

临沂市普通高中学业水平等级考试模拟试题

物 理

2025.5

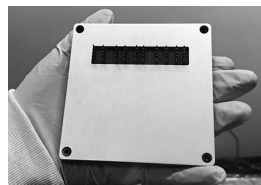
注意事项:

1. 答题前,考生务必将自己的姓名、考生号、座号等信息填写在答题卡和试卷指定位置处。
2. 回答选择题时,选出每小题的答案后,用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,再选涂其它答案标号。回答非选择题时,将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
3. 考试结束后,将本试卷和答题卡一并收回。

一、单项选择题:本题共 8 小题,每小题 3 分,共 24 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. 2025 年 3 月 9 日,我国首款基于碳化硅半导体材料的碳 14 核电池“烛龙一号”研制成功。碳 14 半衰期长达 5730 年,理论上使其能持续放电数千年;目前,搭载该电池的 LED 灯已持续工作近 4 个月,完成超 35000 次脉冲闪烁,并成功驱动蓝牙射频芯片发射信号,充分验证了其稳定性和可靠性。碳 14 核电池“烛龙一号”通过碳 14 的 β 核衰变释放核能,进而转化为电能。下列说法正确的是

- A. 碳 14 的衰变产物为氧 16
- B. 升高温度,可以减小碳 14 的半衰期
- C. β 衰变的实质是核外电子跃迁
- D. 经 17190 年,核电池中碳 14 的个数变为原来的 $\frac{1}{8}$



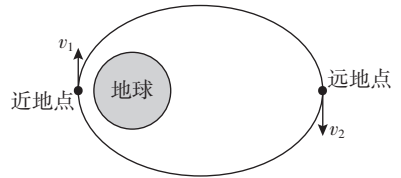
2. 如图所示,在 2025 年春节文艺晚会的机器人表演中,机器人转动手帕使其在竖直面内做匀速圆周运动,机器人手帕的持续转速达到每分钟 1200 转,远超人类极限的每分钟 800 转。已知手帕边缘 P 点的转动半径为 0.3m。则下列说法正确的是

- A. 手帕转动的角速度 $\omega = 20\pi\text{rad/s}$
- B. 手帕转动的角速度 $\omega = 2400\pi\text{rad/s}$
- C. P 点转动的向心加速度 $a = 480\pi^2\text{m/s}^2$
- D. P 点转动的向心加速度 $a = 40\pi^2\text{m/s}^2$

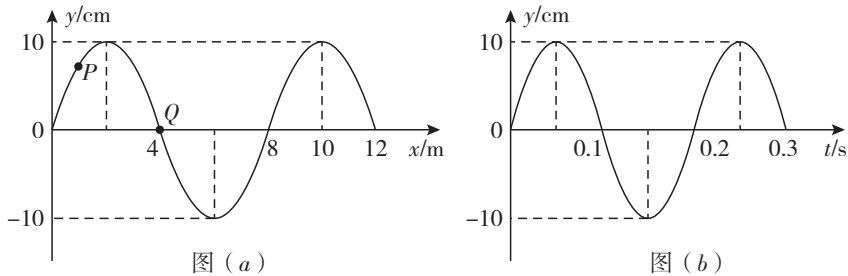


3. 2025 年 3 月 26 日,我国在西昌卫星发射中心使用长征三号乙运载火箭,成功将天链二号 04 星发射升空。该卫星由长征三号乙运载火箭发射后,首先进入地球同步转移轨道,该轨道为绕地球运动的椭圆轨道,如图所示,设卫星在近地点、远地点的速度分别为 v_1 、 v_2 ,近地点到地心的距离为 r ,地球质量为 M ,引力常量为 G 。则下列说法正确的是

- A. $v_1 > v_2, v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ B. $v_1 > v_2, v_1 > \sqrt{\frac{GM}{r}}$
 C. $v_1 < v_2, v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ D. $v_1 < v_2, v_1 < \sqrt{\frac{GM}{r}}$

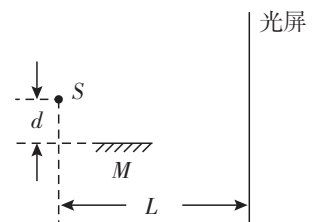


4. 图(a)为一列简谐横波在 $t=0.10\text{s}$ 时刻的波形图, P 是平衡位置在 $x=1.0\text{m}$ 处的质点, Q 是平衡位置在 $x=4.0\text{m}$ 处的质点; 图(b)为质点 Q 的振动图象, 下列说法正确的是



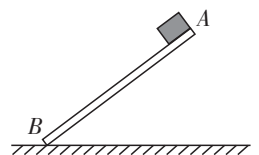
- A. 在 $t=0.10\text{s}$ 时, 质点 Q 向 y 轴正方向运动
 B. 在 $t=0.25\text{s}$ 时, 质点 P 的加速度方向与 y 轴负方向相同
 C. 从 $t=0.10\text{s}$ 到 $t=0.25\text{s}$, 该波沿 x 轴负方向传播了 6m
 D. 从 $t=0.10\text{s}$ 到 $t=0.25\text{s}$, 质点 P 通过的路程为 30cm
5. 1834 年, 洛埃利用单面镜同样得到了杨氏干涉的结果(称洛埃镜实验)。洛埃镜实验的基本装置如图所示, S 为单色光源, M 为一平面镜, S 发出的光直接照在光屏上, 同时 S 发出的光还通过平面镜反射到光屏上, 最终在光屏上得到明暗相间的干涉条纹。设光源 S 到平面镜的垂直距离和到光屏的垂直距离分别为 d 和 L , 光的波长为 λ , 在光屏上形成干涉条纹。下列说法正确的是

- A. 相邻两条亮纹(或暗纹)间的距离 $\Delta x = \frac{L}{2d}\lambda$
 B. 实验中, 单色光的波长 λ 越短, 干涉条纹越宽
 C. 若将平面镜 M 右移一小段距离, 光屏上的条纹间距变大
 D. 若将平面镜 M 右移一小段距离, 光屏上的条纹间距变小



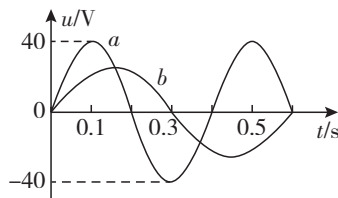
6. 如图所示, 平直木板 AB 倾斜放置, 小物块与木板间的动摩擦因数由 A 到 B 逐渐减小, 先让物块从 A 由静止开始滑到 B 。然后, 将 A 着地, 抬高 B , 使木板的倾角与前一过程相同, 再让物块从 B 由静止开始滑到 A 。上述两过程相比较, 下列说法正确的是

- A. 物块滑到底端的速度, 前一过程较大
 B. 物块滑到底端的速度, 后一过程较大
 C. 物块从顶端滑到底端的时间, 前一过程较长
 D. 物块从顶端滑到底端的时间, 后一过程较长



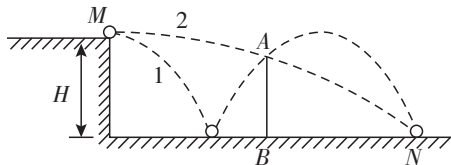
7. 如图所示,图线 a 是线圈在匀强磁场中匀速转动时所产生的正弦交流电的图像,当调整线圈转速后,所产生的正弦交流电的图像如图线 b 所示,以下关于这两个正弦交流电的说法中正确的是

- A. 在图中 $t=0$ 时刻线圈平面平行于匀强磁场
- B. 线圈先后两次转速之比为 $2:3$
- C. 图线 a 在 $t=0.2\text{s}$ 时,穿过线圈的磁通量最小
- D. 图线 b 的电压最大值为 $\frac{80}{3}\text{V}$



8. 从高 H 处的 M 点先后水平抛出两个小球 1 和 2, 轨迹如图所示, 球 1 与地面碰撞一次后刚好越过竖直挡板 AB , 落在水平地面上的 N 点, 球 2 刚好直接越过竖直挡板 AB , 也落在 N 点, 球 1 与地面的碰后水平速度保持不变竖直速度反向, 忽略空气阻力, 则竖直挡板 AB 的高度为

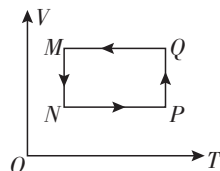
- A. $\frac{3}{4}H$
- B. $\frac{4}{5}H$
- C. $\frac{3}{5}H$
- D. $\frac{5}{6}H$



二、多项选择题: 本题共 4 小题, 每小题 4 分, 共 16 分. 每小题有多个选项符合题目要求, 全部选对得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分.

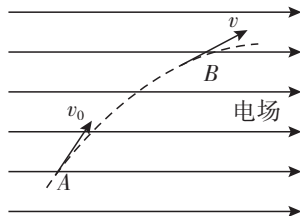
9. 一定量的理想气体从状态 M 出发, 经状态 N, P, Q 回到状态 M , 完成一个循环. 从 M 到 N 、从 P 到 Q 是等温过程; 从 N 到 P 、从 Q 到 M 是等容过程; 其体积—温度图像 ($V-T$ 图) 如图所示, 下列说法正确的是

- A. 从 M 到 N 是吸热过程
- B. 从 N 到 P 是吸热过程
- C. 从 P 到 Q 气体对外界做功
- D. 从 Q 到 M 是气体对外界做功

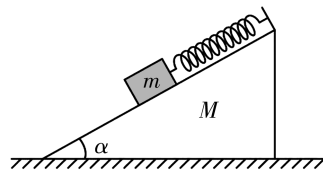


10. 如图所示, 一质量为 m 、电荷量为 q ($q>0$) 的粒子在匀强电场中运动, A, B 为其运动轨迹上的两点. 已知该粒子在 A 点的速度大小为 v_0 , 方向与电场方向的夹角为 60° ; 它运动到 B 点时速度方向与电场方向的夹角为 30° , 不计粒子重力. 有关粒子从 A 点运动至 B 点的过程中, 下列说法正确的是

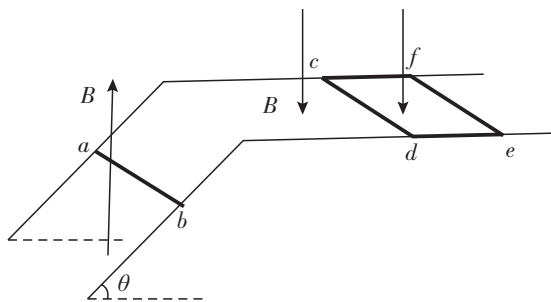
- A. 粒子的电势能先增加后减小
- B. A, B 两点间的电势差 $U_{AB} = \frac{mv_0^2}{q}$
- C. A, B 两点间的电势差 $U_{AB} = \frac{mv_0^2}{2q}$
- D. 粒子在 B 点的动能是粒子在 A 点的动能的 3 倍



11. 如图所示,质量为 M 、倾角为 α 的斜面体放在粗糙的水平地面上,底部与地面的动摩擦因数为 μ ,斜面顶端与劲度系数为 k 、自然长度为 l 的轻质弹簧相连,弹簧的另一端连接着质量为 m 的物块。压缩弹簧使其长度为 $\frac{3}{4}l$ 时将物块由静止开始释放,且物块在以后的运动中,斜面体始终处于静止状态,斜面光滑且足够长。最大静摩擦力等于滑动摩擦力,重力加速度为 g 。下列说法正确的是



- A. 弹簧的最大伸长量为 $\frac{1}{4}l + \frac{2mgsin\alpha}{k}$
- B. 弹簧的最大伸长量为 $\frac{1}{4}l + \frac{mgsin\alpha}{k}$
- C. 为使斜面始终处于静止状态,动摩擦因数 μ 应满足 $\mu \geq \frac{(kL+4mgsin\alpha) \cos\alpha}{4Mg+4mg\cos^2\alpha-kLsin\alpha}$
- D. 为使斜面始终处于静止状态,动摩擦因数 μ 应满足 $\mu \geq \frac{(kL+2mgsin\alpha) \cos\alpha}{2Mg+2mg\cos^2\alpha-kLsin\alpha}$
12. 如图所示,间距为 l 的两平行金属导轨由水平部分和倾斜部分平滑连接而成,倾角为 $\theta=60^\circ$ 的导轨处于方向竖直向上的匀强磁场中,水平导轨处于方向竖直向下的匀强磁场中,两部分磁场的磁感应强度大小均为 B 。长度均为 l 的金属杆 ab 、金属框 $cdef$ 分别垂直导轨放置于导轨的倾斜部分和水平部分,金属杆的质量为 m ,金属框 $cdef$ 的质量为 $2m$,由静止释放金属杆 ab 后,金属杆和金属框开始运动,经足够长时间后,两者达到稳定运动状态。金属杆和金属框在运动过程中始终与导轨垂直并接触良好,导轨足够长,不计摩擦阻力和导轨电阻,重力加速度为 g ,忽略磁场边界效应。两者达到稳定运动状态后,下列说法正确的是



- A. 金属杆 ab 中电流方向为 $b \rightarrow a$
- B. 金属杆 ab 中电流大小为 $\frac{\sqrt{3}mg}{3Bl}$
- C. 金属杆 ab 中电流大小为 $\frac{\sqrt{3}mg}{6Bl}$
- D. 金属杆和金属框做加速度大小不同的匀加速直线运动

三、非选择题:本题共 6 小题,共 60 分。

13. (6 分)用图 1 所示实验装置探究外力一定时加速度与质量的关系。

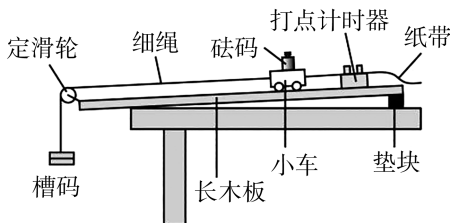


图 1

(1) 为补偿小车受到的阻力,调节木板倾角,使小车在不挂槽码时运动,并打出纸带进行检验,下图中能表明补偿阻力恰当的是_____;



(2) 保持槽码质量不变,改变小车上砝码的质量,得到一系列打点纸带。通过分析纸带数据利用逐差法求出小车的加速度 a ,以小车和砝码的总质量 M 为横坐标,加速度的倒数 $\frac{1}{a}$ 为纵坐标,甲、乙两组同学分别得到的

$\frac{1}{a}-M$ 图像如图 2 所示。

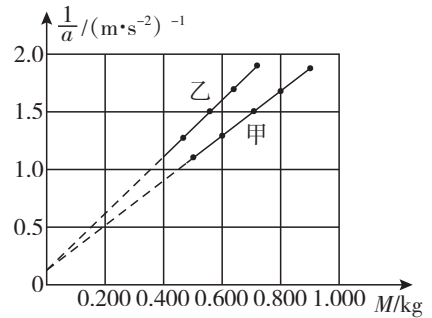


图2

由图可知,在所受外力一定的条件下, a 与 M 成_____ (填“正比”或“反比”);甲组所用的_____ (填“小车”、“砝码”或“槽码”)质量比乙组的更大。

14. (8分)小刘同学研究测量某热敏电阻 R_t (其室温下电阻约为 $2k\Omega$) 的阻值随温度变化关系,设计了如图 1 所示电路,所用器材有:电源 E ($1.5V, 0.5\Omega$),定值电阻 $R_1 = 300\Omega, R_2 = 600\Omega$,电阻箱 R_3 ($0 \sim 99999.9\Omega$),滑动变阻器 R_4 ($0 \sim 10\Omega$),微安表 ($200\mu A$,内阻约 500Ω),开关 S ,导线若干。

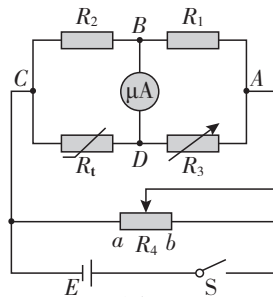


图1

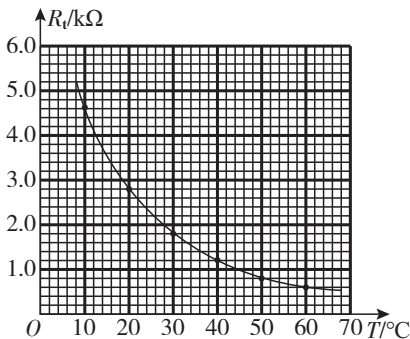


图2

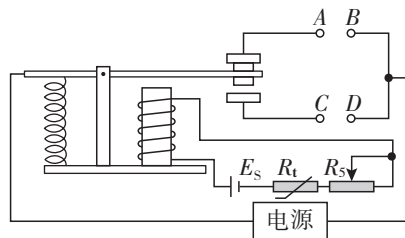


图3

(1) 按图 1 连接电路,闭合开关 S 前,滑动变阻器的滑片 P 应滑到_____ (选填“ a ”或“ b ”)端;

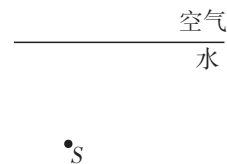
(2) 实验时,将热敏电阻置于温度控制室中,然后仔细调节 R_3 、 R_4 恰好使微安表的读数为 0,计算出不同温度下相应的热敏电阻阻值。若某次测量中 $R_3 = 800\Omega$,则此时热敏电阻的阻值为 _____ Ω 。

(3) 实验中得到的该热敏电阻阻值 R_t 随温度 T 变化的曲线如图 2 所示。图 3 为用此热敏电阻 R_t 和继电器组成的一个简单恒温箱温控电路,继电器线圈的电阻为 300Ω 。当线圈中的电流大于或等于 5mA 时,继电器的衔铁被吸合。图中为继电器线圈供电的电源电动势 $E_s = 6\text{V}$,内阻可以不计。应该把恒温箱内加热器接 _____ 端(选填“ AB ”或“ CD ”)。如果要使恒温箱内的温度保持 60°C ,滑动变阻器 R_5 接入电路的电阻值为 _____ Ω 。

15. (8 分) 如图所示,清澈的湖面下 S 处有一点光源, S 到水面的距离 $h = 2\text{m}$,已知水的折射率 $n = \frac{4}{3}$ 。已知当 θ 很小时, $\sin\theta \approx \tan\theta$ 。求

(1) 点光源发出的光能直接射出水面的面积 S_1 ;

(2) 在点光源正上方向的水面上看到点光源的视深 h_1 。



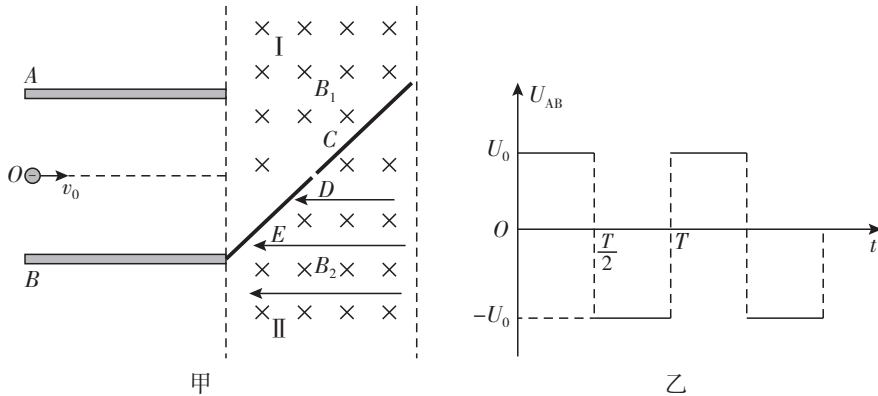
16. (8 分) 篮球运动是中学生喜欢的一项体育运动,打篮球前需要将篮球内部气压调至标准气压才能让篮球发挥最佳性能。某同学发现教室里一只篮球气压不足,用气压计测得球内气体压强为 1.2atm ,已知篮球内部容积为 7L ,教室内温度为 300K 。现把篮球拿至室外篮球场后用简易打气筒给篮球打气 28 次,每次能将 0.2L 、 1.0atm 的空气打入球内,篮球及篮球场空气温度均为 270K ,假设篮球的标准气压为 1.6atm 。忽略打气和放气过程中篮球容积的变化。求

(1) 打气完成后篮球内部的气压 P ;

(2) 若发现打气过多,可以采取放气的办法使篮球内部的气压恢复到标准气压,求放出空气的质量 Δm 与篮球内剩余空气质量 m 的比值。



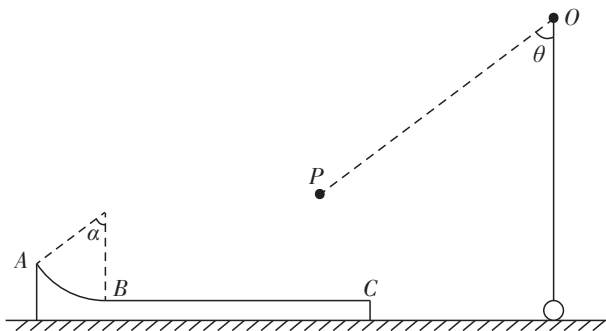
17. (14分) 如图甲所示, 两平行金属板 A 、 B 水平放置, 两板间距为 d , 紧靠两板右端宽度为 d 的两虚线间为电磁场区域, 紧靠 B 板右端有一长度为 $\sqrt{2}d$ 且与竖直方向的夹角为 45° 的倾斜挡板 C , 挡板 C 的中心有一小孔 D , 挡板 C 将电磁场区域分成上下两部分, 分别为区域 I 和区域 II。区域 I 中有垂直纸面向里的匀强磁场, 磁感应强度大小为 $B_1 = \frac{6mv_0}{5qd}$; 区域 II 中有垂直纸面向里的匀强磁场和水平向左的匀强电场, 磁感应强度大小为 $B_2 = \frac{4mv_0}{5qd}$, 电场强度为 $E = \frac{12mv_0^2}{25qd}$ 。 A 、 B 板之间的电压 U_{AB} 随时间周期性变化的规律如图乙所示。粒子源位于 O 点, 可持续不断地沿板间中线以速度 v_0 发射带负电粒子, 粒子质量为 m , 带电量为 q 。已知 $t=0$ 时刻进入两板间的带电粒子在 $t=T$ 时刻刚好沿 A 板右边缘射出交变电场, 打在挡板 C 上的粒子均被挡板吸收, 只有穿过小孔 D 的粒子才能进入区域 II, 不计粒子重力及粒子间的相互作用, 计算结果只能选用 m 、 q 、 d 、 T 表示。求



- (1) A 、 B 板之间的电压 U_0 ;
- (2) 能够穿过小孔 D 的粒子进入两板间的时刻 t ;
- (3) 粒子在区域 II 的出射点与小孔 D 的竖直距离 y 。

18. (16分) 如图所示,光滑水平面上有一质量为 $M=3\text{kg}$ 的木板,木板上表面 AB 段为圆心角 $\alpha=53^\circ$ 的光滑圆弧, BC 段为长 $S=3.5\text{m}$ 的粗糙水平部分,厚度 $d=0.25\text{m}$,两段平滑连接, A 点离地高度为 $h=0.75\text{m}$ 。一质量为 $m=1\text{kg}$ 的小球通过长为 $l=4\text{m}$ 的细绳悬挂于 O 点,小球静止时刚好与地面接触,细绳左侧 P 点固定一个钉子, OP 长为 $\frac{31}{32}l$ 且与竖直方向夹角为 $\theta=53^\circ$ 。某时刻木板获得水平向右的初速度开始向右运动,一段时间后木板与静止的小球发生弹性碰撞,碰后小球绕 O 点做圆周运动,恰好能通过圆弧最高点,当细绳碰到钉子时小球将绕 P 点做圆周运动,小球运动到 P 点正下方时细绳突然断裂,小球继续运动并恰好无碰撞的从 A 点落入木板。为确保小球恰好从 A 点落入木板,碰后对木板施加一个水平方向的力 F ,直至小球落入木板时撤掉力 F 。已知小球与木板间粗糙部分的动摩擦因数为 $\mu=0.5$,取重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$,小球可视为质点。求

- (1) 木板与小球碰后瞬间小球速度 v_1 的大小;
- (2) 力 F 对木板的冲量大小 I ;
- (3) 判断小球能否滑离木板,若能滑离木板,求出小球滑离木板时的速度;若不能滑离木板,求出小球相对木板静止时的位置与木板右端的距离 x 。



临沂市普通高中学业水平等级考试模拟试题

物理试题参考答案及评分标准

2025. 5

一、单项选择题:本题共 8 小题,每小题 3 分,共 24 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. D 2. C 3. B 4. C 5. A 6. C 7. D 8. A

二、多项选择题:本题共 4 小题,每小题 4 分,共 16 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 4 分,部分选对的得 2 分,有选错的得 0 分。

9. BC 10. BD 11. AC 12. ABD

三、非选择题:本题共 6 小题,共 60 分。

13. (6 分)(1)B (2)反比 槽码 (每空 2 分)

14. (8 分)(1)a (2)1600 (3)AB 300 (每空 2 分)

15. (8 分)

解;(1)当从 S 发出的光在 N 点处发生全反射时,有

$$\sin\theta = \sin C = \frac{1}{n} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{则 } \frac{R}{\sqrt{R^2+h^2}} = \frac{3}{4} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } R = \frac{6\sqrt{7}}{7} \text{m}$$

点光源发出的光能直接射出水面的面积 $S_1 = \pi R^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$

$$\text{解得 } S_1 = \frac{36\pi}{7} \text{m}^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

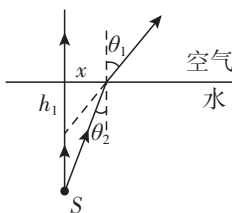
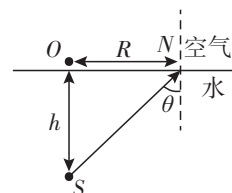
(2)在 S 处正上方向的水面上看到点光源时,光路如图所示

$$\text{由折射定律可知 } \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = n \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{当 } \theta \text{ 很小时,由几何关系可知 } \sin\theta_1 \approx \tan\theta_1 = \frac{x}{h_1} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\sin\theta_2 \approx \tan\theta_2 = \frac{x}{h} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } h_1 = 1.5 \text{m} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$



16. (8 分)

解:(1)由题意可得 $\frac{p_1 V}{T_1} + 28 \frac{p_0 V_0}{T_2} = \frac{pV}{T_2}$ (3 分)

解得 $P = 1.88 atm$ (1 分)

(2)由克拉伯龙方程可得

$$p_3 V = \frac{m}{M} RT_2 \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$pV = \frac{m_{\text{原}}}{M} RT_2 \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

两式做比得 $\frac{m}{m_{\text{原}}} = \frac{P_3}{P} = \frac{40}{47}$ (1 分)

$$\Delta m = m_{\text{原}} - m$$

联立解得 $\frac{\Delta m}{m} = \frac{7}{40}$ (1 分)

17. (14 分)

解:(1)由 $t=0$ 时刻进入两板间的带电粒子在 $t=T$ 时刻刚好沿 A 板右边缘射出交变电场,竖直方向先做匀加速直线运动再做匀减速直线运动,则

$$\frac{1}{2} a \left(\frac{T}{2} \right)^2 \cdot 2 = \frac{d}{2} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$qE = ma \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$E = \frac{U_0}{d} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

解得 $U_0 = \frac{2md^2}{qT^2}$ (1 分)

(2)不同时刻进入两板间的粒子,在两板间电场力的冲量一定为零,故粒子一定以 v_0 水平向右离开交变电场,能通过小孔的粒子在区域 I 中,其轨迹圆心角设为 θ ,由几何关系得

$$R \sin \theta = \frac{\sqrt{2}d}{2} \sin 45^\circ \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$qB_1 v_0 = m \frac{v_0^2}{R} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

解得 $R = \frac{5}{6} d, \sin \theta = 0.6$

在 $0-T$ 时段内进入交变电场能够通过小孔的粒子,其进入的时刻设为 t_1 ,竖直位移满足:

$$\frac{1}{2} a \left(\frac{T}{2} - t_1 \right)^2 \cdot 2 - \frac{1}{2} a t_1^2 \cdot 2 = R - R \cos \theta \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{或 } \frac{1}{2}a\left(t_1 - \frac{T}{2}\right)^2 \cdot 2 - \frac{1}{2}a(T - t_1)^2 \cdot 2 = R - R\cos\theta \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } t_1 = \frac{1}{6}T \quad \text{或} \quad t_1 = \frac{5}{6}T$$

考虑到周期性 $t = t_1 + nT$

$$\text{解得 } t = \frac{1}{6}T + nT \quad \text{或} \quad t = \frac{5}{6}T + nT \quad (n=0,1,2,3,\dots) \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 粒子从小孔射出的速度方向与水平方向的夹角为 $\theta = 37^\circ$, 该速度沿水平和竖直方向的分速度大小为

$$v_x = v_0 \cos 37^\circ = 0.8v_0, v_y = v_0 \sin 37^\circ = 0.6v_0$$

$$\text{分析数据发现 } qB_2v_y = qE \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

则粒子从小孔射出后的运动可分解为沿竖直方向的匀速直线运动和速度大小为 $v_x = 0.8v_0$ 的匀速圆周运动, 可知

$$qB_2v_x = m \frac{v_x^2}{R_2} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } R_2 = d$$

粒子做匀速圆周运动, 从小孔至出射转过的圆心角设为 α , 由几何关系知:

$$R_2 \sin\alpha = \frac{1}{2}d \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\sin\alpha = \frac{1}{2}$$

$$\text{解得 } \alpha = \frac{\pi}{6}$$

从小孔至出射所用时间设为 t' , 则:

$$t' = \frac{\alpha}{2\pi} \cdot \frac{2\pi m}{qB_2} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } t' = \frac{5\pi d}{24v_0}$$

做匀速圆周运动产生的竖直位移为 $y_1 = R_2 - R_2 \cos 30^\circ$

做匀速直线运动产生的竖直位移为 $y_2 = v_y \cdot t'$

$$\text{粒子在区域 II 的出射点与小孔 } D \text{ 的竖直距离 } y = y_1 + y_2 = \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\pi}{8}\right)d \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

18. (16 分)

解: (1) 小球恰好过最高点, 则

$$mg = m \frac{v_0^2}{l} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$mg2l = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$v_1 = 10\sqrt{2} \text{ m/s} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

(2) 设碰前碰后木板的速度分别为 v_2 和 v_3 , 木板与小球相碰满足动量守恒和机械能守恒:

$$Mv_2 = Mv_3 + mv_1 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2}Mv_2^2 = \frac{1}{2}Mv_3^2 + \frac{1}{2}mv_1^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_3 = \frac{10\sqrt{2}}{3} \text{ m/s}$$

设绳断瞬间小球的速度分别为 v_4 , 小球从圆周最高点至绳断瞬间, 由动能定理可得;

$$mg\left(l + \frac{31}{32}l\cos\theta + \frac{1}{32}l\right) = \frac{1}{2}mv_4^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$v_4 = 13 \text{ m/s}$$

小球从绳断瞬间到平抛至 A 点, 小球下落的高度设为 h_1

$$h_1 = l - \left(\frac{31}{32}l\cos\theta + \frac{31}{32}l\right) - h \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$h_1 = 0.8 \text{ m}$$

小球做平抛运动, 竖直方向为自由落体运动, 则

$$h_1 = \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$t = 0.4 \text{ s}$$

$$v_y = gt = 4 \text{ m/s} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

小球恰好无碰撞的从 A 点落入木板, 设此时木板速度为 v_5 , 由几何关系可得:

$$\tan\alpha = \frac{v_y}{v_4 - v_5} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$v_5 = 10 \text{ m/s}$$

对木板, 由动量定理可得

$$I = Mv_5 - Mv_3 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{力 } F \text{ 对木板的冲量大小: } I = (30 - 10\sqrt{2}) N \cdot S \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

(3) 假设小球未滑离木板, 由水平方向动量守恒和系统能量守恒可得:

$$mv_4 + Mv_5 = (M+m)Mv_{\text{共}} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\mu mgS_1 = mg(h-d) + \frac{1}{2}m(v_4^2 + v_y^2) + \frac{1}{2}Mv_5^2 - \frac{1}{2}(M+m)v_{\text{共}}^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } S_1 = 3.275 \text{ m} < 3.5 \text{ m}, \text{ 假设成立} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{小球相对木板静止时的位置与木板右端的距离 } x = S - S_1 = 0.225 \text{ m} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$