

# 化学参考答案

7. 【命题意图】考查常见物质的性质与用途，强化学科本质价值。

【答案】C

【解析】A项，碳酸钙可作补钙剂，A正确；B项，氧化钙作干燥剂，B正确；C项，陶瓷的原料是黏土，碳酸钙是生产玻璃和水泥的原料，C错误；D项，氧化钙和水反应会产生大量的热，可以对食品进行加热，故可用于制作发热包，D正确。

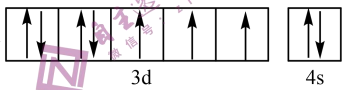
8. 【命题意图】考查基础有机化学相关知识：官能团的性质，分子式的判断。

【答案】D

【解析】A项，根据结构简式可知其分子式为  $C_{13}H_{18}O_2$ ，A正确；B项，分子中碳原子有  $sp^2$  和  $sp^3$  两种杂化方式，B正确；C项，分子中含有羧基，能与碳酸氢钠反应，C正确；D项，分子结构中存在  $sp^3$  杂化的碳原子而且  $sp^3$  杂化的碳原子同时与三个碳原子相连，故碳原子不可能全部共面，D错误。

9. 【命题意图】考查晶体结构相关知识。

【答案】D

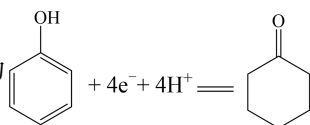
【解析】A项，晶胞中有4个Co，4个O，化学式为CoO，A正确；B项，基态Co原子的价电子排布式为  $3d^74s^2$ ，其价电子排布图为 ，B正确；C项，与O原子最近距离的O原子

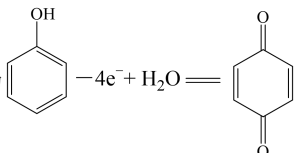
有12个，且距离为  $\frac{\sqrt{2}}{2}a$  pm，C正确；D项，1 mol晶胞中含有4 mol CoO，钴该氧化物的摩尔体积为  $\frac{a^3 \times 10^{-30} \times N_A}{4} \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ，D错误。

10. 【命题意图】考查电化学知识，如电极的判断，离子的移动方向，电极反应式的书写等。

【答案】C

【解析】根据电化学装置可判断为电解池装置，a发生氧化反应，是阳极，b发生还原反应，是阴极。A

项，阳离子移向阴极，A正确；B项，阴极区的电极反应式为 ，B正确；C项，

阳极区的反应式为 ，可知电路中转移2 mol  $e^-$ 时，理论上会消耗苯酚（两边

均要消耗  $0.5N_A$ ）的数目为  $1N_A$ ，C错误；D项，根据总反应式可知反应物完全转化为目标产物环己酮和苯醌，故原子利用率为100%，D正确。

11. 【命题意图】考查反应机理的认识。

【答案】D

【解析】A项， $Cu^+$ 是中间产物，不是催化剂，不能降低反应的活化能，A错误；B项，反应历程中氢离子的物质的量有增多和减少的过程，并不是一直减小，B错误；C项，Pd元素化合价有从+2转化为0，

也有从 0 到 +2, C 错误; D 项, 该历程的总反应为  $2\text{CH}_2=\text{CH}_2+\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{CH}_3\text{CHO}$ , D 正确。

12. 【命题意图】考查实验方案的设计, 引导关注教材基础实验。

【答案】C

【解析】A 项, 蔗糖水解后溶液呈酸性, 应该先加入氢氧化钠溶液调节溶液呈碱性后再加入新制氢氧化铜, A 错误; B 项, 过量的氢氧化钾也能与硝酸银产生白色沉淀  $\text{AgOH}$ , 然后迅速变成黑色沉淀  $\text{Ag}_2\text{O}$ , 干扰氯离子的检验, B 错误; C 项, “越弱越水解”, 能通过 pH 计测量  $\text{NaClO}$  溶液与  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液的 pH 大小判断酸性强弱, C 正确; D 项, 向固体粉末加水, 剩余钠也会与水反应产生气体, D 错误。

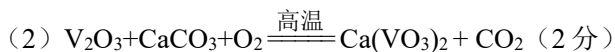
13. 【命题意图】考查水溶液中的离子平衡。

【答案】A

【解析】A 项,  $\text{CdCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+}(\text{aq})+\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ ,  $K_{\text{sp}}[\text{CdCO}_3]=c(\text{Cd}^{2+}) \times c(\text{CO}_3^{2-})$  是定值, 等于  $1 \times 10^{-12}$ , 直线 Y 是  $\text{CdCO}_3$ , X 为  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ , 利用曲线上点可算出  $K_{\text{sp}}[\text{Cd}(\text{OH})_2]=1 \times 10^{-4} \times (1 \times 10^{-5})^2=1 \times 10^{-14}$ , A 正确; B 项, 根据滴定终点可知  $\text{Cd}^{2+}$  沉淀完全时所需的氢氧化钠的体积要多一些, 故 M 应该为  $\text{CdCl}_2$  溶液中滴加  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液对应的曲线, B 错误; C 项, a 点溶液  $Q[\text{CdCO}_3]=1 \times 10^{-5} \times 1 \times 10^{-6}=1 \times 10^{-11} > 1 \times 10^{-12}$ , 故 a 点对应的溶液为  $\text{CdCO}_3$  的过饱和溶液, C 错误; D 项, c 点有  $K_{\text{sp}}[\text{CdCO}_3]=c^2(\text{Cd}^{2+})=1 \times 10^{-12}$ ,  $c(\text{Cd}^{2+})=1 \times 10^{-6}$ , 则  $c=6$ ; 设 b 点  $c(\text{Cd}^{2+})=x$ ,  $K_{\text{sp}}[\text{Cd}(\text{OH})_2]=x \times (2x)^2=1 \times 10^{-14}$ ,  $x > 1 \times 10^{-5}$ , 则  $b < 5$ , D 错误。

27. (14 分)

【答案】(1) 将含钒石煤粉碎; 适当提高焙烧温度; 适当增大氧气流量 (2 分, 回答 2 点即可, 其他合理答案均正确)



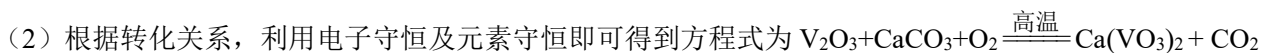
(3)  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  (2 分)  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$  (2 分) 反应  $\text{CaSiO}_3(\text{s})+\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{SiO}_3^{2-}(\text{aq})+\text{CaCO}_3(\text{s})$  的平衡

常数  $K = \frac{c(\text{SiO}_3^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CaSiO}_3)}{K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)} = \frac{2.5 \times 10^{-8}}{2.8 \times 10^{-9}} < 10^5$  (2 分)

(4) 饱和  $\text{NaCl}$  溶液 (2 分, “ $\text{NaCl}$  溶液” 也给分)

(5) AC (2 分, 每个 1 分, 错选不得分)

【解析】(1) 为了提高“焙烧”效率, 可采用的措施有将含钒石煤粉碎; 适当提高焙烧温度; 适当增大氧气流量。



(3) pH 为 8.5, 根据表格可得已完全沉淀的离子有  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  及部分的  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ ; 沉淀转化的方程式为  $\text{CaSiO}_3(\text{s})+\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{SiO}_3^{2-}(\text{aq})+\text{CaCO}_3(\text{s})$ , 其平衡常数  $K = \frac{c(\text{SiO}_3^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CaSiO}_3)}{K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)} = \frac{2.5 \times 10^{-8}}{2.8 \times 10^{-9}} < 10^5$ ,

故不能完全转化。

(4) “洗脱”过程是让  $[\text{RCl}_4]+ \text{V}_4\text{O}_{12} \xrightleftharpoons[\text{洗脱}]{\text{离子交换}} [\text{R}_4-\text{V}_4\text{O}_{12}]+4\text{Cl}^-$  反应逆向进行, 即需要加入氯离子, 为了不引入其他杂质, 最好选用便宜易得的饱和  $\text{NaCl}$  溶液。

(5) 流程采用热还原法 (AC), B 项为电解法, D 项为热分解法。

28. (15 分)

【答案】(1) 量筒、胶头滴管 (1 分, 现在滴管也有塑料的, 所以胶头滴管不作为扣分点和给分点)

C (2 分)

(2) 抑制  $\text{Cu}^{2+}$  水解 (2 分)  $\text{Cu}^{2+}$  易与  $\text{Cl}^-$  形成  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ , 影响实验结果 (2 分)

(3)  $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$  (2 分)

(4) 偏小 (2 分)

(5) 当滴入最后一滴硫代硫酸钠溶液时, 溶液由蓝色变成无色, 且半分钟无变化 (2 分)  $1.28V$  (2 分)

【解析】(1) 由浓硫酸配制稀硫酸需要量取浓硫酸的体积, 需要量筒; “定容”需要胶头滴管。振荡需要盖上瓶塞, A 错; B 项, 定容视线与液凹面最低处相平, B 错; C 对; D 项, 振荡需要另一只手托住上下颠倒, D 错。

(2) 铜离子易水解, 故加入硫酸可抑制铜离子的水解;  $\text{Cu}^{2+}$  易与  $\text{Cl}^-$  形成  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ , 影响实验结果。

(3) 根据电子守恒和元素守恒即可配平方程式为  $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$ 。

(4) 不加入 KSCN 溶液, CuI 就会吸附  $\text{I}_3^-$ , 造成溶液中  $\text{I}_2$  的浓度偏小, 消耗硫代硫酸钠溶液的体积也降低, 使测量结果偏小。

(5) 滴点终点的现象为当滴入最后一滴硫代硫酸钠溶液时, 溶液由蓝色变为无色且半分钟不恢复原来的颜色; 根据方程式有关系式  $2\text{Cu}^{2+} \sim \text{I}_2 \sim 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $n(\text{Cu}^{2+}) = 0.1 \text{ mol/L} \times V \times 10^{-3} \text{ L}$ ,  $m(\text{Cu}^{2+}) = 6.4 V \times 10^{-3} \text{ g}$ ,

$w = [(6.4 V \times 10^{-3} \text{ g}) / 0.5 \text{ g}] \times 100\% = 1.28V\%$

29. (14 分)

【答案】(1) +261 (2 分) BD (2 分)

(2)  $T_1 > T_2 > T_3$  (2 分) 恒压条件下,  $\text{H}_2\text{S}$  的摩尔分数增大,  $\text{H}_2\text{S}$  的分压增大, 平衡正向移动,  $\text{H}_2\text{S}$  的转化率降低 (2 分)

(3)  $<$  (2 分) 在 1000 K, 反应①  $\Delta G > 0$ , 反应趋势小, 反应③  $\Delta G < 0$ , 反应趋势大, 占主导 (2 分)

(4)  $1.28 \times 10^4$  (2 分)

【命题意图】考查化学平衡原理的相关知识, 如盖斯定律、平衡状态的判断, 平衡移动原理、反应趋势的判断、压强平衡常数的计算。

【解析】(1) 反应③等于反应①减去反应②,  $\Delta H_3 = +180 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-81 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +261 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;

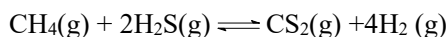
A 项都表示正方向, A 错; B 项, 该反应是气体分子数可变的反应, 恒容条件下压强不变即达到平衡; C 项, 气体密度等于质量除以体积, 恒容条件又都是气体参与反应, 故密度始终保持不变, 不能作为平衡的标志; D 项, 有  $v_{\text{正}}(\text{H}_2\text{S}) = 2v_{\text{逆}}(\text{CS}_2) = v_{\text{逆}}(\text{H}_2\text{S})$ , 满足平衡状态的特征, 故答案选 BD。

(2) 反应③是吸热反应, 温度越高,  $\text{H}_2\text{S}$  的转化率越大, 故  $T_1 > T_2 > T_3$ ; 反应是恒压条件, 恒压条件下,  $\text{H}_2\text{S}$  的摩尔分数增大,  $\text{H}_2\text{S}$  的分压增大, 平衡正向移动,  $\text{H}_2\text{S}$  的转化率降低。

(3) 在 1000K, 反应①  $\Delta G > 0$ , 不易自发, 反应③  $\Delta G < 0$ , 容易自发, 故反应自发趋势①  $<$  ③; 根据

$\Delta G = -RT \ln K$  可知  $\Delta G$  越大, 反应平衡常数  $K$  越小, 反应趋势越小, 在 1000 K, 反应①  $\Delta G > 0$ , 反应趋势小, 反应③  $\Delta G < 0$ , 反应趋势大, 占主导。

(4) 设  $n(\text{H}_2\text{S}) = 3 \text{ mol}$ , 设转化量为  $x$ , 列三段式



初始:	3 mol	3 mol	0	0
转化:	$x$	$2x$	$x$	$4x$
平衡	$(3-x)$	$(3-2x)$	$x$	$4x$
分压	20 kPa	10 kPa	10 kPa	40 kPa

$\text{H}_2\text{S}$  和  $\text{CS}_2$  的分压相同即是  $(3-2x) = x$ , 求解  $x = 1 \text{ mol}$

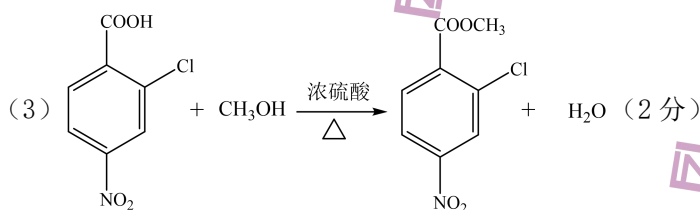
平衡后气体的总物质的量为  $2 \text{ mol} + 1 \text{ mol} + 1 \text{ mol} + 4 \text{ mol} + 2 \text{ mol} = 10 \text{ mol}$  (注意: 不要漏掉  $2 \text{ mol N}_2$ ) 各物质的分压

如上。  $K_p = \frac{(10 \text{ kPa}) \times (40 \text{ kPa})^4}{(20 \text{ kPa}) \times (10 \text{ kPa})^2} = 1.28 \times 10^4 (\text{kPa})^2$

30. (15分)

【答案】(1) 邻氯甲苯 (或 2-氯甲苯) (2分)

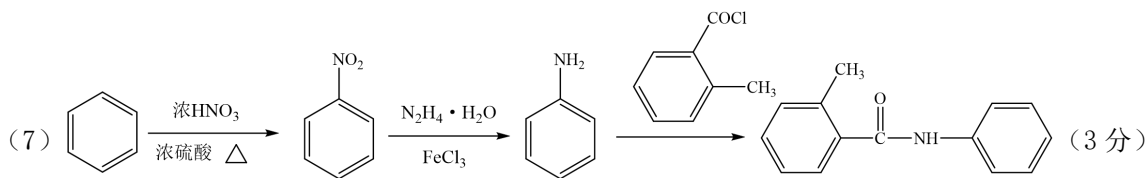
(2) 浓硝酸, 浓硫酸、加热 (2分)



(4) 还原反应 (2分)

(5) 酯基、酰胺基 (2分, 每个 1分)

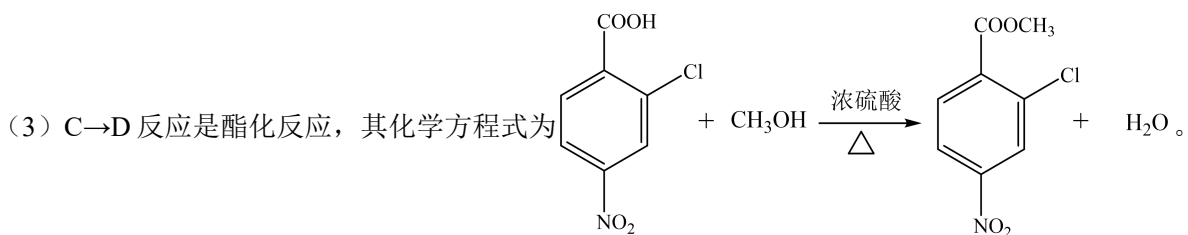
(6) 30 (2分)



【命题意图】考查有机基础化学相关知识, 考查物质的命名、反应转化的条件与试剂、反应方程式、反应类型的判断、官能团的名称、同分异构体的个数及有机合成路线的设计。

【解析】(1) 根据习惯命名法或系统命名法可知其化学名称为邻氯甲苯或 2-氯甲苯。

(2) 根据 A 和 B 的结构简式可知  $A \rightarrow B$  是硝化反应, 所学的反应试剂和条件为浓硝酸, 浓硫酸、加热。

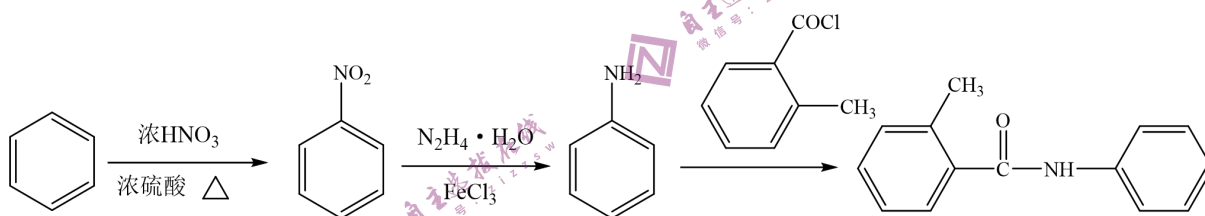


(4) D→E 反应是“硝基”变为“氨基”，其反应类型为还原反应。

(5) G 中含氧官能团的名称是酯基和酰胺基。

(6) 苯环上三个不同的取代基可以是“醛基”、“氟原子”和“-CH<sub>2</sub>Cl”，在苯环上位置异构的个数为 10；苯环上三个不同的取代基可以是“醛基”、“氯原子”和“-CH<sub>2</sub>F”，在苯环上位置异构的个数也是 10；苯环上三个不同的取代基可以是“氟原子”、“氯原子”和“-CH<sub>2</sub>CHO”，在苯环上位置异构的个数也是 10，故总数为 30。

(7) 采用逆向合成分析法，并结合合成路线中的 A→B、D→E 和 E→G 三步可写出其合成路线为



# 生物学参考答案

## 1.【答案】A

【解析】分解者可能是原核生物或真核生物，原核生物只有核糖体一种细胞器，真核生物有核糖体、线粒体、溶酶体或液泡等细胞器，因此当分解者在分解凋落物时，细胞内会进行的生理过程是核糖体进行有关蛋白质（如大多数酶）的合成，但是不一定能发生：[H]在线粒体内膜上与  $O_2$  结合生成水、溶酶体内的酶起作用、液泡吸收水分等生理过程。综上所述，A 项符合题意，BCD 项不符合题意。

## 2.【答案】B

【解析】有丝分裂中期细胞中有 8 条染色体和 2 个 A 基因，减数分裂 II 后期细胞中有 4 条染色体，含 0 或 2 个 A 基因，A 项错误；当细胞中有 2 个 a 基因和 2 个 B 基因时，细胞可能正在进行有丝分裂，也可能正在进行减数分裂，因而该细胞可能是次级精母细胞，B 项正确；当细胞中有 2 条 Y 染色体时，细胞可能在有丝分裂后期或减数分裂 II 后期。若为前者，细胞中含有 2 个 A 基因和 2 个 B 基因；若为后者，细胞中的 A、B 基因情况有 4 种：①2 个 A 基因、2 个 B 基因；②2 个 A 基因，0 个 B 基因；③0 个 A 基因，2 个 B 基因；④0 个 A 基因、0 个 B 基因，C 项错误；在有丝分裂后期，细胞中含有 2 条 X 染色体和 2 个 a 基因，在减数分裂 II 后期，细胞中含有的 X 染色体和 a 基因的数量有 4 种情况：①0 条 X 染色体，0 个 a 基因；②2 条 X 染色体，0 个 a 基因；③0 条 X 染色体，2 个 a 基因；④2 条 X 染色体，2 个 a 基因，D 项错误。

## 3.【答案】B

【解析】实验结果发现，在  $80^\circ\text{C}$  下，加碘液后溶液不变蓝，说明淀粉已经被  $\alpha$ -淀粉酶分解成还原糖，在高于  $80^\circ\text{C}$  的温度下，加碘液后溶液都为深蓝色，说明淀粉很可能均没有被分解，即  $\alpha$ -淀粉酶很可能已经失活，因而溶液中没有产生还原糖，若将检测试剂碘液替换成斐林试剂，则  $80^\circ\text{C}$  下的溶液呈现砖红色，其他温度下均不出现砖红色，因而可将碘液替换成斐林试剂进行检测，A 项错误；实验的自变量是温度，因而反应溶液的 pH 值必须设置为相同且适宜的 pH 值，B 项正确；实验结果表明让  $\alpha$ -淀粉酶失活的温度为  $85^\circ\text{C}$ ，不能证明酶的高效性和专一性，C 项错误； $85^\circ\text{C}$  及以上温度的实验现象均为深蓝，这表明  $85^\circ\text{C}$  及以上温度下，酶活性很低甚至已经失活，在实验期间淀粉几乎没有或完全没有被分解，因而加碘液后溶液呈现深蓝色，所以试管中的酶可能不起催化作用，或者几乎不起催化作用，也即几乎不能降低反应的活化能，酶不能为反应提供活化能，加热可以，D 项错误。

## 4.【答案】C

【解析】变应原初次接触 AR 特异性个体时，会引起该个体通过特异性免疫产生 IgE 抗体，即会引起免疫反应，A 项错误；由图可知，同种变应原再次进入机体后，吸附有 IgE 抗体的肥大细胞会释放活性介质，从而引起辅助性 T 细胞所介导的 I 型变态反应，而不是引起二次免疫反应，B 项错误；SLIT 治疗是将粉尘螨（变应原的一种）制成滴剂，然后通过依次增加浓度的方式舌下含服，这样做的目的是通过用变应原刺激，可能使肥大细胞的活性介质耗尽，C 项正确；活性介质被释放后出现在体液中，通过体液运输作用于辅助性 T 细胞，这体现了细胞膜的信息交流功能，不能体现细胞膜的流动性，D 项错误。

## 5.【答案】B

【解析】P 存在捕食者，因而其中某个种群数量的变化将会呈“S”形增长，而“S”形增长的种群，其出生率一直在下降，死亡率一直在升高，但是在达到 K 值之前，其种群密度总是在增大，A 项正确；依据“同化量=摄入量-粪便量”的关系可知，在摄入量不变的情况下，粪便量越大，IV 同化的能量就会越少，而“同化量=呼吸量+储存量”，所以同化量极少与呼吸消耗量无关，B 项错误；V 中不同物种在湖泊中分布在不同的水层与食物的分布和栖息条件有关，C 项正确；后一个营养级是前一个营养级的捕食者，捕食者往往捕食个体数量较多的物种，这样就会避免出现一种或少数几种生物在生态系统中占绝对优势的局面，为其他物种的形成腾出空间，捕食者的存在有利于增加物种多样性，D 项正确。

## 6.【答案】B

【解析】由家系图可知，II<sub>2</sub> 是色弱男性，II<sub>4</sub> 是色盲男性，前者的基因型是  $X^{B-}Y$ ，后者的基因型是  $X^bY$ ，

前者含有的色弱基因电泳后产生条带②③，后者的色盲基因电泳后产生条带④⑤，这表明条带②③代表色弱基因，条带④⑤代表色盲基因，A项错误；由Ⅱ<sub>2</sub>和Ⅱ<sub>4</sub>可知道Ⅰ<sub>1</sub>的基因型是X<sup>B</sup>X<sup>b</sup>，因此她的基因电泳结果出现的条带是②③④⑤，B项正确；由Ⅱ<sub>2</sub>和Ⅱ<sub>4</sub>可知道Ⅰ<sub>1</sub>的基因型是X<sup>B</sup>X<sup>b</sup>，Ⅰ<sub>2</sub>是正常男性，其基因型是X<sup>B</sup>Y，因此Ⅱ<sub>1</sub>和Ⅱ<sub>3</sub>的基因型可能是X<sup>B</sup>X<sup>B</sup>或X<sup>B</sup>X<sup>b</sup>，再看电泳条带，发现他们的电泳结果是不同的：Ⅱ<sub>1</sub>含色弱基因X<sup>B</sup>，Ⅱ<sub>3</sub>含色盲基因X<sup>b</sup>，因此Ⅱ<sub>1</sub>和Ⅱ<sub>3</sub>的基因型分别是X<sup>B</sup>X<sup>B</sup>、X<sup>B</sup>X<sup>b</sup>，Ⅱ<sub>3</sub>与正常人(X<sup>B</sup>Y)结婚，后代不会出现色弱个体，但会出现1/4的概率是色盲患者，C项错误；正常色觉基因、色弱基因、色盲基因属于复等位基因，这是基因突变的不定向性导致的，D项错误。

### 31.【答案】(9分)

(1) 衰老(1分)

大于(1分)

第1位叶的叶龄小于第3位叶的叶龄，同一生物组织中幼嫩细胞的细胞代谢旺盛，自由水比例更大(2分)

(2) 叶片的光合速率大于呼吸速率(1分)

叶绿素、酶(2分)

(3) ①第1位叶气孔未发育完全，气孔导度小，吸收的CO<sub>2</sub>少；②叶绿素含量少，光合速率降低，胞间CO<sub>2</sub>固定量少(答案合理即可)(2分)

#### 【解析】

(1) 由图1可知，第7位叶的叶龄是1a，明显大于其他位叶，第7位叶属于老叶，叶肉细胞衰老后细胞中的含水量降低。第1位叶细胞的含水量多于第3位叶，因为第1位叶的叶龄是0~10d，第3位叶的叶龄是20~30d，同一生物组织中幼嫩细胞的细胞代谢旺盛，自由水比例更大。

(2) 叶片净光合速率大于0的含义是叶片的光合速率大于呼吸速率。由图2可看出叶龄会影响油茶叶片的光合作用，从叶绿体角度分析其可能原因是随着叶龄的增大，叶片中的叶绿素含量，以及与光合作用有关的酶含量增多，从而促进叶片的光合作用。

(3) 第2-7位叶的气孔导度和胞间CO<sub>2</sub>均无明显差异，而第1位叶的气孔导度明显小于第2位叶，胞间CO<sub>2</sub>明显大于第2位叶，从光合作用的过程分析影响第1位叶光合作用的原因是第1位叶的气孔并未发育完全，气孔导度小，而且叶绿体结构也发育不完善，暗反应消耗的CO<sub>2</sub>较少，从而使得胞间CO<sub>2</sub>增多。

### 32.【答案】(10分)

(1) 非特异性免疫和特异性(2分)

部分内分泌腺直接或间接地受中枢神经系统的调节，体液调节可以看作是神经调节的一个环节；内分泌腺分泌的激素影响神经系统的发育和功能(2分)

(2) 氧化分解葡萄糖、合成肝糖原和肌糖原、将葡萄糖转化成非糖物质(任答两点即可，共2分)

肾上腺素可促进脂肪分解产生大量的脂肪酸和甘油，从而升高血脂浓度(2分)(答案合理即可)

(3) 不含尼古丁的电子烟与传统香烟都能导致血脂异常和胰岛素敏感度下降(2分)

#### 【解析】

(1) 吞噬细胞可参与非特异性免疫的第二道防线，也可在特异性免疫中参与下列过程：摄取、处理病原体、暴露抗原并将抗原传递给(辅助性)T细胞、吞噬抗原-抗体结合物。在人体内，体液调节和神经调节的关系可概括为一方面，不少内分泌腺直接或间接地受中枢神经系统的调节，在这种情况下，体液调节可以看作是神经调节的一个环节；另一方面，内分泌腺分泌的激素也可以影响神经系统的发育和功能。

(2) 组织细胞对胰岛素的敏感度下降，会导致其摄取的葡萄糖减少，使得组织细胞内氧化分解葡萄糖、合成肝糖原和肌糖原、将葡萄糖转化成非糖物质等生理过程异常，从而无法降低血糖浓度，进而导致糖尿病。烟草的有害物质或气溶胶能促进肾上腺素分泌，进而导致血脂异常，可能的机理是肾上腺素可促进脂肪分解产生大量的脂肪酸和甘油，从而升高血脂浓度。

(3) 由实验结果可知，与对照组相比，传统香烟组、电子烟组、电子烟不含尼古丁组的总胆固醇、甘油三酯、均有升高；对照组与传统香烟组、电子烟组相比，血糖值在胰岛素注射后第60min、90min差异显著，传统香烟组合电子烟组血糖的下降趋势明显减缓，电子烟组和电子烟不含尼古丁组的差异也显著，这表明不含尼古丁

的电子烟与传统香烟一样都能导致血脂异常和胰岛素敏感度下降。

33.【答案】（11分）

(1) 研究白三叶与黑麦草的种植比例对植物的影响（2分）

种植的株数、培养的环境条件、每组设置的组合数、营养液的更换频率等（任答2点即可，每点1分，共2分）

(2) ①1:3（1分）

②白三叶是豆科植物，能与固氮菌共生，其生长不受培养液中氮的影响，而黑麦草不能固氮，其生长受氮的影响，因而在对氮的利用上竞争并未对两者产生影响（2分）

③地下竞争（1分）

光照（1分）

(3) 另设置两组白三叶和黑麦草混播的实验组，白三叶:黑麦草种植比例分别是1:3和3:1，然后在“正常”的基础上施加适量且等量的含氮无机盐，其他操作不变（2分）

【解析】

(1) 由表中信息可知，该实验的自变量是白三叶与黑麦草的种植比例，因变量是生物量、根茎比、叶数、叶长，因而本实验的目的是研究白三叶与黑麦草的种植比例对植物的生物量、根茎比、叶数、叶长变化的影响。该实验的无关变量有种植的株数、培养的环境条件、每组设置的组合数、营养液的更换频率等，这些均需控制相同且适宜，否则会影响实验结果的可信度。

(2) 由实验结果可知，①整体上黑麦草的生物量明显高于白三叶生物量，在白三叶:黑麦草混播比例=1:3时，黑麦草生物量与总生物量达到最高值。②与单播相比，混播对白三叶和黑麦草的生物量无显著影响，这说明竞争并未对两者生物量积累产生影响。从植物对无机盐的利用的角度分析，可能的原因是白三叶是豆科植物，能与固氮菌共生，其生长不受培养液中氮的影响；而黑麦草不能固氮，其生长受氮的影响，因而在对氮的利用上竞争并未对两者产生影响，从而使两者得以共存，对资源的竞争表现的不明显。③从实验结果可知，白三叶的在根茎比上的投入侧重于地下竞争，而黑麦草则在地上与地下竞争间较均衡。在竞争条件下，黑麦草叶片数量有增加趋势，白三叶则表现出减少趋势，在白三叶:黑麦草混播比例=3:1时，黑麦草的叶数显著增加，白三叶变化较小，此外两者的叶片数均受混播比例的显著影响，由此说明，黑麦草在地上光照资源竞争过程中占据较大优势，并通过增加叶片数量增加竞争能力，茎叶的竞争抑制了白三叶茎的生长，可能是由于黑麦草的叶层较高，对白三叶产生了遮蔽作用从而造成其茎叶生长受抑制，不利于对光的竞争。另外也可看出竞争条件下混播对黑麦草的叶长存在显著影响，其中白三叶:黑麦草混播比例为1:3时，黑麦草叶片长显著增加，此时黑麦草叶片在竞争光照资源上表现出更大的优势，使自身能够获得更多的光照。

(3) 由题意可知，增设的实验的自变量是“施氮与否”，原实验没有“施氮”，因而增设的实验组需在原实验的基础上“施氮”，因此该实验的思路是另设置两组白三叶和黑麦草混播的实验组，其比例分别是1:3和3:1，然后在“正常”的基础上施加适量且等量的含氮无机盐，其他操作不变。

34.【答案】（11分）

(1) X染色体（1分）

子代窄叶只有雄株，没有雌株（1分）

2/3（3分）

(2) 两对染色体上的2对等位基因（1分）

红花:粉花:白花=4:1:1（3分）

(3) 均为红花阔叶（2分）

【解析】

(1) 部分阔叶雌株与阔叶雄株杂交，结果发现窄叶只有雄株，没有雌株，雌雄比例不相当，据此说明控制叶形的基因位于X染色体上。阔叶雌株的基因型可能是 $X^B X^B$ 或 $X^B X^b$ ，设 $X^B X^b$ 占比为x，则 $X^B X^B$ 占比为(1-x)，阔叶雄株的基因型是 $X^B Y$ ，子代窄叶雄株占1/6，也即 $1/4x=1/6$ ，则 $x=2/3$ ，即亲本中杂合雌株( $X^B X^b$ )占2/3，纯合的雌株( $X^B X^B$ )占1/3。



(2)  $F_2$  中红花:粉花:白花=12:3:1,  $F_2$  刚好是 9:3:3:1 的变式, 这说明  $F_1$  是两对基因杂合的个体, 且这两对基因分别位于两对染色体上, 设相应的基因是 A/a 和 D/d, 因为红花与非红花之比是 3:1, 又在非红花内部, 粉花和白花之比也是 3:1, 所以假定 A 和 a 分别控制红花和非红花, D 和 d 分别控制粉花和白花, 只要有 A 存在, 植株就表现为红花, 有没有显性基因 D 都一样, 如果没有 A 的存在, 即在基因型为 dd 的植株中, 表现为粉花还是白花, 就看 D 是否存在, 有 D 存在时, 表现为粉花, 没有 D 存在时, 表现为白花。因而  $F_2$  中红花的基因型及比例为 AADD:AADd:AaDD:AaDd:AAdd:Aadd=1:2:2:4:1:2, 白花植株的基因型是 aadd,  $F_2$  红花与白花杂交,  $F_3$  的表现型及比例为红花 ( $\frac{1}{12} + \frac{2}{12} \times \frac{1}{2} + \frac{2}{12} \times \frac{1}{2} + \frac{2}{12} \times \frac{1}{2} + \frac{4}{12} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{12} + \frac{2}{12} \times \frac{1}{2}$ ):粉花 ( $\frac{4}{12} \times \frac{1}{4} + \frac{2}{12} \times \frac{1}{2}$ ):白花 ( $\frac{4}{12} \times \frac{1}{4} + \frac{2}{12} \times \frac{1}{2}$ ) =4:1:1。

(3) 一株雌株与一株雄株杂交,  $F_1$  红花窄叶占  $\frac{3}{16}$ , 说明红花占  $\frac{9}{16} + \frac{3}{16} = \frac{12}{16}$ , 窄叶占  $\frac{1}{4}$ , 这表明亲本的基因型是 AaDdX<sup>B</sup>X<sup>b</sup> 和 AaDdX<sup>B</sup>Y 或 AaDDX<sup>B</sup>X<sup>b</sup> 和 AaDDX<sup>B</sup>Y 或 AaddX<sup>B</sup>X<sup>b</sup> 和 AaddX<sup>B</sup>Y, 均表现为红花阔叶。

### 35. 【答案】 (13 分)

(1) N-1 (1 分)

不能自身成环、不能与引物 B 互补配对、长度要适中 (任答两点即可, 共 2 分)

EcoR I 和 Hind I (2 分)

磷酸二酯键 (2 分)

(2) 感受态细胞 (1 分)

用 EcoR I 单酶切对照和重组质粒, 均使质粒成为线形, 2 的 DNA 条带略比 3 小, 是因为 3 多了一段 *rhtA* 基因序列, 4 被双酶切后形成两个 DNA 片段, 此两段 DNA 的大小相加刚好与 3 基本相同 (答案合理即可) (2 分)

(3) 目的基因的检测与鉴定 (1 分)

微生物繁殖速度快, 可在短时间内获得大量基因表达的产物 (或 *rhtA* 基因取自大肠杆菌, 该基因在真核细胞中可能难以表达, 答案合理即可) (2 分)

### 【解析】

(1) 由图可知, 获取大量 *rhtA* 基因要经 PCR 技术扩增, 若要扩增出 N 个 *rhtA* 基因, 需要引物 A、B 各 N-1 个, 理由是经 PCR 扩增获得 N 个 *rhtA* 基因, 其中只有最初的两条模板链不需要引物, 则引物的数量是 2N-2 个, 引物有 A、B 两种, 因此各需要 N-1 个。引物 A 要与 *rhtA* 基因的相应的部位互补配对, 因而其自身不能成环, 也不能与引物 B 互补配对, 为了防止出现非特异性扩增片段, 其长度不能过短。通过过程①得到重组质粒, 需选用的两种限制酶是 EcoR I 和 Hind I, 理由是引物 A 含 EcoR I 的识别序列, 引物 B 含 Hind I 的识别序列, 经 PCR 扩增后形成的 *rhtA* 基因的两端分别可被 EcoR I 和 Hind I 切割, 而 pEC-XK99E 质粒上也有相应的识别序列。限制酶起作用部位是相邻核苷酸之间的磷酸二酯键。

(2) 过程②⑤在操作时, 需将大肠杆菌处理成感受态细胞。若 2 是对照, 则 3、4 分别是单酶切、双酶切的结果, 理由是用 EcoR I 单酶切对照和重组质粒, 均使质粒成为线形, 2 的 DNA 条带略比 3 小, 是因为 3 多了一段 *rhtA* 基因序列, 4 被双酶切后形成两个 DNA 片段, 此两段 DNA 的大小相加刚好与 3 基本相同。

(3) 将正确的质粒导入 AI9 后, 后续的步骤是目的基因的检测与鉴定。本技术选用微生物大肠杆菌作为受体细胞, 而不选用动物细胞, 理由是微生物繁殖速度快, 可在短时间内获得大量基因表达的产物 (或 *rhtA* 基因取自大肠杆菌, 该基因在真核细胞中可能难以表达)。

## 物理参考答案

## 14. 【答案】D

【解析】核裂变和核聚变均放出核能，则均存在质量亏损，所以质量不守恒，但能量守恒，选项 A 错误；原子核是核子凭借核力结合在一起构成的，要把它们分开所需要能量叫做原子核的结合能，这个能量也是核子结合成原子核而释放的能量，核裂变和核聚变中释放的能量是由于质量亏损而释放的能量，所以不是原子核的结合能，选项 B 错误；组成原子核的核子越多，它的结合能越大，但比结合能不一定越大，选项 C 错误；比结合能越大，原子核中核子结合得一定越牢固，原子核就越稳定，选项 D 正确。

## 15. 【答案】B

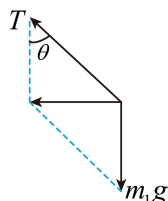
【解析】从光源发出的光射到  $aa'b'b$  面上的临界角  $C$  满足  $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{3}{5}$ ，临界角  $C = 37^\circ$ ，当  $ef$  发出的光恰好射到  $bb'$  时，设入射角为  $i$ ，根据几何关系得  $\sin i = \frac{1}{2}$ ，则入射角  $i < 37^\circ$ ，设  $ef$  垂直入射到  $aa'b'b$  面上的位置为  $e'f'$ ，根据几何关系可得  $bb'$  到  $e'f'$  之间的距离为  $x_1 = 2L$ ，则入射到  $aa'b'b$  面上  $bb'$  到  $e'f'$  之间  $x_1 = 2L$  部分入射角均小于  $37^\circ$ ，则都不会发生全反射，即均可射出；入射到  $aa'b'b$  面上  $e'f'$  到  $aa'$  之间恰好发生全反射时入射角为临界角  $C = 37^\circ$ ，设恰好发生全反射的位置距  $e'f'$  的距离为  $x_2$ ，根据几何关系可得  $\tan 37^\circ = \frac{x_2}{4L}$ ，解得  $x_2 = 3L$ ， $x_2$  小于  $e'f'$  到  $aa'$  之间的距离  $6L$ ，则入射到  $aa'b'b$  面上  $e'f'$  到  $aa'$  之间能射出的宽度为  $x_2 = 3L$ ，则入射到  $aa'b'b$  面上能射出光的总宽度为  $x = x_1 + x_2 = 5L$ ，所以能射出光部分占的比例为  $k = \frac{5L}{8L} = \frac{5}{8}$ ，选项 B 正确。

## 16. 【答案】B

【解析】根据等量异种电荷电场线和等势面的分布规律可知  $a$ 、 $b$  两点电场强度相同，电势均为零，即相等， $e$ 、 $f$  两点关于  $O$  点对称可知，电场强度相同，根据沿电场线方向电势降低，则  $e$  点的电势大于  $f$  点的电势，即电势不同，选项 A 错误，选项 B 正确；根据等量异种电荷电场线疏密的分布规律可知  $c$  点电场强度大于  $O$  点的电场强度， $O$  点的电场强度又大于  $d$  点的电场强度，则电子在  $c$  点受到的静电力大于在  $d$  点受到的静电力，根据沿电场线方向电势降低，则  $c$  点的电势大于  $d$  点的电势，根据电势能  $E_p = q\varphi$ ，又因为电子带负电，则电子在电势较高处具有的电势能较小，所以在  $c$  点的电势能也小于在  $d$  点的电势能，选项 C 错误；如果无穷远处电势能为零，则两电荷在  $d$  点产生的电势大小相等，符号相反，代数和为零，即  $d$  点电势为零，一质子在  $d$  点和无穷远处具有的电势能都为零，即电势能相等，所以从  $d$  点移到无穷远处，静电力做功为零，选项 D 错误。

## 17. 【答案】D

【解析】对小球受力分析可知合力与加速度方向水平向左，所以汽车运动的加速度方向水平向左，如果向右运动，则做匀减速直线运动，如果向左运动，则做加速直线运动，选项 A 错误；



设小球的加速度为  $a$ ，受力分析如图所示，对小球由牛顿第二定律得  $m_1 g \tan \theta = m_1 a$ ，解得  $a = g \tan \theta$ ，则汽车的加速度和苹果箱的加速度都为  $a = g \tan \theta$ ，苹果箱和箱内的苹果始终相对于车箱底板静止，则车厢底板对苹果箱的摩擦力为静摩擦力，不是滑动摩擦力，所以不一定为  $\mu Mg$ ，以这箱苹果为研究对象，根据牛顿第二定律有

$F_f = Ma = Mg \tan \theta$ ，选项 B 错误；以苹果箱中间一个质量为  $m$  的苹果为研究对象，设周围其它苹果对它的作用力大小为  $F$ ，方向与竖直方向的夹角为  $\alpha$ ，在水平方向根据牛顿第二定律有  $F \sin \alpha = ma$ ，在竖直方向上  $F \cos \alpha = mg$ ，加速度  $a = g \tan \theta$ ，三式联立解得  $F = \sqrt{(mg \tan \theta)^2 + (mg)^2} = mg \sqrt{1 + \tan^2 \theta} = \frac{mg}{\cos \theta}$ ，

$\tan \alpha = \frac{a}{g} = \tan \theta$ ，则  $\alpha = \theta$ ，选项 C 错误，选项 D 正确。

18. 【答案】B

【解析】根据欧姆定律，原线圈的电流为  $I_1 = \frac{U_{R_1}}{R_1} = \frac{60}{6R} = \frac{10}{R}$ ，副线圈电流为  $I_2 = \frac{U_2}{R}$ ，原线圈两端的电压为  $U_1 = U - U_{R_1} = 100V - 60V = 40V$ ，设理想变压器原、副线圈匝数之比为  $\frac{n_1}{n_2} = k$ ，理想变压器有  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = k$ ，

解得  $U_2 = \frac{U_1}{k}$ ，代入得  $I_2 = \frac{U_2}{R} = \frac{U_1}{kR} = \frac{40}{kR}$ ，理想变压器有  $\frac{I_2}{I_1} = \frac{n_1}{n_2} = k$ ，再将  $I_2 = \frac{40}{kR}$  和  $I_1 = \frac{10}{R}$  代入上式解

得  $k = 2$ ，即原、副线圈匝数之比为 2:1，选项 A 错误； $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = 2$ ， $U_1 = 40V$ ，解得  $U_2 = 20V$ ，选项 B

正确；根据题设条件不能确定电阻  $R$  的阻值，所以原副线圈电流都不能确定，选项 C、D 错误。

19. 【答案】BC

【解析】天和核心舱在轨道 I 运行做匀速圆周运动，神舟十五号载人飞船在轨道 II 运行经过 A 点时做向心运动，所以神舟十五号载人飞船在轨道 II 运行经过 A 点的速度小于天和核心舱在轨道 I 运行的速度，选项 A 错误；设

载人飞船运动周期为  $T_2$ ，根据开普勒第三定律有  $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r^3}{a^3}$ ，则天和核心舱运动的周期与飞船在椭圆轨道 II 上运

动的周期之比为  $\sqrt{r^3} : \sqrt{a^3}$ ，选项 B 正确；天和核心舱做匀速度圆周运动，万有引力提供向心力有

$G \frac{Mm}{r^2} = mr\omega^2 = m \frac{v^2}{r}$ ，又因为地球表面上物体有  $G \frac{Mm_0}{R^2} = m_0 g$ ，两式联立解得天和核心舱运动的角速度

$\omega = \sqrt{\frac{gR^2}{r^3}}$ ，线速度  $v = \sqrt{\frac{gR^2}{r}}$ ，选项 C 正确，选项 D 错误。

20. 【答案】AB

【解析】A、B 两球落地时的速度相同，设为  $v_0$ ，两球下落过程根据机械能守恒定律可得，

$(km + m)gh = \frac{1}{2}(km + m)v_0^2$ ，解得  $v_0 = \sqrt{2gh}$ ，球 B 先与地面碰撞之后原速弹回，此时 A 球速度方向还是向

下，为  $v_0 = \sqrt{2gh}$ ，之后两球发生弹性碰撞，设向上为正方向，碰撞之后  $A$ 、 $B$  两球的速度分别为  $v_A$  和  $v_B$ ，根

据动量守恒定律  $kmv_0 - mv_0 = kmv_B + mv_A$ ，根据能量守恒定律可得  $\frac{1}{2}kmv_0^2 + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}kmv_B^2 + \frac{1}{2}mv_A^2$ ，

两式联立解得  $v_A = \frac{3k-1}{k+1}v_0$ ，当  $k=3$  时代入可得  $v_A = 2v_0$ ，设上升的最大高度为  $h_1$ ， $A$  球上升过程根据机械能

守恒定律可得， $\frac{1}{2}mv_A^2 = mgh_1$ ，代入数据解得  $h_1 = 4h$ ；当  $k=7$  时代入可得  $v_A = 2.5v_0$ ，设上升的最大高度为

$h_2$ ， $A$  球上升过程根据机械能守恒定律可得  $\frac{1}{2}mv_A^2 = mgh_2$ ，代入数据解得  $h_2 = 6.25h$ ，所以  $A$  球上升的最大

高度应大于  $4h$ ，小于  $6.25h$ ，选项 AB 正确。

21. 【答案】BCD

【解析】导体棒在出三个磁场时均恰好匀速运动，则有  $mg = \frac{B^2L^2v}{2R}$ ，解得出磁场时的速度为  $v = \frac{2mgR}{B^2L^2}$ ，则

导体棒出磁场时的速度均相同，三个磁场的宽度都相等，在磁场中运动过程根据牛顿第二定律有

$ILB - mg = ma$ ，感应电流  $I = \frac{BLv}{2R}$ ，解得加速度为  $a = \frac{B^2L^2v}{2Rm} - g$ ，棒  $ab$  在磁场中运动的加速度只与变量速

度  $v$  有关，根据微元法可得棒  $ab$  在磁场 I、II、III 区域运动情况均相同，选项 A 错误，选项 B 正确；棒  $ab$  在

进入磁场区域 I 瞬间和进入磁场区域 III 瞬间速度大小相等，此过程中根据能量守恒定律电路中产生的总热量为

$Q = mg(2d + 2s) = 2mg(d + s)$ ，导体棒电阻与串联电阻阻值相等，则电阻  $R$  产生的热量为  $mg(d + s)$ ，选项

C 正确；导体棒离开磁场 I 到进入磁场 II 的过程中，由匀变速运动规律得  $v_1^2 - v^2 = 2gs$ ，解得

$v_1 = \sqrt{v^2 + 2gs} = \sqrt{\frac{4m^2g^2R^2}{B^4L^4} + 2gs}$ ，进入磁场 II 时的速度与进入磁场 I 时的速度相等，由静止释放到区域 I

上边界的过程导体棒做匀变速直线运动，根据运动学公式有  $v_1^2 = 2gx$ ，因此  $x = \frac{2m^2R^2g}{B^4L^4} + s$ ，选项 D 正确

22. (6分) 【答案】(1) BDE (3分) (2)  $\frac{d}{t}$  (1分) (3)  $d^2 = 2gLt^2$  (2分)

【解析】(1) 本实验需要验证的表达式为  $mgL = \frac{1}{2}mv^2$ ，所以需要测量小球释放点与光电门之间的高度  $L$ ，由

表达式可知由于等式两边均有小铁球的质量  $m$ ，可以约去，所以小铁球的质量  $m$  可以不用测量，本实验中由于

小铁球的直径  $d$  较小，所以小铁球过光电门时的速度大小近似为  $v = \frac{d}{t}$ ，所以还需要测量小铁球的直径  $d$ ，小

球通过光电门的时间  $t$ ，所以选择 BDE。

(2) 小铁球经过光电门的挡光时间为  $t$ ，由于小铁球的直径较小，所以其通过光电门的速度可近似为  $v = \frac{d}{t}$ 。

(3) 本实验要验证小铁球下落过程中机械能是否守恒，只需验证等式  $mgL = \frac{1}{2}mv^2 - 0 = \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t}\right)^2$

即  $d^2 = 2gLt^2$

23. (10分) 【答案】(1) 150 (1分) (2)  $R_1$  (2分) 电路图见解析 (2分) (3) 2.150 (1分)

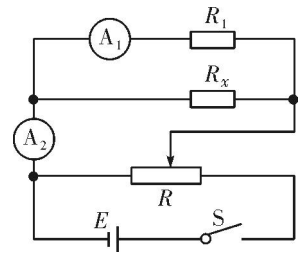
(4)  $\frac{I_1(R_1 + r_1)}{I_2 - I_1}$  (2分)  $R_x d$  (2分)

【解析】(1) 待测电阻阻值为  $15.0 \times 10 \Omega = 150 \Omega$ 。

(2) 实验器材中没有电压表，电流  $A_1$  的内阻已知，所以应用电流  $A_1$  与定值电阻串

联改装成电压表，电源的电动势为 1.5V，串联的电阻为  $R = \frac{E}{I_m} - r = 295 \Omega$ ，所以

定值电阻应选择  $R_1$ ，电流表  $A_2$  内阻未知，所以应用外接法，即如图所示电路，此接法两表恰好几乎同时满偏。



(3) 由螺旋测微器读数规则，可知新型导电材料的厚度  $d = 2\text{mm} + 15.0 \times 0.01\text{mm} = 2.150\text{mm}$ 。

(4) 根据电路的特点并联支路电压相等，则被测电阻两端的电压  $U = I_1(R_1 + r_1)$ ，由伏安法解得

$$R_x = \frac{I_1(R_1 + r_1)}{I_2 - I_1}; \text{ 设该正方形导电材料的边长为 } a, \text{ 厚度为 } d, \text{ 根据电阻的定律有 } R_x = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{a}{a \cdot d} = \rho \frac{1}{d},$$

解得该正方形导电材料电阻率  $\rho = R_x d$ 。

24. (11分) 【答案】(1) 4cm (2) 14cm

【解析】(1) 将气体的温度缓慢加热到 400K 过程中活塞 A 的质量不变，大气压强  $p_0$  气体的压强不变，所以气体的压强不变，为等压变化，设加热后气体的压强为  $p_2$ ，两活塞间的距离变为  $L_1$

根据盖-吕萨克定律可得  $\frac{dS}{T_1} = \frac{L_1 S}{T_2}$  (1分)

解得  $L_1 = 16\text{cm}$

以两活塞和汽缸整体为研究对象，弹簧的弹力与整体重力相平衡，加热过程中始终平衡，则弹簧弹力不变，即活塞 B 的位置不变，则活塞 A 对地移动的距离  $x_1 = L_1 - d = 4\text{cm}$  (1分)

(2) 以活塞 A 为研究对象，设气体的压强为  $p_1$ ，根据平衡条件有

$$p_0 S + mg = p_1 S \quad (1分)$$

代入数据解得  $p_1 = 2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$

活塞  $A$  施加一个竖直向上  $F=10\text{N}$  的拉力平衡后, 设气体的压强为  $p_2$ , 以活塞  $A$  为研究对象, 根据平衡条件有  $p_0S + mg = p_2S + F$  (1 分)

$$p_2 = 1.5 \times 10^5 \text{ Pa} \quad (1 \text{ 分})$$

此过程中气体温度不变, 根据玻意耳定律可得  $p_1dS = p_2L_2S$  (1 分)

$$\text{解得 } L_2 = 16\text{cm} \quad (1 \text{ 分})$$

以两活塞和汽缸整体为研究对象, 设两活塞和汽缸整体质量为  $M$ , 设初始时弹簧的压缩量为  $x$ , 根据平衡条件有  $Mg = kx$  (1 分)

施加拉力后弹簧的压缩量为  $x'$ , 根据平衡条件有  $Mg = kx' + F$  (1 分)

两式联立解得  $x - x' = 10\text{cm}$ , 即活塞  $B$  向上移动的距为  $10\text{cm}$  (1 分)

根据几何关系可得活塞  $A$  向上移动的距离为  $x_2 = (x - x') + (L_2 - d) = 14\text{cm}$  (1 分)

25. (17 分)

**【答案】** (1)  $\frac{2(7-4\sqrt{3})qB^2a^2}{m} < U < \frac{qB^2a^2}{2m}$  (2)  $\frac{5\pi m}{3qB}$

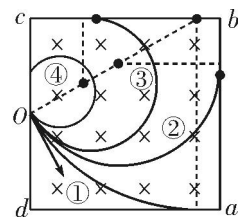
**【解析】** (1) 当粒子不从  $ad$  边射出的临界轨迹是轨迹与  $ad$  边相切, 如图中①所示, 设此时粒子轨道半径为  $r_1$ , 由几何关系得  $r_1 - \frac{a}{2} = r_1 \sin 30^\circ$  (1 分)

$$\text{解得 } r_1 = a \quad (1 \text{ 分})$$

在磁场中做匀速圆周运动洛伦兹力提供向心力  $qv_1B = \frac{mv_1^2}{r_1}$  (1 分)

粒子在电场中加速过程根据动能定理  $qU_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$  (1 分)

以上各式联立解得轨迹与  $ad$  边相切时加速电压为  $U_1 = \frac{qB^2a^2}{2m}$  (1 分)



当粒子恰好从  $ab$  边射出的临界轨迹是轨迹与  $ab$  边相切, 如图中②所示, 设此时粒子轨道半径为  $r_2$ , 由几何关系得  $r_2 + r_2 \cos 30^\circ = a$  (1 分)

$$\text{解得 } r_2 = (4 - 2\sqrt{3})a \quad (1 \text{ 分})$$

在磁场中做匀速圆周运动洛伦兹力提供向心力  $qv_2B = \frac{mv_2^2}{r_2}$  (1 分)

粒子在电场中加速过程根据动能定理  $qU_2 = \frac{1}{2}mv_2^2$  (1 分)

以上各式联立解得轨迹与  $ad$  边相切时加速电压为  $U_2 = \frac{2(7-4\sqrt{3})qB^2a^2}{m}$  (1分)

要使粒子全部从  $ad$  边射出, 则粒子轨迹半径要小于  $r_1 = a$ , 大于  $r_2 = (4-2\sqrt{3})a$ , 则加速电压  $U_2 < U < U_1$ .

$$\text{即 } \frac{2(7-4\sqrt{3})qB^2a^2}{m} < U < \frac{qB^2a^2}{2m} \quad (2 \text{分})$$

(2) 加速电场两板间的电压  $U = \frac{qB^2a^2}{50m}$ , 粒子在电场中加速过程根据动能定理  $qU = \frac{1}{2}mv^2$  (1分)

在磁场中做匀速圆周运动洛伦兹力提供向心力  $qvB = \frac{mv^2}{r}$  (1分)

以上各式联立代入数据解得  $r = \frac{a}{5}$  (1分)

如图所示, 当粒子轨迹与  $bc$  边界相切时, 如图中③所示, 设此时的轨道半径为  $r_3$ , 由几何关系得  $r_3 + r_3 \sin 30^\circ = \frac{a}{2}$  解得  $r_3 = \frac{a}{3}$ , 因为  $r < r_3$ , 则粒子从  $cd$  边射出 (1分)

根据对称性得轨迹的圆心角为  $300^\circ$ , 运动时间为  $t = \frac{300^\circ}{360^\circ}T = \frac{5}{6} \times \frac{2\pi m}{qB} = \frac{5\pi m}{3qB}$  (1分)

26. (18分) 【答案】(1) 12m/s (2) 1m/s 方向水平向左 (3) 1.5m/s 方向水平向右 3m/s

【解析】(1) 小球在向下摆动过程中由机械能守恒定律可得  $m_0gL(1 - \cos 60^\circ) = \frac{1}{2}m_0v^2$  (1分)

解得  $v = 7\text{m/s}$  (1分)

小球与物块发生弹性碰撞, 由动量守恒定律可得  $m_0v = m_0v' + mv_0$  (1分)

由能量守恒定律有  $\frac{1}{2}m_0v^2 = \frac{1}{2}m_0v'^2 + \frac{1}{2}mv_0^2$  (1分)

两式联立解得  $v_0 = 12\text{m/s}$  (1分)

(2) 对物块, 根据牛顿第二定律  $\mu_2mg = ma_1$  (1分)

对长木板, 根据牛顿第二定律  $\mu_2mg - \mu_1(M+m)g = Ma_2$  (1分)

设物块从开始运动到与挡板碰撞过程中

两位移关系为  $(v_0t_1 - \frac{1}{2}a_1t_1^2) - \frac{1}{2}a_2t_1^2 = s$  (1分)

解得  $t_1 = 1\text{s}$ ,  $\frac{1}{2}a_1t_1^2 = 0.5\text{m} < d$ , 则物块与长木板的挡板碰撞时, 长木板还未与墙壁发生碰撞

物块与挡板刚要发生碰撞时, 物块的速度为  $u_A = v_0 - a_1t_1 = 7\text{m/s}$  (1分)

长木板的速度为  $u_B = a_2t_1 = 1\text{m/s}$  (1分)

物块与木板的挡板间的碰撞为弹性碰撞, 由动量守恒定律和能量守恒定律可得

$$mu_A + Mu_B = mv_1 + Mv_2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2}mu_A^2 + \frac{1}{2}Mu_B^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 \quad (1 \text{ 分})$$

两式联立代入数据解得  $v_1 = -1\text{m/s}$ ，物块的速度方向水平向左，大小为  $v_1 = 1\text{m/s}$  (1 分)

长木板的速度  $v_2 = 5\text{m/s}$

(3) 碰撞之后对长木板，根据牛顿第二定律  $\mu_2 mg + \mu_1(M+m)g = Ma$  (1 分)

物块与木板间的碰撞之后到与竖直墙壁碰撞过程中长木板位移  $d - \frac{1}{2}a_2 t_1^2 = v_2 t_2 - \frac{1}{2}a_3 t_2^2$  (1 分)

解得  $t_2 = 0.5\text{s}$  或  $t_2 = 2.0\text{s}$  (舍去) (1 分)

则与墙壁碰撞前瞬间物块的速度  $v_A = v_1 - a_1 t_2 = -1.5\text{m/s}$ ，负号表示方向水平向右 (1 分)

则与墙壁碰撞前瞬间长木板的速度  $v_B = v_2 - a_3 t_2 = 3\text{m/s}$  (1 分)