

高二年级期末自测

物 理

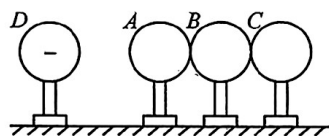
(试卷满分:100分,考试时间:75分钟)

注意事项:

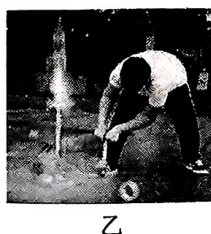
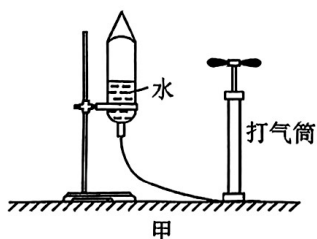
1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上,并将条形码粘贴在答题卡上的指定位置。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑,如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号;回答非选择题时,用 0.5mm 的黑色字迹签字笔将答案写在答题卡上,写在本试卷上无效。
3. 考试结束后,请将答题卡上交。

一、选择题:本题共 7 小题,每小题 4 分,共 28 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

1. 如图所示,三个完全相同的金属小球 A、B、C 紧贴在一起,开始时三个小球均不带电,现将一带负电的金属小球 D 放置在小球 A 的左侧(未接触),之后先将小球 C 移走,再移走小球 D,最后将小球 A、B 分开。若分开后小球 A 的电荷量大小为 $1.6 \times 10^{-4} \text{ C}$,则关于 A、B、C 三个小球最终的带电情况,下列说法正确的是

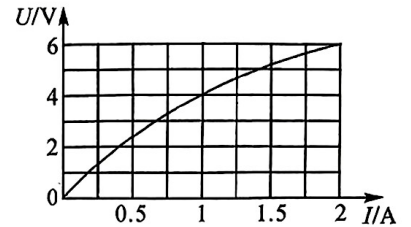


- A. 小球 B、C 均带负电
 - B. 小球 B、C 电荷量的代数和为 $-1.6 \times 10^{-4} \text{ C}$
 - C. 小球 C 的电荷量大小为 $1.6 \times 10^{-4} \text{ C}$
 - D. 只有小球 A 带电,电性为正
2. 在某学校的科技节活动中,高二年级开展了“水火箭”制作和发射比赛。“水火箭”原理如图甲所示,发射时利用压缩空气将水从火箭尾部的喷嘴向下高速喷出,火箭受到反冲作用而高速升空。乙图是某同学发射“水火箭”的精彩瞬间。若发射过程中压缩空气将壳内 0.5 kg 的水以相对地面 30 m/s 的速度在 0.5 s 时间内快速喷出,则火箭箭体受到的平均推力约为



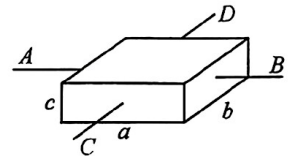
- A. 15 N
- B. 25 N
- C. 30 N
- D. 35 N

3. 如图所示为一款标记有“6 V 12 W”的小灯泡的伏安特性曲线, 将一个该款灯泡单独接入电动势 $E=10\text{ V}$ 、内阻未知的直流电源后, 恰好能正常发光. 若将两个该款灯泡串联后接入上述电源, 则下列说法正确的是



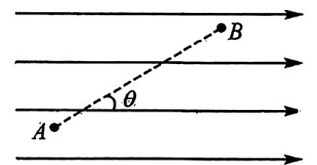
- A. 该直流电源的内阻为 $1\ \Omega$
- B. 两个小灯泡串联接入后, 电路中电流为 1.25 A
- C. 两个小灯泡串联接入后, 电路的路端电压为 9 V
- D. 两个小灯泡串联接入后, 单个小灯泡的功率为 4 W

4. 如图所示为长为 a 、宽为 b 、高为 c 的金属导体, 该导体的电阻率为 ρ . 当只在 A 、 B 两点间加上大小为 U_0 的电压时, 导体内电流为 I_1 、自由电子定向移动的平均速率记为 v_1 ; 当只在 C 、 D 两点间加上大小为 U_0 的电压时, 导体内电流为 I_2 、自由电子做定向移动的平均速率为 v_2 . 则下列说法正确的是



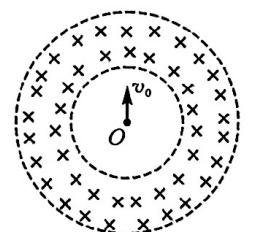
- A. $v_1 : v_2 = b : a$
- B. $v_1 : v_2 = a : b$
- C. $I_1 : I_2 = a : c$
- D. $I_1 : I_2 = c : a$

5. 如图所示, 竖直平面内存在水平方向的匀强电场, 带电粒子沿虚线由 A 点向 B 点做直线运动, 当粒子运动到 B 点时速度恰好为零. 已知粒子质量为 m , 电荷量为 $-q$, 虚线 AB 长度为 L , 与水平方向的夹角为 θ , 重力加速度为 g , 则下列说法正确的是



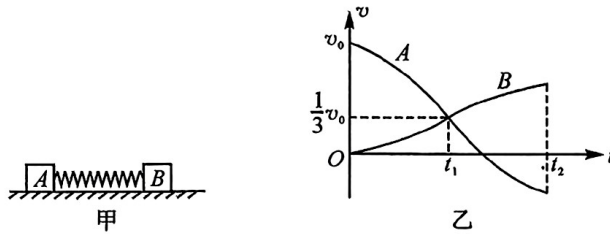
- A. 粒子将在 A 、 B 两点间做往复运动
- B. 仅增加粒子的质量, 粒子仍能在电场中做直线运动
- C. 电场强度的大小为 $\frac{mg}{q \tan \theta}$
- D. 粒子在 A 点速度的大小为 $\sqrt{2gL \sin \theta}$

6. 如图所示, 两个同心圆之间的环形区域内存在垂直纸面向里的磁场, 磁感应强度大小为 B , 内圆半径为 r . 现将质量为 m 、电荷量大小为 q 的带负电粒子从圆心 O 处沿竖直方向射出, 初速度 $v_0 = \frac{Bqr}{\sqrt{3}m}$, 若该粒子恰好不能从外圆边界离开, 则下列说法正确的是



- A. 外圆半径为 $3r$
- B. 该粒子从射入磁场到第一次回到内圆用时 $\frac{4\pi m}{3Bq}$
- C. 该粒子不能再次回到圆心 O 点处
- D. 该粒子第一次回到内圆时速度与竖直方向的夹角为 30°

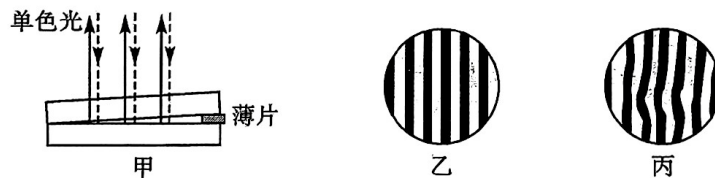
7. 如图甲所示,物块 A、B 均静置在光滑水平地面上,轻质弹簧左端与物块 A 相连,右端与物块 B 接触但不拴接,给 A 一水平向右的瞬时速度 v_0 ,之后两物块的 $v-t$ 图像如图乙所示,已知物块 A 的质量为 m , t_2 时刻 B 与弹簧分离,弹簧始终处于弹性限度内. 则下列说法正确的是



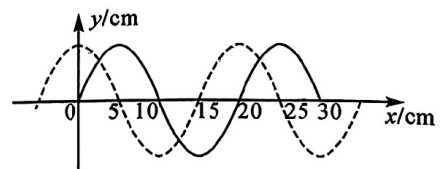
- A. $0 \sim t_1$ 时间,弹簧对物块 A 的冲量大小为 $\frac{1}{3}mv_0$
- B. 物块 B 的质量为 $3m$
- C. $0 \sim t_1$ 时间,弹簧弹性势能变化量 $\Delta E_p = \frac{1}{3}mv_0^2$
- D. t_2 时刻 B 的速度大小为 $\frac{1}{2}v_0$

二、选择题:本题共 3 小题,每小题 6 分,共 18 分. 在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求. 全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分.

8. 光的干涉现象有许多应用. 如图甲所示,利用光的干涉检查精密光学平面的平整度,图乙和图丙是图甲的装置中看到的条纹. 下列说法正确的是

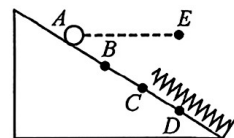


- A. 图甲中下板是待检查的光学元件,上板是标准样板
- B. 若出现图丙中弯曲的干涉条纹,说明被检查的平面在此处出现了凸起
- C. 若换用频率更大的单色光,其他条件不变,则图乙中的条纹间距变宽
- D. 若将图甲中的薄片厚度增大,其他条件不变,则图乙中的条纹间距变窄
9. 如图所示,实线为一列简谐横波在某一时刻的波形图,经过 0.3 s 后,其波形图如图中虚线所示. 已知该波的周期 T 大于 0.3 s,下列说法正确的是



- A. 若该波是沿 x 轴正方向传播的,则周期为 0.4 s
- B. 若该波是沿 x 轴正方向传播的,则波速大小为 $\frac{1}{6}$ m/s
- C. 若该波是沿 x 轴负方向传播的,则周期为 0.4 s
- D. 若该波是沿 x 轴负方向传播的,则波速大小为 $\frac{1}{6}$ m/s

10. 如图所示, 倾角为 30° 的光滑绝缘斜面底部固定有一绝缘轻质弹簧, 弹簧上端位于 C 点时处于原长, 在 E 点固定一个带负电的点电荷, CE 连线垂直于斜面, 将一个带正电的绝缘小球从斜面上与 E 等高的 A 点由静止释放, 小球经过 B 点时速度为 $v = \sqrt{2gL}$, 当小球运动到 D 点时速度为零, 且 $AB = BC = CD = L$, 弹簧的弹性势能 $E = \frac{1}{2}kx^2$ (k 为劲度系数, x 为形变量), 重力加速度为 g , 则下列说法正确的是

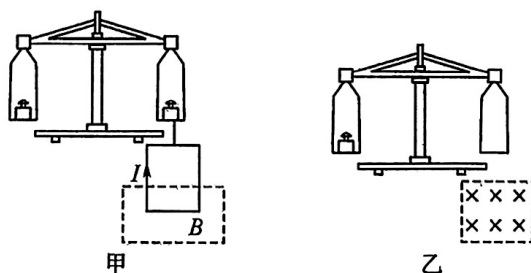


- A. 弹簧的劲度系数为 $\frac{4mg}{L}$
- B. 小球从 A 点运动到 B 点的过程中, 电场力做功的大小为 $\frac{1}{2}mgL$
- C. 小球从 A 点运动到 D 点的过程中, 经过 C 点时的速度最大
- D. 若在小球运动到 D 点时撤去点电荷, 则小球不能再次经过 A 点

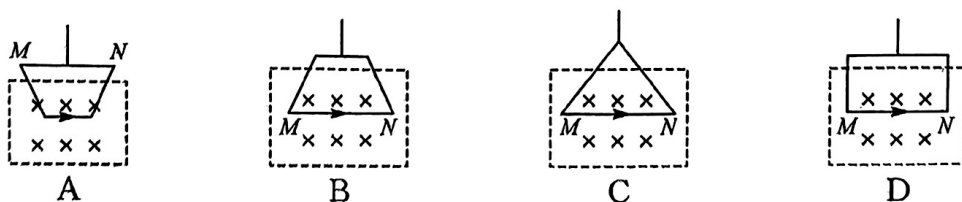
三、非选择题: 本题共 5 小题, 共 54 分.

11. (6 分) 用电流天平可以测量匀强磁场的磁感应强度.

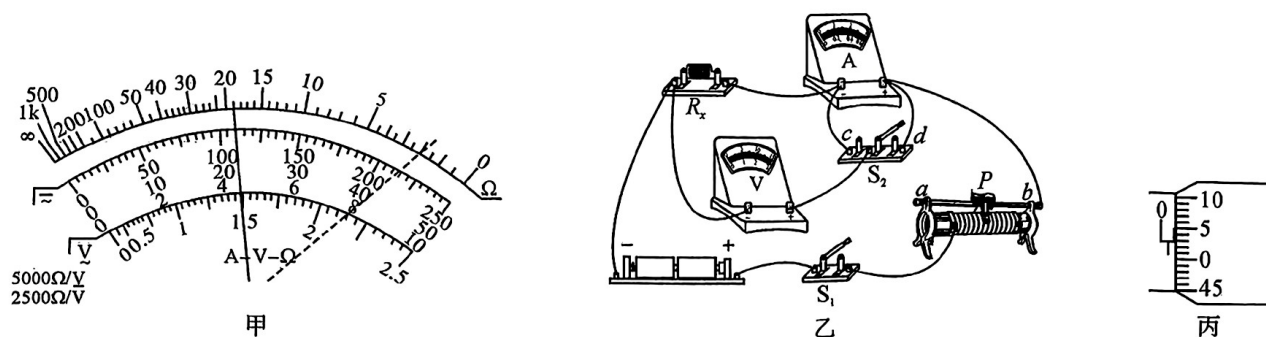
(1) 如图甲所示, 电流天平的右臂挂着矩形线圈, 线圈的匝数为 n , 水平边长为 l , 一部分线圈处于匀强磁场内, 磁场方向与线圈平面垂直. 当线圈中通过顺时针方向电流 I 时, 调节砝码使两臂达到平衡. 然后使电流反向, 大小不变. 这时需要在右盘中增加质量为 m 的砝码, 才能使两臂达到新的平衡. 由此可知, 磁场方向垂直于纸面 _____ (填“向里”或“向外”), 重力加速度大小为 g , 匀强磁场的磁感应强度大小为 _____ (用题中所给物理量的符号表示);



(2) 如图乙用电流天平测量匀强磁场的磁感应强度, 下列各选项所示的载流线圈匝数和质量均相同, 边长 MN 相等, 将它们分别挂在天平右臂的下方, 线圈中通有大小相等、方向如图中箭头所示的电流, 天平均处于平衡状态, 则下列选项中能使左盘中砝码质量最小的是 _____ (填字母).



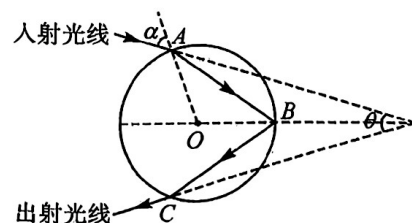
12. (8分) 某实验小组做“测量某圆柱形导体的电阻率”实验。



- (1) 如图甲所示, 实验小组先用多用电表粗测该电阻的阻值, 一开始使用“ $\times 10$ ”挡, 发现指针位于虚线位置, 之后小组同学选用 _____ (填“ $\times 1$ ”或“ $\times 100$ ”) 挡, 指针位于实线位置, 则待测电阻的阻值约为 _____ Ω ;
- (2) 为判断实验电路应使用内接法还是外接法, 实验小组设计了如图乙所示的电路, 当开关 S_2 分别接 c 端和 d 端时, 电压表示数变化不明显, 电流表示数变化比较明显, 因此实验时开关 S_2 应该接 _____ (填“ c 端”和“ d 端”);
- (3) 如图丙所示, 用螺旋测微器测得该圆柱形导体的直径 $D =$ _____ mm;
- (4) 实验中电压表示数为 U_1 , 电流表示数为 I_1 , 该导体的长度为 L , 则该导体的电阻率 $\rho =$ _____ (用字母表示).

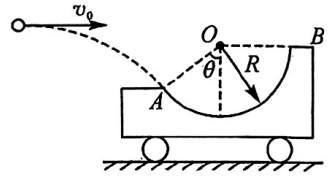
13. (10分) 中国科学技术重要文献《梦溪笔谈》中对彩虹作了如下描述:“虹乃雨中日影也, 日照雨则有之”. 当太阳光照射到空气中的水滴时, 光线被折射及反射后, 便形成了彩虹. 如图所示, 一束单色光以入射角 $\alpha = 53^\circ$ 从 A 点射入空气中的球形水滴, 经过 B 点反射后再从 C 点折射出水滴, 从 C 点射出的出射光线与从 A 点射入的入射光线的夹角 θ 称为该单色光的彩虹角. 若球形水滴的半径为 $R = 0.5 \text{ mm}$, 该单色光的彩虹角为 $\theta = 42^\circ$, 真空中的光速为 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, $\sin 53^\circ = 0.8$, $\cos 53^\circ = 0.6$. 求:

- (1) 水滴对该单色光的折射率 n ;
- (2) 该光线从 A 点到 C 点所需的时间 t (此问结果保留 2 位有效数字).

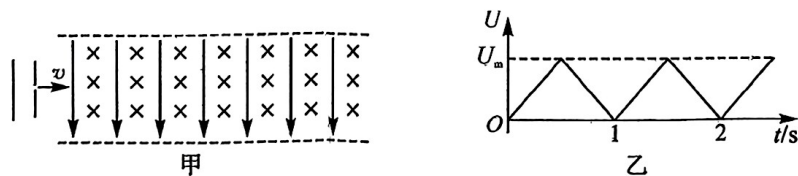


14. (12分) 如图所示, 带圆弧槽的小车静止在光滑的水平面上, 槽的 A 端与圆心 O 的连线与竖直方向的夹角为 $\theta=53^\circ$, B 端与圆心 O 等高. 一个质量为 m 、可视为质点的小球以水平向右的初速度 v_0 抛出, 刚好从 A 点无碰撞地进入圆弧槽, 小球运动到 B 点时恰好与小车相对静止. 圆弧槽光滑, 小车质量为 $2m$, 不计空气阻力, 重力加速度为 g , $\sin 53^\circ=0.8$, $\cos 53^\circ=0.6$. 求:

- (1) 小球运动到 B 点时, 球与小车的共同速度大小;
- (2) 小球抛出点与 A 点的高度差;
- (3) 圆弧槽的半径 R .



15. (18分) 如图甲所示, 在长度足够长、宽度为 $4d$ 的条形区域内同时存在竖直向下的匀强电场与垂直纸面向里的匀强磁场, 磁场的磁感应强度为 B , 电场的电场强度 $E=\frac{2B^2qd}{m}$. 紧挨着条形区域左侧有一竖直放置的平行板电容器, 两极板间的电压随时间变化的规律如图乙所示, 其中最大电压 $U_m=\frac{8B^2qd^2}{m}$. 从 $t=0$ 时刻起, 不断有质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的粒子从左侧极板由静止逸出, 经电场加速后从条形区域中间水平射入. 不计重力的影响, 粒子在极板之间加速所用的时间不计, 单个粒子加速过程中极板间电压视为不变.



- (1) 若某粒子能沿直线通过条形区域, 求该粒子在 $0\sim 1\text{ s}$ 内可能的出发时刻;
- (2) 求 $t=0.5\text{ s}$ 时刻出发的粒子在条形区域中水平位移的大小;
- (3) 通过计算说明, $0\sim 1\text{ s}$ 内, 哪些时刻出发的粒子能通过条形区域(用分数表示).

高二年级期末自测·物理

参考答案、提示及评分细则

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	B	B	D	A	C	B	C	AD	AD	AB

一、选择题:本题共 7 小题,每小题 4 分,共 28 分.在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的.

1.【答案】B

【解析】由题意知,小球 D 放置后,小球 A 与小球 C 带等量异种电荷,其中小球 A 带正电,小球 C 带负电,依次移走小球 C、D 后,小球 B 也会带上部分正电荷,AD 错误;小球 C 的电荷量大小等于小球 A、B 电荷量大小之和,C 错误;由电荷守恒定律可知,小球 B、C 电荷量的代数和等于 $-1.6 \times 10^{-4} \text{ C}$,B 正确.

2.【答案】B

【解析】由动量定理可得 $(F+mg)\Delta t = mv - 0$,解得 $F = \frac{mv-0}{\Delta t} - mg = \frac{0.5 \times 30 - 0}{0.5} \text{ N} - 5 \text{ N} = 25 \text{ N}$,根据牛顿第三定律得,水对火箭的作用力 $F' = -F = -25 \text{ N}$,火箭箭体受到的平均推力大小约为 25 N. 故选 B.

3.【答案】D

【解析】由 $U = E - Ir$ 可知,该直流电源的内阻为 2Ω ,A 错误;当两个小灯泡串联接入电路中时,小灯泡两端电流与电压的关系为 $U = 5 - I$,与伏安特性曲线结合可得,此时单个灯泡两端电压为 4 V,电路中电流为 1 A,路端电压为 8 V,单个小灯泡功率为 4 W,BC 错误,D 正确.

4.【答案】A

【解析】在 AB 两点间施加电压时,导体的电阻 $R_1 = \frac{\rho a}{bc}$,此时通过导体的电流为 $I_1 = \frac{U_0}{R_1} = \frac{U_0 bc}{\rho a}$,导体内电子做定向移动的平均速率 $v_1 = \frac{U_0}{ne\rho a}$,同理可得 $I_2 = \frac{U_0 ac}{\rho b}$, $v_2 = \frac{U_0}{ne\rho b}$,因此 $v_1 : v_2 = b : a$, $I_1 : I_2 = b^2 : a^2$,故只有 A 正确.

5.【答案】C

【解析】由题意知,带电粒子所受合外力方向与线段 AB 共线,因此 $Eq \tan \theta = mg$,所以 $E = \frac{mg}{q \tan \theta}$,C 正确;由于合外力与线段 AB 共线,所以粒子的加速度 $a = \frac{g}{\sin \theta}$,由 $v = \sqrt{2aL}$ 可知,初速度 $v = \sqrt{\frac{2gL}{\sin \theta}}$,D 错误;仅增大粒子质量,粒子的加速度与初速度将不再共线,粒子不再做直线运动,B 错误;当粒子从 B 点回到 A 点时速度不为零,会继续向前运动,A 错误.

6.【答案】B

【解析】由题意知,粒子在磁场中运动的轨迹圆既与外圆相切也与射入磁场时粒子的初速度相切,由 $Bqv_0 = \frac{mv_0^2}{R}$ 可知,轨迹圆的半径 $R = \frac{r}{\sqrt{3}}$,则轨迹圆的圆心到内圆圆心的距离 $L = \sqrt{R^2 + r^2} = \frac{2r}{\sqrt{3}}$,外圆半径 $R' = L + R = \sqrt{3}R$,A 错误,由几何关系可知粒子在磁场区域的偏转角为 $\theta = \frac{4\pi}{3}$,由 $Bqv_0 = m\omega v_0$ 可知粒子在磁场区域的角速度 $\omega = \frac{Bq}{m}$,则粒子在磁场区域运动的时间 $t = \frac{\theta}{\omega} = \frac{4\pi m}{3Bq}$,B 正确;由几何关系可知,粒子从磁场回到内圆时速度方向指向内圆圆心且与竖直方向夹角为 60° ,CD 错误.

7.【答案】C

【解析】 $0 \sim t_1$ 时间,对物块 A 由动量定理有 $I_{\text{弹}A1} = \frac{1}{3}mv_0 - mv_0 = -\frac{2}{3}mv_0$,则弹簧对物块 A 的冲量大小为 $\frac{2}{3}mv_0$,A 错误; $0 \sim t_1$ 时间,对系统由动量守恒定律有 $mv_0 = (m + m_B) \times \frac{1}{3}v_0$,解得 $m_B = 2m$,B 错误; $0 \sim t_1$ 时间,对系统由机械能守恒定律有 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}(m + m_B) \left(\frac{1}{3}v_0\right)^2 + \Delta E_p$,解得 $\Delta E_p = \frac{1}{3}mv_0^2$,C 正确;依题意, t_2 时刻 B 与弹簧分离, $0 \sim t_2$ 时间,对系统由动量守恒定律有 $mv_0 = mv_1 + m_B v_2$,由机械能守恒定律有 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}m_B v_2^2$,解得 $v_2 = \frac{2}{3}v_0$,D 错误.

二、选择题:本题共 3 小题,每小题 6 分,共 18 分.在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求.全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分.

8.【答案】AD

【解析】图甲中下板是待检查的光学元件,上板是标准样板(通过样板与待检平面的空气膜产生干涉条纹),A 正确;干涉

条纹的弯曲反映了空气膜厚度的变化:若条纹向薄膜厚度减小的方向弯曲,说明此处空气膜厚度与原本较厚处对应,意味着待检平面此处是凹陷,B错误;频率更大的单色光,波长更短,条纹间距变窄,C错误;薄片厚度增大时,空气膜的倾角变大,空气膜的斜率变大,条纹间距应变窄,D正确.

9.【答案】AD

【解析】若该波是沿 x 轴正方向传播的,由于周期 T 大于 0.3 s ,根据波形图可知 0.3 s 内,波传播的距离为 15 cm ,故该波的速度大小为 $v_1 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0.15}{0.3}\text{ m/s} = 0.5\text{ m/s}$ 周期为 $T_1 = \frac{\lambda}{v_1} = \frac{0.2}{0.5}\text{ s} = 0.4\text{ s}$,A 正确,B 错误;若该波是沿 x 轴负方向传播的,由于周期 T 大于 0.3 s ,根据波形图可知 0.3 s 内,波传播的距离为 5 cm ,故该波的速度大小为 $v_2 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0.05}{0.3}\text{ m/s} = \frac{1}{6}\text{ m/s}$,周期为 $T_2 = \frac{\lambda}{v_2} = \frac{0.2}{\frac{1}{6}}\text{ s} = 1.2\text{ s}$,C 错误,D 正确.

10.【答案】AB

【解析】由几何关系及对称性可知,小球在 B 点和 D 点处的电势能相同,从功能关系可知 $\frac{1}{2}mv^2 + 2mgL\sin 30^\circ = \frac{1}{2}kL^2$,解得 $k = \frac{4mg}{L}$,A 正确,在小球从 A 运动到 B 的过程中,由动能定理可知 $\frac{1}{2}mv^2 - 0 = mgL\sin 30^\circ + W_{\text{电场}}$,解得 $W_{\text{电场}} = \frac{1}{2}mgL$,B 正确;对小球受力分析可知,此时小球的加速度大小为 $g\sin 30^\circ$,方向沿斜面向下,因此小球此时尚未达到最大速度,C 错误;由功能关系可知,小球在 D 点时弹簧的弹性势能等于小球从 A 点运动到 D 点处的重力势能与电势能减小量之和,若小球在 D 点时撤去点电荷,则当小球运动到最高点时,弹性势能将全部转化为重力势能,小球会在 A 点上方某一点处减速到零,D 错误.

三、非选择题:本题共 5 小题,共 54 分.

11.【答案及评分细则】(6 分)

(1) 向里(2 分) $\frac{mg}{2nIl}$ (2 分)

(2) D(2 分)

【解析】(1)天平平衡后,当电流反向(大小不变)时,安培力方向反向,则右边相当于少了两倍的安培力大小,磁场方向垂直于纸面向里,匀强磁场的磁感应强度大小为 $B = \frac{mg}{2nIl}$;

(2)因为天平处于平衡状态,所以 $m_{\text{左}}g = m_{\text{线圈}}g - F_{\text{安}}$,即线圈所受的安培力越大,左盘中所加的砝码质量越小,由于线圈平面与磁场方向垂直,且线圈不全在磁场区域内,线圈与磁场边界所截线段的长度等于线圈在磁场中的有效长度,由题图可知,D 图中线圈的有效长度最长,线圈匝数 n 、磁感应强度 B 和电流大小 I 相等,根据 $F_{\text{安}} = nBIL$,可知 D 图中线圈所受的安培力最大,则左盘中所加的砝码质量最小,D 正确.

12.【答案及评分细则】(8 分)

(1) $\times 1$ (1 分) 19.0(19 也可给分,1 分)

(2) d 端(2 分)

(3) 1.030(1.025~1.035 均可给分,2 分)

(4) $\frac{\pi U_1 D^2}{4 I_1 L}$ (2 分)

【解析】(1)使用“ $\times 10$ ”挡时指针偏转较大,说明电阻阻值较小,应换用倍率较小的挡位,换用“ $\times 1$ ”挡后读数为 $19.0\ \Omega$;

(2)由题意知,电压表分流的情况较明显,电流表分压的情况不明显,因此应该将电流表内接,即开关 S_2 接 d 端;

(3) $D = 1\text{ mm} + 3.0 \times 0.01\text{ mm} = 1.030\text{ mm}$;

(4)该导体的电阻 $R = \frac{U_1}{I_1}$,横截面积 $S = \frac{\pi D^2}{4}$,由 $R = \rho \frac{L}{S}$ 可得,导体电阻率为 $\rho = \frac{\pi U_1 D^2}{4 I_1 L}$.

13.【答案】(10 分) (1) $\frac{4}{3}$ (2) $7.1 \times 10^{-12}\text{ s}$

【解析及评分细则】(1)由题意可知,根据几何关系可知 $\beta = (\alpha - \beta) + \frac{\theta}{2}$ (1 分)

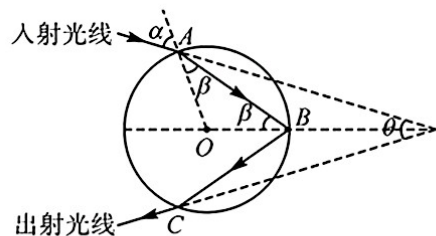
可得 $\beta = 37^\circ$ (2 分)

所以折射率为 $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin 53^\circ}{\sin 37^\circ} = \frac{4}{3}$ (2 分)

(2)根据几何关系,从 A 到 C 距离为 $s = AB + AC = 4R\cos \beta$ (2 分)

光在水滴里的速度为 $v = \frac{c}{n}$ (1 分)

所以射出水滴所需时间为 $t = \frac{s}{v} = \frac{4nR\cos 37^\circ}{c} = \frac{4 \times \frac{4}{3} \times 0.5 \times 10^{-3} \times 0.8}{3 \times 10^8}\text{ s} \approx 7.1 \times 10^{-12}\text{ s}$ (2 分)



14.【答案】(12分) (1) $\frac{1}{3}v_0$ (2) $\frac{8v_0^2}{9g}$ (3) $\frac{55v_0^2}{27g}$

【解析】(1) 设小球运动到 B 点时小车的速度为 v , 小球与小车在水平方向动量守恒, 则有 $mv_0 = (m+2m)v$ (1分)

解得 $v = \frac{1}{3}v_0$ (2分)

(2) 设小球运动到 A 点时速度大小为 v_1 , 则有 $v_1 = \frac{v_0}{\cos \theta} = \frac{5}{3}v_0$ (1分)

小球从抛出点到 A 点由机械能守恒则有 $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh = \frac{1}{2}mv_1^2$ (2分)

解得 $h = \frac{8v_0^2}{9g}$ (2分)

(3) 小球从 A 点到 B 点的过程, 系统机械能守恒, 则有 $\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}(m+2m)v^2 + mgR\cos \theta$ (2分)

解得 $R = \frac{55v_0^2}{27g}$ (2分)

15.【答案】(18分) (1) 0.125 s 或 0.875 s (2) $(\pi+2)d$ (3) $\frac{1}{32} \sim \frac{9}{32}$ s 或 $\frac{23}{32} \sim \frac{31}{32}$ s

【解析及评分细则】(1) 由题意知该粒子所受库仑力等于电场力, 即 $Eq = Bqv$ (1分)

解得 $v = \frac{E}{B} = \frac{2Bqd}{m}$ (1分)

由 $Uq = \frac{1}{2}mv^2$ 可知, $U = \frac{2B^2qd^2}{m}$ (1分)

结合图像可知 $t_1 = 0.125$ s 或 $t_2 = 0.875$ s (1分)

(2) 由图像可知, $t = 0.5$ s 时加速电场的电压 $U = \frac{8B^2qd^2}{m}$ (1分)

由 $Uq = \frac{1}{2}mv^2$ 可知, $v = \frac{4Bqd}{m}$ (1分)

将速度分解为两个水平向右的分速度 v_1, v_2 , 其中 $v_1 = v_2 = \frac{2Bqd}{m}$, 由(1)知 v_1 运动受到的洛伦兹力恰好与电场力平衡, 因此粒子在条形区域中的运动可分解为速度为 v_1 的水平匀速运动和速率为 v_2 的匀速圆周运动

由洛伦兹力提供向心力可知 $Bqv_2 = \frac{mv_2^2}{r} = m\omega v_2$

解得 $r = 2d, \omega = \frac{Bq}{m}$ (1分)

由几何关系可知, 粒子在做匀速圆周运动的分运动时偏转角为 $\frac{\pi}{2}$ (1分)

粒子在条形区域运动的时间 $t = \frac{\pi}{\omega} = \frac{\pi m}{2Bq}$ (1分)

匀速运动分运动的水平位移 $x_1 = v_1 t = \pi d$, 匀速圆周运动分运动的水平位移 $x_2 = r = 2d$ (1分)

粒子在条形区域中水平方向的位移 $x = x_1 + x_2 = (\pi+2)d$ (2分)

(3) 设粒子射入条形区域的速度为 v , 做匀速圆周运动分运动的速度大小为 v'

由洛伦兹力提供向心力可知 $Bqv' = \frac{mv'^2}{r}$

解得 $v' = \frac{Bqr}{m}$ (1分)

由几何关系可知, 能通过条形区域的粒子, 其匀速圆周运动分运动的半径 $r \leq d$, 所以 $0 \leq v' \leq \frac{Bqd}{m}$ (1分)

因此能通过条形区域的粒子入射速度最大为 $v_{\max} = \frac{3Bqd}{m}, v_{\min} = \frac{Bqd}{m}$ (1分)

由 $Uq = \frac{1}{2}mv^2$, 最大速度对应的加速电压 $U_{\max} = \frac{9B^2qd^2}{2m}$, 最小速度对应的加速电压 $\frac{B^2qd^2}{2m}$ (1分)

结合图像可知 $\frac{1}{32} \sim \frac{9}{32}$ s, $\frac{23}{32} \sim \frac{31}{32}$ s 内出发的粒子能通过条形区域 (2分)