

2023 年普通高等学校招生全国统一考试（全国乙卷）理科综合（物理部分）

二、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分，共 48 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。

1. 一同学将排球自  $O$  点垫起，排球竖直向上运动，随后下落回到  $O$  点。设排球在运动过程中所受空气阻力大小和速度大小成正比。则该排球（ ）

- A. 上升时间等于下落时间
- B. 被垫起后瞬间的速度最大
- C. 达到最高点时加速度为零
- D. 下落过程中做匀加速运动

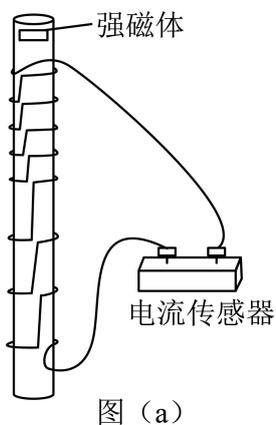
2. 小车在水平地面上沿轨道从左向右运动，动能一直增加。如果用带箭头的线段表示小车在轨道上相应位置处所受合力，下列四幅图可能正确的是（ ）



3. 2022 年 10 月，全球众多天文设施观测到迄今最亮伽马射线暴，其中我国的“慧眼”卫星、“极目”空间望远镜等装置在该事件观测中作出重要贡献。由观测结果推断，该伽马射线暴在 1 分钟内释放的能量量级为  $10^{48} \text{J}$ 。假设释放的能量来自于物质质量的减少，则每秒钟平均减少的质量量级为（光速为  $3 \times 10^8 \text{m/s}$ ）

- A.  $10^{19} \text{kg}$
- B.  $10^{24} \text{kg}$
- C.  $10^{29} \text{kg}$
- D.  $10^{34} \text{kg}$

4. 一学生小组在探究电磁感应现象时，进行了如下比较实验。用图（a）所示的缠绕方式，将漆包线分别绕在几何尺寸相同的有机玻璃管和金属铝管上，漆包线的两端与电流传感器接通。两管皆竖直放置，将一很小的强磁体分别从管的上端由静止释放，在管内下落至管的下端。实验中电流传感器测得的两管上流过漆包线的电流  $I$  随时间  $t$  的变化分别如图（b）和图（c）所示，分析可知（ ）



图（a）

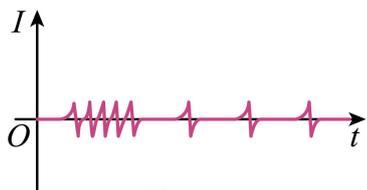


图 (b)

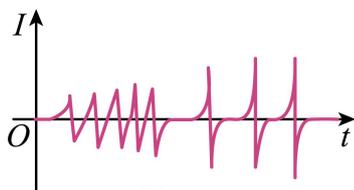
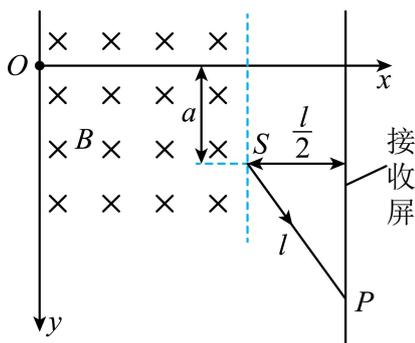


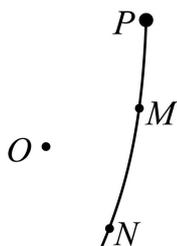
图 (c)

- A. 图 (c) 是用玻璃管获得的图像
- B. 在铝管中下落，小磁体做匀变速运动
- C. 在玻璃管中下落，小磁体受到的电磁阻力始终保持不变
- D. 用铝管时测得的电流第一个峰到最后一个峰的时间间隔比用玻璃管时的短
5. 如图，一磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场，方向垂直于纸面 ( $xOy$  平面) 向里，磁场右边界与  $x$  轴垂直。一带电粒子由  $O$  点沿  $x$  正向入射到磁场中，在磁场另一侧的  $S$  点射出，粒子离开磁场后，沿直线运动打在垂直于  $x$  轴的接收屏上的  $P$  点； $SP = l$ ， $S$  与屏的距离为  $\frac{l}{2}$ ，与  $x$  轴的距离为  $a$ 。如果保持所有条件不变，在磁场区域再加上电场强度大小为  $E$  的匀强电场，该粒子入射后则会沿  $x$  轴到达接收屏。该粒子的比荷为 ( )



- A.  $\frac{E}{2aB^2}$       B.  $\frac{E}{aB^2}$       C.  $\frac{B}{2aE^2}$       D.  $\frac{B}{aE^2}$

6. 在  $O$  点处固定一个正点电荷， $P$  点在  $O$  点右上方。从  $P$  点由静止释放一个带负电的小球，小球仅在重力和该点电荷电场力作用下在竖直面内运动，其一段轨迹如图所示。 $M$ 、 $N$  是轨迹上的两点， $OP > OM$ ， $OM = ON$ ，则小球 ( )



- A. 在运动过程中，电势能先增加后减少

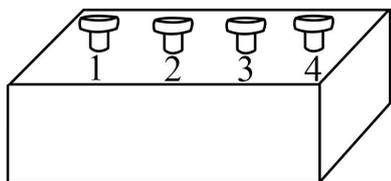
B. 在  $P$  点的电势能大于在  $N$  点的电势能

C. 在  $M$  点的机械能等于在  $N$  点的机械能

D. 从  $M$  点运动到  $N$  点的过程中，电场力始终不做功

7. 黑箱外有编号为 1、2、3、4 的四个接线柱，接线柱 1 和 2、2 和 3、3 和 4 之间各接有一个电阻，在接线柱间还接有另外一个电阻  $R$  和一个直流电源。测得接线柱之间的电压  $U_{12}=3.0\text{V}$ ， $U_{23}=2.5\text{V}$ ， $U_{34}=-1.5\text{V}$ 。

符合上述测量结果的可能接法是 ( )



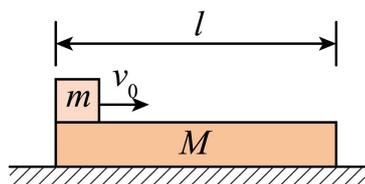
A. 电源接在 1、4 之间， $R$  接在 1、3 之间

B. 电源接在 1、4 之间， $R$  接在 2、4 之间

C. 电源接在 1、3 之间， $R$  接在 1、4 之间

D. 电源接在 1、3 之间， $R$  接在 2、4 之间

8. 如图，一质量为  $M$ 、长为  $l$  的木板静止在光滑水平桌面上，另一质量为  $m$  的小物块（可视为质点）从木板上的左端以速度  $v_0$  开始运动。已知物块与木板间的滑动摩擦力大小为  $f$ ，当物块从木板右端离开时 ( )



A. 木板的动能一定等于  $fl$

B. 木板的动能一定小于  $fl$

C. 物块的动能一定大于  $\frac{1}{2}mv_0^2 - fl$

D. 物块的动能一定小于  $\frac{1}{2}mv_0^2 - fl$

三、非选择题：共 174 分。第 22~32 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 33~38 题为选考题，考生根据要求作答。

(一) 必考题：共 129 分。

9. 在“验证力的平行四边形定则”的实验中使用的器材有：木板、白纸、两个标准弹簧测力计、橡皮条、轻质小圆环、刻度尺、铅笔、细线和图钉若干。完成下列实验步骤：

①用图钉将白纸固定在水平木板上。

②将橡皮条的一端固定在木板上，另一端系在轻质小圆环上。将两细线也系在小圆环上，它们的另一端均挂上测力计。用互成一定角度、方向平行于木板、大小适当的力拉动两个测力计，小圆环停止时由两个测力计的示数得到两拉力  $F_1$  和  $F_2$  的大小，并\_\_\_\_\_。(多选，填正确答案标号)

A. 用刻度尺量出橡皮条的长度

B.用刻度尺量出两细线的长度

C.用铅笔在白纸上标记出小圆环的位置

D.用铅笔在白纸上标记出两细线的方向

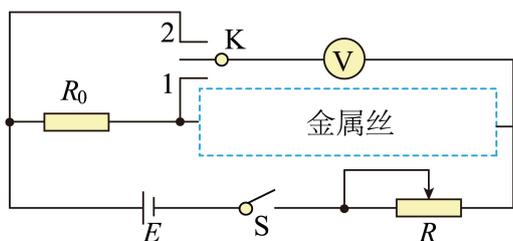
③撤掉一个测力计，用另一个测力计把小圆环拉到\_\_\_\_\_，由测力计的示数得到拉力  $F$  的大小，沿细线标记此时  $F$  的方向。

④选择合适标度，由步骤②的结果在白纸上根据力的平行四边形定则作  $F_1$  和  $F_2$  的合成图，得出合力  $F'$  的大小和方向；按同一标度在白纸上画出力  $F$  的图示。

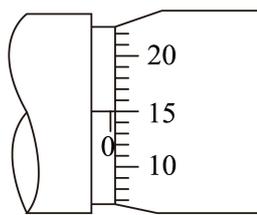
⑤比较  $F'$  和  $F$  的\_\_\_\_\_，从而判断本次实验是否验证了力的平行四边形定则。

23.

10. 一学生小组测量某金属丝（阻值约十几欧姆）的电阻率。现有实验器材：螺旋测微器、米尺、电源  $E$ 、电压表（内阻非常大）、定值电阻  $R_0$ （阻值  $10.0\Omega$ ）、滑动变阻器  $R$ 、待测金属丝、单刀双掷开关  $K$ 、开关  $S$ 、导线若干。图（a）是学生设计的实验电路原理图。完成下列填空：



图(a)



图(b)

(1) 实验时，先将滑动变阻器  $R$  接入电路的电阻调至最大，闭合  $S$

(2) 将  $K$  与 1 端相连，适当减小滑动变阻器  $R$  接入电路的电阻，此时电压表读数记为  $U_1$ ，然后将  $K$  与 2 端相连，此时电压表读数记为  $U_2$ 。由此得到流过待测金属丝的电流  $I = \underline{\hspace{2cm}}$ ，金属丝的电阻  $r = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(结果均用  $R_0$ 、 $U_1$ 、 $U_2$  表示)

(3) 继续微调  $R$ ，重复 (2) 的测量过程，得到多组测量数据，如下表所示：

$U_1$ (mV)	0.57	0.71	0.85	1.14	1.43
$U_2$ (mV)	0.97	1.21	1.45	1.94	2.43

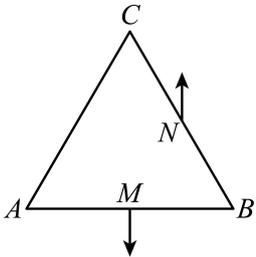
(4) 利用上述数据，得到金属丝的电阻  $r = 14.2\Omega$ 。

(5) 用米尺测得金属丝长度  $L = 50.00\text{cm}$ 。用螺旋测微器测量金属丝不同位置的直径，某次测量的示数如图 (b) 所示，该读数为  $d = \underline{\hspace{2cm}}\text{mm}$ 。多次测量后，得到直径的平均值恰好与  $d$  相等。

(6) 由以上数据可得，待测金属丝所用材料的电阻率  $\rho = \underline{\hspace{2cm}} \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$ 。（保留 2 位有效数字）

11. 如图，等边三角形  $\triangle ABC$  位于竖直平面内， $AB$  边水平，顶点  $C$  在  $AB$  边上方，3 个点电荷分别固定在三角形的三个顶点上。已知  $AB$  边中点  $M$  处的电场强度方向竖直向下， $BC$  边中点  $N$  处的电场强度方向竖直向上， $A$  点处点电荷的电荷量的绝对值为  $q$ ，求

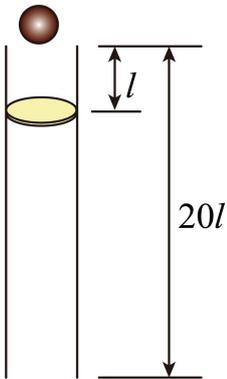
- (1)  $B$  点处点电荷的电荷量的绝对值并判断 3 个点电荷的正负；
- (2)  $C$  点处点电荷的电荷量。



25.

12. 如图，一竖直固定的长直圆管内有一质量为  $M$  的静止薄圆盘，圆盘与管的上端口距离为  $l$ ，圆管长度为  $20l$ 。一质量为  $m = \frac{1}{3}M$  的小球从管的上端口由静止下落，并撞在圆盘中心，圆盘向下滑动，所受滑动摩擦力与其所受重力大小相等。小球在管内运动时与管壁不接触，圆盘始终水平，小球与圆盘发生的碰撞均为弹性碰撞且碰撞时间极短。不计空气阻力，重力加速度大小为  $g$ 。求

- (1) 第一次碰撞后瞬间小球和圆盘的速度大小；
- (2) 在第一次碰撞到第二次碰撞之间，小球与圆盘间的最远距离；
- (3) 圆盘在管内运动过程中，小球与圆盘碰撞的次数。



(二) 选考题：共 45 分。请考生从给出的 2 道物理题、2 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答，并用 2B 铅笔在答题卡上把所选题目题号后的方框涂黑。注意所做题目的题号必须与所涂题目的题号一致，并且在解答过程中写清每问的小题号，在答题卡指定位置答题。如果多做则每学科按所做的第一题计分。

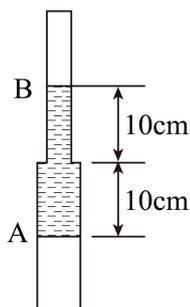
13. 对于一定量的理想气体，经过下列过程，其初始状态的内能与末状态的内能可能相等的是 ( )

- A. 等温增压后再等温膨胀
- B. 等压膨胀后再等温压缩
- C. 等容减压后再等压膨胀

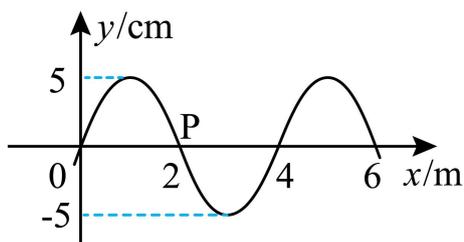
D. 等容增压后再等压压缩

E. 等容增压后再等温膨胀

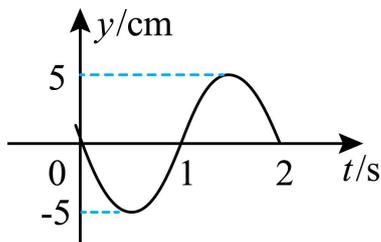
14. 如图，竖直放置的封闭玻璃管由管径不同、长度均为  $20\text{cm}$  的 A、B 两段细管组成，A 管的内径是 B 管的 2 倍，B 管在上方。管内空气被一段水银柱隔开。水银柱在两管中的长度均为  $10\text{cm}$ 。现将玻璃管倒置使 A 管在上方，平衡后，A 管内的空气柱长度改变  $1\text{cm}$ 。求 B 管在上方时，玻璃管内两部分气体的压强。（气体温度保持不变，以  $\text{cmHg}$  为压强单位）



15. 一列简谐横波沿  $x$  轴传播，图 (a) 是  $t=0$  时刻的波形图；P 是介质中位于  $x=2\text{m}$  处的质点，其振动图像如图 (b) 所示。下列说法正确的是 ( )



图(a)



图(b)

A. 波速为  $2\text{m/s}$

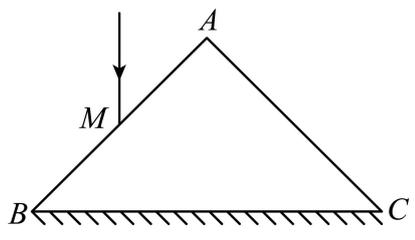
B. 波向左传播

C. 波的振幅是  $10\text{cm}$

D.  $x=3\text{m}$  处的质点在  $t=7\text{s}$  时位于平衡位置

E. 质点 P 在  $0\sim 7\text{s}$  时间内运动的路程为  $70\text{cm}$

16. 如图，一折射率为  $\sqrt{2}$  的棱镜的横截面为等腰直角三角形  $\triangle ABC$ ， $AB=AC=l$ ， $BC$  边所在底面上镀有一层反射膜。一细光束沿垂直于  $BC$  方向经  $AB$  边上的  $M$  点射入棱镜，若这束光被  $BC$  边反射后恰好射向顶点  $A$ ，求  $M$  点到  $A$  点的距离。



2023年普通高等学校招生全国统一考试（全国乙卷）理科综合（物理部分）

二、选择题：本题共8小题，每小题6分，共48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。

【1 题答案】

【答案】 B

【2 题答案】

【答案】 D

【3 题答案】

【答案】 C

【4 题答案】

【答案】 A

【5 题答案】

【答案】 A

【6 题答案】

【答案】 BC

【7 题答案】

【答案】 CD

【8 题答案】

【答案】 BD

三、非选择题：共174分。第22~32题为必考题，每个试题考生都必须作答。第33~38题为选考题，考生根据要求作答。

（一）必考题：共129分。

【9 题答案】

【答案】 ①. CD##DC ②. 相同位置 ③. 大小和方向

23.

【10 题答案】

【答案】 ①.  $\frac{U_2 - U_1}{R_0}$  ②.  $\frac{U_1 R_0}{U_2 - U_1}$  ③. 0.150 ④. 5.0

【11 题答案】

【答案】 (1)  $q$ ,  $A$ 、 $B$ 、 $C$  均为正电荷; (2)  $\frac{3 - \sqrt{3}}{3} q$

25.

【12 题答案】

【答案】(1) 小球速度大小  $\frac{\sqrt{2gl}}{2}$ ，圆盘速度大小  $\frac{\sqrt{2gl}}{2}$ ；(2)  $l$ ；(3) 4

(二) 选考题：共 45 分。请考生从给出的 2 道物理题、2 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答，并用 2B 铅笔在答题卡上把所选题目题号后的方框涂黑。注意所做题目的题号必须与所涂题目的题号一致，并且在解答过程中写清每问的小题号，在答题卡指定位置答题。如果多做则每学科按所做的第一题计分。

【13 题答案】

【答案】ACD

【14 题答案】

【答案】 $p_A = 74.36\text{cmHg}$ ， $p_B = 54.36\text{cmHg}$

【15 题答案】

【答案】ABE

【16 题答案】

【答案】 $\frac{3-\sqrt{3}}{3}l$

**2023 年普通高等学校招生全国统一考试**  
**理科综合能力测试化学部分(全国乙卷)**

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12 O 16

一、选择题: 本题共 13 小题, 每小题 6 分, 共 78 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。(化学部分为第 7~13 题)

1. 下列应用中涉及到氧化还原反应的是

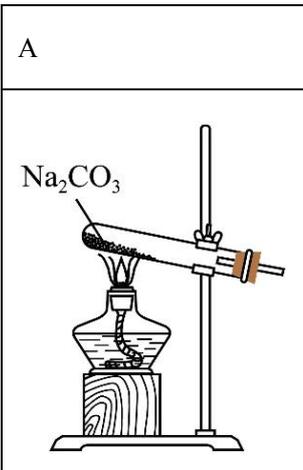
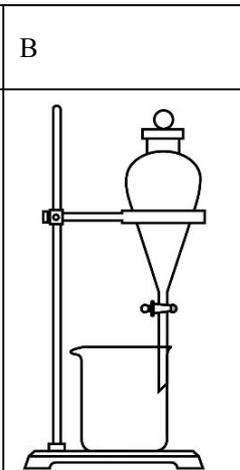
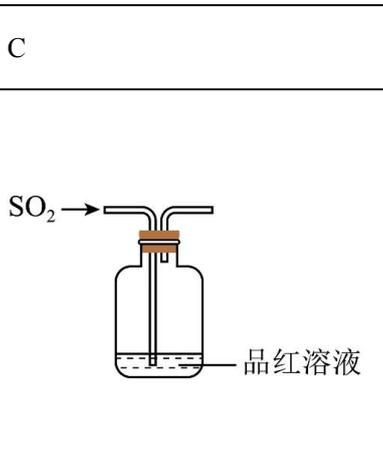
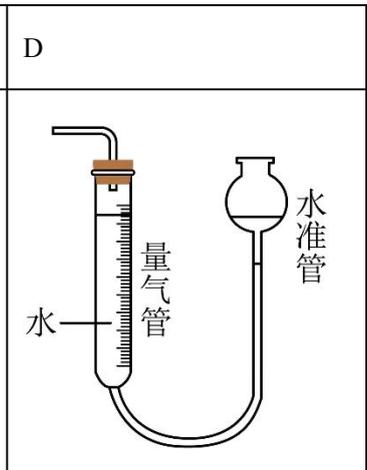
- A. 使用明矾对水进行净化  
B. 雪天道路上撒盐融雪  
C. 暖贴中的铁粉遇空气放热  
D. 荧光指示牌被照发光

2. 下列反应得到相同的产物, 相关叙述错误的是



- A. ①的反应类型为取代反应  
B. 反应②是合成酯的方法之一  
C. 产物分子中所有碳原子共平面  
D. 产物的化学名称是乙酸异丙酯

3. 下列装置可以用于相应实验的是

A	B	C	D
			
制备 CO <sub>2</sub>	分离乙醇和乙酸	验证 SO <sub>2</sub> 酸性	测量 O <sub>2</sub> 体积

- A. A                      B. B                      C. C                      D. D

4. 一种矿物由短周期元素 W、X、Y 组成, 溶于稀盐酸有无色无味气体生成。W、X、Y 原子序数依次增大。简单离子 X<sup>2-</sup> 与 Y<sup>2+</sup> 具有相同的电子结构。下列叙述正确的是

- A. X 的常见化合价有 -1、-2  
B. 原子半径大小为 Y>X>W  
C. YX 的水合物具有两性  
D. W 单质只有 4 种同素异形体

5. 一些化学试剂久置后易发生化学变化。下列化学方程式可正确解释相应变化的是

A	硫酸亚铁溶液出现棕黄色沉淀	$6\text{FeSO}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$
B	硫化钠溶液出现浑浊颜色变深	$\text{Na}_2\text{S} + 2\text{O}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_4$
C	溴水颜色逐渐褪去	$4\text{Br}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{HBrO}_4 + 7\text{HBr}$
D	胆矾表面出现白色粉末	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$

A. A

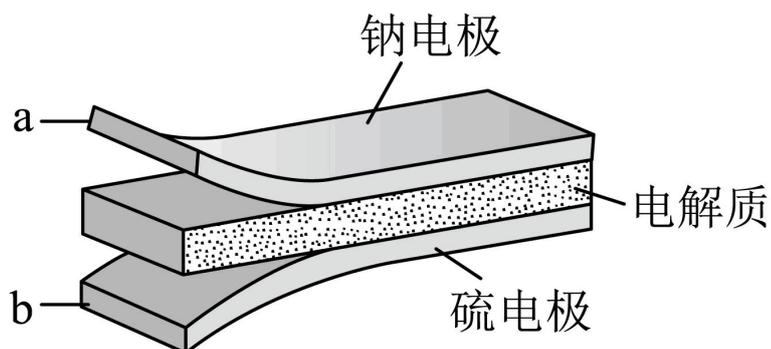
B. B

C. C

D. D

6. 室温钠-硫电池被认为是一种成本低、比能量高的能源存储系统。一种室温钠-硫电池的结构如图所示。将钠箔置于聚苯并咪唑膜上作为一个电极，表面喷涂有硫黄粉末的炭纤维素纸作为另一电极。工作时，

在硫电极发生反应： $\frac{1}{2}\text{S}_8 + \text{e}^- \rightarrow \frac{1}{2}\text{S}_8^{2-}$ ， $\frac{1}{2}\text{S}_8^{2-} + \text{e}^- \rightarrow \text{S}_4^{2-}$ ， $2\text{Na}^+ + \frac{x}{4}\text{S}_4^{2-} + 2(1 - \frac{x}{4})\text{e}^- \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_x$



下列叙述错误的是

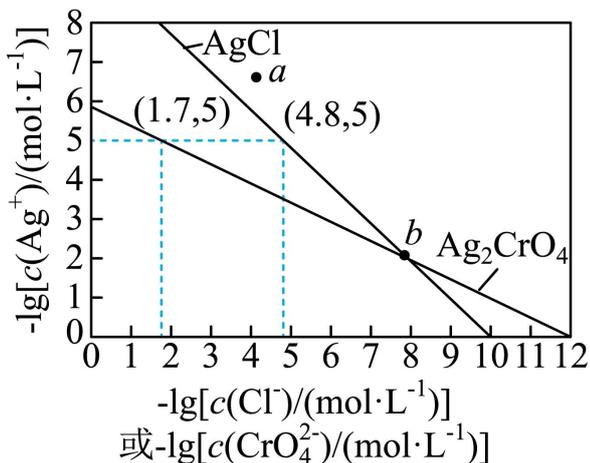
A. 充电时  $\text{Na}^+$  从钠电极向硫电极迁移

B. 放电时外电路电子流动的方向是  $a \rightarrow b$

C. 放电时正极反应为： $2\text{Na}^+ + \frac{x}{8}\text{S}_8 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_x$

D. 炭纤维素纸的作用是增强硫电极导电性能

7. 一定温度下， $\text{AgCl}$  和  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  的沉淀溶解平衡曲线如图所示。



下列说法正确的是

A. a 点条件下能生成  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  沉淀，也能生成  $\text{AgCl}$  沉淀

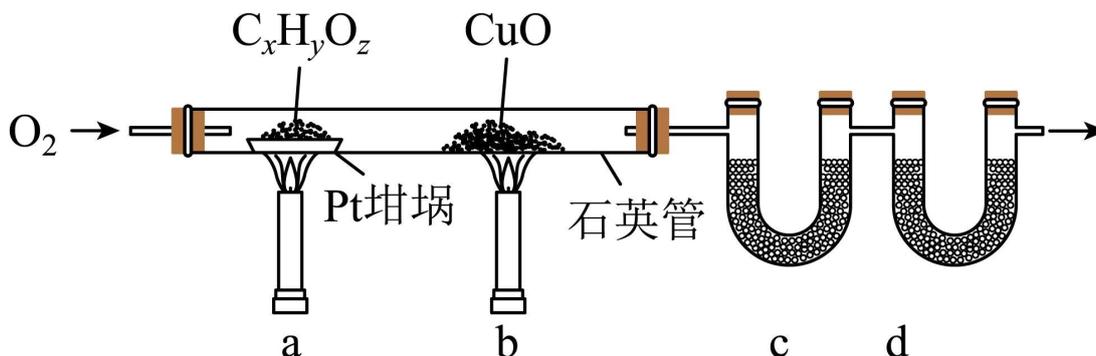
B. b 点时， $c(\text{Cl}^-) = c(\text{CrO}_4^{2-})$ ， $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$

C.  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons 2\text{AgCl} + \text{CrO}_4^{2-}$  的平衡常数  $K = 10^{7.9}$

D. 向  $\text{NaCl}$ 、 $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  均为  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的混合溶液中滴加  $\text{AgNO}_3$  溶液，先产生  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  沉淀

二、非选择题：本题共 4 小题，共 58 分。(必做题：26~28 题，选做题：35-36 题)

8. 元素分析是有机化合物的表征手段之一。按下图实验装置(部分装置略)对有机化合物进行 C、H 元素分析。



回答下列问题：

(1) 将装有样品的 Pt 坩埚和  $\text{CuO}$  放入石英管中，先\_\_\_\_\_，而后将已称重的 U 型管 c、d 与石英管连接，检查\_\_\_\_\_。依次点燃煤气灯\_\_\_\_\_，进行实验。

(2)  $\text{O}_2$  的作用有\_\_\_\_\_。 $\text{CuO}$  的作用是\_\_\_\_\_ (举 1 例，用化学方程式表示)。

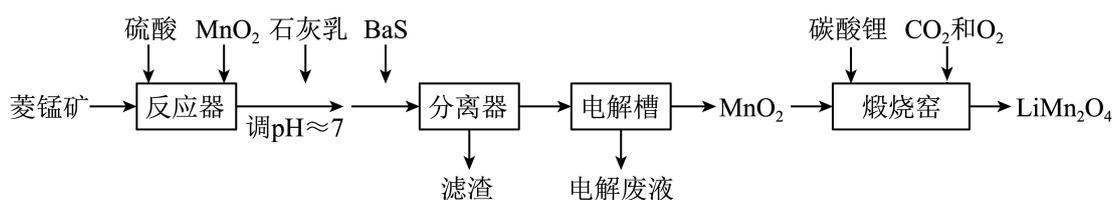
(3) c 和 d 中的试剂分别是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ (填标号)。c 和 d 中的试剂不可调换，理由是\_\_\_\_\_。

A.  $\text{CaCl}_2$     B.  $\text{NaCl}$     C. 碱石灰( $\text{CaO} + \text{NaOH}$ )    D.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$

(4) Pt 坩埚中样品  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$  反应完全后，应进行操作：\_\_\_\_\_。取下 c 和 d 管称重。

(5) 若样品  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$  为  $0.0236\text{g}$ ，实验结束后，c 管增重  $0.0108\text{g}$ ，d 管增重  $0.0352\text{g}$ 。质谱测得该有机物的相对分子量为 118，其分子式为\_\_\_\_\_。

9.  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  作为一种新型锂电池正极材料受到广泛关注。由菱锰矿 ( $\text{MnCO}_3$ , 含有少量 Si、Fe、Ni、Al 等元素) 制备  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  的流程如下:



已知:  $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]=2.8\times 10^{-39}$ ,  $K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3]=1.3\times 10^{-33}$ ,  $K_{\text{sp}}[\text{Ni}(\text{OH})_2]=5.5\times 10^{-16}$ 。

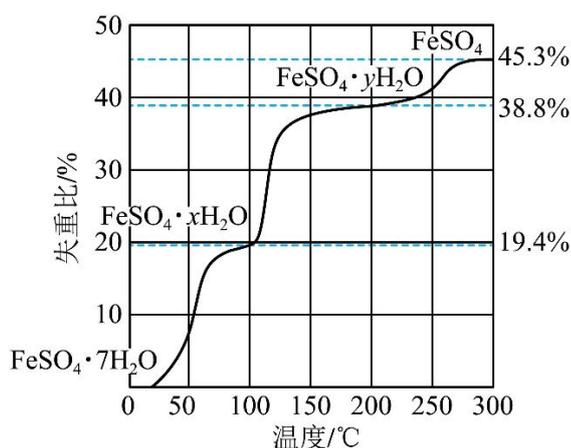
回答下列问题:

- (1) 硫酸溶矿主要反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。为提高溶矿速率, 可采取的措施\_\_\_\_\_(举 1 例)。
- (2) 加入少量  $\text{MnO}_2$  的作用是\_\_\_\_\_。不宜使用  $\text{H}_2\text{O}_2$  替代  $\text{MnO}_2$ , 原因是\_\_\_\_\_。
- (3) 溶矿反应完成后, 反应器中溶液  $\text{pH}=4$ , 此时  $c(\text{Fe}^{3+})=$ \_\_\_\_\_  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ; 用石灰乳调节至  $\text{pH}\approx 7$ , 除去的金属离子是\_\_\_\_\_。
- (4) 加入少量  $\text{BaS}$  溶液除去  $\text{Ni}^{2+}$ , 生成的沉淀有\_\_\_\_\_。
- (5) 在电解槽中, 发生电解反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。随着电解反应进行, 为保持电解液成分稳定, 应不断\_\_\_\_\_。电解废液可在反应器中循环利用。
- (6) 煅烧窑中, 生成  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

10. 硫酸亚铁在工农业生产中有许多用途, 如可用作农药防治小麦黑穗病, 制造磁性氧化铁、铁催化剂等。

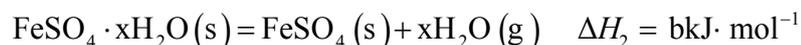
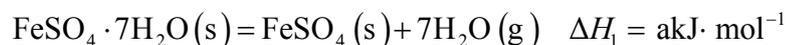
回答下列问题:

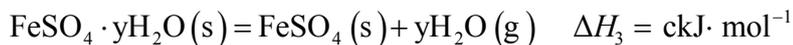
- (1) 在  $\text{N}_2$  气氛中,  $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  的脱水热分解过程如图所示:



根据上述实验结果, 可知  $x =$ \_\_\_\_\_,  $y =$ \_\_\_\_\_。

- (2) 已知下列热化学方程式:



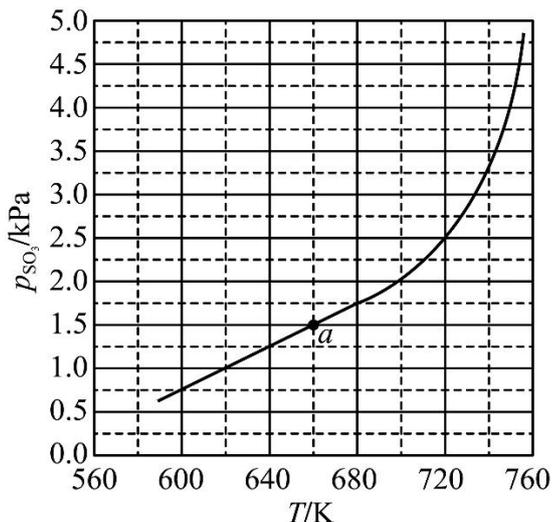


则  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{FeSO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}(\text{s}) = 2(\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O})(\text{s})$  的  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3) 将  $\text{FeSO}_4$  置入抽空的刚性容器中，升高温度发生分解反应：

$2\text{FeSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{SO}_3(\text{g})$  (I)。平衡时  $P_{\text{SO}_3} - T$  的关系如下图所示。660K 时，该反

应的平衡总压  $P_{\text{总}} =$  \_\_\_\_\_  $\text{kPa}$ 、平衡常数  $K_p(\text{I}) =$  \_\_\_\_\_  $(\text{kPa})^2$ 。  $K_p(\text{I})$  随反应温度升高而 \_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”)。



(4) 提高温度，上述容器中进一步发生反应  $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$  (II)，平衡时  $P_{\text{O}_2} =$  \_\_\_\_\_ (用

$P_{\text{SO}_3}$ 、 $P_{\text{SO}_2}$  表示)。在 929K 时， $P_{\text{总}} = 84.6\text{kPa}$ 、 $P_{\text{SO}_3} = 35.7\text{kPa}$ ，则  $P_{\text{SO}_2} =$  \_\_\_\_\_  $\text{kPa}$ ，

$K_p(\text{II}) =$  \_\_\_\_\_  $\text{kPa}$  (列出计算式)。

### [化学——选修 3：物质结构与性质]

11. 中国第一辆火星车“祝融号”成功登陆火星。探测发现火星上存在大量橄榄石矿物 ( $\text{Mg}_x\text{Fe}_{2-x}\text{SiO}_4$ )。回

答下列问题：

(1) 基态 Fe 原子的价电子排布式为 \_\_\_\_\_。橄榄石中，各元素电负性大小顺序为 \_\_\_\_\_，铁的化合价为 \_\_\_\_\_。

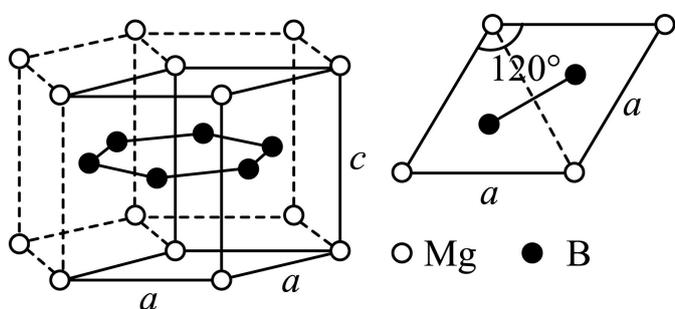
(2) 已知一些物质的熔点数据如下表：

物质	熔点/ $^{\circ}\text{C}$
NaCl	800.7

SiCl <sub>4</sub>	-68.8
GeCl <sub>4</sub>	-51.5
SnCl <sub>4</sub>	-34.1

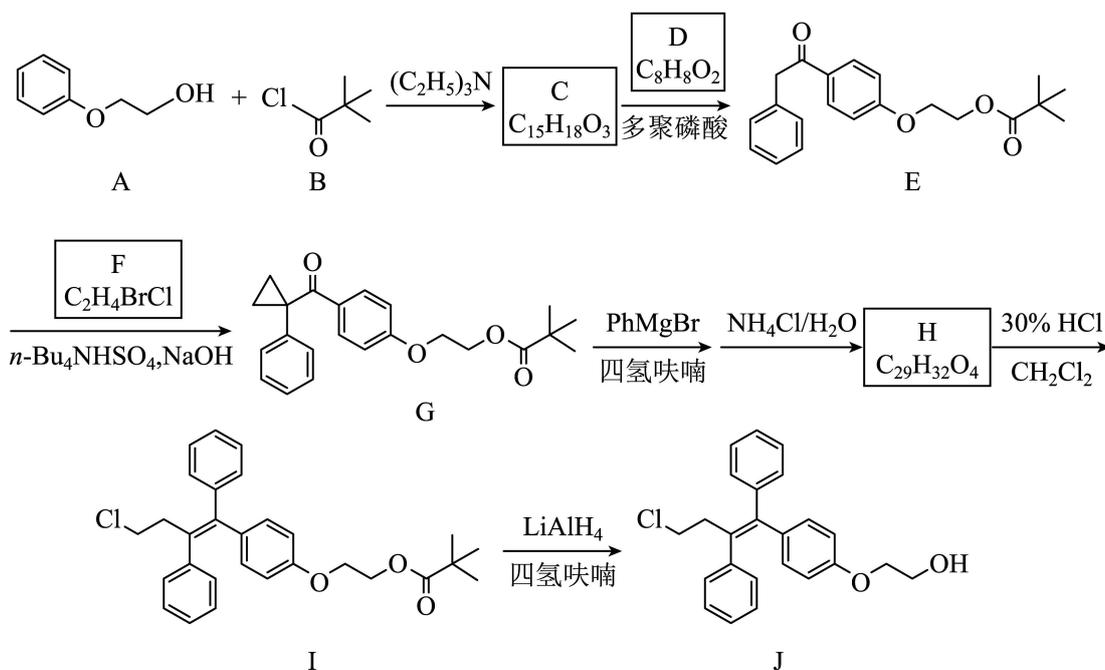
Na 与 Si 均为第三周期元素，NaCl 熔点明显高于 SiCl<sub>4</sub>，原因是\_\_\_\_\_。分析同族元素的氯化物 SiCl<sub>4</sub>、GeCl<sub>4</sub>、SnCl<sub>4</sub> 熔点变化趋势及其原因\_\_\_\_\_。SiCl<sub>4</sub> 的空间结构为\_\_\_\_\_，其中 Si 的轨道杂化形式为\_\_\_\_\_。

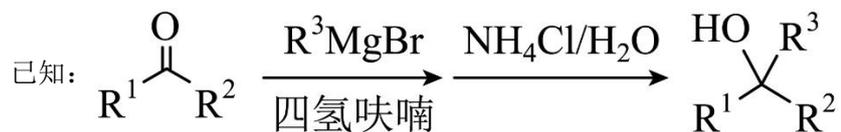
(3) 一种硼镁化合物具有超导性能，晶体结构属于立方晶系，其晶体结构、晶胞沿 c 轴的投影图如下所示，晶胞中含有\_\_\_\_\_个 Mg。该物质化学式为\_\_\_\_\_，B-B 最近距离为\_\_\_\_\_。



### [化学——选修 5：有机化学基础]

12. 奥培米芬(化合物 J)是一种雌激素受体调节剂，以下是一种合成路线(部分反应条件已简化)。





回答下列问题：

- (1) A 中含氧官能团的名称是\_\_\_\_\_。
- (2) C 的结构简式为\_\_\_\_\_。
- (3) D 的化学名称为\_\_\_\_\_。
- (4) F 的核磁共振谱显示为两组峰，峰面积比为 1：1，其结构简式为\_\_\_\_\_。
- (5) H 的结构简式为\_\_\_\_\_。
- (6) 由 I 生成 J 的反应类型是\_\_\_\_\_。
- (7) 在 D 的同分异构体中，同时满足下列条件的共有\_\_\_\_\_种：

①能发生银镜反应；②遇  $\text{FeCl}_3$  溶液显紫色；③含有苯环。

其中，核磁共振氢谱显示为五组峰、且峰面积比为 2：2：2：1：1 的同分异构体的结构简式为\_\_\_\_\_。

**2023 年普通高等学校招生全国统一考试**  
**理科综合能力测试化学部分(全国乙卷)**

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 O 16

一、选择题：本题共 13 小题，每小题 6 分，共 78 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。(化学部分为第 7~13 题)

【1 题答案】

【答案】C

【2 题答案】

【答案】C

【3 题答案】

【答案】D

【4 题答案】

【答案】A

【5 题答案】

【答案】D

【6 题答案】

【答案】A

【7 题答案】

【答案】C

二、非选择题：本题共 4 小题，共 58 分。(必做题：26~28 题，选做题：35-36 题)

【8 题答案】

【答案】(1) ①. 通入一定的 O<sub>2</sub> ②. 装置气密性 ③. b、a

(2) ①. 为实验提供氧化剂、提供气流保证反应产物完全进入到 U 型管中 ②.  $\text{CO} + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{CO}_2$

(3) ①. A ②. C ③. 碱石灰可以同时吸收水蒸气和二氧化碳

(4) 继续吹入一定量的 O<sub>2</sub>，冷却装置

(5) C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>4</sub>

【9 题答案】

【答案】(1) ①.  $\text{MnCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$  ②. 粉碎菱锰矿

(2) ①. 将 Fe<sup>2+</sup>氧化为 Fe<sup>3+</sup> ②. Fe<sup>3+</sup>可以催化 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 分解

(3) ①.  $2.8 \times 10^{-9}$  ②.  $\text{Al}^{3+}$

(4)  $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{NiS}$

(5) ①.  $\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2\uparrow + \text{MnO}_2\downarrow + 2\text{H}^+$  ②. 加入  $\text{MnSO}_4$

(6)  $2\text{Li}_2\text{CO}_3 + 8\text{MnO}_2 \xrightarrow{\text{煅烧}} 4\text{LiMn}_2\text{O}_4 + 2\text{CO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$

### 【10 题答案】

【答案】(1) ①. 4 ②. 1

(2)  $(a+c-2b)$

(3) ①. 3 ②. 2.25 ③. 增大

(4) ①.  $\frac{P_{\text{SO}_2} - P_{\text{SO}_3}}{4}$  ②. 46.26 ③.  $\frac{46.26^2 \times 2.64}{35.7^2}$

### [化学——选修 3：物质结构与性质]

#### 【11 题答案】

【答案】(1) ①.  $3d^6 4s^2$  ②.  $\text{O} > \text{Si} > \text{Fe} > \text{Mg}$  ③. +2

(2) ①. 钠的电负性小于硅，氯化钠为离子晶体，而  $\text{SiCl}_4$  为分子晶体 ②. 随着同族元素的电子层数的增多，其熔点依次升高，其原因是： $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{GeCl}_4$ 、 $\text{SnCl}_4$  均形成分子晶体，分子晶体的熔点由分子间作用力决定，分子间作用力越大则其熔点越高；随着其相对分子质量增大，其分子间作用力依次增大

③. 正四面体 ④.  $\text{sp}^3$

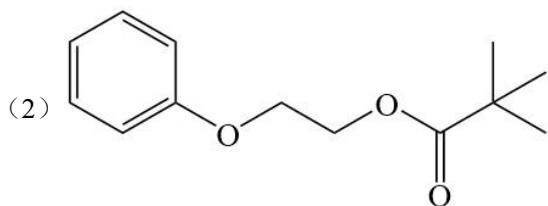
(3) ①. 1

②.  $\text{MgB}_2$  ③.  $\frac{\sqrt{3}}{3}a$

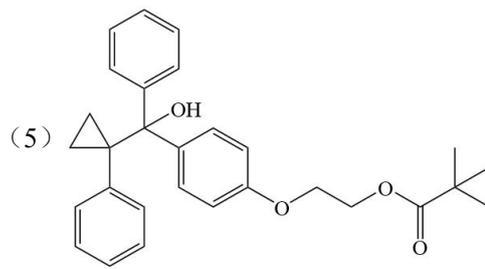
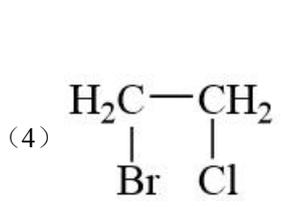
### [化学——选修 5：有机化学基础]

#### 【12 题答案】

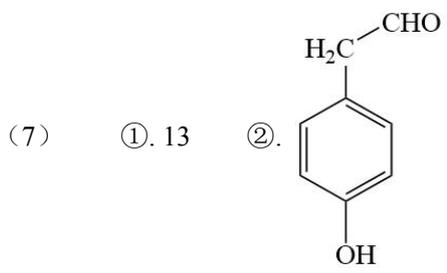
【答案】(1) 醚键和羟基



(3) 苯乙酸



(6) 还原反应



## 2023 年普通高等学校招生全国统一考试（全国乙卷）理综生物

1. 生物体内参与生命活动的生物大分子可由单体聚合而成，构成蛋白质等生物大分子的单体和连接键以及检测生物大分子的试剂等信息如下表。

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

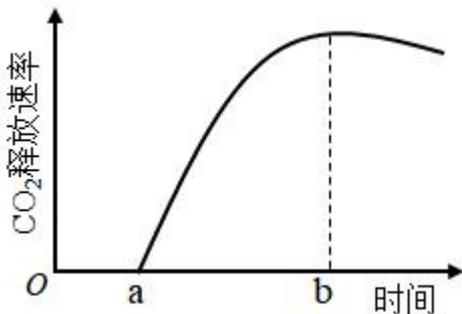
根据表中信息，下列叙述错误的是（ ）

- A. ①可以是淀粉或糖原
- B. ②是氨基酸，③是肽键，⑤是碱基
- C. ②和⑤都含有 C、H、O、N 元素
- D. ④可以是双缩脲试剂，⑥可以是甲基绿和吡罗红混合染色剂

2. 植物叶片中的色素对植物的生长发育有重要作用。下列有关叶绿体中色素的叙述，错误的是（ ）

- A. 氮元素和镁元素是构成叶绿素分子的重要元素
- B. 叶绿素和类胡萝卜素存在于叶绿体中类囊体的薄膜上
- C. 用不同波长的光照射类胡萝卜素溶液，其吸收光谱在蓝紫光区有吸收峰
- D. 叶绿体中的色素在层析液中的溶解度越高，随层析液在滤纸上扩散得越慢

3. 植物可通过呼吸代谢途径的改变来适应缺氧环境。在无氧条件下，某种植物幼苗的根细胞经呼吸作用释放  $\text{CO}_2$  的速率随时间的变化趋势如图所示。下列相关叙述错误的是（ ）



- A. 在时间 a 之前，植物根细胞无  $\text{CO}_2$  释放，只进行无氧呼吸产生乳酸
- B. a~b 时间内植物根细胞存在经无氧呼吸产生酒精和  $\text{CO}_2$  的过程
- C. 每分子葡萄糖经无氧呼吸产生酒精时生成的 ATP 比产生乳酸时的多
- D. 植物根细胞无氧呼吸产生的酒精跨膜运输的过程不需要消耗 ATP

4. 激素调节是哺乳动物维持正常生命活动的重要调节方式。下列叙述错误的是（ ）

- A. 甲状腺分泌甲状腺激素受垂体和下丘脑的调节
- B. 细胞外液渗透压下降可促进抗利尿激素的释放
- C. 胸腺可分泌胸腺激素，也是 T 细胞成熟的场所
- D. 促甲状腺激素可经血液运输到靶细胞发挥作用

5. 已知某种氨基酸（简称甲）是一种特殊氨基酸，迄今只在某些古菌（古细菌）中发现含有该氨基酸的蛋白质。研究发现这种情况出现的原因是，这些古菌含有特异的能够转运甲的 tRNA（表示为 tRNA<sup>甲</sup>）和酶 E，酶 E 催化甲与 tRNA<sup>甲</sup> 结合生成携带了甲的 tRNA<sup>甲</sup>（表示为甲-tRNA<sup>甲</sup>），进而将甲带入核糖体参与肽链合成。已知 tRNA<sup>甲</sup> 可以识别大肠杆菌 mRNA 中特定的密码子，从而在其核糖体上参与肽链的合成。若要在大肠杆菌中合成含有甲的肽链，则下列物质或细胞器中必须转入大肠杆菌细胞内的是（ ）

- ①ATP ②甲 ③RNA 聚合酶 ④古菌的核糖体 ⑤酶 E 的基因 ⑥tRNA<sup>甲</sup> 的基因

- A. ②⑤⑥                      B. ①②⑤                      C. ③④⑥                      D. ②④⑤

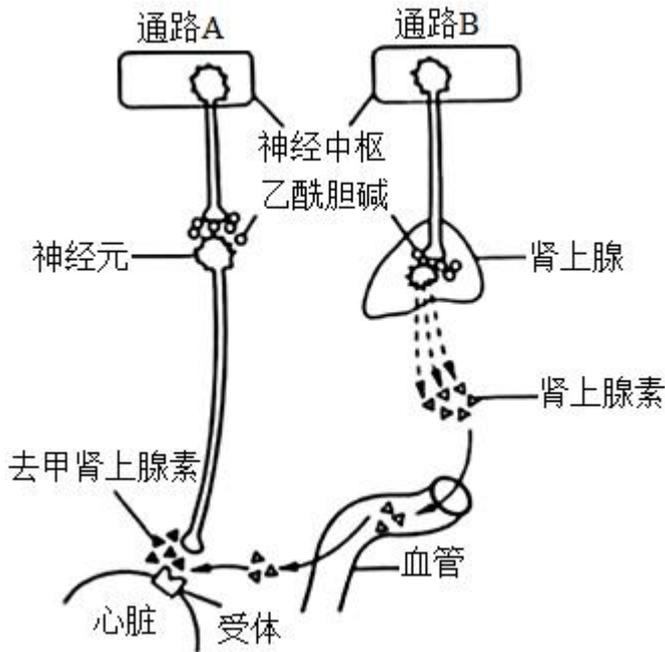
6. 某种植物的宽叶/窄叶由等位基因 A/a 控制，A 基因控制宽叶性状；高茎/矮茎由等位基因 B/b 控制，B 基因控制高茎性状。这 2 对等位基因独立遗传。为研究该种植物的基因致死情况，某研究小组进行了两个实验，实验①：宽叶矮茎植株自交，子代中宽叶矮茎：窄叶矮茎=2：1；实验②：窄叶高茎植株自交，子代中窄叶高茎：窄叶矮茎=2：1。下列分析及推理中错误的是（ ）

- 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

7. 植物的气孔由叶表皮上两个具有特定结构的保卫细胞构成。保卫细胞吸水体积膨大时气孔打开，反之关闭，保卫细胞含有叶绿体，在光下可进行光合作用。已知蓝光可作为一种信号促进保卫细胞逆浓度梯度吸收 K<sup>+</sup>。有研究发现，用饱和红光（只用红光照射时，植物达到最大光合速率所需的红光强度）照射某植物叶片时，气孔开度可达最大开度的 60%左右。回答下列问题。

- (1) 气孔的开闭会影响植物叶片的蒸腾作用、\_\_\_\_\_（答出 2 点即可）等生理过程。
- (2) 红光可通过光合作用促进气孔开放，其原因是\_\_\_\_\_。
- (3) 某研究小组发现在饱和红光的基础上补加蓝光照射叶片，气孔开度可进一步增大，因此他们认为气孔开度进一步增大的原因是，蓝光促进保卫细胞逆浓度梯度吸收 K<sup>+</sup>。请推测该研究小组得出这一结论的依据是\_\_\_\_\_。
- (4) 已知某种除草剂能阻断光合作用的光反应，用该除草剂处理的叶片在阳光照射下气孔\_\_\_\_\_（填“能”或“不能”）维持一定的开度。

8. 人体心脏和肾上腺所受神经支配的方式如图所示。回答下列问题。



- (1) 神经元未兴奋时，神经元细胞膜两侧可测得静息电位。静息电位产生和维持的主要原因是\_\_\_\_\_。
- (2) 当动脉血压降低时，压力感受器将信息由传入神经传到神经中枢，通过通路 A 和通路 B 使心跳加快。在上述反射活动中，效应器有\_\_\_\_\_。通路 A 中，神经末梢释放的可作用于效应器并使其兴奋的神经递质是\_\_\_\_\_。
- (3) 经过通路 B 调节心血管活动的调节方式有\_\_\_\_\_。

9. 农田生态系统和森林生态系统属于不同类型的生态系统。回答下列问题。

- (1) 某农田生态系统中有玉米、蛇、蝗虫、野兔、青蛙和鹰等生物，请从中选择生物，写出一条具有 5 个营养级的食物链：\_\_\_\_\_。
- (2) 负反馈调节是生态系统自我调节能力的基础。请从负反馈调节的角度分析，森林中害虫种群数量没有不断增加的原因是\_\_\_\_\_。
- (3) 从生态系统稳定性的角度来看，一般来说，森林生态系统的抵抗力稳定性高于农田生态系统，原因是\_\_\_\_\_。

10. 某种观赏植物的花色有红色和白色两种。花色主要是由花瓣中所含色素种类决定的，红色色素是由白色底物经两步连续的酶促反应形成的，第 1 步由酶 1 催化，第 2 步由酶 2 催化，其中酶 1 的合成由 A 基因控制，酶 2 的合成由 B 基因控制。现有甲、乙两个不同的白花纯合子，某研究小组分别取甲、乙的花瓣在缓冲液中研磨，得到了甲、乙花瓣的细胞研磨液，并用这些研磨液进行不同的实验。

实验一：探究白花性状是由 A 或 B 基因单独突变还是共同突变引起的

- ①取甲、乙的细胞研磨液在室温下静置后发现均无颜色变化。
- ②在室温下将两种细胞研磨液充分混合，混合液变成红色。
- ③将两种细胞研磨液先加热煮沸，冷却后再混合，混合液颜色无变化。

## 实验二：确定甲和乙植株的基因型

将甲的细胞研磨液煮沸，冷却后与乙的细胞研磨液混合，发现混合液变成了红色。

回答下列问题。

(1) 酶在细胞代谢中发挥重要作用，与无机催化剂相比，酶所具有的特性是\_\_\_\_\_（答出3点即可）；煮沸会使细胞研磨液中的酶失去催化作用，其原因是高温破坏了酶的\_\_\_\_\_。

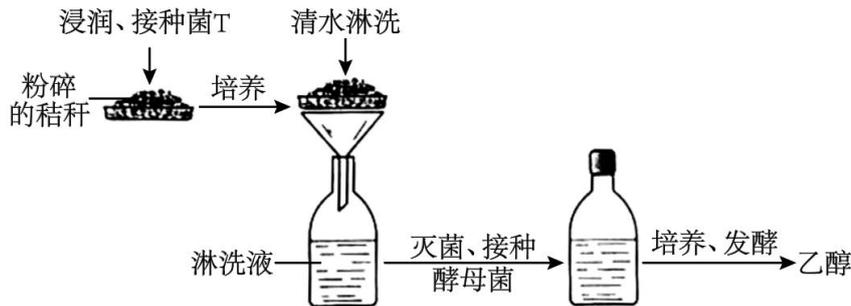
(2) 实验一②中，两种细胞研磨液混合后变成了红色，推测可能的原因是\_\_\_\_\_。

(3) 根据实验二的结果可以推断甲的基因型是\_\_\_\_\_，乙的基因型是\_\_\_\_\_；若只将乙的细胞研磨液煮沸，冷却后与甲的细胞研磨液混合，则混合液呈现的颜色是\_\_\_\_\_。

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

### 【生物——选修1：生物技术实践】(15分)

11. 某研究小组设计了一个利用作物秸秆生产燃料乙醇的小型实验。其主要步骤是：先将粉碎的作物秸秆堆放在底部有小孔的托盘中，喷水浸润、接种菌T，培养一段时间后，再用清水淋洗秸秆堆（清水淋洗时菌T不会流失），在装有淋洗液的瓶中接种酵母菌，进行乙醇发酵（酒精发酵）。实验流程如图所示。



回答下列问题。

(1) 在粉碎的秸秆中接种菌T，培养一段时间后发现菌T能够将秸秆中的纤维素大量分解，其原因是\_\_\_\_\_。

(2) 采用液体培养基培养酵母菌，可以用淋洗液为原料制备培养基，培养基中还需要加入氮源等营养成分，氮源的主要作用是\_\_\_\_\_（答出1点即可）。通常，可采用高压蒸汽灭菌法对培养基进行灭菌。在使用该方法时，为了达到良好的灭菌效果，需要注意的事项有\_\_\_\_\_（答出2点即可）。

(3) 将酵母菌接种到灭菌后的培养基中，拧紧瓶盖，置于适宜温度下培养、发酵。拧紧瓶盖的主要目的是\_\_\_\_\_。但是在酵母菌发酵过程中，还需适时拧松瓶盖，原因是\_\_\_\_\_。发酵液中的乙醇可用\_\_\_\_\_溶液检测。

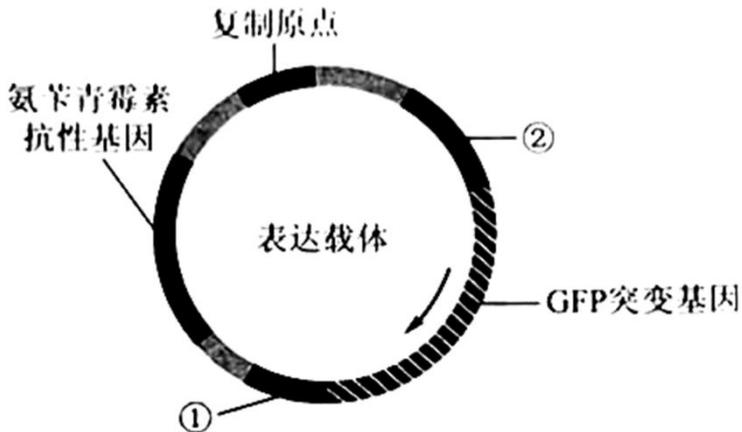
(4) 本实验收集的淋洗液中的\_\_\_\_\_可以作为酵母菌生产乙醇的原料。与以粮食为原料发酵生产乙醇相比，本实验中乙醇生产方式的优点是\_\_\_\_\_。

### 【生物——选修3：现代生物科技专题】(15分)

12. GFP 是水母体内存在的能发绿色荧光的一种蛋白。科研人员以 GFP 基因为材料，利用基因工程技术获得了能发其他颜色荧光的蛋白，丰富了荧光蛋白的颜色种类。回答下列问题。

(1) 构建突变基因文库，科研人员将 GFP 基因的不同突变基因分别插入载体，并转入大肠杆菌制备出 GFP 基因的突变基因文库。通常，基因文库是指\_\_\_\_\_。

(2) 构建目的基因表达载体。科研人员从构建的 GFP 突变基因文库中提取目的基因（均为突变基因）构建表达载体，其模式图如下所示（箭头为 GFP 突变基因的转录方向）。图中①为\_\_\_\_\_；②为\_\_\_\_\_，其作用是\_\_\_\_\_；图中氨苄青霉素抗性基因是一种标记基因，其作用是\_\_\_\_\_。



(3) 目的基因的表达。科研人员将构建好的表达载体导入大肠杆菌中进行表达，发现大肠杆菌有的发绿色荧光，有的发黄色荧光，有的不发荧光。请从密码子特点的角度分析，发绿色荧光的可能原因是\_\_\_\_\_（答出 1 点即可）。

(4) 新蛋白与突变基因的关联性分析。将上述发黄色荧光的大肠杆菌分离纯化后，对其所含的 GFP 突变基因进行测序，发现其碱基序列与 GFP 基因的不同，将该 GFP 突变基因命名为 YFP 基因（黄色荧光蛋白基因）。若要通过基因工程的方法探究 YFP 基因能否在真核细胞中表达，实验思路是\_\_\_\_\_。

## 2023年普通高等学校招生全国统一考试（全国乙卷）理综生物

【1 题答案】

【答案】B

【2 题答案】

【答案】D

【3 题答案】

【答案】C

【4 题答案】

【答案】B

【5 题答案】

【答案】A

【6 题答案】

【答案】D

【7 题答案】

【答案】（1）光合作用和呼吸作用

（2）叶绿体中的叶绿素对红光有较高的吸收峰值，红光照射下保卫细胞进行光合作用制造有机物，使保卫细胞的渗透压上升，细胞吸水膨涨，气孔开放

（3）蓝光作为信号能促进保卫细胞逆浓度梯度吸收  $K^+$ ，使保卫细胞渗透压上升，细胞吸水膨胀，气孔张开 （4）不能

【8 题答案】

【答案】（1）钾离子外流

（2） ①. 传出神经末梢及其支配的肾上腺和心脏

②. 去甲肾上腺素 （3）神经-体液调节

【9 题答案】

【答案】（1）玉米→蝗虫→青蛙→蛇→鹰

（2）在森林中，当害虫数量增加时，食虫鸟增多，害虫种群的增长就受到抑制

（3）森林生态系统的生物种类多，食物网（营养结构）复杂，自我调节能力强

【10 题答案】

【答案】（1） ①. 高效性、专一性、作用条件温和 ②. 空间结构

(2) 一种花瓣中含有酶 1 催化产生的中间产物，另一种花瓣中含有酶 2，两者混合后形成红色色素

(3) ①. AAbb ②. aaBB ③. 白色

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

**【生物——选修 1：生物技术实践】(15 分)**

**【11 题答案】**

**【答案】**(1) 菌 T 能够分泌纤维素酶

(2) ①. 为合成微生物细胞结构提供原料(微生物细胞中的含氮物质，如核酸、蛋白质、磷脂) ②. ①把锅内的水加热煮沸，将其中原有的冷空气彻底排除后；②为达到良好的灭菌效果，一般在压力为 100 kPa，温度为 121℃的条件下，维持 15~30 min；③无菌包不宜过大，不宜过紧，各包裹间要有间隙，使蒸汽能对流易渗透到包裹中央，有利于蒸汽流通；④灭菌完成后，应使锅内蒸气压力缓慢降低，排气时间不少于 10—12 分钟。

(3) ①. 制造无氧环境 ②. 排出二氧化碳 ③. 酸性的重铬酸钾溶液

(4) ①. 葡萄糖 ②. 节约粮食、废物利用、清洁环保、不污染环境、生产成本低、原料来源广

**【生物——选修 3：现代生物科技专题】(15 分)**

**【12 题答案】**

**【答案】**(1) 将含有某种生物不同基因的许多 DNA 片段，导入受体菌的群体中储存，各个受体菌分别含有这种生物的不同基因

(2) ①. 终止子 ②. 启动子 ③. RNA 聚合酶识别和结合的部位，驱动基因转录 ④. 鉴别受体细胞中是否含有目的基因，从而将含有目的基因的细胞筛选出来 (3) 密码子具有简并性

(4) 将构建好的表达载体(含有目的基因 YFP 基因)导入酵母菌中进行表达