在 A、U 碱基互补配对现象

D.若亲代 DNA 分子中 A＋T 占 60%，则子代 DNA 分子某条单链中 C＋G 占 40%

A　**解析**：DNA 单链相邻碱基间是通过“—脱氧核糖—磷酸—脱氧核糖—”连接的，解旋酶可破坏 DNA 双链碱基间的氢键，A 错误；据题意可知，DNA 聚合酶从 RNA 引物 3′端开始合成新的 DNA 链，因此新合成的两条子链延伸方向都是由 5′端到 3′端，B 正确；据题意可知，DNA 复制时需要在 DNA 模板上先合成一段 RNA 引物，RNA 引物能与 DNA 结合，因此存在 A、U 碱基互补配对现象，C 正确；若亲代 DNA 分子中 A＋T 占 60%，则子代 DNA 分子中 C＋G＝1－60%＝40%，某条单链中 C＋G 占 40%，D 正确。

11. 下图为 2023 年 8 月我国科研人员发现的肠癌 DNA 甲基化调控的新机制，另有多项研究结果表明维生素 C 能够促进 TET2 的活性。下列叙述正确的是 （　　）



A.TET2 进入细胞核穿过 2 层磷脂双分子层

B.激活的 β-catenin 蛋白能够促进 TET2 入核并催化抑癌基因甲基化

C.DNA 甲基化引起表观遗传现象主要是通过影响遗传信息翻译过程实现

D.β-catenin 激活剂和维生素 C 联用的抗肿瘤方案有望为肠癌治疗提供新思路

D　**解析**：去甲基化酶（TET2）化学本质是蛋白质，属于生物大分子，生物大分子通过核孔进入细胞核，不穿过磷脂双分子层，A 错误；分析题图，可知激活的 β-catenin 蛋白能够促进 TET2 入核，TET2 属于去甲基化酶，其催化抑癌基因去甲基化而不是甲基化，B 错误；DNA 甲基化引起表观遗传现象主要是通过影响遗传信息转录过程实现，C 错误；由题干信息可知，维生素 C 能够促进 TET2 的活性，由题图可知 β-catenin 激活剂能够促进 TET2 入核并催化抑癌基因去甲基化，从而使肿瘤清退，故 β-catenin 激活剂和维生素 C 联用的抗肿瘤方案有望为肠癌治疗提供新思路，D 正确。

12. 氯霉素属于抑菌性广谱抗生素，可作用于细菌核糖体上的蛋白质，阻止 tRNA 携带氨基酸进入核糖体，但对人体细胞无效。下列相关叙述或推理错误的是 （　　）

A.氯霉素可抑制细菌中蛋白质的翻译过程

B.人体核糖体中蛋白质的结构与细菌不同

C.长期大量服用氯霉素可诱导体内细菌发生突变产生抗药性

D.在含有氯霉素的医疗废水中可能存在氯霉素抗性突变的细菌

C　**解析**：氯霉素的抗菌作用机制是阻止 tRNA 携带氨基酸进入核糖体，从而抑制细菌蛋白质的翻译过程，A 正确；真核细胞的核糖体中蛋白质结构与细菌不同，所以不会受到氯霉素的影响导致蛋白质合成受阻，B 正确；氯霉素不是化学诱变剂，无法诱导细菌的基因突变产生抗药性基因，只是起到选择作用，C 错误；医疗废水中含有一定浓度的氯霉素，可筛选出对氯霉素有抗性的突变细菌，D 正确。

13. 多囊肾是一种单基因遗传性肾脏病，初期表现为肾囊肿，有两种遗传类型：常染色体隐性，出生前后发病；常染色体显性，多发于成年，常由位于 16

号或4号染色体基因突变所致，这两种基因被命名为*PKD1*和*PKD2*，其控制的蛋白质相对分子质量分别大约为460 000和110 000。下列说法正确的是（　　）

A.分别携带有*PKD1*、*PKD2*的双亲生出正常男孩的概率最大为1/8

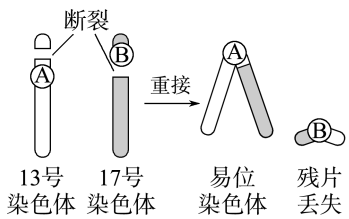
B.根据蛋白质相对分子质量可知*PKD1*基因长度大于*PKD2*

C.多囊肾只能通过基因检测进行产前诊断

D.对患病个体进行基因治疗大大降低了后代的发病率

C　**解析**：肾脏病的两种遗传类型分别是常染色体隐性和常染色体显性，设相关基因为A、a和B、b，则分别携带有*PKD1*、*PKD2*的双亲基因型可能是Aabb和AABb，生下正常男孩（A_bb）的概率为1×1/2×1/2=1/4，A错误；*PKD1*的分子量大于*PKD2*，但其含有的氨基酸数目不一定比*PKD2*多，有可能*PKD1*含有较多分子量大的氨基酸，因此*PKD1*基因长度不一定大于*PKD2*，B错误；由于*PKD2*多发于成年，且两病的基因都在常染色体上，所以该病只能通过基因检测进行产前诊断，C正确；对患者个体进行治疗，可以降低患者发病的风险，但他还是会产生含有致病基因的配子，所以不会降低后代发病的风险，D错误。

14.家猪（$2n=38$）群体中发现一种染色体易位导致的变异，如下图所示。易位纯合公猪体细胞中无正常13、17号染色体，易位纯合公猪与4头染色体组成正常的母猪交配产生的后代均为易位杂合子。下列相关叙述错误的是（　　）



A.上述变异是染色体结构和数目均异常导致的

B.易位纯合公猪的初级精母细胞中含74条染色体

C.易位杂合子减数分裂会形成17个正常的四分体

D.易位杂合子有可能产生染色体组成正常的配子

B　**解析**：题图中变异是易位，属于染色体结构变异，考虑到13号、17号染色体重接成一条新的染色体，该过程还发生了染色体数目变异，A正确；初级精母细胞中染色体数目和正常体细胞一样，应为38条，易位纯合公猪由于13号、17号染色体的变化，初级精母细胞中染色体数目要比正常公猪少，不会是74条，B错误；该易位变异涉及13号、17号染色体，易位杂合子减数分裂时，13号和17号染色体不能正常形成四分体，剩下的染色体可以正常形成四分体，即会产生17个正常的四分体，C正确；易位杂合子的13号、17号染色体各有一条是正常的，如果减数分裂时这两条正常的13号和17号染色体分配到一个次级精母细胞或次级卵母细胞中，则可能产生染色体组成正常的配子，D正确。

15.一个较大的昆虫种群中雌雄数量相等，且雌雄之间可以自由交配，种群中B的基因频率为60%，b的基因频率为40%。下列说法正确的是（　　）

A.该昆虫种群中全部个体所含有的B、b基因，叫作该种群的基因库

B.雌雄之间自由交配可以保证该昆虫种群中B、b的基因频率维持不变

C.若该对等位基因位于常染色体上，则显性个体中出现杂合雌昆虫的概率为28.6%

D.若该对等位基因只位于X染色体上，则X^bX^b、X^bY的基因型频率分别为16%、40%

C　**解析**：该昆虫种群中全部个体所含有的全部基因，叫作该种群的基因库，该昆虫种群中全部个体所含有的B、b基因只是种群基因库很少的一部分，A错误；雌雄之间自由交配也不能保证该昆虫种群中B、b的基因频率维持不变，如果雌雄之间自由交配的种群发生突变和自然选择都会改变基因频率，B错误；若该对等位基因位于常染色体上，则显性个体BB与Bb的基因型频率为60%×60%+2×60%×40%=84%，杂合子的基因型频率为2×60%×40%=48%，雌雄数量相等，则显性个体中出现杂合雌昆虫的概率为48%/84%×(1/2)≈28.6%，C正确；该昆虫种群中雌雄数量相等，若该对等位基因只位于X染色体上，则X^bX^b的基因型频率为(1/2)×40%×40%=8%、X^bY的基因型频率为(1/2)×40%=20%，D错误。

16.山茶象甲用喙在山茶果皮上钻孔后将卵注入孔

洞，只有在打通果皮的孔洞中孵出的幼虫才能取食到种子而成活。图 1 表示某地南部、北部地区的象甲形态，图 2 表示该地不同纬度的多个地区中象甲平均喙长和山茶平均果皮厚度。以下叙述不正确的是（　　）

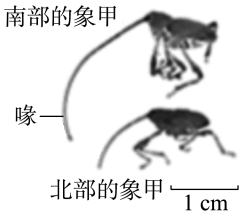


图1

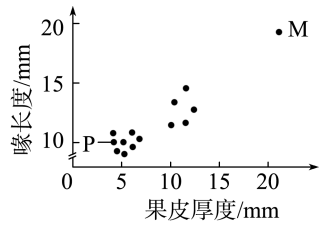


图2

A.南部地区的山茶果皮厚度大于北部地区的

B.图 2 中 M 区象甲繁殖后代成功率最高

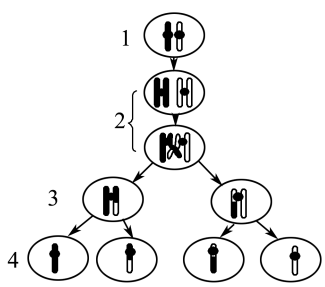
C.图 2 中 P 区数据采集自北部地区

D.山茶象甲与山茶相互影响、协同进化

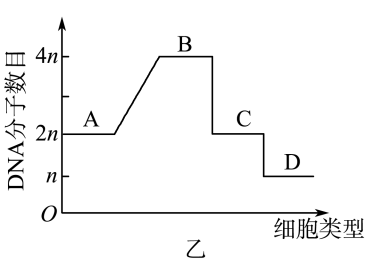
B　**解析**：由题图分析可知，南部地区的象甲的喙比北部地区的长，说明南部地区的山茶果皮厚度大于北部地区的，A 正确；无法从题图 2 信息中确定 M 区象甲繁殖后代成功率的高低，B 错误；题图 2 中 P 区的果实果皮厚度较小，根据数据推测应是采集自北部地区，C 正确；山茶象甲的喙长与山茶果皮厚度有关，二者相互影响、协同进化，D 正确。

二、非选择题（本题包括 4 个小题，共 52 分）

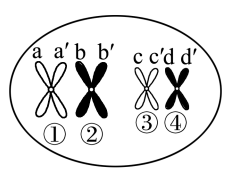
17.（17 分）下图中，甲是某雌性动物减数分裂过程的图解，乙是减数分裂过程中细胞核内 DNA 含量变化的曲线图，丙是某雄性动物一个初级精母细胞图解。据图回答下列问题：



甲



乙



丙

(1)甲图中的“2”所示的一个细胞中有_____条染色单体，“3”所示的一个细胞中有_____对同源染色体；丙图中①和②互称为_____染色体。

(2)甲图中的“2”所示的四分体中的_____之间经常发生缠绕，并交换一部分片段。

(3)乙图中的线段 B 对应甲图中的[　]_____细胞，乙图中发生线段 A 到线段 B 变化的原因是_____。

(4)乙图中的线段 C 所示的细胞中，DNA 数与染色体数之比为_____，线段 D 所示细胞中，染色单体数与染色体数之比为_____。

(5)丙图细胞在减数分裂Ⅰ时，能自由组合的染色体是_____（填数字编号，答出一组即可）。丙图细胞完成减数分裂Ⅱ后，形成的精细胞中的染色体数为_____，其组合可能是_____（用字母表示，填其中一种即可）。

解析：(1)据题图分析可知，甲图中“2”所示的一个细胞中含有 2 条染色体，4 条染色单体；“3”所示的细胞处于减数分裂Ⅱ过程中，由于减数分裂Ⅰ后期同源染色体分离，因此该细胞中不含同源染色体。丙图中含有两对同源染色体，其中①和②互为同源染色体。(2)甲图中的“2”所示的四分体中的非姐妹染色单体之间经常发生缠绕，并交换一部分片段，导致基因重组。(3)乙图中的线段 B 表示减数分裂Ⅰ，对应甲图中的“2”初级卵母细胞；乙图中的线段 A 到线段 B 中 DNA 含量加倍的原因是 DNA 复制。(4)乙图中的线段 C 表示减数分裂Ⅱ，该时期的细胞中，DNA 分子数与染色体数之比为 2∶1(前期和中期)或 1∶1(后期和末期)；线段 D 表示减数分裂结束形成配子，该时期的细胞中不含染色单体，因此染色单体数与染色体数之比为 0∶1。(5)丙图细胞在减数分裂Ⅰ时，能自由组合的染色体是非同源染色体，即①和③、②和④或①和④、②和③；丙图细胞处于减数分裂Ⅰ前期，此时细胞中所含染色体数目与体细胞相同，而减数分裂形成的配子的染色体数目是体细胞的一半，因此在减数分裂Ⅱ后，形成的精细胞中的染色体数为 2 条，根据自由组合定律可知，其组合可能是 a 和 c、b 和 d 或 a 和 d、b 和 c 等。

答案：(1)4　0　同源　(2)非姐妹染色单体　(3)2　初级卵母　DNA 复制　(4)2∶1 或 1∶1　0∶1

(5)①和③、②和④(或①和④、②和③)　2　a 和 c(b 和 d 或 a 和 d 或 b 和 c 等)

18.(13 分)辣椒($2n=24$)是雌雄同株植物,其主要性状的遗传定位研究对于辣椒的遗传育种具有重要意义。下表是辣椒部分基因的定位情况:

表 1　辣椒上部分基因及其遗传定位

性状	基因名称	显性/隐性	基因位置
成熟果实颜色黄色	y	隐性	11 号染色体
雄性不育	ms1	未知	未知
果柄朝上	UP	显性	12 号染色体

(1)控制成熟果实颜色和果柄朝向基因的遗传遵循_____定律,判断依据为_____。现选取纯合黄色果柄朝上植株和红色果柄朝下植株杂交得 F_1,F_1 自交得 F_2,F_2 中纯合红色果柄朝上个体所占比例为_____。

(2)经过科学家的多年研究,发现辣椒的雄性不育分为细胞核雄性不育型和细胞质雄性不育型。现有一批雄性不育株系甲,其不育基因为 ms1,雄蕊发育不全,可育雄配子极少。为探索该雄性不育的遗传机制,科学家进行了部分杂交实验,结果如下表:

表 2　雄性不育株杂交实验结果

实验组别	父本	母本	后代性状与个体数	
			雄性可育	雄性不育
①	甲	甲	0	516
②	甲	野生型	30	0
③	野生型	甲	90	0

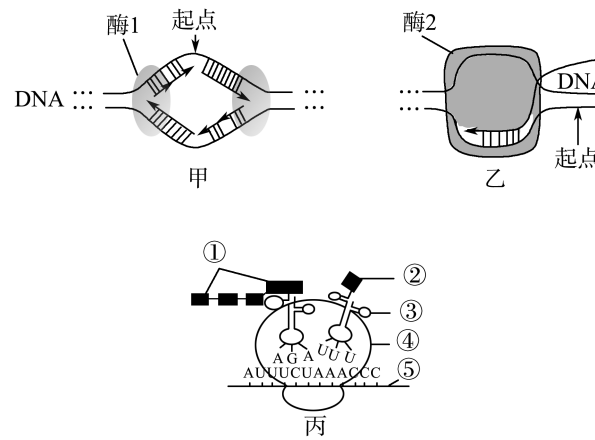
注:①②组取株系甲极少数可育雄配子进行人工授粉。

根据实验结果判断:甲的不育类型为_____(填"细胞核雄性不育型"或"细胞质雄性不育型"),且雄性不育为_____(填"显"或"隐")性。雄性不育品系在杂交育种中的价值为_____。

解析:(1)根据表 1 可知,控制成熟果实颜色的基因位于 11 号染色体,而控制果柄朝向的基因位于 12 号染色体上,因此控制两对性状的基因位于非同源染色体上(或两对染色体上),遵循基因的自由组合定律,纯合黄色果柄朝上植株基因型为 yyUPUP,纯合红色果柄朝下植株基因型为 YYupup,二者杂交后代 F_1 基因型为 YyUPup,F_1 自交得 F_2,F_2 出现 9∶3∶3∶1 的性状分离比,则 F_2 中纯合红色果柄朝上个体 YYupup 占 1/16。(2)因为细胞质基因遗传表现为母系遗传,而表 2 中②和③组实验正交、反交结果相同,且后代均为雄性可育野生型,所以可推断控制甲不育的基因位于细胞核中,即为细胞核雄性不育型;因为亲本是一对相对性状杂交,而子代全表现出雄性可育性状,故雄性可育为显性,那么甲的雄性不育为隐性基因。雄性不育品系的出现避免了杂交育种中繁重的去雄工作。

答案:(1)自由组合　控制两对性状的基因位于两对染色体上　1/16　(2)细胞核雄性不育型　隐　避免了繁重的去雄工作

19.(12 分)图甲、乙、丙分别表示真核生物细胞内三种物质的合成过程。请回答下列问题:



(1)图甲、乙、丙过程分别表示_____、转录和翻译的过程。

(2)DNA 解旋后方能进行甲、乙过程,酶 1、酶 2 分别代表_____和_____。一个细胞周期中,细胞核中的乙过程在每个起点可启动多次,甲过程在每个起点一般启动_____次。

(3)丙过程中结构③的名称是_____;氨基酸②的密码子是_____;物质①延长时,核糖体的移动方向为_____。

(4)甲、乙、丙过程中,碱基互补配对发生差错均有

可能引起生物性状的改变，所产生的变异性状能传递给子代个体的是_____过程。

解析：(1)题图甲为以解开的DNA两条链为模板进行的DNA复制过程，题图乙为以解开的DNA其中一条链为模板进行的转录过程，题图丙为以mRNA为模板进行的翻译过程。(2)DNA解旋后方能进行甲(DNA复制)、乙(转录)两个过程，其中酶1能催化DNA复制过程中子链的延伸，因此是DNA聚合酶；酶2能催化转录过程中RNA的形成，因此是RNA聚合酶。一个细胞周期中，细胞核中的乙(转录)过程在每个起点可启动多次，而甲(DNA复制)过程在每个起点一般启动一次，时间是细胞分裂前的间期。(3)丙为翻译过程，其中结构③是转运RNA(tRNA)，能转运氨基酸并识别mRNA上的密码子；图中转运氨基酸②的tRNA一端的反密码子是UUU，反密码子与⑤mRNA上的密码子进行碱基互补配对，故该氨基酸的密码子是AAA；图中④是核糖体，物质①是肽链，图中核糖体在mRNA上从左向右移动，使肽链逐渐延长。(4)甲、乙、丙过程中，碱基互补配对发生差错均有可能引起生物性状的改变，但乙、丙过程发生差错引起生物性状的改变发生在该个体的生长发育过程中，而甲过程中发生的差错可随细胞分裂(主要是减数分裂)传递给子代个体。

答案：(1)DNA复制　(2)DNA聚合酶　RNA聚合酶　一　(3)转运RNA(或tRNA)　AAA　从左到右　(4)甲

20.(10分)甲、乙两地区均生活着同一种蛾。有人将以该种蛾为食的蝙蝠引入甲地区，多年后，当感受到蝙蝠的超声波时，甲地区的部分蛾会运用复杂的飞行模式逃避危险；而乙地区的蛾受到蝙蝠超声波的刺激时，无上述反应。此时甲、乙两地区的蛾再进行交配，产出的受精卵不具有生命力。回答下列问题：

(1)甲地区蛾复杂的飞行模式的形成是蛾对蝙蝠捕食的适应，适应形成的必要条件是_____

_____。

(2)甲、乙地区的两个蛾种群是否已经进化为两个物种？请说明理由：_____

_____。

(3)研究人员对某基因在两个蛾种群中的基因型及其个体数进行调查研究，结果如下表：

基因型	甲地种群/个	乙地种群/个
Z^DZ^D	200	0
Z^DZ^d	50	120
Z^dZ^d	100	40
Z^DW	180	180
Z^dW	170	0

据表分析，D基因在甲地区种群中的频率为_____，就D基因而言，甲地区种群的遗传多样性_____(填“大于”“小于”或“等于”)乙地区种群的遗传多样性。

(4)蝙蝠等捕食者的存在有利于增加生物多样性，其原因是_____

_____。

解析：(1)生物的适应性是指生物体与环境相适合的现象，适应性是通过长期的自然选择形成的，适应形成的必要条件是可遗传的有利变异(提供原材料)和环境的定向选择(决定生物进化方向)。(2)分析题意可知，甲、乙两个地区的蛾交配后，产出的受精卵不具有生命力，即两地的蛾有生殖隔离，故两个蛾种群已经进化为两个物种。(3)种群基因频率是指某基因占全部等位基因的比值，据表格数据可知，D基因在甲地种群中的频率＝(200×2＋50＋180)/[(200＋50＋100)×2＋(180＋170)]×100%＝(630/1 050)×100%＝60%；据表可知，就D基因而言，甲地种群的遗传多样性大于乙地种群的遗传多样性，因为甲地种群的基因型更多。(4)由于捕食者往往捕食个体数量多的物种，这样就会避免出现一种或少数几种生物在生态系统中占绝对优势的局面，为其他物种的形成腾出空间，故蝙蝠等捕食者的存在有利于增加生物多样性。

答案：(1)可遗传的有利变异、环境的定向选择

(2)是，甲、乙两个地区的蛾之间存在生殖隔离

(3)60%　大于　(4)捕食者往往捕食个体数量多的物种，这样就会避免出现一种或少数几种生物在生态系统中占绝对优势的局面，为其他物种的形成腾出空间