

聊城市 2025 年普通高中学业水平等级考试模拟卷

物理 (二)

注意事项:

1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡上。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。回答非选择题在本试卷上无效。
3. 考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

置。

号涂黑。如
答题卡上。

一、单项选择题:本题共 8 小题,每小题 3 分,共 24 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

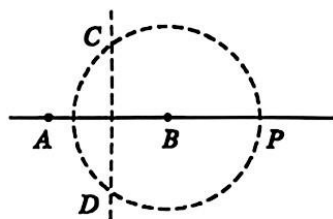
1. “沉睡三千年,一醒惊天下”,三星堆遗址考古已入选世界重大考古发现。考古工作者经常运用碳 14 定年技术推测文物年代。碳 14 具有放射性,发生 β 衰变的半衰期约为 5730 年。以下说法正确的是

- A. 地下遗址温度较低会影响碳 14 的半衰期
- B. 100 个碳 14 原子核经过 5730 年后,一定还剩 50 个
- C. 碳 14 发生 β 衰变后新核质子数比碳 14 多 1
- D. 某出土稻米样品中碳 14 含量不到现代作物的一半,说明该稻米样品距今不到 5730 年



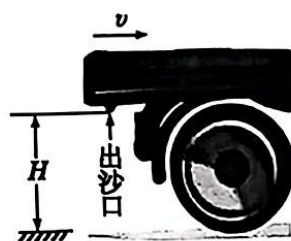
2. 如图所示,A、B 两点分别固定电荷量为 $-3Q$ 、 $+Q$ 的两个点电荷,以 B 为圆心的圆交 A、B 中垂线于 C、D 两点,交 AB 延长线于 P 点,下列说法正确的是

- A. C、D 两点电势不同
- B. C、D 两点电场强度相同
- C. 将一正电荷从 C 点沿上方圆弧移至 P 点,电势能减小
- D. 将一正电荷从 P 点沿下方圆弧移至 D 点,电场力做正功



3. 如图所示,一辆运沙车在平直公路上以速度 v 匀速行驶时,车厢底部不慎有沙子连续漏出。忽略沙子漏出瞬间相对车的初速度,沙子落到地面后立即停止。已知单位时间内漏出的沙子质量恒定为 Q ,出沙口距水平地面的高度为 H ,重力加速度为 g ,不计空气阻力。在已经有沙子刚好落地时开始计时,下列说法正确的是

- A. 地面上的人看到在空中的沙子形成的几何图形是一条抛物线
- B. 在空中的沙子的总质量为 $Q\sqrt{\frac{2H}{g}}$
- C. 不同时刻漏出的两粒沙子落地前的竖直距离保持不变
- D. 漏出的某粒沙子落地前在相等时间内速度的变化量逐渐增大

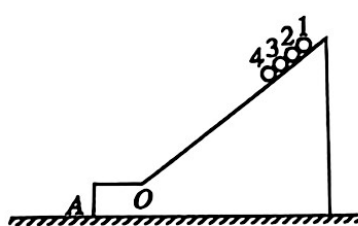


4. 警用钢叉是一种常用的防暴器械,其前端为半圆形的叉头,后端为握柄。现将钢叉竖直放置,半圆环的圆心为 O ,小球 a 套在半圆环上,小球 b 套在竖直杆上,两者之间用一轻弹簧连接。初始时小球 b 在外力作用下静止在竖直杆上,此时小球 a 静止在离半圆环最低点较远处,如图所示。现使小球 b 缓慢上移少许,两小球均可视为质点,不计一切摩擦,在移动过程中弹簧始终在弹性限度内,则半圆环对小球 a 的弹力



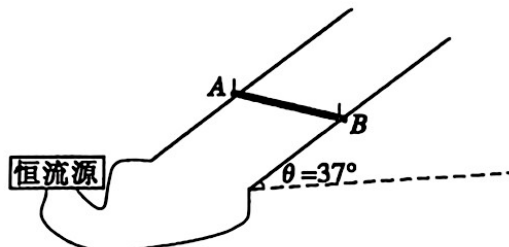
- A. 一直增大
- B. 一直减小
- C. 先增大后减小
- D. 先减小后增大

5. 开有凹槽的斜面固定在地面上,斜面与水平轨道 OA 平滑连接, OA 长度为 $6r$ 。槽内上端紧挨放置四个半径均为 r 的相同小球,各球编号如图所示。将四个小球由静止同时释放,小球落地后均静止,不计一切摩擦。各小球在运动过程中,下列说法正确的是



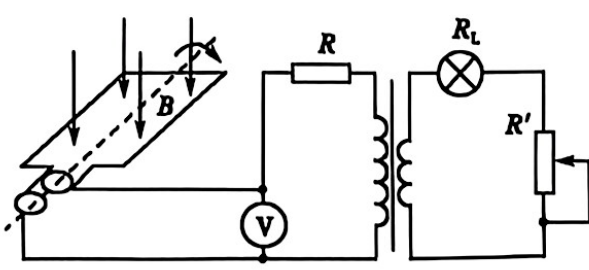
- A. 球 4 的机械能守恒
- B. 球 1 处在 OA 段时动量不变
- C. 四个球最终的落地点各不相同
- D. 四个小球中球 1 离开轨道时的速度最小

6. 如图所示,空间中存在一匀强磁场(图中未画出,大小、方向未知)。两条平行金属导轨间距 $l=1\text{m}$,与水平面成倾角 $\theta=37^\circ$ 固定,在两导轨上同一高度处各有一绝缘竖直短杆。将质量 $m=0.5\text{kg}$ 的金属棒 AB 置于短杆处,金属棒与金属导轨间的动摩擦因数 $\mu=0.5$ 。现将两导轨与恒流电源相连接,金属棒中电流大小为 $I=3\text{A}$,重力加速度的大小取 10m/s^2 , $\sin 37^\circ=0.6$ 。要使金属棒沿导轨向上以 $a=2\text{m/s}^2$ 的加速度做匀加速直线运动,则磁感应强度的最小值为



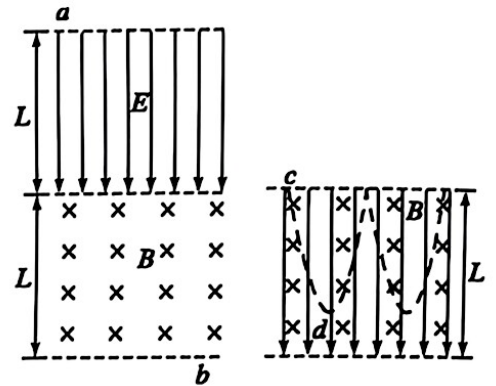
- A. $\frac{4\sqrt{5}}{5}\text{T}$
- B. $\frac{2\sqrt{5}}{3}\text{T}$
- C. 1T
- D. 2T

7. 如图所示,某发电机的线圈在竖直向下的匀强磁场中从中性面开始匀速转动,理想电压表接在线圈两端。已知该线圈匝数 $N=500$ 匝,线圈面积 $S=0.4\text{m}^2$,转速为 $n=50\text{r/s}$,电阻不计,磁感应强度大小 $B=\frac{2}{\pi}\times 10^{-3}\text{T}$ 。线圈通过阻值 $R=100\Omega$ 的电阻与理想变压器原线圈串联,副线圈连接电阻 $R_L=3\Omega$ 的灯泡和最大阻值为 5Ω 的滑动变阻器 R' 。已知理想变压器原、副线圈匝数比为 $5:1$,则



- A. 电压表的示数为 40V
- B. 初始位置线圈产生的感应电动势最大
- C. $t=0.02\text{s}$ 时,穿过线圈平面的磁通量为 $\frac{2}{5\pi}\text{Wb}$
- D. 在调节滑动变阻器滑片的过程中变压器输出的最大功率为 2W

8. 如图甲所示,纸面内存在上、下宽度均为 L 的匀强电场与匀强磁场,匀强电场竖直向下,匀强磁场垂直纸面向里,磁感应强度大小为 B 。现有一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子(不计重力)从电场的上边界的 a 点由静止释放,运动到磁场的下边界的 b 点时正好与下边界相切。若把电场下移至磁场所在区域,如图乙所示,粒子从上边界 c 点由静止释放,经过一段时间粒子第一次到达最低点 d (图中位置仅为示意),下列说法正确的是



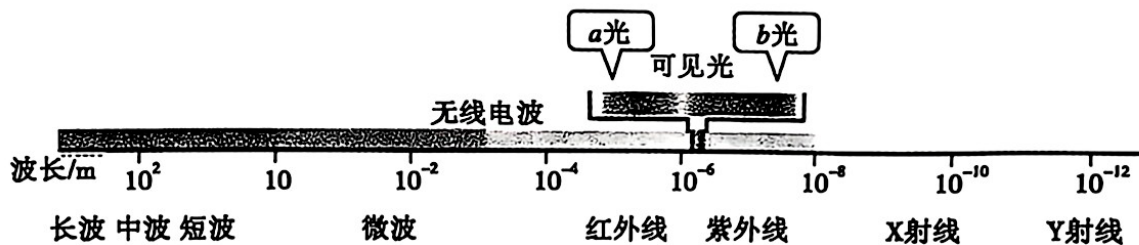
图甲

图乙

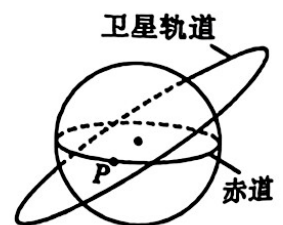
- A. a 、 b 两点之间的距离为 $\sqrt{2}L$
 B. 匀强电场的场强大小为 $E = \frac{B^2 q L}{m}$
 C. 粒子在 d 点的速度大小为 $\frac{B q L}{m}$
 D. 粒子从 c 点到 d 点的竖直位移为 $\frac{2}{3}L$

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,全部选对的得 4 分,选对但不全的得 2 分,有选错的得 0 分。

9. 不同波长的电磁波具有不同的特性,在生产生活中具有不同的应用。 a 、 b 两单色光在电磁波谱中的位置如图所示。下列说法正确的是

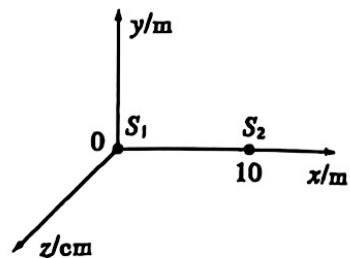


- A. 若 a 、 b 两光分别作为同一双缝干涉实验装置的光源, a 光产生的条纹间距较大
 B. 若 a 、 b 两光都是由氢原子能级跃迁产生的,产生 a 对应的能级差更大
 C. 若 a 、 b 两光照射同一个光电管时都能发生光电效应, b 光的遏止电压更大
 D. 若 a 、 b 两光照射同一个狭缝, b 光的衍射现象更明显
10. 如图所示,某卫星绕地心做匀速圆周运动,运行的轨道与地球赤道不共面,其周期为地球自转周期 T 的 $\frac{7}{10}$ 。地球的质量为 M ,半径为 R ,引力常量为 G 。 t_0 时刻,卫星恰好经过地球赤道上 P 点正上方。下列说法正确的是



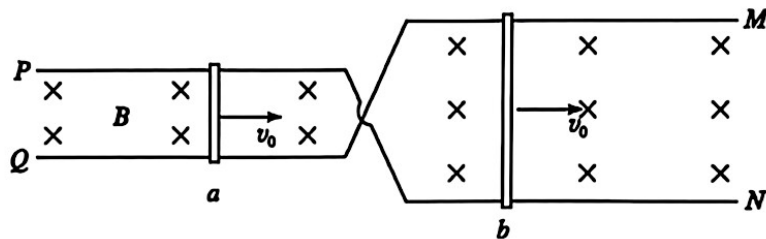
- A. 卫星距地面的高度为 $\sqrt[3]{\frac{49GMT^2}{400\pi^2}} - R$
 B. 位于 P 点处的物体随地球自转的向心加速度大于卫星的向心加速度
 C. 每次经最短时间实现卫星距 P 点最近到最远的行程,卫星绕地心转过的角度比地球的多 π
 D. 每次经最短时间实现卫星距 P 点最近到最远的行程,卫星绕地心转过的角度比地球的多 3π

11. 如图所示, $x=0$ 与 $x=10\text{m}$ 处有两个波源 S_1 和 S_2 均可以沿 z 轴方向做简谐运动, 两波源产生的机械波均能以波源为圆心在 xOy 平面内向各个方向传播, 振动周期均为 $T=2\text{s}$, 波速均为 $v=1\text{m/s}$ 。 $t=0$ 时刻波源 S_1 开始沿 z 轴正方向振动, 振幅 $A_1=2\text{cm}$; 同时波源 S_2 开始沿 z 轴负方向振动, 振幅 $A_2=3\text{cm}$ 。 下列说法正确的是



- A. $t=8\text{s}$ 时刻, $x=5.5\text{m}$ 处质点的位移为 $z=-5\text{cm}$
 B. 在 x 轴上, $x>10\text{m}$ 区域是振动的减弱区
 C. 在 x 轴上, $0<x<10\text{m}$ 区间内一共有 9 个振动的加强点
 D. 在 xOy 平面内, 分别在 $x=3.6\text{m}$ 和 $x=4.4\text{m}$ 处画平行于 y 轴的直线, 则在这两条直线上振动加强点的个数相等

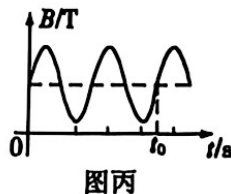
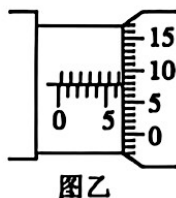
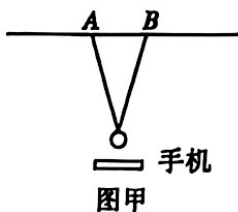
12. 如图所示, 水平面上固定着两组足够长平行光滑金属导轨 PQ 和 MN , 宽度分别为 L 和 $2L$, 两组导轨用导线交叉连接(导线不接触), 导轨区域内存在竖直向下的匀强磁场, 磁感应强度大小均为 B 。 PQ 导轨上垂直放置导体棒 a , MN 导轨上垂直放置导体棒 b , 两棒质量均为 m , 接入电路的电阻均为 R 。 某时刻两导体棒同时获得向右的初速度 v_0 , 导体棒运动过程中始终与导轨保持垂直且接触良好, 两导体棒始终没有进入交叉区, 不计导轨电阻, 下列说法正确的



- A. 通过导体棒的最大电流为 $\frac{3BLv_0}{2R}$
 B. 两导体棒最终均做匀速运动, 且导体棒 b 的运动方向向左
 C. 导体棒 b 上产生的热量为 $\frac{9}{10}mv_0^2$
 D. 整个过程中通过导体棒 a 的电荷量为 $\frac{3mv_0}{5BL}$

三、非选择题: 本题共 6 小题, 共 60 分。

13. (6 分) 某同学用如图甲所示的双线摆测量当地的重力加速度。 两根悬线下端系于小球同一点, 长度均为 $1.3l$ 。 调节两悬点 A 、 B 在同一水平线上, A 、 B 间距离为 l 。 小球为质量分布均匀的磁性小球, 打开手机的磁传感器并将手机平放在小球的正下方, 不考虑手机对小球运动的影响。

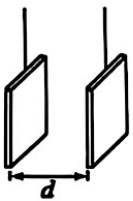


- (1) 先用螺旋测微器测小球的直径, 示数如图乙所示, 则小球直径 $d=$ _____ mm , 双线摆的等效摆长 $L_0=$ _____ (用 l 、 d 表示)。

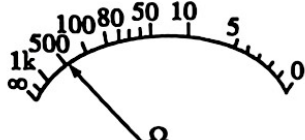
(2)使双线摆做小幅度摆动,某时刻起手机磁传感器测得磁感应强度随时间变化的规律如图丙所示,由实验测得的当地重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 L_0 和 t_0 表示)。

14. (8分)工业上经常用“电导仪”来测定液体的电阻率,其中一个关键部件如图甲所示,两片金属放到液体中形成一个电容器形状的液体电阻,而中间的液体即电阻的有效部分。小明想测量某导电溶液的电阻率,在一透明塑料长方体容器内部左右两侧正对插入与容器等宽、与导电溶液等高的电极,两电极的正对面积为 $S = 10\text{cm}^2$,电极电阻不计。实验提供的器材如下:

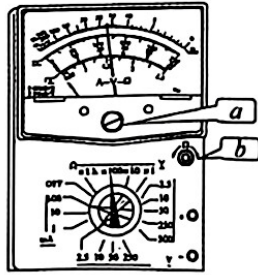
- 电压表(量程 15V ,内阻约为 $30\text{k}\Omega$);
- 电流表(量程 $300\mu\text{A}$,内阻约为 50Ω);
- 滑动变阻器 $R(20\Omega, 1\text{A})$;
- 电池组(电动势 $E = 12\text{V}$,内阻 $r = 6\Omega$);
- 单刀单掷开关一个;
- 导线若干。



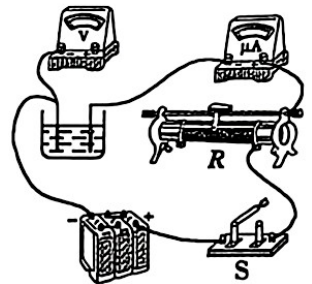
图甲



图乙



图丙



图丁

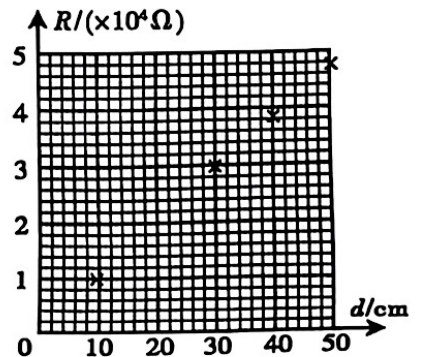
(1)小明先用欧姆表粗测溶液电阻,选择欧姆 $\times 100$ 挡后测量结果如图乙所示,为了使读数更精确些,请按照操作顺序选出必要步骤_____。

- A. 将红表笔和黑表笔接触
- B. 把选择开关旋转到 $\times 1\text{k}$ 挡
- C. 把选择开关旋转到 $\times 10$ 挡
- D. 调节丙图中 a 旋钮,使指针指到欧姆零点
- E. 调节丙图中 b 旋钮,使指针指到欧姆零点
- F. 进行测量并得出阻值大小

(2)为了准确测量其阻值,并可以获得多组数据,请在图丁中用笔画线代替导线,将实物图补充完整。

(3)实验时,改变两个电极板间距 d ,测得多组 U, I 数据,计算出对应的电阻 R 。某次测量中,两板间距 $d = 20\text{cm}$,测量并计算出该溶液电阻 $R = 2 \times 10^4 \Omega$ 。将该点在图戊的坐标纸上补充完整并描绘出 $R-d$ 图线,根据图像可得该导电溶液的电阻率 $\rho = \underline{\hspace{2cm}} \Omega \cdot \text{m}$ 。(计算结果保留整数)

(4)若考虑电表内阻的影响,则测量值_____真实值。(填“大于”、“小于”或“等于”)



图戊

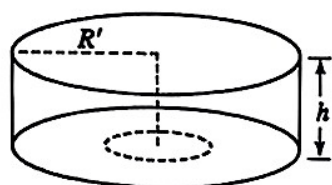
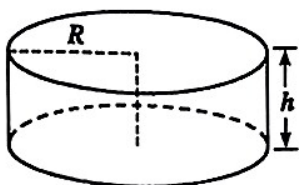
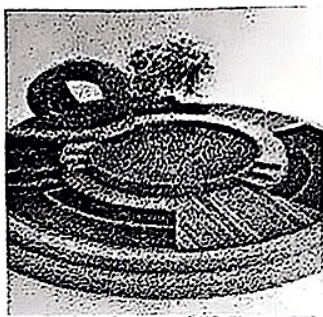
15. (8分)气垫鞋是通过在鞋底内置密闭气垫(通常填充高压氮气或空气)来提供缓震功能的运动鞋。气垫内气体可视为理想气体,气垫导热良好。某款气垫跑鞋在静态未穿着时每个气垫中气体体积为 $V_1 = 30\text{cm}^3$,压强为 $p_1 = 1.5\text{atm}$,假设大气压强恒为 $p_0 = 1\text{atm}$,室温恒为 27°C 。

(1)某同学穿该跑鞋运动,一段时间后由于摩擦等因素鞋内温度升高 5°C ,气垫体积被压缩为原来的 $\frac{5}{6}$,求此时气垫内气体压强。(结果保留三位有效数字)

(2)长时间穿着导致气垫损坏漏气,静置于室内足够长的时间后,体积仍为 V_1 ,求漏出气垫的气体和剩余气体的质量之比。



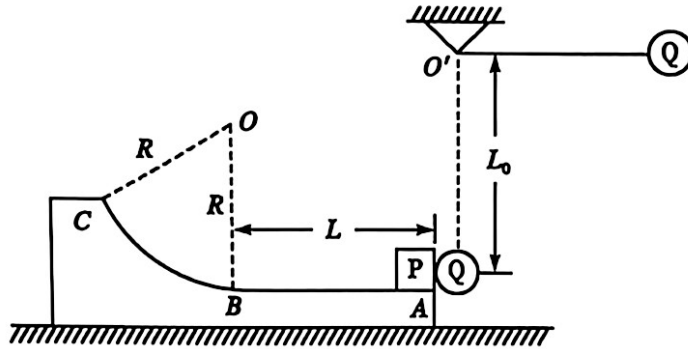
16. (8分)某景区计划建造一个圆柱体形状的景观浅水池,水池底部正中央安装点状景观灯,使水池装满水后灯光刚好可以照亮整个水面。已知水池深度设计为 $h = 0.5\text{m}$,水对灯光的折射率 $n = \frac{4}{3}$, $\sqrt{7}$ 取 2.65。(结果保留两位有效数字)



(1)水池半径 R 应设计为多大?

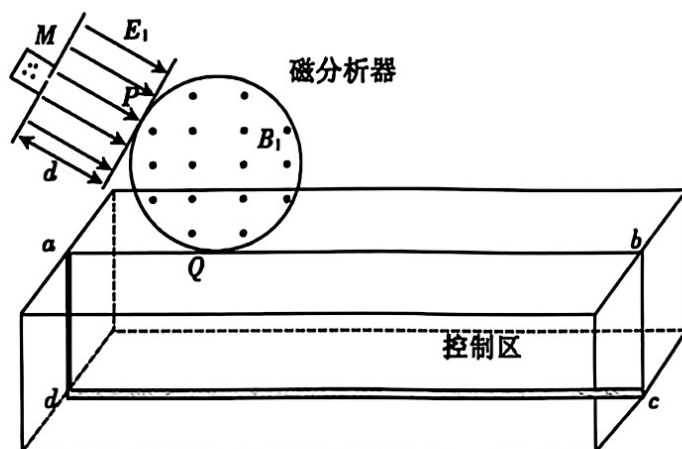
(2)由于工人在施工过程中出现失误,完工后发现水池半径 $R' = 1\text{m}$,为了达到相同效果,可以在水池底部正中央水平镶嵌一个圆形平面镜,并将光源竖直向上移动一段距离。若圆形平面镜的半径 r 约为 0.5m ,求光源离平面镜的竖直距离 Δh 至少为多少?(不考虑光的二次反射)

17. (14分) 如图所示, 光滑的水平面上有一质量 $m_3 = 2\text{kg}$ 的曲面滑板, 滑板的上表面由长度 $L = 0.5\text{m}$ 的水平粗糙部分 AB 和半径 $R = 0.4\text{m}$ 的六分之一光滑圆弧 BC 组成, 质量 $m_2 = 1\text{kg}$ 的滑块 P 与 AB 之间的动摩擦因数为 $\mu = 0.5$ 。将 P 置于滑板上表面的 A 点。长度 $L_0 = 0.8\text{m}$ 的细线水平伸直, 一端固定于 O' 点, 另一端系一质量 $m_1 = 0.6\text{kg}$ 的光滑小球 Q 。现将 Q 由静止释放, Q 向下摆动到最低点并与 P 发生弹性对心碰撞。 P 、 Q 均可视为质点, 与滑板始终在同一竖直平面内, 运动过程中不计空气阻力, 重力加速度的大小取 10m/s^2 , 细线不可伸长。



- (1) 求 Q 与 P 碰撞后瞬间细线对 Q 拉力的大小;
- (2) 求 P 与 Q 碰后经多长时间 P 第一次到达滑板上的 B 处(计算结果可用根号表示);
- (3) 碰后 P 能否从 C 点滑出? 若能滑出, 请计算出 P 离开 C 处后上升的最大高度; 若不能滑出, 请计算出 P 最终相对滑板静止时的位置。

18. (16分) 华为麒麟芯片(又称海思麒麟芯片),是华为旗下海思半导体公司自主研发的系列芯片之一,是业界领先的智能手机处理器。在芯片制造过程中,离子注入是一道重要工序,如图所示是离子注入部分工作的原理示意图。从离子源 M 处连续飘出带正电的离子(初速度不计),经匀强电场加速后,从 P 点以速度 v_0 沿半径方向射入圆形磁分析器。磁分析器中存在垂直于纸面向外的匀强磁场 B_1 (大小未知),与长方体离子控制区相切于 Q 点,其中 $abcd$ 为该控制区中间竖直平面(与圆形磁分析器处于同一竖直平面),离子从 Q 点离开磁分析器。由于边缘效应,离子进入控制区的速度方向会有一定波动(速度大小不变),波动范围在以垂直 ab 方向为轴的 θ 角范围内。若控制区无任何电、磁场,离子在水平底面的硅片上的落点会形成一个圆形区域。已知离子质量为 m ,电荷量为 q ,加速电场两极板间的距离为 d ,在圆形磁分析器中运动的时间为 t ,图中 a 、 P 、 Q 三点连线正好可构成一个等边三角形, ad 边长为 L , bQ 足够长。不计离子的重力和离子间的相互作用,因 θ 角较小,离子不会从控制区的四个侧面射出。



- (1) 求加速电场的电场强度 E_1 和圆形磁分析器的半径 r ;
- (2) 若离子注入硅片时,垂直硅片的速度至少达到 $\sqrt{2}v_0$ 才能有效注入。为使所有离子均能有效注入,现在控制区加上沿 ad 方向的匀强磁场 B_2 和同样方向的匀强电场 E_2 (场强大小可调),则匀强电场的场强大小应满足什么条件? 离子有效注入硅片上的面积最大可达多少?
- (3) 若在控制区撤去 B_2 和 E_2 加上垂直于纸面向里磁场 B_3 ,其磁感应强度大小沿 ad 方向按 $B_3 = B_0 + kx$ 的规律均匀变化, x 为该点到 ab 边的距离, k 为已知的常数且 $k > 0$ 。要使在平面 $abcd$ 内运动的离子都打不到硅片上, ab 边所在位置的磁感应强度 B_0 至少为多少?

聊城市 2025 年普通高中学业水平等级考试模拟卷

物理(二)参考答案及评分说明

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. C 2. D 3. B 4. A 5. B 6. A 7. D 8. C

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,选对但不全的得 2 分,有选错的得 0 分。

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

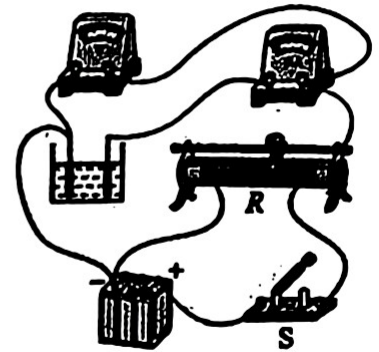
三、非选择题:共 6 个小题,共 60 分。

13. (1) 6.578 (6.577~6.579 均可) $\frac{6L}{5} + \frac{d}{2}$ (2) $\frac{4\pi^2}{t_0^2} L_0$

评分标准:每空各 2 分

14. (1) BAEF (2) 如右图 (3) 96 (95~100 均可) (4) 等于

评分标准:实物连线 2 分,其于每空各 2 分



15. 解:(1) 取气垫内气体为研究对象

初态: $p_1 = 1.5 \text{ atm}$, $V_1 = 30 \text{ cm}^3$; $T_1 = 300 \text{ K}$

末态: 压强 p_2 , $V_2 = \frac{5}{6} \times 30 = 25 \text{ cm}^3$, $T_2 = 305 \text{ K}$

由理想气体状态方程有

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

$$\text{解得 } p_2 = 1.83 \text{ atm} \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

(2) 以漏气前气垫内的气体为研究对象

初态: $p_1 = 1.5 \text{ atm}$, $V_1 = 30 \text{ cm}^3$

漏气后: $p_3 = p_0 = 1 \text{ atm}$, 气体体积 V_3

由玻意耳定律有

$$p_1 V_1 = p_3 V_3 \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

解得 $V_3 = 45 \text{ cm}^3$

$$\text{漏出气垫的气体和剩余气体的质量之比为 } \eta = \frac{V_3 - V_1}{V_1} \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

$$\text{解得 } \eta = \frac{1}{2} \dots\dots\dots \textcircled{5}$$

评分标准:①③④式每式 2 分,②⑤式每式 1 分。

16. 解: (1) 在水池底部正中央安装一点光源, 从水面上看刚好整个水面被照亮, 做光路图如图

图 1 所示, 根据全反射临界角的定义有 $n = \frac{1}{\sin C}$ ①

由几何关系得 $\sin C = \frac{R}{\sqrt{R^2 + h^2}}$ ②

代入数据可解得 $R = \frac{3\sqrt{7}}{14} \approx 0.57\text{m}$ ③

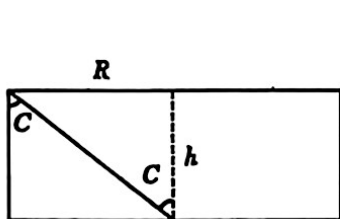


图1

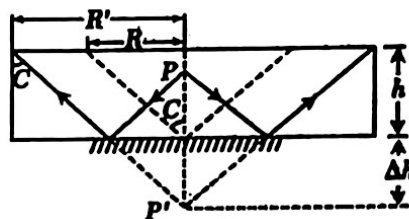


图2

(2) 底面镶嵌平面镜后将光源上移到 P 点, 做出光路图如图 2 所示

由几何关系得 $\frac{R}{R'} = \frac{h}{\Delta h + h}$ ④

代入数据得 $\Delta h = 0.38\text{m}$ ⑤

此时对应平面镜的半径 $r' = R' - R = 0.43\text{m} < 0.5\text{m}$, 符合题意, 所以光源离平面镜的垂直距离至少为 0.38m ⑥

评分标准: ②④式每式 2 分, 其于各式每式 1 分。

17. 解: (1) Q 释放后到碰撞前, 由机械能守恒定律得 $m_1 g L_0 = \frac{1}{2} m_1 v_0^2$ ①

解得 $v_0 = 4\text{m/s}$

小球 Q 与物体 P 碰撞过程, 由动量守恒定律得 $m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$ ②

由能量守恒定律得 $\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$ ③

解得 $v_1 = -1\text{m/s}, v_2 = 3\text{m/s}$

对 Q 在碰后瞬间, 由牛顿第二定律得 $T - m_1 g = m_1 \frac{v_1^2}{L_0}$ ④

解得拉力的大小 $T = 6.75\text{N}$ ⑤

(2) P 在滑板上运动时做匀减速运动, 加速度 $a_2 = \frac{\mu m_2 g}{m_2}$

滑板做匀加速直线运动, 加速度 $a_3 = \frac{\mu m_2 g}{m_3}$ ⑥

P 第一次到 B 处时有 $(v_2 t - \frac{1}{2} a_2 t^2) - \frac{1}{2} a_3 t^2 = L$ ⑦

可解得: $t = \frac{6 - \sqrt{6}}{15} s$ (另解 $\frac{6 + \sqrt{6}}{15} s$ 舍去) ⑧

(3) 假设未滑出, P 与滑板共速时设最大高度为 H , 速度为 $v_{共}$, 根据动量守恒定律和能量守恒定律得 $m_2 v_2 = (m_2 + m_3) v_{共}$ ⑨

$\frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} (m_2 + m_3) v_{共}^2 + m_2 g H + \mu m_2 g L$ ⑩

解得 $v_{共} = 1 m/s, H = 0.05 m$

由于 $H < R(1 - \cos 60^\circ)$, 所以碰后 P 不能从 C 点滑出 ⑪

滑块 P 最终相对滑板静止时速度设为 v_3 , 相对 AB 部分的路程为 s , 则有

$m_2 v_2 = (m_2 + m_3) v_3$ ⑫

$\frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} (m_2 + m_3) v_3^2 + \mu m_2 g s$ ⑬

解得 $s = 0.6 m$

所以滑块相对滑板静止在 AB 之间距 B 点 0.1m 或距 A 点 0.4m 处。 ⑭

评分标准: 每式各 1 分。

18. 解: (1) 在加速电场有 $qE_1 d = \frac{1}{2} m v_0^2$ ①

解得 $E_1 = \frac{m v_0^2}{2 q d}$ ②

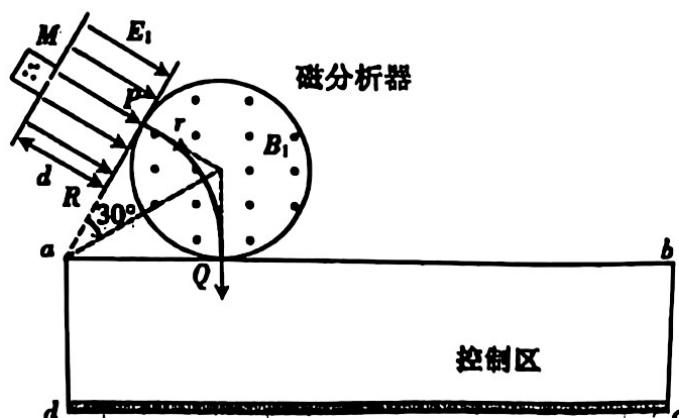
在圆形磁分析器中, 离子做圆周运动的圆心为 a 点, 设半径为 R , 周期为 T , 则有

$T = \frac{2\pi R}{v_0}$ ③

且 $t = \frac{1}{6} T$ ④

根据几何关系有 $\tan 30^\circ = \frac{r}{R}$ ⑤

解得 $r = \frac{\sqrt{3} v_0 t}{\pi}$ ⑥



(2) 为使所有离子均能有效注入, 在 ad 方向上有 $a = \frac{qE_2}{m}$ ⑦

$2aL \geq (\sqrt{2} v_0)^2 - (v_0 \cos \theta)^2$ ⑧

解得 $E \geq \frac{mv_0^2(2 - \cos^2\theta)}{2qL}$ ⑨

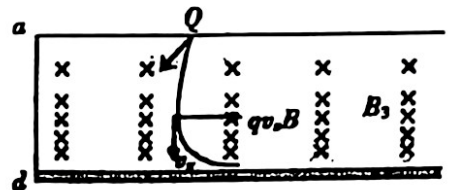
速度波动最大的离子的水平分运动是匀速圆周运动, 速度大小为 $v_0 \sin\theta$, 有

$qB_2 v_0 \sin\theta = m \frac{(v_0 \sin\theta)^2}{r'}$ ⑩

离子有效注入硅片上的面积最大可达 $S = \pi(2r')^2$ ⑪

解得 $S = \frac{4\pi m^2 v_0^2 \sin^2\theta}{q^2 B_2^2}$ ⑫

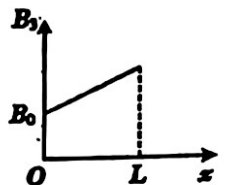
(3) 要使离子都打不到硅片上, 向左下方波动 θ 角的离子运动到 cd 边时速度应与 cd 边相切。洛伦兹力不改变速度大小, 在平行于 ab 方向由动量定理有



$\sum qv_x B_3 \cdot \Delta t = \sum m \cdot \Delta v$ ⑬

式中 Δv 为水平方向速度的变化量, 故 $\sum \Delta v = v_0 + v_0 \sin\theta$ ⑭

由题意结合 $B_3 - x$ 图像可知 $\sum B_3 v_x \cdot \Delta t = \sum B_3 \cdot \Delta x = B_0 L + \frac{kL^2}{2}$ ⑮



解得 $B_0 = \frac{mv_0(1 + \sin\theta)}{qL} - \frac{1}{2}kL$ ⑯

评分标准: 每式各 1 分