

**理科综合**

学科网首发试卷  
www.zxxk.com/gaokao/

选择题：每小题 6 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 下列有关细胞膜的叙述，正确的是

A. 细胞膜两侧的离子浓度差是通过自由扩散实现的  
B. 细胞膜与线粒体膜、核膜中所含蛋白质的功能相同  
C. 分泌蛋白分泌到细胞外的过程存在膜的流动现象  
D. 膜中的磷脂分子是由胆固醇、脂肪酸和磷酸组成的

2. 在前人进行的下列研究中，采用的核心技术相同（或相似）的一组是

①证明光合作用所释放的氧气来自于水      ②用紫外线等处理青霉菌选育高产青霉素菌株  
③用 T<sub>2</sub> 噬菌体侵染大肠杆菌证明 DNA 是遗传物质      ④用甲基绿和吡罗红对细胞染色，观察核酸的分布

A. ①②      B. ①③      C. ②④      D. ③④

3. 下列有关动物水盐平衡调节的叙述，错误的是

A. 细胞外液渗透压的改变可影响垂体释放抗利尿激素的量  
B. 肾小管通过主动运输吸收水的过程受抗利尿激素的调节  
C. 摄盐过多后饮水量增加有利于维持细胞外液渗透压相对恒定  
D. 饮水增加导致尿生成增加有利于维持细胞外液渗透压相对恒定

4. 为了探究生长素的作用，将去尖端的玉米胚芽鞘切段随机分成两组，实验组胚芽鞘上端一侧放置含有适宜浓度 IAA 的琼脂块，对照组胚芽鞘上端同侧放置不含 IAA 的琼脂块，两组胚芽鞘下端的琼脂块均不含 IAA。两组胚芽鞘在同样条件下，在黑暗中放置一段时间后，对照组胚芽鞘无弯曲生长，实验组胚芽鞘发生弯曲生长，如图所示。根据实验结果判断，下列叙述正确的是

A. 胚芽鞘 b 侧的 IAA 含量与 b' 侧的相等  
B. 胚芽鞘 b 侧与胚芽鞘 c 侧的 IAA 含量不同  
C. 胚芽鞘 b 侧细胞能运输 IAA 而 c' 侧细胞不能  
D. 琼脂块 d' 从 a' 中获得的 IAA 量小于 a 的输出量

5. 我国谚语中的“螳螂捕蝉，黄雀在后”体现了食物链的原理。若鹰迁入了蝉、螳螂和黄雀所在的树林中，捕食黄雀并栖息于林中。下列叙述正确的是

A. 鹰的迁入增加了该树林中蝉及其天敌的数量      B. 该生态系统中细菌产生的能量可流向生产者  
C. 鹰的迁入增加了该生态系统能量消耗的环节      D. 鹰的迁入改变了该生态系统能量流动的方向

6. 用某种高等植物的纯合红花植株与纯合白花植株进行杂交，F<sub>1</sub> 全部表现为红花。若 F<sub>1</sub> 自交，得到的 F<sub>2</sub> 植株中，红花为 272 株，白花为 212 株；若用纯合白花植株的花粉给 F<sub>1</sub> 红花植株授粉，得到的子代植株中，红花为 101 株，白花为 302 株。根据上述杂交实验结果，下列叙述正确的是

A. F<sub>2</sub> 中白花植株都是纯合体      B. F<sub>1</sub> 中红花植株的基因型有 2 种  
C. 控制红花与白花的基因在一对同源染色体上      D. F<sub>2</sub> 中白花植株的基因型种类比红花植株的多

7. 化学在生活中有着广泛的应用，下列对应关系错误的是

	化学性质	实际应用
A.	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 和小苏打反应	泡沫灭火器灭火
B.	铁比铜金属性强	FeCl <sub>3</sub> 腐蚀 Cu 刻制印刷电路板
C.	次氯酸具有氧化性	漂白粉漂白织物
D.	HF 与 SiO <sub>2</sub> 反应	氢氟酸在玻璃器皿上刻蚀标记

8. 下列说法错误的是

A. 乙烷室温下能与浓盐酸发生取代反应      B. 乙烯可以用作生产食品包装材料的原料  
C. 乙醇室温下在水中的溶解度大于溴乙烷      D. 乙酸与甲酸甲酯互为同分异构体

9. 下列有关实验的操作正确的是

实验	操作
A. 配制稀硫酸	先将浓硫酸加入烧杯中，后倒入蒸馏水
B. 排水法收集 KMnO <sub>4</sub> 分解产生的 O <sub>2</sub>	先熄灭酒精灯，后移出导管
C. 浓盐酸与 MnO <sub>2</sub> 反应制备纯净 Cl <sub>2</sub>	气体产物先通过浓硫酸，后通过饱和食盐水
D. CCl <sub>4</sub> 萃取碘水中的 I <sub>2</sub>	先从分液漏斗下口放出有机层，后从上口倒出水层

— 36 —



学科网首发试卷  
www.zxxk.com/gaokao/

10. 已知异丙苯的结构简式如下, 下列说法错误的是



答: C

- A. 异丙苯的分子式为  $C_9H_{12}$   
 B. 异丙苯的沸点比苯高  
 C. 异丙苯中碳原子可能都处于同一平面  
 D. 异丙苯和苯为同系物
11. 锌—空气燃料电池可用作电动车动力电源, 电池的电解质溶液为  $KOH$  溶液, 反应为  $2Zn + O_2 + 4OH^- + 2H_2O \rightarrow 2Zn(OH)_4^{2-}$ , 下列说法正确的是

答: C

- A. 充电时, 电解质溶液中  $K^+$  向阳极移动  
 B. 充电时, 电解质溶液中  $c(OH^-)$  逐渐减小  
 C. 放电时, 负极反应为:  $Zn + 4OH^- - 2e^- \rightarrow Zn(OH)_4^{2-}$   
 D. 放电时, 电路中通过  $2\text{ mol}$  电子, 消耗氧气  $22.4\text{ L}$  (标准状况)

12. 四种短周期主族元素  $W$ 、 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  的原子序数依次增大,  $W$ 、 $X$  的简单离子具有相同电子层结构,  $X$  的原子半径是短周期主族元素原子中最大的,  $W$  与  $Y$  同族,  $Z$  与  $X$  形成的离子化合物的水溶液呈中性, 下列说法正确的是

答: B

- A. 简单离子半径:  $W < X < Z$   
 B.  $W$  与  $X$  形成的化合物溶于水后溶液呈碱性  
 C. 气态氢化物的热稳定性:  $W < Y$   
 D. 最高价氧化物的水化物的酸性:  $Y > Z$

13. 下列有关电解质溶液的说法正确的是

答: D

- A. 向  $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液中加入少量水, 溶液中  $\frac{c(H^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$  减小  
 B. 将  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液从  $20^\circ\text{C}$  升温至  $30^\circ\text{C}$ , 溶液中  $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})\cdot c(OH^-)}$  增大  
 C. 向盐酸中加入氨水至中性, 溶液中  $\frac{c(NH_4^+)}{c(Cl^-)} > 1$   
 D. 向  $\text{AgCl}$ 、 $\text{AgBr}$  的饱和溶液中加入少量  $\text{AgNO}_3$ , 溶液中  $\frac{c(Cl^-)}{c(Br^-)}$  不变

二、选择题: 本题共 8 小题, 每小题 6 分。在每小题给出的四个选项中, 第 14~18 题只有一项符合题目要求, 第 19~21 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分。

14. 关于行星运动的规律, 下列说法符合史实的是

答: B

- A. 开普勒在牛顿定律的基础上, 总结出了行星运动的规律  
 B. 开普勒在天文观测数据的基础上, 总结出了行星运动的规律  
 C. 开普勒总结出了行星运动的规律, 找出了行星按照这些规律运动的原因  
 D. 开普勒总结出了行星运动的规律, 发现了万有引力定律

15. 关于静电场的等势面, 下列说法正确的是

答: B

- A. 两个电势不同的等势面可能相交  
 B. 电场线与等势面处处相互垂直  
 C. 同一等势面上各点电场强度一定相等  
 D. 将一负的试探电荷从电势较高的等势面移到电势较低的等势面, 电场力做正功

16. 一质点做速度逐渐增大的匀加速直线运动, 在时间间隔  $t$  内位移为  $s$ , 动能变为原来的 9 倍。该质点的加速度为

答: A

- A.  $\frac{s}{t^2}$       B.  $\frac{3s}{2t^2}$       C.  $\frac{4s}{t^2}$       D.  $\frac{8s}{t^2}$

17. 如图, 两个轻环  $a$  和  $b$  套在位于竖直面内的一段固定圆弧上; 一细线穿过两轻环, 其两端各系一质量为  $m$  的小球。在  $a$  和  $b$  之间的细线上悬挂一小物块。平衡时,  $a$ 、 $b$  间的距离恰好等于圆弧的半径。不计所有摩擦。小物块的质量为



答: C

- A.  $\frac{m}{2}$       B.  $\frac{\sqrt{3}}{2}m$       C.  $m$       D.  $2m$

18. 平面  $OM$  和平面  $ON$  之间的夹角为  $30^\circ$ , 其横截面 (纸面) 如图所示, 平面  $OM$  上方存在匀强磁场, 磁感应强度大小为  $B$ , 方向垂直于纸面向外。一带电粒子的质量为  $m$ , 电荷量为  $q (q > 0)$ 。粒子沿纸面以大小为  $v$  的速度从  $OM$  的某点向上方射入磁场, 速度与  $OM$  成  $30^\circ$  角。已知该粒子在磁场中的运动轨迹与  $ON$  只有一个交点, 并从  $OM$  上另一点射出磁场。不计重力。粒子离开磁场的出射点到两平面交线  $O$  的距离为



答: D

- A.  $\frac{mv}{2qB}$       B.  $\frac{\sqrt{3}mv}{qB}$       C.  $\frac{2mv}{qB}$       D.  $\frac{4mv}{qB}$



20. 理想变压器原、副线圈分别接有额定电压相同的灯泡 a 和 b。当输入电压为额定电压的 10 倍时，两灯均能正常发光，下列说法正确的是

- A. 原、副线圈匝数比为 9:1  
B. 原、副线圈匝数比为 1:9  
C. 此时 a 和 b 的电功率之比为 9:1  
D. 此时 a 和 b 的电功率之比为 1:9

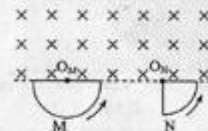
21. 如图，一固定容器的内壁是半径为  $R$  的半球面；在半球面水平直径的一端有一质量为  $m$  的质点 P。它在容器内壁由静止下滑到最低点的过程中，克服摩擦力做的功为  $W$ 。重力加速度大小为  $g$ 。设质点 P 在最低点时，向心加速度的大小为  $a$ ，容器对它的支持力大小为  $N$ ，则

- A.  $a = \frac{2(mgR - W)}{mR}$   
B.  $a = \frac{2mgR - W}{mR}$   
C.  $N = \frac{3mgR - 2W}{R}$   
D.  $N = \frac{2(mgR - W)}{R}$



21. 如图，M 为半圆形导线框，圆心为  $O_M$ ；N 是圆心角为直角的扇形导线框，圆心为  $O_N$ ；两导线框在同一竖直面（纸面）内；两圆弧半径相等；过直线  $O_M O_N$  的水平面上方有一匀强磁场，磁场方向垂直于纸面。现使线框 M、N 在  $t = 0$  时从图示位置开始，分别绕垂直于纸面、且过  $O_M$  和  $O_N$  的轴，以相同的周期  $T$  逆时针匀速转动，则

- A. 两导线框中均会产生正弦交流电  
B. 两导线框中感应电流的周期都等于  $T$   
C. 在  $t = \frac{T}{8}$  时，两导线框中产生的感应电动势相等  
D. 两导线框的电阻相等时，两导线框中感应电流的有效值也相等



三、非选择题：本卷包括必考题和选考题两部分。第 22~32 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 33~40 题为选考题，考生根据要求作答。

(一) 必考题 (共 129 分)

22. (5 分)

某同学用图中所给器材进行与安培力有关的实验，两根金属导轨 ab 和 a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> 固定在同一水平面内且相互平行，足够大的电磁铁（未画出）的 N 极位于两导轨的正上方，S 极位于两导轨的正下方，一金属棒置于导轨上且与两导轨垂直。



(1) 在图中画出连线，完成实验电路。要求滑动变阻器以限流方式接入电路，且在开关闭合后，金属棒沿箭头所示的方向移动。

答：连线如图所示。(2 分)

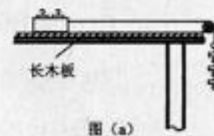
(2) 为使金属棒在离开导轨时具有更大的速度，有人提出以下建议：

- A. 适当增加两导轨间的距离  
B. 换一根更长的金属棒  
C. 适当增大金属棒中的电流

其中正确的是 AC (填入正确选项前的标号)。(5 分) (选对一个给 2 分，选对两个给 3 分，有选错的不给这 3 分)

23. (10 分)

某物理课外小组利用图 (a) 中的装置探究物体加速度与其所受合外力之间的关系。图中，置于实验台上的长木板水平放置，其右端固定一轻滑轮；轻绳跨过滑轮，一端与放在木板上的小滑块相连，另一端可悬挂钩码。本实验中可用的钩码共有  $N=5$  个，每个质量均为  $0.010\text{kg}$ 。实验步骤如下：



(1) 将 5 个钩码全部放入小车中，在长木板左下方垫上适当厚度的小物块，使小车（和钩码）可以在木板上匀速下滑。

(2) 将  $n$  (依次取  $n=1, 2, 3, 4, 5$ ) 个钩码挂在轻绳右端，其余  $N-n$  个钩码仍留在小车内；用手按住小车并使轻绳与木板平行。释放小车，同时用传感器记录小车在时刻  $t$  相对于其起始位置的位移  $s$ ，绘制  $s-t$  图像，经数据处理后可得到相应的加速度  $a$ 。



学科网首发试卷

(3) 对同一小车的  $n$  的  $a$  值见下表。  $n=2$  时的  $s-t$  图像如图 (b) 所示；由图 (b) 求出此时小车的加速度（保留 2 位有效数字），将结果填入下表。（2 分。在 0.37 和 0.49 范围内都给分）

$n$	1	2	3	4	5
$a/m\cdot s^{-2}$	0.20	0.39	0.58	0.78	1.00

(4) 利用表中的数据在图 (c) 中补齐数据点，并作出  $a-n$  图像。从图像可以看出：当物体质量一定时，物体的加速度与其所受的合外力成正比。

答： $a-n$  图线如图 (3 分)

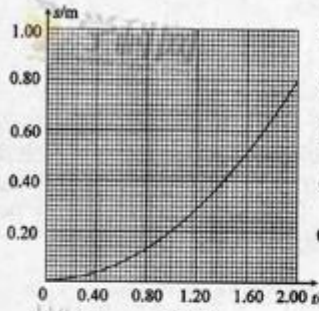


图 (b)

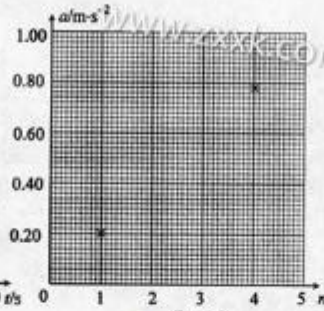
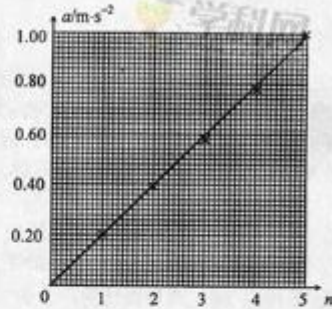


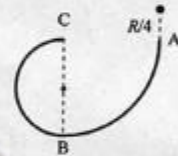
图 (c)



- (5) 利用  $a-n$  图像求得小车（空载）的质量为 0.45 kg（保留 2 位有效数字，重力加速度取  $g=9.8\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ）。（3 分。在 0.43 和 0.47 范围内都给分）
- (6) 若以“保持木板水平”来代替步骤 (1)，下列说法正确的是 BC（填入正确选项前的标号）（2 分。选对一个给 1 分，有选错的不给这 2 分）
- A.  $a-n$  图线不再是直线
  - B.  $a-n$  图线仍是直线，但该直线不过原点
  - C.  $a-n$  图线仍是直线，但该直线的斜率变大

24. (12 分)

如图，在竖直平面内有由  $\frac{1}{4}$  圆弧 AB 和  $\frac{1}{2}$  圆弧 BC 组成的光滑固定轨道，两者在最低点 B 平滑连接。AB 弧的半径为  $R$ ，BC 弧的半径为  $\frac{R}{2}$ 。一小球在 A 点正上方与 A 相距  $\frac{R}{4}$  处由静止开始自由下落，经 A 点沿圆弧轨道运动。



- (1) 求小球在 B、A 两点的动能之比；
- (2) 通过计算判断小球能否沿轨道运动到 C 点。

答：(1) 设小球的质量为  $m$ ，小球在 A 点的动能为  $E_{KA}$ ，由机械能守恒得  $E_{KA} = mg\frac{R}{4}$  ①

设小球在 B 点的动能为  $E_{KB}$ ，同理有  $E_{KB} = mg\frac{5R}{4}$  ②

由①②式得  $\frac{E_{KB}}{E_{KA}} = 5$  ③

(2) 若小球能沿轨道运动到 C 点，小球在 C 点所受轨道的正压力  $N$  应满足  $N \geq 0$  ④

设小球在 C 点的速度大小为  $v_C$ ，由牛顿运动定律和向心加速度公式有  $N + mg = m\frac{v_C^2}{R}$  ⑤

由④⑤式得， $v_C$  应满足  $mg \leq m\frac{2v_C^2}{R}$  ⑥

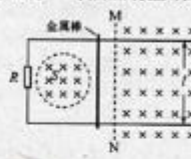
由机械能守恒有  $mg\frac{R}{4} = \frac{1}{2}mv_C^2$  ⑦

由⑥⑦式可知，小球恰好可以沿轨道运动到 C 点。

评分参考：第 (1) 问 6 分，①②③式各 2 分；第 (2) 问 6 分，④⑤式各 2 分，“可以运动到 C 点” 2 分。

学科网 学科网首发试卷

光滑平行金属导轨位于同一水平面（纸面）内，其左端接一阻值为  $R$  的电阻，与导轨垂直的金属棒置于两导轨上；在电阻、导轨和金属棒中间有一面积为  $S$  的区域，区域中存在垂直于纸面向里的均匀磁场，磁感应强度大小  $B_1$  随时间  $t$  的变化关系为  $B_1 = kt$ ，式中  $k$  为常量；在金属棒右侧还有一匀强磁场区域，区域左边界  $MN$ （虚线）与导轨垂直，磁场的磁感应强度大小为  $B_0$ ，方向也垂直于纸面向里。某时刻，金属棒在一外加水平恒力的作用下从静止开始向右运动，在  $t_0$  时刻恰好以速度  $v_0$  越过  $MN$ ，此后向右做匀速运动。金属棒与导轨始终相互垂直并接触良好，它们的电阻均忽略不计。求



(1) 在  $t=0$  到  $t=t_0$  时间间隔内，流过电阻的电荷量的绝对值；  
 (2) 在时刻  $t$  ( $t > t_0$ ) 穿过回路的总磁通量和金属棒所受外加水平恒力的大小。

答：(1) 在金属棒未越过  $MN$  之前， $t$  时刻穿过回路的磁通量为  $\phi = ktS$

设在从  $t$  时刻到  $t + \Delta t$  的时间间隔内，回路磁通量的变化量为  $\Delta\phi$ ，流过电阻  $R$  的电荷量为  $\Delta q$ 。由法拉第电磁感应定律有

$$\varepsilon = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \quad (2)$$

由欧姆定律有

$$i = \frac{\varepsilon}{R} \quad (3)$$

由电流的定义有

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (4)$$

联立①②③④式得

$$|\Delta q| = \frac{kS}{R} \Delta t \quad (5)$$

由⑤式得，在  $t=0$  到  $t=t_0$  的时间间隔内，流过电阻  $R$  的电荷量  $q$  的绝对值为

$$|q| = \frac{kt_0 S}{R} \quad (6)$$

(2) 当  $t > t_0$  时，金属棒已越过  $MN$ 。由于金属棒在  $MN$  右侧做匀速运动，有  $f = F$

式中， $f$  是外加水平恒力， $F$  是匀强磁场施加的安培力。设此时回路中的电流为  $I$ ， $F$  的大小为

$$F = B_0 I I \quad (7)$$

此时金属棒与  $MN$  之间的距离为

$$s = v_0(t - t_0) \quad (8)$$

匀强磁场穿过回路的磁通量为

$$\phi' = B_0 I s \quad (9)$$

回路的总磁通量为

$$\phi = \phi + \phi' \quad (10)$$

式中， $\phi$  仍如①式所示。由①②③④式得，在时刻  $t$  ( $t > t_0$ ) 穿过回路的总磁通量为

$$\phi = \frac{kS}{R} (t - t_0) + kS \quad (11)$$

在  $t$  到  $t + \Delta t$  的时间间隔内，总磁通量的改变  $\Delta\phi$  为

$$\Delta\phi = (B_0 I v_0 + kS) \Delta t \quad (12)$$

由法拉第电磁感应定律得，回路感应电动势的大小为

$$\varepsilon = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \quad (13)$$

由欧姆定律有

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \quad (14)$$

联立⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮式得

$$f = (B_0 I v_0 + kS) \frac{B_0 I}{R} \quad (15)$$

评分参考：第(1)问7分，①②③④⑤式各1分，⑥式2分；第(2)问13分，⑦式2分，⑧⑨⑩式各1分，⑪⑫式各2分，⑬⑭⑮式各1分。

26. (14分)

过氧化钙微溶于水，溶于酸，可用作分析试剂、医用防腐剂、消毒剂。以下是一种制备过氧化钙的实验方法。回答下列问题：

(一) 碳酸钙的制备

石灰石 (含少量铁的氧化物)  $\xrightarrow[\text{小火煮沸}]{\text{盐酸}}$  双氧水和氨水  $\xrightarrow[\text{过滤}]{\text{过滤}}$  滤渣 / 滤液  $\xrightarrow[\text{氨水}]{\text{碳酸铵溶液}}$  过滤  $\rightarrow$   $\text{CaCO}_3$

①

(1) 步骤①加入氨水的目的是 调节溶液 pH 使  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀。小火煮沸的作用是使沉淀颗粒长大，有利于 过滤分离。(每空1分，共2分)

— 40 —

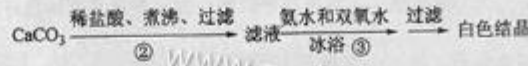


27. 下列为实验室制备过氧化钙的过滤操作示意图，其操作不规范的是 ade (填标号)

- a. 漏斗末端颈尖未紧靠烧杯壁
- b. 玻璃棒用作引流
- c. 将滤纸湿润，使其紧贴漏斗壁
- d. 滤纸边缘高出漏斗
- e. 用玻璃棒在漏斗中轻轻搅动以加快过滤速度



(二) 过氧化钙的制备



(3) 步骤②的具体操作为逐滴加入稀盐酸，至溶液中有少量沉淀，此时溶液呈 酸 性(填“酸”、“碱”或“中”)。将溶液煮沸，趁热过滤。将溶液煮沸的作用是 除去溶液中的 CO<sub>2</sub>。(每空 1 分，共 2 分)

(4) 步骤③中反应的化学方程式为  $\text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$   
或  $\text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{CaO}_2 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，该反应需要在冰浴下进行，原因是 温度过高时双氧水易分解。(2 分，1 分，共 3 分)

(5) 将过滤得到的白色结晶依次使用蒸馏水、乙醇洗涤，使用乙醇洗涤的目的是 去除结晶表面水分。(2 分)

(6) 制备过氧化钙的另一种方法是：将石灰石煅烧后，直接加入双氧水反应，过滤后可得到过氧化钙产品。  
该工艺方法的优点是 工艺简单、操作方便，产品的缺点是 纯度较低。(每空 1 分，共 2 分)

27. (15 分)

煤燃烧排放的烟气含有 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub>，形成酸雨、污染大气，采用 NaClO<sub>2</sub> 溶液作为吸收剂可同时对烟气进行脱硫、脱硝。回答下列问题：

(1) NaClO<sub>2</sub> 的化学名称为 亚氯酸钠。(2 分)

(2) 在鼓泡反应器中通入含有 SO<sub>2</sub> 和 NO 的烟气，反应温度 323K，NaClO<sub>2</sub> 溶液浓度为 5 × 10<sup>-3</sup> mol · L<sup>-1</sup>，反应一段时间后溶液中离子浓度的分析结果如下表。

离子	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
c/(mol · L <sup>-1</sup> )	8.15 × 10 <sup>-4</sup>	6.87 × 10 <sup>-4</sup>	1.5 × 10 <sup>-4</sup>	1.2 × 10 <sup>-4</sup>	3.4 × 10 <sup>-2</sup>

①写出 NaClO<sub>2</sub> 溶液脱硝过程中主要反应的离子方程式  $4\text{NO} + 3\text{ClO}_2^- + 4\text{H}^+ = 4\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{Cl}^-$ 。增加压强，

NO 的转化率 提高 (填“提高”、“不变”或“降低”)。(2 分，1 分，共 3 分)

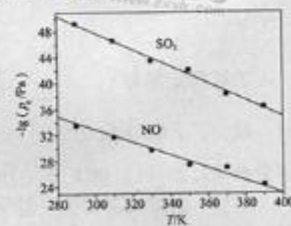
②随着吸收反应的进行，吸收剂溶液的 pH 逐渐 减小。(填“增大”、“不变”或“减小”) (1 分)

③由实验结果可知，脱硫反应速率 大于 脱硝反应速率 (填“大于”或“小于”)。原因是除了 SO<sub>2</sub> 和 NO 在烟气中的初始浓度不同，还可能是 NO 溶解度较小或脱硝反应活化能较高。(每空 1 分，共 2 分)

(3) 在不同温度下，NaClO<sub>2</sub> 溶液脱硫、脱硝的反应中 SO<sub>2</sub> 和 NO 的平衡分压 P<sub>2</sub> 如图所示。

①由图分析可知，反应温度升高，脱硫、脱硝反应的平衡常数均 减小。(填“增大”、“不变”或“减小”)。(1 分)

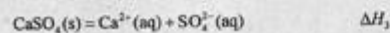
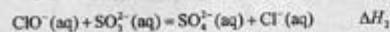
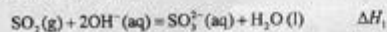
②反应  $\text{ClO}_2^- + 2\text{SO}_3^{2-} = 2\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$  的平衡常数 K 表达式为  $\frac{c^2(\text{SO}_4^{2-}) \cdot c(\text{Cl}^-)}{c^2(\text{SO}_3^{2-}) \cdot c(\text{ClO}_2^-)}$ 。(2 分)



(4) 如果采用 NaClO、Ca(ClO)<sub>2</sub> 替代 NaClO<sub>2</sub>，也能得到较好的烟气脱硫效果。

①从化学平衡原理分析，Ca(ClO)<sub>2</sub> 相比 NaClO 具有的优点是 形成 CaSO<sub>4</sub> 沉淀，反应平衡向产物方向移动，SO<sub>2</sub> 转化率提高。(2 分)

②已知下列反应：



则反应  $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{ClO}^-(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) = \text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$  的  $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 - \Delta H_3$  (2 分)。



以硅藻土为载体的五氧化二钒 ( $V_2O_5$ ) 是接触法生产硫酸的催化剂。从废钒催化剂中回收  $V_2O_5$  既减少环境污染又可得到  $V_2O_5$  再利用。废钒催化剂的主要成分为：

物质	$V_2O_5$	$V_2O_4$	$K_2SO_4$	$SiO_2$	$Fe_2O_3$	$Al_2O_3$
质量分数/%	2.2~2.9	2.8~3.1	22~28	60~65	1~2	<1

以下是一种废钒催化剂回收工艺路线：



回答下列问题：

- (1) “酸浸”时  $V_2O_5$  转化为  $VO_2^+$ ，反应的离子方程式为  $V_2O_5 + 2H^+ = 2VO_2^+ + H_2O$ ，同时  $V_2O_4$  转化成  $VO^{2+}$ 。  
“废渣 1”的主要成分是  $SiO_2$ 。(每空 2 分，共 4 分)
- (2) “氧化”中欲使 3 mol 的  $VO^{2+}$  变为  $VO_2^+$ ，则需要氧化剂  $KClO_3$  至少为 0.5 mol。(2 分)
- (3) “中和”作用之一是使钒以  $VO_2^+$  形式存在于溶液中，“废渣 2”中含有  $Fe(OH)_3$  和  $Al(OH)_3$ 。(2 分)
- (4) “离子交换”和“淋洗”可简单表示为： $4ROH + VO_2^+ \xrightarrow{H^+} R_4VO_2 + 4OH^-$  (ROH 为强碱性阴离子交换树脂)。为了提高淋洗效率，淋洗液应该呈碱性(填“酸”、“碱”或“中”)。(2 分)
- (5) “流出液”中阳离子最多的是  $K^+$ 。(2 分)
- (6) “沉钒”得到偏钒酸铵 ( $NH_4VO_3$ ) 沉淀，写出“煅烧”中发生反应的化学方程式：  
 $2NH_4VO_3 \xrightarrow{\Delta} V_2O_5 + 2NH_3 \uparrow + H_2O \uparrow$ 。(2 分)

29. (10 分)

为了探究某地夏日晴天中午时气温和相对湿度对 A 品种小麦光合作用的影响，某研究小组将生长状态一致的 A 品种小麦植株分为 5 组，1 组在田间生长作为对照组，另 4 组在人工气候室中生长作为实验组，并保持其光照和  $CO_2$  浓度等条件与对照组相同。于中午 12:30 测定各组叶片的光合速率，各组实验处理及结果如表所示：

		对照组	实验组一	实验组二	实验组三	实验组四
实验处理	温度/ $^{\circ}C$	36	36	36	31	25
	相对湿度/%	77	77	52	52	52
实验结果	光合速率 $\mu g CO_2 \cdot dm^{-2} \cdot h^{-1}$	34.1	15.1	21.1	23.7	20.7

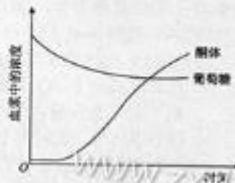
回答下列问题：

- (1) 根据本实验结果，可以推测中午时对小麦光合速率影响较大的环境因素是温度(或答相对湿度)(1 分)，其依据是在相同温度条件下，相对湿度改变时光合速率变化较大(2 分，其他合理答案酌情给分)；并可推测，增加(填“增加”或“降低”)(1 分)麦田环境的相对湿度可降低小麦光合作用“午休”的程度。
- (2) 在实验组中，若适当提高第四(1 分)组的环境温度能提高小麦的光合速率，其原因是该实验组的环境温度未达到光合作用的最适温度。(3 分，其他合理答案酌情给分)
- (3) 小麦叶片气孔开放时， $CO_2$  进入叶肉细胞的过程不需要(填“需要”或“不需要”)载体蛋白，不需要(填“需要”或“不需要”)消耗 ATP。(每空 1 分，共 2 分)

30. (9 分)

回答下列问题：

- (1) 正常人在饥饿且无外源能源物质摄入的情况下，与其在进食后的情况相比，血液中胰高血糖素与胰岛素含量的比值高(2 分)其原因是饥饿时，血糖浓度降低使胰高血糖素分泌量增加，胰岛素分泌量减少；在进食后则相反。(3 分)
- (2) 在饥饿条件下，一段时间内人体血浆中葡萄糖和酮体浓度变化的趋势如图所示。酮体是脂肪酸分解代谢的中间产物，其酸性较强。人在某些情况下不能进食时，需要注射葡萄糖溶液，据图分析，注射葡萄糖溶液除与以满足能量需求外，还可以避免因酮体浓度升高而引起的内环境 pH 下降。(4 分，其他合理答案酌情给分)





学科网首发试卷

www.zxxk.com/gaokao/

冻原生态系统的生物生存条件十分严酷而独具特色，有人曾将该生态系统所处的地区称为“不毛之地”。回答下列问题：

- (1) 由于温度的限制作用，冻原上物种的丰富度较低。丰富度是指 群落中物种数目的多少。(2分)
- (2) 与热带森林生态系统相比，通常冻原生态系统的土壤有机物质的积累，其原因是 低温下，分解者的分解作用弱。(3分)
- (3) 通常，生态系统的食物链不会很长，原因是 能量在沿食物链流动的过程中是逐级减少的。(3分，其他合理答案酌情给分)

32. (12分)

基因突变和染色体变异是真核生物可遗传变异的两种来源。回答下列问题：

- (1) 基因突变和染色体变异所涉及的碱基对的数目不同，基因突变所涉及的数目比后者少。(2分)
- (2) 在染色体数目变异中，既可发生以染色体组为单位的变异，也可发生以 染色体 为单位的变异。(2分)
- (3) 基因突变既可由显性基因突变为隐性基因(隐性突变)，也可由隐性基因突变为显性基因(显性突变)。若某种白花受粉植物的 AA 和 aa 植株分别发生隐性突变和显性突变，且在子一代中都得到了基因型为 Aa 的个体，则最早在子 一 代中能观察到该显性突变的性状；最早在子 二 代中能观察到该隐性突变的性状；最早在子 三 代中能分离得到显性突变纯合体；最早在子 二 代中能分离得到隐性突变纯合体。(每空 2 分，共 8 分)

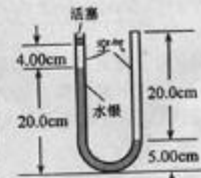
(二) 选考题：共 45 分。请考生从 3 道物理题、3 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答。如果多做，则按所做的第一题计分。

33. [物理——选修 3-3] (15 分)

- (1) (5 分) 关于气体的内能，下列说法正确的是 CDE。(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分；每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)。

- 质量和温度都相同的气体，内能一定相同
- 气体温度不变，整体运动速度越大，其内能越大
- 气体被压缩时，内能可能不变
- 一定量的某种理想气体的内能只与温度有关
- 一定量的某种理想气体在等压膨胀过程中，内能一定增加

- (2) (10 分) 一 U 形玻璃管竖直放置，左端开口，右端封闭，左端上部有一光滑的轻活塞。初始时，管内汞柱及空气柱长度如图所示。用力向下缓慢推活塞，直至管内两边汞柱高度相等为止。求此时右管内空气柱的压强和活塞向下移动的距离。已知玻璃管的横截面积处处相同；在活塞向下移动的过程中，没有发生气体泄漏；大气压强  $p_0 = 75.0 \text{ cmHg}$ 。环境温度不变。



答：设初始时，右管中空气柱的压强为  $p_1$ ，长度为  $l_1$ ；左管中空气柱的压强为  $p_2 = p_0$ ，长度为  $l_2$ 。活塞被下推  $h$  后，右管中空气柱的压强为  $p_1'$ ，长度为  $l_1'$ ；左管中空气柱的压强为  $p_2'$ ，长度为  $l_2'$ 。以 cmHg 为压强单位。由题给条件得

$$p_1 = p_0 + (20.0 - 5.00) \text{ cmHg} \quad ①$$

$$l_1' = \left( 20.0 - \frac{20.0 - 5.00}{2} \right) \text{ cm} \quad ②$$

$$p_1 l_1 = p_1' l_1' \quad ③$$

$$p_1' = 144 \text{ cmHg} \quad ④$$

$$p_2' = p_1' \quad ⑤$$

$$l_2' = 4.00 \text{ cm} + \frac{20.0 - 5.00}{2} \text{ cm} - h \quad ⑥$$

由玻意耳定律得

$$p_2 l_2 = p_2' l_2' \quad ⑦$$

联立④⑤⑥⑦式和题给条件得

$$h = 9.42 \text{ cm} \quad ⑧$$

评分参考：①②式各 1 分，③式 2 分，④⑤⑥式各 1 分，⑦式 2 分，⑧式 1 分。

34. [物理——选修 3-4] (15 分)

- (1) (5 分) 由波源 S 形成的简谐横波在均匀介质中同左、右传播。波源振动的频率为 20 Hz，波速为 16 m/s。已知介质中 P、Q 两质点位于波源 S 的两侧，且 P、Q 和 S 的平衡位置在一条直线上，P、Q 的平衡位置到 S 的平衡位置之间的距离分别为 15.8 m、14.6 m。P、Q 开始振动后，下列判断正确的是 BDE。(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分；每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)。

A. P、Q 两质点运动的方向始终相同





学科网  
www.zxxk.com

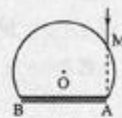
两质点运动的方向始终相反  
通过平衡位置时，P、Q 两点也正好通过平衡位置  
通过平衡位置向上运动时，P 在波峰  
E. 当 S 恰好通过平衡位置向下运动时，Q 在波峰

学科网首发试卷

www.zxxk.com/gaokao/

(2) (10分) 如图，玻璃球冠的折射率为  $\sqrt{3}$ ，其底面镀银，底面的半径是球半径的  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  倍；

在过球心 O 且垂直于底面的平面（纸面）内，有一与底面垂直的光线射到玻璃球冠上的 M 点，该光线的延长线恰好过底面边缘上的 A 点。求该光线从球面射出的方向相对于其初始入射方向的偏角。



答：设球半径为 R，球冠底面中心为 O'，连接 OO'，则 OO' ⊥ AB。令 ∠OAO' = α，有

$$\cos \alpha = \frac{O'A}{OA} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}R}{R} \quad (1)$$

$$\alpha = 30^\circ \quad (2)$$

即

由题意

$$MA \perp AB$$

所以

$$\angle OAM = 60^\circ$$



设图中 N 点为光线在球冠内底面上的反射点，所考虑的光线的光路图如图所示。设光线在 M 点的入射角为 i，折射角为 r，在 N 点的入射角为 i'，反射角为 i''，玻璃折射率为 n。由于 ΔOAM 为等边三角形，有

$$i = 60^\circ \quad (4)$$

由折射定律有

$$\sin i = n \sin r \quad (5)$$

代入题给条件  $n = \sqrt{3}$  得

$$r = 30^\circ \quad (6)$$

作底面在 N 点的径线 NE，由于 NE // AM，有

$$i' = 30^\circ \quad (7)$$

根据反射定律，有

$$i'' = 30^\circ \quad (8)$$

连接 ON，由几何关系知 ΔMAN ≅ ΔMON，故有 ∠MNO = 60°

$$\angle MNO = 60^\circ \quad (9)$$

由⑦⑧式得

$$\angle ENO = 30^\circ \quad (10)$$

于是 ∠ENO 为反射角，ON 为反射光线。这一反射光线经球面再次折射后不改变方向。所以，经一次反射后射出玻璃球冠的光线相对于入射光线的偏角 β 为

$$\beta = 180^\circ - \angle ENO = 150^\circ \quad (11)$$

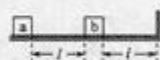
评分参考：②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪式各 1 分。

35. [物理—选修 3-5] (15 分)

(1) (5 分) 一静止的铝原子核  $^{27}_{13}\text{Al}$  俘获一速度为  $1.0 \times 10^7 \text{ m/s}$  的质子 p 后，变为处于激发态的硅原子核  $^{28}_{14}\text{Si}^*$ 。下列说法正确的是 ABE。（填正确答案标号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分；每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分）。

- A. 核反应方程为  $p + {}^{27}_{13}\text{Al} \rightarrow {}^{28}_{14}\text{Si}^*$
- B. 核反应过程中系统动量守恒
- C. 核反应过程中系统能量不守恒
- D. 核反应前后核子数相等，所以生成物的质量等于反应物的质量之和
- E. 硅原子核速度的数量级为  $10^7 \text{ m/s}$ ，方向与质子初速度的方向一致

(2) (10 分) 如图，水平地面上有两个静止的小物块 a 和 b，其连线与墙垂直；a 和 b 相距 l，b 与墙之间也相距 l；a 的质量为 m，b 的质量为  $\frac{3}{4}m$ 。两物块与地面间的动摩擦因数均相



同。现使 a 以初速度  $u_0$  向右滑动。此后 a 与 b 发生弹性碰撞，但 b 没有与墙发生碰撞。重力加速度大小为 g。求物块与地面间的动摩擦因数满足的条件。

答：设物块与地面间的动摩擦因数为 μ。若要物块 a、b 能够发生碰撞，应有

$$\frac{1}{2}mu_0^2 > \mu mgl \quad (1)$$

即

$$\mu < \frac{u_0^2}{2gl} \quad (2)$$

设在 a、b 发生弹性碰撞前的瞬间，a 的速度大小为  $u_1$ ，由能量守恒有

$$\frac{1}{2}mu_1^2 = \frac{1}{2}mu_0^2 + \mu mgl$$



学科网首发试卷  
www.zxxk.com/gaokao/

设在 a、b 碰撞后的瞬间，a、b 的速度大小分别为  $v_1'$ 、 $v_2'$ ，由动量守恒和能量守恒有

$$mv_1 = v_1' + \frac{3m}{4}v_2' \quad (4)$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}v_1'^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{3m}{4}\right)v_2'^2 \quad (5)$$

联立④⑤式解得

$$v_2' = \frac{8}{7}v_1 \quad (6)$$

由题意，b 没有与墙发生碰撞，由功能关系可知

$$\frac{1}{2}\left(\frac{3m}{4}\right)v_2'^2 \leq \mu \frac{3m}{4}gl \quad (7)$$

联立③⑥⑦式，可得

$$\mu \geq \frac{32}{113} \frac{v_0^2}{gl} \quad (8)$$

联立②⑧式，a 与 b 发生碰撞、但 b 没有与墙发生碰撞的条件

$$\frac{32}{113} \frac{v_0^2}{gl} \leq \mu < \frac{v_0^2}{2gl} \quad (9)$$

评分参考：①②式各 1 分（若②式同时有小于和等于号，同样给分），③式 2 分，④⑤⑥⑦式各 1 分，⑧式 2 分（若只有大于号，同样给分）。

36. [化学——选修 2：化学与技术]（15 分）

聚合硫酸铁（PFS）是水处理中重要的絮凝剂。下图是以回收的废铁屑为原料制备 PFS 的一种工艺流程。



回答下列问题：

- 废铁屑主要为表面附有大量铁锈的铁，铁锈的主要成分是  $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$ 。粉碎过筛的目的是 选取细小颗粒，增大反应物接触面积，提高“酸浸”反应速率。（1 分、2 分、共 3 分）
- 酸浸时最合适的酸是  $H_2SO_4$ 。写出该“酸浸”反应的离子方程式  $Fe_2O_3 \cdot xH_2O + 6H^+ = 2Fe^{3+} + (x+3)H_2O$ 。（1 分，2 分，共 3 分）
- 反应釜中加入氧化剂的作用是 使 Fe 从 +2 价变成 +3 价，下列氧化剂中最合适的是 c。（填标号），（每空 1 分，共 2 分）  
a.  $KMnO_4$     b.  $Cl_2$     c.  $H_2O_2$     d.  $HNO_3$
- 聚合釜中溶液的 pH 必须控制在一定的范围。pH 偏小时  $Fe^{3+}$  水解程度弱，pH 偏大时则 形成氢氧化铁沉淀。（2 分）
- 相对于常压蒸发，减压蒸发的优点是 降低蒸发温度防止产物分解。（2 分）
- 盐基度 B 是衡量絮凝剂絮凝效果的重要指标，定义式为  $B = \frac{3n(OH)}{n(Fe)}$ （n 为物质的量）。为测量样品的

B 值，取样品  $m$  g，准确加入过量盐酸，充分反应，再加入煮沸后冷却的蒸馏水，以酚酞为指示剂，用  $c$  mol·L<sup>-1</sup> 的标准 NaOH 溶液进行中和滴定（部分操作略去，已排除铁离子干扰）。到终点时消耗 NaOH 溶液  $V$  mL，按上述步骤做空白对照试验，消耗 NaOH 溶液  $V_0$  mL。已知该样品中 Fe 质量分数  $w$ ，则 B 的表达式为  $\frac{0.168c(V_0 - V)}{mw}$ 。（3 分）

37. [化学——选修 3：物质结构与性质]（15 分）

砷化镓（GaAs）是优良的半导体材料，可用于制作微型激光器或太阳能电池的材料等。回答下列问题：

- 写出基态 As 原子的核外电子排布式  $[Ar]3d^{10}4s^24p^3$ 。（1 分）
- 根据元素周期律，原子半径 Ga 大于 As，第一电离能 Ga 小于 As。（填“大于”或“小于”）（每空 2 分，共 4 分）
- $AsCl_3$  分子的立体构型为 三角锥形，其中 As 的杂化轨道类型为  $sp^3$ 。（每空 1 分，共 2 分）
- $GaF_3$  的熔点高于  $1000^\circ C$ ， $GaCl_3$  的熔点为  $77.9^\circ C$ ，其原因是  $GaF_3$  为离子晶体， $GaCl_3$  为分子晶体。（2 分）

熔点为  $1238^{\circ}\text{C}$ ，密度为  $\rho\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，其晶胞结构如图所示。该晶体的类型为 原子晶体。Ga 与 As 以 共价 键键合。Ga 和 As 的摩尔质量分别为  $M_{\text{Ga}}\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  和  $M_{\text{As}}\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，原子半径分别为  $r_{\text{Ga}}\text{pm}$  和  $r_{\text{As}}\text{pm}$ ，阿伏加德罗常数值为  $N_{\text{A}}$ ，则 GaAs 晶胞中原子的体积占晶胞体积的百分率为  $\frac{4\pi \times 10^{-30} N_{\text{A}} \rho (r_{\text{Ga}}^3 + r_{\text{As}}^3)}{3(M_{\text{Ga}} + M_{\text{As}})} \times 100\%$ 。（每空 2 分，共 6 分）

38. [化学——选修 5：有机化学基础]（15 分）  
端炔烃在催化剂存在下可发生偶联反应，称为 Glaser 反应。

$$2\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{R} + \text{H}_2$$

该反应在研究新型发光材料、超分子化学等方面具有重要意义。下面是利用 Glaser 反应制备化合物 E 的一种合成路线：

回答下列问题：

(1) B 的结构简式为 ，D 的化学名称为 苯乙炔。（每空 1 分，共 2 分）

(2) ①和③的反应类型分别为 取代反应、消去反应。（每空 1 分，共 2 分）

(3) E 的结构简式为 。用 1 mol E 合成 1,4-二苯基丁烷，理论上需要消耗氢气 4 mol。（2 分，1 分，共 3 分）

(4) 化合物  $(\text{HC}\equiv\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}\equiv\text{CH})_n$  也可发生 Glaser 偶联反应生成聚合物，该聚合反应的化学方程式为

$$n \text{HC}\equiv\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}\equiv\text{CH} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{H}-\left[\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}\equiv\text{C}\right]_n-\text{H} + (n-1)\text{H}_2$$
（2 分）

(5) 芳香化合物 F 是 C 的同分异构体，其分子中只有两种不同化学环境的氢，数目比为 3:1，写出其中 3 种的结构简式 。（任意三种）（3 分）

(6) 写出用 2-苯基乙醇为原料（其他无机试剂任选）制备化合物 D 的合成路线

（3 分）

39. [生物——选修 1：生物技术实践]（15 分）  
某同学用新鲜的泡菜滤液为实验材料分离纯化乳酸菌。分离纯化所用固体培养基中因含有碳酸钙而不透明，乳酸菌产生的乳酸能溶解培养基中的碳酸钙。回答下列问题：

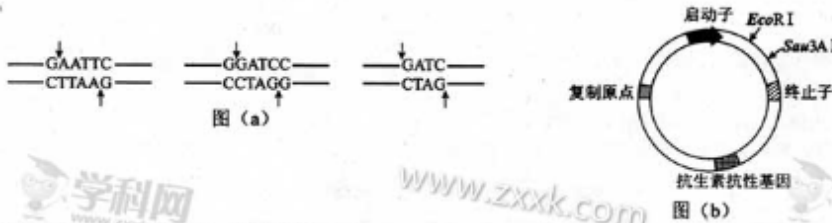
(1) 分离纯化乳酸菌时，首先需要用 无菌水（2 分）对泡菜滤液进行梯度稀释，进行梯度稀释的理由是 泡菜滤液中菌的浓度高，直接培养很难分离得到单菌落。（3 分）

(2) 推测在分离纯化所用的培养基中加入碳酸钙的作用有 鉴别乳酸菌 和 中和产生的乳酸（或酸）。（每空 3 分，共 6 分）分离纯化时应挑选出 具有透明圈（2 分）的菌落作为候选菌。

(3) 乳酸菌在  $20^{\circ}\text{C}$  长期保存时，菌液中常需要加入一定量的 甘油（2 分）（填“蒸馏水”、“甘油”或“碳酸钙”）。

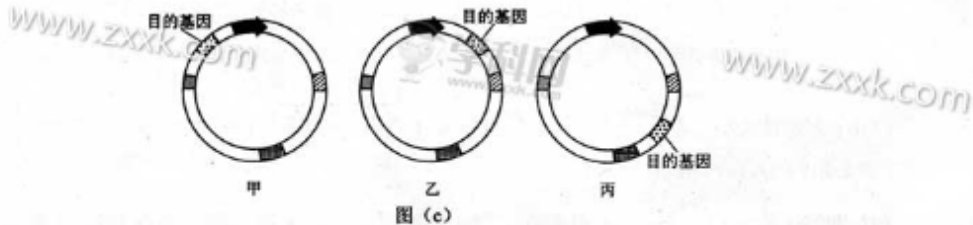
40. [选修3·现代生物科技专题] (15分)

图(a)片段上依次表示出了 *Eco*R I、*Bam*H I 和 *Sau*3A I 三种限制性内切酶的识别序列与切割位点,图(b)为某种表达载体的示意图(载体上的 *Eco*R I、*Sau*3A I 的切点是唯一的)。



根据基因工程的有关知识,回答下列问题:

- (1) 经 *Bam*H I 酶切后得到的目的基因可以与上述表达载体被 *Sau*3A I 酶切后的产物连接,理由是 两种酶切割后产生的片段具有相同的黏性末端 (每空 2 分,共 4 分)。
- (2) 若某人利用图(b)所示的表达载体获得了甲、乙、丙三种含有目的基因的重组子,如图(c)所示。这三种重组子中,不能在宿主细胞中表达目的基因产物的有 甲和丙, (2分)不能表达的原因是 甲中目的基因插入在启动子的上游,丙中目的基因插入在终止子的下游,二者的目的基因均不能被转录。(3分,其他合理答案可酌情给分)



- (3) DNA 连接酶是将两个 DNA 片段连接起来的酶,常见的有 *E*.*co*l DNA 连接酶和 *T*<sub>4</sub> DNA 连接酶,其中既能连接黏性末端又能连接平末端的是 *T*<sub>4</sub> DNA 连接酶。(每空 2 分,共 6 分,其他合理答案可酌情给分)