

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

【答案】B

【解析】

【详解】A. 上升过程和下降过程的位移大小相同，上升过程的末状态和下降过程的初状态速度均为零。对排球受力分析，上升过程的重力和阻力方向相同，下降过程中重力和阻力方向相反，根据牛顿第二定律可知，上升过程中任意位置的加速度比下降过程中对应位置的加速度大，则上升过程的平均加速度较大。由位移与时间关系可知，上升时间比下落时间短，A 错误；

B. 上升过程排球做减速运动，下降过程排球做加速运动。在整个过程中空气阻力一直做负功，小球机械能一直在减小，下降过程中的最低点的速度小于上升过程的最低点的速度，故排球被垫起时的速度最大，B 正确；

C. 达到最高点速度为零，空气阻力为零，此刻排球重力提供加速度不为零，C 错误；

D. 下落过程中，排球速度在变，所受空气阻力在变，故排球所受的合外力在变化，排球在下落过程中做变加速运动，D 错误。

故选 B。

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（ ）



【答案】D

【解析】

【详解】AB. 小车做曲线运动，所受合外力指向曲线的凹侧，故 AB 错误；

CD. 小车沿轨道从左向右运动，动能一直增加，故合外力与运动方向夹角为锐角，C 错误，D 正确。

故选 D。

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} 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} kg B. 10^{24} kg C. 10^{29} kg D. 10^{34} kg

【答案】C

【解析】

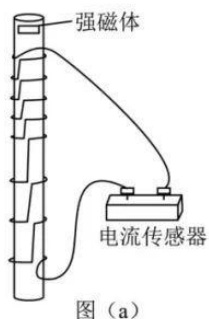
【详解】根据质能方程 $E = mc^2$ 可知，则每秒钟平均减少的质量为

$$\Delta m = \frac{E_0}{60c^2} = \frac{10^{48}}{60 \times (3 \times 10^8)^2} = \frac{10^{30}}{5.4} \text{ kg}$$

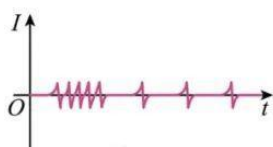
则每秒钟平均减少的质量量级为 10^{29} kg 。

故选 C。

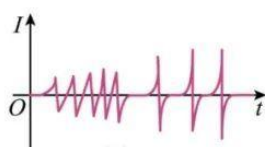
4. 一学生小组在探究电磁感应现象时，进行了如下比较实验。用图（a）所示的缠绕方式，将漆包线分别绕在几何尺寸相同的有机玻璃管和金属铝管上，漆包线的两端与电流传感器接通。两管皆竖直放置，将一很小的强磁体分别从管的上端由静止释放，在管内下落至管的下端。实验中电流传感器测得的两管上流过漆包线的电流 I 随时间 t 的变化分别如图（b）和图（c）所示，分析可知（ ）



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

【答案】A

【解析】

【详解】A. 强磁体在铝管中运动，铝管会形成涡流，玻璃是绝缘体故强磁体在玻璃管中运动，玻璃管不会形成涡流。强磁体在铝管中加速后很快达到平衡状态，做匀速直线运动，而玻璃管中的磁体则一直做加速运动，故由图像可知图（c）的脉冲电流峰值不断增大，说明强磁体的速度在增大，与玻璃管中磁体的运动情况相符，A 正确；

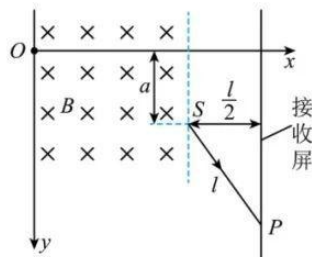
B. 在铝管中下落，脉冲电流的峰值一样，磁通量的变化率相同，故小磁体做匀速运动，B 错误；

C. 在玻璃管中下落，玻璃管为绝缘体，线圈的脉冲电流峰值增大，电流不断在变化，故小磁体受到的电磁阻力在不断变化，C 错误；

D. 强磁体分别从管的上端由静止释放，在铝管中，磁体在线圈间做匀速运动，玻璃管中磁体在线圈间做加速运动，故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长，D 错误。

故选 A。

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. $\frac{B}{aE^2}$

【答案】A

【解析】

【详解】由题知，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，则根据几何关系

可知粒子做圆周运动的半径

$$r = 2a$$

则粒子做圆周运动有

$$qvB = m \frac{v^2}{r}$$

则有

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{2a \cdot B}$$

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，则有

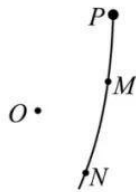
$$Eq = qvB$$

联立有

$$\frac{q}{m} = \frac{E}{2a \cdot B^2}$$

故选 A。

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

【答案】BC

【解析】

【详解】ABC. 由题知， $OP > OM$ ， $OM = ON$ ，则根据点电荷的电势分布情况可知

$$\varphi_M = \varphi_N > \varphi_P$$

则带负电的小球在运动过程中，电势能先减小后增大，且

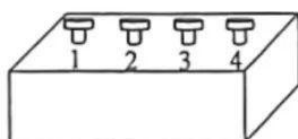
$$E_{pP} > E_{pM} = E_{pN}$$

则带负电的小球在 M 点的机械能等于在 N 点的机械能，A 错误、BC 正确；

D. 从 M 点运动到 N 点的过程中，电场力先做正功后做负功，D 错误。

故选 BC。

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（ ）

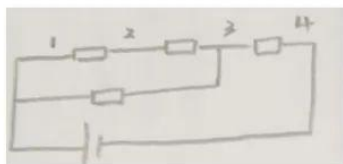


- A. 电源接在 1、4 之间， R 接在 1、3 之间
- B. 电源接在 1、4 之间， R 接在 2、4 之间
- C. 电源接在 1、3 之间， R 接在 1、4 之间
- D. 电源接在 1、3 之间， R 接在 2、4 之间

【答案】CD

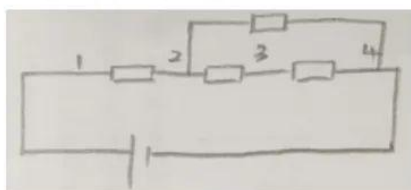
【解析】

【详解】A. 根据题意画出电路图，如下



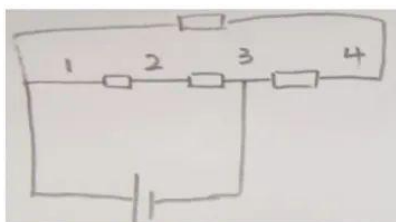
可见 $U_{34} > 0$ ，A 错误；

B. 根据题意画出电路图，如下



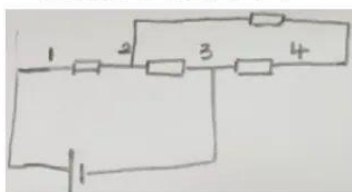
可见 $U_{34} > 0$ ，B 错误；

C. 根据题意画出电路图，如下



可见上述接法可符合上述测量结果，C 正确；

D. 根据题意画出电路图，如下

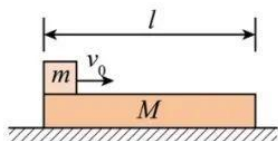


可见上述接法可符合上述测量结果，D 正确。

故选 CD。

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 $\frac{1}{2}mv_0^2 - fl$

【答案】BD

【解析】

【详解】当物块从木板右端离开时，对 m 有

$$-fx_m = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

对 M 有

$$fx_M = \frac{1}{2}Mv_M^2$$

其中

$$l = x_m - x_M$$

AB. 由于 $l > x_M$ ，则根据以上分析可知木板的动能一定小于 fl ，A 错误、B 正确；

CD. 根据以上分析, 联立有

$$\frac{1}{2}mv_0^2 - fl = \frac{1}{2}mv_m^2 + \frac{1}{2}mv_M^2$$

则物块的动能一定小于 $\frac{1}{2}mv_0^2 - fl$, C 错误、D 正确。

故选 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. 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。

【答案】 ①. CD##DC ②. 相同位置 ③. 大小和方向

【解析】

【详解】②[1]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, 还需要用铅笔在白纸上标记出小圆环的位置以及用铅笔在白纸上标记出两细线的方向。

故选 CD。

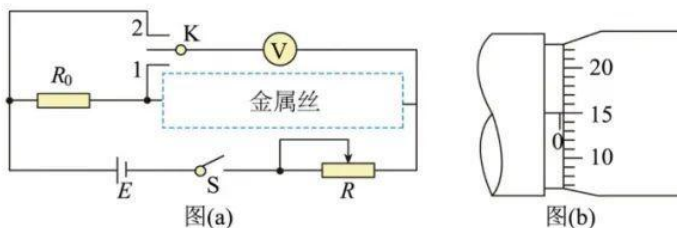
③[2]撤掉一个测力计, 用另一个测力计把小圆环拉到相同位置, 由测力计的示数得到拉力 F 的大小, 沿细

线标记此时 F 的方向；

⑤[3]比较 F' 和 F 的大小和方向，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 10.0Ω ）、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：



（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）

【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

【解析】

【详解】（1）[1]根据题意可知， R_0 两端的电压为

$$U = U_2 - U_1$$

则流过 R_0 即流过待测金属丝的电流

$$I = \frac{U}{R_0} = \frac{U_2 - U_1}{R_0}$$

[2]金属丝的电阻

$$r = \frac{U_1}{I}$$

联立可得

$$r = \frac{U_1 R_0}{U_2 - U_1}$$

(5) [3]螺旋测微器的读数为

$$d = 15.0 \times 0.01 \text{ mm} = 0.150 \text{ mm}$$

(6) [4]根据电阻定律

$$r = \rho \frac{L}{S}$$

又

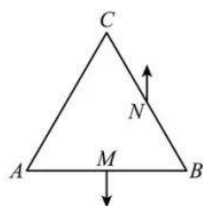
$$S = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

代入数据联立解得

$$\rho = 5.0 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$$

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

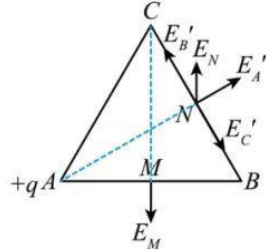
- (1) B 点处点电荷的电荷量的绝对值并判断 3 个点电荷的正负；
- (2) C 点处点电荷的电荷量。



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

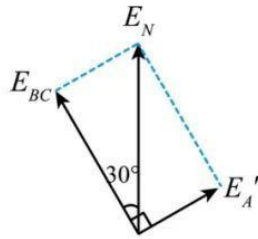
【解析】

【详解】(1) 因为 M 点电场强度竖直向下，则 C 为正电荷，根据场强的叠加原理，可知 A 、 B 两点的电荷在 M 点的电场强度大小相等，方向相反，则 B 点电荷带电量为 q ，电性与 A 相同，又 N 点电场强度竖直向上，可得 A 处电荷在 N 点的场强垂直 BC 沿 AN 连线向右上，如图所示



可知 A 处电荷为正电荷，所以 A 、 B 、 C 均为正电荷。

(2) 如图所示



由几何关系

$$E'_A = E'_{BC} \cdot \tan 30^\circ$$

即

$$\frac{kq}{AN^2} = \frac{\sqrt{3}}{3} \left(\frac{kq}{BN^2} - \frac{kq_C}{CN^2} \right)$$

其中

$$AN = \sqrt{3}BN = \sqrt{3}CN$$

解得

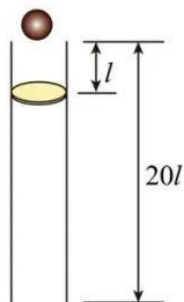
$$q_C = \frac{3-\sqrt{3}}{3}q$$

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。



【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

【解析】

【详解】(1) 过程 1：小球释放后自由下落，下降 l ，根据机械能守恒定律

$$mgl = \frac{1}{2}mv_0^2$$

解得

$$v_0 = \sqrt{2gl}$$

过程 2：小球以 $\sqrt{2gl}$ 与静止圆盘发生弹性碰撞，根据能量守恒定律和动量守恒定律分别有

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_1'^2$$

$$mv_0 = mv_1 + Mv_1'$$

解得

$$v_1 = \frac{m-M}{m+M}v_0 = -\frac{\sqrt{2gl}}{2}$$

$$v_1' = \frac{1}{2}v_0 = \frac{\sqrt{2gl}}{2}$$

即小球碰后速度大小 $\frac{\sqrt{2gl}}{2}$ ，方向竖直向上，圆盘速度大小为 $\frac{\sqrt{2gl}}{2}$ ，方向竖直向下；

(2) 第一次碰后，小球做竖直上抛运动，圆盘摩擦力与重力平衡，匀速下滑，所以只要圆盘下降速度比小

球快，二者间距就不断增大，当二者速度相同时，间距最大，即

$$v_1 + gt = v_1'$$

解得

$$t = \frac{v_1' - v_1}{g} = \frac{v_0}{g}$$

根据运动学公式得最大距离为

$$d_{\max} = x_{\text{盘}} - x_{\text{球}} = v_1' t - (v_1 t - \frac{1}{2} g t^2) = \frac{v_0^2}{2g} = l$$

(3) 第一次碰撞后到第二次碰撞时，两者位移相等，则有

$$x_{\text{盘}1} = x_{\text{球}1}$$

即

$$v_1 t_1 + \frac{1}{2} g t_1^2 = v_1' t_1$$

解得

$$t_1 = \frac{2v_0}{g}$$

此时小球的速度

$$v_2 = v_1 + g t_1 = \frac{3}{2} v_0$$

圆盘的速度仍为 v_1' ，这段时间内圆盘下降的位移

$$x_{\text{盘}1} = v_1' t_1 = \frac{v_0^2}{g} = 2l$$

之后第二次发生弹性碰撞，根据动量守恒

$$mv_2 + Mv_1' = mv_2' + Mv_1''$$

根据能量守恒

$$\frac{1}{2} m v_2^2 + \frac{1}{2} M v_1'^2 = \frac{1}{2} m v_2'^2 + \frac{1}{2} M v_1''^2$$

联立解得

$$v_2' = 0$$

$$v_1'' = v_0$$

同理可得当位移相等时

$$x_{\text{盘}2} = x_{\text{球}2}$$

$$v_2 t_2 = \frac{1}{2} g t_2^2$$

解得

$$t_2 = \frac{2v_0}{g}$$

圆盘向下运动

$$x_{\text{盘}2} = v_2 t_2 = \frac{2v_0^2}{g} = 4l$$

此时圆盘距下端关口 $13l$ ，之后二者第三次发生碰撞，碰前小球的速度

$$v_3 = g t_2 = 2v_0$$

有动量守恒

$$mv_3 + Mv_2'' = mv_3' + Mv_3''$$

机械能守恒

$$\frac{1}{2}mv_3^2 + \frac{1}{2}Mv_2''^2 = \frac{1}{2}mv_3'^2 + \frac{1}{2}Mv_3''^2$$

得碰后小球速度为

$$v_3' = \frac{v_0}{2}$$

圆盘速度

$$v_3'' = \frac{3v_0}{2}$$

当二者即将四次碰撞时

$$x_{\text{盘}3} = x_{\text{球}3}$$

即

$$v_3'' t_3 = v_3' t_3 + \frac{1}{2} g t_3^2$$

得

$$t_3 = \frac{2v_0}{g} = t_1 = t_2$$

在这段时间内，圆盘向下移动

$$x_{\text{盘}3} = v_3'' t_3 = \frac{3v_0^2}{g} = 6l$$

此时圆盘距离下端管口长度为

$$20l - 1l - 2l - 4l - 6l = 7l$$

此时可得出圆盘每次碰后到下一次碰前，下降距离逐次增加 $2l$ ，故若发生下一次碰撞，圆盘将向下移动

$$x_{\text{盘}4} = 8l$$

则第四次碰撞后落出管口外，因此圆盘在管内运动的过程中，小球与圆盘的碰撞次数为 4 次。

(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

【答案】ACD

【解析】

【详解】A. 对于一定质量的理想气体内能由温度决定，故等温增压和等温膨胀过程温度均保持不变，内能不变，故 A 正确；

B. 根据理想气体状态方程

$$\frac{PV}{T} = C$$

可知等压膨胀后气体温度升高，内能增大，等温压缩温度不变，内能不变，故末状态与初始状态相比内能增加，故 B 错误；

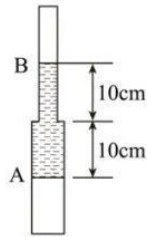
C. 根据理想气体状态方程可知等容减压过程温度降低，内能减小；等压膨胀过程温度升高，末状态的温度有可能和初状态的温度相等，内能相等，故 C 正确；

D. 根据理想气体状态方程可知等容增压过程温度升高；等压压缩过程温度降低，末状态的温度有可能和初状态的温度相等，内能相等，故 D 正确；

E. 根据理想气体状态方程可知等容增压过程温度升高；等温膨胀过程温度不变，故末状态的内能大于初状态的内能，故 E 错误。

故选 ACD。

14. 如图，竖直放置的封闭玻璃管由管径不同、长度均为20cm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10cm。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1cm。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cmHg为压强单位）



【答案】 $p_A = 135\text{cmHg}$ ， $p_B = 115\text{cmHg}$

【解析】

【详解】设B管在上方时上部分气压为 p_B ，则此时下方气压为 p_A ，此时有

$$p_A = p_B + 20$$

倒置后A管气体压强变小，即空气柱长度增加1cm，A管中水银柱减小1cm，又因为

$$S_A = 2S_B$$

可知B管水银柱增加2cm，空气柱减小2cm；设此时两管的压强分别为 p'_A 、 p'_B ，所以有

$$p'_A + 21 = p'_B$$

倒置前后温度不变，根据玻意耳定律对A管有

$$p_A S_A L_A = p'_A S_A L'_A$$

对B管有

$$p_B S_B L_B = p'_B S_B L'_B$$

其中

$$L'_A = 10\text{cm} + 1\text{cm} = 11\text{cm}$$

$$L'_B = 10\text{cm} - 2\text{cm} = 8\text{cm}$$

联立以上各式解得

$$p_A = 135\text{cmHg}$$

$$p_B = 115 \text{ cmHg}$$

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 ()

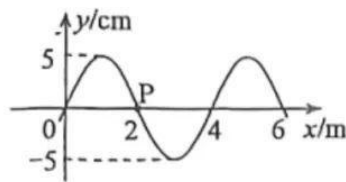


图 (a)

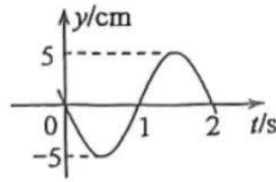


图 (b)

- A. 波速为 2m/s
- B. 波向左传播
- C. 波的振幅是 10cm
- 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 70cm

【答案】ABE

【解析】

【详解】A. 由图 a 可知波长为 4m ，由图 b 可知波的周期为 2s ，则波速为

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{4}{2} \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$$

故 A 正确；

B. 由图乙可知 $t=0$ 时，P 点向下运动，根据“上下坡”法可知波向左传播，故 B 正确；

C. 由图 a 可知波的振幅为 5cm ，故 C 错误；

DE. 根据图 a 可知 $t=0$ 时 $x=3\text{m}$ 处的质点位于波谷处，由于

$$t = 7\text{s} = 3T + \frac{1}{2}T$$

可知在 $t=7\text{s}$ 时质点位于波峰处；质点 P 运动的路程为

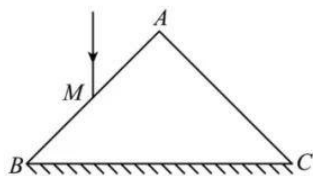
$$s = 3 \times 4A + \frac{1}{2} \times 4A = 70\text{cm}$$

故 D 错误，E 正确；

故选 ABE。

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

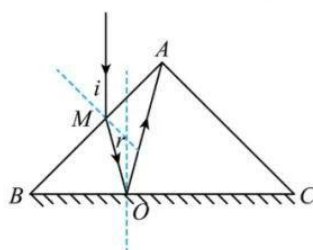
有一层反射膜。一细光束沿垂直于 BC 方向经 AB 边上的 M 点射入棱镜，若这束光被 BC 边反射后恰好射向顶点 A ，求 M 点到 A 点的距离。



【答案】 $\frac{3-\sqrt{3}}{3}l$

【解析】

【详解】由题意可知做出光路图如图所示



光线垂直于 BC 方向射入，根据几何关系可知入射角为 45° ；由于棱镜折射率为 $\sqrt{2}$ ，根据

$$n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

有

$$\sin r = \frac{1}{2}$$

则折射角为 30° ； $\angle BMO = 60^\circ$ ，因为 $\angle B = 45^\circ$ ，所以光在 BC 面的入射角为

$$\theta = 90^\circ - (180^\circ - 60^\circ - 45^\circ) = 15^\circ$$

根据反射定律可知

$$\angle MOA = 2\theta = 30^\circ$$

根据几何关系可知 $\angle BAO = 30^\circ$ ，即 $\triangle MAO$ 为等腰三角形，则

$$\frac{MO}{AO} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

又因为 $\triangle BOM$ 与 $\triangle CAO$ 相似，故有

$$\frac{BM}{AC} = \frac{MO}{AO}$$

由题知

$$AB = AC = l$$

联立可得

$$BM = \frac{\sqrt{3}}{3} AC = \frac{\sqrt{3}}{3} l$$

所以 M 到 A 点的距离为

$$x = MA = l - BM = \frac{3 - \sqrt{3}}{3} l$$

2023 年高考全国乙卷理综试卷参考答案

(生物部分)

一、选择题:

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

【答案】B

【解析】

【分析】多糖的单体是葡萄糖, 蛋白质的单体是氨基酸, 核酸的单体是核苷酸。

【详解】A、葡萄糖是多糖的单体, 多糖包括淀粉、糖原和纤维素, 故①可以是淀粉或糖原, A 正确;

B、蛋白质是由单体②氨基酸通过脱水缩合形成③肽键连接形成的, 核酸的单体是核苷酸, 故⑤是核苷酸, B 错误;

C、②氨基酸的元素组成是 C、H、O、N, ⑤核苷酸的元素组成是 C、H、O、N、P, C 正确;

D、检测蛋白质的④可以是双缩脲试剂, 检测核酸的⑥可以是甲基绿和吡罗红混合染色剂, D 正确。

故选 B。

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

【答案】D

【解析】

【分析】1、叶绿体色素提取色素原理是色素能溶解在酒精或丙酮等有机溶剂中，所以可用无水酒精等提取色素；分离色素原理是各色素随层析液在滤纸上扩散速度不同，从而分离色素，溶解度大，扩散速度快；溶解度小，扩散速度慢。

2、叶绿素主要吸收蓝紫光和红橙光，类胡萝卜素主要吸收蓝紫光。

【详解】A、叶绿素的元素组成是 C、H、O、N、Mg，所以氮元素和镁元素是构成叶绿素分子的重要元素，A 正确；

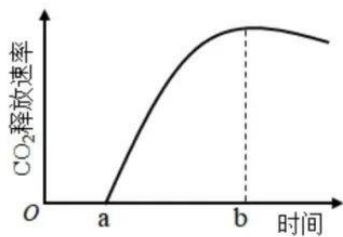
B、光反应的场所是类囊体的薄膜，需要光合色素吸收光能，所以叶绿素和类胡萝卜素存在于叶绿体中类囊体的薄膜上，B 正确；

C、类胡萝卜素主要吸收蓝紫光，所以用不同波长的光照射类胡萝卜素溶液，其吸收光谱在蓝紫光区有吸收峰，C 正确；

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快，D 错误。

故选 D。

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 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 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 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

【答案】C

【解析】

【分析】1、 无氧呼吸分为两个阶段：第一阶段：葡萄糖分解成丙酮酸和[H]，并释放少量能量；第二阶段丙酮酸在不同酶的作用下转化成乳酸或酒精和二氧化碳，不释放能量。整个过程都发生在细胞质基质。

2、 有氧呼吸的第一、二、三阶段的场所依次是细胞质基质、线粒体基质和线粒体内膜。有氧呼吸第一阶段是葡萄糖分解成丙酮酸和[H]，合成少量 ATP；第二阶段是丙酮酸和水反应生成二氧化碳和[H]，合成少

量 ATP；第三阶段是氧气和[H]反应生成水，合成大量 ATP。

【详解】A、植物进行有氧呼吸或无氧呼吸产生酒精时都有二氧化碳释放，图示在时间 a 之前，植物根细胞无 CO₂ 释放，分析题意可知，植物可通过呼吸代谢途径的改变来适应缺氧环境，据此推知在时间 a 之前，只进行无氧呼吸产生乳酸，A 正确；

B、a 阶段无二氧化碳产生，b 阶段二氧化碳释放较多，a~b 时间内植物根细胞存在经无氧呼吸产生酒精和 CO₂ 的过程，是植物通过呼吸途径改变来适应缺氧环境的体现，B 正确；

C、无论是产生酒精还是产生乳酸的无氧呼吸，都只在第一阶段释放少量能量，第二阶段无能量释放，故每分子葡萄糖经无氧呼吸产生酒精时生成的 ATP 和产生乳酸时相同，C 错误；

D、酒精跨膜运输方式是自由扩散，该过程不需要消耗 ATP，D 正确。

故选 C。

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

【答案】B

【解析】

【分析】下丘脑分泌的促甲状腺激素释放激素能促进垂体分泌促甲状腺激素，垂体分泌促甲状腺激素能促进甲状腺分泌甲状腺激素。而甲状腺激素对下丘脑和垂体有负反馈作用，当甲状腺激素分泌过多时，会抑制促甲状腺激素释放激素和促甲状腺激素的分泌，进而减少甲状腺激素的分泌；当血液中甲状腺激素的含量增加到一定程度时，就会抑制下丘脑和垂体的活动，使促甲状腺激素释放激素和促甲状腺激素的合成和分泌量减少，从而使血液中的甲状腺激素不致过多；当血液中甲状腺激素的含量降低时，对下丘脑和垂体的抑制作用减弱，使促甲状腺激素释放激素和促甲状腺激素的合成和分泌增加，从而使血液中甲状腺激素不致过少。

【详解】A、甲状腺分泌甲状腺激素受下丘脑分泌的促甲状腺激素释放激素以及垂体分泌的促甲状腺激素的调节，A 正确；

B、细胞外液渗透压下降对下丘脑渗透压感受器的刺激作用减弱，因而下丘脑的神经分泌细胞分泌的抗利尿激素减少，同时通过垂体释放的抗利尿激素也减少，B 错误；

C、胸腺可分泌胸腺激素，能增强免疫细胞的功能，同时 T 细胞成熟的场所也在胸腺，C 正确；

D、促甲状腺激素作为一种激素由垂体细胞合成和分泌后，经血液运输到靶细胞，即甲状腺细胞发挥作用，D 正确。

故选 B。

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^甲）和酶 E，酶 E 催化甲与 tRNA^甲 结合生成携带了甲的 tRNA^甲（表示为甲-tRNA^甲），进而将甲带入核糖体参与肽链合成。已知 tRNA^甲 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^甲 的基因

A. ②⑤⑥

B. ①②⑤

C. ③④⑥

D. ②④⑤

【答案】A

【解析】

【分析】分泌蛋白的合成过程大致是：首先在游离的核糖体中以氨基酸为原料开始多肽链的合成。当合成了一段肽链后，这段肽链会与核糖体一起转移到粗面内质网上，继续其合成过程。并且边合成边转移到内质网腔内，再经过加工折叠形成具有一定空间结构的蛋白质。内质网膜鼓出形成囊泡，包裹着蛋白质离开内质网转到达高尔基体，与高尔基体膜融合，囊泡膜成为高尔基体膜的一部分，高尔基体还能对蛋白质进一步的修饰和加工。然后由高尔基体膜形成包裹着蛋白质的囊泡。囊泡转到细胞膜，与细胞膜融合，将蛋白质分泌到细胞外。在分泌蛋白的合成、加工、运输的过程中需要消耗能量，这些能量主要来自于线粒体。

【详解】据题意可知，氨基酸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，所以要在大肠杆菌中合成含有甲的肽链，必须往大肠杆菌中转入氨基酸甲，②正确；又因古菌含有特异的能够转运甲的 tRNA（表示为 tRNA^甲）和酶 E，酶 E 催化甲与 tRNA^甲 结合生成携带了甲的 tRNA^甲（表示为甲-tRNA^甲），进而将甲带入核糖体参与肽链合成。tRNA^甲 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。所以大肠杆菌细胞内要含有 tRNA^甲 的基因以便合成 tRNA^甲，大肠杆菌细胞内也要含有酶 E 的基因以便合成酶 E，催化甲与 tRNA^甲 结合，⑤⑥正确。肽链的合成过程需要能量（ATP），但是大肠杆菌可通过无氧呼吸提供能量。

故选 A。

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

【答案】D

【解析】

【分析】实验①: 宽叶矮茎植株自交, 子代中宽叶矮茎: 窄叶矮茎=2:1, 亲本为 Aabb, 子代中原本为 AA: Aa: aa=1: 2: 1, 因此推测 AA 致死; 实验②: 窄叶高茎植株自交, 子代中窄叶高茎: 窄叶矮茎=2:1, 亲本为 aaBb, 子代原本为 BB: Bb: bb=1: 2: 1, 因此推测 BB 致死。

【详解】A、实验①: 宽叶矮茎植株自交, 子代中宽叶矮茎: 窄叶矮茎=2:1, 亲本为 Aabb, 子代中原本为 AA: Aa: aa=1: 2: 1, 因此推测 AA 致死; 实验②: 窄叶高茎植株自交, 子代中窄叶高茎: 窄叶矮茎=2:1, 亲本为 aaBb, 子代原本为 BB: Bb: bb=1: 2: 1, 因此推测 BB 致死, A 正确;

B、实验①中亲本为宽叶矮茎, 且后代出现性状分离, 所以基因型为 Aabb, 子代中由于 AA 致死, 因此宽叶矮茎的基因型也为 Aabb, B 正确;

C、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;

D、将宽叶高茎植株 AaBb 进行自交, 由于 AA 和 BB 致死, 子代原本的 9: 3: 3: 1 剩下 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。

故选 D。

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^+ 。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^+ 。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。

【答案】(1) 光合作用和呼吸作用

(2) 红光是叶绿体色素主要吸收的光, 因而红光照射能促进保卫细胞的叶绿体进行光合作用, 保卫细胞的渗透压上升, 因而吸水体积膨大, 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^+ ，因而保卫细胞渗透压上升，吸水膨胀，气孔张开。

(4) 不能

【解析】

【分析】光合作用包括光反应和暗反应两个阶段：光反应发生场所在叶绿体的类囊体薄膜上，色素吸收光能、传递光能，并将一部分光能用于水的光解生成[H]和氧气，另一部分光能用于合成 ATP；暗反应发生场所是叶绿体基质中，首先发生二氧化碳的固定，即二氧化碳和五碳化合物结合形成两分子的三碳化合物，三碳化合物在光反应产生的[H]和 ATP 的作用下被还原，进而合成有机物。影响光合作用的主要外界因素有光照强度、二氧化碳浓度和温度。

【小问 1 详解】

植物的蒸腾作用是通过气孔实现的，可见气孔的开闭将直接影响蒸腾作用，同时，蒸腾作用能提供植物吸水 and 运水的动力，植物体中营养物质的运输过程离不开水分，因此光合作用会因为营养物质运输不畅受到影响，同时气孔关闭也会影响气体与外界环境的交换能力变弱，而光合作用需要通过气孔吸收的二氧化碳作为原料，进而受到影响，同时产生的氧气也需要通过气孔释放出去；呼吸作用需要利用氧气，同时产生的二氧化碳需要释放出去，总之，光合作用和呼吸作用均需要植物通过气孔很好地与外界发生气体交换才能顺利完成，可见气孔的开闭直接影响的生理过程除了蒸腾作用外，还有光合作用和呼吸作用。

【小问 2 详解】

红光是植物光合色素主要捕获的光，因而能促进保卫细胞中的叶绿体进行光合作用，光合作用制造的有机物能提高植物细胞的渗透压，进而促进保卫细胞吸水，保卫细胞体积膨大而气孔开放。

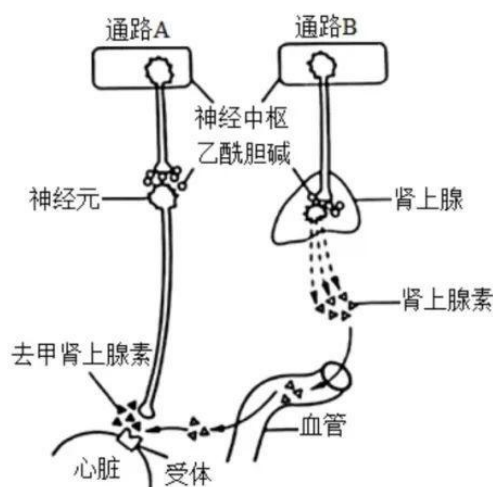
【小问 3 详解】

题中显示，蓝光可作为一种信号促进保卫细胞逆浓度梯度吸收 K^+ ，进而增加了保卫细胞的渗透压，保卫细胞吸水能力增强，因而体积膨大，气孔开放，因此，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。

【小问 4 详解】

某种除草剂能阻断光合作用的光反应，进而会影响光合作用的暗反应过程，进而导致光合速率下降，合成的有机物减少，因而保卫细胞渗透压下降，吸水能力下降，保卫细胞体积减小，因而在使用除草剂条件下，即使给与光照也不能使气孔维持一定的开度。

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_____。

【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

【解析】

【分析】1、静息时，钾离子大量外流，形成内负外正的静息电位；受到刺激后，神经细胞膜的通透性发生改变，对钠离子的通透性增大，钠离子内流，形成内正外负的动作电位，兴奋部位和非兴奋部位形成电位差，产生局部电流，兴奋传导的方向与膜内电流方向一致。

2、兴奋在神经元之间需要通过突触结构进行传递，突触包括突触前膜、突触间隙、突触后膜，其具体的传递过程为：兴奋以电流的形式传导到轴突末梢时，突触小泡释放递质（化学信号），递质作用于突触后膜，引起突触后膜产生膜电位（电信号），从而将兴奋传递到下一个神经元。

【小问 1 详解】

静息时，神经细胞膜对钾离子的通透性大，钾离子大量外流，形成内负外正的静息电位。

【小问 2 详解】

效应器由传出神经末梢及其支配的肌肉或腺体，则图中的效应器为传出神经末梢及其支配的肾上腺和心脏。通路 A 中，在突触间以乙酰胆碱为神经递质传递兴奋，在神经元与心脏细胞之间以去甲肾上腺素为神

经递质传递兴奋，其中只有去甲肾上腺素作用的是效应器（心脏），所以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去甲肾上腺素。

【小问 3 详解】

通路 B 神经中枢通过控制肾上腺分泌肾上腺素调节心血管活动，有神经细胞的参与，也有内分泌腺的参与，所以经过通路 B 调节心血管活动的调节方式为神经-体液调节。

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_____。

【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

【解析】

【分析】食物链和食物网的分析：

- 1、每条食物链的起点总是生产者，阳光不能纳入食物链，食物链终点是不能被其他生物所捕食的动物，即最高营养级，食物链中间不能做任何停顿，否则不能算作完整的食物链。
- 2、食物网中同一环节上所有生物的总和称为一个营养级。
- 3、同一种生物在不同食物链中可以占有不同的营养级。
- 4、在食物网中，两种生物之间的种间关系有可能出现不同的类型。
- 5、食物网中，某种生物因某种原因而大量减少时，对另外一种生物的影响，沿不同食物链分析的结果不同时应以中间环节少为依据。
- 6、食物网的复杂程度主要取决于有食物联系的生物种类，而非取决于生物的数量。

【小问 1 详解】

每条食物链的起点总是生产者，食物链终点是不能被其他生物所捕食的动物，即最高营养级，某农田生态系统中有玉米、蛇、蝗虫、野兔、青蛙和鹰等生物，具有 5 个营养级的食物链为玉米→蝗虫→青蛙→蛇→鹰。

【小问 2 详解】

在森林中，当害虫数量增加时，食虫鸟也会增多，害虫种群的增长就受到抑制，这属于负反馈调节，它是

生态系统自我调节能力的基础。

【小问 3 详解】

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，故森林生态系统的抵抗力稳定性高于农田生态系统。

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_____。

【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

【解析】

【分析】由题干信息可知，甲、乙两个不同的白花纯合子，基因型是 AAbb 或 aaBB。而根据实验一可知，两者基因型不同；根据实验二可知，甲为 AAbb，乙为 aaBB。

【小问 1 详解】

与无机催化剂相比，酶所具有的特性是高效性、专一性、作用条件温和。

高温破坏了酶的空间结构，导致酶失活而失去催化作用。

【小问 2 详解】

根据题干可知白花纯合子的基因型可能是 $AAbb$ 或 $aaBB$ ，而甲、乙两者细胞研磨液混合后变成了红色，推测两者基因型不同，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。

【小问 3 详解】

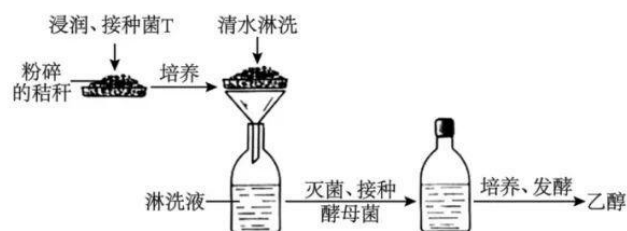
实验二的结果甲的细胞研磨液煮沸，冷却后与乙的细胞研磨液混合，发现混合液变成了红色，可知甲并不是提供酶 2 的一方，而是提供酶 1 催化产生的中间产物，因此基因型为 $AAbb$ ，而乙则是提供酶 2 的一方，基因型为 $aaBB$ 。

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，由于乙中的酶 2 失活，无法催化红色色素的形成，因此混合液呈现的颜色是白色。

（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. 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_____。

【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

【解析】

【分析】果酒的制作离不开酵母菌，酵母菌是兼性厌氧微生物，在有氧条件下，酵母菌进行有氧呼吸，大量繁殖，把糖分解成二氧化碳和水；在无氧条件下，酵母菌能进行酒精发酵。故果酒的制作原理是酵母菌无氧呼吸产生酒精，酵母菌最适宜生长繁殖的温度范围是 18~30℃；生产中是否有酒精的产生，可用酸性重铬酸钾来检验，该物质与酒精反应呈现灰绿色。

【小问 1 详解】

菌 T 能够分泌纤维素酶，纤维素酶能将纤维素最终分解为葡萄糖，因此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。

【小问 2 详解】

培养基的主要成分：水、碳源、氮源、无机盐，其中氮源主要为合成微生物的细胞结构提供原料（微生物细胞中的含氮物质，如核酸、蛋白质、磷脂）。高压蒸汽灭菌法的注意的事项有①把锅内的水加热煮沸，将其中原有的冷空气彻底排除后，将锅密闭，如果高压锅内的空气未排除或未完全排除，则蒸汽不能达到饱和，蒸汽的温度未达到要求的高度，结果导致灭菌的失败；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，否则锅内蒸气压力突然降低，液体突然沸腾，冲走瓶盖，使液体喷出或使容器破裂。

【小问 3 详解】

果酒的制作原理是酵母菌无氧呼吸产生酒精，将酵母菌接种到灭菌后的培养基中进行酒精发酵，酒精发酵需要在无氧的条件下进行，此时拧紧瓶盖的主要目的是制造无氧环境。酵母菌进行无氧呼吸产生酒精和二氧化碳，在发酵过程中密闭，所以需要根据发酵进程适时拧松瓶盖放出二氧化碳，酒精可用酸性重铬酸钾溶液来检测，该物质与酒精反应呈现灰绿色。

【小问4详解】

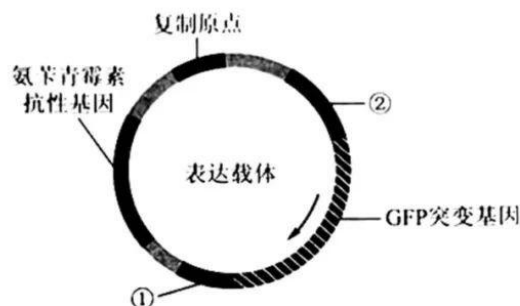
与以粮食为原料发酵生产乙醇相比，利用纤维素为原料生产乙醇具有节约粮食、废物利用、清洁环保、不污染环境、生产成本低、原料来源广等优点。

【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_____。

【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的基因

（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

【解析】

【分析】有关密码子，考生可从以下几方面把握：

①概念：密码子是 mRNA 上相邻的 3 个碱基。

②种类：64 种，其中有 3 种是终止密码子，不编码氨基酸。

③特点：一种密码子只能编码一种氨基酸，但一种氨基酸可能由一种或多种密码子编码；密码子具有通用性，即自然界所有的生物共用一套遗传密码。

【小问 1 详解】

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，称为基因文库。

【小问 2 详解】

一个基因表达载体的组成，除了目的基因外，还必须有启动子、终止子以及标记基因等，且基因的转录方向为从启动子到终止子，故图中①为终止子，②为启动子，启动子是一段有特殊结构的 DNA 片段，位于基因的首端，它是 RNA 聚合酶识别和结合的部位，有了它才能驱动基因转录出 mRNA，最终获得所需要的蛋白质。标记基因的作用是为了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，如抗生素基因就可以作为这种基因。

【小问 3 详解】

正常情况下，GFP 突变基因应该不发绿色荧光，而大肠杆菌有的发绿色荧光，从密码子特点的角度分析，原因是密码子具有简并性，即一种氨基酸可能由一个或多个密码子决定。

【小问 4 详解】

基因工程研究中常用的真核表达系统有酵母表达系统、昆虫细胞表达系统和哺乳动物细胞表达系统。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，可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，如果酵母菌发出黄色荧光，说明 YFP 基因能在真核细胞中表达，反之则不能在真核细胞中表达。

参考答案

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.C 2.C 3.D 4.A 5.D 6.A 7.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. (1) ①. 通入一定的 O_2 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. $CO + CuO \xrightarrow{\Delta} Cu + CO_2$

(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_2 , 冷却装置

(5) $C_4H_6O_4$

9. (1) ①. $MnCO_3 + H_2SO_4 = MnSO_4 + H_2O + CO_2 \uparrow$ ②. 粉碎菱锰矿

(2) ①. 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ②. Fe^{3+} 可以催化 H_2O_2 分解

(3) ①. 2.8×10^{-9} ②. Al^{3+}

(4) $BaSO_4$ 、NiS

电解

(5) ①. $Mn^{2+} + 2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} H_2 \uparrow + MnO_2 \downarrow + 2H^+$ ②. 加入 $MnSO_4$

煅烧

(6) $2Li_2CO_3 + 8MnO_2 \xrightarrow{\text{煅烧}} 4LiMn_2O_4 + 2CO_2 \uparrow + O_2 \uparrow$

10. (1) ①. 4 ②. 1

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

(3) ①. 3 ②. 2.25 ③. 增大

(4) ①. $\frac{P_{SO_2} - P_{SO_3}}{4}$ 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]

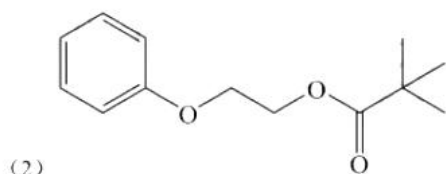
11. (1) ①. $3d^6 4s^2$ ②. $O > Si > Fe > Mg$ ③. +2

- (2) ①. 钠的电负性小于硅，氯化钠为离子晶体，而 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： SiCl_4 、 GeCl_4 、 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. sp^3

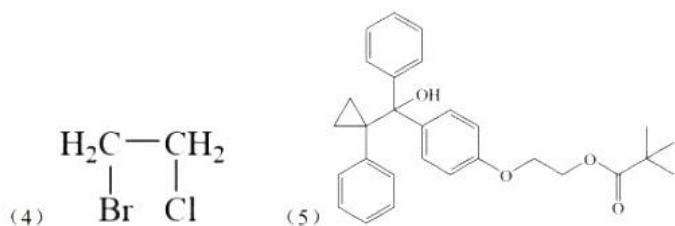
- (3) ①. 3 ②. MgB_2 ③. $\frac{\sqrt{3}}{3}a$

[化学——选修 5：有机化学基础]

12. (1) 醚键和羟基



(3) 苯乙酸



(6) 还原反应

