

2025 年高考适应性测试演练模拟考试

物理试卷

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和试卷指定位置。
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，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
3. 考试时间：75 分钟；满分：100 分。

I卷(选择题，共 46 分)

一、单项选择题（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，只有一项符合题目要求，选对的得 4 分，选错的得 0 分）

1. 2023 年 8 月 24 日，日本福岛第一核电站启动核污染水排海。核污染水含高达 64 种放射性元素，其中部分放射性物质（如碘 129）半衰期可长达 1570 万年，下列说法正确的是（ ）

- A. 核污染水进入海水后温度降低，会延长放射性元素的半衰期
- B. 原子核的比结合能越大，原子核越稳定
- C. 天然放射现象中产生的 β 射线中的电子来源于原子核外电子
- D. 100 个碘 129 原子在 1570 万年后有 50 个未发生衰变

【答案】B

【解析】

- A. 放射性元素的半衰期仅由原子核内部本身因素决定，与温度无关，故 A 错误；
 - B. 原子核的比结合能越大，原子核就越稳定，故 B 正确；
 - C. 粒子中子转化为质子和电子，即 ${}_0^1\text{n} \rightarrow {}_1^1\text{H} + {}_{-1}^0\text{e}$ ，而非核外电子逸出来的，故 C 错误；
 - D. 半衰期是统计数据，对大量的统计才有意义，100 个原子太少了，故 D 错误。
2. 杭州亚运会 10m 跳台的跳水决赛中，中国运动员全红婵完美一跳裁判全给 10 分并获得冠军。如图 1 所示是她站在跳台踏板起跳的精彩瞬间，从她离开跳板开始计时，跳水过程中全红婵重心的 $v-t$ 图像可简化为如图 2 所示，不计空气阻力，则下列说法正确的是（ ）

- A. 运动员在 $0 \sim t_1$ 过程中做自由落体运动
- B. 运动员在 $t_2 \sim t_3$ 过程中速度方向发生改变
- C. 运动员在 $t_3 \sim t_4$ 过程中处于超重状态



图1

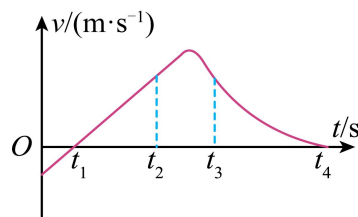


图2

D. 运动员在 t_4 时刻上浮至水面

【答案】C

【解析】

A. 在 $0 \sim t_1$ 过程中初速度不是零，不是自由落体运动，故 A 错误；

B. 在 $t_2 \sim t_3$ 过程中速度始终为正值，方向不变，故 B 错误；

C. 在 $t_3 \sim t_4$ 过程中，图像斜率变小，斜率代表加速度，加速度向上且逐渐减小，处于超重状态，故 C 正确；

D. 根据图像可知， $0 \sim t_1$ 过程竖直向上运动， $t_1 \sim t_4$ 过程中竖直向下运动，在 t_4 时刻下降到最低点，故 D 错误。

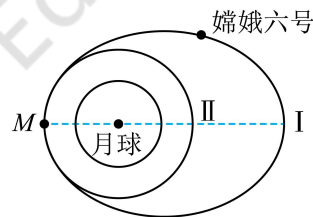
3. 2024 年 6 月 2 日上午 6 时 23 分，嫦娥六号成功着陆月球背面。设想嫦娥六号被月球俘获后进入椭圆轨道 I 上运行，周期为 T_1 ；当经过近月点 M 点时启动点火装置，完成变轨后进入圆形轨道 II 上运行，周期为 T_2 。已知月球半径为 R ，圆形轨道 II 距月球表面距离为 R ，椭圆轨道 I 远月点距月球表面距离为 $5R$ ，如图所示，引力常量为 G 。忽略其他天体对嫦娥六号的影响，则 ()

A. $T_2 > T_1$

B. 月球的质量为 $\frac{4\pi^2 R^3}{GT_2^2}$

C. 月球第一宇宙速度大于轨道 II 上的运行速度

D. 嫦娥六号由轨道 I 进入轨道 II 需要在 M 点点火使其加速才能完成



【答案】C

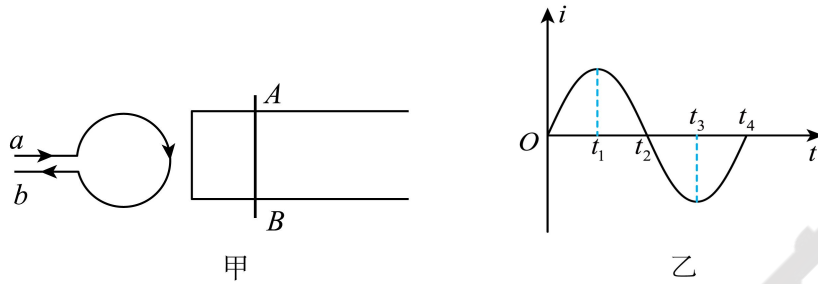
【解析】A. 根据 $\frac{(2R)^3}{T_2^2} = \frac{(4R)^3}{T_1^2}$ ，得 $T_2 < T_1$ ，故 A 错误；

B. 根据 $\frac{GMm}{(2R)^2} = m(2R)\frac{4\pi^2}{T_2^2}$ ，得 $M = \frac{4\pi^2 (2R)^3}{GT_2^2}$ ，故 B 错误；

C. 设月球的质量为 M ，嫦娥六号的质量为 m ，根据万有引力充当向心力可得 $\frac{GMm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ ，当嫦娥六号环绕月球表面做圆周运动时的速度即为第一宇宙速度，即轨道半径为 R ，而嫦娥六号在轨道 II 上运行时的轨道半径为 $2R$ 大于月球的近地轨道上半径 R ，月球第一宇宙速度大于轨道 II 上运行速度，故 C 正确；

D. 根据加速离心、减速向心，可知由轨道 I 进入轨道 II 其速度减小，需要在 M 点点火使其减速才能完成，故 D 错误。

4. 如图甲所示，金属圆环和金属线框相互靠近且固定在水平面上，金属棒 AB 放在金属框上，圆环 a、b 端接如图乙所示的正弦交变电流，金属棒 AB 始终保持静止。以图甲中电流方向为正方向，则下列说法正确的是（ ）



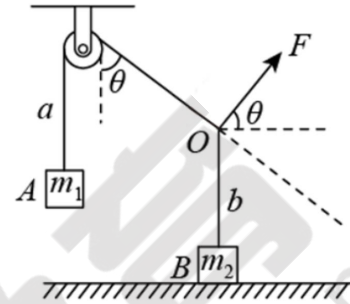
- A. $0 \sim t_1$ 内，金属棒中的感应电流方向为 $B \rightarrow A$
- B. $t_1 \sim t_2$ 内，金属棒受到水平向左的静摩擦力
- C. t_3 时刻，金属棒受到的安培力最大
- D. $t_1 \sim t_3$ 内，金属棒中的感应电流先减小后增大

【答案】B

【解析】

- A. $0 \sim t_1$ 内，右侧闭合回路中穿过纸面向外的磁通量增大，根据楞次定律和安培定则可知，金属棒中的感应电流方向为 $A \rightarrow B$ ，故 A 错误；
- B. $t_1 \sim t_2$ 内，根据左手定则，可知金属棒受到水平向右的安培力，由二力平衡，可知金属棒受到水平向左的静摩擦力，故 B 正确；
- C. t_3 时刻，圆环中电流的变化率为零，则穿过闭合回路的磁通量变化率为零，感应电流为零，则金属棒受到的安培力也为零，故 C 错误；
- D. $t_1 \sim t_3$ 内，由图乙可知，电流的变化率先增大后减小，则右侧闭合回路中的磁通量的变化率先增大后减小，根据法拉第电磁感应定律，可知金属棒中的感应电流先增大后减小，故 D 错误。故选 B。

5. 如图所示，轻绳 a 的一端与质量为 m_1 的物块 A 连接，另一端跨过定滑轮与轻绳 b 拴接于 O 点。与水平方向成 θ 角的力 F 的作用在 O 点，质量为 m_2 的物块 B 恰好与地面间没有作用力。已知 $\theta = 60^\circ$ ，定滑轮右侧的轻绳 a 与竖直方向的夹角也为 θ ，重力加速度为 g 。当 F 从图中所示的状态开始顺时针缓慢转动 90° 的过程中，结点 O 、 m_1 的位置始终保持不变。则下列说法正确的是（ ）



- A. F 的最小值为 $\frac{\sqrt{3}}{2} m_1 g$
- B. $m_2 = m_1$
- C. 轻绳对定滑轮的作用力变大
- D. 地面对物块 B 的支持力变小

【答案】A

【解析】

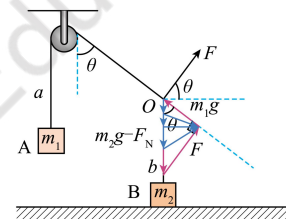
A. 由矢量三角形图可知， F 从图中所示的状态顺时针转动 90° 的过程中先减小再增大，

F 的最小值为 $m_1 g \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} m_1 g$ ，故 A 正确；

B. 受力分析可知 $m_1 g = m_2 g \cos 60^\circ$ ，可知 $m_2 = 2m_1$ ，故 B 错误；

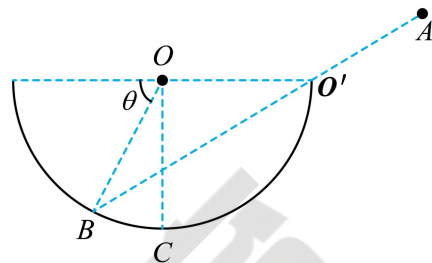
C. 轻绳 a 的拉力不变，轻绳对定滑轮的作用力不变，故 C 错误；

D. F 从图中所示的状态顺时针转动 90° 的过程中，轻绳 b 的拉力 $m_2 g - F_N$ 变小，故地面对物块 B 的支持力 F_N 变大，故 D 错误。



6. 一个半径为 R 、球心为 O 的半球形储油桶固定在水平面上，桶口平面保持水平，其右端点为 O' 点，且 $AO' = R$ 。当桶内没有油时，从某点 A 恰能看到弧形桶底的 B 点， OB 连线与水平方向夹角为 $\theta = 60^\circ$ 。当桶内装满油时，仍沿 AB 方向看去，恰能看到桶底的最低点 C 点，已知光速为 c 。则 ()

- A. 油的折射率 $n = \frac{2}{3}\sqrt{3}$
- B. 油的折射率 $n = \sqrt{2}$
- C. 装满油时，光从 A 点出发传播到 C 所用时间为 $\frac{(\sqrt{6}+1)R}{c}$
- D. 装满油时，光从 A 点出发传播到 C 所用时间为 $\frac{(\sqrt{3}+1)R}{c}$



【答案】D

【解析】

AB. 作出光路图，如图所示

由几何关系可知，装满油后，入射角为 $\alpha = 60^\circ$

折射角为 $\beta = 45^\circ$

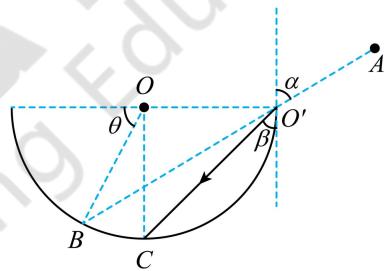
根据折射定律可知，油的折射率为 $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sqrt{6}}{2}$ ，故 AB 错误；

CD. 装满油时，光在桶内传播的距离为 $s_2 = \sqrt{2}R$

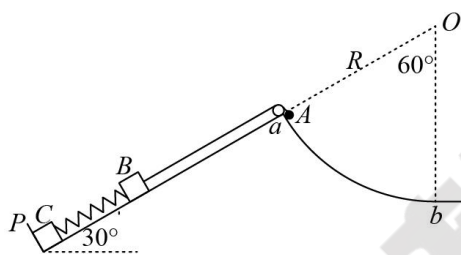
光在桶内传播的速度为 $v = \frac{c}{n} = \frac{\sqrt{6}c}{3}$

所以装满油时，光从 C 点出发传播到 A 所用时间为 $t_2 = \frac{s_2}{v} + \frac{AO'}{c} = \frac{\sqrt{2}R}{\frac{\sqrt{6}c}{3}} + \frac{AO'}{c} = \frac{\sqrt{3}R}{c} + \frac{AO'}{c}$

所以，光从 A 点出发传播到 C 所用时间为 $\frac{(\sqrt{3}+1)R}{c}$ ，C 错误，故 D 正确。



7. 如图所示，挡板 P 固定在倾角为 30° 的斜面左下端，斜面右上端 a 与半径为 R 的圆弧轨道 ab 连接，其圆心 O 在斜面的延长线上。 a 点有一光滑轻质小滑轮， $\angle aOb=60^\circ$ 。质量均为 m 的小物块 B、C 由一轻质弹簧拴接（弹簧平行于斜面），其中物块 C 紧靠在挡板 P 处，物块 B 用跨过滑轮的光滑细绳与一质量为 $3m$ 、大小可忽略的小球 A 相连，初始时刻小球 A 锁定在 a 点，细绳与斜面平行，且恰好绷直而无张力，B、C 处于静止状态。某时刻解除对小球 A 的锁定，当小球 A 沿圆弧运动到最低点 b 时（物块 B 未到达 a 点），物块 C 对挡板的作用力恰好为 0。已知重力加速度为 g ，不计一切摩擦，下列说法正确的是（ ）



- A. 小球 A 到达 b 点时,小球 A 与物块 B 的速度大小相等
- B. 小球 A 沿圆弧运动到最低点 b 的过程中,其重力的功率一直增大
- C. 小球 A 到达 b 点时的速度大小为 $\sqrt{\frac{8}{15}gR}$
- D. 小球 A 由 a 运动到 b 的过程中,小球 A 和物块 B 的机械能之和先减小后增大

【答案】C

【解析】

A. 小球 A 到达 b 点时的速度为 v ，对 v 进行分解，在沿绳子方向的速度 $v' = v \cos 30^\circ$ ，物块 B 的速度大小就等于沿绳子方向的速度 $v' = v \cos 30^\circ$ ，应该小于小球 A 的速度大小。

B. 小球 A 沿圆弧运动到最低点 b 的过程中，初始速度为零，重力功率为零，中间功率大于零，最低点 b 重力与速度垂直，功率也为零，因此，其重力的功率先增大后减小，故 B 错误；

C. 设小球 A 到达 b 点时的速度为 v ，对 v 进行分解，在沿绳子方向的速度 $v' = v \cos 30^\circ$

由于沿绳子方向的速度处处相等，所以此时 B 的速度也为 v' ，对 A、B、C 和弹簧组成的系统，在整个过程中，只有重力和弹簧弹力做功，且 A 在 a 和 b 处，弹簧的形变量相同，故弹性势能不变，弹簧弹力做功为 0，重力对 A 做正功，对 B 做负功，A、B、C 和弹簧组成的系统机械能守恒，可知

$$3mgR(1-\cos 60^\circ) - mg(x_1+x_2)\sin 30^\circ = \frac{1}{2}3mv^2 + \frac{1}{2}mv'^2$$

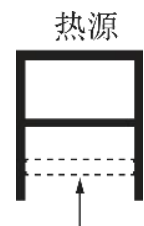
由几何关系，A 在 b 处时， ab 间绳长为 R ，即 $x_1+x_2=R$

解得 $v = \sqrt{\frac{8}{15}gR}$ ，故 C 正确；

D. 小球 A 由 a 运动到 b 的过程中，A、B、C 和弹簧组成的系统机械能守恒，则小球 A 和物块 B 的机械能之和与弹簧和 C 的能量之和不变，C 一直处于静止状态，弹簧一开始处于压缩状态，之后变为原长，后开始拉伸，则弹性势能先减小后增大，故小球 A 和物块 B 的机械能之和先增大后减小，故 D 错误。故选 C。

二、多项选择题（本题共 3 小题，共 18 分。每小题 6 分，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. 如图所示，导热良好的固定直立圆筒内，用面积 S 、重力 $0.01p_0S$ 的活塞封闭一定质量的理想气体，活塞能无摩擦滑动。圆筒与温度 $3T_0$ 的热源接触，平衡时圆筒内气体处于状态 A，此时体积为 $6V_0$ 。缓慢推动活塞使气体达到状态 B，此时体积为 $5V_0$ 。固定活塞，升高热源温度，气体达到状态 C，此时压强为 $1.4p_0$ 。从状态 A 到状态 C，气体从外界吸收热量 Q 。从状态 B 到状态 C，气体内能增加 ΔU 。已知大气压强为 $1.01p_0$ ，下列说法正确的是（ ）



- A. 气体从状态 A 到状态 B，其分子平均动能不变，圆筒内壁单位面积受到的压力增大
- B. 气体在状态 A 的压强为 $1.2p_0$
- C. 气体在状态 C 的温度为 $3.6T_0$
- D. 气体从状态 A 到状态 B 过程中外界对系统做功 $W = \Delta U - Q$

【答案】AD

【解析】

A. 气体从状态 A 到状态 B 发生等温压缩变化，其气体内能不变，分子平均动能不变，体积减小，压强增大，圆筒内壁单位面积受到的压力增大，故 A 正确；

BC. 气体处于状态 A 时，对活塞受力分析，有 $p_A S + 0.01p_0 S = 1.01p_0 S$ 解得 $p_A = p_0$

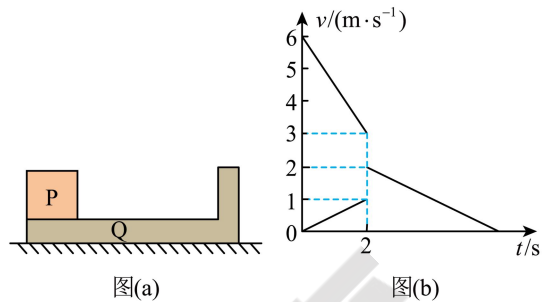
气体从状态 A 到状态 B 发生等温压缩变化，由玻意耳定律有 $p_A V_A = p_B V_B$ ，解得 $p_B = 1.2p_A = 1.2p_0$

气体从状态 B 到状态 C，做等容变化，由查理定律有 $\frac{p_B}{T_B} = \frac{p_C}{T_C}$ ，解得 $T_C = 3.5T_0$ ，故 BC 错误；

D. 气体从状态 B 到状态 C，外界对气体不做功，所以 W 等于气体从状态 A 到状态 C 外界对气体做的功，由前面的分析可知，从 A 到 C 内能的变化量等于从 B 到 C 内能的变化量，从 A 到 C 由热力学第一定律有 $\Delta U = W + Q$ ，解得 $W = \Delta U - Q$ ，故 D 正确。

9. 如图 (a) 所示, “L”形木板 Q (竖直挡板厚度不计) 静止于粗糙水平地面上, 质量为 1kg 的滑块 P (视为质点) 以 6m/s 的初速度滑上木板, $t=2\text{s}$ 时与木板相撞并粘在一起。两者运动的 $v-t$ 图像如图 (b) 所示。重力加速度大小 g 取 10m/s^2 , 则 ()

- A. “L”形木板的长度为 9m
 B. Q 的质量为 1kg
 C. 地面与木板之间的动摩擦因数为 0.1
 D. 由于碰撞系统损失的机械能与碰撞后滑块 Q 与地面因摩擦产生的内能之比为 $1:4$



【答案】BD

【解析】

A. 由两者运动的 $v-t$ 图像可知, “L”形木板的长度为前 2s 内两者的相对位移, 由梯形面积可得板长为 6m , 故 A 错误;

B. 两者碰撞时, 取滑块 P 的速度方向为正方向, 设 P 的质量为 $m=1\text{kg}$, Q 的质量为 M , 由系统动量守恒定律得 $mv_1 + Mv_2 = (m+M)v_3$

根据 $v-t$ 图像可知, $v_1=3\text{m/s}$, $v_2=1\text{m/s}$, $v_3=2\text{m/s}$, 代入上式解得 $M=1\text{kg}$, 故 B 正确;

C. 设 P 与 Q 之间的动摩擦因数为 μ_1 , Q 与地面之间的动摩擦因数为 μ_2 , 根据 $v-t$ 图像可知, $0-2\text{s}$ 内 P 与 Q 的加速度分别为 $a_P=1.5\text{m/s}^2$, $a_Q=0.5\text{m/s}^2$, 对 P 、 Q 分别受力分析, 由牛顿第二定律得

$$\mu_1 mg = ma_P$$

$$\mu_1 mg - \mu_2 (m+M)g = Ma_Q$$

联立解得 $\mu_2 = 0.05$, 故 C 错误;

D. 由于碰撞系统损失的机械能为 $\Delta E = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 - \frac{1}{2}(m+M)v_3^2$, 代入数据解得 $\Delta E = 1.0\text{J}$

碰撞后滑块 Q 与地面因摩擦产生的内能等于系统减小的动能 $\frac{1}{2}(m+M)v_3^2 = 4\text{J}$

所以, 碰撞系统损失的机械能与碰撞后滑块 Q 与地面因摩擦产生的内能之比为 $1:4$, 故 D 正确。

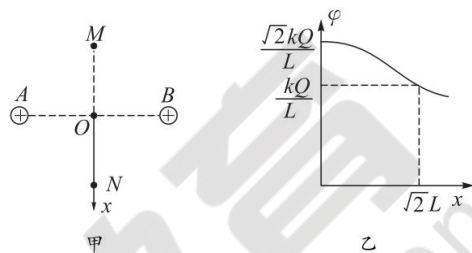
10. 如图甲，同一竖直平面内 A 、 B 、 M 、 N 四点距 O 点的距离均为 $\sqrt{2}L$ ， O 为水平连线 AB 的中点， M 、 N 在 AB 连线的中垂线上。 A 、 B 两点分别固定有一点电荷，电荷量均为 $Q(Q>0)$ 。以 O 为原点，竖直向下为 x 轴。若取无穷远处为电势零点，则 ON 上的电势 φ 随位置 x 的变化关系如图乙所示。一电荷量为 $Q(Q>0)$ 的小球 S 以一定初动能从 M 点竖直下落，一段时间后经过 N 点，且在 N 点的加速度大小为 $2g$ ， g 为重力加速度大小， k 为静电力常量。则 ()

A. 小球 S 在 M 点受到的电场力的大小为 $\frac{\sqrt{2}kQ^2}{4L^2}$

B. 从 M 到 N 的过程，小球 S 受到的电场力先减小后增大

C. 从 O 点到 N 点小球 S 动能变化量为 $\frac{(2\sqrt{2}-1)kQ^2}{2L}$

D. 在 AB 连线的中垂线上电场强度最大的点到 O 点的距离为 L



【答案】ACD

【解析】

A. 根据库仑定律可知两个点电荷在 M 点产生的电场力大小都为 $F = \frac{kQ^2}{4L^2}$

则合成之后的合力大小为 $F_{\text{合}} = 2F \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}kQ^2}{4L^2}$ ，故 A 正确；

小球在 N 点的加速度大小为 $2g$ ，说明在 N 点的电场力大小等于 mg ，方向竖直向下，根据对称性，在 M 点的电场力大小也为 mg ，且向上，故 M 点的加速度为 0，A 正确；

B. 图像的斜率大小表示电场强度的大小，结合图像得从 O 点到 N 点场强先增大后减小，根据对称性，从 O 点到 M 点场强先增大后减小，所以，从 M 到 N 的过程，小球 S 受到的电场力先增大后减小再增大后减小，故 B 错误；

C. 小球在 N 点的加速度大小为 $2g$ ，说明在 N 点的电场力大小等于 mg ，方向竖直向下，重力大小为

$$mg = \frac{\sqrt{2}kQ^2}{4L^2}，从 O 点到 N 点小球重力势能减小量为 \Delta E_{p1} = mg \times \sqrt{2}L = \frac{\sqrt{2}kQ^2}{4L^2} \times \sqrt{2}L = \frac{kQ^2}{2L}$$

$$从 O 点到 N 点小球电势能减小量为 \Delta E_{p2} = \varphi_O Q - \varphi_N Q = \frac{\sqrt{2}kQ^2}{L} - \frac{kQ^2}{L} = \frac{(\sqrt{2}-1)kQ^2}{L}，$$

从 O 点到 N 点小球动能增加量为 ΔE_k ，则对小球从 O 点到 N 点用能量守恒定律得 $\Delta E_{p1} + \Delta E_{p2} = \Delta E_k$

解得 $\Delta E_k = \frac{(2\sqrt{2}-1)kQ^2}{2L}$ ，故 C 正确；

D. 固定于相距为 $2r$ ($r = \sqrt{2}L$) 的 A 、 B 两点，设 A 处的点电荷在 AB 中垂线上某点 P 处产生的场强与竖直向下的夹角为 θ ，则根据场强的叠加原理可知， P 点的合场强为 $E = k \frac{2Q}{r^2} \sin^2 \theta \cos \theta$ ，根据均值不等式(或函数求

导)可知当 $\cos \theta = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 时 E 有最大值,且最大值为 $E = \frac{4\sqrt{3}kq}{9r^2}$,再根据几何关系可知 P 点到 O 点的距离为 $y = \frac{\sqrt{2}}{2}r$

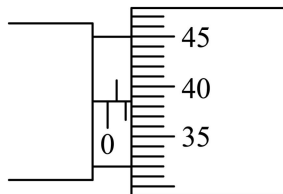
($r = \sqrt{2}L$)，代入数据可得电场强度最大的点到 O 点的距离 $y = L$ ，故 D 正确。



锦宏教育
Jinhong Education

II 卷(非选择题, 共 54 分)

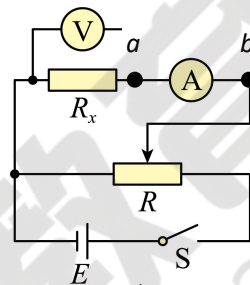
11. (8 分) 某实验小组的同学通过实验测量一粗细均匀圆柱形合金电阻丝的电阻率, 已知电阻丝的长度为 $L=60.00\text{cm}$ 。



(1) 用螺旋测微器测量电阻丝的直径, 其示数如图所示, 则直径的测量值为_____mm。

(2) 已知待测电阻丝的阻值约为 10Ω , 为了比较精确测量电阻丝的电阻 R_x , 实验室提供了下列器材:

- A. 电压表 V_1 (量程 3V , 内阻约为 $3\text{k}\Omega$);
- B. 电流表 A_1 (量程为 100mA , 内阻约为 10Ω);
- C. 电流表 A_2 (量程为 300mA , 内阻约为 2Ω);
- D. 滑动变阻器 R (阻值范围为 $0\sim 5\Omega$);
- E. 电动势为 4.5V 的电源, 内阻不计;
- F. 开关 S , 导线若干。



根据实验器材, 设计如图丙所示的实验电路, 为比较精确测量电阻丝的电阻, 电流表应选_____ (填写器材前对应的字母序号); 电压表右侧导线接_____端 (A. “a” 或 B. “b”)。

(3) 若通过(2)测得电阻丝的电阻为 12Ω , 则可求得该电阻丝的电阻率为_____ $\Omega\cdot\text{m}$ (π 取 3, 结果保留 2 位有效数字)。

【答案】(1)1.384/1.385/1.386/1.387

(2) C a

(3) 3.0×10^{-5}

【详解】(1) 根据螺旋测微器的读数规律, 该读数为 $1\text{mm} + 0.01 \times 38.5\text{mm} = 1.385\text{mm}$

(2) [1] 测得阻值约为 10Ω , 当 A 电压表达到满偏时, 通过电阻的电流约为 $I = \frac{3}{10} \text{A} = 300 \text{mA}$

为了确保电流表的安全与精度, 电流表选择量程 300mA , 即电流表选择 C

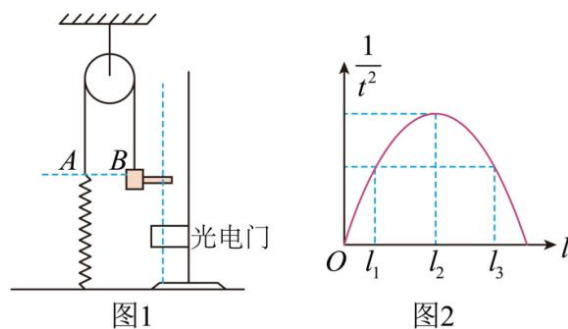
[2] 根据计算可得 $R_x^2 < R_A \times R_V$, 故选择电流表的外接法。

(3) 根据电阻的决定式有 $R_x = \rho \frac{L}{S}$

$$\text{其中 } S = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2$$

解得 $\rho = 3.0 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{m}$

12. (7 分) 某同学用如图 1 所示的装置验证轻弹簧和物块 (带有遮光条) 组成的系统机械能守恒。图中光电门安装在铁架台上且位置可调。物块释放前, 细线与弹簧和物块的栓接点 (A、B) 在同一水平线上, 且弹簧处于原长。滑轮质量和一切摩擦均不计, 细线始终伸直。小物块连同遮光条的总质量为 m , 弹簧的劲度系数为 k , 弹性势能 $E_p = \frac{1}{2} kx^2$ (x 为弹簧形变量), 重力加速度为 g , 遮光条的宽度为 d , 小物块释放点与光电门之间的距离为 l (d 远远小于 l)。现将小物块由静止释放, 记录物块通过光电门的时间 t 。



(1) 改变光电门的位置，重复实验，每次滑块均从 B 点静止释放，记录多组 l 和对应的时间 t ，做出 $\frac{1}{t^2}-l$ 图像如图 2 所示，若要验证轻弹簧和小物块组成的系统机械能守恒，则在误差允许的范围内，需要验证正确的关系式是 ()

- A. $\frac{1}{t^2} = -\frac{k}{md^2}l^2 + \frac{2g}{d^2}l$
 B. $\frac{1}{t^2} = -\frac{k}{md^2}l^2 + \frac{2g}{d^2}l$

(2) 在(1)中条件下， $l=l_1$ 和 $l=l_3$ 时，物块通过光电门时弹簧具有的弹性势能分别为 E_{p1} 、 E_{p3} ，则 $E_{p1}-E_{p3} =$ _____ (用 l_1 、 m 、 l_3 、 g 表示)；

(3) 在(1)中条件下，取某个值时，可以使物块通过光电门时的速度最大，速度最大值为 _____ (m 、 g 、 k 表示)。

答案(1)B (2) $mg(l_1-l_3)$ (3) $g\sqrt{\frac{m}{k}}$

【详解】

(1) 若系统机械能守恒，则有

$$mgl = \frac{1}{2}kl^2 + \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t}\right)^2$$

变式为

$$\frac{1}{t^2} = -\frac{k}{md^2}l^2 + \frac{2g}{d^2}l$$

所以图像若能在误差允许的范围内满足

$$\frac{1}{t^2} = -\frac{k}{md^2}l^2 + \frac{2g}{d^2}l$$

即可验证弹簧和小物块组成的系统机械能守恒。

(2) 由图像可知 $l=l_1$ 和 $l=l_3$ 时，时间相等，则物块的速度大小相等，动能相等，可得

$$mgl_3 = E_{p3} + E_k$$

$$mgl_1 = E_{p1} + E_k$$

联立可得 $E_{p1} - E_{p3} = mg(l_1 - l_3)$

(3) 由图像可知 $l = l_2$ 时遮光板挡光时间最短，此时物块通过光电门时的速度最大，可得

$$l_2 = \frac{mg}{k}$$

又

$$mgl_2 = \frac{1}{2}kl_2^2 + \frac{1}{2}mv_m^2$$

联立可得

$$v_m = g\sqrt{\frac{m}{k}}$$



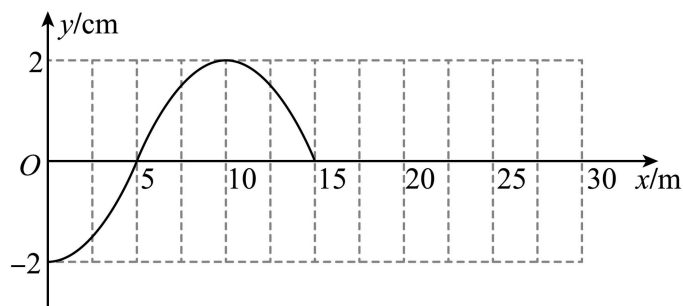
锦宏教育
Jinhong Education

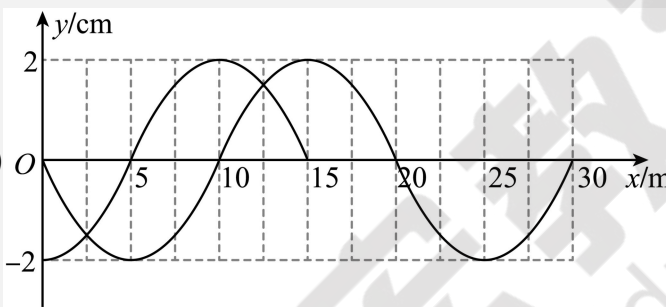
13. (9分) 一简谐波的波源位于坐标原点，波源振动后 $t=0.3s$ 时第一次形成如图所示的波形图。

(1) 求该波的波长和传播速度大小；

(2) 在给出的坐标图上画出波在 $t=2.0s$ 时刻的波形图；

(3) 从 $t=0$ 至 $t=2s$ ， $x=25m$ 处的质点的运动路程 S 。



【答案】(1) 20m, 50m/s; (2)  (3) 30cm

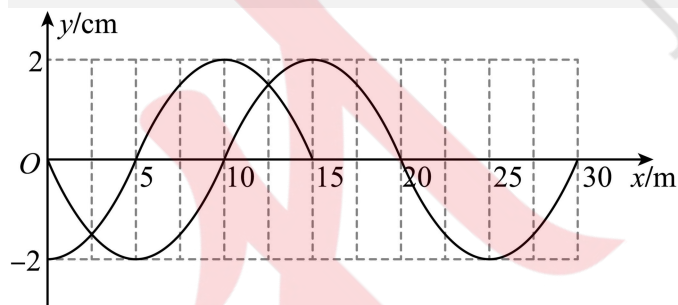
【详解】(1) 由图可知

$$\frac{3}{4}\lambda = 15m, \text{ 所以 } \lambda = 20m$$

波速 v 为

$$v = \frac{x}{t} = \frac{15}{0.3} m/s = 50m/s$$

(2) $t=2.0s$ 时刻的波形图如图所示



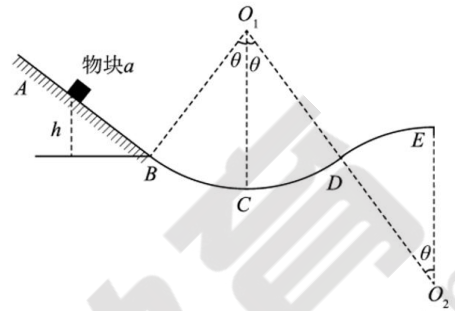
(3) 由 $\frac{3}{4}T = 0.3s$ ，得 $T = 0.4s$

由于波源起振方向向上， $x=25m$ 起振所需时间 $\Delta t_1 = \frac{x}{v} = 0.5s$

振动时间 $\Delta t_2 = t - \Delta t_1 = 1.5s$

总路程 $S = 15A = 30cm$

14. (12分) 某固定装置的竖直截面如图所示，由倾角 $\theta = 37^\circ$ 的直轨道 AB ，半径 $R = 1\text{m}$ 、圆心角为 2θ 的圆弧 BCD ，半径为 R 、圆心角为 θ 的圆弧 DE 组成，轨道末端 E 点为圆弧的最高点，轨道间平滑连接。质量为 $m = 0.5\text{kg}$ 的物块 a 从轨道 AB 上距 B 高度为 $h = 0.3\text{m}$ 处以初速度 v_0 下滑，经圆弧轨道 BCD 滑上轨道 DE 。物块 a 与轨道 AB 间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$ ，其余轨道光滑。(不计空气阻力，物块 a 视为质点， $g = 10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$)。



- (1) 若初速度 $v_0 = 0$ ，求物块 a 第一次通过 D 点时速度 v_D 大小；
 (2) 若初速度 $v_0 = 0$ ，求物块 a 在轨道 AB 上运动的总路程 S ；
 (3) 若物块 a 沿轨道从 E 点滑出， v_0 应满足什么条件？

【答案】(1) $v_D = \sqrt{2}\text{m/s}$ ；(2) $S = 0.75\text{m}$ ；(3) $\sqrt{2}\text{m/s} < v_0 \leq \sqrt{6}\text{m/s}$

【详解】(1) 物块从开始运动到 D 点过程，根据动能定理

$$mgh - \mu_1 mg \cdot \frac{h}{\tan \theta} = \frac{1}{2}mv_D^2 - 0$$

$$\text{解得 } v_D = \sqrt{2}\text{m/s}$$

(2) 设过 D 点后冲上曲面高度为 h' ，根据机械能守恒定律

$$\frac{1}{2}mv_D^2 = mgh'$$

$$\text{解得 } h' = 0.1\text{m}$$

而

$$h_{DE} = R(1 - \cos \theta) = 0.2\text{m}$$

所以

$$h' < h_{DE}$$

故物块不会冲上滑板，会原路返回。物体运动全程由能量守恒有

$$mgh = \mu_1 mg \cos \theta \cdot S$$

$$\text{解得 } S = 0.75\text{m}$$

(3) 在 D 点不脱离轨道则全程不会脱离轨道，此时初速度最大，根据动能定理

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh - \mu_1 mg \cdot \frac{h}{\tan \theta} = \frac{1}{2}mv_D^2 - 0$$

还需要满足

$$mg \cos \theta \geq \frac{mv_D^2}{R}$$

解得 $v_0 \leq \sqrt{6}m/s$

同理，物块能到达 E 点，满足

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh - \mu_1 mg \cdot \frac{h}{\tan \theta} > mgR(1 - \cos \theta)$$

解得 $v_0 > \sqrt{2}m/s$

综上 $\sqrt{2}m/s < v_0 \leq \sqrt{6}m/s$



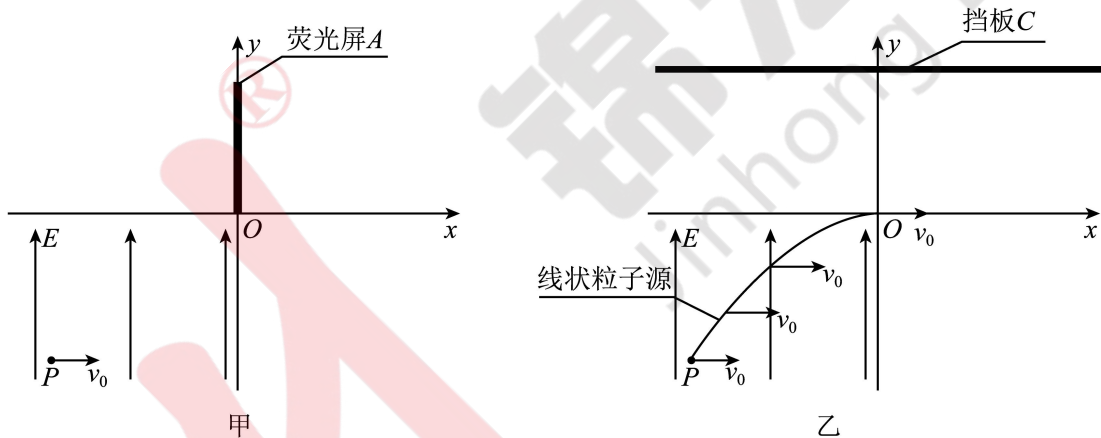
锦宏教育
Jinhong Education

15. (18分) 利用电场和磁场来控制带电粒子的运动, 在现代科技、生产、医疗领域中有广泛应用。如图甲所示, 在竖直平面内建立 xOy 坐标系, 在 $y \geq 0$ 区域存在磁感应强度大小为 B , 方向垂直纸面向里的匀强磁场, 在 O 点沿 y 轴正方向放置足够长的荧光屏 A 。第三象限内存在沿 y 轴正方向的匀强电场, 在点 $P(-\sqrt{3}l, -\frac{3}{2}l)$ 处沿 x 轴正方向射出速度为 v_0 的粒子, 恰好以 $2v_0$ 的速率从 O 点射入磁场, 粒子的质量为 m , 电荷量为 $+q$, 不计粒子的重力及粒子间的相互作用。 $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$ 。求:

(1) 该粒子击中荧光屏 A 的位置 Q 的坐标;

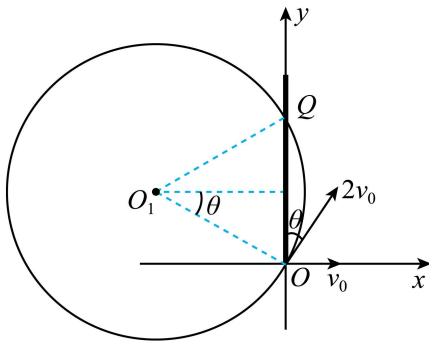
(2) 该粒子从 P 运动到 Q 的时间;

(3) 如图乙所示, 移去荧光屏 A , 在 $y = \frac{9mv_0}{4Bq}$ 处, 平行于 x 轴放置一足够长的挡板 C , 在电场中 P 、 O 两点之间 $(-\sqrt{3}l \leq x < 0)$ 有一连续分布的曲线状粒子源, 该粒子源沿 x 轴正方向以速度 v_0 持续发射与 P 点处相同的粒子, 粒子按 y 坐标均匀分布, 所有粒子经电场偏转后均从 O 点进入磁场, 粒子源发射一段时间后停止发射, 粒子击中挡板 C 立即被吸收。求曲线状粒子源的曲线方程及击中挡板 C 的粒子数与发射的总粒子数之比 η 。



【答案】 (1) $(0, \frac{2mv_0}{Bq})$; (2) $\frac{\sqrt{3}l}{v_0} + \frac{\pi m}{3Bq}$; (3) 曲线方程为 $y = -\frac{1}{2l}x^2$, $\frac{13}{16}$

【详解】 (1) 如图所示, 粒子在第一象限做匀速圆周运动, 设速度方向与 y 轴正方向成 θ 夹角



由

$$q \cdot 2v_0 \cdot B = m \frac{(2v_0)^2}{r}$$

可知

$$r = \frac{2mv_0}{Bq}$$

$$\sin \theta = \frac{v_0}{2v_0} = \frac{1}{2}$$

得

$$\theta = 30^\circ$$

由几何关系知

$$OQ = 2 \frac{m \cdot 2v_0}{Bq} \sin \theta$$

联立解得 Q 点坐标

$$\left(0, \frac{2mv_0}{Bq}\right)$$

(2) 粒子在电场中 $P \rightarrow O$, x 方向匀速直线运动

$$t_1 = \frac{\sqrt{3}l}{v_0}$$

粒子在磁场中匀速圆周运动周期

$$T = \frac{2\pi m}{Bq}$$

粒子在场中 $O \rightarrow Q$

$$t_2 = \frac{2\theta}{360^\circ} \cdot T$$

联立解得

$$t_2 = \frac{\pi m}{3Bq}$$

粒子从 P 到 Q 的时间

$$t = t_1 + t_2 = \frac{\sqrt{3}l}{v_0} + \frac{\pi m}{3Bq}$$

(3)

所有粒子做类平抛运动，设加速度为 a ，P 点的粒子

$$x = \sqrt{3}l = v_0 t$$

$$y = \frac{3}{2}l = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{v^2}{l}$$

设曲线上任意粒子所在位置坐标 (x, y)

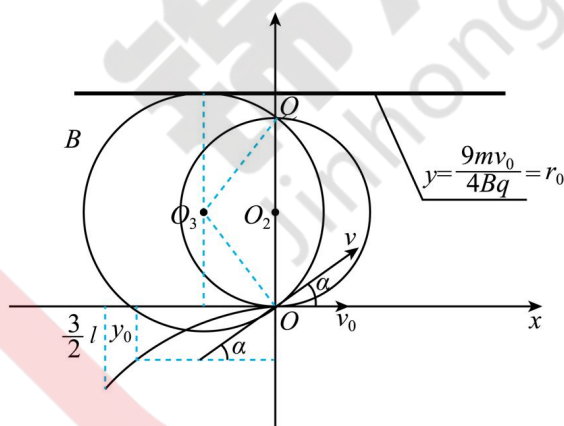
$$x = v_0 t$$

$$y = \frac{1}{2}at^2$$

$$y = \frac{x^2}{2l}$$

故曲线方程 $y = -\frac{x^2}{2l}$

所有粒子经电场偏转后均从 O 点进入磁场，且均经过 Q 点进入第二象限。如图所示



设发射粒子的初始位置纵坐标为 $-y_0$ ，从 O 点进入第一象限与 x 轴正方向夹角为 α ，其轨迹恰好与挡板相切，

粒子经过 O 点速度

$$v = \frac{v_0}{\cos \alpha}$$

粒子圆周运动的半径

$$r_0 = \frac{mv}{Bq}$$

由

$$y = \frac{9mv_0}{4Bq} = r_0 + r_0 \cos \alpha$$

联立解得

$$\alpha = 37^\circ$$

粒子在电场中做匀变速曲线运动，由 $y_0 = -\frac{1}{2l} \cdot x^2$ 得 $x_0 = -\sqrt{-2ly_0}$

$$\tan \alpha = \frac{y_0}{\frac{x_0}{2}}$$

联立解得 $y_0 = \frac{9}{32}l$ ，所以

$$\eta = \frac{\frac{3}{2}l - \frac{9}{32}l}{\frac{3}{2}l} = \frac{13}{16}$$



锦宏教育
Jinhong Education