

山东省 2015 年普通高等学校招生全国统一考试（山东卷）

理科综合

本试卷分第 I 卷和第 II 卷两部分，共 12 页。满分 300 分。考试用时 150 分钟。

第 I 卷（必做，共 107 分）

一、选择题（本小题包括 13 小题，每题 5 分，每小题只有一个选项符合题意）

1. 下列有关植物激素的应用，正确的是

- A. 苹果树开花后，喷施适宜浓度的脱落酸可防治果实脱落
- B. 用赤霉素处理马铃薯块茎，可延长起休眠时间以利于储存
- C. 用一定浓度乙烯利处理采摘后未成熟的香蕉，可促其成熟
- D. 用生长素类似物处理二倍体番茄幼苗，可得到多倍体番茄

【答案】C

【考点】植物激素的应用

【解析】A 脱落酸促进果实脱落，适宜浓度的生长素可防止果实脱落，故 A 选项错误 B 赤霉素可用于解除种子休眠，故 B 选项错误 C 乙烯利促进果实成熟，故 C 选项正确 D 秋水仙素处理二倍体番茄幼苗，可得到多倍体番茄，故 D 选项错误

2. 关于细胞生命历程的叙述，正确的是

- A. 胚胎细胞中存在与细胞凋亡有关的基因
- B. 原癌基因与抑癌基因在正常细胞中不表达
- C. 真核细胞不存在无丝分裂这一细胞增值方式
- D. 细胞分化过程中蛋白质种类和数量未发生变化

【答案】A

【考点】细胞的生命历程

【解析】A 细胞中均存在与细胞凋亡的有关的基因，故 A 选项正确 B 原癌基因负责调控正常的细胞周期，抑癌基因抑制原癌基因产生不正常的细胞周期，原癌基因与抑癌基因在正常细胞中均表达，故 B 选项错误 C 真核细胞存在无丝分裂增殖方式，例如蛙的红细胞，故 C 选项错误 D 细胞分化是基因选择性表达的结果，在此过程中蛋白质种类和数量发生改变，故 D 选项错误

3. 下列有关生物学实验的叙述，正确的是

- A. 叶绿体色素滤液细线渗入层析液，可导致滤纸条上色素带重叠
- B. 低温诱导大蒜根尖时间过短，可能导致难以观察到染色体加倍的细胞
- C. 用显微镜观察洋葱根尖装片时，需保持细胞活性以便观察有丝分裂过程
- D. 将洋葱表皮放入 0.3g/ml 蔗糖溶液中，水分交换平衡后制成装片观察质壁分离过程

【答案】B

【考点】教材相关实验知识点考察。

【解析】A、滤液细线中的色素进入层析液之后，色素溶解，导致滤纸条上无色素带出现。故 A 选项错误 B、低温诱导时间过短可能还没有发生染色体变异，故观察不到染色体加倍的细胞。故 B 选项正确。C、观察洋葱根尖有丝分裂实验的材料经过解离已经死亡。故 C 选项错误。D、水分交换平衡之后，只能观察到质壁分离的结果，无法观察质壁分离过程。故 D 选项错误。

4. 下列有关细胞内物质含量比值的关系，正确的是

- A. 细胞内结合水/自由水的比值，种子萌发时比休眠时高
- B. 人体细胞内 O_2/CO_2 的比值，线粒体内比细胞质基质高
- C. 神经纤维膜内 K^+/Na^+ 的比值，动作电位时比静息电位时高
- D. 适宜条件下光合作用过程中 C_5/C_3 的比值，停止供应 CO_2 后比停止前高

【答案】D

【解析】A 选项，细胞内的水分为结合水与自由水：结合水是细胞的构成成分；自由水是细胞内的良好溶剂。生物体代谢旺盛，其体内自由水相对比值越高。种子休眠时，不需要进行过多的代谢活动，所以细胞内结合水的含量会相对升高，而种子萌发时，需要进行代谢活动，所以，自由水的相对含量会升高，所以 A 项错误。B 选项，有氧呼吸过程中，第一阶段葡萄糖在细胞质基质中水解为丙酮酸，第二阶段，丙酮酸在线粒体基质中与水反应生成 CO_2 和大量 $[H]$ ，第三阶段前两阶段产生的 $[H]$ 与 O_2 生成水，所以，在线粒体内 O_2/CO_2 的比值要比细胞质基质中低。C 选项，神经纤维由静息电位到动作电位是 Na^+ 内流，所以，相对于静息电位时动作电位中 K^+/Na^+ 比值要低。C 项错误。D 选项，暗反应中停止 CO_2 供应，则 C_5 参与的 CO_2 的固定反应减弱，产物 C_3 含量相对降低， C_5/C_3 比值升高，

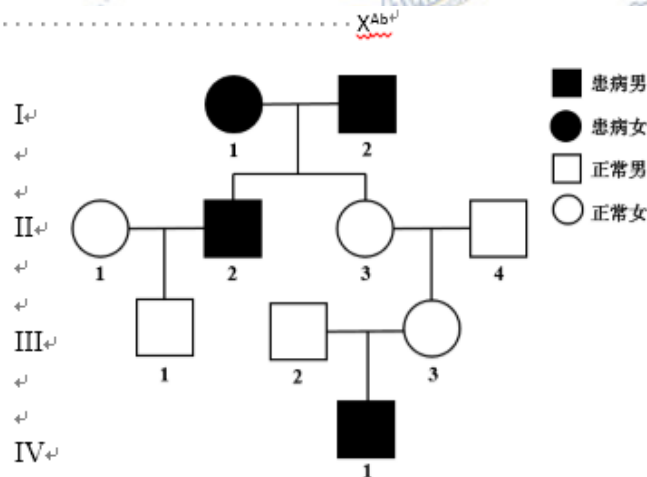
D 选项正确。

【考点】A 选项，考察的是细胞中水的存在形式及功能。B 选项，考察的是细胞的呼吸作用。C 选项，考察的是动作电位与静息电位之间的变化。D 选项，考察的是光合作用中瞬间变量的问题。

5. 人类某遗传病受 X 染色体上的两对等位基因 (A, a 和 B, b) 控制，且只有 AB 基因同时存在

时个体才不患病。不考虑基因突

变和染色体变
异。根据系
析错误的
是



A. I-1 的基因型为 $X^{aB}X^{ab}$ 或 $X^{aB}X^{aB}$

B. II-3 的基因型一定为 $X^{Ab}X^{aB}$

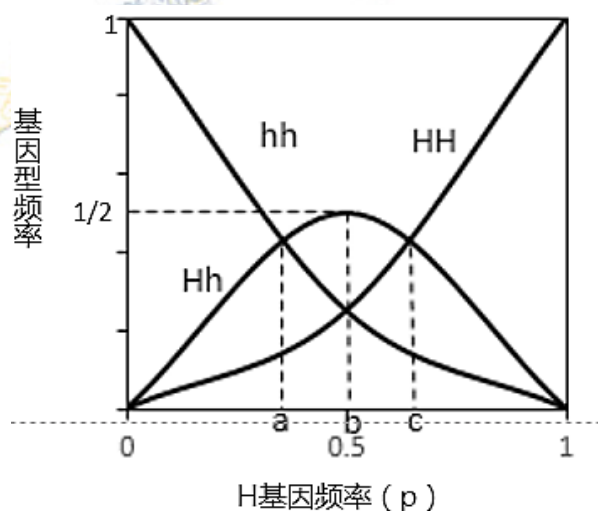
C. IV-1 的致病基因一定来自于 I-1

D. 若 II-1 的基因型为，与 II-2 生一个患病女孩的概率为 $1/4$

【答案】D

【考点】：遗传图谱分析即相关概率计算。

由 I_2 基因型为 $X^{Ab}Y$ ， I_1 患病及 II_2 有病且 II_3 无病可以得到 I_1 基因型为 $X^{aB}X^{ab}$ 或 $X^{aB}X^{aB}$ ，故选项 A 正确。B II_3 无病，则基因型一定为 $X^{aB}X^{aB}$ ，故选项 B 正确。C II_4 正常，则基因型为 $X^{Ab}Y$ ，故 III_3 基因型（其正常）为 $X^{aB}X^{aB}$ 或 $X^{aB}X^{Ab}$ ，由于



III₂ 正常。IV₁ 患病，则其基因型可能为 X^{Ab}Y 或 X^{aB}Y，故致病基因来自 I₁ 或 I₂。故选项 C 错误。D 若 II₁ 的基因型为 X^{Ab}X^{aB}，且 II₂ 为 X^{aB}Y 时，后代患病女孩概率为二分之一乘以二分之一为四分之一；当 II₂ 为 X^{Ab}Y 时，后代患病女孩概率仍为二分之一乘以二分之一为四分之一。故选项 D 正确。

6. 玉米的高秆 (H) 对矮秆 (h) 为显性。现有若干 H 基因频率不同的玉米的群体，在群体足够大且没有其他因素干扰时，每个群体内随机交配一代后获得 F₁。各 F₁ 中基因频率与 H 基因频率 (p) 的关系如图。下列分析错误的是

- A. 0<P<1 时，亲代群体都可能只含有纯合体
- B. 只有 p=b 时，亲代群体才可能只含有杂合体
- C. p=a 时，显性纯合体在 F₁ 中所占的比例为 1/9
- D. p=c 时，F₁ 自交一代，子代纯合体比例为 5/9

【答案】D

【解析】A 选项，H 基因频率 0<p<1 时，h 基因频率同样是介于 0 和 1 之间，纯合体包括显性纯合体和隐性纯合体，所以 A 选项正确；B 选项 p=b 时，Hh 基因型频率是 1/2，HH 和 hh 基因型频率各位 1/4，只有 Hh 群体随机交配才会出现此种情况，所以 B 正确；C 选项 p=a 时，即 H=a，h=1-a，由图可知，基因型频率 Hh=hh，设 Hh=hh=m，则 HH=1-2m，H 基因频率 a=1-2m+1/2m，有遗传平衡定律得 HH 基因型频率即 1-2m=a²，由两式解得 m=4/9，则显性纯合体 HH 在 F₁ 中的比例为 1-2m 即为 1/9，所以 C 正确；D 选项 p=c 时，由图得 HH=Hh，同样依据 C 选项方法计算出 F₁ 中 HH=Hh=4/9，hh=1/9，F₁ 自交一代子代中纯合体的比例应该为 7/9，所以 D 选项错误。

【考点】本题考查基因频率的计算、遗传平衡定律、自交、杂交等综合运用，难度稍大。

7. 进行化学实验时应强化安全意识。下列说法正确的是

- A. 金属钠着火时使用泡沫灭火器灭火
- B. 用试管加热碳酸氢钠固体时试管口竖直向上
- C. 浓硫酸溅到皮肤上时应立即用稀氢氧化钠溶液冲洗
- D. 制备乙烯时向乙醇和浓硫酸的混合液中加入碎瓷片

答案 D

解析：A 选项钠着火应用干沙灭火，不能用泡沫灭火器，钠和 CO_2 反应且放热；

B 选项用大试管加热碳酸氢钠固体时试管口应该微微向下倾斜；

C 选项浓硫酸溅到皮肤上时应立即用大量的水冲洗，后用碳酸氢钠处理；

D 选项中制备乙烯需要向乙醇和浓硫酸的混合溶液中加入碎瓷片防止暴沸。

考点分析：化学实验操作、注意事项、实验安全问题考察

8. 短周期元素 X、Y、Z、W 在元素周期表中的相应位置如图所示。已知 Y、W 的原子序数之和是 Z 的 3 倍，下列说法正确的是

A. 原子半径： $X < Y < Z$

B. 气态氢化物的稳定性： $X > Z$

C. Z、W 均可与 Mg 形成离子化合物

D. 最高价氧化物对应水化物的酸性： $Y > W$

	Y	Z	
X			W

答案 C

解析：根据题意可判断出 X 为 Si，Y 为 N，Z 为 O，W 为 Cl。

A 项，原子半径： $X > Y > Z$ ；

B 项，Z 的非金属性强于 X，气态氢化物稳定性 $Z > X$ ；

C 项，Z 与 W 形成 MgO ，W 与 Mg 形成 MgCl_2 ，均是离子化合物；

D 项，Cl 的非金属性强于 N，最高价氧化物的酸性 $\text{HClO}_4 > \text{HNO}_3$ ， $W > Y$ 。

故选 C。

考点分析：元素周期表中元素位置的判断，半径比较，非金属性判断及氢化物稳定性、最高价含氧酸酸性比较，化合物类型

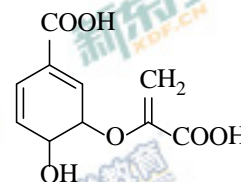
9. 分枝酸可用于生化研究，其结构简式如图。下列关于分枝酸的下列叙述正确的是（ ）

A. 分子中含有 2 种官能团

B. 可与乙醇、乙酸反应，且反应类型相同

C. 1 mol 分枝酸最多可与 3 mol NaOH 发生中和反应

D. 可使溴的四氯化碳溶液、酸性高锰酸钾溶液褪色，且原理相同



答案 B

解析：A 项，官能团有羧基、碳碳双键、醚键、羟基四种；

B 项，因分枝酸含有羟基和羧基、可分别和乙酸、乙醇发生酯化反应；

C 项，能与 NaOH 反应的只有羧基，醇羟基不与其反应，故 2mol；

D 项使溴的四氯化碳溶液褪色是碳碳双键发生的加成反应，使酸性高锰酸钾褪色是氧化还原反应，原理不同。

故选 B。

考点分析：根据简单有机物的结构判断官能团的种类，反应类型，官能团的性质

10. 某化合物有两种单质直接反应生成，将其加入 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中同时有气体和沉淀产生。下列化合物中符合上述条件的是

A . AlCl_3 B . Na_2O C . FeCl_2 D . SiO_2

答案 A

解析：根据题意化合物由两单质直接反应生成，排除 C；将其加入 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 同时产生气体和沉淀，B 项氧化钠与水反应产生 NaOH，再与 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 反应产生 BaCO_3 沉淀，无气体放出；D 项不反应，A 项中 Al^{3+} 与 HCO_3^- 双水解产生 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀和 CO_2 气体。

故选 A。

考点分析：元素及其化合物及双水解知识点考察

11. 下列由实验现象得出的结论正确的是

	操作及现象	结论
A	向 AgCl 悬浊液中加入 NaI 溶液时出现黄色沉淀	$K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) < K_{\text{sp}}(\text{AgI})$
B	向某溶液中滴加氯水后再加入 KSCN 溶液，溶液呈红色	溶液中一定含有 Fe^{3+}
C	向 NaBr 溶液中加入少量氯水和苯，震荡、静置，溶液上层呈橙红色	Br^- 还原性强于 Cl^-
D	加热盛有 NH_4Cl 固体的试管，试管底部固体消失，试管口有晶体凝结	NH_4Cl 固体可以升华

答案 C

解析 A 项，出现黄色沉淀，说明 AgI 更难溶，因此 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgI})$ ；

B 项，先滴加氯水会将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} ，后再加 KSCN 产生红色，但不确定红色的 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 中的 Fe^{3+} 来自溶液本身还是被氧化的 Fe^{2+} ；

C 项 NaBr 中滴加氯水，苯的密度小于水置于上层且呈橙红色说明有 Br_2 ，发生反应 $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ ，则还原性： $\text{Br}^- > \text{Cl}^-$ ，

D、 NH_4Cl 加热易分解，产生 HCl 气体和 NH_3 气体，两气体在试管口重新发生反应生成 NH_4Cl 固体。

故选 C。

考点分析：沉淀溶解平衡原理、离子检验、氧化还原反应氧化性还原性比较、常见物质的性质

12. 下列表示对应化学反应的离子方程式正确的是 ()

A . 向稀 HNO_3 中滴加 Na_2SO_3 溶液： $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

B . 向 NaSiO_3 溶液中通入过量的 SO_2 ： $\text{SiO}_3^{2-} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{SO}_3^{2-}$

C . 向 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入过量的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ： $\text{Al}^{3+} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 4\text{NH}_4^+$

D . 向 CuSO_4 溶液中加入 Na_2O_2 ： $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Na}^+ + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{O}_2 \uparrow$

答案 D

解析：A、稀硝酸是一种氧化性酸，正确的离子反应方程式为： $2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + 3\text{SO}_3^{2-} = 2\text{NO} \uparrow + 3\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，A 错误

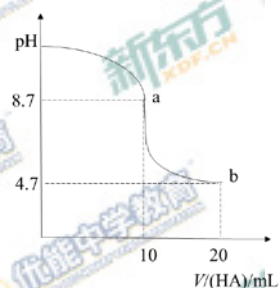
B、过量的 SO_2 会继续跟 SO_3^{2-} 反应，正确的离子反应方程式为： $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{HSO}_3^-$ ，B 错误

C、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 只能溶于强酸，不溶于氨水，正确的离子反应方程式为： $\text{Al}^{3+} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NH}_4^+$ ，C 错误

D、 Na_2O_2 先于水反应生成 NaOH 和 O_2 ，产生的 NaOH 与 CuSO_4 发生复分解反应，正确

考点分析：离子反应方程式的正误判断

13. 室温下向 10 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液中加入 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的一元酸 HA，溶液 pH 的变化曲线如图所示。下列说法正确的是



A . a 点所示溶液中 $c(\text{Na}^+) > c(\text{A}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{HA})$

B . a、b 两点所示溶液中水的电离程度相同

C. $\text{pH} = 7$, $c(\text{Na}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{HA})$

D. b 点所示溶液中 $c(\text{A}^-) > c(\text{HA})$

答案 D

解析: A、a 点为中和点，所对应的溶质为 NaA，且 PH 为 8.7，故 HA 为 A^- 水解产物， H^+ 是 H_2O 电离产物，故 a 点所示溶液中 $[\text{Na}^+] > [\text{A}^-] > [\text{HA}] > [\text{H}^+]$ ，故 A 错误

B、a 点溶质为 NaA，b 点溶质为 $n(\text{NaA}) : n(\text{HA}) = 1:1$ 的混合物，因此 a 点的电离程度大与 b 点，故 B 错误

C、 $\text{pH} = 7$ 为中性点，根据电荷守恒， $[\text{Na}^+] = [\text{A}^-]$ ，故 C 错误

D、b 点对应溶质为 $n(\text{NaA}) : n(\text{HA}) = 1:1$ 的混合物，且 $\text{PH} = 4.7$ ，因此以 HA 电离为主，所以 $[\text{A}^-] > [\text{HA}]$ ，故 D 正确

考点分析: 溶液中离子浓度大小的比较、中和点、中性点、水的电离程度等知识
二、选择题（本题包括 7 小题，共 42 分。每小题给出的四个选项中，有的只有一个选项正确，有的有多个选项正确，全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分）

14. 距地面高 5m 的水平直轨道上 A、B 两点相距 2m，

在 B 点用细线悬挂一小球，离地高度为 h ，如图。

小车始终以 4m/s 的速度沿轨道匀速运动，经过 A

点时将随车携带的小球由轨道高度自由卸下，小车

运动至 B 点时细线被扎断，最后两球同时落地。不

计空气阻力，取重力加速度的大小 $g = 10\text{m/s}^2$ 。可求得 h 等于

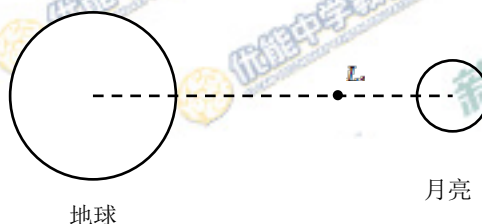
A. 1.25m B. 2.25m C. 3.75m D. 4.75m

【解析】

选 A。本题为平抛与自由落体运动的组合， $L_{ab} = vt_1$, $t_1 = 0.5\text{s}$; $H = \frac{1}{2}gt^2$, $t = 1\text{s}$,

$t_2 = t - t_1 = 0.5\text{s}$, $h = \frac{1}{2}gt_2^2 = 1.25\text{m}$ 。

15. 如图，拉格朗日点 L_1 位于地球和与月球连线上，处在该点的物体在地球和月球引力的共同作用下，可与月球一起以相同的周期绕地球运动。据此，科学家设想在拉格朗日



点 L_1 建立空间站，使其与月球同周期绕地球运动。以 a_1 、 a_2 分别表示该空间站和月球向心加速度的大小， a_3 表示地球同步卫星向心加速度的大小。以下判断正确的是

A. $a_2 > a_1 > a_3$

B. $a_2 > a_1 > a_3$

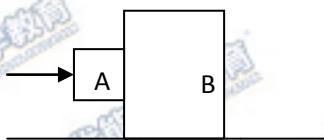
C. $a_3 > a_1 > a_2$

D. $a_3 > a_2 > a_1$

【解析】

选 D。在拉格朗日点空间站与月球有相同的周期，根据 $a=r\omega^2$ 可得 $a_2 > a_1$ ； $a=GM/R^2$ ，可得 $a_3 > a_2$ 。因此，D 选项正确。

16. 如图，滑块 A 置于水平地面上，滑块 B 在一水平力作用下紧靠滑块 A (A、B 接触面竖直)，此时 A 恰好不滑动，B 刚好不下滑。已知 A 与 B 间的动摩擦因素为 μ_1 ，A 与地面间的动摩擦因数为 μ_2 ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力。A 与 B 的质量之比为



A. $\frac{1}{\mu_1 \mu_2}$

B. $\frac{1-\mu_1 \mu_2}{\mu_1 \mu_2}$

C. $\frac{1+\mu_1 \mu_2}{\mu_1 \mu_2}$

D. $\frac{2+\mu_1 \mu_2}{\mu_1 \mu_2}$

【解析】

确定研究对象：以整体为研究对象，受力分析

$$\begin{cases} F_N = (M_A + M_B)g \\ f = \mu_2 F_N = F \end{cases}$$

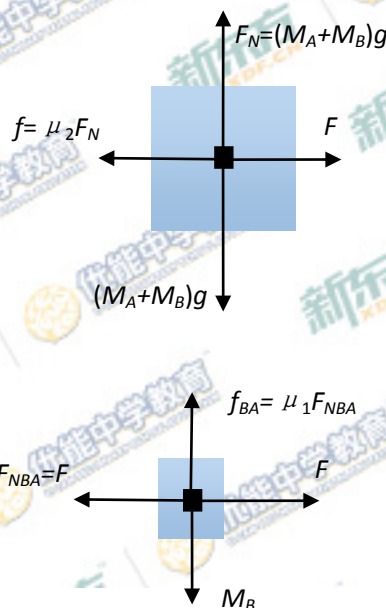
解得 $F = \mu_2 (M_A + M_B)g$

以 B 为研究对象

$$\begin{cases} f_{BA} = \mu_1 F_{NBA} = M_B g \\ F_{NBA} = F \end{cases}$$

解得 $F = \frac{M_B g}{\mu_1}$

所以

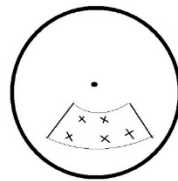


$$\frac{M_B g}{\mu_1} = \mu_2 (M_A + M_B) g$$

$$\text{所以 } \frac{M_A}{M_B} = \frac{1 - \mu_1 \mu_2}{\mu_1 \mu_2}$$

17. 如图，一均匀金属圆盘绕通过其圆心且与盘面垂直的轴逆时针匀速转动。现施加一垂直穿过圆盘的有界匀强磁场，圆盘开始减速。在圆盘减速过程中，以下说法正确的是

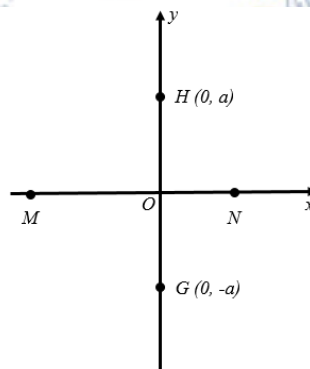
- A. 处于磁场中的圆盘部分，靠近圆心处电势高
- B. 所加磁场越长越易使圆盘停止转动
- C. 若所加磁场反向，圆盘将加速转动
- D. 若所加磁场穿过整个圆盘，圆盘将匀速转动



【解析】

选 AB。导体切割匀强磁场，根据右手定则，靠近圆心电势高，A 正确；B. 磁场越强，B 越大，则感应电动势越大，感应电流越大，单位时间，同一电阻，产生电热多，转化的动能多，停止得快，B 正确；C 中磁场反向，感应电动势反向，安培力方向不变，阻碍导体运动，C 错误；D 中磁通量不变，没有感应电流，没有安培力，运动状态不变。

18. 直角坐标系 xOy 中， M 、 N 两点位于 x 轴上， G 、 H 两点坐标如图。 M 、 N 两点各固定一负点电荷，一电量为 Q 的正点电荷至于 O 点时， G 点处的电场强度恰好为零。静电力常量用 k 表示。若将该正点电荷移到 G 点，则 H 点处场强的大小和方向分别为



- A. $\frac{3kQ}{4a^2}$ ，沿 y 轴正向
- B. $\frac{3kQ}{4a^2}$ ，沿 y 轴负向
- C. $\frac{5kQ}{4a^2}$ ，沿 y 轴正向
- D. $\frac{5kQ}{4a^2}$ ，沿 y 轴负向

【解析】

选 B。如图 1 所示，为 Q 在 O 点时， G 点的场强示意图， E_1 为 Q 在 G 点的场强， E_2 为 MN 处两个负点电荷在 G 处的合场强， $E_1 = E_2$ ，大小相等，方向相反。如果单考虑 MN 处两个负点电荷产生的电场，这个电场具有对称性且对称轴为 x 轴，所

以当 Q 移至 G 处时, 如图 2 所示, E_2 仍然为 MN 两个负点电荷在 H 处产生场强, 大小为 E_1 , 此时, Q 在 H 处产生的场强大小为 E_3 。则 H 处场强大小为:

$$E_2 - E_3 = E_1 - E_3 = \frac{kQ}{a^2} - \frac{kQ}{4a^2} = \frac{3kQ}{4a^2}, \text{ 方向为 } y \text{ 负向。}$$

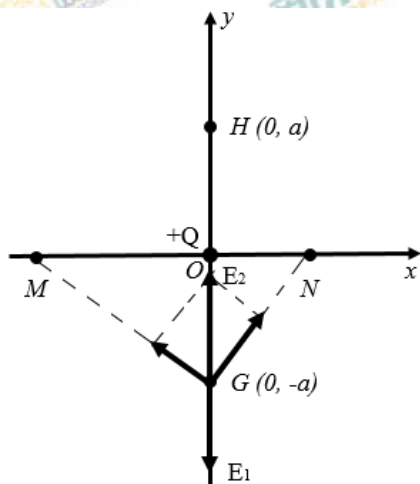


图 1

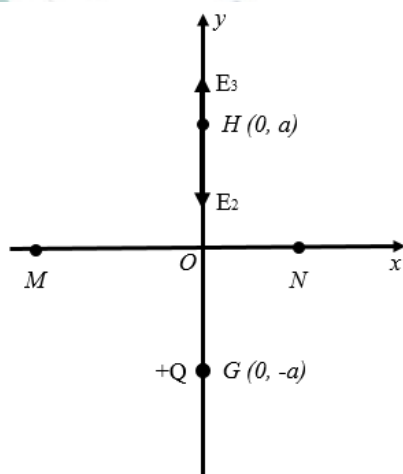
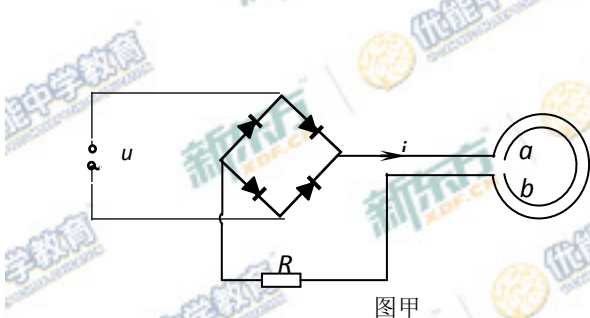
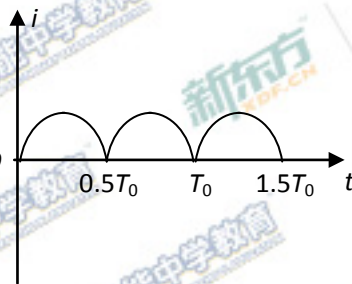


图 2

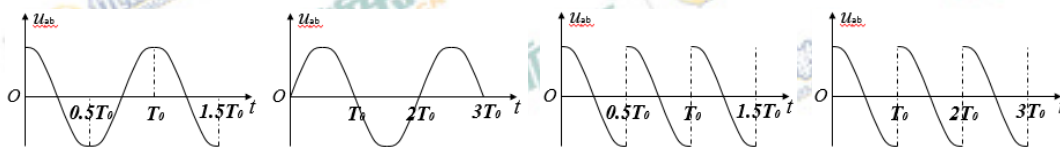
19. 如图甲, R_0 为定值电阻, 两金属圆环固定在同一绝缘平面内。左端连接在一周期为 T_0 的正弦交流电源上, 经二极管整流后, 通过 R_0 的电流 i 始终向左, 其大小按图乙所示规律变化。规定内圆环 a 端电势高于 b 端时, a 、 b 间的电压 U_{ab} 为正, 下列 $U_{ab}-t$ 图像可能正确的是



图甲



图乙



A.

B.

C.

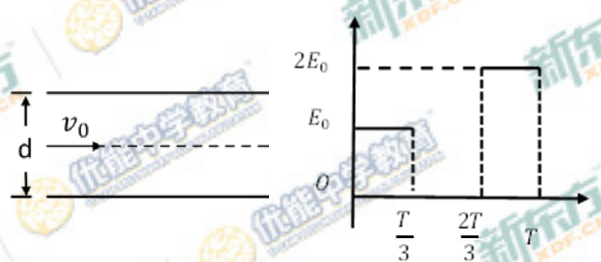
D.

【解析】

选 C。通过 R_0 的电流始终向左, 说明外圆环的电流始终顺时针方向流动, 产生的

感应磁场始终垂直纸面向里，我们先把这个磁场定义为原磁场。根据图乙，原磁场在 $0.5T_0$ 内不间断地先增大后减小，由楞次定律可知，内圆环的感应磁场要阻碍原磁场的变化，即，感应磁场在 $0.5T_0$ 内要先垂直纸面向外再垂直纸面向里，内圆环的电流方向要先逆时针再顺时针，且原磁场变化率最大时，内圆环的感应电流最大。因为内圆环相当于一个电源，电源内部电流由负极指向正极，所以 u_{ab} 在 $0.5T_0$ 内先正后负，且在图乙 i 的变化率最大时才能达到最大，随后周期性变化。综上，C 选项正确。

20. 如图甲，两水平金属板间距为 d ，板间电场强度变化规律如图乙所示。 $t=0$ 时刻，质量为 m 的带电微粒以初速度 v_0 沿中线射入两板间， $0 \sim \frac{T}{3}$ 时间内微粒匀速运动， T 时刻微粒恰好经金属板边缘飞。微粒运动过程中未与金属板接触。重力加速度的大小为 g 。关于微粒在 $0 \sim T$ 时间内运动的描述，正确的是



图甲

图乙

- A. 末速度大小为 $\sqrt{2}v_0$
- B. 末速度沿水平方向
- C. 重力势能减少了 $\frac{1}{2}mgd$
- D. 克服电场力做功为 mgd

【解析】

选 BC。今年电学选择部分增加了带电粒子在平行电极板间的运动，等同于将电磁大题偏转电场的部分挪到了选择题中。

基本的解题思路就是对带电粒子进行受力分析，研究其在竖直方向上的分运动。

$0 \sim \frac{T}{3}$ 粒子受重力和向上的电场力 qE_0 ，保持匀速直线运动，二力平衡，故 $mg = qE_0$ 。

$\frac{T}{3} \sim \frac{2T}{3}$ 粒子仅受重力，竖直方向上为自由落体运动。 $\frac{2T}{3} \sim T$ 粒子受重力，向上的电场

力 $2qE_0$ ，此时合外力为 $qE_0 = mg$ ，方向竖直向上，加速度为 g ，竖直方向上做匀减速直线运动，且末速度为 0。因为 T 时刻粒子竖直方向上速度为 0，所以末速度大小为 v_0 ，方向水平向右，故 A 错 B 对；粒子初末状态高度差为 $\frac{d}{2}$ ，所以重力势能减小量为 $\frac{1}{2}mgd$ ，故 C 对； $0 \sim \frac{2T}{3}$ 过程中电场力不做功， $\frac{2T}{3} \sim T$ 过程中，电场力为 $2qE_0$ ，位移为 $\frac{d}{4}$ ，故电场力做功为 $\frac{1}{2}mgd$ 。也可通过动能定理直接得出克服电场力做功等于重力做的正功。故 D 错。

第 II 卷(必做 157 分+选做 36 分，共 193 分)

注意事项：

1. 第 II 卷共 18 道题，其中 21—30 题为必做部分，31 题未命题，32—38 题为选做部分，考生必须从中选择 1 道化学，1 道生物和 1 道物理题作答。不按规定选做者，阅卷时将根据所选科目题号的先后顺序只判前面的 1 道化学，1 道生物和 1 道物理题，其他作答的题目答案无效。

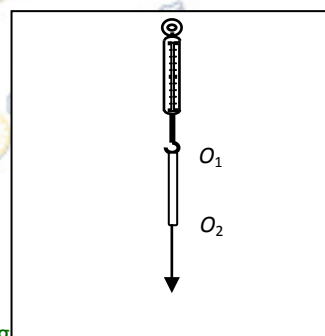
2. 第 II 卷所有题目的答案考生须用黑色签字笔答在答题纸上，在试卷上答题无效。

【必做部分】

21. (10 分) 某同学通过下述实验验证力的平行四边形定则。

实验步骤：(1) 将弹簧秤固定在贴有白纸的竖直木板上，使其轴线沿竖直方向。

(2) 如图甲所示，讲环形橡皮筋一端挂在弹簧秤的钩秤上，另一端用圆珠笔竖直向下拉，直到弹簧秤示数为某一设定值时，将橡皮筋两端的位置标记为 O_1O_2 ，记录弹簧秤的示数 F ，测量并记录 O_1O_2 间的距离 (即橡皮筋的长度 l)。每次讲弹簧秤示数改变 0.5N，测出所对应的 l ，部分数据如下表所示：

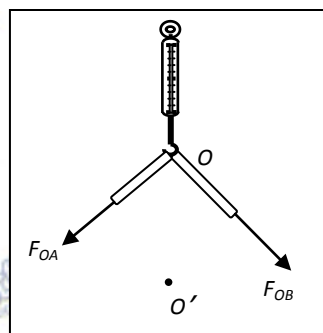


图甲

$F(N)$	0	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50
$L(cm)$	l_0	10.97	12.02	13.00	13.98	15.05

③ (3) 找出 (2) 中 $F=2.50N$ 时橡皮筋两端的位置，重新标记为 O 、 O' ，橡皮筋的拉力记为 $F_{OO'}$ 。

(4) 在秤钩上涂抹少许润滑油，将橡皮筋搭在秤钩上，如图乙所示。用两圆周笔尖成适当角度同时拉橡皮筋的两端，使秤钩的下端达到 O 点，将两笔尖的位置标记为 A、B，橡皮筋 OA 段的拉力记为 F_{OA} ， OB 段的拉力记为 F_{OB} 。



图乙

完成下列作图和填空：

(1) 利用表中数据在给出的坐标纸上 (见答题卡) $F-l$ 图像，根据图线求得 $l_0=$ cm。

(2) 测得 $OA=6.00cm$ ， $OB=7.60cm$ ，则 F_{OA} 的大小为 _____ N。

(3) 根据给出的标度，在答题纸上做出 F_{OA} 和 F_{OB} 的合力 F' 的图示。

(4) 通过比较 F' 与 _____ 的大小和方向，即可得出实验结论。

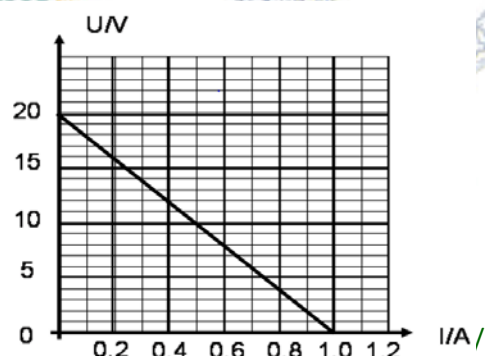
【解析】作图略，由图像， $F=0N$ 时， $l=l_0=10.00$ cm；

(1) 橡皮筋长度 $=OA+OB=13.6cm$ ，由 (1) 得劲度系数 $k=0.5N/cm$ ，则 $F=k(13.6-10)=0.5N/cm \times 3.6cm=1.8N$ 。 $F_{OA}=F_{OB}=1.8N$ 。

(2) 作图略。

(3) F_{OA} 与 F_{OB} 作用效果与 $F_{OO'}$ 相同， F' 为 F_{OA} 和 F_{OB} 平行四边形合成，若 F' 与 $F_{OO'}$ 相同，则验证合力的平行四边形法则。

22. (8 分) 如图甲所示的电路中，恒流源可为电路提供恒定电流 I_0 ， R 为定值电阻，电流表、电压表均可视为理想电表。某同学利用该电路研究滑动变阻器 R_L 消耗的电功率。改变 R_L 的阻值，记录多组电流、电压的数值，得到如图乙所示的 $U-I$ 关系图线。



图甲

图乙

回答下列问题：

- (1) 滑动触头向下移动时，电压表示数_____（填“增大”或“减小”）。
- (2) $I_0 =$ _____ A
- (3) R_L 消耗的最大功率为_____ W（保留一位有效数字）

【解析】

滑动变阻器滑片下移， R_L 减小，总电阻较小，总电量 I_0 不变，则总电压减小，则 U 示数减小。

(1) 若滑片滑至最下端， $R_L = 0 \Omega$ ，定值电阻 R 被短路，电流表示数即为干路电流，由 $U-I$ 图像， $U=0$ 时， $I=1.0A$ 。

(2) 由 $U-I$ 图像，得解析式， $U=-20I+20$ ，根据 $P=UI$ ，联立得 $P=-20I^2+20I$ 。则当 $I=0.5A$ 时， P 为最大值， $P_{max}=5W$ 。

23. (18 分) 如图甲所示，物块与质量为 m 的小球通过不可伸长的轻质细绳跨过两等高定滑轮乱接。物块置于左侧滑轮正下方的表面水平的压力传感器装置上，小球与右侧滑轮的距离为 l 。开始时物块和小球均静止，将此时传感器装置的示数记为初始值。现给小球施加一始终垂直于 l 段细绳的力，将小球缓慢拉起至细绳与竖直方向成 60° 角，如图乙所示，此时传感器装置的示数为初始值的 0.6 倍。不计滑轮的大小和摩擦，重力加速度大小为 g 。求：

- (1) 物块的质量；
- (2) 从释放到运动至最低位置的过程中，小球克服空气阻力所做的功。

【解析】

(1) 最初的状态，设传感器初始值为 N_0 ，即地面对物块的支持力；小球对绳子的拉力为 T_0 ，受力如图 1 所示：

$$\text{对物块受力平衡：} Mg = T_0 + N_0 \quad (1)$$

$$\text{对小球受力平衡：} mg = T_0 \quad (2)$$

第一个状态，设绳子的拉力为 T_1 ，受力如图 2 所示：

$$\text{对物块受力平衡：} Mg = T_1 + 1.25N_0 \quad (3)$$

$$\text{对小球受力平衡：} mg \cos 60^\circ = T_1 \quad (4)$$

新东方高考网

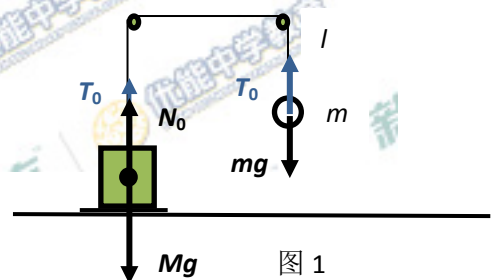


图 1

由①②③④得 $M=3m$ ⑤

(2) 设在过程中小球克服空气阻力做功为

W_f , 小球运动到最低点速度为 v

由动能定理得: $mgl \cos 60^\circ - W_f = \frac{1}{2}mv^2$ ⑥

第二个状态, 设绳子的拉力为 T_2 如图三所示:

示:

对小球受力分析, 拉力和重力合力为向心力:

$$T_2 - mg = m \frac{v^2}{l} \quad (7)$$

对小物块受力分析:

$$Mg = T_2 + 0.6N_0 \quad (8)$$

由⑤⑥⑦⑧得 $W_f = 0.1mgh$

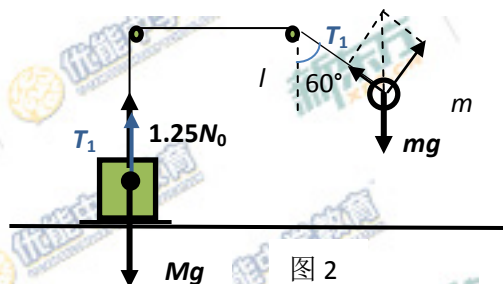


图 2

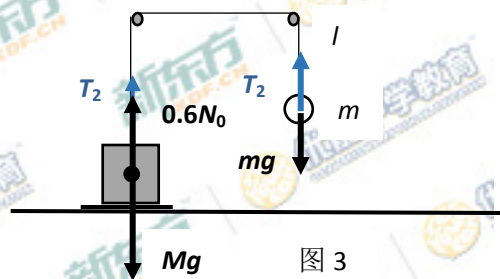
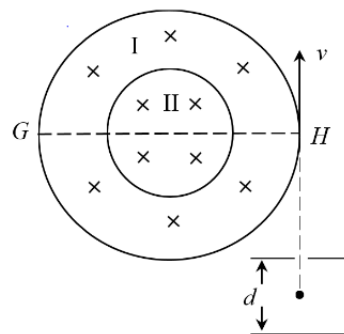


图 3

24. 如图所示, 直径分别为 D 和 $2D$ 的同心圆处于同一竖直面内, O 为圆心, GH 为大圆的水平直径。两圆之间的环形区域 (I 区) 和小圆内部 (II 区) 均存在垂直圆面向里的匀强磁场。间距为 d 的两平行金属板间有一匀强电场, 上极板开有一小孔。一质量为 m , 电荷量为 $+q$ 的粒子由小孔下方 $\frac{d}{2}$ 处静止释放, 加速后粒子以竖直向上的速度 v



射出电场。由 H 点紧靠大圆内侧射入磁场。不计粒子的重力。

(1) 求极板间的电场强度的大小;

(2) 若粒子运动轨迹与小圆相切, 求 I 区磁感应强度的大小;

(3) 若 I 区 II 区磁感应强度的大小分别为 $\frac{2mv}{qD}$ 、 $\frac{4mv}{qD}$, 粒子运动一段时间后再

次经过 H 点，求这段时间粒子运动的路程。

【解析】

(1) 由动能定理得： $\frac{1}{2}Eqd = \frac{1}{2}mv^2$

$$\text{所以: } E = \frac{mv^2}{qd}$$

(2) 粒子在磁场中运动，由洛伦兹力提供向心力，可知

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

所以有 $r = \frac{mv}{qB}$,

由题意知 $r = \frac{3}{4}D$ ，或 $r = \frac{1}{4}D$

可得 $B = \frac{4mv}{3qD}$ 或 $B = \frac{4mv}{qD}$

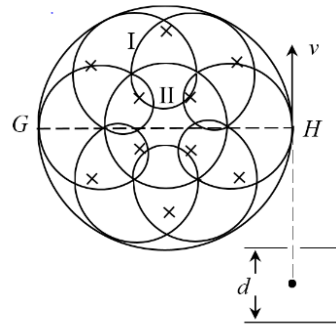
(3) 粒子在磁场中运动，由洛伦兹力提供向心力，可知 $qvB = \frac{mv^2}{r}$

所以有 $T = \frac{2\pi m}{qB}$ ，由图可知，I 区内圆轨迹转过的圆心角为 240° ，II 区内圆轨迹转过的圆心角为 180° 。粒子若要回到 H 点，则在 I 区和 II 区各划出六段圆弧轨迹。设粒子在 I 区内周期为 T_1 ，在 II 区的周期为 T_2 ，

$$\text{则 } T_1 = \frac{\pi D}{v}, \quad T_2 = \frac{\pi D}{2v}$$

所以可知总时间为 $6 \times \frac{2}{3}T_1 + 6 \times \frac{1}{2}T_2 = \frac{11\pi D}{2v}$

则总路程为速度乘以时间： $S = \frac{11\pi D}{2}$



支配示意图如下。

(1) 兴奋沿神经 a 传到末梢, 引起末梢内的_____释放神经递质。该神经递质与突触后膜上的_____结合后, 使下一神经元兴奋, 进而引起胃肠道平滑肌收缩。图中 b 处的突触结构包括突触前膜、_____和突触后膜。

(2) 食物经胃肠道消化吸收, 使血糖浓度增加, 刺激胰岛 B 细胞分泌_____, 导致血糖浓度降低, 维持血糖稳定。

(3) 严重腹泻失水过多时, 细胞外液渗透压升高, 位于_____的渗透压感受器受刺激产生兴奋, 该兴奋一方面传至_____, 引起口渴感; 另一方面可使抗利尿激素释放增多, 从而促进_____和集合管对水的重吸收, 尿量减少, 保持体内水分平衡。

(4) 过敏性胃肠炎是由于在过敏原的刺激下, _____细胞产生大量抗体, 该抗体与再次侵入机体的同种过敏原结合, 引起胃肠道过敏反应。

【答案】: (1) 突触小泡 (特异性) 受体 突触间隙 (2) 胰岛素 (3) 下丘脑 大脑皮层 肾小管 (4) 浆 (或效应 B)

【考点】: 神经—体液—免疫调节过程, 主要有血糖平衡调节, 水盐平衡调节, 免疫调节

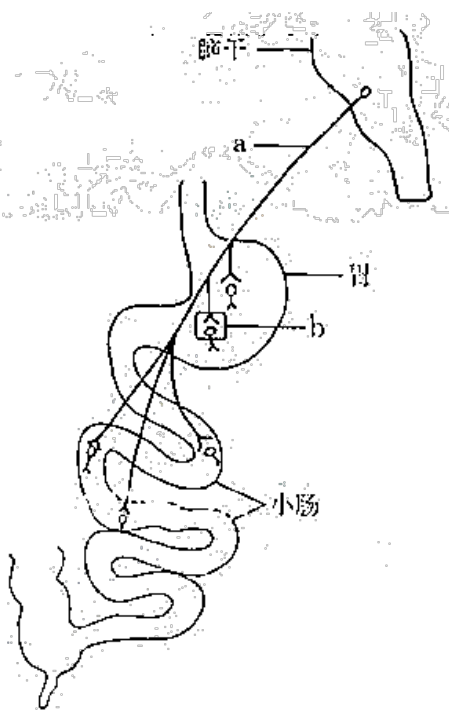
【解析】: (1) 突触包括突触前膜、突触间隙、突触后膜; 神经递质由突触前膜释放, 与突触后膜上的特异性受体蛋白结合, 将兴奋传递给下一个神经元

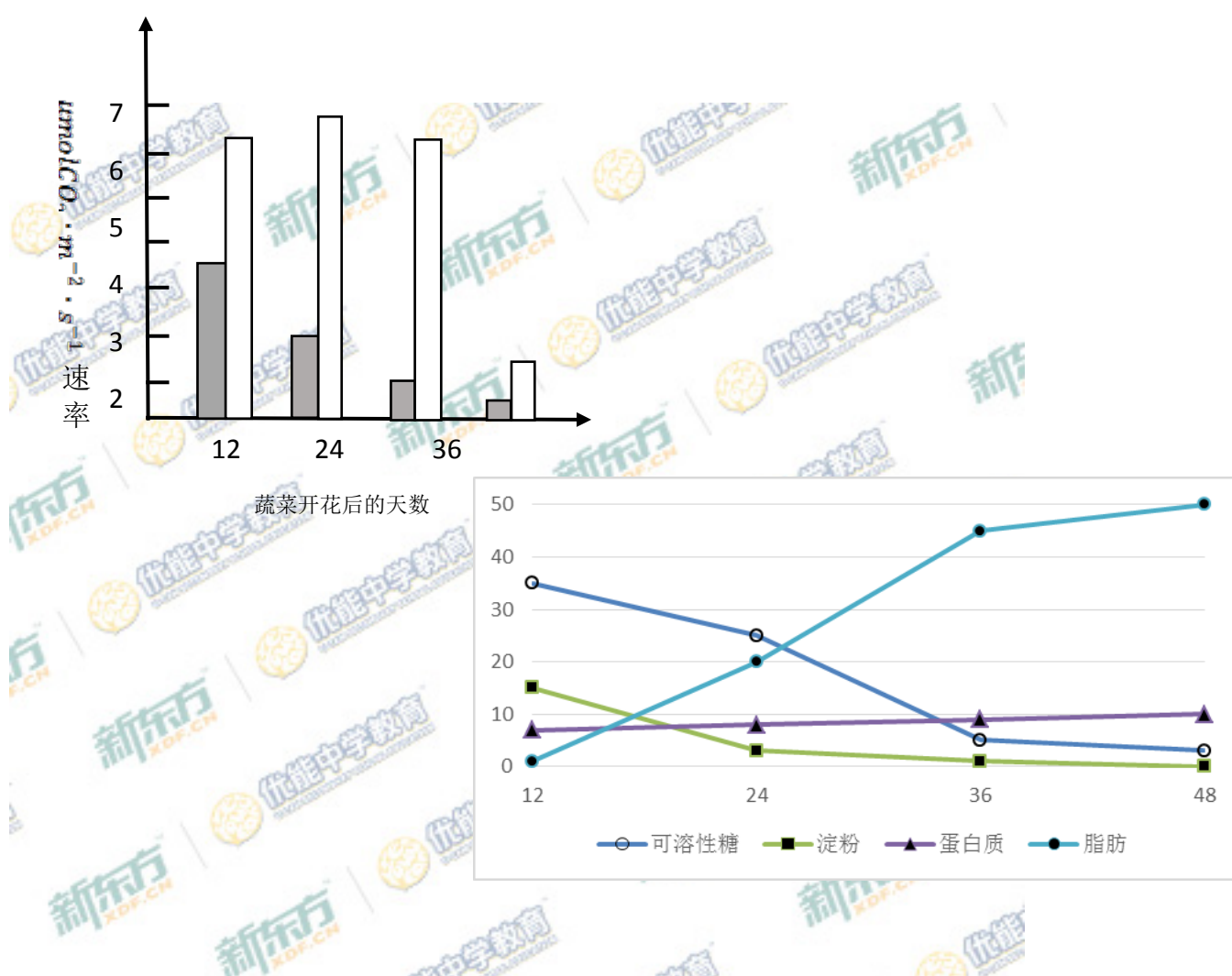
(2) 胰岛 B 细胞分泌胰岛素, 降低血糖浓度

(3) 细胞失水过多时, 下丘脑渗透压感受器兴奋, 通过传入神经, 一方面, 将兴奋传入大脑皮层, 引起渴觉, 主动饮水; 另一方面, 抗利尿激素释放增多, 促进肾小管和集合管对水分的重吸收, 尿量减少, 保持体内水分平衡

(4) 免疫调节中, 浆细胞 (效应 B 细胞) 分泌抗体

26. (11 分) 油菜果实发育所需的有机物主要来源于果皮的光合作用。





(1) 油菜果皮细胞通过光合作用固定 CO_2 的细胞器是_____。光合作用产生的有机物主要是以蔗糖的形式运输至种子。种子细胞内的蔗糖浓度比细胞外高，说明种子细胞吸收蔗糖的跨（穿）膜运输方式是_____。

(2) 图甲表示在适宜条件下油菜果实净光合速率与呼吸速率的变化。分析可知，第 24 天的果实总光合速率_____（填“大于”或“小于”）第 12 天的果实总光合速率。第 36 天后果皮逐渐变黄，原因是叶绿素含量减少而_____（填色素名称）的含量基本不变。叶绿素含量减少使光反应变慢，导致光反应供给暗反应的_____减小，光合速率降低。

(3) 图乙表示油菜种子中储存有机物含量的变化。第 36 天，种子内含量最高的有机物可用

_____ 染液检测；据图分析，在种子发育过程中该有机物由_____转化而来。

【答案】：(1) 叶绿体 主动运输 (2) 小于 类胡萝卜素 (叶黄素和胡萝卜素)
ATP [H]

(3) 苏丹III (苏丹IV) 可溶性糖和淀粉

【考点】：物质跨膜运输方式，光合作用过程，光合色素的种类，光合与呼吸的关系，脂肪的检测实验，读图分析相关变化

【解析】：(1) 进行光合作用的细胞器是叶绿体；蔗糖由低浓度到高浓度运输为主动运输

(2) 总光合速率=净光合速率+呼吸速率 由图可知，第 24 天总光合速率小于第 12 天总光合速率； 光合色素包括叶绿素和类胡萝卜素，果皮变黄时，叶绿素减少，类胡萝卜素含量基本不变；光反应为暗反应提供 ATP 和 [H]

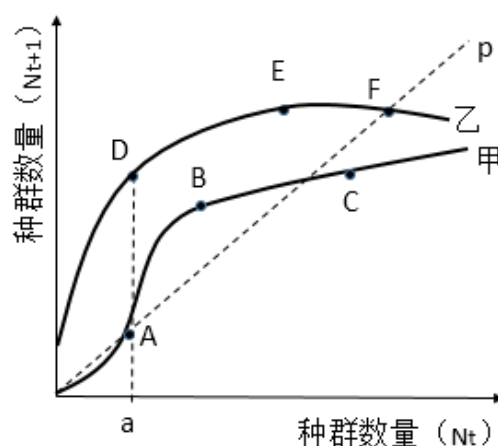
(3) 脂肪的检测用苏丹III (苏丹IV) 染液；由图可知，在种子发育过程中脂肪逐渐增多，可溶性糖逐渐减少，因此该有机物由可溶性糖转化而来。

27. (12 分) 湿地是地球上重要的生态系统，具有稳定环境。物种保护及资源供应等功能。

(1) 某湿地由浅水区向陆地方向依次生长着芦苇，碱蓬， 柉柳等，这体现了群落的 _____ 结构。调查湿地中芦苇的种群密度常用 _____ 法。

(2) 图中甲、乙两条曲线分贝表示湿地中两种生物当年的种群数量 (N_t) 和一年后的种群数量 (N_{t+1}) 中间的关系，直线 p 表示 $N_{t+1}=N_t$ 。甲曲线上 A. B. C. 三点中，表示种群数量增长的是 _____ 点；乙曲线上 D. E. F 三点中，表示种群数量相对稳定的是 _____ 点； N_t 小于 a 时，甲、乙两条曲线中 _____ 曲线所代表的生物更易消亡。

(3) 湿地生态系统被破坏后，生物种类贫乏。要恢复其生物多样性，在无机环境得到改善的基础上，生态系统组成成分中首先应增加 _____ 的种类及数量。



随着生物多样性和食物网的恢复，湿地生态系统的_____稳定性增强。为保护湿地的生物多样性，我国已建立多个湿地自然保护区，这属于_____保护。

【答案】：(1) 水平 样方；(2) B F 甲

(3) 生产者 抵抗力 就地

【考点】：种群的结构：种群密度的计算；种群数量变化曲线的理解；生态系统的成分与生态系统稳定性

【解析】：(1) 群落结构包括水平结构和垂直结构，湿地由浅水区向陆地区的变化是在水平线上，因此是水平结构；植物种群密度的计算采用样方法。

(2) P 直线代表 $N_t = N_{t+1}$ ，B 点 $N_t < N_{t+1}$ ，代表数量增加；种群数量相对稳定，即增长率为 0，即 $N_t = N_{t+1}$ ，F 点时 $N_t = N_{t+1}$ ，即为 F 点；小于 a 点时，乙曲线的增长率较大，所以甲曲线代表的生物更易消亡。

(3) 生态系统中首先增加的成分是生产者；生物多样性越多、食物网越复杂，生态系统的抵抗力稳定性越强；生物多样性的保护包括就地保护和易地保护，对湿地的保护采取就地保护。

28、(14 分) 果蝇的长翅 (A) 对残翅 (a) 为显性、刚毛 (B) 对截刚毛 (b) 为显性。为探究两对相对性状的遗传规律，进行如下实验。

	亲本组合	F1 表现型	F2 表现型及比例
实验一	长翅刚毛 (♀) × 残翅截刚毛 (♂)	长翅刚毛	长翅刚毛 长翅刚毛 长翅截毛 残翅刚毛 残翅刚毛 残翅截毛 ♀ ♂ ♂ ♀ ♂ 6 : 3 : 3 : 2 : 1 :
实验二	长翅刚毛 (♂) × 残翅截刚毛 (♀)	长翅刚毛	长翅刚毛 长翅刚毛 长翅截毛 残翅刚毛 残翅刚毛 残翅截毛 ♂ ♀ ♀ ♂ ♀ ♀

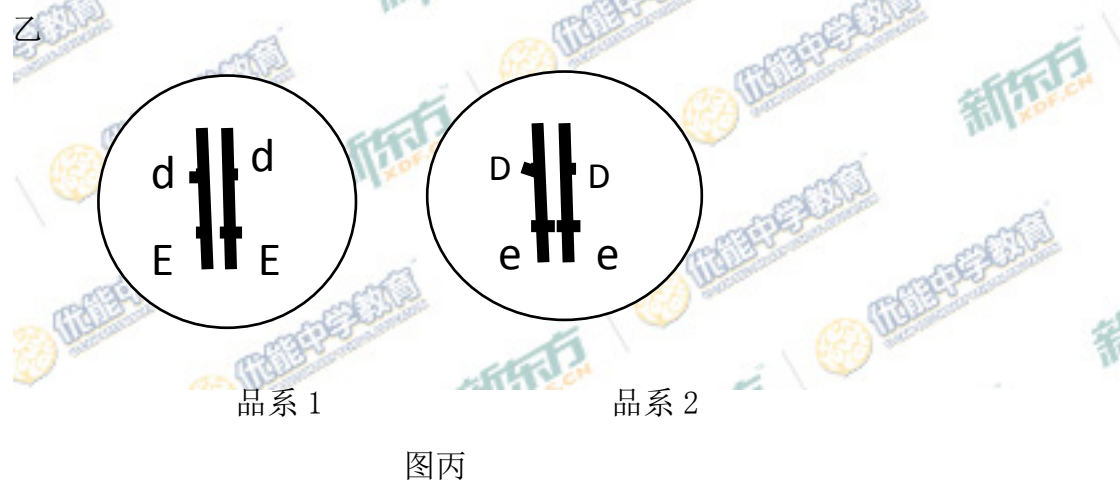
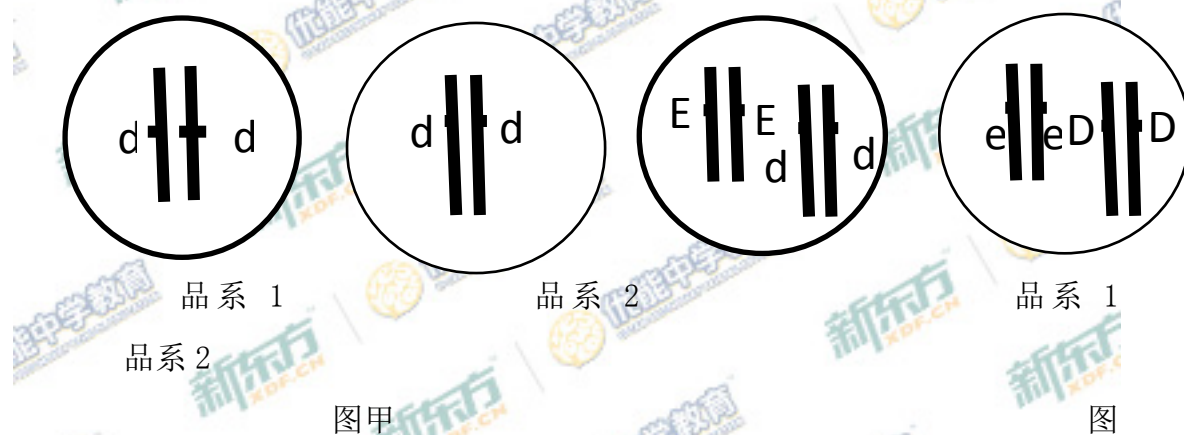
(1) 若只依据实验一，可以推断出等位基因 A、a 位于_____染色体上；等位

基因 B、b 位于_____染色体上，也可能位于_____染色体上。（填“常”“X”“Y”或“X 和 Y”）

（2）实验二中亲本的基因型为_____，若只考虑果蝇的翅形性状，在 F₂ 的长翅果蝇中，纯合体所占比例为_____。

（3）用某基因型的雄果蝇与任何雌果蝇杂交，后代中雄果蝇的表现型都为刚毛。在实验一和实验二的 F₂ 中，符合上述条件的雄果蝇在各自 F₂ 中所占比例分别为和_____。

（4）另用野生型灰体果蝇培育成两个果蝇突变品系，两个品系都是由于常染色体上基因隐性突变所致，产生相似的体色表现型——黑体。他们控制体色性状的基因组成可能是：①两品系分别是由于 D 基因突变为 d 和 d1 基因所致，它们的基因组成如图甲所示；②一个品系是由于 D 基因突变为 d 基因所致，另一品系是由于 E 基因突变成 e 基因所致，只要有一对隐性基因纯合即为黑体，它们的基因组成如图乙或图丙所示。为探究这两个品系的基因组成，请完成实验设计及结果预测。（注：不考虑交叉互换）



I. 用_____为亲本进行杂交, 如果 F₁ 表现型为_____, 则两品系的基因组成如图甲所示; 否则, 再用 F₁ 个体相互交配获得 F₂;

II. 如果 F₂ 表现型及比例为_____, 则两品系的基因组成如图乙所示;

III. 如果 F₂ 表现型及比例为_____, 则两品系的基因组成如图丙所示。

【答案】(1) 常; X; X 和 Y

(2) $AAX^BY^B \times aaX^bX^b$; 1/3

(3) 0; 1/2

(4) I 品系 1; 品系 2; 黑体 II 灰体: 黑体=9: 7 III 灰体: 黑体=1: 1

【解析】(1) 实验一 F₂ 中表现型及比例, 只看一对性状长翅与残翅, 长翅为 ♂: ♀=1: 1, 残翅为 ♂: ♀=1: 1, 无性别区分, 所以控制这对性状的等位基因位于常染色体上。而另一对性状刚毛与截毛, 刚毛为 ♂: ♀=1: 2, 截毛为 ♂: ♀=4: 0, 所以可以判断控制这对性状的等位基因为与性染色体上, 有可能位于 X 染色体上, 也有可能即位于 X 染色体上又位于 Y 染色体上。(2) 根据实验二中 F₁ 只有一种表现型, 结合 (1) 的分析, 可以得知, 等位基因 B、b 位于 X 和 Y 染色体上。所以实验二中亲本的基因型为 $AAX^BY^B \times aaX^bX^b$ 。只考虑翅型性状时, F₂ 中长翅基因型为 AA、Aa, 并且 AA: Aa=1: 2, 所以其中纯合体所占比例为 1/3。(3) 根据题干信息可知, 所用雄果蝇的基因型为 XY^B , 可以计算出其各占比例为 0 和 1/2。(4) I 如果两品系的基因组成如图甲, 则 F₁ 表现型均为黑体。II 如果两品系的基因组成是图乙, 则符合两对非同源染色体上的非等位基因自由组合定律。则 F₂ 会得到 $E_D_ : E_dd : eeD_ : eedd = 9: 3: 3: 1$ 的比例, 即灰体: 黑体=9: 7(3+3+1)。III 如果两品系的基因组成如图丙, 即两对等位基因有连锁效应, E 和 e 连锁, D 和 d 连锁, 则 F₁ 的基因型为 $EeDd$, F₂ 中基因型之比为 $EEdd : EeDd : eeDD : EEdd = 1: 1: 1: 1$, 则表现型之比为灰体: 黑体=1: 1。

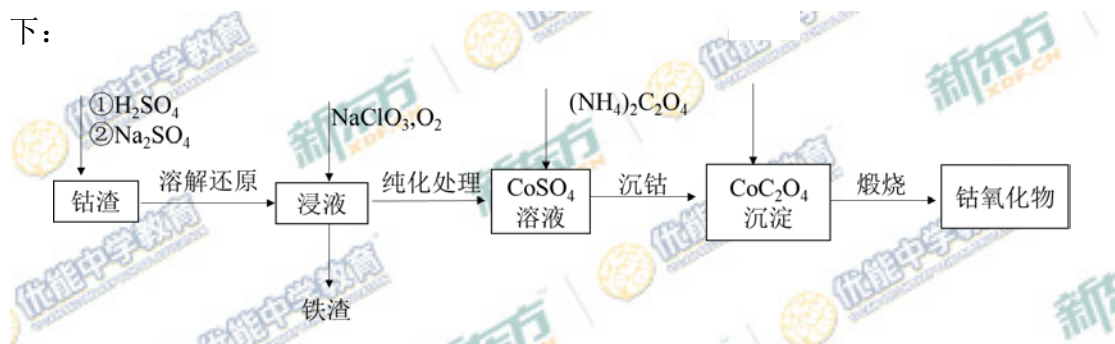
【考点】等位基因位置的判断, 自由组合定律, 连锁效应, 实验设计。

29. (15 分) 利用 LiOH 和钴氧化物可制备锂离子电池正极材料。LiOH 可由电解法制备, 钴氧化物可通过处理钴渣获得。

(1) 利用如图装置电解制备 LiOH, 两电极区电解液分别为 LiOH 和 LiCl 溶液。B 极区电解液为_____溶液 (填化学式), 阳极电极反应式为_____ ,

电解过程中 Li^+ 向____电极迁移 (填 “A” 或 “B”)。

(2) 利用钴渣 [含 $\text{Co}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 等] 制备钴氧化物的工艺流程如下:



$\text{Co}(\text{OH})_3$ 溶解还原反应的离子方程式为_____, 铁渣中铁元素的化合价为_____, 在空气中煅烧 CoC_2O_4 生成钴氧化物和 CO_2 , 测得充分煅烧后固体质量为 2.41g, CO_2 的体积为 1.344L (标准状况), 则钴氧化物的化学式为_____。

答案: (1) LiOH $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2$ B

(2) $2\text{Co}(\text{OH})_3 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-} = 2\text{Co}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O}$ +6 Co_3O_4

解析: (1) 考查电化学部分电解池的相关内容。

根据 B 极产物是 H_2 , 可判断出该极是阴极, 得电子, 放氢生碱型的, B 极的电解液就应该是 LiOH , A 极就应该是阳极, $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2$, Li^+ 向 B 极移动。

(2) 考查工艺流程。

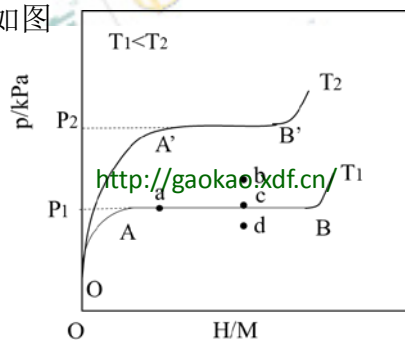
加入硫酸跟亚硫酸钠, 根据提示, 还原反应, 则离子方程式: $2\text{Co}(\text{OH})_3 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-} = 2\text{Co}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O}$; 又得在铁渣生成过程中加入的是 NaClO_3 , O_2 强氧化剂, 铁由 +3 价被氧化成 +6;

由题目得知 $n(\text{CO}_2) = V/V_m = 1.344\text{L} / 22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.06\text{mol}$, 则 $n(\text{Co}) = 0.03\text{mol}$, 则 $m(\text{Co}) = n(\text{Co}) \times M(\text{Co}) = 0.03\text{mol} \times 59\text{g/mol} = 1.77\text{g}$, $m(\text{O}_2) = 2.41 - 1.77\text{g} = 0.64\text{g}$, 则 $n(\text{O}_2) = 0.64\text{g} / 16\text{g/mol} = 0.04\text{mol}$, 所以 $n(\text{Co}) : n(\text{O}) = 0.03\text{mol} : 0.04\text{mol} = 3 : 4$, 故钴氧化物的化学式为 Co_3O_4 。

30. (19 分) 合金贮氢材料具有优异的吸收氢性能, 在配合氢能的开发中起到重要作用。

(1) 一定温度下, 某贮氢合金 (M) 的贮氢过程如图

所示, 纵轴为平衡时氢气的压强 (p), 横轴表示



固相中氢原子与金属原子的个数比 (H/M)。

在 OA 段, 氢溶解于 M 中形成固溶体 MH_x , 随着氢气压强的增大, H/M 逐渐增大;

在 AB 段, MH_x 与氢气发生氢化反应生成氢化物 MH_y , 氢化反应方程式为:

$zMH_x(s) + H_2(g) \rightleftharpoons zMH_y(s) \quad \Delta H_1(I)$; 在 B 点, 氢化反应结束, 进一步增大氢气压强, H/M 几乎不变。反应 (I) 中 $z = \underline{\hspace{2cm}}$ (用含 x 和 y 的代数式表示)。

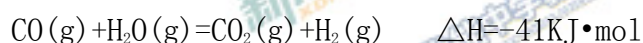
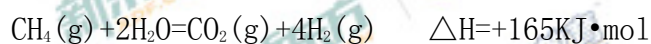
温度为 T_1 时, 2g 某合金 4min 内吸收氢气 240mL, 吸氢速率 $v = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

反应的焓变 $\Delta H_1 \underline{\hspace{1cm}} 0$ (填 “>” “<” 或 “=”)。

(2) η 表示单位质量贮氢合金在氢化反应阶段的最大吸氢量占其总吸氢量的比例, 则温度为 T_1 、 T_2 时, $\eta(T_1) \underline{\hspace{1cm}} \eta(T_2)$ (填 “>” “<” 或 “=”)。当反应 (I) 处于图中 a 点时, 保持温度不变, 向恒容体系中通入少量氢气, 达到平衡后反应 (I) 可能处于图中的 点 (填 “b” “c” 或 “d”), 该贮氢合金可通过 或 的方式释放氢气。

(3) 贮氢合金 ThNi_5 可催化由 CO 、 H_2 合成 CH_4 的反应, 温度为 T 时, 该反应的热化学方程式为

已知温度为 T 时:



$$Z = \frac{2}{y-x}$$

答案: (1) $\frac{2}{y-x}$; 30; <

(2) >; b; 升高温度, 降低压强

(3) $\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -206 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

解析: (1) 根据氢元素守恒有 $zx + 2 = zy$, 解得 $Z = \frac{2}{y-x}$ 。

吸氢速率为 $\frac{240 \text{ mL}}{2 \text{ g} \times 4 \text{ min}} = 30 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

由图知, 当压强一定时, 随温度降低, H/M 数值增大, 说明平衡向右移动, 所以 $\Delta H_1 < 0$

(2) 由图像和题意知, T_1 时 $> T_2$

恒容冲入氢气，压强变大，平衡右移，H/M 数值增大，所以为 b 点。

释放氢气，就要使平衡右移，所以可升高温度或降低压强

(3) 首先写出方程式 $\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，然后根据盖斯定律用第二个方程式减去第一个方程式可得 $\Delta H = -206 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

分析：结合新材料考察化学平衡和反应热，题目新颖，综合考察学生的图象分析能力，理解分析新材料的能力，难度适宜，所考知识点比较基础但灵活。

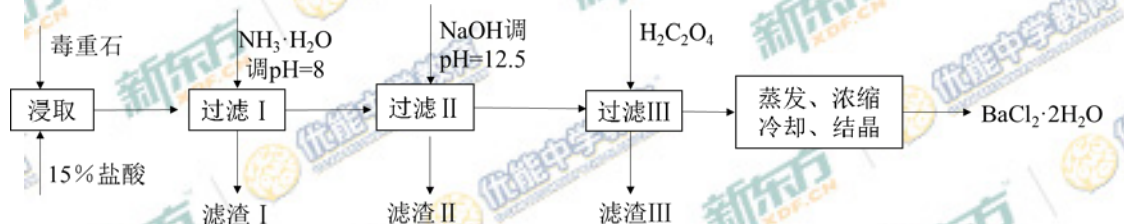
考点：(1) 元素守恒

(2) 化学反应速率

(3) 外界条件化学平衡移动的影响

(4) 盖斯定律，热化学方程式的书写

31、(19 分) 毒重石的主要成分 BaCO_3 (含 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 等杂质)，实验室利用毒重石制备 $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的流程如下：



(1) 毒重石用盐酸浸取前需充分研磨，目的是_____。实验室用 37% 的盐酸配置 15% 的盐酸，除量筒外还需使用下列仪器中的_____。

a. 烧杯 b. 容量瓶 c. 玻璃棒 d. 滴定管

	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Fe^{3+}
开始沉淀时的 PH	11.9	9.1	1.9
完全沉淀时的 PH	13.9	11.1	3.2

(2) 加入 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 调节 pH=8 可除去_____ (填离子符号)，滤渣 II 中含 (填化学式)。加入 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 时应避免过量，原因是_____。

已知： $K_{\text{sp}}(\text{BaC}_2\text{O}_4) = 1.6 \times 10^{-7}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 2.3 \times 10^{-9}$

(3) 利用简洁酸碱滴定法可测定 Ba^{2+} 的含量，实验分两步进行。

已知： $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ba}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} = \text{BaCrO}_4 \downarrow$

步骤 I 移取 $x \text{ mL}$ 一定浓度的 Na_2CrO_4 溶液与锥形瓶中，加入酸碱指示剂，用 $b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸标准液滴定至终点，测得滴加盐酸体积为 $V_0 \text{ mL}$ 。

步骤 II：移取 y mL BaCl_2 溶液于锥形瓶中，加入 x mL 与步骤 I 相同浓度的 Na_2CrO_4 溶液，待 Ba^{2+} 完全沉淀后，再加入酸碱指示剂，用 $b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸标准液滴定至终点，测得滴加盐酸的体积为 V_1 mL。

滴加盐酸标准液时应用酸式滴定管，“0”刻度位于滴定管的_____（填“上方”或“下方”）。 BaCl_2 溶液的浓度为_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，若步骤 II 中滴加盐酸时有少量待测液溅出， Ba^{2+} 浓度测量值将_____（填“偏大”或“偏小”）。

答案：（1）增大接触面积，使反应充分；abc

（2） Fe^{3+} ； $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ；

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 过量时，溶液中 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 浓度较高，可以形成 BaC_2O_4 沉淀，造成钡离子损耗

（3）上方； $(bV_0 - bV_1) / y$ ；大

解析：工业流程和实验基础相结合，难度一般。溶液的配制需要容量瓶、烧杯、玻璃棒（引流搅拌）、量筒、胶头滴管等仪器；看已知的沉淀和 pH 关系表格可知 pH 等于 8 时，只有铁离子沉淀。下一个空同理可得；滴定操作是间接滴定，由

（1）可得盐酸的浓度，带入第二步进行计算，用盐酸总量减去 2 中消耗的盐酸的量就是目标滴定消耗盐酸的量，由二者数量关系即可求得该浓度；由以上间接滴定的思路分析可知若待测液溅出，结果偏大。

考点：（1）工业流程原料处理

（2）实验基础溶液配制，仪器使用

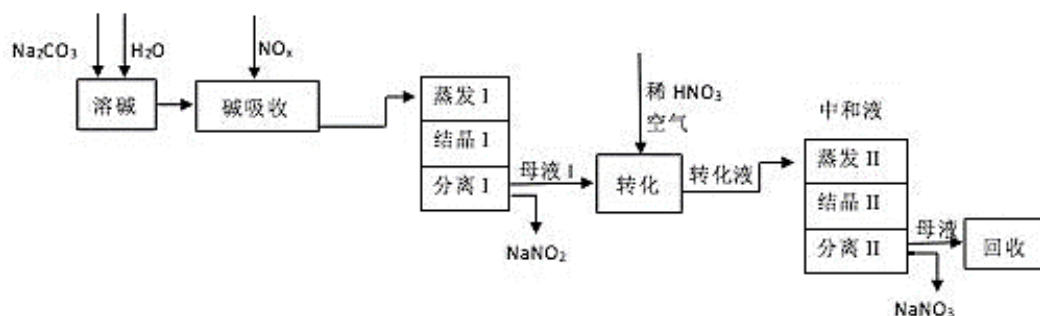
（3）沉淀转化

（4）滴定操作和滴定计算

【必做部分】

32.（12 分）【化学-化学与技术】

工业上利用氨氧化获得的高浓度 NO_x 气体（含 NO 、 NO_2 ）制备 NaNO_2 、 NaNO_3 ，工艺流程如下：



已知： $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NO} + \text{NO}_2 = 2\text{NaNO}_2 + \text{CO}_2$

- (1) 中和液所含溶质除 NaNO_2 及少量 Na_2CO_3 外，还有_____（填化学式）
- (2) 中和液进行蒸发 I 操作时，应控制水的蒸发量，避免浓度过大，目的是_____。蒸发 I 产生的蒸汽中含有少量 NaNO_2 等有毒物质，不能直接排放，将其冷凝后用于流程中的_____（填操作名称）最合理。
- (3) 母液 I 进行转化时加入稀 HNO_3 的目的是_____。母液 II 需回收利用，下列处理方法合理的是_____。
 - a. 转入中和液
 - b. 转入结晶 I 操作
 - c. 转入转化液
 - d. 转入结晶 II 操作
- (4) 若将 NaNO_2 、 NaNO_3 两种产品的物质的量之比为 2:1，则生产 1.38 吨 NaNO_2 时， Na_2CO_3 的理论用量为_____吨（假定 Na_2CO_3 恰好完全反应）。

答案：(1) NaHCO_3

(2) 防止 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 等溶质析出；结晶 I

(3) 将母液 I 中的 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 转化为 NaNO_3 ，为少量的 NaNO_2 转化为 NaNO_3 提供一个酸性环境；c

(4) 1.59 吨

解析：(1) 中和液中发生的反应为：

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NO}_2 + \text{NO} = 2\text{NaNO}_2 + \text{CO}_2$ ； $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3$ ；故中和液所含溶质除 NaNO_2 、 Na_2CO_3 还含有 NaHCO_3

(2) 控制水的蒸发量，目的是防止 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 等溶质在高浓度下析出，使得产品纯度降低；蒸汽中含有的少量 NaNO_2 冷凝后用于流程中结晶 I 中

(3) 加入稀硝酸的目的是：将母液 I 中的 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 转化为 NaNO_3 ，为少量的 NaNO_2 转化为 NaNO_3 提供一个酸性环境；母液 II 的主要成分是过量稀 HNO_3 及少

量的 NaNO_3 ，因此母液 II 的处理方法是转入转化液

(4) 因为 $n(\text{NaNO}_2) : n(\text{NaNO}_3) = 2:1$ ，要生产 1.38 吨 NaNO_2 ，则 NaNO_3 的质量为 0.85 吨；根据 N 守恒，则 Na_2CO_3 的用量为 1.59 吨

33、(12 分)【化学—物质结构与性质】

氟在自然界中常以 CaF_2 的形式存在。

(1) 下列有关 CaF_2 的表述正确的是_____。

- a、 Ca^{2+} 与 F 间仅存在静电吸引作用
- b、F 的离子半径小于 Cl^- ，则 CaF_2 的熔点高于 CaCl_2
- c、阴阳离子比为 2:1 的物质，均与 CaF_2 晶体构型相同
- d、 CaF_2 中的化学键为离子键，因此 CaF_2 在熔融状态下能导电

(2) CaF_2 难溶于水，但可溶于含 Al^{3+} 的溶液中，原因是_____，
(用离子方程式表示)。

已知 AlF_6^{3-} 在溶液中可稳定存在。

(3) F_2 通入稀 NaOH 溶液中可生成 OF_2 ， OF_2 分子构型为_____，其中氧原子的杂化方式为_____。

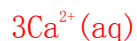
(4) F_2 与其他卤素单质反应可以形成卤素互化物，例如 ClF_3 、 BrF_3 等。已知反应 $\text{Cl}_2(\text{g}) + 3\text{F}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{ClF}_3(\text{g})$ ； $\Delta H = -313 \text{ kJ/mol}$ ，F—F 键的键能为 159 kJ/mol ，Cl—Cl 键的键能为 242 kJ/mol ，则 ClF_3 中 Cl—F 键的平均键能为_____ kJ/mol 。
 ClF_3 的熔、沸点比 BrF_3 的_____ (填“高”或“低”)。

答案：(1) b d (2) $3\text{CaF}_2(\text{s}) + \text{Al}^{3+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{AlF}_6^{3-}(\text{aq}) + 3\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ (3) V 形；
 sp^3 杂化 (4) 172；低

解析：

(1) 考察离子键的特征和离子化合物的性质，a 项阴阳离子之间不仅存在静电吸引力，还存在静电斥力，所以 a 错误；b 项离子化合物的熔点取决于晶格能的大小，离子半径越小，所带电荷越大，晶格能越大，所以 CaF_2 的熔点高于 CaCl_2 ，b 项正确；c 项阴阳离子数之比 2:1 的物质，不一定晶体构型特点一样，c 错误；d 项 CaF_2 离子键，熔融状态下可以导电，d 正确。

(2) 考察沉淀的转化。题目后面有明显提示， AlF_6^{3-} 在溶液中可稳定存在，所以 Al^{3+} 在水溶液中的形式为 AlF_6^{3-} ，所以原因是 $3\text{CaF}_2(\text{s}) + \text{Al}^{3+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{AlF}_6^{3-}(\text{aq}) +$

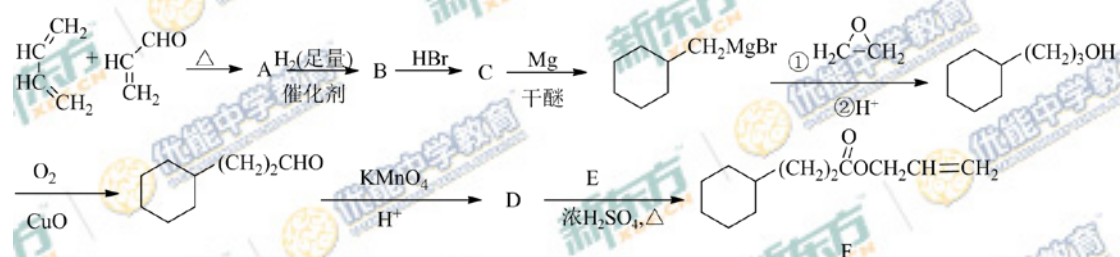


(3) 考察分子杂化轨道理论。 OF_2 分子与水中 O 原子的构型相似，为 sp^3 杂化，其中两个位置有 F 原子，所以分子构型为 V 形；

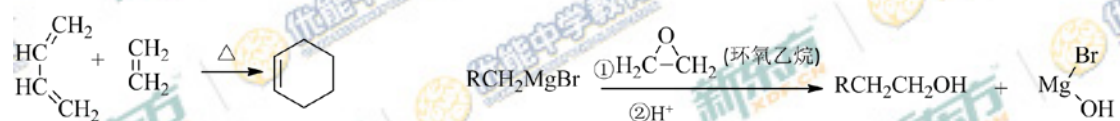
(4) 考察键能的计算和分子晶体熔沸点的比较。根据公式 $\Delta H = E_{\text{反应物的键能}} - E_{\text{生成物的键能}}$ ， $-313 = 242 + 3 \times 159 - 6E$ 求出 $E = 172$ ，分子晶体熔沸点取决于相对分子的大小，所以 ClF_3 的熔沸点比 BrF_3 的低。

34. (12 分) 【化学-有机化学基础】

菠萝酯 F 是一种具有菠萝香味的赋香剂，其合成路线如下：



已知：



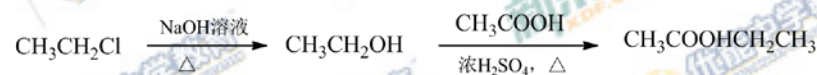
(1) A 的结构简式为 _____，A 中所含的官能团名称是 _____。

(2) 由 A 生成 B 的反应类型为 _____，E 的某种同分异构体只有一种相同的化学环境的氢，该同分异构体的结构简式为 _____。

(3) 写出 D 和 E 反应生成 F 的化学方程式 _____。

(4) 结合题目信息，以溴乙烷和环氧乙烷为原料制备 1-丁醇，设计合成路线（其它试剂任选）。

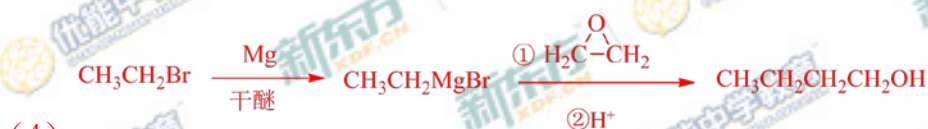
合成路线流程图示例：



答案：



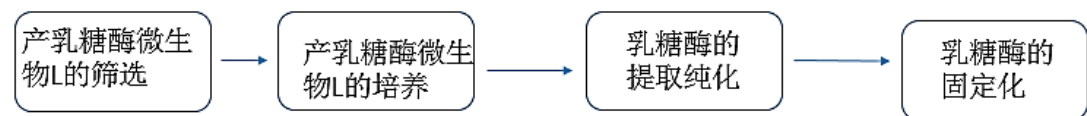
(2) 加成反应, $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$



解析:

考点: 官能团的认识, 有机反应类型及反应方程式的书写 (酯化反应) 反应类型, 条件下同分异构体的判断; 难点: 学会提取题目信息并运用信息的能力, 此题还是比较简单的, 题目的合成路线中第一步是成环反应, 很容易运用, 难度稍大的最后一问是环氧乙醚这一步的应用。

35. (12 分) 【生物—生物技术实践】乳糖酶能够催化乳糖水解为葡萄糖和半乳糖, 具有重要应用价值。乳糖酶的制备及固定化步骤如下:



(1) 筛选产乳糖酶的微生物 L 时, 宜用____作为培养基中的唯一碳源。培养基中琼脂的作用是____。从功能上讲, 这种培养基属于____。

(2) 培养微生物 L 前, 宜采用____方法对接种环进行灭菌。

(3) 纯化后的乳糖酶可用电泳法检测其分子质量大小。在相同条件下, 带电荷相同的蛋白质电泳速度越快, 说明其分子质量越____。

(4) 乳糖酶宜采用化学结合法 (共价键结合法) 进行固定化, 可通过检测固定化乳糖酶的____确定其应用价值。除化学结合法外, 酶的固定化方法还包括____、____、离子吸附法及交联法等。

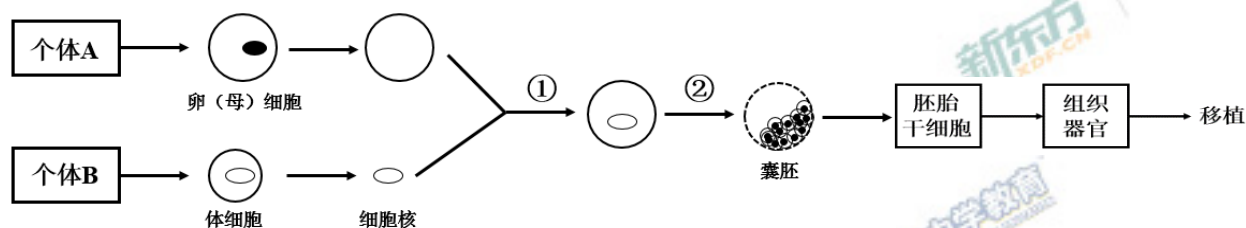
【答案】(1) 乳糖; 固定剂; 选择培养基; (2) 灼烧; (3) 小;

(4) 酶活性; 包埋法; 物理吸附法

【考点】: 酶的固定

【解析】: 选择培养基的作用及酶固定的方法。

36. (12 分) 【生物—现代生物科技专题】治疗性克隆对解决供体器官缺乏和器官移植后免疫排斥反应具有重要意义。流程如下:



(1) 过程①采用的是细胞工程中的_____技术, 过程②采用的是胚胎工程中的_____技术。(2) 体细胞进行体外培养时, 所需气体主要有 O_2 和 CO_2 , 其中 CO_2 的作用是维持培养液(基)的_____。

(3) 如果克隆过程中需进行基因改造, 在构建基因表达载体(重组载体)时必须使用_____和_____两种工具酶。基因表达载体上除目的基因外, 还需有_____基因, 以便选出成功导入基因表达载体的细胞。

(4) 胚胎干细胞可以来自于囊胚中的_____。在一定条件下, 胚胎干细胞可以分化形成不同的组织器官。若将图中获得的组织器官移植给个体_____ (填“A”或“B”), 则不会发生免疫排斥反应。

【答案】: (1) 细胞核移植 早期胚胎培养

(2) PH

(3) 限制酶 DNA 连接酶 标记

(4) 内细胞团 B

【考点】: 基因工程和胚胎工程

【解析】: (4) 囊胚中的内细胞团细胞具有全能型, 可以分化形成不同的组织和器官; 性状由遗传物质控制, 遗传物质位于细胞核中, 细胞核来自于个体 B

37. (12 分) 【物理—物理 3-3】

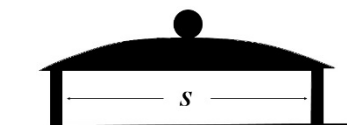
(1) 墨滴入水, 扩而散之, 徐徐混匀。关于该现象的分析正确的是_____。(双选, 填正确答案标号)

- a. 混合均匀主要是由于碳粒受重力作用
- b. 混合均匀的过程中, 水分子和碳粒都做无规则运动
- c. 使用碳粒更小的墨汁, 混合均匀的过程进行得更迅速

d. 墨汁的扩散运动是由于碳粒和水分子发生化学反应引起的

(2) 扣在水平桌面上的热杯盖有时会发生被顶起

的现象。如图，截面积为 S 的热杯盖扣在水平桌



面上，开始时内部封闭气体的温度为 300K ，压强为大气压强 p_0 。当封闭气体温度上升至 303K 时，杯盖恰好被顶起，放出少许气体后又落回桌面，其内部气体压强立刻减为 p_0 ，温度仍为 303K 。再经过一段时间，内部气体温度恢复到 300K 。整个过程中封闭气体均可视为理想气体。求：

(i) 当温度上升到 303K 且尚未放气时，封闭气体的压强；

(i i) 当温度恢复到 300K 时，竖直向上提起杯盖所需的最小力。

【解析】

(1) BC

混合均匀的原因是水分子的无规则运动引起的碳粒的布朗运动，所以 a 、 d 均错， b 对；碳粒越小布朗运动越剧烈，所以混合均匀的越快， c 对。

(2)

$$(i) P_1 = 1.01 P_0 \quad (ii) F = \frac{201}{10100} P_0 S$$

(i) 从一开始到杯盖恰好被顶起且没有放出气体之前，是一个等 V 变化的过程，设温度上升为 303K 时，封闭气体压强为 P_1 。

在杯盖恰好被顶起时，受力平衡，有：

$$P_1 S = mg + P_0 S \dots\dots\dots ①$$



因为这是一个等 V 过程，有：

$$\frac{P_0}{T_0} = \frac{P_1}{T_1} \dots\dots\dots ②$$

将 $T_0 = 300\text{K}$ ， $T_1 = 303\text{K}$ 代入②式，

$$\text{得：} P_1 = 1.01 P_0 \dots\dots\dots ③$$

(ii) 从杯盖被顶起放出气体落下后，直到温度再次恢复 300K ，是一个等 V 过程，

$$\text{有：} \frac{P_0}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \dots\dots\dots ④$$



将 $T_1=303\text{K}$, $T_2=300\text{K}$ 代入②式,

$$\text{得: } P_2 = \frac{100}{101} P_0 \dots\dots\dots ⑤$$

此时, 若能够恰好提起杯盖, 所得力便是最小力, 杯盖受力平衡, 有:

$$P_2 S + F = mg + P_0 S \dots\dots\dots ⑥$$

根据①⑥得: 最小力 $F = \frac{201}{10100} P_0 S$ 。

38. (12 分) 【物理——物理 3-4】

(1) 如图, 轻弹簧上端固定, 下端连接一小物块, 物体沿竖直方向做简谐运动。以竖直向上为正方向, 物块简谐运动的表达式为

$y = 0.1 \sin(2.5\pi t) \text{m}$ 。 $t=0$ 时刻, 一小球从距物块 h 高处自由落下;

$t=0.6\text{s}$ 时, 小球恰好与物块处于同一高度。取重力加速度大小

$g=10\text{m/s}^2$, 以下判断正确的是 ()

a. $h=1.7\text{m}$

b. 简谐运动的周期是 0.8s

c. 0.6s 内物块运动的路程是 0.2m

d. $t=0.4\text{s}$ 时物块与小球运动方向相反

【解析】

选 ab。(1) $t=0.6\text{s}$ 时, $y=-0.1\text{m}$, 说明物块在平衡位置以下 0.1m 处, 所以小球

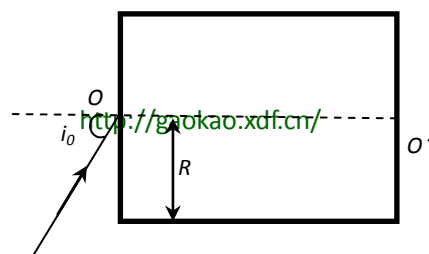
下落的高度 $h' = h + 0.1\text{m}$ 。由于小球在 0.6s 内自由落体 $h' = \frac{1}{2}gt^2 = 1.8\text{m}$, 所以

$h = h' - 0.1 = 1.7\text{m}$, a 选项正确。由简谐运动公式得 $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2.5\pi} = 0.8\text{s}$, 所以 b 选

项正确。 0.6s 为简谐运动的四分之三个周期, 其振幅为 0.1m , 所以路程为 0.3m ,

c 选项错误。 $t=0.4\text{s}$ 时是二分之一个周期, 物块处于平衡位置且运动方向向下, 所以运动方向与小球相同, d 选项错误

(2) 半径为 R 、介质折射率为 n 的透明圆柱体, 过其轴线 OO' 的截面如图所示。位于截面所在平面内一细束光线, 以角 i_0 从 O 点入射, 折射光线由上边界的 A 点射出。当光线在 O 点的入射角减小至某一值时, 折射光线在上边界的 B 点恰好发生全反射。求 AB 两点间的距离。



【解析】

(1) $t=0.6\text{s}$ 时, $y=-0.1\text{m}$, 说明物块在平衡位置以下 0.1m 处, 所以小球下落的高度 $h'=h+0.1$ 。由于小球在 0.6s 内自由落体 $h'=\frac{1}{2}gt^2=1.8\text{m}$, 所以 $h=h'+0.1=1.7\text{m}$, a 选项正确。

由简谐运动公式得 $T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{2.5\pi}=0.8\text{s}$, 所以 b 选项正确。

0.6s 为简谐运动的四分之三个周期, 其振幅为 0.1m , 所以路程为 0.3m , c 选项错误。

$t=0.4\text{s}$ 时是二分之一周期, 物块处于平衡位置且运动方向向下, 所以运动方向与小球相同, d 选项错误。

(2) 解析:

对 A: $\frac{\sin i_0}{\sin r} = n$

$$\tan r = \frac{R}{X_A}$$

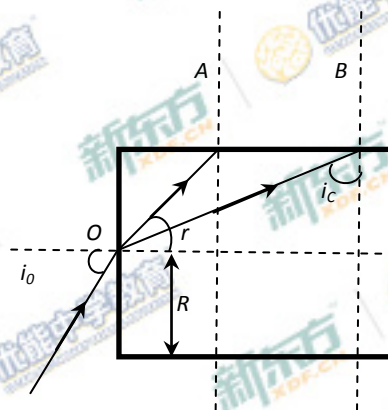
解得: $X_A = R \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 i_0}}{\sin i_0}$

对 B: $\frac{1}{\sin i_C} = n$

$$\tan i_C = \frac{X_B}{R}$$

解得: $X_B = R \frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}}$

所以 A、B 之间的距离为: $d = X_B - X_A = \left(\frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 i_0}}{\sin i_0} - \frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) R$



39. (12 分) 【物理——物理 3-5】

(1) ^{14}C 发生放射性衰变为 ^{14}N ，半衰期为 5700 年。已知植物存活期间其体内 ^{14}C 和 ^{12}C 的比例不变；生命活动结束后， ^{14}C 比例持续减少。现通过测量得知，某古木样品中 ^{14}C 的比例正好是现代植物所制样品的二分之一。下列说法正确的是_____。(双选，填正确答案标号)

- a. 该古木的年代距今约 5700 年
- b. ^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C 具有相同的中子数
- c. ^{14}C 衰变为 ^{14}N 的过程中放出 β 射线
- d. 增加样品测量环境的压强将加速 ^{14}C 的衰变

(2) 如图，三个质量相同的滑块 A、B、C，间隔相等地静置于统一水平轨道上。现给滑块 A 向右的初速度 v_0 ，一段时间后 A 与 B 发生碰撞，碰后 A、B 分别以 $\frac{1}{8}v_0$ 、 $\frac{3}{4}v_0$ 的速度向右运动，B 再与 C 发生碰撞，碰后 B、C 粘在一起向右运动。滑块 A、B 与轨道的动摩擦因数为同一恒定值。两次碰撞时间均极短。求 B、C 碰后共同速度的大小。



【解析】

(1) 选 ac。放射性元素的原子核有半数发生衰变时所需要的时间即为半衰期。半衰期为 5700 年，所以 a 选项正确。 ^{12}C 中子数为 6， ^{13}C 中子数为 7， ^{14}C 中子数为 8，所以 b 选项错误。 ^{12}C 质子数为 6， ^{14}N 质子数为 7，核子数都是 14。所以放出电子 (β 衰变) 就可以，c 选项正确。半衰期由原子核内部自身决定，与外界的物理和化学状态无关，所以 d 选项错误。

(2) 答案为 $v = \frac{\sqrt{21}}{16}v_0$

设 A、B 相碰前 A 的速度的大小为 v_A

有： $mv = m\frac{1}{8}v_0 + m\frac{3}{4}v_0$

得： $v_A = \frac{7}{8}v_0$

由于摩擦损失动能：

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}m\left(\frac{7}{8}v_0\right)^2 = \frac{15}{128}mv_0^2$$

B、C 碰前 B 的动能：

$$\Delta E_{kB} = \frac{1}{2}m\left(\frac{3}{4}v_0\right)^2 - \Delta E_k = \frac{21}{128}mv_0^2$$

B 的动量：

$$P_B = \sqrt{2m\Delta E_{kB}} = \frac{\sqrt{21}}{8}mv_0$$

由 B、C 碰撞前动量守恒可知：

$$\frac{\sqrt{21}}{8}mv_0 = 2mv$$

所以 B、C 的共同速度 $v = \frac{\sqrt{21}}{16}mv_0$