

1. C 【命题点】衰变和射线

【解析】 β 粒子是电子, C 正确。

2. A 【命题点】带电小球在磁场中的运动

【解析】由左手定则可知, 小球刚进入磁场时受到的洛伦兹力方向水平向右, A 正确; 小球在磁场中做曲线运动, 向下运动时重力做正功, 速度增大, 向上运动时重力做负功, 速度减小, B 错误; 小球运动过程中的速度大小和方向不断变化, 洛伦兹力的大小和方向不断变化, 则重力与洛伦兹力的合力不断变化, 加速度不断变化, C 错误; 洛伦兹力始终与小球的速度方向垂直, 对小球不做功, D 错误。

3. B 【命题点】物体平衡和牛顿第三定律

【解析】工人受到重力、支持力、绳子拉力, 重力大小等于支持力与绳子拉力的合力大小, A 错误; 工人对绳的拉力和绳对工人的拉力是一对作用力与反作用力, B 正确; 设动滑轮两侧的绳子与竖直方向的夹角均为 θ , 绳子的拉力大小为 F , 对滑轮和重物有 $2F\cos\theta = mg$, 重物缓慢提起的过程中, 夹角 θ 增大, 则 F 增大, C、D 错误。

4. C 【命题点】振动图像与波的传播

【解析】质点振动周期与波的传播周期相同, 由题图可知 $T = 4\text{ s}$, A 错误; 由题图可知, 在任意相同时刻 P 、 Q 两质点的振动始终相反, 则两质点间距离为半波长的奇数倍, 即 $6\text{ m} = \frac{\lambda}{2}(2n+1) (n=0, 1, 2, \dots)$, 波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{3}{2n+1}\text{ m/s} (n=0, 1, 2, \dots)$, 当 $n=0$ 时, $v=3\text{ m/s}$, 仅仅是其一个可能的值, B 错误; 由题图可知 4 s 时 P 质点向上振动, Q 质点向下振动, C 正确, D 错误。

5. C 【命题点】分子力和分子势能

【解析】分子间距离大于 r_0 时, 分子力表现为引力, 分子从无限远靠近到距离 r_0 处的过程中分子力做正功, 分子势能减小, A、B 错误; 分子间距离小于 r_0 时, 分子力表现为斥力, 分子间距离减小, 分子力做负功, 分子势能增大, 因此分子势能在 r_0 处最小, C 正确, D 错误。

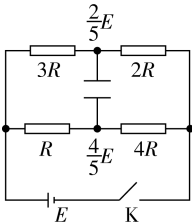
6. C 【命题点】电磁感应

【解析】1、2 线圈中通入顺时针方向电流, 由右手螺旋定则可知磁场方向竖直向下, A 错误; 汽车进入线圈 1 过程中, 通过汽车向下的磁通量增大, 由楞次定律和右手螺旋定则可得感应电流方向为 $adcba$ 方向, B 错误; 汽车离开线圈 1 过程中, 通过汽车向下的磁通量减小, 由楞次定律和右手螺旋定则可得感应电流方向为 $abcda$, C 正确; 汽车进入线圈 2 过程中, 感应电流的效果阻碍汽车的运动, 汽车所受安培力方向与速

度方向相反, **D** 错误。

7. C 【命题点】电路+电容

【解析】定义电源负极电势为 0, 则正极电势为 E , 根据串联电路的分压规律求得电容器两端的电势, 如图所示,

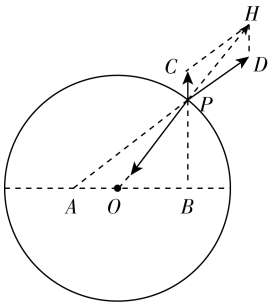


根据电路分析可知, 电容器两端的电势差 $U = \frac{4}{5}E - \frac{2}{5}E =$

$\frac{2}{5}E$, 则电容器上电荷量为 $q = CU = \frac{2}{5}CE$, **C** 正确。

8. C 【命题点】库仑定律+三力平衡

【解析】小球静止在圆轨道内侧 P 点, 圆轨道对小球的支持力沿半径方向, 因此 A 、 B 处电荷对小球的库仑力的合力也沿半径方向, 与支持力平衡, 库仑力的矢量合成如图所示,



由正弦定理可得 $\frac{F_A}{\sin \angle CPH} = \frac{F_B}{\sin \angle CHP}$, 又 $\angle CPH = \angle OPB$,

$\angle CHP = \angle HPD = \angle APO$, $\triangle APO$ 中 $\frac{AP}{\sin(\pi - \angle POB)} =$

$\frac{AO}{\sin \angle APO}$, 同理可得 $\frac{BP}{\sin \angle POB} = \frac{BO}{\sin \angle BPO}$, 由库仑定律知

$F_A = k \frac{Q_1 q}{AP^2}$, $F_B = k \frac{Q_2 q}{BP^2}$, 联立解得 $Q_1 : Q_2 = 2n^3 : 1$, **C** 正确。

9. ACD 【命题点】卫星变轨

【解析】根据万有引力提供向心力可得 $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R} =$

$m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 R = ma$, 得 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$, $T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}}$, $a = \frac{GM}{R^2}$, 可知卫星

的轨道越高, 速率越小, 周期越大, 向心加速度越小, **B** 错误,

C、**D** 正确, 飞船由低轨道变到高轨道, 需要加速, **A** 正确。

10. AC 【命题点】光子能量

【解析】波长、波速与周期的关系为 $T = \frac{\lambda}{c}$, 则光的频率 $\nu =$

$\frac{1}{T} = \frac{c}{\lambda}$, **A** 正确; 光子能量 $E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$, **B** 错误; 光子动量

为 $p = \frac{h}{\lambda}$, **C** 正确; 在时间 t 内发射的光子的总能量为 Pt , 即

$$n \cdot h \frac{c}{\lambda} = Pt, \text{解得 } n = \frac{Pt\lambda}{hc}, \text{D 错误。}$$

11. BC 【命题点】交变电流和变压器原理

【解析】电源电压最大值 $U_m = 220\sqrt{2}$ V, 则有效值为 $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} =$

220 V, A 错误; 由瞬时值表达式知 $\omega = 100\pi$ rad/s, 则交变电

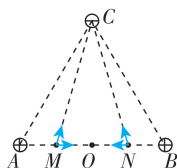
流周期 $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0.02$ s, B 正确; 变压器副线圈所在电路电灯

并联, 则输出电压 $U_2 = 36$ V, $U_1 = U = 220$ V, 由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, 解得

$n_2 = 180$, C 正确, D 错误。

12. BC 【命题点】点电荷的电场叠加及电势叠加

【解析】作出 M 、 N 两点的电场强度示意图如图所示, 两正点电荷在 M 点处产生的电场强度方向向右, 在 N 点处产生的电场强度方向向左,



负电荷在 M 、 N 两点处产生的电场强度方向均指向负电荷, 根据电场叠加原理可知, M 、 N 两点电场强度大小相同, 方向不同, A 错误; M 、 N 两点在两正电荷形成的电场中具有对称性, 电势相等, 到负电荷的距离也相等, 所以在负电荷形成的电场中电势也相等, 则 M 、 N 两点电势相同, B 正确; 分析电场强度方向可知, 负电荷从 M 到 O , 电场力做负功, 则电势能增大, C 正确; 负电荷从 N 到 O , 电场力做负功, 电势能增大, D 错误。

13. AD 【命题点】带电粒子在电、磁场中的运动

【解析】根据带电粒子在电场中做类平抛运动, 运动到 $(x_0,$

$y)$ 点, 有 $\begin{cases} x_0 = v_0 t \\ y = \frac{1}{2} at^2 \end{cases}$, 由牛顿第二定律有 $qE = ma$, 解得电场强

度 $E = \frac{2ymv_0^2}{qx_0^2}$ 。竖直方向上有 $v_y = at = \frac{2yv_0}{x_0}$, 设粒子进入磁场

时的速度与 x 轴的夹角为 θ , 则有 $\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{2y}{x_0}$ 。

分析一: 粒子从 O 点运动到 NP 中点。 $y = \frac{1}{2} y_0$, 解得电场强

度 $E = \frac{y_0 mv_0^2}{qx_0^2}$, $\frac{v_y}{v_x} = \frac{y_0}{x_0}$, 粒子进入磁场时的速度 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} =$

$v_0 \sqrt{1 + \frac{y_0^2}{x_0^2}}$, A 正确, B 错误。

分析二: 粒子运动随电场强度大小改变。设粒子在磁场中做圆周运动的轨迹半径为 r , 圆心到 MN 的距离 $d = r \sin \theta$, 由

$\tan \theta = \frac{2y}{x_0}$, 解得 $\sin \theta = \frac{2y}{\sqrt{x_0^2 + 4y^2}}$, 粒子进入磁场时的速度 $v' =$

$\sqrt{v_x^2+v_y^2}=v_0\sqrt{1+\frac{4y^2}{x_0^2}}$,由洛伦兹力提供粒子做圆周运动的向

心力可得 $qv'B=\frac{mv'^2}{r}$,则 $r=\frac{mv'}{qB}=\frac{mv_0}{qB}\sqrt{1+\frac{4y^2}{x_0^2}}$,解得 $d=\frac{mv_0}{qB}\times$

$\frac{2y}{x_0}$, d 与粒子进入磁场的位置有关,即与电场强度的大小有

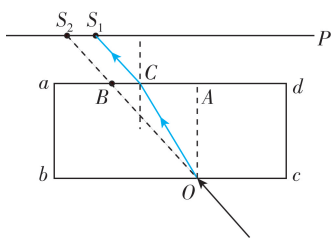
关, **C 错误**;当 $y=y_0$ 时,粒子在磁场中运动的轨迹半径最

大,最大值 $r_{\max}=\frac{mv_0}{qB}\sqrt{1+\frac{4y_0^2}{x_0^2}}=\frac{mv_0}{qBx_0}\sqrt{x_0^2+4y_0^2}$, **D 正确**。

14. (1) 见解析(2分) (2) $\frac{l_1}{l_1-l_3}\sqrt{\frac{(l_1-l_3)^2+l_2^2}{l_1^2+l_2^2}}$ (2分) (3) 变
小(2分)

【命题点】几何光学

【解析】(1) 根据平行玻璃砖的特点,光经过平行玻璃砖后出射光线和入射光线平行,可过 S_1 点作 S_2B 的平行线与玻璃砖交于 C 点,再连接 CO 。

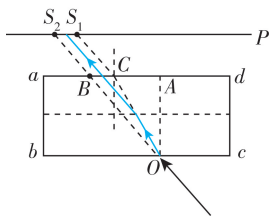


(2) 设激光束在 O 点的入射角为 α , 折射角为 β , 则 $\sin \alpha =$

$$\frac{AB}{OB} = \frac{l_1}{\sqrt{l_1^2+l_2^2}}, \sin \beta = \frac{AC}{OC} = \frac{l_1-l_3}{\sqrt{(l_1-l_3)^2+l_2^2}}, \text{则折射率 } n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} =$$

$$\frac{l_1}{l_1-l_3}\sqrt{\frac{(l_1-l_3)^2+l_2^2}{l_1^2+l_2^2}}。$$

(3) 若改用宽度比 ab 更小的玻璃砖, 光路图如图所示, 可知 S_1S_2 之间距离**变小**。



15. (1) R_1 (1分) R_2 (1分) (2) 见解析(2分)

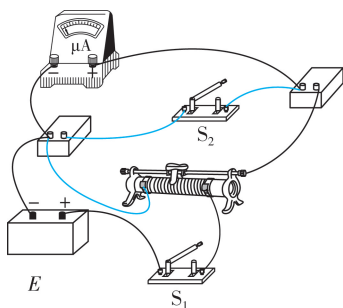
(3) ①③②④(2分) (4) $1\,998.0\,\Omega$ (2分) 小于(2分)

(5) 1.28 (2分) (6) $\frac{R_N R_M}{R_N - R_M}$ (2分)

【命题点】半偏法测电表的内阻

【解析】(1) 根据半偏法的测量原理可知, 当闭合开关 S_2 之后, 与滑动变阻器并联部分的电流应基本不变, 就需要 R_N 较大, R_M 较小, 此时闭合开关 S_2 , 对分压电路影响较小。故 R_M 应选 **R_1** , R_N 应选 **R_2** 。

(2) 根据电路图, 连线如图所示。



(3) 闭合开关前,先将滑动变阻器滑片 P 移至最左端,将 R_N 调至最大值;然后断开开关 S_2 ,闭合 S_1 ,调节滑片 P 至某位置再调节 R_N 使表头满偏;之后闭合开关 S_2 ,调节 R_M 使微安表半偏,并读出 R_M 的阻值;最后断开 S_1 、 S_2 ,拆除导线,整理好器材。故正确的操作顺序是①③②④。

(4) 根据半偏法的测量原理可知,电阻箱 R_M 的阻值表示待测表头内阻,则待测表头内阻为 $1\,998.0\,\Omega$;由于开关 S_2 闭合导致并联部分电阻变小,通过 R_N 的电流大于 I_g ,微安表支路电流为 $\frac{1}{2}I_g$ 时,电阻箱 R_M 支路电流大于 $\frac{1}{2}I_g$,则电阻箱 R_M 阻值小于微安表阻值,用电阻箱的阻值代替微安表的测量值,则测量结果偏小。

(5) 指针指在 64 位置,按换算关系有 $\frac{2\text{ V}}{100} = \frac{u}{64}$,可知电压为 1.28 V 。

(6) 根据题意可得 $I_g(R_g + R_N) = \left(\frac{I_g}{\frac{I_g}{2} + \frac{I_g}{2} R_g} \right) R_N + \frac{I_g}{2} \cdot R_g$,得

$$R_g = \frac{R_N R_M}{R_N - R_M}。$$

16. (1) $1.085 \times 10^5\text{ Pa}$ (2) $\frac{30}{31}$

【命题点】饮料瓶内气体状态变化

【解析】(1) 饮料瓶内气体温度升高,气体体积不变,

$$\text{由查理定律有 } \frac{p}{t+273\text{ K}} = \frac{p'}{t'+273\text{ K}} \quad (3\text{ 分})$$

$$\text{解得 } p' = 1.085 \times 10^5\text{ Pa} \quad (2\text{ 分})$$

(2) 保持温度不变,气体发生等温变化,

$$\text{由玻意耳定律有 } pV = p'V' \quad (3\text{ 分})$$

$$\text{解得 } \frac{V'}{V} = \frac{30}{31} \quad (2\text{ 分})$$

气体体积变为原来的 $\frac{30}{31}$ 。

17. (1) $\sqrt{2}\text{ m/s}$ $\frac{25}{6}\text{ A}$ (2) 0.085 C

【命题点】安培力+动量定理

【解析】(1) 金属杆离开液体后飞起过程:飞起后,金属杆向上做匀减速直线运动,飞起高度为 H ,

$$\text{由运动学知识有 } 0 - v_0^2 = -2gH \quad (2\text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_0 = \sqrt{2}\text{ m/s} \quad (1\text{ 分})$$

金属杆在液体中上升过程:

$$\text{由动能定理有 } BILh - mgh = \frac{1}{2}mv_0^2 - 0 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{得 } I = \frac{25}{6} \text{ A} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 金属杆离开液体后跳起过程:

$$\text{由运动学知识有 } 0 - v^2 = -2gH' \quad (2 \text{ 分})$$

金属杆在液体中上升过程:以竖直向上为正方向,由动量定理有

$$(B\bar{I}L - mg)t' = mv - 0 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{其中 } \bar{I}t' = q \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } q = 0.085 \text{ C} \quad (1 \text{ 分})$$

$$18. (1) 30 \text{ N} \quad (2) 1.6 \text{ J} \quad (3) 1 - \frac{15\sqrt{0.8-L}}{16} (\text{SI})$$

【命题点】板块模型+能量守恒

【解析】(1) 滑块 B 下滑到圆弧轨道 A 底端时,由动能定理

$$\text{有 } m_B g R = \frac{1}{2} m_B v^2 - 0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由圆周运动知识有 } F_N - m_B g = m_B \frac{v^2}{R} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } F_N = 30 \text{ N} \quad (1 \text{ 分})$$

由牛顿第三定律可知, B 对 A 的压力大小为 30 N (1 分)

(2) 当 B 滑上 C 的瞬间, B 、 C 速度相等,假设二者之间无相对滑动,对 B 、 C 整体有

$$\mu_2(m_B + m_C)g = (m_B + m_C)a, \text{ 解得 } a = 8 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{ 分})$$

而 B 的最大加速度 $a_1 = 2 \text{ m/s}^2$,故假设不成立, B 、 C 间会有相对滑动,则 B 的加速度大小为 $a_1 = 2 \text{ m/s}^2$,方向向左,

$$\text{对 } C \text{ 有 } \mu_2(m_B + m_C)g - \mu_1 m_B g = m_C a_2 \quad (1 \text{ 分})$$

得 $a_2 = 10 \text{ m/s}^2$,方向向左,

$$B \text{ 向右运动的距离 } x_1 = \frac{v^2}{2a_1} = 1 \text{ m},$$

$$C \text{ 向右运动的距离 } x_2 = \frac{v^2}{2a_2} = 0.2 \text{ m},$$

$$B、C \text{ 间因摩擦产生的热量 } Q = \mu_1 m_B g (x_1 - x_2) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } Q = 1.6 \text{ J} \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 由(2)问可知, C 先停下, B 继续在 C 上运动,当 B 在 C 上向右运动 $x_1 - x_2 = 0.8 \text{ m}$ 才停下。

设 C 从运动到停下所用的时间为 t_1 ,由运动学知识可得 $t_1 =$

$$\frac{v}{a_2} = 0.2 \text{ s} \quad (1 \text{ 分})$$

此时 B 、 C 的位移大小分别是 $x_3 = vt_1 - \frac{1}{2}a_1 t_1^2 = 0.36 \text{ m}$, $x_2 = 0.2 \text{ m}$,

$$\text{则 } x_{\text{相}} = 0.16 \text{ m}, \text{ 此时 } v_B = v - a_1 t_1 = 1.6 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

由于 $L > 0.16 \text{ m}$,故一定是 C 停下之后, B 才与 C 上挡板碰撞,

设 B 与挡板碰撞时的速度大小为 v_{B0} ,则由运动学知识有

$$v_{B0}^2 - v_B^2 = -2a_1(L - 0.16 \text{ m}),$$

解得 $v_{B0} = 2\sqrt{0.8-L} \text{ (SI)}$,

$$\text{所用时间 } t_2 = \frac{v_{B0} - v_B}{-a_1} = 0.8 - \sqrt{0.8-L} \text{ (SI)} \quad (1 \text{ 分})$$

B 与挡板碰撞时,由动量守恒定律有

$$m_B v_{B0} = (m_B + m_C) v_{\text{共}} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_{\text{共}} = \frac{\sqrt{0.8-L}}{2} \text{ (SI)},$$

之后二者一起减速, $a_3 = \mu_2 g$, 经时间 t_3 后停下,

$$\text{有 } v_{\text{共}} = \mu_2 g t_3,$$

$$\text{解得 } t_3 = \frac{\sqrt{0.8-L}}{16} \text{ (SI)} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{故总时间 } t = t_1 + t_2 + t_3 = 1 - \frac{15\sqrt{0.8-L}}{16} \text{ (SI)} \quad (1 \text{ 分})$$