

理科综合参考答案

一、选择题：本题共 13 小题，每小题 6 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
答案	A	B	B	A	D	A	D	D	C	B	A	B	A

二、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分。在每小题给出的四个选项中，第 14~18 题只有一项符合题目要求；第 19~21 题有多项符合题目要求，全部选对的给 6 分，选对但不全的给 3 分，有选错的给 0 分。

题号	14	15	16	17	18	19	20	21
答案	B	A	B	A	C	AC	ABC	AD

【解析】

1. 蛙红细胞的增殖方式是无丝分裂，不会出现染色体的变化，A 错误。
2. 酶是活细胞产生的具有催化作用的有机物，绝大多数是蛋白质，少数是 RNA，A 错误。酶分子在催化反应完成后不会被降解，C 错误。细胞内的酶只能在细胞内合成，不能来自食物，D 错误。
3. 癌症的发生并不是单一基因突变的结果，至少在一个细胞中发生 5 到 6 个基因突变，B 错误。
4. 利用健那绿对口腔上皮细胞进行染色后，可观察到被染成蓝绿色的线粒体，B 错误。探究淀粉酶对淀粉和蔗糖的水解实验中，碘液只能检测淀粉是否被水解，而不能检测蔗糖是否被水解，C 错误。伞藻嫁接实验可以证明伞藻“帽”的形成是由其假根控制的，核移植实验才能证明伞藻“帽”的形成是由细胞核控制的，D 错误。
5. 据图分析可知 a 方式为自由扩散或协助扩散，b 方式为主动运输。若 a 方式为协助扩散时，被运输的物质不能通过人工无蛋白质的脂双层膜，D 错误。
6. 孟德尔两对相对性状的杂交实验中，控制两对相对性状的基因只能位于细胞核中，细胞质基因控制的性状不遵循孟德尔遗传规律，A 错误。
7. 青铜中含有锡、铅等金属，可形成电化学防护，所以与纯铜相比不易被腐蚀，且熔点比铜低，故 D 错误。

8. 米酵酸菌中有羧基、碳碳双键、醚键三种官能团，其碳数和不饱和度都大于含一个苯环的芳香化合物；A 正确。通过结构简式可知，1mol 米酵酸菌含 3mol 羧基，最多可消耗 3mol NaOH；B 正确。由中毒事件可知，一般的烹调方法不能消除其毒性；C 正确。由结构可知米酵酸菌不能发生消去反应；D 错误。
9. CaH_2 与水反应生成氢氧化钙和氢气，氢元素变价，为氧化还原反应， Mg_3N_2 与水反应生成氢氧化镁和氨气，为复分解反应；A 错误。 NaHCO_3 溶液显碱性，是由于 HCO_3^- 水解程度大于电离程度，其水解过程为 $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ ；B 错误。 $\text{H}_2^{18}\text{O}_2$ 中加入酸性 KMnO_4 溶液，高锰酸钾将双氧水氧化，所以标记的 ^{18}O 只在氧气中；C 正确。 $\frac{K_w}{c(\text{OH}^-)} = 0.1\text{mol/L}$ 的溶液呈酸性，酸性条件下 NO_3^- 会将 I^- 氧化，不能大量共存；D 错误。
10. 将红热的炭放入浓硫酸中，发生氧化还原反应一般情况下浓硫酸的还原产物为 SO_2 ， SO_2 可使石灰水变浑浊，所以从该现象中不能推出炭被氧化成 CO_2 ；A 错误。将铜丝在酒精灯火焰上加热，然后迅速插入盛有乙醇的试管中，对应的现象是铜丝表面变黑，插入乙醇后又变红，试管口有刺激性气味的乙醛产生，该过程中乙醇被氧化为乙醛，铜为催化剂；B 正确。向苯中滴加溴水，振荡，溴在苯中溶解度较大，会发生萃取使得溴水褪色，而不是化学反应；C 错误。用 1mol/L 的醋酸溶液和 1mol/L 的硫酸分别做导电性实验；由于硫酸为二元强酸，不管醋酸是强酸还是弱酸，同浓度时硫酸的离子浓度大，离子所带电荷数多，导电性更好；D 错误。
11. 结合电解的总反应方程式和装置，可推知 a 为阴极，发生还原反应，制得四价铈；b 为阳极，发生氧化反应，产生氮气；C 错误，A 正确。阴阳两极之间有质子交换膜，只允许 H^+ 穿过， NO_3^- 不能透过；B 错误。该制备方法中，阳极是 N_2H_5^+ 失电子，而不是 OH^- ，所以可推知 N_2H_5^+ 的还原性比 OH^- 的强；D 错误。
12. 通过化合价和原子半径的对应关系，可推出 A 为 O，B 为 N，C 为 S，D 为 Al，E 为 Na。铝和钠的金属性钠强于铝；A 错误。简单氢化物分别为 H_2O 、 NH_3 、 H_2S ， H_2O 、 NH_3 存在分子间氢键，沸点高，其中水的沸点比氨的高；B 正确。C、D 两种元素形成的常见化合物为 Al_2S_3 ，该物质遇水即完全水解为氢氧化铝和硫化氢，所以不能通过溶液中的复分解反应制备；C 错误。简单离子半径大小为 $\text{S}^{2-} > \text{N}^{3-} > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+ > \text{Al}^{3+}$ ；D 错误。
13. b→c 过程中，不断通入 SO_2 气体，溶液酸性不断增强，根据亚硫酸 K_{a1} 的表达式，可知 $\frac{c(\text{HSO}_3^-)}{c(\text{H}_2\text{SO}_3)}$ 的值减小；A 正确。a→b 过程中，由抑制水电离 H_2S 溶液转化为水，水的电离

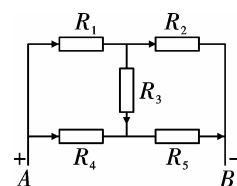
程度逐渐增大；B 错误。向饱和 H_2S 溶液中通入 SO_2 气体，发生反应： $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，b 点时 H_2S 恰好完全反应，消耗 SO_2 112mL，可知饱和的 H_2S 溶液中 H_2S 的浓度为 0.1mol/L，再结合 K_{a1} ，可计算出 a 点 pH 约为 4；C 错误。当 c 点通入 SO_2 336mL 时，对应溶液的 pH 小于 a 点，说明酸性 $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{S}$ ；D 错误。

14. 一切物体都具有波粒二象性，故 A 错误。汤姆孙发现电子，揭示了原子具有复杂结构，故 D 错误。波尔的原子模型只能解释氢原子的光谱，故 C 错误。较重的核分裂成中等大小的核，或者将较小的核合并成中等大小的核，均能释放出核能，这是因为新核的比结合能大于原来的核的比结合能，故 B 正确。
15. 从小球 A 和 B 开始接触至滑到 B 末端的过程，A、B 系统机械能守恒，故 C 错误。小球 A 与地面若干小球的碰撞以及其他小球间的碰撞皆为弹性碰撞，因质量相等，故速度交换。最终小球 A 动量等大反向，再去追 B，而 B 在此过程中一直做匀速运动，故 A、B 系统水平方向动量不守恒，故 B 错误。每次和 A 作用后 B 都加速，而 A 减速，经过足够长的时间后，A 球返回向左运动时速度小于 B，不再能追上 B，故最终 A 和 B 向左做匀速运动，原来水平面上的小球都将静止在原处，故 A 正确，D 错误。
16. 等量异种点电荷电场对称分布，沿电荷连线的中垂线，电场方向始终垂直中垂线，即中垂线是等势面，且中间场强最大向两边逐渐减小。小物块受重力、电场力和墙壁的弹力以及摩擦力作用，可知 q 带负电，故 A 错误。物块全程做减速运动，可知加速度始终竖直向上。从 A 到 O 的过程中，电场强度越来越大，则电场力越来越大，由于物块在水平方向上平衡，可知墙壁的弹力增大，导致滑动摩擦力增大，根据 $a = \frac{f - mg}{m}$ 知，加速度增大；从 O 到 B，电场强度越来越小，则电场力越来越小，由于物块在水平方向上平衡，可知墙壁的弹力减小，导致滑动摩擦力减小，根据 $a = \frac{f - mg}{m}$ 知，加速度减小，从 A 到 B，加速度先增大后减小，故 D 错误。由于 AO 段和 OB 段的电场强度对称，可知加速度对称，两段过程中合外力做功相同，根据动能定理，有 $W_1 = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ， $W_2 = 0 - \frac{1}{2}mv^2$ ，即 O 点的速度为 $\frac{v_0}{\sqrt{2}}$ ，则 O 点动能为 $\frac{1}{4}mv_0^2$ ，故 B 正确。由于 AB 是等势线，则电荷的电势能不变，故 C 错误。

17. 地球和星球上遵循的理论是一样的，不考虑自转，万有引力等于重力。设地球表面重力加速度为 g ，设该星球表面附近的重力加速度为 g' ，根据竖直上抛回到原处，有 $2v_0 = gt$ ，以相同初速度竖直上抛，重力加速度之比等于它们所需时间之反比，星球上的时间与地球上的时间比为 $4:1$ ，则星球表面重力，加速度和地球表面的重力加速度之比 $g':g=1:4$ ，故 C 错误。根据万有引力等于重力，有 $G\frac{Mm}{R^2}=mg$ ，得 $M=\frac{gR^2}{G}$ ，星球和地球表面的重力加速度之比为 $1:4$ ，半径比为 $1:4$ ，所以星球和地球的质量比 $M_{\text{星}}:M_{\text{地}}=1:64$ ，故 B 错误。根据密度的定义 $\rho=\frac{M}{V}=\frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$ ，所以 $\rho=\frac{3g}{4\pi GR}$ ， ρ 与 g 成正比，与 R 成反比， $\frac{\rho'}{\rho}=\frac{1}{1}$ ，故 A 正确。第一宇宙速度 $v=\sqrt{gR}$ ， v 与 gR 乘积的算术平方根成正比， $\frac{v'}{v}=\frac{1}{4}$ ，故 D 错误。

18. 题目中 5 个电阻并不是简单的串并联接法，抓住流入某点的电流等

于流出某点的电流以及欧姆定律进行分析即可。设 R_1 、 R_3 和 R_4 两端的电压分别为 U_1 、 U_3 和 U_4 ，当流过 R_3 的电流方向向上时， $U_1=U_3+U_4$ ， $U_4=2V$ ；当流过 R_3 的电流方向向下时，



$U_1+U_3=U_4$ ， $U_4=4V$ ；故 C 正确。设 $R_1=R_2=R_3=R$ ，已知 R_1 两端电压为 $3V$ ， R_3 两

端电压为 $1V$ ，根据欧姆定律，流过 R_1 的电流为 $\frac{3}{R}$ ，流过 R_3 的电流为 $\frac{1}{R}$ ；因流

过 R_3 的电流方向不确定，故流过电阻 R_2 的电流可能为 $\frac{3}{R}-\frac{1}{R}=\frac{2}{R}$ ，也可能为

$\frac{3}{R}+\frac{1}{R}=\frac{4}{R}$ 。 $U_{AB}=U_1+U_2$ ，若流过 R_2 的电流为 $\frac{2}{R}$ ，则 R_2 两端电压为 $2V$ ， $U_{AB}=5V$ ；

若流过 R_2 的电流为 $\frac{4}{R}$ ，则 R_2 两端电压为 $4V$ ， $U_{AB}=7V$ ，故 B 错误。如果 $R_4=R_5$ ，电

阻 R_3 中无电流，故 A 错误。若 A 、 B 两端电压为 $5V$ ，电流流向如图所示，说明电阻 R_3 上

端电势较高，下端的电势较低，则 R_4 两端的电压应该高于 R_5 两端的电压，故 $R_4>R_5$ ，

故 D 错误。

19. 根据 $U = \frac{W}{q}$ 知, AC 两点间的电势差为 $U_{AC} = \frac{W_{AC}}{q} = \frac{-2.4 \times 10^{-5}}{-4 \times 10^{-6}} \text{ V} = 6 \text{ V}$, 故 D 错误。将该

粒子从 C 点移到 B 点, 其电势能减少 $1.2 \times 10^{-5} \text{ J}$, 说明电场力做正功 $1.2 \times 10^{-5} \text{ J}$, 则

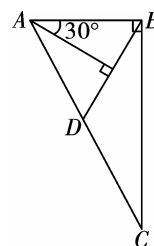
$$U_{CB} = \frac{W_{CB}}{q} = \frac{1.2 \times 10^{-5}}{-4 \times 10^{-6}} \text{ V} = -3 \text{ V}, \text{ 即 } \varphi_C - \varphi_B = -3 \text{ V}。D \text{ 是 } AC \text{ 中点, } \varphi_A - \varphi_C = 6 \text{ V}, \text{ 故}$$

$\varphi_C - \varphi_D = -3 \text{ V}, \varphi_D = \varphi_B$, 故 A 正确。 BD 连线为等势线, 电场线方向

垂直于 BD , 且由高电势指向低电势, 故 B 错误。由几何关系知, A 到

BD 的垂直距离为 $d = AB \cos 30^\circ = BC \sin 30^\circ = 0.5 \text{ cm}$, 则匀强电场的电

$$\text{场强度为 } E = \frac{U_{AB}}{d} = \frac{3}{0.005} \text{ V/m} = 600 \text{ V/m}, \text{ 故 C 正确。}$$



20. 输入功率和输出功率以及线圈发热功率的区别和联系, 注意对于电动机电路, 在电动机

正常工作的情况下, 不能运用闭合电路欧姆定律进行求解。由于电源有内阻, 电动机两

端的电压等于路端电压 $U_{\text{端}} = E - Ir$, $U = 80 \text{ V}$, 故 D 错误。因物体匀速上升, 电动机的

输出功率等于物体克服重力做功的功率, $P_{\text{出}} = P_{\text{克重}} = mgv = 50 \times 10 \times 0.7 \text{ W} = 350 \text{ W}$, 故 B

正确。设电动机内阻为 R , 由能量守恒可知 $P_{\text{电}} = P_{\text{出}} + I^2 R$,

$$R = \frac{UI - mgv}{I^2} = \frac{80 \times 5 - 350}{5^2} \Omega = 2 \Omega, \text{ 故 C 正确。电源的效率}$$

$$\eta = \frac{P_{\text{电}}}{P_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{UI}{EI} \times 100\% = \frac{U}{E} \times 100\% \approx 84\%, \text{ 故 A 正确。}$$

21. B 受到的滑动摩擦力大小为 $2\mu_1 mg$, A 受到地面的滑动摩擦力大小为 $\mu_2(2m + m)g =$

$3\mu_2 mg$, 若木板 A 先相对地发生滑动, 则 $2\mu_1 mg > 3\mu_2 mg$, $\mu_1 > \frac{3}{2}\mu_2$; 当拉力增大到一定

程度, 使得 B 的加速度大于 A 的加速度时, B 相对 A 发生滑动, 故 C 错误, D 正确。若

木板 A 先相对地发生滑动, 当 B 刚要相对于 A 滑动时, A 、 B 间的摩擦力是最大静摩擦力,

由于最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 对 A 有 $\mu_1 2mg - \mu_2(2m + m)g = ma_A$, 整理得

$a_A = (2\mu_1 - 3\mu_2)g$, 故 A 正确。若铁块 B 先相对 A 发生滑动, 以 B 为研究对象, 水平方

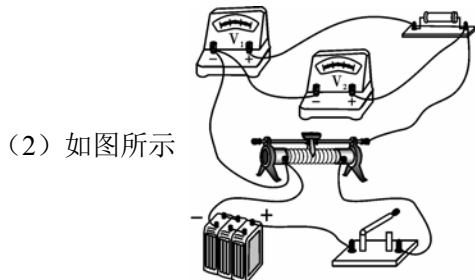
向根据共点力的平衡条件知, 当 A 、 B 刚发生相对滑动时, F 的大小为 $2\mu_1 mg$, 故 B 错误。

三、非选择题（共 174 分）

（一）必考题：共 11 小题，共 129 分。

22.（每空 2 分，共 6 分）

（1）0.006~0.008 0.687~0.690



【解析】以 0.007 为例。图甲中校零时，螺旋测微器的固定刻度为 0，可动刻度为 $0.01 \times 0.7 \text{mm} = 0.007 \text{mm}$ ，图乙测量时，螺旋测微器的固定刻度为 0.5mm，可动刻度为 $0.01 \times 19.5 \text{mm} = 0.195 \text{mm}$ ，故合金丝的直径为 $0.695 \text{mm} - 0.007 \text{mm} = 0.688 \text{mm}$ 。

23.（除特殊标注外，每空 2 分，共 9 分）

（1） R_3 R_1

（2）2.3（3 分）

（3）相等

【解析】（1）由于没有电压表，故要对电流表 A_1 进行改装，改装后电压表的量程为 $U = I_1(R_0 + r_1)$ ， $U = E$ ，可得 $R_0 = 5000\Omega$ ，故定值电阻应选择 R_3 ，为了操作方便，滑动变阻器选择 R_1 。

（2）解法一：由题意可知， $I_2 = I_1 + \frac{I_1(R_0 + r_1)}{R_x}$ ，整理得 $I_1 = \frac{R_x}{R_0 + r_1 + R_x} I_2$ ，图象是过原点倾斜直线， $k = \frac{R_x}{R_0 + r_1 + R_x}$ ；由 $I_1 - I_2$ 图象可得 $k = \frac{0.28 - 0}{1.0 - 0} = 0.28$ ，联立解得 $R_x \approx 2.3 \text{k}\Omega$ 。

解法二：根据电阻定义 $R_x = \frac{I_1(R_0 + r_1)}{I_2 - I_1}$ ，在图象中任取一点的坐标代入，如（1.0mA，0.28mA），解得 $R_x \approx 2.3 \text{k}\Omega$ 。

（3）本实验没有系统误差，故测量值与真实值相等。

24. (12 分)

解: (1) 粒子做匀变速曲线运动, 用运动的分解思想可知带电粒子在 x 方向上做匀速运动, y 方向上做匀加速运动。设带电粒子在 N 点的速度大小为 v_2

方法一:

$$x \text{ 方向: } v_2 \sin 30^\circ = v_1 \cos 30^\circ \quad ①$$

$$y \text{ 方向: } \Delta v_y = v_2 \cos 30^\circ - v_1 \sin 30^\circ \quad ②$$

$$\text{由匀变速运动性质可知 } \Delta v = \Delta v_y \quad ③$$

$$v_2 = \sqrt{3}v_1 \quad ④$$

$$\text{解得 } \Delta v = v_1 \quad ⑤$$

方法二:

由牛顿第二定律可知加速度方向竖直向上, 则速度改变量的方向也是竖直向上

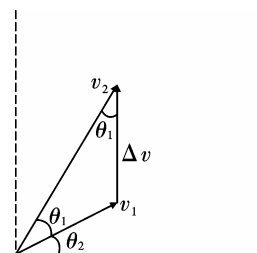
由速度矢量图可知 $\Delta v = v_1$

(2) 方法一:

电荷从 M 运动到 N 只有电场力做功, 根据动能定理有

$$qU_{MN} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \quad ⑥$$

$$\text{解得 } U_{MN} = \frac{mv_1^2}{q} \quad ⑦$$



由匀强电场性质可知

$$U_{MN} = Ed \quad ⑧$$

$$d = \frac{mv_1^2}{qE} \quad ⑨$$

解得方法二:

$$\text{在 } y \text{ 方向上: } (v_2 \cos 30^\circ)^2 - (v_1 \sin 30^\circ)^2 = 2ad$$

$$\text{加速度 } a = \frac{qE}{m}$$

$$\text{解得 } d = \frac{mv_1^2}{qE}$$

评分标准: 本题共 12 分。正确得出①、②、⑥式各给 2 分, 其余各式各给 1 分。

25. (20 分)

解：(1) 物块从传送带中央运动到右边水平面上离 C 点 $x = 1.2\text{m}$ 处的过程，根据动能定理

$$-\mu Mg\left(x_0 + \frac{l}{2}\right) = 0 - \frac{1}{2}Mv_1^2 \quad ①$$

$$\text{解得 } v_1 = 4\text{m/s} \quad ②$$

(2) 子弹留在物块中至子弹—物块系统刚好滑到 C 点过程，设子弹—物块系统的初速度是 v_2 ，根据动能定理

$$-\mu(m+M)g \cdot \frac{l}{2} = 0 - \frac{1}{2}(m+M)v_2^2 \quad ③$$

$$\text{解得 } v_2 = 2\text{m/s} \quad ④$$

子弹射入物块过程，子弹—物块系统动量守恒，规定向右为正方向，根据动量守恒定律

$$\text{有 } Mv_1 - mv_0 = (m+M)v_2 \quad ⑤$$

$$\text{解得 } v_0 = 98\text{m/s} \quad ⑥$$

(3) 子弹射入物块后，子弹—物块系统向右做匀减速到 C 点，再向左匀加速运动 0.4m 后做匀速运动，子弹—物块系统做匀加速和匀减速运动的加速度相同，两过程具有对称性。取水平向左为正方向，根据牛顿第二定律

$$f = \mu(M+m)g = (M+m)a$$

$$\text{解得 } a = 5\text{m/s}^2 \quad ⑦$$

子弹—物块系统从传送带中点运动到回到中点所用时间

$$t_1 = \frac{v_2 - (-v_2)}{a} \quad ⑧$$

$$\text{解得 } t_1 = 0.8\text{s} \quad ⑨$$

子弹—物块系统返回传送带中点时，开始匀速运动，设匀速运动的时间为 t_2

$$t_2 = \frac{l - \frac{l}{2}}{v} \quad ⑩$$

$$\text{解得 } t_2 = 0.2\text{s} \quad ⑪$$

子弹—物块系统从传送带中点到 B 点运动的总时间

$$t_{\text{总}} = t_1 + t_2 = 1.0\text{s} \quad ⑫$$

子弹—物块系统与传送带摩擦而产生的热量，根据功能关系

$$Q = \mu(m+M)gs_{\text{相对路程}} \quad (13)$$

$$s_{\text{相对路程}} = \left(v\frac{t_1}{2} + \frac{l}{2}\right) + \left(v\frac{t_1}{2} - \frac{l}{2}\right) = vt_1 \quad (14)$$

$$\text{联立解得 } Q = 4.08\text{J} \quad (15)$$

(4) 子弹—物块系统从 B 点滑离传送带至压缩弹簧到最短过程，设运动最远距离为 x_1 ，根据能量守恒和功能关系

$$\frac{1}{2}(m+M)v^2 = E_{\text{pm}} + \mu(m+M)g \cdot x_1 \quad (16)$$

$$\text{解得 } x_1 = 0.2\text{m} \quad (17)$$

子弹—物块系统被弹簧弹开向右运动至停下来过程，设运动最远距离为 x_2 ，根据能量守恒和功能关系

$$E_{\text{pm}} = \mu(m+M)g \cdot x_2 \quad (18)$$

$$\text{解得 } x_2 = 0.2\text{m} \quad (19)$$

$$\text{距 } B \text{ 点的距离 } d = x_1 - x_2 = 0 \quad (20)$$

评分标准：本题共 20 分。正确得出①~②⑩式各给 1 分。

26. (除特殊标注外，每空 2 分，共 15 分)

(1) a (1 分) $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 洗气瓶中气体为无色 (合理答案均给分)

(2) 检查装置气密性

(3) b

(4) 偏小

(5) $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ 7 : 6

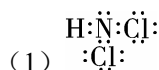
【解析】(1) NO_2 为红棕色， NO 无色，当洗气瓶中气体为无色，即可说明 NO_2 已除尽。

(4) 若步骤④省略， NO 会与装置空气中的氧气反应生成 NO_2 ，导致 NO 减少，测得 NO 的气体体积偏小。

(5) 二氧化氮和一氧化氮在碱性条件下会发生归中反应，二氧化氮中氮为 +4 价，一氧化氮中氮为 +2 价，归中为 +3 价的亚硝酸根离子，所以离子方程式为 $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ 。若在相同外界条件下按甲、乙两方案开展实验时，实

验前通入的混合气体都为 $V \text{ mL}$ ，且已知其中 NO_2 的体积分数为 10%；甲方案中发生的反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ ，所以最终剩余气体体积为 $V - 10\%V + \frac{10\%V}{3}$ ；乙方案中发生的反应为 $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ ，最中剩余气体体积为 $V - 10\%V - 10\%V$ ，两者比值为 7 : 6。

27. (每空 2 分，共 14 分)



(2) ① $-115 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ② $>$ ③ C $\frac{4}{9}$

(3) 次氯酸将 NH_2Cl 氧化成其他氯胺类副产物 (合理答案均给分)

(4) $\text{pH}=6$ ， $c(\text{H}^+)$ 较大，自降解反应速率较快，且使平衡正向移动，最终导致 NH_2Cl 自降解较多，不利于用作水体消毒剂 (合理答案均给分)

【解析】(1) NHCl_2 的电子式类比氨气的电子式即可得出答案。

(2) $\Delta H = \text{反应物的键能总和} - \text{生成物的键能总和}$ ，可计算得 $\Delta H = -115 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。因为该反应正向为放热反应，升高温度，平衡应逆移， NH_2Cl 的平衡体积分数应降低。当反应进行到 $t \text{ min}$ 时，图象中只有一个容器中的反应已经达到平衡状态，则可知 C 容器达到平衡。A 还未达到平衡，所以 $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ 。C 中 NH_2Cl 的平衡体积分数为 20%，通过三段式，平衡时 $c(\text{NH}_3) = 0.6 \text{ mol/L}$ ， $c(\text{Cl}_2) = 0.6 \text{ mol/L}$ ， $c(\text{NH}_2\text{Cl}) = 0.4 \text{ mol/L}$ ， $c(\text{HCl}) = 0.4 \text{ mol/L}$ ，所以计算出平衡常数为 $\frac{4}{9}$ 。

(3) 氨气与次氯酸反应可制备氯胺，氯胺有三种形态，起始时氨的浓度一定，当次氯酸加到一定程度时，随着次氯酸增多，氧化性增强，会生成 NHCl_2 、 NCl_3 等副产物，导致 NH_2Cl 含量降低。

(4) NH_2Cl 自降解的反应为 $2\text{NH}_2\text{Cl} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{NHCl}_2$ ， $\text{pH}=6$ 的条件下， $c(\text{H}^+)$ 较大，自降解反应速率快，且平衡正向移动，最终使得 NH_2Cl 自降解的更多，不利于作为水体消毒剂来进行长效消毒。

28. (除特殊标注外，每空 2 分，共 14 分)

(1) 石灰石 (1 分)

(2) NaOH 会与二氧化硅反应，腐蚀瓷坩埚 H_2SiO_3

(3) Al^{3+} 和 Fe^{3+} 碱性溶液中, Al^{3+} 和 Fe^{3+} 生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$

(4) A (1 分)

(5) 偏高

(6) $2\text{MnO} + 5\text{IO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{MnO}_4^- + 5\text{IO}_3^- + 2\text{H}^+$

【解析】(3) 因为 EDTA 是一种常用作滴定金属离子含量的有机物,而掩蔽剂可掩蔽杂质离子的干扰,从水泥中所含元素分析,可知掩蔽剂掩蔽的金属离子为 Al^{3+} 和 Fe^{3+} 。若在碱性溶液中失去掩蔽作用,可推知是因为金属离子转化为沉淀。

(4) 调 pH 时为了不引入金属离子杂质,且不影响水泥中的钙、镁含量,应选择氨水。

(5) 当溶液 pH 大于 12 时,会生成硅酸钙沉淀,所以若滴定前,溶液中还有少量的硅酸,则需加入适量氯化钾,以消除硅酸的干扰。若未加氯化钾,残留的硅酸会使测得钙离子偏低,在计算作差过程中使镁含量测定结果偏高。

(6) 高碘酸钾将一氧化锰氧化为高锰酸根离子,且一种产物可作为食盐添加剂 KIO_3 ,可写出该过程中反应的离子方程式为 $2\text{MnO} + 5\text{IO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{MnO}_4^- + 5\text{IO}_3^- + 2\text{H}^+$ 。

29. (除特殊标注外,每空 1 分,共 9 分)

(1) 头部

(2) 细胞质基质和线粒体基质 DNA ATP

(3) 实验思路:将水稻幼苗分为两组,甲组放入含磷元素的营养液中培养,乙组放入不含磷元素的营养液中培养,相同时间后观察两组幼苗生长发育情况 (3 分)

实验结果:甲组幼苗正常生长,乙组幼苗生长异常(出现缺素症状),则可验证 (2 分)

30. (除特殊标注外,每空 1 分,共 8 分)

(1) 蓝紫

(2) 无水乙醇 有助于研磨得充分

(3) 不能 不同污染程度下,类胡萝卜素的含量无明显变化

(4) 随着污染加剧,叶绿素 a 的含量下降,导致光反应产生的 ATP 和 $[\text{H}]$ 减少,进而导致 C_3 的还原过程减弱,使叶片制造的有机物减少 (3 分)

31. (除特殊标注外,每空 2 分,共 12 分)

(1) 同(一)种生物的同一种性状的不同表现类型

(2) 易饲养、繁殖快、产生的子代个体数量多、有易于区分的相对性状

(3) 突变型

(4) AY 用 F_2 中的突变型雌果蝇与野生型雄果蝇杂交，若子代野生型雌果蝇：突变型雌果蝇：突变型雄果蝇=1：1：1 或野生型：突变型=1：2 则可证明该结论（或用 F_2 中的野生型雌果蝇与野生型雄果蝇杂交，若某个杂交组合后代出现野生型雌果蝇：野生型雄果蝇=2：1，则可证明该结论）（4 分）

32.（每空 2 分，共 10 分）

(1) 精细胞或精子 2C 或 4C

(2) 次级 与正常小鼠相比，突变小鼠曲细精管中核 DNA 相对含量为 4C 的细胞数目基本不变，核 DNA 相对含量为 2C 的细胞增多

(3) 促进生殖器官的发育以及生殖细胞的形成

（二）选考题：共 45 分。

33.（15 分）

(1)（除特殊标注外，每空 1 分，共 5 分）

$B \rightarrow C$ 、 $C \rightarrow D$ （2 分） $A \rightarrow B$ $D \rightarrow A$ $C \rightarrow D$

【解析】从 $p-V$ 图象中确定气体各种状态参量变化的对应关系，再根据热力学第一定律和理想气体实验定律求解。 $A \rightarrow B$ 为等温变化， $\Delta U = 0$ ，体积减小，外界对气体做功， $W > 0$ ；根据热力学第一定律 $W + Q = \Delta U$ ，得 $Q = -W < 0$ ，气体对外放热。 $B \rightarrow C$ 为等压变化过程，温度 T 升高，内能增加， $\Delta U > 0$ ；体积增大，气体对外界做功， $W < 0$ ；根据热力学第一定律， $W + Q = \Delta U$ ，气体从外界吸热。 $C \rightarrow D$ 为等温变化过程， $\Delta U = 0$ ；体积增大，气体对外界做功， $W < 0$ ，根据热力学第一定律 $W + Q = \Delta U$ ，得 $Q = -W > 0$ ，气体从外界吸热。 $D \rightarrow A$ 为等容变化过程，压强减小，根据查理定律 $\frac{p}{T} = C$ 知，温度 T 下降，内能减少， $\Delta U < 0$ ；体积不变，气体不做功 $W = 0$ ，据热力学第一定律 $W + Q = \Delta U$ ， $Q = \Delta U < 0$ ，气体对外放热。

(2)（10 分）

解：I. 设潜水钟在水面上方时和放入水下后筒内气体的体积分别为 V_0 和 V_1 ，放入水下后筒内气体的压强为 p_1 ，由玻意耳定律和题给条件有

$$p_1 V_1 = p_0 V_0 \quad \text{①}$$

$$V_0 = hS, \quad V_1 = lS, \quad p_1 = p_0 + \rho g(H - h + l)$$

联立以上各式，并考虑到 $H \gg h > l$ ， $p_1 = p_0 + \rho g H$

$$\text{解得 } l = \frac{p_0 h}{p_0 + \rho g H} \quad (2)$$

II. 以筒中原有气体和后打入的气体为研究对象，全程等温变化。设水全部排出后筒内气体的压强为 p_2 ，

$$p_2 = p_0 + \rho g H, \quad V_2 = Sh$$

设压入的气体在其压强为 p_0 时的体积为 V ，由玻意耳定律得

$$p_2 V_2 = p_0 (V_2 + V) \quad (3)$$

$$\text{联立解得 } V = \frac{\rho g H h S}{p_0} \quad (4)$$

评分标准：本题共 10 分。正确得出①、③式各给 3 分，其余各式各给 2 分。

34. (15 分)

(1) ABD (选对 1 个给 2 分，选对 2 个给 4 分，选对 3 个给 5 分；每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)

【解析】红外线可用来遥控电器，如电视机遥控器是利用发出红外线脉冲信号来换频道的，故 A 正确。在杨氏双缝干涉实验中，遮住其中一条狭缝，可以看见光的衍射条纹，即屏上将呈现间距不等的衍射条纹，故 B 正确。某人在水面上方观察水底同位置放置的红、黄、绿三盏灯时，由于绿光的折射率最大，绿光从水中射到水面时折射角最大，人逆着折射光线的方向看时，感觉绿灯距水面最近，故 C 错误。照相机镜头前的增透膜利用了光的干涉原理，减少了某种光的反射，增强了该种光的透射，故 D 正确。电磁波与声波由空气进入水中时，频率都不变，电磁波的波速变小，声波的波速变大，由 $v = \lambda f$ 知，电磁波波长变短，声波波长变长，故 E 错误。

(2) (10 分)

解：I. 机械波在均匀介质中匀速传播，波沿 x 轴负方向传播，平衡位置的振动状态距 N 点 15m

$$T = \frac{\Delta x}{v} = \frac{50 - 35}{20} \text{ s} \quad (1)$$

$$\text{解得 } t = 0.75 \text{ s} \quad (2)$$



II. 由题知 $A = 2\text{m}$, $\lambda = 40\text{m}$

$$T = \frac{\lambda}{v} = 2\text{s} \quad \text{③}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi(\text{rad/s}) \quad \text{④}$$

该质点与原点的距离为 $20\text{m} = \frac{1}{2}\lambda$, 则该质点的初相位为

$$\varphi_0 = \frac{1}{2} \cdot 2\pi = \pi \quad \text{⑤}$$

故该质点的振动表达式为

$$y = A \cos(\omega t + \varphi_0) = 2 \cos(\pi t + \pi)(\text{m}) \quad \text{⑥}$$

或 $y = -2 \cos \pi t(\text{m})$

III. 当某质点位于平衡位置时, 其两侧“与它平衡位置间距相等的质点”速度相同,

$$\text{平衡位置的振动状态传播到 } MN \text{ 中点的距离 } \Delta x' = \frac{\lambda}{4} + n \frac{\lambda}{2} \quad (n = 0, 1, 2, \dots) \quad \text{⑦}$$

$$\text{经过的时间 } t' = \frac{\Delta x'}{v} \quad \text{⑧}$$

$$\text{解得 } t' = (n + 0.5)(\text{s}) \quad (n = 0, 1, 2, \dots) \quad \text{⑨}$$

评分标准: 本题共 10 分。正确得出⑦式给 2 分, 其余各式各给 1 分。

35. (除特殊标注外, 每空 2 分, 共 15 分)

(1) X-射线衍射实验 (1 分) Li (1 分)

(2) ①第四周期第Ⅷ族 正四面体 12

② sp^3 杂化

(3) 钾盐

(4) 4 (1 分) $\frac{\rho abc N_A}{4} \times 10^{-21}$

【解析】(2) 据题意可推出配离子为 $\text{Fe}(\text{SCN})_4^-$, SCN^- 与 CO_2 为等电子体, 所以 $1\text{mol Fe}(\text{SCN})_4^-$ 中含 $12\text{mol } \sigma$ 键。

(3) 一般来说, 盐是否能形成水合物取决于阳离子, 阳离子离子半径越小, 所带的电荷越多, 则与水分子的作用会越强, 更容易吸水形成水合物。而在化学定量分析工作中常用的不含结晶水的标准试剂为钾盐。



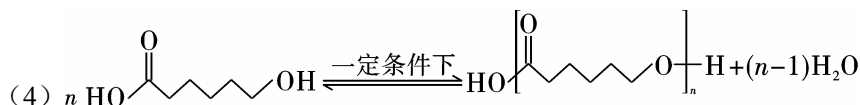
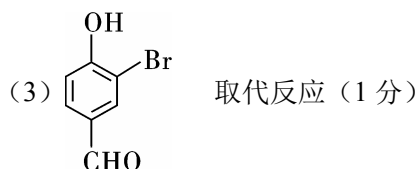
(4) 从图中可看出 Cs 原子分别位于晶胞的左侧面、右侧面、上底面、下底面、四条棱及体内，则晶胞中 Cs 原子数目为 $1 + 4 \times \frac{1}{2} + 4 \times \frac{1}{4} = 4$ ，由化学式 CsSiB_3O_7 ，可知晶胞中 Cs 与 Si 的数目一致，而硅是以硅氧四面体的形式存在，所以硅氧四面体的数目也为 4。一个晶胞中相当于含有 4 个“ CsSiB_3O_7 ”，故晶胞质量 $= 4 \times \frac{M}{N_A} \text{g}$ ，则晶体密度

$$= \frac{4 \times \frac{M}{N_A}}{a \times 10^{-7} \text{cm} \times b \times 10^{-7} \text{cm} \times c \times 10^{-7} \text{cm}} = \frac{4M}{abcN_A} \times 10^{21} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}。所以 M = \frac{\rho abc N_A}{4} \times 10^{-21} \text{g/mol}。$$

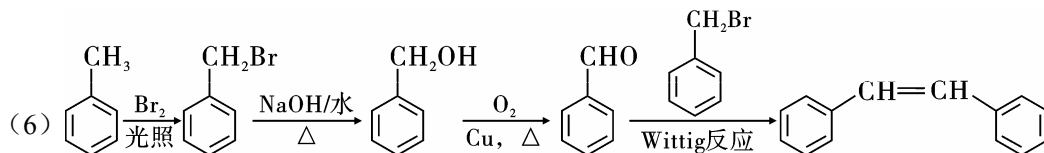
36. (除特殊标注外，每空 2 分，共 15 分)

(1) 环己烯

(2) 浓 HBr (1 分) 碳碳双键、羧基



(5) 8

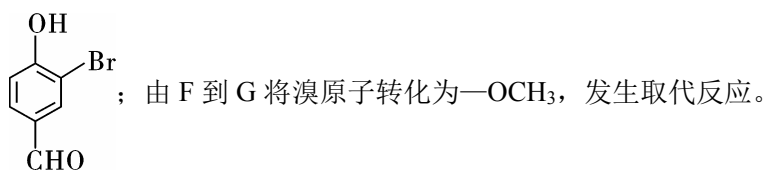


(3 分)

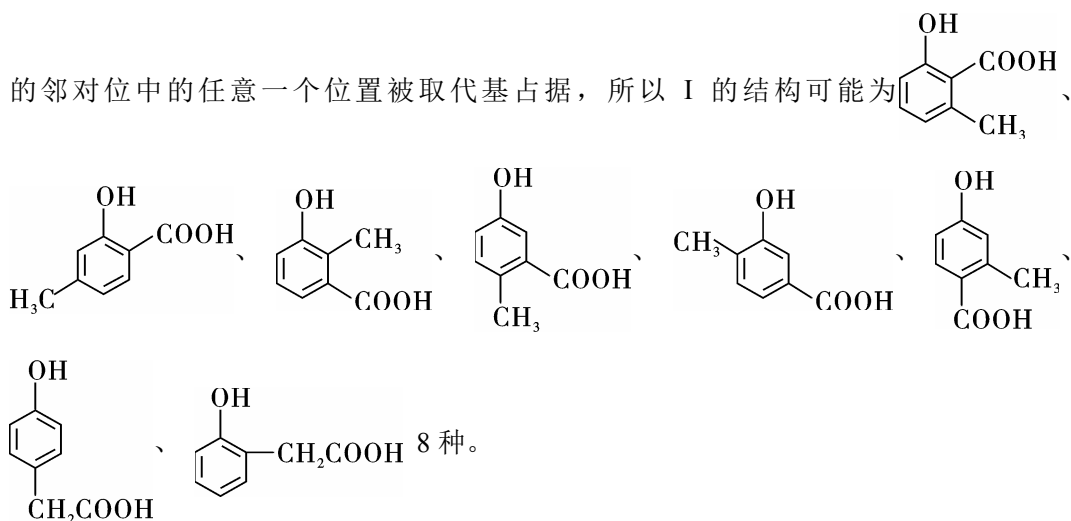
【解析】(1) 因为 A 的分子式为 C_6H_{10} ，不饱和度为 2；又根据 A 能使溴水褪色，该过程中 1mol A 只能消耗 1mol Br_2 ；可知 A 中只有一个双键，所以 A 为环己烯。

(2) 由 B 生成 C，是将羟基转化为溴原子，则用浓 HBr；D 中的官能团为碳碳双键和羧基。

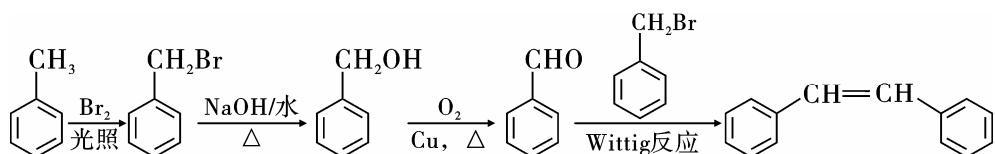
(3) 由 E 的结构简式、E 到 F 的反应条件和 G 的结构简式，可推知 F 的结构简式为



(5) I 为 G 的同分异构体。I 能与 FeCl_3 溶液发生显色反应，I 中有酚羟基；能与饱和碳酸氢钠溶液反应放出气体，则 I 中有羧基；1mol I 与溴水充分反应消耗 2mol Br_2 ，则酚羟基



(6) 由题干流程可分析出，Wittig 反应是将反应物中溴原子相连的碳与醛基碳结合成碳碳双键，所以该合成路线为



37. (除特殊标注外，每空 2 分，共 15 分)

(1) 血红素

(2) 生理盐水 (质量分数为 0.9% 的 NaCl 溶液) 去除杂蛋白 (去除血浆蛋白)

离心速度过高和时间过长

(3) 蒸馏水和甲苯

(4) 透析袋能使小分子自由进出，而将大分子保留在袋内

(5) 气泡会搅乱洗脱液中蛋白质的洗脱次序

(6) 分子的大小 (1 分)

38. (除特殊标注外，每空 2 分，共 15 分)

①协调与平衡原理 ②物质循环再生原理 ③物种多样性原理 ④系统整体性原理

⑤整体性原理 ⑥系统整体性原理

⑦物质循环再生原理、整体性原理、物种多样性原理 (3 分)