

14. B 【命题点】核反应方程

【解析】核反应过程遵守质量数守恒和电荷数守恒,其中 α 粒子的质量数为 4、电荷数为 2,中子 n 的质量数为 1、电荷数为 0,故 X 的质量数为 $4+27-1=30$,原子序数即电荷数为 $2+13-0=15$,故 B 正确。

刷有所得 在书写核反应方程时,应先将已知原子核和已知粒子符号填入核反应方程的适当位置;然后根据质量数守恒和电荷数守恒计算未知核(或未知粒子)的电荷数和质量数;最后根据未知核(或未知粒子)的电荷数确定它们是哪种元素(或哪种粒子)。

15. C 【命题点】万有引力定律

【解析】地球对卫星的万有引力提供卫星做圆周运动的向心力,设地球和卫星的质量分别为 M 、 m ,根据牛顿第二定律有

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r, \text{ 可得卫星的周期为 } T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}, \text{ 即卫星 } P \text{ 与}$$

$$Q \text{ 的周期之比 } \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{r_1^3}{r_2^3}} = 8, \text{ 选项 C 正确。}$$

快解 根据开普勒第三定律可知 $\frac{R_p^3}{T_p^2} = \frac{R_Q^3}{T_Q^2}$, 整理得 $\frac{T_p}{T_Q} =$

$$\sqrt{\frac{R_p^3}{R_Q^3}} = \sqrt{\left(\frac{16R}{4R} \right)^3} = \frac{8}{1}, \text{ 选项 C 正确。}$$

刷有所得 处理此类问题要做到“一抓、四选”。“一抓”是指抓关键词,轨道半径怎么变;“四选”是指比较加速

$$\text{度选 } a = G \frac{M}{r^2}, \text{ 比较线速度选 } v = \sqrt{\frac{GM}{r}}, \text{ 比较角速度选 } \omega =$$

$$\sqrt{\frac{GM}{r^3}}, \text{ 比较周期选 } T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}。$$

16. D 【命题点】交流电路中热量的计算

【解析】由题图可知,方波交流电电压的有效值为 u_0 , 正弦交流电电压的有效值为 $\frac{u_0}{\sqrt{2}}$ 。设该电阻的阻值为 R , 则 $Q_{\text{方}} =$

$$\frac{u_0^2}{R} T, Q_{\text{正}} = \frac{\left(\frac{u_0}{\sqrt{2}} \right)^2}{R} T = \frac{u_0^2}{2R} T, \text{ 即 } Q_{\text{方}} : Q_{\text{正}} = 2 : 1, \text{ 选项 D 正确。}$$

刷有所得 对于正弦交变电流,有效值与最大值之间有如下关系: $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}; U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ 。非正弦式交变电流,上述关系式不成立,它的有效值应根据有效值的定义来求。

17. A 【命题点】平抛运动的规律

【解析】设斜面的倾角为 θ , 甲球落在斜面上所用时间为 t , 根据平抛运动的规律有 $x = vt, y = \frac{1}{2}gt^2$, 且 $\tan \theta = \frac{y}{x}$, 联立

$$\text{以上各式可得甲球落在斜面上所用时间为 } t = \frac{2v \tan \theta}{g}, \text{ 竖直}$$

方向的分速度为 $v_y = gt = 2v \tan \theta$, 甲球落在斜面上时速率 $v_1 = \sqrt{v^2 + v_y^2} = v \sqrt{1 + 4 \tan^2 \theta}$, 同理可得乙球落在斜面上时速率为 $v_2 = \frac{v}{2} \sqrt{1 + 4 \tan^2 \theta}$, 即甲球落至斜面时的速率是乙球落至斜面时速率的 2 倍, 选项 **A 正确**。

18. CD 【命题点】 $x-t$ 图像

【解析】位移—时间图像的斜率表示物体运动的速度, 由图可知, 在 t_1 时刻两图像的斜率不相等, 即 t_1 时刻两车的速度不相等, 选项 **A 错误**; 在 0 时刻, 乙车的位置坐标为 0, 甲车在乙车的前方, t_1 时刻两车位置坐标相同, 为 x_1 , 故从 0 到 t_1 时间内, 甲车走过的路程小于乙车走过的路程, 选项 **B 错误**; t_2 时刻两车位置坐标相同, 为 x_2 , 故从 t_1 到 t_2 时间内, 两车走过的路程相等, 选项 **C 正确**; 由图可知, 在 t_1 到 t_2 时间内的某时刻, 两图像的斜率相等, 即两车的速度相等, 选项 **D 正确**。

19. AC 【命题点】 $v-t$ 图像

【解析】速度—时间图像和时间轴围成的图形的面积表示位移, 因两次提升的高度相同, 则位移相等, 有 $\frac{1}{2} v_0 \cdot 2t_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} v_0 \cdot (t_2 - t_0 + t_2)$, 可得图线②表示的矿车上升的时间为 $t_2 = 2.5t_0$, 故两次提升所用时间的比值为 $2t_0 : 2.5t_0 = 4 : 5$, 选项 **A 正确**; 矿车加速上升时电机的牵引力最大, 设矿车上升的加速度为 a , 两次提升的质量相等, 根据牛顿第二定律有 $F - mg = ma$, 则电机的最大牵引力相等, 选项 **B 错误**; 电机的输出功率 $P = Fv$, 最大牵引力相等, 最大速度之比为 $2 : 1$, 所以电机输出的最大功率之比为 $2 : 1$, 选项 **C 正确**; 矿车的初、末速度为零, 根据动能定理有 $W_F - mgh = 0$, 即电机做的功等于克服矿车及矿石的重力做功的大小, 克服重力做功相等, 即电机做的功相等, 选项 **D 错误**。

20. AC 【命题点】法拉第电磁感应定律

【解析】直导线中电流变化时, 产生的磁场发生变化, 则线框中产生感应电动势, 根据法拉第电磁感应定律, 线框 R 中感应电动势的大小与直导线中电流变化率成正比, 由图乙可知, 在 $t = \frac{T}{4}$ 时刻, 图线切线的斜率为零, 即电流的变化率为零, 则线框中的感应电动势为零, 选项 **A 正确**; 根据安培定则和楞次定律可以判断, 在 $t = \frac{T}{4}$ 时刻, 线框 R 中的感应电动势改变方向, $t = \frac{T}{2}$ 时刻方向不变且沿顺时针方向, 且图像的切线斜率最大, 即感应电动势最大, 选项 **B 错误, C 正确**; 在 $t = T$ 时刻, 感应电动势的方向沿逆时针方向, 选项 **D 错误**。

刷有所得

影响感应电动势大小的因素: 感应电动势的大

小跟穿过这一回路的磁通量的变化率成正比, 即 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$, 而

$\frac{\Delta I}{\Delta t} \propto \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$, 所以电流的变化率越大, 感应电动势越大。

21. BD 【命题点】平行板电容器中微粒的运动

【解析】两微粒同时经过电容器两极板间下半区域的同一水平面,即微粒 a 的位移大于微粒 b 的位移,根据 $x = \frac{1}{2}at^2$ 可知,微粒 a 的加速度较大,因 a 、 b 间的相互作用和重力可忽略,则 a 、 b 只受电场力的作用,根据牛顿第二定律有 $qE = ma$,两微粒带电荷量大小相等,场强相同,则微粒 a 的质量较小,选项 **A 错误**;根据动能定理知,微粒的动能等于电场力做的功,因微粒 a 的位移大,故电场力对微粒 a 做的功较多,即 a 的动能比 b 的大,选项 **B 正确**;在 t 时刻, a 、 b 在同一水平面上,即同一等势面上,电势相等,根据电势能的表达式 $E_p = q\varphi$,两微粒的电性相反,故电势能大小不相等,选项 **C 错误**;在 $0 \sim t$ 时间内,两微粒运动时间相同、受到的电场力大小相等,根据动量定理有 $Ft = p - 0$,故 a 和 b 的动量大小相等,选项 **D 正确**。

关键点拨 解答本题要抓住:一是两微粒带电荷量相等,电性相反;二是两微粒的重力不计,但质量不能忽略;三是两微粒所受电场力大小相等。

22. (2) $\sqrt{\frac{2(L-L_1)}{g}}$ (2分) (3) 0.20 (2分)

(4) 多次测量取平均值;初始时乙的手指尽可能接近尺子(2分)

【命题点】测量人的反应时间和自由落体运动

【思路分析】测量人的反应时间的实质是自由落体运动规律的应用,解题时只要算出木尺下落距离,即可根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 求出反应时间。

【解析】(2) 木尺下落做自由落体运动,下落时间即为反应时间,根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$,木尺下落的高度 $h = L - L_1$,可得 $t =$

$$\sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2(L-L_1)}{g}};$$

(3) 将数据代入上式可得乙的反应时间为 **0.20 s**;

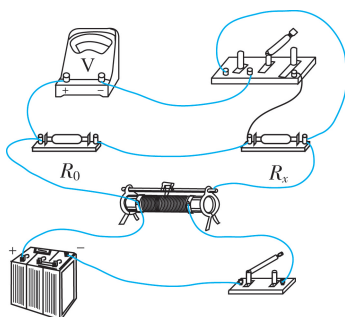
(4) 为提高准确度,可以多次测量取平均值,或初始时乙的手指尽可能接近木尺等。

23. (1) 见解析图(3分) (4) $\left(\frac{U_2}{U_1} - 1\right)R_0$ (3分) (6) 48.2 (3分)

【命题点】测量待测电阻的阻值

【思路分析】首先根据实验原理图连接实物图,知道滑动变阻器的连接方式;其次明确单刀双掷开关在电路中的作用,知道电路的连接方式;最后根据欧姆定律和串、并联电路的特点得到待测电阻的阻值。

【解析】(1) 连接实物图时,导线不能交叉,要注意滑动变阻器的分压式接法。



(4)由题意可得,当开关 S_2 掷于 1 端时,测得 R_0 两端电压为 U_1 ,当开关 S_2 掷于 2 端时,电路中 R_0 、 R_x 串联,测得 R_0 、 R_x 两端电压为 U_2 ,根据欧姆定律得 $\frac{U_1}{R_0} = \frac{U_2 - U_1}{R_x}$,解得 $R_x = \frac{(U_2 - U_1)R_0}{U_1} = \left(\frac{U_2}{U_1} - 1\right)R_0$ 。

(6)将数据代入上式可得 $R_x = 48.2 \Omega$ 。

24. (1) $\frac{4U}{lv_1}$ (2) 1:4

【命题点】带电离子在电场、磁场中的运动

【思路分析】(1)带电离子在磁场中受洛伦兹力作用做匀速圆周运动,得 $B = \frac{mv}{Rq}$;离子在电场中加速,有 $qU = \frac{1}{2}mv^2$,联立求解磁感应强度的大小。

(2)求出比荷与加速电压、磁感应强度和轨迹半径的关系式,即可得出比荷之比。

【解析】(1)设甲种离子所带电荷量为 q_1 、质量为 m_1 ,在磁场中做匀速圆周运动的半径为 R_1 ,磁场的磁感应强度大小为 B ,由动能定理有 $q_1U = \frac{1}{2}m_1v_1^2$ ① (2分)

由洛伦兹力公式和牛顿第二定律有 $q_1v_1B = m_1 \frac{v_1^2}{R_1}$ ② (2分)

由几何关系知 $2R_1 = l$ ③ (1分)

由①②③式得 $B = \frac{4U}{lv_1}$ ④ (1分)

(2)设乙种离子所带电荷量为 q_2 、质量为 m_2 ,射入磁场的速度为 v_2 ,在磁场中做匀速圆周运动的半径为 R_2 。同理有

$q_2U = \frac{1}{2}m_2v_2^2$ ⑤ (2分)

$q_2v_2B = m_2 \frac{v_2^2}{R_2}$ ⑥ (2分)

由题给条件有 $2R_2 = \frac{l}{2}$ ⑦ (1分)

由①②③⑤⑥⑦式得,甲、乙两种离子的比荷之比为

$\frac{q_1}{m_1} : \frac{q_2}{m_2} = 1:4$ ⑧ (1分)

25. (1) $\frac{3}{4}mg$ $\frac{\sqrt{5gR}}{2}$ (2) $\frac{m\sqrt{23gR}}{2}$ (3) $\frac{3}{5}\sqrt{\frac{5R}{g}}$

【命题点】运动的分解、动能定理、动量

【思路分析】解题时首先应梳理出小球运动的过程,分析小球的受力情况;其次抓住关键位置,如 A、B、C 点;最后选用恰当的物理规律解题。

【解析】(1)设水平恒力的大小为 F_0 ,小球到达 C 点时所受合力的大小为 F 。由力的合成法则有

$\frac{F_0}{mg} = \tan \alpha$ ① (2分)

$F^2 = (mg)^2 + F_0^2$ ② (2分)

设小球到达 C 点时的速度大小为 v ,由牛顿第二定律得

$$F = m \frac{v^2}{R} \quad (3) \quad (2 \text{ 分})$$

由①②③式和题给数据得

$$F_0 = \frac{3}{4}mg \quad (4) \quad (1 \text{ 分})$$

$$v = \frac{\sqrt{5gR}}{2} \quad (5) \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 设小球到达 A 点的速度大小为 v_1 , 作 $CD \perp PA$, 交 PA 于 D 点, 由几何关系得

$$DA = R \sin \alpha \quad (6) \quad (1 \text{ 分})$$

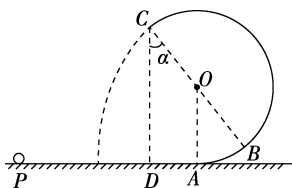
$$CD = R(1 + \cos \alpha) \quad (7) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由动能定理有 } -mg \cdot CD - F_0 \cdot DA = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \quad (8) \quad (2 \text{ 分})$$

由④⑤⑥⑦⑧式和题给数据得, 小球在 A 点的动量大小为

$$p = mv_1 = \frac{m\sqrt{23gR}}{2} \quad (9) \quad (2 \text{ 分})$$

(3) 小球离开 C 点后在竖直方向上做初速度不为零的匀加速运动, 加速度大小为 g 。设小球在竖直方向的初速度为 v_{\perp} , 从 C 点落至水平轨道上所用时间为 t 。由运动学公式有



$$v_{\perp}t + \frac{1}{2}gt^2 = CD \quad (10) \quad (2 \text{ 分})$$

$$v_{\perp} = v \sin \alpha \quad (11) \quad (2 \text{ 分})$$

由⑤⑦⑩⑪式和题给数据得

$$t = \frac{3}{5}\sqrt{\frac{5R}{g}} \quad (12) \quad (2 \text{ 分})$$

33. (1) BCD 【命题点】理想气体状态方程和热力学第一定律

【解析】由图可知, 气体从状态 a 变化到状态 b 的过程中, 气体压强一直增大、体积一直增大, 根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$, 可知气体的温度一直升高, 内能一直增加, 选项 A 错误, B 正确; 气体体积一直增大, 则气体一直对外做功, 选项 C 正确; 根据热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$, 可知气体一直从外界吸热, 吸收的热量一部分用于增加气体内能, 一部分用于对外做功, 选项 D 正确, E 错误。

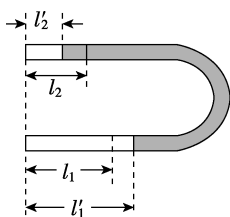
关键点拨 解答本题的关键有两点: 一是知道图像的物理意义; 二是明确热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 的符号规则。

(2) 22.5 cm 7.5 cm

【命题点】玻意耳定律

【思路分析】解题时要找到气体的初态和末态, 计算出玻璃管平放和竖放情况下气体的压强, 最后结合玻意耳定律解题。

【解析】设U形管两端竖直朝上时,左、右两边气体的压强分别为 p_1 和 p_2 。U形管水平放置时,两边气体的压强相等,设为 p ,此时原左、右两边气柱的长度分别变为 l'_1 和 l'_2 。由力的平衡条件有



$$p_1 = p_2 + \rho g(l_1 - l_2) \quad ① \quad (2 \text{ 分})$$

式中 ρ 为水银的密度, g 为重力加速度大小。

$$\text{由玻意耳定律有 } p_1 l_1 = p l'_1 \quad ② \quad (2 \text{ 分})$$

$$p_2 l_2 = p l'_2 \quad ③ \quad (2 \text{ 分})$$

两边气柱长度的变化量大小相等,即

$$l'_1 - l_1 = l_2 - l'_2 \quad ④ \quad (2 \text{ 分})$$

由①②③④式和题给条件得

$$l'_1 = 22.5 \text{ cm} \quad ⑤ \quad (1 \text{ 分})$$

$$l'_2 = 7.5 \text{ cm} \quad ⑥ \quad (1 \text{ 分})$$

刷有所得 当用液体或固体(活塞)封闭一部分气体,而且处于平衡状态时,可以以封闭气体的液体或固体(活塞)为研究对象,分析其受力情况,画出受力图,由平衡条件列出方程,从而求得气体的压强。

34. (1) ACE 【命题点】波的图像问题

【解析】由图可知,波长为 $\lambda = 16 \text{ cm} = 0.16 \text{ m}$,由题意可知

$$\left(n + \frac{1}{2}\right)T = 0.20 \text{ s}, n = 0, 1, 2, \dots, \text{又因波的周期 } T > 0.20 \text{ s},$$

则波的周期为 $T = 0.4 \text{ s}$,波速 $v = \frac{\lambda}{T} = 0.40 \text{ m/s}$,选项 **A 正确**,**B 错误**;

根据波的传播方向可以判断, $t = 0$ 时, $x = 0.08 \text{ m}$ 处的质点沿 y 轴正方向运动,时间 $t = 0.70 \text{ s} = T + \frac{3}{4}T$,故 $t =$

0.70 s 时刻,该质点位于波谷,选项 **C 正确**; $\frac{1}{4}T < 0.12 \text{ s} <$

$\frac{1}{2}T$,故 $t = 0.12 \text{ s}$ 时, $x = 0.08 \text{ m}$ 处的质点在平衡位置的上方,选项 **D 错误**;

波传入另一介质时周期不变,故波长变为 $\lambda = vT = 0.32 \text{ m}$,选项 **E 正确**。

(2) $\sqrt{3}$ 【命题点】折射定律的应用

【思路分析】解题时首先结合题意画出光路图,其次利用几何知识求出角度的大小或边长;最后利用折射率公式进行计算。

【解析】过 D 点作 AB 边的法线

NN' ,连接 OD ,则 $\angle ODN = \alpha$ 为 O 点

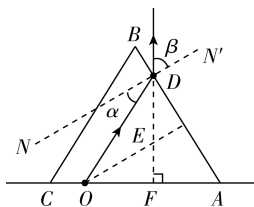
发出的光线在 D 点的入射角;设该

光线在 D 点的折射角为 β ,如图所

示。根据折射定律有

$$n \sin \alpha = \sin \beta \quad ① \quad (2 \text{ 分})$$

其中 n 为三棱镜的折射率。



由几何关系可知

$$\beta = 60^\circ \quad \text{②} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\angle EOF = 30^\circ \quad \text{③} \quad (1 \text{ 分})$$

在 $\triangle OEF$ 中, 有 $EF = OE \sin \angle EOF$ ④ (1 分)

由③④式和题给条件得 $OE = 2 \text{ cm}$ ⑤ (2 分)

根据题给条件可知, $\triangle OED$ 为等腰三角形, 有 $\alpha = 30^\circ$ ⑥ (1 分)

由①②⑥式得 $n = \sqrt{3}$ ⑦ (2 分)