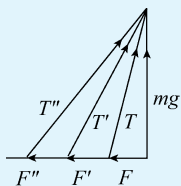


14. A 【命题点】共点力的动态平衡

【解析】设绳 OA 段与竖直方向的夹角为 θ , 对 O 点进行受力分析, 列平衡方程得 $F = mg \tan \theta$, $T = \frac{mg}{\cos \theta}$, 则随 θ 的逐渐增大, F 逐渐增大, T 逐渐增大, **A** 正确。

快解 利用三力平衡矢量三角形法可知, F 的方向不变, T 的方向改变, 如图, 可知 F 逐渐增大, T 逐渐增大, 故 **A** 正确。



15. D 【命题点】带电粒子在点电荷电场中的运动

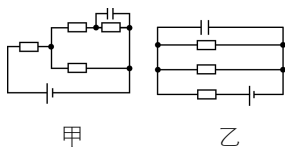
【解析】粒子只受点电荷的库仑力作用, 由牛顿第二定律得 $a = \frac{F}{m}$, $F = \frac{kQq}{r^2}$, 联立得 $a = \frac{kQq}{mr^2} \propto \frac{1}{r^2}$, 由图知 $r_a > r_c > r_b$, 故 $a_b > a_c > a_a$; 粒子受力指向轨迹的凹侧, 由题意可知两虚线圆为等势线, P 、 Q 带同种电荷, 则带电粒子 Q 的动能与电势能之和不变, 因粒子在三点的电势能关系为 $E_{pa} < E_{pc} < E_{pb}$, 则有 $E_{ka} > E_{kc} > E_{kb}$, 则 $v_a > v_c > v_b$, **D** 正确。

16. C 【命题点】牛顿第二定律与动能定理

【解析】小球摆动至最低点的过程中, 根据动能定理有 $mgl = \frac{1}{2}mv^2$, 得 $v = \sqrt{2gl}$, 绳越长速度越大, 因 $l_Q > l_P$, 则 Q 球速度大, 故 **A** 错误。结合 **A** 项分析, 动能等于 mgl , 因为 P 球质量大而绳长短, 则无法确定 P 、 Q 球动能的大小关系, 故 **B** 错误。在最低点根据牛顿第二定律有 $T - mg = m \frac{v^2}{l}$, 得 $T = 3mg$, 则质量大的球所受绳的拉力大, 故 **C** 正确。在最低点的向心加速度 $a = \frac{v^2}{l} = 2g$, P 、 Q 球的向心加速度相等, 与球的质量和绳长无关, 故 **D** 错误。

17. C 【命题点】含电容器电路的动态分析

【解析】开关 S 断开与开关 S 闭合, 电流稳定时的电路简化图如图所示。



设每个电阻阻值均为 R , 开关 S 断开时, 并联部分的总电阻为 $\frac{2R \times R}{2R + R} = \frac{2}{3}R$, 根据闭合电路欧姆定律得并联部分的电压为 $\frac{E}{\frac{2}{3}R + R} \times \frac{2}{3}R = \frac{2}{5}E$, 电容器两端的电压等于并联部分电压的一半, 故 $U_{Cl} = \frac{1}{5}E$, 由 $C = \frac{Q}{U}$ 知所带的电荷量 $Q_1 = \frac{1}{5}CE$;

开关 S 闭合时, 并联部分的总电阻为 $\frac{R \times R}{R+R} = \frac{1}{2}R$, 根据闭合电路欧姆定律得并联部分的电压为 $\frac{E}{\frac{1}{2}R+R} \times \frac{1}{2}R = \frac{1}{3}E$, 电

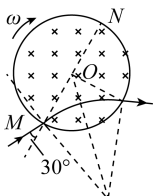
容器两端的电压等于并联部分电压, 故 $U_{C2} = \frac{1}{3}E$, 由 $C = \frac{Q}{U}$

知所带的电荷量 $Q_2 = \frac{1}{3}CE$, 则 $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{3}{5}$, 故 C 正确。

刷有所得 在直流电路中, 当电流稳定时电容器作为断路处理, 电容器与哪部分并联, 其两端电压就与之相等。

18. A 【命题点】带电粒子在磁场中的运动

【解析】圆筒转过 90° 所用的时间为 $t = \frac{\pi}{\omega} = \frac{\pi}{2\omega}$, 小孔 N 顺时针转过 90° , 带电粒子仍从 N 点射出, 由几何关系得带电粒子运动轨迹对应的圆心角为 $\left(\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{4}\right) \times 2 = 30^\circ$, 则 $t = \frac{30^\circ}{360^\circ} \cdot \frac{2\pi m}{Bq}$, 联立可得 $\frac{q}{m} = \frac{\omega}{3B}$, 故 A 正确。



关键点拨 画出带电粒子的运动轨迹图是本题的关键, 还需注意圆筒转动时间与粒子运动时间的关系。

19. BD 【命题点】匀变速直线运动的规律

【解析】根据牛顿第二定律有 $a = \frac{mg-f}{m} = g - \frac{f}{m}$, 由题意知

$f = kr, m = \rho \frac{4}{3}\pi r^3$, 联立得 $a = g - \frac{3k}{4\rho r^2}$, 又因为甲的质量大于乙的质量, 则甲的半径大于乙的半径, 故甲的加速度大小大于乙的加速度大小, C 错误。由匀变速直线运动的规律有

$h = \frac{1}{2}at^2$, 得 $t = \sqrt{\frac{2h}{a}}$, 则 $t_{\text{甲}} < t_{\text{乙}}$, A 错误。由匀变速直线运动的规律有 $v^2 = 2ah$, 得 $v = \sqrt{2ah}$, 则 $v_{\text{甲}} > v_{\text{乙}}$, B 正确。克服阻力做功为 $W_f = fh = krh$, 因甲的半径大于乙的半径, 故甲克服阻力做功多, D 正确。

20. AB 【命题点】圆盘切割磁感线产生感应电动势

【解析】圆盘切割磁感线产生的感应电动势 $E = Br \frac{\omega r}{2} \propto \omega$,

感应电流 $I = \frac{E}{R_{\text{总}}} \propto \omega$, 即圆盘转动的角速度恒定, 电流大小

恒定, A 正确。圆盘切割磁感线, 相当于圆盘圆心与 P 点间的半径切割磁感线, 根据右手定则, 电流沿 a 到 b 的方向流动, B 正确。由楞次定律知感应电流的方向与圆盘转动的角速度大小无关, C 错误。由 A 项分析知 $I \propto \omega$, 又 $P = I^2 R \propto \omega^2$, 角速度变为原来的两倍, 则 R 上的热功率变为原来的 4 倍, D 错误。

21. BCD 【命题点】含弹簧的受力分析与做功

【解析】初态弹簧处于压缩状态,末态弹簧处于伸长状态,且弹簧弹力大小相等,则弹簧弹力先增大再减小再增大,根据弹簧弹力与速度方向间的夹角变化可知弹簧弹力对小球先做负功再做正功再做负功, **A 错误**。小球运动过程中受重力、弹簧的弹力、杆的弹力,其中杆的弹力始终垂直于杆,弹簧的弹力沿弹簧方向,当弹簧与光滑杆垂直时,小球竖直方向只受重力的作用,故加速度为重力加速度;当弹簧为原长时,小球只受重力作用,小球的加速度也为重力加速度,故 **B 正确**。当弹簧与光滑杆垂直时,弹簧长度最短,弹簧弹力与速度垂直,则弹力对小球做功的功率为零, **C 正确**。 M 、 N 两点弹簧弹性势能相等,从 M 到 N 小球的重力势能转化为动能,则小球在 N 点的动能等于其在 M 、 N 两点的重力势能差, **D 正确**。

22. (1)④①③②(2分) (2)1.29(2分) M (2分)

【命题点】探究轻弹簧的弹性势能

【思路分析】(1) 压缩弹簧后释放,弹簧的弹性势能转化为物块的动能,根据纸带记录的点测量物块的速度进而得到物块的动能,从而获得弹簧的弹性势能;开始打点时纸带要拉直且先接通电源后释放纸带。(2) 纸带 M 上匀速段的速度即为物块离开弹簧时的速度,相等时间内纸带移动的位移大说明物块的速度大,弹簧的弹性势能也就大。

【解析】(1) 先压缩弹簧,松手后,弹簧的弹性势能转化为物块离开弹簧时的动能,测量出动能就可得到弹性势能,保证纸带拉直且先接通电源后释放纸带,则正确步骤是④①③②。

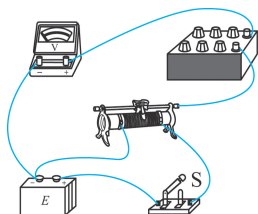
(2) 物块离开弹簧后,由于桌面光滑,物块做匀速直线运动。打点周期为 0.02 s ,取 M 纸带中最后两段求平均值,则 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(2.58+2.57) \times 10^{-2}}{0.02 \times 2} \text{ m/s} \approx 1.29 \text{ m/s}$,因为纸带 M 匀速段相邻打点间距大,故纸带 M 对应的实验中弹簧的弹性势能大。

23. (1) R_1 (2分) (2)见解析(2分) (3)2.520(3分) (4) D (2分)

【命题点】测量电压表的内阻

【解析】(1) 滑动变阻器使用的是分压式接法,为了调节效果好,选择最大阻值小的滑动变阻器 R_1 ;

(2) 根据电路图连接实物图,注意滑动变阻器的分压式接法,电压表与电阻箱串联,实物图如图所示;



(3) 电阻箱阻值为零时,电压表示数为 2.5 V ,认为滑动变

阻器上的分压不变,即为 2.5 V,所以当电压表示数为 2 V 时,电阻箱上分得电压为 0.5 V,根据串联电路电压比等于电阻比,故电压表的内阻为电阻箱阻值的 4 倍,则 $R_V = 4 \times 630 \Omega = 2\,520 \Omega$;

(4) 根据欧姆定律可得 $I_g = \frac{U_g}{R_V} = \frac{2.5}{2\,520} \text{ A} \approx 1 \text{ mA}$ 。

24. (1) $Blv_0 \left(\frac{F}{m} - \mu g \right)$ (2) $\frac{B^2 l^2 t_0}{m}$

【命题点】金属杆切割磁感线产生感应电动势

【解析】(1) 设金属杆进入磁场前的加速度大小为 a ,由牛顿第二定律得

$$ma = F - \mu mg \quad (1)$$

设金属杆到达磁场左边界时的速度为 v ,由运动学公式有

$$v = at_0 \quad (2)$$

当金属杆以速度 v 在磁场中运动时,由法拉第电磁感应定律可知,杆中的电动势

$$E = Blv \quad (3)$$

联立①②③式可得

$$E = Blv_0 \left(\frac{F}{m} - \mu g \right) \quad (4)$$

(2) 设金属杆在磁场区域中匀速运动时,金属杆中的电流为 I ,根据欧姆定律

$$I = \frac{E}{R} \quad (5)$$

式中 R 为电阻的阻值,金属杆所受的安培力为

$$f = BIl \quad (6)$$

因金属杆做匀速运动,由牛顿运动定律得

$$F - \mu mg - f = 0 \quad (7)$$

联立④⑤⑥⑦式得

$$R = \frac{B^2 l^2 t_0}{m} \quad (8)$$

25. (1) $\sqrt{6gl}$ (2) $\frac{5}{3}m \leq M < \frac{5}{2}m$

【命题点】机械能守恒定律和能量守恒定律

【解析】(1) 依题意,当弹簧竖直放置,长度被压缩至 l 时,质量为 $5m$ 的物体的动能为零,其重力势能转化为弹簧的弹性势能。由机械能守恒定律,弹簧长度为 l 时的弹性势能为

$$E_p = 5mgl \quad (1)$$

设 P 的质量为 M ,到达 B 点时的速度大小为 v_B ,由能量守恒定律得

$$E_p = \frac{1}{2}Mv_B^2 + \mu Mg \cdot 4l \quad (2)$$

$$\text{联立①②式,取 } M=m \text{ 并代入题给数据得 } v_B = \sqrt{6gl} \quad (3)$$

(1 分)

若 P 能沿圆轨道运动到 D 点,其到达 D 点时的向心力不能小于重力,即 P 此时的速度大小 v 应满足 $\frac{mv^2}{l} - mg \geq 0 \quad (4)$

(2 分)

设 P 滑到 D 点时的速度为 v_D ,由机械能守恒定律得

$$\frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mv_D^2 + mg \cdot 2l \quad (2 \text{ 分}) \quad (5)$$

$$\text{联立③⑤式得 } v_D = \sqrt{2gl} \quad (1 \text{ 分}) \quad (6)$$

v_D 满足④式要求,故 P 能运动到 D 点,并从 D 点以速度 v_D 水平射出。设 P 落回到轨道 AB 所需的时间为 t ,由运动学公式得

$$2l = \frac{1}{2}gt^2 \quad (2 \text{ 分}) \quad (7)$$

$$P \text{ 落回到 } AB \text{ 上的位置与 } B \text{ 点之间的距离为 } s = v_D t \quad (2 \text{ 分}) \quad (8)$$

$$\text{联立⑥⑦⑧式得 } s = 2\sqrt{2}l \quad (1 \text{ 分}) \quad (9)$$

(2)为使 P 能滑上圆轨道,它到达 B 点时的速度不能小于零,由①②式可知

$$5mgl > \mu Mg \cdot 4l \quad (1 \text{ 分}) \quad (10)$$

要使 P 仍能沿圆轨道滑回, P 在圆轨道的上升高度不能超过半圆

$$\text{轨道的中点 } C, \text{由机械能守恒定律有 } \frac{1}{2}Mv_B^2 \leq Mgl \quad (2 \text{ 分}) \quad (11)$$

$$\text{联立①②⑩⑪式得 } \frac{5}{3}m \leq M < \frac{5}{2}m \quad (2 \text{ 分}) \quad (12)$$

33. (1) ABE 【命题点】 p - T 图像

【解析】(1)根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$,可知 a 、 c 两状态

$\frac{p}{T}$ 相等,则 a 、 c 两状态体积相等, **A 正确**;理想气体在状态 a

时比在状态 c 时温度高,内能大, **B 正确**;根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$,过程 cd 为等温变化,温度不变,气体的内能不变, $\Delta U = 0$,即气体向外界放出的热量等于外界对气体做的功, **C 错误**;过程 da 为等压变化,气体升温膨胀,内能增加, $\Delta U > 0$,同时还对外界做功, $W < 0$,则由 $\Delta U = W + Q$ 可知 $Q > 0$,即必须从外界吸热,且从外界吸收的热量大于气体对外界做的功, **D 错误**;由于 a 、 c 两状态体积相等,根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$,在过程 bc 中外界对气体做的功等于在过程 da 中气体对外界做的功, **E 正确**。

(2) 4 天

【命题点】玻意耳定律

【解析】设氧气开始时的压强为 p_1 ,体积为 V_1 ,压强变为 p_2 (2 个大气压)时,体积为 V_2 。

$$\text{根据玻意耳定律得 } p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (2 \text{ 分}) \quad (1)$$

$$\text{重新充气前,用去的氧气在 } p_2 \text{ 压强下的体积为 } V_3 = V_2 - V_1 \quad (2 \text{ 分}) \quad (2)$$

$$\text{设用去的氧气在 } p_0 \text{ (1 个大气压) 压强下的体积为 } V_0, \text{则有 } p_2 V_3 = p_0 V_0 \quad (2 \text{ 分}) \quad (3)$$

设实验室每天用去的氧气在 p_0 下的体积为 ΔV ,则氧气可用的天数为

$$N = \frac{V_0}{\Delta V} \quad (2 \text{ 分}) \quad (4)$$

$$\text{联立①②③④式,并代入数据得 } N = 4 \text{ (天)} \quad (2 \text{ 分}) \quad (5)$$

34. (1) ABC 【命题点】电磁波的特性

【解析】电磁波在真空中的传播速度为光速 c ,与频率无关,

A 正确;周期性变化的电场和磁场可相互激发形成电磁波,
B 正确;电磁波是横波,在真空中自由传播时传播方向与电场方向、磁场方向垂直,**C 正确**;电磁波可以在介质中传播,所以可以通过光缆进行有线传输,也可以不需要介质进行传输,即无线传输,**D 错误**;电磁振荡停止,已产生的电磁波仍能继续传播而独立存在,**E 错误**。

$$(2)(i) 4 \text{ s} \quad 7.5 \text{ cm/s} \quad 30 \text{ cm} \quad (ii) y = 0.08 \cos \left(\frac{\pi t}{2} + \frac{\pi}{3} \right)$$

$$(\text{国际单位制}) \text{ 或者 } y = 0.08 \sin \left(\frac{\pi t}{2} + \frac{5\pi}{6} \right) (\text{国际单位制})$$

【命题点】波的传播与波长、波速和周期的关系

【解析】(i) 设振动周期为 T , 由于质点 A 在 0 到 1 s 内由最大位移处第一次回到平衡位置, 经历的是 $\frac{1}{4}$ 个周期, 由此可知

$$T = 4 \text{ s} \quad \textcircled{1} \quad (1 \text{ 分})$$

由于质点 O 与 A 的距离为 5 cm 小于半个波长, 且波沿 x 轴正向传播, O 在 $t = \frac{1}{3} \text{ s}$ 时回到平衡位置, 而 A 在 $t = 1 \text{ s}$ 时回到平衡位置, 时间相差 $\frac{2}{3} \text{ s}$ 。两质点平衡位置的距离除以

传播时间, 可得波的传播速度 $v = 7.5 \text{ cm/s}$ $\textcircled{2}$ (2 分)

利用波长、波速和周期的关系得, 简谐波的波长 $\lambda = 30 \text{ cm}$ $\textcircled{3}$ (1 分)

$$(ii) \text{ 设质点 } O \text{ 的位移随时间变化的关系为 } y = A \cos \left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi_0 \right) \quad \textcircled{4} \quad (1 \text{ 分})$$

将 $\textcircled{1}$ 式及题给条件代入上式得

$$\begin{cases} 4 \text{ cm} = A \cos \varphi_0 \\ 0 = A \cos \left(\frac{\pi}{6} + \varphi_0 \right) \end{cases} \quad \textcircled{5} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } \varphi_0 = \frac{\pi}{3}, A = 8 \text{ cm} \quad \textcircled{6} \quad (2 \text{ 分})$$

质点 O 的位移随时间变化的关系式为

$$y = 0.08 \cos \left(\frac{\pi t}{2} + \frac{\pi}{3} \right) (\text{国际单位制}),$$

$$\text{或 } y = 0.08 \sin \left(\frac{\pi t}{2} + \frac{5\pi}{6} \right) (\text{国际单位制}) \quad (1 \text{ 分})$$

35. (1) C (1 分) AB (2 分) E (1 分) F (1 分)

【命题点】核反应过程的判断

【解析】(1) A 、 B 是 β 衰变; C 是 α 衰变; D 是人工转变; E 是裂变; F 是聚变。

$$(2)(i) 20 \text{ kg} \quad (ii) \text{ 不能}$$

【命题点】动量守恒定律与机械能守恒定律

【解析】(i) 规定向右为速度正方向。冰块在斜面体上运动到最大高度时两者达到共同速度, 设此共同速度为 v , 斜面体的质量为 m_3 。由水平方向动量守恒和机械能守恒定律得

$$m_2 v_{20} = (m_2 + m_3) v \quad \textcircled{1} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2} m_2 v_{20}^2 = \frac{1}{2} (m_2 + m_3) v^2 + m_2 g h \quad \textcircled{2} \quad (1 \text{ 分})$$

式中 $v_{20} = -3 \text{ m/s}$ 为冰块推出时的速度, 联立 $\textcircled{1}$ $\textcircled{2}$ 式并代入

题给数据得

$$m_3 = 20 \text{ kg} \quad (3) \quad (2 \text{ 分})$$

(ii) 设小孩推出冰块后的速度为 v_1 , 由动量守恒定律有

$$m_1 v_1 + m_2 v_{20} = 0 \quad (4) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{代入数据得 } v_1 = 1 \text{ m/s} \quad (5) \quad (1 \text{ 分})$$

设冰块与斜面体分离后的速度分别为 v_2 和 v_3 , 由动量守恒和机械能守恒定律有

$$m_2 v_{20} = m_2 v_2 + m_3 v_3 \quad (6) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2} m_2 v_{20}^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \frac{1}{2} m_3 v_3^2 \quad (7) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立 } (3)(6)(7) \text{ 式并代入数据得 } v_2 = 1 \text{ m/s} \quad (8) \quad (1 \text{ 分})$$

由于冰块与斜面体分离后的速度与小孩推出冰块后的速度相同且处在后方, 故冰块不能追上小孩 (1 分)