

河北省高三年级 2 月联考

物 理

本试卷满分 100 分,考试用时 75 分钟。

注意事项:

1. 答题前,考生务必将自己的姓名、考生号、考场号、座位号填写在答题卡上。
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. 考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。
4. 本试卷主要考试内容:高考全部内容。

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,只有一项是符合题目要求的。

1. 北京谱仪Ⅲ国际合作组对中子的类时电磁形状因子进行精确测量的实验结果于 2021 年 11 月 8 日作为封面文章发表在《自然·物理》杂志上。下列说法正确的是

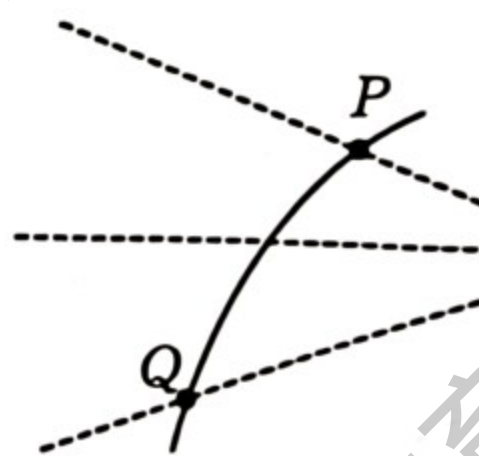
- A. β 衰变说明原子核内部存在电子
- B. 卢瑟福用 α 粒子轰击 $^{14}_7\text{N}$ 打出了质子
- C. 查德威克用 α 粒子轰击 ^9_4Be 生成 $^{12}_6\text{C}$ 和质子
- D. 费米通过轻核聚变装置的链式反应实现了核能的释放

2. 某同学在操场将一质量为 0.5 kg 的篮球从距离地面高 0.8 m 处以 3 m/s 的速度竖直向上抛出,不计空气阻力,取重力加速度大小 $g=10\text{ m/s}^2$,则篮球从抛出到第一次撞击地面的过程中,重力对篮球的冲量大小为

- A. 4 N·s
- B. 6 N·s
- C. 8 N·s
- D. 10 N·s

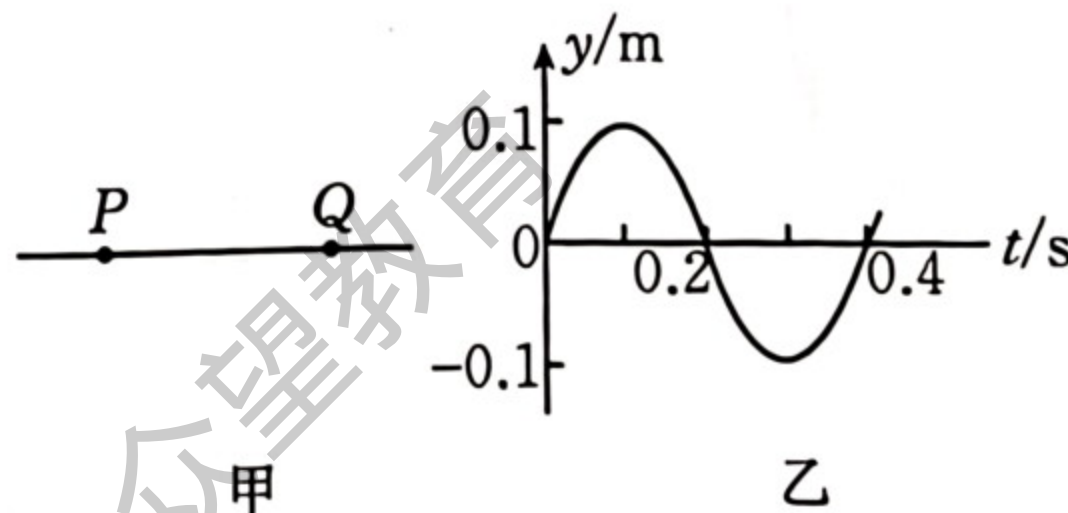
3. 如图所示,虚线为未标明方向的三条电场线,实线为一带负电的质点仅在电场力作用下通过该区域的运动轨迹,P、Q 是这条轨迹上的两点,质点经过 P、Q 两点时的加速度大小分别为 a_P 、 a_Q ,动能分别为 E_{kP} 、 E_{kQ} ,电势能分别为 E_{pP} 、 E_{pQ} ,P、Q 两点的电势分别为 φ_P 、 φ_Q ,下列判断正确的是

- A. $a_P < a_Q$
- B. $E_{kP} < E_{kQ}$
- C. $E_{pP} < E_{pQ}$
- D. $\varphi_P < \varphi_Q$



4. 如图甲所示,简谐横波在均匀介质中以 10 m/s 的速度向右传播,P、Q 是传播方向上的两个质点,其平衡位置间距为 10 m,当波刚传播到质点 Q 开始计时,质点 Q 的振动图像如图乙所示。下列说法正确的是

- A. 简谐横波的波长为 0.4 m
- B. $t=1\text{ s}$ 时,P、Q 间有三个波峰
- C. $t=2\text{ s}$ 时,P、Q 间有两个波谷
- D. $t=0$ 时,质点 P 已通过的路程为 0.8 m

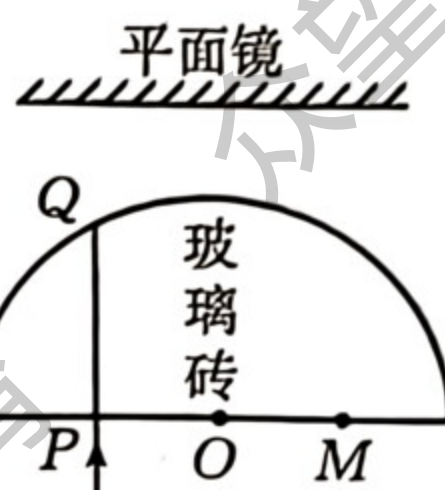


5. 环保人员在进行环保检查时发现,一根排污管正在水平(满口)排出大量污水。环保人员测出管道的内径为 d ,管道中心离水面的高度为 h ,污水的水平射程为 L ,质量为 m_0 的污水体积为 V_0 ,重力加速度大小为 g ,则管道单位时间内排出污水的质量为

A. $\frac{\pi L m_0 d^2}{4 V_0} \sqrt{\frac{g}{h}}$ B. $\frac{\pi L m_0 d^2}{4 V_0} \sqrt{\frac{g}{2h}}$
C. $\frac{\pi L m_0 d^2}{8 V_0} \sqrt{\frac{g}{h}}$ D. $\frac{\pi L m_0 d^2}{8 V_0} \sqrt{\frac{g}{2h}}$

6. 真空中半径为 R 的半圆柱体玻璃砖的截面图如图所示,平行于半圆柱体底面固定放置一块平面镜。一束单色光从玻璃砖底面上的 P 点垂直射入玻璃砖,从玻璃砖侧面上的 Q 点射出,经平面镜反射后从玻璃砖侧面再次进入玻璃砖,从 M 点垂直玻璃砖底面射出。已知 O 、 P 两点间的距离为 $\frac{R}{2}$,玻璃砖的折射率 $n = \sqrt{3}$,则平面镜与玻璃砖底面间的距离为

A. $\sqrt{2}R$
B. $\sqrt{3}R$
C. $2R$
D. $\sqrt{5}R$

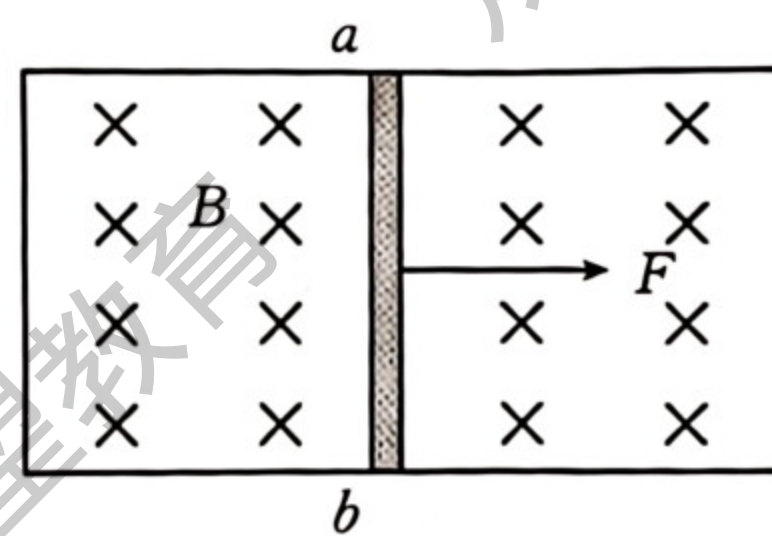


7. 如图所示,水平绝缘地面上固定一足够长的光滑 U 形导轨,空间存在垂直导轨平面向下的匀强磁场。将金属棒 ab 垂直放置在导轨上,在垂直于棒的拉力 F 作用下,金属棒由静止开始向右运动。若拉力 F 的大小保持不变,金属棒的速度达到最大速度的 $\frac{1}{3}$ 时,加速度大小为 a_1 ;

若拉力 F 的功率保持不变,金属棒的速度达到最大速度的 $\frac{1}{3}$ 时,加速度大小为 a_2 。已知上述两种情况下金属棒的最大速度相同,金属棒运动过程中始终与导轨接触良好,电路中除金属棒以外的电阻均不计,则 $\frac{a_1}{a_2}$ 等于

A. 1
C. $\frac{1}{3}$

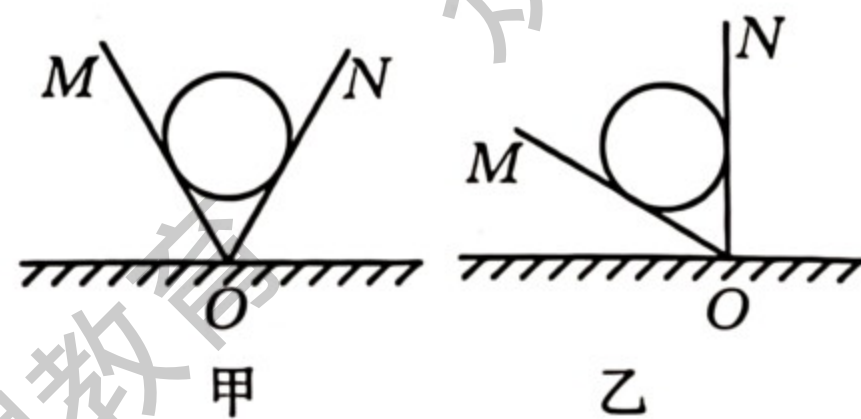
B. $\frac{1}{2}$
D. $\frac{1}{4}$



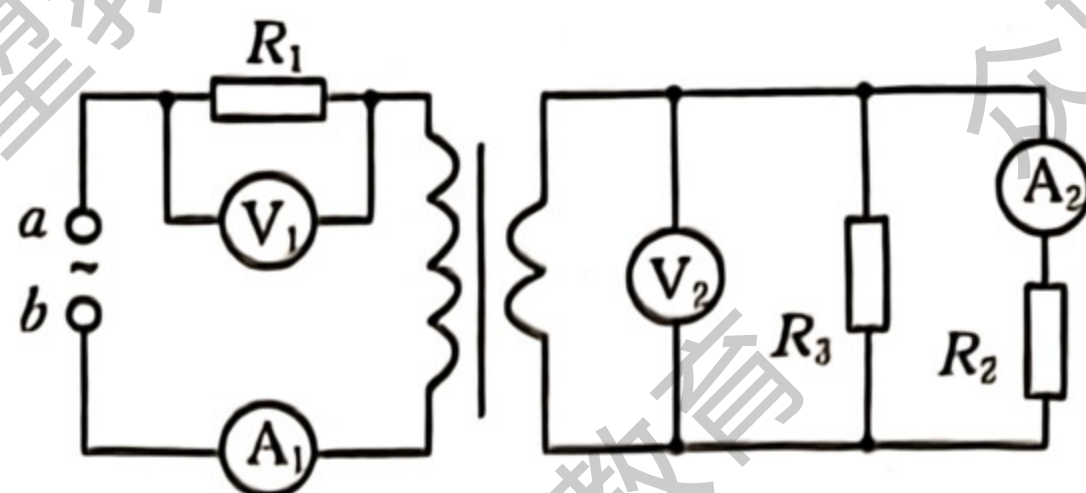
二、多项选择题:本题共 3 小题,每小题 6 分,共 18 分。在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

8. 如图甲所示,挡板 OM 、 ON 与水平面的夹角均为 60° ,一表面光滑的球静置在两挡板之间。现将整个装置绕过 O 点、垂直纸面的轴逆时针缓慢转动到挡板 ON 竖直,如图乙所示,整个过程中两挡板间的夹角保持不变,下列说法正确的是

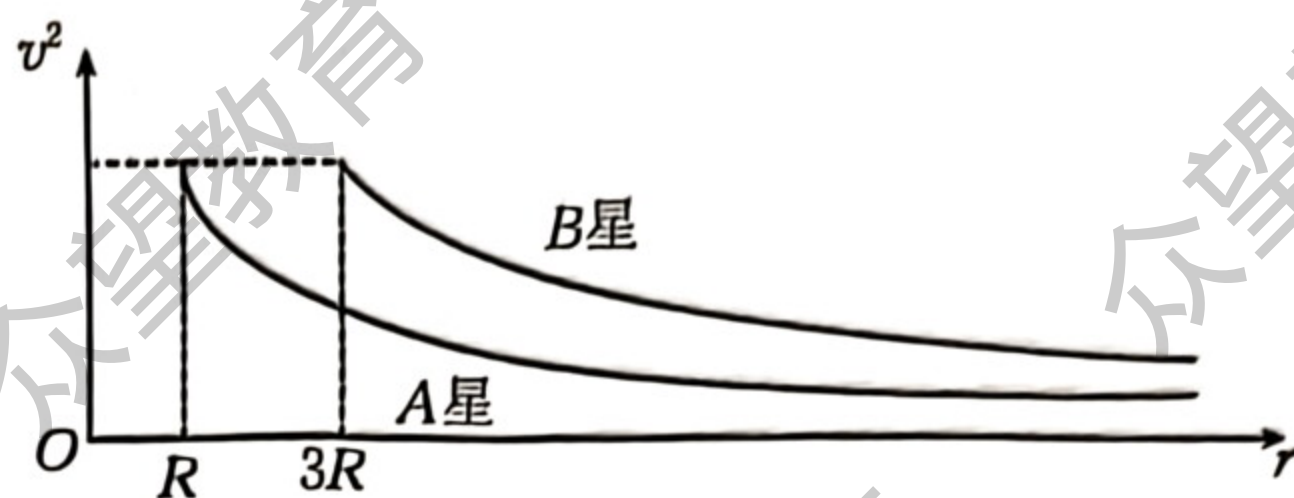
- A. 挡板 OM 对球的作用力大小逐渐增大
B. 挡板 ON 对球的作用力大小先增大后减小
C. 转动前,挡板 ON 对球的支持力大小等于球所受重力大小的一半
D. 转动后,挡板 OM 对球的支持力大小等于挡板 ON 对球的支持力大小的两倍



9. 如图所示的理想变压器电路中, 电流表、电压表均为理想交流电表, 在 a 、 b 两端输入正弦交流电压, 三个定值电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 的阻值相等, 变压器原、副线圈的匝数比为 $2:1$, 则下列说法正确的是



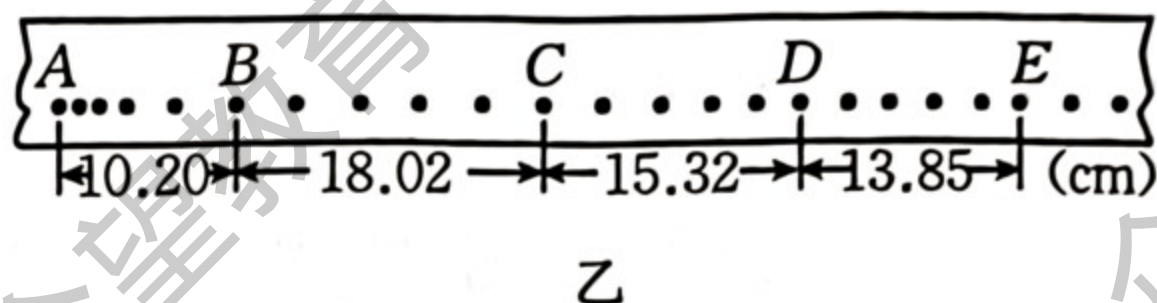
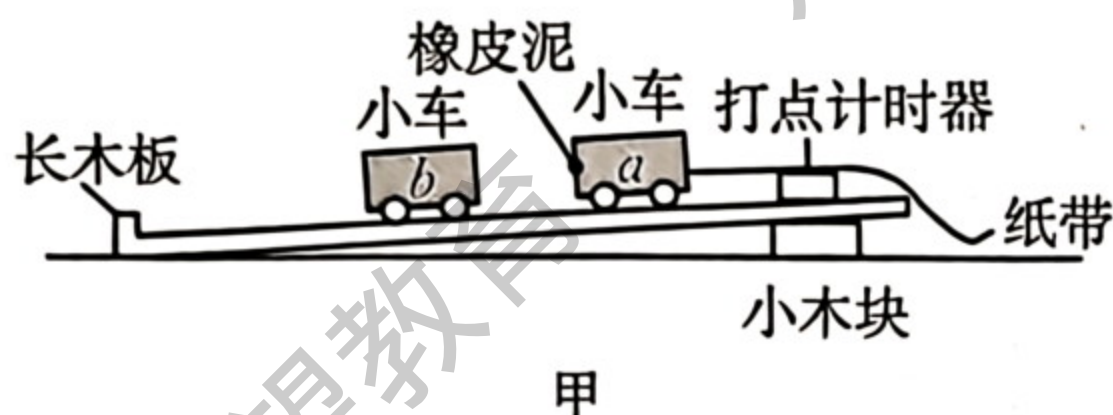
- A. 电流表 A_1 与 A_2 的示数之比为 $1:1$
 B. 电压表 V_1 与 V_2 的示数之比为 $2:1$
 C. 电阻 R_1 与 R_3 消耗的功率之比为 $2:1$
 D. a 、 b 端的输入功率与副线圈的输出功率之比为 $3:2$
10. 有两颗相距较远的行星 A 、 B , 距行星中心 r 处的卫星围绕行星做匀速圆周运动的线速度的平方 v^2 随 r 变化的关系如图所示, R 、 $3R$ 分别是行星 A 、 B 的半径, 两图线左端的纵坐标相同, 行星可看作质量分布均匀的球体, 忽略行星的自转和其他星球的影响, 则下列说法正确的是



- A. 两行星的第一宇宙速度相等
 B. 行星 A 、 B 的质量之比为 $1:3$
 C. 行星 A 、 B 的密度之比为 $1:3$
 D. 行星 A 、 B 表面的重力加速度大小之比为 $1:3$

三、非选择题: 共 54 分。

11. (6 分) 某同学用图甲所示的实验装置探究碰撞中的守恒量, 实验前长木板已平衡摩擦, 碰撞前 b 车静止, 碰后两车一起运动, 实验得到与 a 车连接的纸带, 其中 BC 、 DE 之间的点迹都是均匀的, 如图乙所示。

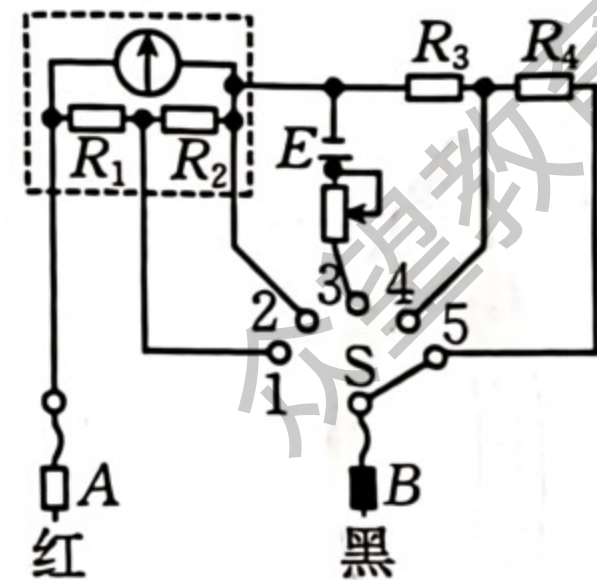


- (1) 关于本实验, 下列说法正确的是_____。

- A. 图甲中两小车的质量必须相等
 B. 两小车在纸带 CD 之间某时刻相碰
 C. 为了测量小车碰后的速度, 应选纸带 BC 段的数据

- (2) 若小车 a 的质量为 0.5 kg , 碰撞前、后系统动量守恒, 则小车 b 的质量为_____ kg 。
 (结果保留两位有效数字)

12. (9 分) 某实验小组用满偏电流 $I_g = 6 \text{ mA}$ 、内阻 $R_g = 198 \Omega$ 的灵敏电流计和电动势 $E = 6 \text{ V}$ 的电源制作的多用电表的内部电路如图所示, 已知多用电表的两个电流挡的量程分别为 $0 \sim 0.6 \text{ A}$ 和 $0 \sim 3 \text{ A}$, 两个电压挡的量程分别为 $0 \sim 3 \text{ V}$ 和 $0 \sim 15 \text{ V}$ 。



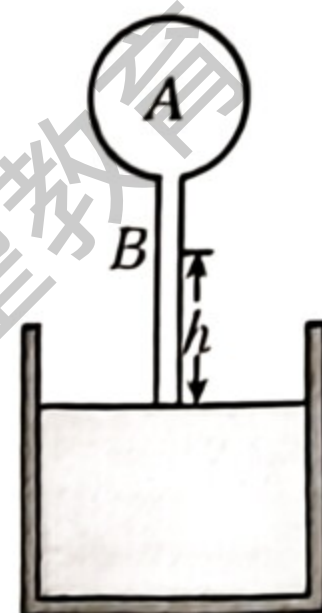
- (1) 当 S 接 1 时, 多用电表是量程为_____的_____ (填“电流”或“电压”) 表。

- (2) 由题意可知电阻 $R_1 =$ _____ Ω , $R_2 =$ _____ Ω , $R_4 =$ _____ Ω 。

- (3) 将 S 接 3, 红、黑表笔短接, 然后调节滑动变阻器, 使灵敏电流计满偏, 在两个表笔间接入一定值电阻, 灵敏电流计的指针恰好指在刻度盘的正中间, 则该定值电阻的阻值为_____ Ω 。

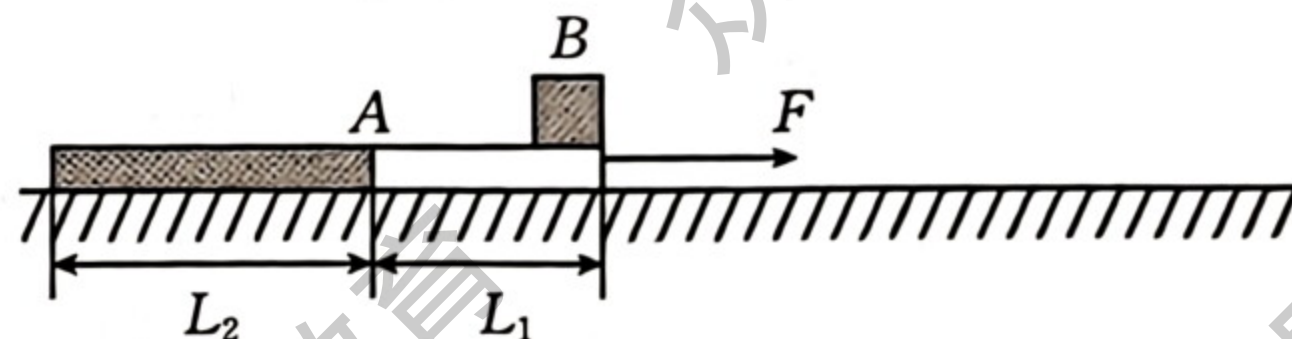
13. (11 分)某同学制作了一个简易温度计,将一定质量的理想气体封闭在玻璃泡 A 中,与玻璃泡相连的玻璃管 B 插入足够大、足够深的水银槽中,两者位置加以固定,露出液面的玻璃管长度为 36 cm,当环境温度为 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,管中水银柱的高度 $h=26\text{ cm}$,如图所示。已知外界大气压相当于 76 cm 汞柱产生的压强,热力学温度 T 与摄氏温度 t 满足 $T=(273+t)\text{ K}$ 。

- (1)若管中气体的体积可忽略不计,试写出环境温度 t 与水银柱的高度 h 之间的关系;
- (2)上述温度的测量值与真实值相比偏大还是偏小?



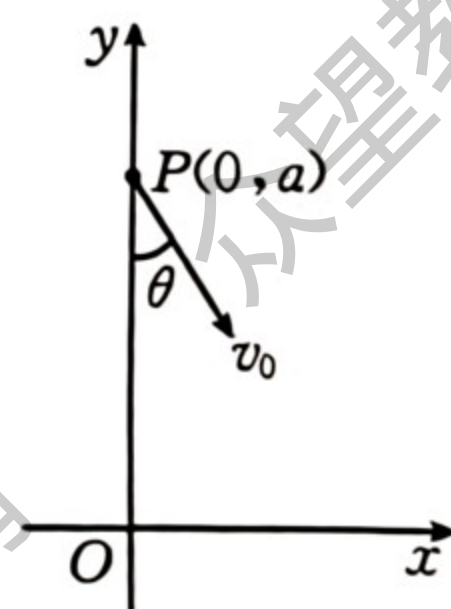
14. (12 分)如图所示,由两种不同材料连接成一体的木板 A 静置在足够大的光滑水平地面上,在木板 A 右端放有质量 $m=1\text{ kg}$ 的物块 B,物块 B 与木板 A 右侧的动摩擦因数 $\mu_1=0.2$,与木板 A 左侧的动摩擦因数 $\mu_2=0.4$ 。现对木板 A 施加一水平向右的恒力 $F=10\text{ N}$,两者开始运动,物块 B 恰好能到达木板 A 的左端。已知木板 A 的长度 $L=3\text{ m}$ 、质量 $M=2\text{ kg}$,物块 B 可视为质点,取重力加速度大小 $g=10\text{ m/s}^2$,求:

- (1)木板 A 两种材料的长度之比 $\frac{L_1}{L_2}$;
- (2)物块 B 在木板 A 上滑动的时间 t 。



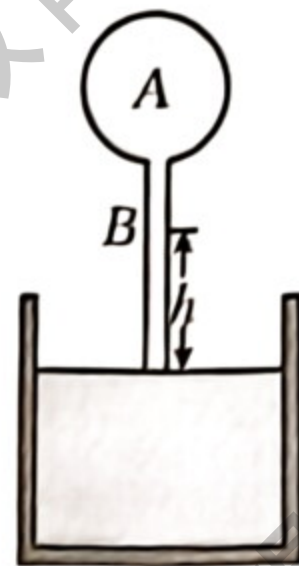
5. (16 分)如图所示,在平面直角坐标系 xOy 纵轴右侧的一矩形区域内,存在垂直纸面向里的匀强磁场。点 $P(0,a)$ 处的粒子源沿与 y 轴负方向成 $\theta=30^{\circ}$ 角向下发射一电荷量为 $-q$ 、质量为 m 、速率为 v_0 的带负电粒子,由于矩形区域内的磁场作用,带电粒子恰好垂直 y 轴从坐标原点射出磁场。不计粒子受到的重力,求:

- (1)匀强磁场的磁感应强度大小 B ;
- (2)带电粒子从 P 点运动到 O 点的时间 t ;
- (3)矩形磁场区域的最小面积 S_{\min} 。



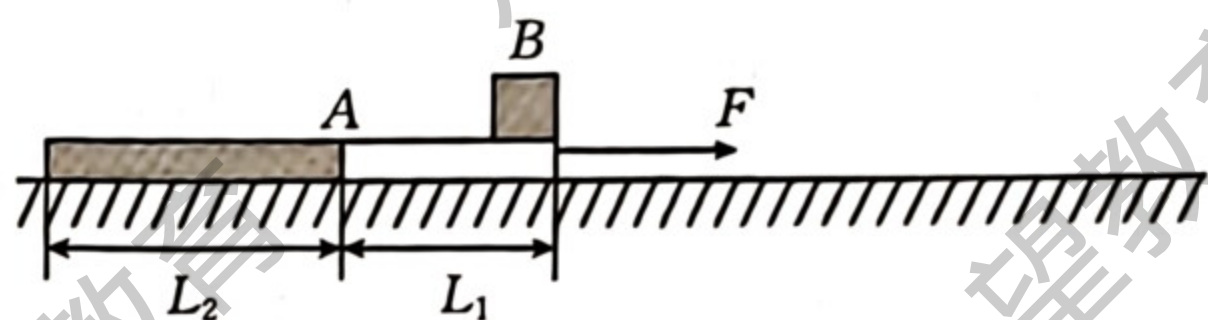
13. (11 分) 某同学制作了一个简易温度计, 将一定质量的理想气体封闭在玻璃泡 A 中, 与玻璃泡相连的玻璃管 B 插入足够大、足够深的水银槽中, 两者位置加以固定, 露出液面的玻璃管长度为 36 cm, 当环境温度为 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, 管中水银柱的高度 $h=26\text{ cm}$, 如图所示。已知外界大气压相当于 76 cm 汞柱产生的压强, 热力学温度 T 与摄氏温度 t 满足 $T=(273+t)\text{ K}$ 。

- (1) 若管中气体的体积可忽略不计, 试写出环境温度 t 与水银柱的高度 h 之间的关系;
- (2) 上述温度的测量值与真实值相比偏大还是偏小?



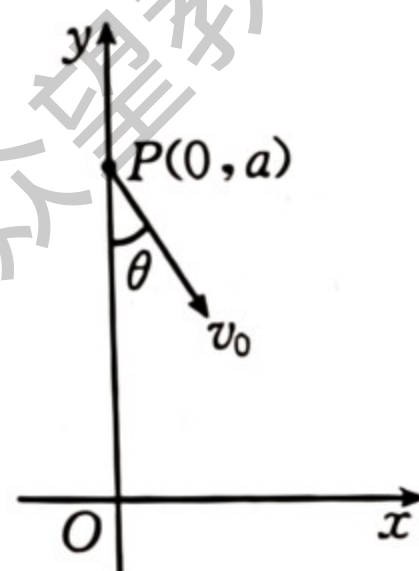
14. (12 分) 如图所示, 由两种不同材料连接成一体木板 A 静置在足够大的光滑水平地面上, 在木板 A 右端放有质量 $m=1\text{ kg}$ 的物块 B, 物块 B 与木板 A 右侧的动摩擦因数 $\mu_1=0.2$, 与木板 A 左侧的动摩擦因数 $\mu_2=0.4$ 。现对木板 A 施加一水平向右的恒力 $F=10\text{ N}$, 两者开始运动, 物块 B 恰好能到达木板 A 的左端。已知木板 A 的长度 $L=3\text{ m}$ 、质量 $M=2\text{ kg}$, 物块 B 可视为质点, 取重力加速度大小 $g=10\text{ m/s}^2$, 求:

- (1) 木板 A 两种材料的长度之比 $\frac{L_1}{L_2}$;
- (2) 物块 B 在木板 A 上滑动的时间 t 。



15. (16 分) 如图所示, 在平面直角坐标系 xOy 纵轴右侧的一矩形区域内, 存在垂直纸面向里的匀强磁场。点 $P(0, a)$ 处的粒子源沿与 y 轴负方向成 $\theta=30^{\circ}$ 角向下发射一电荷量为 $-q$ 、质量为 m 、速率为 v_0 的带负电粒子, 由于矩形区域内的磁场作用, 带电粒子恰好垂直 y 轴从坐标原点射出磁场。不计粒子受到的重力, 求:

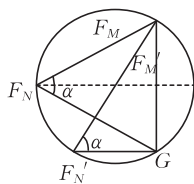
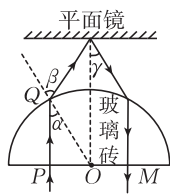
- (1) 匀强磁场的磁感应强度大小 B ;
- (2) 带电粒子从 P 点运动到 O 点的时间 t ;
- (3) 矩形磁场区域的最小面积 S_{\min} 。



河北省高三年级 2 月联考

物理参考答案

- B 【解析】**本题考查原子物理,目的是考查学生的理解能力。科学家对原子核的衰变进一步研究,发现 β 衰变的实质是核内的中子转化成了一个质子和一个电子,其转化方程式为 ${}_0^1\text{n} \rightarrow {}_1^1\text{H} + {}_{-1}^0\text{e}$,选项 A 错误;卢瑟福用 α 粒子轰击 ${}_{7}^{14}\text{N}$,打出了一种新的粒子——质子,核反应方程式为 ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_{2}^4\text{He} \rightarrow {}_{8}^{17}\text{O} + {}_1^1\text{H}$,选项 B 正确;卢瑟福猜想,原子核内可能还存在着另一种粒子,它的质量与质子相同,但是不带电,他把这种粒子叫作中子。1932 年,卢瑟福的学生查德威克通过实验证实了这个猜想,核反应方程式为 ${}_4^9\text{Be} + {}_{2}^4\text{He} \rightarrow {}_{6}^{12}\text{C} + {}_0^1\text{n}$,选项 C 错误;1942 年,费米主持建立了世界上第一个称为“核反应堆”的装置,首次通过可控制中子反应速度的重核裂变中的链式反应实现了核能的释放,选项 D 错误。
- A 【解析】**本题考查动量定理,目的是考查学生的推理能力。篮球竖直向上抛出后,由 $v^2 - v_0^2 = 2gh$,解得着地前的速度大小 $v = 5 \text{ m/s}$,根据动量定理知,此过程中重力对篮球的冲量大小 $I = 4 \text{ N} \cdot \text{s}$,选项 A 正确。
- C 【解析】**本题考查带电粒子在电场中的运动,目的是考查学生的理解能力。电场线的疏密反映电场强度的大小,选项 A 错误;质点受到的电场力指向轨迹的凹侧并与等势面垂直,显然质点从 P 点到 Q 点电场力做负功,动能减小,电势能增大,选项 B 错误、C 正确;负电荷所受电场力的方向与电场线的方向相反,所以 $\varphi_P > \varphi_Q$,选项 D 错误。
- C 【解析】**本题考查机械波,目的是考查学生的推理能力。由题图乙可知,简谐横波的周期 $T = 0.4 \text{ s}$,波长 $\lambda = vT = 4 \text{ m}$,选项 A 错误; $t = 1 \text{ s}$ 时,质点 Q 处于平衡位置向下运动,质点 P 处于平衡位置向上运动,它们之间有两个波峰、三个波谷,选项 B 错误; $t = 2 \text{ s}$ 时,质点 Q 处于平衡位置向上运动,质点 P 处于平衡位置向下运动,它们之间有三个波峰、两个波谷,选项 C 正确;简谐横波从 P 传播到 Q 的时间为 1 s ,质点 Q 刚开始振动时,质点 P 已运动了 10 个振幅,通过的路程为 1 m ,选项 D 错误。
- B 【解析】**本题考查平抛运动,目的是考查学生的推理能力。由平抛运动的规律 $L = v_0 t$, $h = \frac{1}{2} g t^2$,解得 $v_0 = L \sqrt{\frac{g}{2h}}$;单位时间内排出污水的体积 $V = v_0 S$,其中 $S = \pi (\frac{d}{2})^2$,则单位时间内排出污水的质量 $m = \frac{\pi L m_0 d^2}{4 V_0} \sqrt{\frac{g}{2h}}$,选项 B 正确。
- B 【解析】**本题考查光的折射与反射,目的是考查学生的推理能力。光路图如图所示,结合几何关系有 $\sin \alpha = \frac{1}{2}$, $n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$, $\gamma = \beta - \alpha$, $\frac{d}{\sin \beta} = \frac{R}{\sin \gamma}$,解得 $d = \sqrt{3} R$,选项 B 正确。
- D 【解析】**本题考查电磁感应,目的是考查学生的推理能力。设金属棒的最大速度为 v ,匀强磁场的磁感应强度大小为 B ,金属棒的电阻为 R ,导轨间距为 L ,当拉力 F 的大小保持不变,金属棒的速度达到最大速度的 $\frac{1}{3}$ 时有 $\frac{B^2 L^2 v}{R} - \frac{B^2 L^2 v}{3R} = ma_1$,当拉力 F 的功率保持不变时有 $P = \frac{B^2 L^2 v^2}{R}$,金属棒的速度达到最大速度的 $\frac{1}{3}$ 时有 $\frac{3P}{v} - \frac{B^2 L^2 v}{3R} = ma_2$,解得 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{4}$,选项 D 正确。
- AD 【解析】**本题考查动态平衡,目的是考查学生的推理能力。整个过程球处于动态平衡,由力的平衡条件可知两支持力的合力与重力等大反向,两挡板的支持力之间的夹角始终为 60° ,受力分析如图所示,当装置转动到挡板 ON 竖直时,由图可知该过程中挡板 ON 对球的支持力大小逐渐减小,挡板 OM 对球的支持力大小逐渐增大,选项 A 正确、B 错误;转动前,挡板 ON 对球的支持力大小等于球受到的重力大小,选项 C 错误;转动后,挡板 OM 对球的支持力大小等于挡板 ON 对球的支持力大小的两倍,选项 D 正确。
- AD 【解析】**本题考查理想变压器,目的是考查学生的推理能力。根据变压器的电流比可知,原线圈与副线圈中的电流之比为 $1:2$,则电流表 \textcircled{A}_1 与电流表 \textcircled{A}_2 的示数之比为 $1:1$,选项 A 正确;电压表 \textcircled{V} 的示数 $U_1 =$



$I_1 R_1$, 电压表 \textcircled{V}_2 的示数 $U_2 = I_2 R_2$, 所以电压表 \textcircled{V}_1 与 \textcircled{V}_2 的示数之比为 $1:1$, 选项 B 错误; 由 $P = I^2 R$ 可得, 电阻 R_1 与 R_2 消耗的功率之比为 $1:1$, 选项 C 错误; 三个定值电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 消耗的功率相等, 所以 a 、 b 端的输入功率与副线圈的输出功率之比为 $3:2$, 选项 D 正确。

10. AB **【解析】**本题考查万有引力与航天, 目的是考查学生的推理能力。由题图可知, 行星 A、B 的第一宇宙

速度相等, 即 $v = \sqrt{\frac{GM_A}{R}} = \sqrt{\frac{GM_B}{3R}}$, 解得 $M_B = 3M_A$, 选项 A、B 均正确; 两行星的密度满足 $\rho_A = \frac{M_A}{\frac{4}{3}\pi R^3}$,

$\rho_B = \frac{M_B}{\frac{4}{3}\pi \times (3R)^3}$, 行星 A 的密度是行星 B 的 9 倍, 选项 C 错误; 在行星表面, $a_A = \frac{GM_A}{R^2}$, $a_B = \frac{GM_B}{9R^2}$, 行星 A

表面的重力加速度大小是行星 B 表面重力加速度大小的 3 倍, 选项 D 错误。

11. (1) B (3 分)

(2) 0.15 (3 分)

【解析】本题考查验证动量守恒实验, 目的是考查学生的实验能力。

(1) 两小车的质量可以不相等, 选项 A 错误; 两车在纸带 CD 之间某时刻相碰, 选项 B 正确; 推动小车 a, 小车先加速后匀速, 碰撞减速后又一起匀速, 要测量小车碰后的速度, 应选纸带 DE 段数据, 选项 C 错误。

(2) 由题图乙可知小车 a 碰撞前、后的速度大小之比为 1.3, 由动量守恒可知, $mv = (m + m_b)v'$, 解得 $m_b = 0.15 \text{ kg}$ 。

12. (1) 0~3 A (1 分) 电流 (1 分)

(2) 0.4 (2 分) 1.6 (2 分) 20 (1 分)

(3) 10 (2 分)

【解析】本题考查多用电表改装, 目的是考查学生的实验能力。

(1) 由电路结构可知, S 接 1 和 2 时多用电表为电流表, S 接 1 时灵敏电流计与一个电阻串联后再与另外一个电阻并联, 接 2 时两个电阻串联后与灵敏电流计并联, 所以 S 接 1 时电流表的量程较大, 量程为 0~3 A。

(2) 由题意可知, S 接 4 时多用电表为量程为 0~3 V 的电压表, 有 $3 \text{ V} = 0.6 \text{ A} \times (R_A + R_3)$, S 接 5 时为量程为 0~15 V 的电压表, 有 $15 \text{ V} = 0.6 \text{ A} \times (R_A + R_3 + R_4)$, 解得 $R_4 = 20 \Omega$ 。S 接 1 时有 $I_g(R_g + R_2) = (3 \text{ A} - I_g)R_1$, S 接 1 时有 $I_g R_g = (0.6 \text{ A} - I_g)(R_1 + R_2)$, 解得 $R_1 = 0.4 \Omega$ 、 $R_2 = 1.6 \Omega$ 。

(3) 当 S 接 3 或 4 时, 多用电表为欧姆表, 在多用电表进行测量前需要进行的步骤是欧姆调零, 将两个表笔短接, 调节滑动变阻器使电流表指针指向刻度盘右侧的零刻度线。将 S 接 4 时, 欧姆调零后, 闭合电路的总电阻为 $\frac{6 \text{ V}}{0.6 \text{ A}} = 10 \Omega$, 在两个表笔间接入定值电阻后灵敏电流计半偏, 说明定值电阻的阻值也为 10Ω 。

13. **【解析】**本题考查理想气体状态方程, 目的是考查学生的推理能力。

(1) 忽略管中气体的体积, 玻璃泡内的气体做等容变化, 则有

$$\frac{p}{T} = \frac{p_0}{T_0} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\frac{t+273}{273+27} = \frac{76-x}{76-26} \quad (2 \text{ 分})$$

解得 $t = (183 - 6h)^\circ\text{C}$ (式中 h 的单位为 cm)。 (1 分)

(2) 实际测量时, 若环境温度低于 27°C , 管中水银柱上升, 封闭气体的体积缩小少许, 测量值小于真实值 (3 分); 若环境温度高于 27°C , 管中水银柱下降, 封闭气体的体积增大少许, 测量值大于真实值 (3 分)。

14. **【解析】**本题考查牛顿运动定律的应用, 目的是考查学生的推理能力。

(1) 设物块 B 在木板 A 右侧滑动时两者的加速度大小分别为 a_{A1} 、 a_{B1} , 在木板 A 左侧滑动时两者的加速度大小分别为 a_{A2} 、 a_{B2} , 物块 B 在木板 A 左、右两侧滑动的时间分别为 $t_{左}$ 、 $t_{右}$, 则有

$$\mu_1 mg = ma_{B1} \quad (1 \text{ 分})$$

$$F - \mu_1 mg = Ma_{A1} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\mu_2 mg = ma_{B2} \quad (1 \text{ 分})$$

$$F - \mu_2 mg = Ma_{A2} \quad (1 \text{ 分})$$

$$L_1 = \frac{1}{2} a_{A1} t_{\text{右}}^2 - \frac{1}{2} a_{B1} t_{\text{右}}^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$L_2 = \frac{1}{2} a_{B2} t_{\text{左}}^2 - \frac{1}{2} a_{A2} t_{\text{左}}^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$a_{A1} t_{\text{右}} - a_{B1} t_{\text{右}} = a_{B2} t_{\text{左}} - a_{A2} t_{\text{左}} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } \frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{2}。 \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 根据已知条件有

$$L_1 + L_2 = L \quad (1 \text{ 分})$$

$$t_{\text{右}} + t_{\text{左}} = t \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } t = 3 \text{ s}。 \quad (2 \text{ 分})$$

15. 【解析】本题考查带电粒子在匀强磁场中的运动, 目的是考查学生的分析综合能力。

(1) 设粒子在磁场中运动的轨道半径为 R , 根据如图所示的几何关系可得

$$R + \frac{R}{\sin \theta} = a \quad (2 \text{ 分})$$

$$qv_0 B = m \frac{v_0^2}{R} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } B = \frac{3mv_0}{qa}。 \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 粒子先做匀速直线运动, 后在磁场中做匀速圆周运动, 则有

$$t = \frac{\sqrt{3}R + \frac{2\pi}{3}R}{v_0} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } t = \frac{(3\sqrt{3} + 2\pi)a}{9v_0}。 \quad (2 \text{ 分})$$

(3) 如图所示, 当粒子运动的轨迹和矩形的边相切时, 面积最小, 有

$$S_{\min} = 2R \cos \frac{(90^\circ - \theta)}{2} \cdot R(1 - \sin \frac{(90^\circ - \theta)}{2}) \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } S_{\min} = \frac{\sqrt{3}}{18} a^2。 \quad (2 \text{ 分})$$

