

高三化学参考答案

7. 【答案】A 【解析】铁粉可吸收空气中的氧气，能作为食品的抗氧化剂，故 A 正确；84 消毒液的有效成分为 NaClO，具有强氧化性，乙醇具有还原性，两者混合后发生氧化还原反应产生有毒的 Cl₂，不仅降低消毒效果，还可能引发中毒，B 选项错误；碳化硅是一种无机非金属材料，C 错误；电热水器内胆连接一个镁棒，就形成了原电池，因为镁棒比较活泼，所以是原电池的负极，从而对正极的热水器内胆起到了保护作用，这种方法是牺牲阳极的阴极保护法，D 错误。
8. 【答案】A 【解析】有机物 X 是酯类与苯甲酸结构不同，不是同系物，A 错误；有机物 Y 分子中官能团为羟基和酮羰基，B 正确；有机物 Y 分子中有甲基，则不可能所有原子共平面，C 正确；普罗帕酮有苯环结构、酮羰基，能发生加成反应；羟基和苯环上能发生取代反应，羟基能发生氧化反应，D 正确。
9. 【答案】C 【解析】C₂H₅ONa 溶液中电离出的 C₂H₅O⁻ 水解生成 C₂H₅OH 与 OH⁻ 使溶液呈强碱性，则 C₂H₅O⁻ + H₂O ⇌ C₂H₅OH + OH⁻，所以 C₂H₅O⁻ 结合 H⁺ 的能力强，故 A 正确；向蛋白质溶液中加入浓硫酸钠溶液，硫酸钠溶液降低蛋白质在水中溶解度使之析出，这是蛋白质的盐析，故 B 正确；硫酸提供氢离子与溶液中的硝酸根离子、亚铁离子反应生成铁离子，则不能说明过氧化氢参与反应，C 错误；瓶中产生大量白烟和黑色颗粒，说明 CO₂ 反应生成了 C，因此 CO₂ 作氧化剂，具有氧化性，D 正确。
10. 【答案】D 【解析】放电时，a 极为负极，b 极正极，OH⁻ 无法穿过阳离子交换膜向 a 极移动，A 错误；题中 O₂ 的状态未知，不能根据氧气的体积计算氧气的物质的量，不能计算电路转移的电子数，B 错误；充电时，b 极为阳极发生氧化反应，C 错误。
11. 【答案】C 【解析】根据反应机理，可知总反应为 4NH₃+4NO+O₂=4N₂+6H₂O，A 错误；

V 的化合价有变化，B 错误；NH₃ 为起始物，故 $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ -\text{O}-\text{V}-\text{O}-\text{V}-\text{O}- \\ || \quad | \\ \text{O} \quad \text{H} \end{array}$ 是第一个和反应物进行反应的物质，经循环后又生成此物质，故为催化剂，C 正确；由总反应可知，O₂ 参与反应，故必有非极性键的断裂，D 错误。

12. 【答案】B 【解析】Bi 位于第六周期 V_A 族其价电子排布式为 6s²6p³，有 3 个未成对电子，A 错误；新型超导体的组成元素位于 IIIA-VIIA 之间，全部位于元素周期表 p 区，B 正确；该新型超导体由 [Bi₂O₂]²⁺ 和 [BiS₂Cl]²⁻ 交替堆叠构成，为离子化合物，在原子团内含共价键，属于含共价键的离子化合物，是离子晶体，C 错误；该物质可溶于水的主要原因是离子化合物在水中电离，D 错误。

13. 【答案】D 【解析】根据 a 点 pH=3 可知 HA 是弱酸，在加入 NaOH 很多时，结合 e 点时溶液 pH=13， $c(\text{NaOH})=0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。强碱滴定弱酸应选择酚酞作为指示剂，A 正确；b 点是等浓度的 HA、NaA 的混合物，溶液呈酸性，相同条件下， A^- 的水解程度小于 HA 的电离程度，B 正确；d 点对应溶液成分为 NaA， $c(\text{NaA})=\frac{0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}}{2}$ ，根据物料守恒 $c(\text{Na}^+)+c(\text{HA})+c(\text{A}^-)=2c(\text{NaA})=0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，C 正确；a 点是 0.1mol/L 的 HA，水的电离被抑制，随着 NaOH 的加入，水的电离被抑制程度减小，到 d 点水的电离程度最大，继续加入 NaOH，水的电离又被抑制，D 错误。

27. (14 分) 【答案】

(1) 酸式滴定管 (1 分) 稀释二氧化氯防止爆炸；将产生的气体导出至吸收装置被充分吸收。(2 分)

(2) 使 ClO_2 冷凝为液体，收集 ClO_2 (2 分)

(3) $2\text{OH}^-+\text{Cl}_2=\text{Cl}^-+\text{ClO}^-+\text{H}_2\text{O}$ (2 分)

(4) $\text{Ba}^{2+}+\text{SO}_4^{2-}=\text{BaSO}_4\downarrow$ (2 分)

(5) 溶液由蓝色变为无色，且半分钟不恢复原来颜色 (2 分) 135ab (3 分)

解析：(1) 烧瓶 1 中 NaClO_3 和 HCl 反应生成 ClO_2 、 Cl_2 、 NaCl ，根据得失电子守恒，反应的化学方程式为 $2\text{NaClO}_3+4\text{HCl}\rightleftharpoons 2\text{ClO}_2\uparrow+\text{Cl}_2\uparrow+2\text{NaCl}+2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) ClO_2 浓度过大时易发生分解爆炸，通入高纯 N_2 的作用是稀释二氧化氯防止爆炸，并将产生的气体导出至吸收装置被充分吸收。

(3) ClO_2 常温下是一种黄绿色气体， 11°C 时液化成红棕色液体，所以冰水浴的作用是使 ClO_2 冷凝为液体，收集 ClO_2 。

(4) 将 ClO_2 通入到 KI 溶液中， I^- 被氧化为 I_2 ，再向其中加入适量 CCl_4 ，振荡、静置，观察到下层液体呈紫红色，证明 ClO_2 具有氧化性。

(5) ClO_2 与 Na_2S 反应未看到明显现象，原因是硫离子直接被氧化为硫酸根离子，证明假设只需要加入氯化钡溶液看产生白色沉淀，反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+}+\text{SO}_4^{2-}=\text{BaSO}_4\downarrow$ 。

(6) 依据反应可得关系式： $2\text{ClO}_2\sim 5\text{I}_2\sim 10\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ，进行计算。

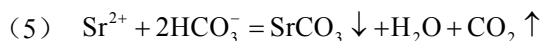
28. (14 分) 【答案】 (每空 2 分)

(1) $\text{SrSO}_4+\text{Na}_2\text{CO}_3\rightleftharpoons\text{SrCO}_3+\text{Na}_2\text{SO}_4$

(2) 0.025

(3) 1: 3

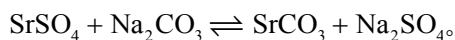
(4) 溶液 pH 过大会使 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 溶解，导致铬的去除率降低



温度大于 60°C ，溶液中的 NH_4HCO_3 受热分解，铈转化率下降



解析：(1) 根据分析可知，转化过程中发生的主要化学方程式为



(2) 根据 BaSO_4 的 K_{sp} 可知，当 $c(\text{Ba}^{2+})=10^{-5}\text{mol/L}$ ，

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4)}{c(\text{Ba}^{2+})} = \frac{1.1 \times 10^{-10}}{10^{-5}} = 1.1 \times 10^{-5}\text{mol/L}$$
，再根据 SrSO_4 的 K_{sp} ，

$$c(\text{Sr}^{2+}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{SrSO}_4)}{c(\text{SO}_4^{2-})} = \frac{2.8 \times 10^{-7}}{1.1 \times 10^{-5}} = 0.025$$

(3) “还原”时，根据电子得失守恒，氧化剂 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 和还原剂 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的物质的量之比为 1:3

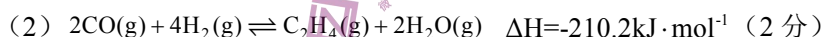
(4) $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 是两性氢氧化物，pH 过大 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 会溶解

(5) 加入 NH_4HCO_3 溶液沉铈的离子方程式为 $\text{Sr}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{SrCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。当温度高于 60°C 时， NH_4HCO_3 受热分解，导致铈转化率急剧下降。

(6) 由于“酸化”阶段加入的硝酸根离子在流程中没有被除去，加之“系列操作”前加入了铵根离子，故“系列操作”烘干过程中除蒸发水外，还能够除去 SrCO_3 中的微量可溶性杂质，该杂质除 NH_4HCO_3 外还可能为 NH_4NO_3 。

29. (15 分) 【答案】

(1) O (2 分) 接受 (2 分)



(3) 3:1 (2 分) $\frac{168}{a^3 N_A}$ (3 分)

(4) < (2 分) 4 (2 分)

解析：(1) CO_2 的电子式为 $\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}$ ，O 原子有孤电子对，过渡金属的原子一般具有空轨道，根据配位键形成规则可知，过渡金属接受 CO_2 分子中 O 原子的孤电子对。 $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ 的过程中 C 原子发生得电子的还原反应，即 CO_2 接受电子转化为 CH_3OH 。

(2) 写出表示燃烧热的热化学方程式，结合盖斯定律可得出答案。

(3) 在磷化硼晶体中，每个 B 原子形成 3 条共价键和 1 条配位键。从图中可以看出，磷化硼晶体中，“普通共价键”有 12 条，配位键有 4 条，则“普通共价键”与配位键的数目之比为

12:4=3:1。在晶胞中，含 B 原子数目为 4，含 P 原子数目为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ，已知阿伏加德罗

常数的值为 N_A ，晶胞参数为 a pm，则磷化硼晶体的密度为 $\frac{4 \times 42 \text{ g/mol}}{N_A \text{ mol}^{-1} \times (a \text{ pm})^3} = \frac{168}{a^3 N_A} \text{ g} \cdot \text{pm}^{-3}$ 。

(4) 由图像可知，在相同温度下，压强由 $p_2 \rightarrow p_1$ 时， CH_4 的平衡转化率增大，说明平衡正向移动，这是一个气体分子数增大的反应，则减小压强，平衡正向移动，所以 $p_1 < p_2$ ；设容器的体积为 1 L，由图可知，平衡时 $n(\text{CH}_4) = n(\text{CO}_2) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} \times (1 - 50\%) = 0.05 \text{ mol}$ ， $n(\text{H}_2) = n(\text{CO}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} \times 50\% \times 2 = 0.1 \text{ mol}$ ，所以

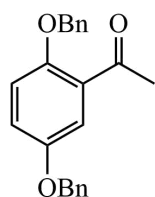
$$p(\text{CH}_4) = p(\text{CO}_2) = p_2 \times \frac{0.05 \text{ mol}}{0.05 \text{ mol} \times 2 + 0.1 \text{ mol} \times 2} = 0.5 \text{ MPa}$$

$$p(\text{H}_2) = p(\text{CO}) = p_2 \times \frac{0.1 \text{ mol}}{0.05 \text{ mol} \times 2 + 0.1 \text{ mol} \times 2} = 1.0 \text{ MPa}$$

所以
$$K_p = \frac{p^2(\text{CO}) \cdot p^2(\text{H}_2)}{p(\text{CO}_2) \cdot p(\text{CH}_4)} = \frac{1.0 \text{ MPa}^2 \times 1.0 \text{ MPa}^2}{0.5 \text{ MPa} \times 0.5 \text{ MPa}} = 4 \text{ MPa}^2$$

30. (15分) 【答案】

(1) 对苯二酚 (或 1, 4-苯二酚) (2分)

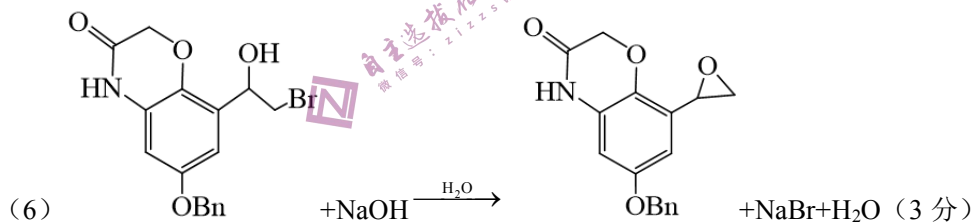


(2) (或写成:) (2分)

(3) 13 (2分)

(4) 吸收反应生成的 HCl 推动反应平衡右移 (2分)

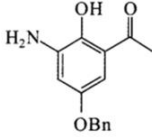
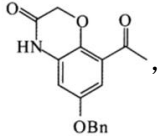
(5) 碳溴键 (1分) 加成反应 (或还原反应) (1分)



(7) C (2分)

解析: A 中苯环上的 H 原子被 CH_3CO -取代生成 B , B 中酚羟基的 H 原子

被 -Bn 取代生成 C , C 中苯环上的 H 原子被硝基取代生成 D , D 中硝

基被还原生成氨基，E  中氨基和酚羟基上的 H 原子被取代生成 F ,

G 的结构为  , G 到 H 是羰基加成 (加氢), H 到 I 是成环过程。



生物参考答案

- 1.【答案】B【解析】在黑藻叶绿体的类囊体薄膜上含有类胡萝卜素、叶绿素，不含有藻蓝素，色素的作用是吸收传递转化光能，A项错误；黑藻属于被子植物，进行有性生殖，植株通过减数分裂产生染色体数目减半的花粉，B项正确；黑藻细胞中的染色体上的DNA呈链状，但叶绿体、线粒体中的DNA成环状，C项错误；黑藻的固碳放氧过程体现了生物多样性的间接价值，D项错误。
- 2.【答案】C【解析】“检测花生子叶临时切片中的脂肪”实验中，用体积分数为50%的酒精洗去浮色，A项错误；“绿叶中色素的提取和分离”实验中，应在研磨之前加入二氧化硅，即在研钵中加入绿叶、二氧化硅、碳酸钙、无水乙醇，研磨后得到的液体称为研磨液，此时，不能再加入二氧化硅等物质，B项错误；“低温诱导植物细胞染色体数目的变化”实验中，用体积分数为95%的酒精冲洗根尖表面的卡诺氏液，C项正确；“探究NAA促进插条生根的最适浓度”实验中，不需要用清水冲洗“浸泡法泡过的插条”，若冲洗，会使插条上的NAA的浓度发生改变，无法探究最适浓度，D项错误。
- 3.【答案】B【解析】青霉素能抑制细胞壁的形成，而支原体没有细胞壁，因此青霉素对支原体不起作用，不能治疗因支原体感染而引起的疾病，A项正确；遗传病是指由遗传物质改变而引起的疾病，若个体不携带致病基因，也有可能患有遗传病，如染色体异常病，B项错误；风湿性心脏病、类风湿关节炎与系统性红斑狼疮的发病机理相似，均属于免疫功能过强引起的自身免疫病，而艾滋病属于免疫功能过弱引起的获得性免疫缺陷病，C项正确；要避免癌症的发生，在日常生活中应注意远离致癌因子，并要选择健康的生活方式，D项正确。
- 4.【答案】A【解析】分析图像可知，患者被新冠病毒感染后，人体体温调定点会升高至40℃左右，低于调定点的体温刺激冷觉感受器产生兴奋，一方面传至大脑皮层产生冷觉，另一方面传至下丘脑再经传出神经，引起皮肤血管收缩以减少散热和骨骼肌战栗以增加产热，从而使体温迅速升高，A项错误；AB段为体温上升期，由于交感神经兴奋，心脏血液输出量增加，血管收缩，导致人体会出现心跳加快、血压轻度升高等症状，B项正确；BC段为高体温维持阶段，此时的体温调定点约为40℃，机体BC段的产热量多于OA段，故此时的散热量多于OA段的散热量，C项正确；CD段处于散热阶段，此时体内因蒸发散热而导致水分散失较多，内环境的渗透压较OA段升高，故而在等量饮水的前提下，CD段垂体释放的抗利尿激素的量可能高于OA段，D项正确。
- 5.【答案】C【解析】能在荒漠干旱地区生长的植物，都有独特的生存方式适应缺乏水分的条件，植物的叶可能成针状，具有植株矮小，根系发达、深扎根等特点，故柠条的固沙作用可能与其根发达、吸水能力强有关，A项正确；该地区种植柠条后，由原来比较干旱的环境逐渐趋向于含水量增加的环境，较长时间后，群落演替的方向可能改变，B项正确；柠条根部的根瘤菌属于消费者，进行异养生活，C项错误；随着动植物的种类和数量增多，土壤成分的改变，该地区的储碳量、抵抗力稳定性逐渐增加，D项正确。
- 6.【答案】D【解析】由F₁中的星眼:正常眼=1:1，判断亲本属于测交组合，无法判断星眼基因是显性基因还是隐性基因，进而也无法判断控制眼型基因B/b是位于常染色体上，还是位于X染色体上；由于子代中长翅全为雌性，短翅全为雄性，可以判断控制翅型的基因位于X染色体上，且长翅基因为显性基因，A、B项错误；减数分裂过程中，由于同源染色体的分离、着丝粒的分离等原因，使得雄果蝇的次级精母细胞中含有0条、1条或2条X染色体，C项错误；若只考虑翅型基因，即X^DY（长翅雄果蝇）与X^dX^d（短翅雌果蝇）杂交，获得的子代F₁中，雌性全为X^DX^d（长翅）、雄性全为X^dY（短翅），且比例为1:1，则基因D的频率为 $X^D = \frac{1 \times X^D}{1 \times X^D X^d + 1 \times X^d} = \frac{1}{3}$ ，D项正确。

31.【答案】(共 10 分)

(1) 正确 (1 分) B 点表示整个植株的光合速率与呼吸速率相等, 而植株叶肉细胞的光合速率大于其呼吸速率, 需要从外界环境中吸收 CO_2 (合理即可) (2 分)

(2) 脱落酸 (2 分)

(3) 虽然气孔导度下降, 吸收 CO_2 减少, 但呼吸速率增强, 产生 CO_2 增多, CO_2 浓度变化不大, 暗反应速率基本不变, 因此, 光合速率变化不大 (合理即可, 3 分)

(4) 既能降低植物的蒸腾作用 (或减少水的散失), 又能保障 CO_2 供应 (合理即可, 2 分)

【解析】

(1) 分析图 1 可知, 图中的 B 点表示整个植株的光合速率与呼吸速率相等, 而植株叶肉细胞的光合速率大于其呼吸速率, 需要从外界环境中吸收 CO_2 , 故该同学观点正确。

(2) 38°C 属于高温条件, 同时在干旱条件下, 水稻植株为降低蒸腾作用, 减少水分散失, 部分气孔会关闭, 气孔导度减小, 与之相关的植物激素是脱落酸。

(3) 分析图 2 可知, 气孔导度、呼吸速率都会影响 CO_2 浓度的变化。题干信息表明水稻植株的光合速率在短时间内基本不变, 可能的原因是气孔导度下降, 吸收 CO_2 减少; 但呼吸速率增强, 产生 CO_2 增多, 维持 CO_2 浓度不变, 暗反应速率基本不变。

(4) 高温、干旱条件下的叶片气孔数量较少, 气孔会周期性的开放与关闭, 意义是既能降低蒸腾作用强度 (或减少水的散失), 又能保障 CO_2 供应, 从而保证光合作用在高温、干旱条件下能正常进行。

32.【答案】(共 11 分)

(1) 多于 (1 分) 染色体 (结构) 变异、基因突变 (答不全或顺序颠倒不给分) (2 分)

(2) ① β 链 (2 分) 相同 (2 分) ② 碱基互补配对原则 (2 分)

(3) 自然群体中, 由于基因突变, 导致某些个体中产生了抗锈病基因, 在锈病菌产生锈病的选择作用下, 具有抗锈病基因的个体生存和繁殖后代的机会增大, 抗锈病基因频率增大, 抗锈病个体数逐渐增多 (合理即可, 2 分)

【解析】

(1) 正常情况下, 植株产生的花粉数会远多于卵细胞数。因此植株甲产生含 D 基因的雄配子多于含 d 基因的雌配子。植株乙的培育过程中, D 基因由 1 号染色体易位到 3 号染色体上, 属于染色体 (结构) 变异, 而 B4 基因的终止子缺失, 基因中的部分碱基缺失, 属于基因突变。

(2) ① 根据题干信息可知, B4 基因的终止子丢失, 而启动子正常, 故 B4 基因转录形成 mRNA 时, 以 β 链为模板。而 B5 基因以 α 链为模板转录形成 mRNA。由于 B4 基因、B5 基因中的核苷酸序列有很高的相似度, 因此, 正常 B4 基因和正常 B5 基因分别转录出的 mRNA 中大部分碱基序列相同。② 在①分析的基础上, 由于 B4 基因转录时能通读整个 B5 基因, B4 基因转录出的 mRNA 链能够回折, 通过碱基互补配对形成双螺旋的 mRNA。

(3) 抗锈病个体数逐渐增多的原因是由于在自然群体中, 某些个体中存在抗锈病基因突变, 在锈病菌产生锈病的选择作用下, 具有抗锈病基因的个体生存和繁殖后代的机会增大, 抗锈病基因频率增大, 从而导致抗锈病个体数逐渐增多。

33.【答案】(共 11 分)

(1) 脑干、小脑、脊髓 (答出任意 2 种即可) (2 分) 条件 (1 分) 非条件刺激 (1 分)

(2) 肾上腺素、糖皮质激素、生长激素 (答出 2 种即可, 其他合理答案也可) (2 分) 胰岛素 (2 分)

分)

(3) 给急性低血糖小鼠注射适宜剂量的甲状腺激素，一段时间后检测并记录小鼠体内的血糖浓度，并与对照组的血糖浓度进行比较（合理即可，3分）

【解析】

(1) 运动员有氧运动过程中，做出符合规范、标准的动作，是不断学习、训练形成的结果，这属于条件反射，若该种反射要维持较长时间，需要进行非条件刺激的不断强化。而这种机体的运动是在大脑皮层以及脑干、小脑、脊髓等中枢的调控下完成的。

(2) 人体内升高血糖的激素有多种，如糖皮质激素、肾上腺素、甲状腺激素、胰高血糖素、生长激素等，这些激素通过调节有机物的代谢或影响胰岛素的分泌和作用，直接或间接地提高血糖浓度。

(3) 若要验证甲状腺激素具有促进急性低血糖小鼠血糖升高的作用。实验自变量是甲状腺激素的有无，实验组则需注射适宜剂量的甲状腺激素，一段时间后检测小鼠体内的血糖浓度；对照组则需注射等量的生理盐水，一段时间后检测小鼠体内的血糖浓度。将两者的血糖浓度进行比较即可。

34. 【答案】(共 10 分)

(1) 光、温度（答出一点即可，1分） 生物种群的繁衍（1分）

(2) 空间条件充裕，气候适宜，没有天敌等（合理即可，2分） 天敌、栖息地以及与其他物种的关系（合理即可，2分）

(3) 自生（1分） 种间竞争（1分） 生态位较近的种群对资源和空间需求的相同点更多（合理即可，2分）

【解析】

(1) 每年的 6-7 月份是“鹿王争霸”的主要时间段，也是麋鹿发情的阶段，这种生理变化主要受光照的影响，光照信号刺激下丘脑，引发性激素的改变。其次，每年的 6-7 月份的温度变化也有关联。即引发“鹿王争霸”的物理信息主要是光，其次是温度。这体现了信息传递具有促进生物种群的繁衍的作用。

(2) 从种群数量变化规律的角度分析，是由于保护区内食物和空间条件充裕，气候适宜，没有天敌等；而从种群的数量特征分析，则是由于麋鹿的出生率大于死亡率，导致其种群密度增大，研究动物的生态位，主要研究它的栖息地、食物、天敌以及与其他物种的关系等。

(3) 生态工程的自身原理，包含有效选择生物组分、它们的生态位差异、种间关系等，因此人工种植芦苇，合理安排狼尾草和芦苇的分布区，通过其他植物抑制狼尾草的生长繁殖，这体现了生态工程中的自生原理；狼尾草和芦苇的种间关系是种间竞争，由于生态位较近的种群对资源和空间需求的相同点更多，种间竞争常发生在生态位比较近的种群之间。

35. 【答案】(共 12 分)

(1) 5' 端（1分） CAGCTGTCATTT（2分） *Xba* I、T4 DNA 连接酶（2分，答对一项给 1分）

(2) 抗原-抗体杂交（1分） 蛋白酶（2分）

(3) 95%的空气和 5%的 CO₂（2分，答对一项给 1分） 增殖速率减慢（或数量减少）、细胞膜上的糖蛋白减少（2分，答对一项给 1分）

【解析】

(1) 进行 PCR 扩增目的基因时，需在引物的 5' 端添加限制酶识别序列。根据图 1 目的基因所在 DNA 片

段的 3' 端、5' 端的分布，扩增 α 链时其右边需要添加 *Pvu* II 识别序列 5' CAGCTG 3'，且引物需要与 α 链碱基序列 5' AAATGA 3' 互补配对，故扩增 α 链时所用引物的碱基序列是 5' CAGCTG TCATTT 3'。因 AUG 为蛋白的起始密码子，根据基因表达的知识，可以判断基因转录时以 β 链为模板，即 RNA 的移动方向为从左到右，图 2 种的启动子方向已经确定，因此，为保证基因能正常表达，根据图 1 的限制酶识别序列、图 2 中限制酶的位置，需要用限制酶 *Pvu* II、*Xba* I，由于 *Pvu* II 切出的是平末端，因此需要用 T4 DNA 连接酶进行连接。

(2) 将表达载体导入工程菌后，PHB2 蛋白是否合成可用抗原-抗体杂交技术检测，从发酵液中获得该蛋白的方法提取、分离和纯化。为防止 PHB2 蛋白在工程菌细胞中被降解，在发酵过程中应选用不能合成蛋白酶（蛋白酶缺陷型）工程菌作为受体细胞，且在发酵结束后的纯化过程中应添加蛋白酶的抑制剂。

(3) 肿瘤细胞通常培养在 95% 的空气和 5% 的 CO₂ 的恒温培养箱中，将适量 PHB2 蛋白加入培养液后，若肿瘤细胞的增殖速率减慢（或肿瘤细胞的数量减少），则体现该蛋白具有抑制其增殖作用，若肿瘤细胞膜上的糖蛋白减少则体现了该蛋白具有抑制其扩散的作用。



物理参考答案

14. 【答案】C

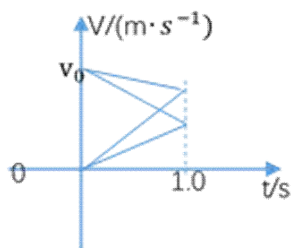
【解析】此时 a 点的位移为 $-2A$ ，b 点的位移为零，选项 A 错误；a、c、两点的振动总加强，不会随时间而变化，选项 B 错误；由于 a、c 两点到两波源的波程差分别是 λ 和 0，故 a、c 两点位于相邻的两个振动加强区域，选项 C 正确；从此刻再经过四分之一个周期，d 点经过平衡位置，b 点的速度始终为零，d 点的速度达到负向最大值，选项 D 错误。

15. 【答案】C

【解析】金属的截止电压 U_c 仅与入射光频率有关，与入射光强度无关，选项 A 错误；由于图线的斜率 $k = \frac{h}{e}$ ，同时 $W = h\nu_0$ ，代入图中数据可得， $W = 1.7\text{eV}$ ， $h = 6.56 \times 10^{-34}$ ，选项 B 错误、选项 C 正确；利用光电子的初动能 $E_k = eU_c$ 和爱因斯坦光电效应方程 $E_k = h\nu - W$ ，可得 $U_c = \frac{h}{e}\nu - \frac{W}{e}$ ，可知该金属的截止电压 U_c 与入射光的频率 ν 成线性函数，但同时也说明，只有当入射光频率大于极限频率时，才可以发生光电效应，选项 D 错误。故选 C。

16. 【答案】C

【解析】两个物体为系统动量守恒，故两个物体动量变化量大小相等，方向相反，B 错误；画出两者运动的速度时间图像，由图可知相对位移等于两图线所围面积，所围面积等于底边 v_0 乘以高 t 再除以 2，所以只能得出初速度 $v_0 = 6\text{m/s}$ ，只要底边不变，高不变，则相对位移一定恒等于 3m ，所以两者的加速度可以是很多可能，即二者质量可以有很多可能，共同速度也有很多可能，所以 C 正确。



17. 【答案】D

【解析】设短边 ab 的长度为 l_1 ，长边 bc 的长度为 l_2 ，线框以角速度 ω 绕 ab 边匀速转动时，在半个周期内

会产生交流电，其峰值为 $E_m = Bl_1l_2\omega$ ，产生的焦耳热 $Q = \frac{(\frac{E_m}{\sqrt{2}})^2}{R} \cdot \frac{\pi}{\omega} = \frac{\pi(Bl_1l_2\omega)^2}{2\omega R}$ ；设线框匀速通过磁场

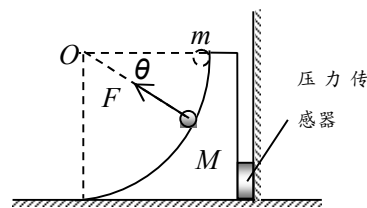
用时为 t ，产生的热量 $Q' = \frac{(Bl_1 \cdot \frac{2l_2}{t})^2}{R} \cdot t$ ，由题可知 $Q' = Q$ ，解得 $t = \frac{8}{\pi\omega}$ ，故选项 D 正确。

18. 【答案】B

【解析】小球 m 在圆弧的最高点由静止滑落到图示位置时，设其速度为 v ，

根据机械能守恒，有 $\frac{1}{2}mv^2 = mgR \sin \theta$ ，设 M 对 m 的支持力为 F ，由牛

顿第二定律 $m \frac{v^2}{R} = F - mg \sin \theta$ ，解得 $F = 3mg \sin \theta$ ；对 M、m 组成的



系统，在水平方向压力传感器的示数 $F_1 = F \cos \theta = 3mg \sin \theta \cos \theta = \frac{3}{2}mg \sin 2\theta$ ，由数学知识可知，

传感器的最大值为 $\frac{3}{2}mg$ ，B 正确。

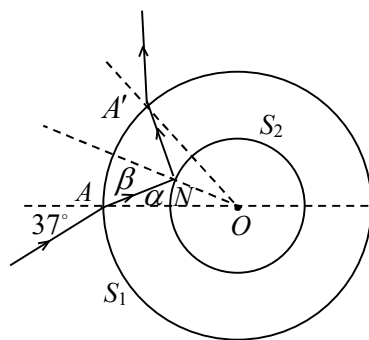
19. 【答案】BC

【解析】设光在 A 点发生折射的折射角为 α ，在内层 N 点发生全反射的

入射角为 β ，则有 $n = \frac{\sin 37^\circ}{\sin \alpha}$ ，发生全反射时有 $\sin \beta = \frac{1}{n}$ ，如图所示，

设内外层的半径分别为 r_2 、 r_1 ，在三角形 ANO 中，由正弦定理得

$\frac{\sin \alpha}{r_2} = \frac{\sin(\pi - \beta)}{r_1}$ ，联立解得 $r_2 : r_1 = 3 : 5$ ，即玻璃杯内层直径为 $\frac{3}{5}D$ ，



故选项 A 错误、B 正确；若入射光改为频率更高的绿色激光，入射角 i 仍为 37° ，设此时的折射角为 γ ，

射到内球面上的入射角为 θ ，则有 $n' = \frac{\sin 37^\circ}{\sin \gamma}$ ，且 $\frac{\sin \gamma}{r_2} = \frac{\sin(\pi - \theta)}{r_1}$ ，联立解得 $\sin \theta = \frac{1}{n'}$ ，则说明恰好

发生全反射，故选项 C 正确、选项 D 错误。

20. 【答案】BC

【解析】由图可知，吹冷风时触片 P 同时接触 b、c 两个触点，选项 A 错误；由表中参数可知，小风扇正常

工作时，通过的电流为 1A，内阻消耗的热功率为 8W，由 $P_r = I^2 r$ 可得 $r = 8\Omega$ 选项 B 正确；变压器的原线圈输入电压为 220V，副线圈输出电压为 60V，故变压器原、副线圈的匝数比 $n_1 : n_2 = 11 : 3$ ，故选项 C 正确；

电热丝的功率为 $P_R = (460 - 60)W = \frac{220^2}{R}$ ，解得 $R = 121\Omega$ ，选项 D 错误。

21. 【答案】AC

【解析】忽略太空电梯匀速上升的速度，太空电梯绕地球做圆周运动，由于存在向心加速度，处于失重状态，碳纳米管对电梯的拉力小于地球对它的万有引力，故选项 A 正确、B 错误；太空电梯升到距地球表面

高度为 $2R$ 处站点时有 $m_0 \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot 3R = \frac{GMm_0}{9R^2} - F_N$ ，可知 $F_N = \frac{GMm_0}{9R^2} - \frac{12\pi^2 R m_0}{T^2}$ ，故选项 C 正确；设地球

转动的角速度为 ω ，太空电梯从地面升到距地球表面高度为 $2R$ 的过程中，“绳索”（碳纳米管）做功等于

电梯机械能的增量，即 $W = [\frac{1}{2} m \omega^2 (3R)^2 - \frac{GMm}{3R}] - [\frac{1}{2} m \omega^2 R^2 - \frac{GMm}{R}] = 4m\omega^2 R^2 + \frac{2GMm}{3R}$ ，故选项 D

错误。

22. (6分，每空2分)

【答案】(1) 19.95；(2) 1.6；(3) 4.95

【解析】(1) 游标卡尺的示数实质上是游标尺零刻度和主尺零刻度之间的距离，因为是 20 分度游标卡尺，游标尺与主尺刻度“38mm”对齐，故 $d = (38 - 0.95 \times 19) \text{mm} = 19.95 \text{mm}$ ；由图乙可知，小钢球摆动的周期

$T = 2(0.9 - 0.1) \text{s} = 1.6 \text{s}$ ；斜面倾角为 θ 时，等效重力加速度为 g' ，由于 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g'}}$ ，即 $T^2 = \frac{4\pi^2 L}{g'}$ ，结合图

丁，可得 $\frac{4\pi^2}{g'} = \frac{7.2 - 4.0}{0.9 - 0.5}$ ，故 $g' = 4.95 \text{m/s}^2$ 。

23. (12分)

【答案】(1) $\frac{x_1}{L} U_0$ (3分)

(2) $\frac{x_2}{L} U_0$ (3分)

(3) $\frac{x_1}{L} U_0$ (2分)； $\frac{R_0(x_1 - x_2)}{x_2}$ (2分)

(4) 不需要 (2分)

【解析】由于灵敏电流计没有示数，故 $U_{aP} = \frac{U_0 R_{x_1}}{R} = \frac{U_0 x_1}{L}$ ；同理，闭合开关 S1、S2，调节电阻箱 R 的阻

值为 R_0 ，灵敏电流计 G 示数再次为零，记录下 aP 间电阻丝的长度 x_2 ，此时 a、P 间的电压 $U'_{aP} = \frac{U_0 x_2}{L}$ ；

由于电源电动势在数值上等于外电路断开时的路端电压，故 $U_{aP} = \frac{U_0 x_1}{L} = E_x$ ；而 $U'_{aP} = \frac{U_0 x_2}{L} = \frac{E_x R_0}{R_0 + r_x}$ ，

联立解得 $r_x = \frac{R_0(x_1 - x_2)}{x_2}$ ，由于每次调整完毕，下面的电路都没有电流，对上方回路不产生影响，故电压

表示数不会发生变化，不需要重新读取其示数。

24. (10分)

【答案】(1) $\frac{9mg}{S}$ ；(2) $\frac{1}{12}HS$

【解析】放置沙子前，气缸内气体的压强为 p_1 ，令 $p_0 = \frac{8mg}{S}$ ，对于活塞 A，由受力平衡

$$p_1 S = p_0 S + mg \quad (2分)$$

$$\text{解得 } p_1 = p_0 + \frac{mg}{S} = \frac{9mg}{S} \quad (1分)$$

(2) 放置上重物后，设气缸内气体的压强为 p_2 ，对于活塞 A，由受力平衡

$$p_2 S = p_0 S + (M+m)g \quad (2分)$$

$$\text{解得 } p_2 = p_0 + \frac{(M+m)g}{S} = \frac{11mg}{S} \quad (1分)$$

对密封的氮气，由玻意耳定律有 $p_1(SH - V) = p_2[S(H - h) - V]$ (2分)

$$\text{解得 } V = [H - (1 + \frac{m}{M})h]S - \frac{p_0 h S^2}{Mg} = \frac{1}{12}HS \quad (2分)$$

25. (14分)

【答案】(1) $3.0 \times 10^5 \text{ m/s}$ ；(2) 0.14 m^2

【解析】(1) 设粒子水平射出的初速度 v_0 ，粒子源位于 (x, y) 处，由于所有粒子都能到达原点，由类平

抛运动可得

$$x = v_0 t \quad (1 \text{ 分})$$

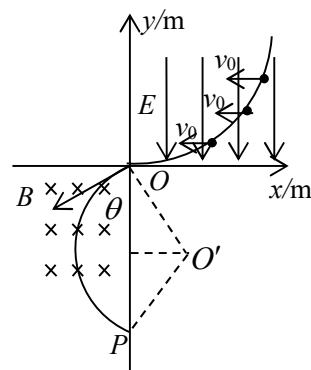
$$y = \frac{1}{2} a t^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{同时 } ma = qE \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{代入数值得 } y = \frac{x^2}{(4 \times 10^{-11}) v_0^2} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{又 } y = \frac{5x^2}{18}$$

$$\text{故 } v_0 = 3.0 \times 10^5 \text{ m/s} \quad (2 \text{ 分})$$



(2) 所有粒子经 O 点进入第三象限后, 都做逆时针方向的匀速圆周运动, 只是沿不同方向进入的粒子速度大小不同, 如图, 设某粒子最初进入第三象限的速度为 v , 与 y 轴负方向夹角为 θ , 则有 $v \sin \theta = v_0$ (1 分)

$$\text{洛伦兹力提供向心力, 有 } qvB = m \frac{v^2}{r} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } r = \frac{mv_0}{qB \sin \theta} \quad (1 \text{ 分})$$

小球在磁场中的偏转角为 2θ , 运动轨迹的弦长 $l = 2r \sin \theta = \frac{2mv_0}{qB} = 0.6 \text{ m}$ (2 分), 为定值, 与 θ 无关,

即所有粒子都将重新汇聚到 P 点, 且 $\overline{OP} = 0.6 \text{ m}$ (1 分)

故第三象限所加磁场区域的最小面积 $S_{\min} = \frac{1}{2} \pi \left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{9\pi}{2} \times 10^{-2} \text{ m}^2 = 0.14 \text{ m}^2$ (2 分)

26. (20 分)

【答案】(1) 0.75; (2) 1m/s

【解析】(1) 开始时弹簧处于压缩状态, 设压缩量为 Δx ,

$$\text{有 } F_0 = k\Delta x = mg \sin 37^\circ \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } \Delta x = \frac{mg \sin 37^\circ}{k} = 0.04\text{m} \quad (2 \text{分})$$

释放物体 B，当它运动到最低点 Q 时，物体 A 在斜面上达到最高点，由题可知，弹簧处于伸长状态，且

$$\Delta x' = \Delta x = 0.04\text{m} \quad (1 \text{分})$$

故物体 A 沿斜面上升了 $\Delta x' + \Delta x = 0.08\text{m}$ (1分)

滑轮左侧绳长 $L = d + \Delta x' + \Delta x = 0.20\text{m}$ (1分)

$$\text{物体 B 下降的高度 } h = \sqrt{L^2 - d^2} = 0.16\text{m}$$

$$\text{此时轻绳与竖直杆之间夹角 } \alpha \text{ 的正切值 } \tan \alpha = \frac{d}{h} = \frac{3}{4} = 0.75 \quad (2 \text{分})$$

(2) 物体 B 在 P、Q 点间往复运动的过程中，对物体 A、B 以及弹簧组成的系统，由机械能守恒得

$$Mgh = mg(\Delta x' + \Delta x) \sin \theta + \Delta E_p \quad (2 \text{分})$$

在最高点和最低点弹簧的弹性势能相等

$$\text{故弹簧弹性势能的变化量 } \Delta E_p = 0 \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } M = 0.3mg = 0.3\text{kg} \quad (2 \text{分})$$

(3) 换做物体 C 后，仍从 P 点释放，当物体 C 到达 Q 点时，弹簧依然伸长 $\Delta x' = \Delta x = 0.04\text{m}$

对物体 B、C 及弹簧组成的系统，设物体 C 的速度为 v ，物体 B 的速度为 v'

$$\text{则 } M'gh = mg(\Delta x' + \Delta x) \sin \theta + \Delta E_p + \frac{1}{2} M'v^2 + \frac{1}{2} mv'^2 \quad (2 \text{分})$$

又物体 B、C 沿绳方向的速度相等，故 $v \cos \alpha = v'$ (2分)

$$\text{联立解得 } v = 1\text{m/s} \quad (2 \text{分})$$