

高三理科综合能力测试参考答案

1.【答案】 D

【解析】 中心体没有膜结构,A 错误;

在细胞周期中,中心粒的倍增在间期,而染色体的倍增在分裂期的后期,B 错误;

高等植物细胞中无中心体,C 错误;

在分裂期,两组中心粒移向细胞两极,这与细胞分裂的方向有关;移向两极的中心体发出星射线,形成纺锤体,D 正确。

2.【答案】 B

【解析】 氧气浓度小于 c 时,M 的吸收速率与氧气浓度呈正相关,说明根尖细胞吸收 M 的方式是主动运输,脂溶性物质以自由扩散的方式进入细胞,A 正确;

由于根尖细胞以主动运输方式吸收 M,加入 W 后实验组仍能吸收 M 但吸收速率与 O_2 浓度无关,说明有氧呼吸被抑制,仅由无氧呼吸提供 ATP,所以 B 错误、C 正确;

氧气浓度为 d 时,载体数量为限制因素,增加 M 浓度 v 不会增大,D 正确。

3.【答案】 B

【解析】 探究光合作用中氧气的来源时,应该用 ^{18}O 分别标记两组小球藻培养液中的 H_2O 和 CO_2 ,A 错误。

用普通培养液培养 ^{15}N 标记 DNA 的大肠杆菌,提取 DNA 并离心后,根据试管中 DNA 的位置可证明 DNA 的半保留复制,B 正确。

由于 DNA 分子是半保留复制, ^{32}P 标记的 DNA 分子复制一次时子代噬菌体全部能检测到放射性,复制两次及以上后只有部分子代噬菌体能检测到放射性,C 错误。

欲用体外合成技术合成 ^{14}C 标记赖氨酸的多肽链,则须提供 ^{14}C 标记的赖氨酸,无需标记 tRNA,D 错误。

4.【答案】 C

【解析】 依据生态位的定义可知,研究某种动物或植物的生态位时,均要研究该动物或植物与其他物种的关系,A 项正确。

据题干可知,某种生物的生态位宽度指数越大,说明其对资源的利用能力越强,因而适应能力往往越强,B 项正确。

生态位重叠指数较大的两个物种之间不一定存在原始合作关系,C 项错误。

群落中每种生物都占据着相对稳定的生态位,这是生物与生物、生物与环境之间协同进化的结果,D 项正确。

5.【答案】 D

【解析】 甲状腺激素几乎对全身的细胞都起作用,是由于这些细胞均有相应的受体,A 正确;

甲状腺激素具有提高神经系统兴奋性的功能,切除甲状腺后不服用甲状腺激素类药物,会使神经系统兴奋性降低,反应迟钝,B 正确;

分级调节可以放大激素的调节效应,形成多级反馈调节,有利于精细调控,从而维持机体稳态,甲状腺肿大一般是因为缺碘造成的,C 正确、D 错误。

6.【答案】 A

【解析】 碱基的甲基化修饰会抑制基因的表达,但不干扰基因的复制;复制时甲基化的碱基能与互补的碱基正常配对,A 错误;

碱基的甲基化不会改变基因的碱基序列,即不会改变基因的遗传信息,但会抑制基因的表达,进而影响生物的表型,B 正确;

根据题意,P 序列中的碱基甲基化程度越高,小鼠体毛颜色就越深,说明 P 序列中碱基的甲基化程度

与 A^y 基因的表达水平密切相关, C 正确;

纯合的黄色毛小鼠(A^yA^y)与黑体毛小鼠(aa)杂交, F₁ 小鼠的基因型均为 A^ya, D 正确。

7.【答案】 A

【解析】 钢的含碳量比生铁低, A 正确;

手撕钢的厚度比胶体的粒子直径大得多, 同时面积更大, B 错误;

手撕钢是铁的合金, 熔点比纯铁低, 硬度比纯铁大, C 错误;

物质的组成不变, 化学性质保持不变, D 错误。

8.【答案】 C

【解析】 根据 G 的结构简式, 可知其分子式为 C₁₃H₁₈O₂, A 正确;

G 的苯环含有侧链, 可使酸性高锰酸钾溶液褪色, 苯不褪色, B 正确;

1 mol 该物质最多与 3 mol 氢气反应, C 错误;

根据 G 中涉及的元素有 C、H、O, 电负性最大的是氧, D 正确。

9.【答案】 D

【解析】 将 1 mol Cl₂ 通入到含 0.5 mol FeI₂ 的溶液中, 可将 Fe²⁺、I⁻ 均氧化, 氯气有剩余, 离子方程式为 2Fe²⁺ + 4I⁻ + 3Cl₂ = 2Fe³⁺ + 6Cl⁻ + 2I₂, A 正确;

醋酸与大理石发生复分解反应, 由于醋酸为弱酸, 碳酸钙难溶于水, 所以两种反应物都应以化学式表示, 离子方程式正确, B 正确; 全科试题免费下载公众号《高中僧课堂》

硫化氢气体溶于水形成氢硫酸为弱酸, Cu²⁺ 和 H₂S 反应生成 CuS 沉淀, 则离子方程式为 Cu²⁺ + H₂S = CuS↓ + 2H⁺, C 正确;

Na₂SO₃ 过量, 溴和亚硫酸根发生氧化还原反应生成的 H⁺ 和过量的 SO₃²⁻ 反应生成 HSO₃⁻, 反应的离子方程式为 Br₂ + 3SO₃²⁻ + H₂O = 2Br⁻ + 2HSO₃⁻ + SO₄²⁻, D 错误。

10.【答案】 B

【解析】 能使高锰酸钾溶液褪色的物质很多, 如烯烃、炔烃、二氧化硫等, 不一定是乙烯, A 错误;

停止加热, 反应仍能持续进行, 说明是放热反应, B 正确;

也可能是挥发出来的溴与硝酸银反应产生沉淀, C 错误;

红色也可能是生成的 NO 遇空气变成的, D 错误。

11.【答案】 A

【解析】 X、Y、Z、W 是原子序数依次增大的短周期主族元素, W 的基态原子核外有 7 个原子轨道存在电子, 为 Al, 结合 X 的位置, 可知 X 为氮、Y 为氧; Z、W 的最高价氧化物对应的水化物能发生反应, 说明 Z 的最高价氧化物对应的一定是氢氧化钠, 则 Z 为钠。

氮、钠的氧化物均不止一种, A 正确;

氮的第一电离能比氧大, B 错误;

过氧化钠、叠氮化钠中均含有共价键, C 错误;

非金属性越强, 气态氢化物越稳定, 故氨气的稳定性比水弱, D 错误。

12.【答案】 C

【解析】 由图可知, a 点溶液为 0.1000 mol·L⁻¹ 的对甲苯胺溶液,

根据 AG 的定义, 可知溶液中 c(OH⁻) 为 10⁻⁵ mol·L⁻¹,

则对甲苯胺的电离平衡常数 $K = \frac{10^{-5} \times 10^{-5}}{0.1} = 10^{-9}$, 即数量级为 10⁻⁹, A 错误;

读图, d 点按纵坐标来看, 盐酸过量较多, 不可能水的电离程度最大, B 错误;

b 点溶液 AG < 0, 溶液呈碱性, 根据电荷守恒, 可得 c(B⁺) > c(Cl⁻) > c(OH⁻) > c(H⁺), C 正确;

c 点 AG = 0, 溶液呈中性, 为 BCl 和 BOH 混合溶液, 故横坐标数值小于 20, D 错误。

13. 【答案】 B

【解析】 M 电极 CO 生成乙烯,发生还原反应是阴极,故 M 为负极,A 错误;

依题意,在酸性条件下一氧化碳被还原为乙烯,电极反应式为 $2\text{CO} + 8\text{H}^+ + 8\text{e}^- = \text{C}_2\text{H}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$,B 正确;

依题意,硫化氢在阳极产生硫和氢离子,C 错误;

硫化氢和一氧化碳反应生成乙烯、硫和水,电解液酸性减弱,D 错误。

14. 【答案】 D

【解析】 根据质量数、电荷数守恒可知,X 为中子,A 项错误;

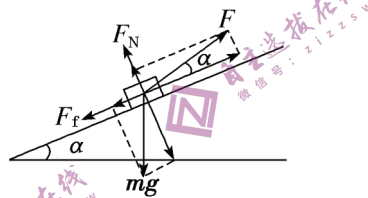
反应过程为原子核人工转变,B 项错误;

Y 是正电子,C 项错误;

放射性元素 $^{30}_{15}\text{P}$ 衰变成 $^{30}_{14}\text{Si}$ 放出能量,因此 $^{30}_{14}\text{Si}$ 比 $^{30}_{15}\text{P}$ 的比结合能大,D 项正确。

15. 【答案】 A

【解析】 飞机所受支持力为 F_N ,所受阻力为 F_f ,受力分析如图所示。



沿着速度方向,由牛顿第二定律得: $F \cos \alpha - mg \sin \alpha - F_f = ma$,垂直速度方向 $F \sin \alpha + F_N - mg \cos \alpha = 0$,由已知条件 $F_f = kF_N$, $k = \frac{1}{\tan \alpha}$,解得 $F = \frac{1 + \sin \alpha}{\sin 2\alpha} mg$,因此 A 正确。

16. 【答案】 B

【解析】 设地球半径为 R ,则空间站轨道半径为 $\frac{17}{16}R$,运行周期为 $\frac{1}{16}T$,由 $G \frac{Mm}{r^2} = mr \frac{4\pi^2}{T^2}$ 及 $\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$

可以求出地球的密度,由于地球的半径未知,因此无法求出地球的质量、地球表面的重力加速度及地球的第一宇宙速度,B 项正确。

17. 【答案】 C

【解析】 由 $x = v_0 \cos \theta \cdot \frac{2v_0 \sin \theta}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$ 可知,两次抛出的初速度大小可能相等,A 项错误;

两次轨迹在空中不可能有交点,如果有交点则不会落到同一点,B 项错误;

第二次倾角 θ_2 大于第一次 θ_1 ,说明 θ_2 大于 45° , $\sin 2\theta_2 < \sin 2\theta_1$,由 $x = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$ 可知, $v_{02} > v_{01}$,第二次初速度竖直分量大于第一次初速度竖直分量,抛出后上升的最大高度高,第二次在空中运动时间长,C 项正确;

两次手榴弹在空中运动的高度差均为零,重力做功为零,D 项错误。

18. 【答案】 D

【解析】 由于质点 b 先回到平衡位置,则图示时刻,质点 b 沿 y 轴正向运动,则波沿 x 轴负方向运动,A 项错误;

当质点 b 第一次到达波峰时,质点 a 刚到达平衡位置,说明两质点平衡位置间的距离相距四分之一波长,质点 b 从图示时刻到第一次到达波峰用时 0.3 s ,说明四分之一周期为 0.2 s ,周期为 $T = 0.8 \text{ s}$,

因此波传播的速度 $v = \frac{\lambda}{T} = 10 \text{ m/s}$,B 项错误;

$t=0$ 时刻,质点 b 的位移为 $-2.5\sqrt{2}$ cm, C 项错误;

$t=0$ 时刻,质点 a 的位移为 $2.5\sqrt{2}$ cm 且此时正沿 y 轴负方向运动,

则质点 a 的振动方程为 $y = 5\sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \frac{3\pi}{4}\right)$ cm = $5\sin\left(\frac{5\pi}{2}t + \frac{3\pi}{4}\right)$ cm, D 项正确。

19. 【答案】 BD

【解析】 由题意可知,屏移动后,条纹间距变大,由 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 可知,屏向右移动, A 项错误, B 项正确;

屏移动后,屏上的条纹间距变宽, C 项错误;

将单缝稍向左移一些,由 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 可知,条纹间距保持不变, D 项正确。

20. 【答案】 AC

【解析】 球壳上电荷在 N 、 O 两点的场强为零, M 点电荷在 O 点场强比 N 点场强大, 叠加后, O 点场强比 N 点场强大, A 项正确;

球壳上电荷在 N 、 O 两点的电势相等, 由于 M 点是负的点电荷, 在此电荷的电场中 O 、 N 两点的电势相等, 叠加的结果为 O 点和 N 点电势不相等, B 项错误;

B 点右侧 AB 延长线上, 场强方向均向右, 将一个负的点电荷从 B 点附近沿 AB 延长线远离 B 点, 电场力向左, 电场力做负功, C 项正确;

MO 垂直平分线是一个等势线, 因此电荷沿垂直平分线移动, 电场力不做功, 电荷的电势能不变, D 项错误。

21. 【答案】 BCD

【解析】 当金属棒加速度为零时, 设金属棒的速度为 v , 电容器带电量为 q ,

根据动量定理有 $BqL = mv_0 - mv$, 加速度为零时, 金属棒中电流为零, 则 $\frac{q}{C} = BLv$, 解得 $v = 6$ m/s, A 项错误;

电容器带电量 $q = 0.12$ C, B 项正确;

给金属棒施加一个水平向左的恒力后, $F - BIL = ma$,

又 $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{C\Delta U}{\Delta t} = \frac{CBL\Delta v}{\Delta t} = CBLa$, 解得 $a = \frac{F}{m + B^2L^2C} = 2.5$ m/s², C 项正确;

加力后, 金属棒向右运动的最大距离 $x = \frac{v^2}{2a} = 7.2$ m, D 项正确。

22. (6 分)

【答案】 (2) 两光电门间的距离 (2 分) $\frac{ad^2}{2gx}$ (2 分)

(3) 如果光电门 1、2 距离太大, 以至于滑块不能在长木板上滑到光电门 2, 无法进行实验 (或光电门 1、2 距离太大, 使得滑块到达光电门 2 时速度较小, 导致 v_2 测量误差偏大) (合理即可, 2 分)

【解析】 (2) 还需要测量两光电门间的距离, 由运动学公式 $\left(\frac{d}{t_1}\right)^2 - \left(\frac{d}{t_2}\right)^2 = 2\mu gx$, 得到 $\frac{1}{t_1^2} = \frac{1}{t_2^2} +$

$\frac{2\mu gx}{d^2}$, 由题意知, $\frac{2\mu gx}{d^2} = a$, 解得 $\mu = \frac{ad^2}{2gx}$ 。

(3) 如果光电门 1、2 距离太大, 以至于滑块不能在长木板上滑到光电门 2, 无法进行实验。

23. (10分)

【答案】 (1) 3.799 ~ 3.801 (2分) $\frac{U}{I_2 - I_1}$ (3分)

(2) 1.8×10^{-8} (3分) (3) A (2分)

【解析】 (1) 螺旋测微器读数 = 固定刻度示数 (3.5 mm) + 可动刻度示数 ($30.0 \times$ 最小分度值 0.01 mm), 计算得读数为 3.800 mm。

由于断开开关 S' , 根据欧姆定律可得定值电阻的阻值 $R_0 = \frac{U}{I_1}$ 。闭合开关 S' , 电阻丝与定值电阻并联, 并联后的总电阻小于定值电阻的阻值 R_0 , 电流表示数增大, 电压表示数变小。向左调节滑动变阻器滑片使电压表的示数仍为 U , 设电阻丝与定值电阻并联后的总电阻为 R' , 则 $R' = \frac{R_0 R_x}{R_0 + R_x}$, 根据欧姆定律得 $R' = \frac{U}{I_2}$, 联立解得 $R_x = \frac{U}{I_2 - I_1}$ 。

(2) 根据 $R = \rho \frac{L}{S}$, $R-L$ 图像的斜率 $k = \frac{\rho}{S}$, 所以 k 的单位是 $\frac{\Omega}{m}$, 电阻率 $\rho = kS = 1.6 \times 10^{-3} \times 3.14 \times (\frac{3.8}{2})^2 \times 10^{-6} \Omega \cdot m = 1.8 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ 。

(3) 考虑电压表内阻时, 有 $\frac{I_1}{U} = \frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_V}$, $\frac{I_2}{U} = \frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_x} + \frac{1}{R_V}$, 联立, 可消去电压表内电阻 R_V , 解得 $R_x = \frac{U}{I_2 - I_1}$, 因此, 克服了电压表内电阻对实验结果带来的系统误差。

24. (12分)

【解析】 (1) 设活塞的质量为 m , 开始时缸内的压强 $p_1 = p_0 + \frac{mg}{S}$ 1分

当气缸倒立时, 缸内的气体的压强 $p_2 = p_0 - \frac{mg}{S}$ 1分

气体发生等温变化, 则 $p_1 \cdot \frac{2}{3}hS = p_2 \cdot \frac{5}{6}hS$ 1分

解得 $m = \frac{p_0 S}{9g}$ 1分

(2) 设当活塞刚好到达挡板时, 环境温度为 T , 则

$\frac{\frac{2}{3}hS}{T_0} = \frac{hS}{T}$ 1分

解得 $T = \frac{3}{2}T_0$ 1分

因此当温度升高到 $2T_0$ 时, 设缸内气体压强为 p , 根据理想气体状态方程

$\frac{p_1 \cdot \frac{2}{3}hS}{T_0} = \frac{phS}{2T_0}$ 1分

解得 $p = \frac{4}{3}p_1 = \frac{40}{27}p_0$ 2分

此过程中, 气体对外做功 $W = -p_1 S \cdot \frac{1}{3}h = -\frac{10}{27}p_0 Sh$ 1分

根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ 1分

则气体吸收的热量 $Q = \Delta U + \frac{10}{27}p_0 Sh$ 1分

25. (12分)

【解析】 (1)由题可知粒子射出的速度大小为 $v_0 = \frac{L}{T}$, 粒子穿过两板所用时间 $t = \frac{L}{v_0} = T$ 1分

设两板间的距离为 d , 从 $t=0$ 时刻进入两板间的粒子在电场中运动的加速度大小

$$a = \frac{qU_0}{md} \dots\dots\dots 1分$$

根据题意有 $\frac{1}{2}d = 2 \times \frac{1}{2}a \left(\frac{T}{2}\right)^2 \dots\dots\dots 1分$

$$\text{解得 } d = \sqrt{\frac{qU_0 T^2}{2m}} \dots\dots\dots 1分$$

(2)从 $t=0$ 时刻进入电场的粒子从 N 板右端进入磁场时, 速度垂直于磁场边界, 速度大小为 v_0 ,

此粒子刚好不能进入电场, 则粒子在磁场中做圆周运动的半径 $r = \frac{d}{2} \dots\dots\dots 1分$

根据牛顿第二定律 $qv_0 B = m \frac{v_0^2}{r} \dots\dots\dots 1分$

$$\text{解得 } B = \frac{2mL}{qT^2} \sqrt{\frac{2m}{qU_0}} \dots\dots\dots 2分$$

(3)一个周期内, 从 $t = \frac{T}{2}$ 时刻进入电场的粒子恰好从 M 板右端射出电场,

因此所有粒子射进磁场的区域长度为 d , 所有粒子进入磁场的速度大小均为 v_0 , 方向均垂直于磁场边界, 1分

则磁场中有粒子经过的区域面积为 $S = 2r \cdot r + \frac{1}{2}\pi r^2 = \frac{(4 + \pi)qU_0 T^2}{16m} \dots\dots\dots 3分$

26. (22分)

【解析】 (1)设物块 B 从圆弧面上滑下与 C 碰撞前一瞬间的速度大小为 v_0 ,

根据机械能守恒有 $m_B g R = \frac{1}{2} m_B v_0^2 \dots\dots\dots 1分$

解得 $v_0 = 6 \text{ m/s} \dots\dots\dots 1分$

在圆弧轨道的最低点 $F - m_B g = m_B \frac{v_0^2}{R} \dots\dots\dots 1分$

解得 $F = 3m_B g = 30 \text{ N} \dots\dots\dots 1分$

根据牛顿第三定律可知, 物块 B 对圆弧轨道最低点的压力大小为 30 N , 方向竖直向下 1分

(2)物块 B 与 C 碰撞后一瞬间的速度大小为 v_1 , 根据动量守恒定律有

$$m_B v_0 = (m_B + m_C) v_1$$

解得 $v_1 = 1.2 \text{ m/s} \dots\dots\dots 1分$

设两物块和轨道最终的速度大小为 v_2 , 根据动量守恒有

$$m_B v_0 = (m_B + m_C + m_A) v_2$$

解得 $v_2 = 0.6 \text{ m/s} \dots\dots\dots 1分$

设物块在轨道水平部分滑行的距离为 L , 根据能量守恒有

$$\mu(m_B + m_C)gL = \frac{1}{2}(m_B + m_C)v_1^2 - \frac{1}{2}(m_A + m_B + m_C)v_2^2 \dots\dots\dots 1分$$

解得 $L = 0.18 \text{ m} \dots\dots\dots 1分$

(3)若轨道始终保持锁定, 物块 B 与 C 的每次碰撞均为弹性碰撞,

设 B 与 C 第一次碰撞后, B 、 C 的速度大小分别为 v'_1 、 v'_2 , 根据动量守恒定律有

$$m_B v_0 = -m_B v'_1 + m_C v'_2$$

$$\frac{1}{2} m_B v_0^2 = \frac{1}{2} m_B v'^2_1 + \frac{1}{2} m_C v'^2_2 \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

解得 $v'_1 = \frac{3}{5} v_0 = 3.6 \text{ m/s}, v'_2 = \frac{2}{5} v_0 = 2.4 \text{ m/s} \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$

第二次碰撞前,物块 C 在轨道上滑行的距离为 x_1 ,根据动能定理 $\mu m_C g x_1 = \frac{1}{2} m_C v'^2_2 \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$

解得 $x_1 = 1.44 \text{ m} \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$

设物块 B 与 C 第二次碰撞前的速度大小为 v_3 ,根据动能定理

有 $\mu m_B g x_1 = \frac{1}{2} m_B v'^2_1 - \frac{1}{2} m_B v^2_3 \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$

解得 $v_3 = \frac{6}{5} \sqrt{5} \text{ m/s} \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$

第二次碰撞后,物块 B 的速度大小为 $v_4 = \frac{3}{5} v_3 = \frac{18\sqrt{5}}{25} \text{ m/s}$

物块 C 的速度大小为 $v_5 = \frac{2}{5} v_3 = \frac{12\sqrt{5}}{25} \text{ m/s} \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$

设第二次碰后,物块 B 向左滑行的距离为 x_2 ,根据动能定理 $\mu m_B g x_2 = \frac{1}{2} m_B v^2_4 \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$

解得 $x_2 = 0.648 \text{ m} \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$

因此 B 停下时的位置离圆弧轨道最低点的距离 $s_1 = x_1 - x_2 = 0.792 \text{ m} \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$

设第二次碰后,物块 C 向左滑行的距离为 x_3 ,根据动能定理 $\mu m_C g x_3 = \frac{1}{2} m_C v^2_5 \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$

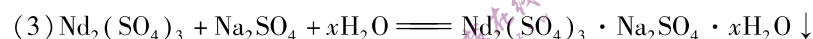
解得 $x_3 = 0.288 \text{ m} \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$

物块 C 停下时的位置离圆弧轨道最低点的距离 $s_1 = x_1 + x_3 = 1.728 \text{ m} \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$

27. (除标注外,每空 2 分,共 14 分)

【答案】 (1)增大接触面积,加快反应速率,提高浸取率(1分) 坩埚(1分)

(2)34.72(1分)

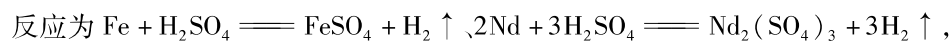


(4)无(1分) 3×10^{-4}

(5) sp^2 正四面体

(6)90%

【解析】 钕铁硼废料中主要含 Nd、Fe、B,由信息①可知,加入稀硫酸,硼不与酸反应,Fe 与酸反应生成气体为氢气,Nd 能与酸发生置换反应,

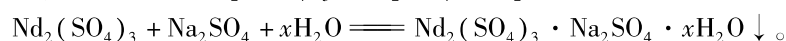


过滤后所得滤液中加入硫酸钠得到复盐沉淀“ $\text{Nd}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ”,加草酸转化为草酸钕沉淀,同时得到硫酸和硫酸钠溶液,经过滤、洗涤、干燥,灼烧草酸钕得到 Nd_2O_3 。

(1)将废料球磨过筛可增大“酸溶”时的接触面积,加快反应速率,提高钕的浸出率;灼烧操作需在坩埚中进行;

(2)依题意,酸溶时只有铁、钕反应,将 28.8 g 即 0.2 mol 钕代入方程式可得氢气 6.72 L,将 70 g 铁代入方程式,可得氢气 28 L,故产生氢气为 34.72 L;

(3)根据沉淀是 $\text{Nd}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$,可写出生成沉淀的化学方程式为



(4)若调节溶液 pH 为 4, $Q_c[\text{Fe}(\text{OH})_2] = c(\text{Fe}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times (10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})^2 =$

$2 \times 10^{-21} < K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_2]$, 无氢氧化亚铁沉淀生成;

$c(\text{Nd}^{3+}) < 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则根据 $K_{sp}[\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3] = 2.7 \times 10^{-21}$,

可得溶液中 $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \geq \sqrt[3]{\frac{2.7 \times 10^{-21}}{(10^{-5})^2}} = 3 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;

(5) 草酸分子中存在碳氧双键, 碳为 sp^2 杂化; 硫酸根离子中硫的价层电子对数为 4, 没有孤电子对, 为正四面体结构;

(6) 若取用 10 t 钕铁硼废料进行实验, 理论上可得钕 $10 \times 10^3 \times 28.8\% / 144 = 0.02 \times 10^3 \text{ mol}$,

最终得到 3.024 t Nd_2O_3 , 含钕 $3.024 \times 10^3 \times \frac{2}{336} = 0.018 \times 10^3 \text{ mol}$, 则 Nd 的回收率为 90%。

28. (除标注外, 每空 2 分, 共 14 分)

【答案】 (1) $4s^2 4p^4$ (1 分) 亚硒酸 (1 分)

(2) 分液漏斗 (1 分) 浓度太小, 反应慢且生成的二氧化硫易溶于水; 浓度太大, 溶液中氢离子浓度小, 反应慢 (写对一半给 1 分)

(3) ①便于控制温度, 受热均匀 (1 分) 氢氧化钠 (合理都行) (1 分)

② $\text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Se} \downarrow + 4\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-}$

③取最后一次洗出液, 向其中先加足量的稀盐酸, 再加氯化钡溶液, 没有沉淀 (此处因溶液呈酸性, 可以不加稀盐酸)

(4) ①溶液突然变为浅红色, 且半分钟内不褪色 (1 分)

② $\frac{0.1 \times V \times 10^{-3} \times \frac{5}{2} \times 79}{a} \times 100\%$ (答 $\frac{1.975V}{a}$ 也给分)

【解析】 (1) 硒和硫同族, 故价电子可类比硫, 为 $4s^2 4p^4$; 根据化合物中化合价的代数和为 0, 可知硒的化合价为 $3 \times 2 - 1 \times 2 = 4$, 故为亚硒酸;

(2) 观察图像, 可知仪器为分液漏斗; 浓硫酸中硫主要以硫酸分子形成存在, 氢离子浓度小, 反应速率小;

(3) ①水的比热容大, 水浴加热可以控制温度, 同时受热比较均匀; 吸收二氧化硫的溶液较多, 如氢氧化钠、碳酸钠等; ②依题意, 用二氧化硫还原亚硒酸生成硒, 同时硫的化合价升高, 应该得到硫酸, 故离子方程式为 $\text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Se} \downarrow + 4\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-}$; 得到的 Se 表面吸附硫酸根离子, 可通过检验硫酸根来判断是否洗涤干净;

(4) 高锰酸钾溶液呈红色, 故滴定终点现象为加至最后一滴, 溶液突然变为浅红色, 且半分钟内不褪色; 根据反应的关系式 $2\text{MnO}_4^- - 5\text{H}_2\text{SeO}_3 - 5\text{Se}$, 可得 Se 的物质的量为 $0.1 \times V \times 10^{-3} \times \frac{5}{2} \text{ mol}$, 由此

可得纯度为 $\frac{0.1 \times V \times 10^{-3} \times \frac{5}{2} \times 79}{a} \times 100\%$ 。

29. (除标注外, 每空 2 分, 共 15 分)

【答案】 (1) $-2550.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (单位不写不得分)

(2) 加压、降温、及时分离出生成物等 (1 分) $\frac{7.5}{p_0}$ 或 $\frac{15}{2p_0}$

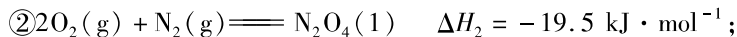
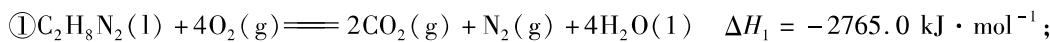
(3) 负 (1 分) $\text{NO} - 3\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+$

(4) 60 左右都行 (1 分) ClO_2^- 的氧化性随 pH 增大而减小 (合理都行) (1 分)

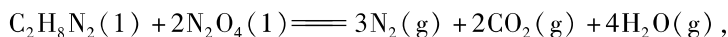
(5) ① $2\text{C}_2\text{H}_4 + 6\text{Cu}^+(\text{NO}_2) \rightleftharpoons 3\text{N}_2 + 4\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 6\text{Cu}^+$

$$\textcircled{2} \text{CuI} \quad (1 \text{ 分}) \quad \frac{\sqrt{3}}{4} \times \sqrt[3]{\frac{4(64+127)}{N_A \times \rho}}$$

【解析】(1)依题意,由



结合盖斯定律可知,① - 2 × ② - 4 × ③得反应:



$$\text{则 } \Delta H = \Delta H_1 - 2\Delta H_2 - 3\Delta H_3 = -2550.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1};$$

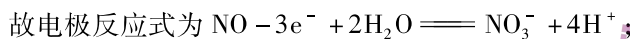
(2)根据反应特点,要想提高反应物的转化率,可采用加压、降温以及分离出生成物等措施;根据三段式:

	$2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$			
起始(mol)	2	2	1	0
转化(mol)	2x	2x	1	0
平衡(mol)	2-2x	2-2x	1+x	2x

则反应后总的物质的量为(5-x)mol,初始压强为 p_0 kPa,达平衡时压强为 $0.9 p_0$ kPa,则 $\frac{5-x}{5} = \frac{0.9 p_0 \text{ kPa}}{p_0 \text{ kPa}}$, $x = 0.5 \text{ mol}$,平衡时CO、NO、 N_2 、 CO_2 物质的量分别为1 mol、1 mol、1.5 mol、1 mol,总的物质

$$\text{量为 } 4.5 \text{ mol, 则 } K = \frac{\left(0.9 p_0 \text{ kPa} \times \frac{1}{4.5}\right)^2 \left(0.9 p_0 \text{ kPa} \times \frac{1.5}{4.5}\right)}{\left(0.9 p_0 \text{ kPa} \times \frac{1}{4.5}\right)^2 \left(0.9 p_0 \text{ kPa} \times \frac{1}{4.5}\right)^2} = \frac{7.5}{p_0};$$

(3)依题意,NO在原电池的负极发生氧化反应生成硝酸根,



(4)观察图像,可知温度约为 60°C ,氮的氧化物脱除率最好;亚氯酸钠溶液中体现氧化性的是亚氯酸,溶液酸性越强,亚氯酸浓度越大,氧化性越强;

(5)从题图可以知道,乙烯被 $\text{Cu}^+(\text{NO}_2)$ 氧化成二氧化碳(其中C化合价由-2→+4),

$\text{Cu}^+(\text{NO}_2)$ 自身被还原成 N_2 (其中N化合价由+4→0),



根据均摊法可知,晶胞中白球和黑球的数目均为4,故化学式为CuI;

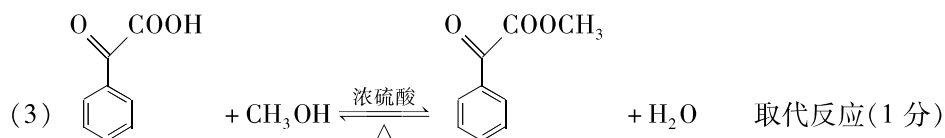
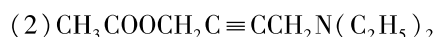
$$\text{晶胞的质量为 } \frac{4(64+127)}{N_A}, \text{ 设晶胞参数为 } a \text{ cm, 则晶胞的密度为 } \rho = \frac{4(64+127)}{a^3 \times N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3},$$

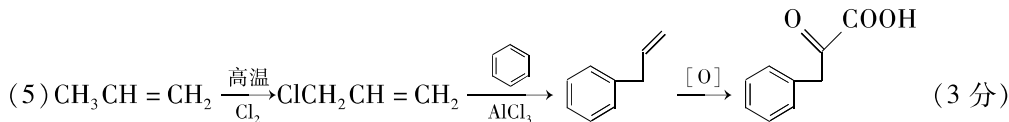
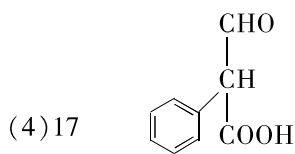
又Cu原子与I原子之间的最短距离为体对角线的 $\frac{1}{4}$,体对角线为 $\sqrt{3}a \text{ cm}$,

$$\text{即可计算出Cu原子与I原子之间的最短距离为 } \frac{\sqrt{3}}{4} \times \sqrt[3]{\frac{4(64+127)}{N_A \times \rho}}。$$

30. (除标注外,每空2分,共15分)

【答案】(1)氯乙烯(1分) (酮)羰基、羧基





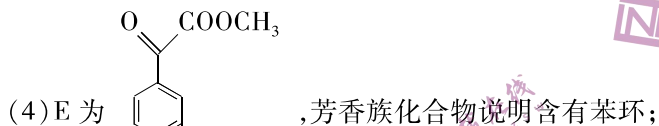
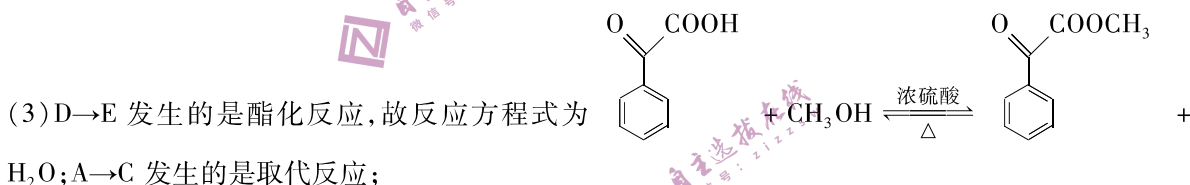
【解析】由 A、B、C 的结构简式可知, A 为苯, B 为氯乙烯, 二者在催化剂作用下发生取代反应生成



F 与 $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}_2\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ 发生取代反应生成 G。

(1) 由分析可知, B 为氯乙烯; 观察 D 的结构, 可知官能团为羰基和羧基;

(2) 观察 G 的结构, 可知分子式为 $\text{C}_{22}\text{H}_{31}\text{NO}_3$; 由 F 和有机物 X 发生取代反应生成 G 和乙酸乙酯, 可知 X 为 $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}_2\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$;



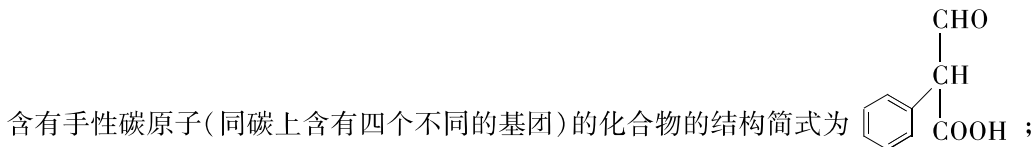
①能发生银镜反应, 说明含有醛基;

②能与碳酸氢钠溶液反应, 说明含有羧基;

若苯环外只有一个侧链, 则为 $-\text{CH}(\text{COOH})\text{CHO}$;

若为两个侧链, 则苯环上有三种位置, 侧链可能是 $-\text{CHO}$ 和 $-\text{CH}_2\text{COOH}$ 、 $-\text{CH}_2\text{CHO}$ 和 $-\text{COOH}$, 共 6 种;

若为三个侧链, 则为 $-\text{CHO}$ 、 $-\text{CH}_3$ 和 $-\text{COOH}$, 共 10 种, 共计 17 种;



(5) 依题意, 可将丙烯和氯气在高温下取代, 然后与苯发生流程中的取代反应, 最后氧化可得目标产物。

31. (10分)

【答案】(1) 叶片衰老, 与叶绿素合成相关酶的活性降低, 叶绿素含量减少呈现类胡萝卜素的黄色 (2分)

(2) 及时去除玉米植株下部发黄叶片 (2分)

(2) 葡萄糖和丙酮酸的氧化分解 (2分)

(3)不同株高的两种作物在垂直方向上具有分层现象,显著提高了利用光能的能力;
两种植物根系在土壤中的深度不同,可充分利用土壤中的矿质元素;
大豆的根瘤菌具有固氮作用,可以提高土壤中氮素的含量;
植物种类增加使农田生态系统的抵抗力稳定性增加,有利于防止病虫害的爆发

(每点2分,任答其中2点,共4分)

【解析】 (1)A叶片是幼苗出土后第一片真叶,因此生长时间最长,明显发黄说明叶片已经严重衰老,与叶绿素合成相关酶的活性降低,叶绿素含量减少呈现类胡萝卜素的颜色。叶绿素含量低的老叶合成有机物的能力很低,但这些叶片昼夜消耗有机物,因此,去除老叶减少有机物的消耗可实现增产。

(2)NADH产生于有氧呼吸第一、二阶段,因此,其中蕴含的能量来自于葡萄糖和丙酮酸的氧化分解。

(3)见答案,略。

32. (11分)

【答案】 (1)脊髓(1分) 有利于充分接受信息(合理即可,2分)

(2)以主动运输的方式由膜内向膜外运输(2分)

(3)增强(2分) 肾上腺素(2分) 使机体具有更强的预见性、灵活性和适应性,大大提高了应对复杂环境变化的能力(合理即可,2分)

【解析】 (1)被咬到后缩腿属于非条件反射,控制该反射活动的神经中枢位于脊髓。传出神经元含有多个树突,有利于接受来自于其他多个神经元的信息,以便做出精准反应。

(2)神经纤维上 Na^+ 内流导致其兴奋,恢复静息状态时须将流入的 Na^+ 以主动运输方式运至胞外。

(3)被蛇咬过的人猛然发现草丛中像蛇一样的粗绳会吓一跳,心跳加快,推测其交感神经的兴奋性增强;另外,人在恐惧情况下,肾上腺素的分泌量也会增加,从而使警觉性增高,这会使机体具有更强的预见性、灵活性和适应性,大大提高了应对复杂环境变化的能力。

33. (9分)

【答案】 (1)抽样检测(答“血细胞计数板计数法”亦可,1分) 否(1分) 第3天前两种草履虫种群增长近似J型增长,说明空间资源充足(或接近理想条件),在空间资源严重受限的情况下才存在明显竞争关系(合理即可,2分)

(2)将正在单独培养大草履虫的培养液均分为甲、乙两组,向甲组中加入适量的培养过双小核草履虫的培养液,向乙组中加入等量的未培养过双小核草履虫的培养液。观察比较甲、乙两组大草履虫的数量变化(合理即可,3分)

(3)池塘中两种草履虫的食物丰富、两种草履虫取食池塘中不同种类的食物、两种草履虫生态位不同、两种草履虫生态位不同、池塘中存在以双小核草履虫为食的捕食者等(答出其中2点即可,2分)

34. (除标注外每空2分,11分)

【答案】 (1)不能(1分) 若棒眼为显性,无论相关基因位于常染色体还是X染色体,均可得到上述结果;若棒眼为隐性且相关基因位于常染色体,也可得到上述结果(合理即可)

(2)组合三亲本中棒眼雌蝇有 $\text{X}^{\text{B}}\text{X}^{\text{B}}$ 和 $\text{X}^{\text{B}}\text{X}^{\text{b}}$ 两种基因型 11:1

(3)B所在的X(染色体) 若致死基因位于常染色体或b所在的X染色体,则子代会出现棒眼雌雄果蝇(合理即可)

【解析】 (1)当棒眼为显性时,无论相关基因位于常染色体还是X染色体,即亲本基因型为 $\text{Bb}(\text{♀}) \times \text{bb}(\text{♂})$ 或 $\text{X}^{\text{B}}\text{X}^{\text{b}} \times \text{X}^{\text{b}}\text{Y}$, F_1 都会出现题中结果;当棒眼为隐性且相关基因位于常染色体时,亲本基因型为 $\text{bb}(\text{♀}) \times \text{Bb}(\text{♂})$, F_1 也会出现题中结果。即除了棒眼为伴X染色体隐性遗传外,其他情况都能得到题中结果。

(2)组合三中多只棒眼(♀)与多只正常眼(♂)杂交,由于父本($\text{X}^{\text{b}}\text{Y}$)产生的配子类型及比例为 X^{b} :

$Y = 1:1$, 根据 F_1 雌雄个体均为棒眼: 正常眼 = 5:1 可推知, 母本产生的配子类型及比例为 $X^B:X^b = 5:1$ 。在不考虑变异的情况下, 推测母本棒眼(♀)的基因型有 $X^B X^B$ 和 $X^B X^b$ 两种, 比例为 2:1。

由于组合一的 F_1 雄性中 $X^B Y:X^b Y = 1:1$, 产生的配子类型及比例为 $X^B:X^b:Y = 1:1:2$, 组合三的亲本雌性产生的配子类型及比例为 $X^B:X^b = 5:1$, 所以两者随机交配的子代雌性个体中, 棒眼($X^B X^B$ 、 $X^B X^b$)个体所占比例为 $1/2 \times 5/6 + 1/2 \times 1/6 + 1/2 \times 5/6 = 11/12$, 正常眼($X^b X^b$)所占比例为 $1/2 \times 1/6 = 1/12$, 即棒眼与正常眼个体的比例是 11:1。

(3) 若致死基因位于常染色体, 则子代还会出现棒眼雌雄果蝇; 若致死基因位于 b 所在的 X 染色体, 则子代只有棒眼雌雄果蝇。当致死基因位于 B 所在的 X 染色体时, 该棒眼雌果蝇产生的 X^B 配子致死, X^b 配子正常, 与正常眼雄果蝇杂交的后代符合实验结果。

35. (13 分)

【答案】 (1) 能够进行大量增殖(2 分) 温度、pH、渗透压和气体环境(答出其中 3 点即可, 2 分)

(2) S 蛋白基因不能在 CHO 细胞中稳定存在(或 S 蛋白基因被 CHO 细胞中的酶水解)、S 蛋白基因没有复制原点而不能遗传给子代细胞、CHO 细胞中缺乏相应的启动子而导致 S 蛋白基因不能转录(答出 2 点即可, 4 分)

(3) 从转基因 CHO 细胞中提取出蛋白质(1 分), 用抗 S 蛋白抗体进行抗原 - 抗体杂交(1 分), 根据是否出现杂交带说明是否合成了 S 蛋白(1 分)

(4) 新型冠状病毒疫苗刺激机体产生了相应的记忆细胞和抗体(1 分), 当新冠病毒侵入机体时, 机会迅速作出免疫应答而将其消灭(或记忆细胞迅速增殖分化产生大量浆细胞, 进而产生大量抗体以阻止病毒对细胞的侵染, 1 分)

【解析】 (1) 仓鼠口腔上皮细胞为高度分化的细胞, 不能大量繁殖。而大规模生产疫苗时需要将导入重组质粒的细胞进行大量克隆, 因此具有较强增殖能力的细胞才符合要求。结合题干信息“是一种实验室常见的贴壁细胞系”可推断, CHO 细胞最显著的特点是能够进行大量增殖。培养 CHO 细胞时, 除提供适宜的营养物质和无菌、无毒的环境外, 还必须保证温度、pH、渗透压和气体环境等均适宜。

(2) 构建基因表达载体可以使目的基因在受体细胞中稳定存在并遗传给下一代, 同时使目的基因能够表达和发挥作用。如果将 S 蛋白基因直接导入受体细胞, S 蛋白基因可能会由于被 CHO 细胞中酶水解等原因而不能稳定存在; 此外, S 蛋白基因可能因没有复制原点而不能遗传给子代细胞, CHO 细胞中可能缺乏相应的启动子而导致 S 蛋白基因不能转录。

(3) 欲从分子水平检测培养的转基因 CHO 细胞中是否合成了 S 蛋白, 可采用抗原 - 抗体杂交的方法, 具体思路见答案。

(4) 注射新型冠状病毒疫苗后, 疫苗刺激机体产生了相应的记忆细胞和抗体, 当新冠病毒侵入机体时, 机会迅速作出免疫应答。