

参考答案

1. A

【解析】

【分析】

【详解】

根据电荷数和质量数守恒，则有

$$4+9=12+m, \quad 2+4=6+n$$

解得 $m=1, n=0$ ，故 X 是中子

故选 A。

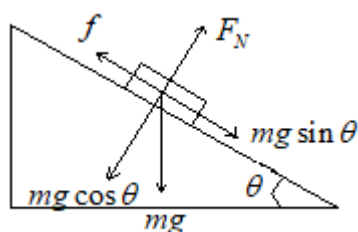
2. B

【解析】

【分析】

【详解】

设手机的质量为 m ，斜面倾角为 θ 。对手机进行受力分析，如图所示



由图可知支持力方向垂直斜面向上，摩擦力方向沿斜面向上，根据平衡条件则有

$$f = mg \sin \theta, \quad F_N = mg \cos \theta$$

因 $\cos \theta < 1$ ，故 $F_N < mg$ ，且摩擦力等于手机所受的重力沿斜面向下的分力

故选 B。

3. D

【解析】

【分析】

【详解】

对图甲的交流电分析，可知一个周期内交流电的电流方向变化，而电流的大小不变，故图甲

的电流有效值为 $I_1 = I_0$ ；对图乙的交流电分析可知，其为正弦式交流电，故其有效值为

$$I_2 = \frac{I_0}{\sqrt{2}}, \quad \text{故 } I_1 : I_2 = \sqrt{2} : 1, \quad \text{故选 D。}$$

4. D

【解析】

【分析】

【详解】

接 ab ，则电路的总电阻为

$$R_{ab} = \frac{9R(R+9R)}{R+9R+9R} = \frac{90R}{19}$$

接 ac ，则电路的总电阻为

$$R_{ac} = \frac{R(9R+9R)}{R+9R+9R} = \frac{18R}{19}$$

接 bc ，则电路的总电阻为

$$R_{bc} = \frac{9R(R+9R)}{R+9R+9R} = \frac{90R}{19}$$

由题知，不管接那两个点，电压不变，为 $U=24V$ ，根据

$$P = \frac{U^2}{R}$$

可知

$$P_{ab} = P_{bc} < P_{ac}$$

故选 D。

5. A

【解析】

【分析】

【详解】

A. 根据

$$v = \frac{c}{n}$$

可知单色光在介质中传播时，介质的折射率越大，光的传播速度越小，故 A 正确；

B. 根据多普勒效应，若声波波源向观察者靠近，则观察者接收到的声波频率大于波源频率，故 B 错误；

C. 根据

$$\Delta x = \frac{L}{d} \lambda$$

同一个双缝干涉实验中，蓝光的波长小于红光的波长，故蓝光产生的干涉条纹间距比红光的小，故 C 错误；

D. 根据光的干涉的条件可知，两束频率不同的光不能产生干涉现象，故 D 错误。

故选 A。

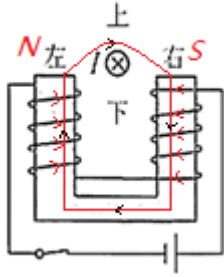
6. B

【解析】

【分析】

【详解】

根据安培定则，可知蹄形电磁铁的分布情况，如图所示



故导线所处位置的磁感应线的切线方向为水平向右，根据左手定则，可以判断导线所受安培力的方向为向下。

故选 B。

7. B

【解析】

【分析】

【详解】

A. 试验船的运行速度为 $\frac{2\pi(R+h)}{T}$ ，故 A 错误；

B. 近地轨道卫星的速度等于第一宇宙速度，根据万有引力提供向心力有

$$G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$$

根据试验船受到的万有引力提供向心力有

$$G \frac{Mm_{\text{船}}}{(R+h)^2} = m_{\text{船}} \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 (R+h)$$

联立两式解得第一宇宙速度

$$v = \frac{2\pi}{T} \sqrt{\frac{(R+h)^3}{R}}$$

故 B 正确；

C. 根据试验船受到的万有引力提供向心力有

$$G \frac{Mm_{\text{船}}}{(R+h)^2} = m_{\text{船}} \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 (R+h)$$

解得

$$M = \frac{4\pi^2 (R+h)^3}{GT^2}$$

故 C 错误；

D. 地球重力加速度等于近地轨道卫星向心加速度，根据万有引力提供向心力有

$$G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R} = mg$$

根据试验船受到的万有引力提供向心力有

$$G \frac{Mm_{\text{船}}}{(R+h)^2} = m_{\text{船}} \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 (R+h)$$

联立两式解得重力加速度

$$g = \frac{4\pi^2 (R+h)^3}{R^2 T^2}$$

故 D 错误。

故选 B。

8. C

【解析】

【分析】

【详解】

对离子，根据动量定理有

$$F \cdot \Delta t = \Delta mv$$

而

$$\Delta m = 3.0 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \Delta t$$

解得 $F=0.09\text{N}$ ，故探测器获得的平均推力大小为 0.09N ，故选 C。

9. AC

【解析】

【分析】

【详解】

A. 由波形图可知，波长为 8m ，故 A 正确；

B. 根据公式

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

代入数据解得 $v = 40\text{m/s}$ ，故 B 错误；

CD. 由题知，沿 x 轴正方向传播，根据“上下坡法”，可知该时刻质点 P 向 y 轴负方向运动，该时刻质点 Q 向 y 轴正方向运动，故 C 正确，D 错误。

故选 AC。

10. AD

【解析】

【分析】

【详解】

A. 根据电场线的疏密程度表示电场强度的大小，可知 a 点的电场线比 b 点的电场线更密，故 a 点的场强比 b 点的场强大，故 A 正确；

B. 根据沿着电场线方向电势不断降低，可知 d 点的电势比 c 点的电势高，故 B 错误；

C. 根据正电荷在电势越高的点，电势能越大，可知质子在 d 点的电势能比在 c 点的电势能大，故 C 错误；

D. 由图可知， a 点的电势低于 b 点的电势，而负电荷在电势越低的点电势能越大，故电子在 a 点的电势能高于在 b 点的电势能，所以将电子从 a 点移动到 b 点，电势能减小，故电场力做正功，故 D 正确。

故选 AD。

11. BD

【解析】

【分析】

【详解】

A. 根据 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 得, 运动时间

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.25}{10}} \text{s} = 0.5 \text{s}$$

故 A 错误;

B. 水平射程为

$$x = v_0 t = 10 \times 0.5 \text{m} = 5 \text{m}$$

故 B 正确;

CD. 竖直方向分速度为

$$v_y = gt = 10 \times 0.5 \text{m/s} = 5 \text{m/s}$$

水平分速度为

$$v_x = v_0 = 10 \text{m/s}$$

落地速度为

$$v = \sqrt{v_y^2 + v_x^2} = 5\sqrt{5} \text{m/s}$$

故 C 错误, D 正确。

故选 BD。

12. BC

【解析】

【分析】

【详解】

A. 对整体受力分析, 根据牛顿第二定律有

$$F - (m_1 + m_2)g \sin \theta = (m_1 + m_2)a$$

解得 $a = \frac{F}{m_1 + m_2} - g \sin \theta$, 故 A 错误;

B. 对 m_2 受力分析, 根据牛顿第二定律有

$$F_{\text{弹}} - m_2 g \sin \theta = m_2 a$$

解得 $F_{\text{弹}} = \frac{m_2 F}{m_1 + m_2}$, 故 B 正确;

C. 根据 $F_{\text{弹}} = \frac{m_2 F}{m_1 + m_2} = \frac{F}{\frac{m_1}{m_2} + 1}$, 可知若只增大 m_2 , 两物块一起向上匀加速运动时, 弹力

变大，根据胡克定律，可知伸长量变大，故它们的间距变大，故 C 正确；

D. 根据 $F_{\text{弹}} = \frac{m_2 F}{m_1 + m_2}$ ，可知只增大 θ ，两物块一起向上匀加速运动时，弹力不变，根据

胡克定律，可知伸长量不变，故它们的间距不变，故 D 错误。

故选 BC。

13. BD

【解析】

【分析】

【详解】

A. 金属棒 a 第一次穿过磁场时受到安培力的作用，做减速运动，由于速度减小，感应电流减小，安培力减小，加速度减小，故金属棒 a 做加速度减小的减速直线运动，故 A 错误；

B. 根据右手定则可知，金属棒 a 第一次穿过磁场时回路中有逆时针方向的感应电流，故 B 正确；

C. 电路中产生的平均电动势为

$$\bar{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{BLd}{\Delta t}$$

平均电流为

$$\bar{I} = \frac{\bar{E}}{2R}$$

金属棒 a 受到的安培力为

$$\bar{F} = B\bar{I}d$$

规定向右为正方向，对金属棒 a ，根据动量定理得

$$-B\bar{I}d \cdot \Delta t = m_a v_a - m_a v_0$$

解得对金属棒第一次离开磁场时速度

$$v_a = 1.5\text{m/s}$$

金属棒 a 第一次穿过磁场区域的过程中，电路中产生的总热量等于金属棒 a 机械能的减少量，即

$$Q = \frac{1}{2} m_a v_0^2 - \frac{1}{2} m_a v_a^2$$

联立并带入数据得

$$Q = 0.6875\text{J}$$

由于两棒电阻相同，两棒产生的焦耳热相同，则金属棒 b 上产生的焦耳热

$$Q_b = \frac{Q}{2} = 0.34375\text{J}$$

故 C 错误；

D. 规定向右为正方向，两金属棒碰撞过程根据动量守恒和机械能守恒得

$$m_a v_a = m_a v'_a + m_b v_b$$

$$\frac{1}{2} m_a v_a^2 = \frac{1}{2} m_a v'^2_a + \frac{1}{2} m_b v_b^2$$

联立并带入数据解得金属棒 a 反弹的速度为

$$v_a = -0.5\text{m/s}$$

设金属棒 a 最终停在距磁场左边界 x 处，则从反弹进入磁场到停下来的过程，电路中产生的平均电动势为

$$\bar{E}' = \frac{\Delta\Phi'}{\Delta t'} = \frac{B(L-x)d}{\Delta t'}$$

平均电流为

$$\bar{I}' = \frac{\bar{E}'}{2R}$$

金属棒 a 受到的安培力为

$$\bar{F}' = B\bar{I}'d$$

规定向右为正方向，对金属棒 a ，根据动量定理得

$$-B\bar{I}'d \cdot \Delta t = 0 - m_a v'_a$$

联立并带入数据解得

$$x = 0.8\text{m}$$

故 D 正确。

故选 BD。

14. $\frac{t}{n}$ $\frac{gt^2}{4n^2\pi^2}$ 15.40 竖直 9.74

【解析】

【分析】

【详解】

(1)[1]滑板车做往复运动的周期为

$$T = \frac{t}{n}$$

[2]根据单摆的周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$ ，得

$$R = \frac{gT^2}{4\pi^2} = \frac{gt^2}{4n^2\pi^2}$$

(2)[3]两挡光片间的距离

$$L = 15.40\text{cm} - 0\text{cm} = 15.40\text{cm}$$

[4]手提玻璃条上端使它静止在竖直方向上，让光电门的光束从玻璃条下端的透光部分通过。

[5]玻璃条下部挡光条通过光电门时玻璃条的速度为

$$v_1 = \frac{d}{t_1} = \frac{1.00 \times 10^{-2}}{10.003 \times 10^{-3}} \text{ m/s} = 1 \text{ m/s}$$

玻璃条上部挡光条通过光电门时玻璃条的速度为

$$v_2 = \frac{d}{t_2} = \frac{1.00 \times 10^{-2}}{5.000 \times 10^{-3}} \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$$

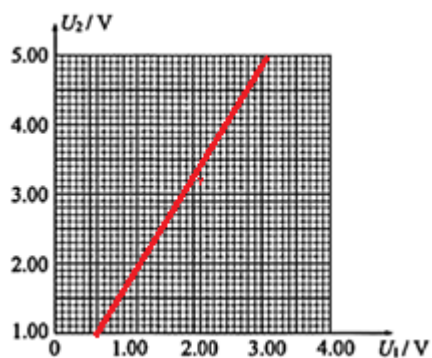
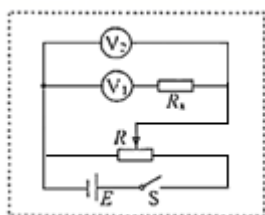
根据速度位移公式有

$$v_2^2 - v_1^2 = 2gL$$

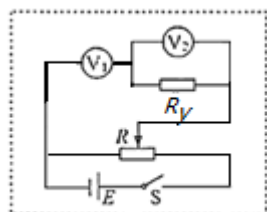
代入数据解得加速度

$$g = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2L} = 9.74 \text{ m/s}^2$$

15. 分压



1.83×10^3



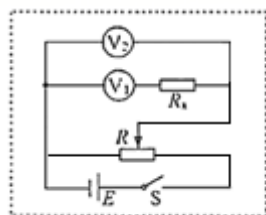
【解析】

【分析】

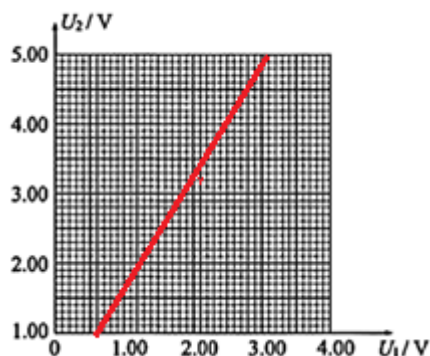
【详解】

(1) [1]由于各电压表的电阻值比较大，为让待测电阻分得较大电压，所以要选择分压接法；

(2) [2]完整的电路图，如图所示



(3) [3]根据下表中的实验数据，绘制的 $U_2 - U_1$ 图像，如图所示



(4) [4]根据实验电路图，则有

$$R_x = \frac{U_2 - U_1}{\frac{U_1}{r_1}}$$

变形得

$$U_2 = \frac{R_x + r_1}{r_1} U_1$$

则图线的斜率为

$$k = \frac{R_x + r_1}{r_1}$$

根据 $U_2 - U_1$ 图像可得斜率

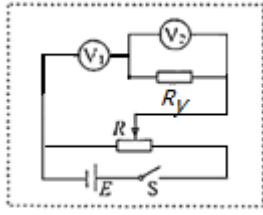
$$k = \frac{4.82 - 1.61}{3.00 - 1.00} = 1.61$$

则有

$$1.61 = \frac{R_x + r_1}{r_1}$$

代入 $r_1 = 3.0\text{k}\Omega$ ，解得 $R_x = 1.83 \times 10^3 \Omega$

(5) [5]因待测电阻 R_y （阻值约为 700Ω ）的阻值较小，若仍与电压表 V_1 串联，则所分得的电压过小，不利于测量，故待测电阻 R_y 与其中一个电压表并联，由于电源电动势只有 $6V$ ，为让待测电阻分得较大电压，故待测电阻 R_y 应与电压表 V_2 并联，再与电压表 V_1 串联，故改进后的电路图，如图所示



16. (1) 0.4m; (2) 450K

【解析】

【分析】

【详解】

(1) 设气缸横截面积为 S ； D 刚好被触发时，到缸底的距离为 L ，根据玻意耳定律得

$$p_0 SL_0 = pSL$$

带入数据解得

$$L = \frac{p_0}{p} L_0 = \frac{1 \times 10^5}{1.5 \times 10^5} \times 0.6 \text{m} = 0.4 \text{m}$$

(2) 此过程为等容变化，根据查理定律得

$$\frac{p_0}{T_0} = \frac{p}{T}$$

带入数据解得

$$T = \frac{p}{p_0} T_0 = \frac{1.5 \times 10^5}{1 \times 10^5} \times (27 + 273) \text{K} = 450 \text{K}$$

17. (1) 30N; (2) 0.2m; (3) 1s

【解析】

【分析】

【详解】

(1) 设小物块 a 下到圆弧最低点未与小物块 b 相碰时的速度为 v_a ，根据机械能守恒定律有

$$m_a g R = \frac{1}{2} m_a v_a^2$$

代入数据解得 $v_a = 4 \text{m/s}$

小物块 a 在最低点，根据牛顿第二定律有

$$F_N - m_a g = m_a \frac{v_a^2}{R}$$

代入数据解得 $F_N = 30 \text{N}$

根据牛顿第三定律，可知小物块 a 对圆弧轨道的压力大小为 30N。

(2) 小物块 a 与小物块 b 发生弹性碰撞，根据动量守恒有

$$m_a v_a = m_a v_a' + m_b v_b$$

根据能量守恒有

$$\frac{1}{2}m_a v_a^2 = \frac{1}{2}m_a v_a'^2 + \frac{1}{2}m_b v_b'^2$$

联立解得 $v_a = -2\text{m/s}$, $v_b = 2\text{m/s}$

小物块 a 反弹, 根据机械能守恒有

$$m_a g h = \frac{1}{2}m_a v_a'^2$$

解得 $h = 0.2\text{m}$

(3) 小物块 b 滑上传送带, 因 $v_b = 2\text{m/s} > v = 1\text{m/s}$, 故小物块 b 先做匀减速运动, 根据牛顿第二定律有

$$\mu m_b g = m_b a$$

解得 $a = 2\text{m/s}^2$

则小物块 b 由 2m/s 减至 1m/s , 所走过的位移为

$$x_1 = \frac{v_b^2 - v^2}{2a}$$

代入数据解得 $x_1 = 0.75\text{m}$

运动的时间为

$$t_1 = \frac{v_b - v}{a}$$

代入数据解得 $t_1 = 0.5\text{s}$

因 $x_1 = 0.75\text{m} < L = 1.25\text{m}$, 故小物块 b 之后将做匀速运动至右端, 则匀速运动的时间为

$$t_2 = \frac{L - x_1}{v} = \frac{1.25 - 0.75}{1}\text{s} = 0.5\text{s}$$

故小物块 b 从传送带的左端运动到右端所需要的时间

$$t = t_1 + t_2 = 1\text{s}$$

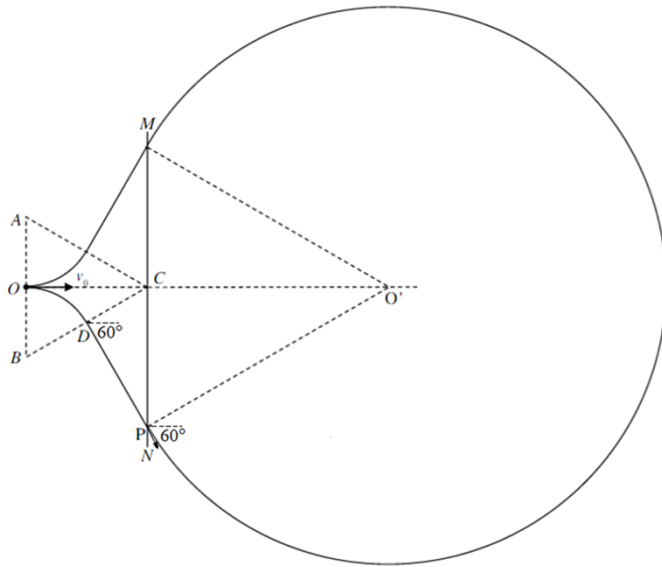
18. (1) $B = \frac{2mv_0}{qd}$; (2) $t = \frac{(11\pi + 3\sqrt{3})d}{3v_0}$; (3) 见解析

【解析】

【分析】

【详解】

(1) 画出粒子运动轨迹如图



粒子在三角形 ABC 中运动时，有

$$qBv_0 = m \frac{v_0^2}{r}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v_0}$$

又粒子出三角形磁场时偏转 60° ，由几何关系可知

$$r = \frac{d}{2}$$

联立解得

$$B = \frac{2mv_0}{qd} \quad t_1 = \frac{T}{6} = \frac{\pi d}{6v_0}$$

(2) 粒子从 D 运动到 P ，由几何关系可知

$$CP = d$$

$$DP = CP \sin 60^\circ$$

运动时间

$$t_2 = \frac{DP}{v_0} = \frac{\sqrt{3}d}{2v_0}$$

粒子在 MN 右侧运动的半径为

$$r' = 2d$$

则有

$$qB'v_0 = m \frac{v_0^2}{r'}$$

$$T' = \frac{2\pi r'}{v_0}$$

运动时间

$$t_3 = \frac{5}{6}T' = \frac{10\pi d}{3v_0}$$

故粒子从 O 点射入到返回 O 点所需要的时间

$$t = 2(t_1 + t_2) + t_3 = \frac{(11\pi + 3\sqrt{3})d}{3v_0}$$

(3)若三角形 ABC 区域磁场方向向里, 则粒子运动轨迹如图中①所示, 有

$$R + R \cos 60^\circ = d + \frac{d}{2} \cos 60^\circ$$

解得

$$R = \frac{5}{6}d$$

此时根据 $qB_2v_0 = m\frac{v_0^2}{R}$ 有

$$B_2 = \frac{6mv_0}{5qd}$$

若三角形 ABC 区域磁场方向向外, 则粒子运动轨迹如图中②所示, 有

$$R' + R' \cos 60^\circ = d - \frac{d}{2} \cos 60^\circ$$

解得

$$R' = \frac{1}{2}d$$

此时根据 $qB_3v_0 = m\frac{v_0^2}{R'}$ 有 $B_3 = \frac{2mv_0}{qd}$

