

物 理

命题人:杨丽 审题人:焦景标

得分: _____

本试题卷分选择题和非选择题两部分,共 8 页。时量 75 分钟,满分 100 分。

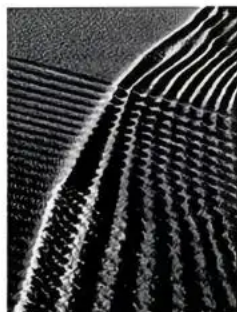
一、单项选择题(本题共 7 小题,每小题 4 分,共 28 分,在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的)

1. 如图为小孩常用的点读笔,将笔尖点在书上不同位置,笔将读出对应的图片信息,使得互动性增强。某种点读笔工作原理模型如下:笔头内置的发光元件发出光线,经书本反射后,照射到其内部一个光电管的阴极 K 上。光电管与外部电路连接,电路中有电源和灵敏电流计。当反射光满足一定条件时,阴极 K 会逸出光电子并在回路中形成光电流,该电流信号被处理器识别后,触发笔内存储对应语音播放。基于该模型,下列说法正确的是

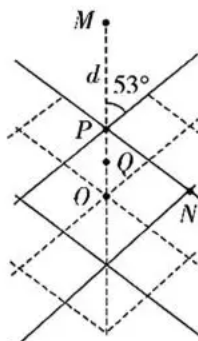
- A. 光电管能工作,说明光具有波动性
 B. 若某频率的光能产生光电流,则增大光强可能会使电流计示数增大
 C. 为了使点读笔反应迅速,应使用频率刚好达到截止频率的光源进行照射
 D. 若仅将发光元件的发光强度降低,则从阴极 K 逸出的光电子的最大初动能可能会减小



2. 鱼鳞潮是钱塘江涌潮中一种极为罕见、形态独特且极具观赏性的潮景,被誉为“潮中极品”,如图甲所示。设某次观测到振幅均为 0.4 m 的两列波呈 106° 夹角以 4 m/s 的速度向前行进,其模型可简化为图乙所示,实线表示波峰,虚线表示波谷, Q 为 OP 的中点, M 是 OP 延长线上与 P 点相距 $d=10\text{ m}$ 的点,与 P 点相交的两条实线是两列波最靠前的波峰。已知 $\sin 53^\circ=0.8$, $\cos 53^\circ=0.6$,假设本次鱼鳞潮的水波波长为 1 m ,则下列说法正确的是

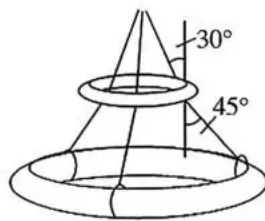


甲



乙

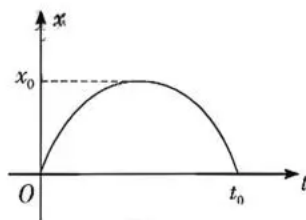
- A. 图中 P 、 N 两点振动始终加强, 而 O 点振动始终减弱
- B. Q 点即将向上振动, 经过一段时间质点 P 会运动到 M 点
- C. 图示时刻 O 、 P 两点间的高度差为 1.6 m
- D. 从图示时刻再经 2.5 s , M 点开始振动
3. 小明家里客厅的天花板悬挂的创意水晶灯, 其主体结构是上下两圈环形灯饰用三根拉绳悬吊在灯座上, 小明决定利用所学的物理知识分析其中的受力情况, 现可将灯结构进行简化: 三根轻绳穿过质量为 m 的小环, 系在质量为 M 的大环上, 且三根绳的位置等分在环上。小环半径为 r , 大环半径为 $2r$ 。两环均光滑, 三根轻绳把整体悬吊起来, 平衡时测得上段绳与竖直方向成 30° , 下段绳与竖直方向成 45° , 下列说法正确的是



- A. 上段绳的拉力 F_1 和下段绳的拉力 F_2 之比 $\frac{F_1}{F_2} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 45^\circ}$
- B. 两环质量 m 和 M 的比值为 $\frac{\sqrt{3}-2}{2}$
- C. 两环质量 m 和 M 的比值为 $\frac{\sqrt{6}-2}{2}$
- D. 若将上段绳调整为竖直方向, 上下两环间距变为 $\frac{\sqrt{2}}{2}r$
4. 如图甲, 质量为 m 的游客坐在轿厢里随摩天轮在竖直面内做匀速圆周运动, 从游客在最高点时开始计时, t_0 时间内游客的位移大小 x 随时间 t 变化的图像如图乙所示, 游客可以看成质点, 重力加速度大小为 g , 下列说法正确的是



甲



乙

- A. 图乙是椭圆函数图像的一部分
- B. 摩天轮转动的角速度为 $\frac{\pi}{t_0}$
- C. 摩天轮做圆周运动的线速度大小为 $\frac{2\pi x_0}{t_0}$
- D. $t = \frac{3}{8}t_0$ 时, 游客重力的瞬时功率为 $\frac{\sqrt{2}\pi mg x_0}{2t_0}$

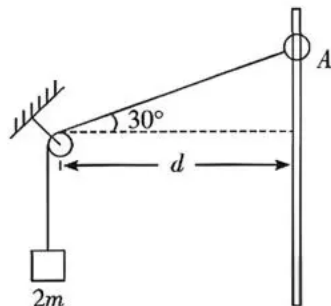
5. 如图所示,将质量为 $2m$ 的重物悬挂在足够长轻绳的一端,轻绳的另一端系一质量为 m 的小圆环,圆环套在竖直固定的光滑直杆上,光滑定滑轮与直杆间的距离为 d 。现将圆环从图中所示的 A 处由静止释放,此时连接圆环的细绳与水平方向的夹角为 30° ,整个过程中重物都只在竖直方向运动且未与定滑轮相碰。忽略定滑轮的质量和大小,重力加速度为 g ,下列说法正确的是

A. 圆环刚释放时,轻绳中的张力大小为 $\frac{2}{3}mg$

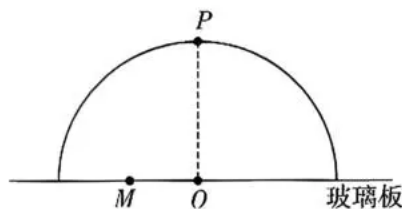
B. 圆环刚释放时,重物的加速度大小为 $\frac{4}{3}g$

C. 圆环下落到最低点的过程中,圆环的机械能一直减小

D. 圆环下落到与定滑轮等高的位置时,圆环的速度大小为 $\sqrt{\frac{20\sqrt{3}-12}{3}gd}$



6. 小雅同学在家中发现小时候玩的玻璃半球镇纸,于是取出玻璃半球镇纸并利用所学的光学知识来探究该玻璃半球的光学性质。他将玻璃半球放在透明薄玻璃板(厚度不计)上,用铅笔画出其底面圆的轮廓并记录了圆心 O 和半径 R ,然后将玻璃半球重新放于所画的圆内。玻璃半球面最高点为 P ,光速在真空中的传播速度为 c 。实验一:用激光笔(可发出细光束)从图中截面圆上任一方向正对 O 点发射光线,发现光线与直线 PO 成 30° 角时,底面刚好无光线射出。实验二:用激光笔在底面从距离 O 点 $\frac{R}{2}$ 的 M 点向半球面上任意一点发射光线。不考虑光线在玻璃球中的多次反射,下列说法正确的是



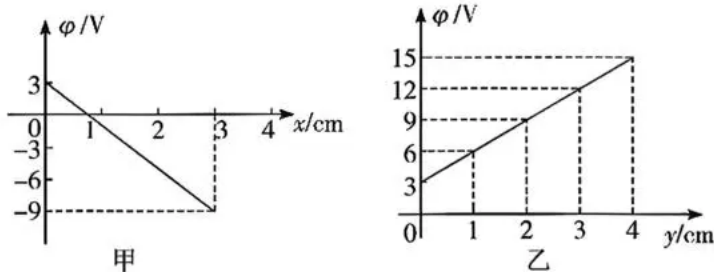
A. 光线在玻璃球中的速度为 $\frac{2}{3}c$

B. 该玻璃半球的折射率为 2

C. 实验一中,在截面圆上看到所有亮度最大的光点所占的弧长为 $\frac{\pi R}{3}$

D. 实验二的所有光线中,在玻璃半球中传播的最长时间为 $\frac{3R}{c}$

7. 在以竖直向上为正方向建立 y 轴的 xOy 平面内存在方向未知且范围足够大的匀强电场, 已知 x 轴和 y 轴上的各点电势如图甲和图乙所示, 已知重力加速度为 $g=10 \text{ m/s}^2$ 。下列说法正确的是

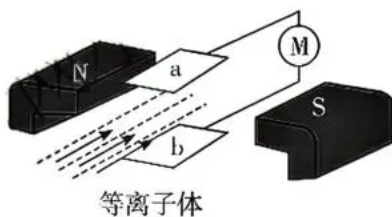


- A. 匀强电场大小为 240 V/m
 B. x 方向分电场 E_x 与 y 方向分电场 E_y 大小之比为 $3:4$
 C. 一个电子处于坐标 $(3 \text{ cm}, 3 \text{ cm})$ 时电势能为 0
 D. 在坐标原点以 8 m/s 的初速度竖直向上抛出质量为 0.1 kg 、带电荷量为 $+2 \times 10^{-3} \text{ C}$ 的小球, 当它运动到最高点时电势能增加了 2 J

二、多项选择题(本题共 3 小题, 每小题 5 分, 共 15 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 5 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分)

8. 如图为磁流体发电机的示意图, 一正对平行极板 a 、 b 的间距为 d , 两板的面积均为 S , 内部充满方向与板平行、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场, 直流电动机 M 的内阻为 R 。现让等离子体(高温下被电离含有大量带正电和负电的离子的气体)以速度 v 持续垂直喷入两板间的磁场中。若磁流体发电机稳定发电时, 通过电动机 M 的电流为 I , 此时电动机 M 正常工作, 磁流体发电机的内阻只考虑充满两板间的等离子体的电阻, 两板间等离子体的电阻率为 ρ 。则下列说法正确的是

- A. a 板电势比 b 板电势低
 B. 电动机 M 正常工作时两端的电压为 Bdv
 C. 电动机 M 正常工作时的机械功率为

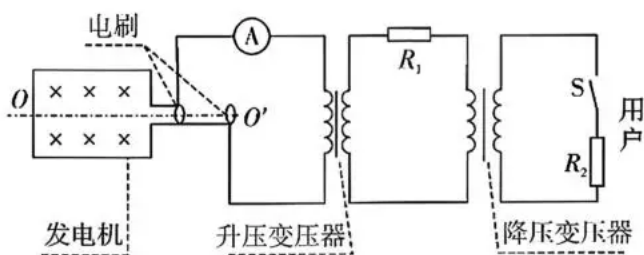


$$IBdv - I^2 \left(R + \rho \frac{d}{S} \right)$$

- D. 电动机 M 正常工作时板间带正电的离子受到的电场力的功率为 qBv^2

9. 如图为远距离输电线路示意图, 由发电机、理想升压变压器、理想降压变压器、用户等组成。发电机矩形线框的面积为 S , 匝数为 n , 线圈总电阻为 r (很小), 在磁感应强度为 B 的匀强磁场中绕 OO' 轴以角速度 ω 匀速转动。升压变压器原、副线圈的匝数比为 k_1 , 降压变压器原、副线圈的匝数比为 k_2 。已知升压变压器和降压变压器之间的输电线总电阻为

R_1 , 用户总电阻为 R_2 , 电流表为理想电表, 初始时开关 S 闭合。下列说法正确的是



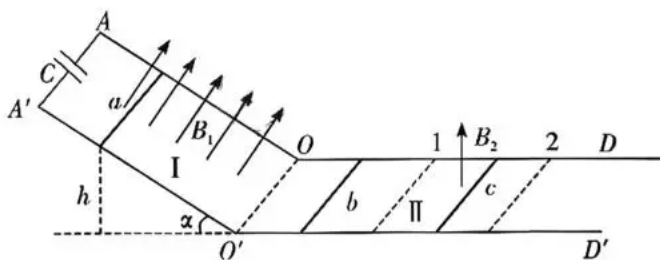
A. 电流表的示数 $I = \frac{nBS\omega}{\sqrt{2}[r + k_1^2(R_1 + k_2^2 R_2)]}$

B. 若用户数量增加, 则升压变压器的输入功率一定减小

C. 电阻 R_1 、 R_2 消耗的功率之比为 $R_1 : k_2 R_2$

D. 电阻 R_1 、 R_2 消耗的功率之比为 $R_1 : k_2^2 R_2$

10. 如图所示, 光滑平行导轨由倾角 $\alpha = 30^\circ$ 的倾斜部分和水平部分构成, 两部分在 OO' 处平滑连接且连接处绝缘, 导轨间距 $L = 0.2 \text{ m}$, 倾斜部分有垂直导轨平面向上的匀强磁场 I, 磁感应强度大小 $B_1 = 2 \text{ T}$, 水平部分虚线 1、2 间存在竖直向上的匀强磁场 II, 磁感应强度大小 $B_2 = 3 \text{ T}$. 倾斜导轨上端 AA' 间接有电容 $C = 1.25 \text{ F}$ 的电容器, 水平轨道上静止两导体棒 b 、 c , b 在磁场外, c 在磁场 II 中。某时刻将导体棒 a 在导轨 AO 、 $A'O'$ 上、距底面高 $h = 1.6 \text{ m}$ 处由静止释放, 导体棒 a 沿斜面下滑至底端进入水平轨道, 与导体棒 b 发生弹性碰撞, 碰后立即取走导体棒 a , 导体棒 c 离开磁场 II 时速度为 1 m/s , b 、 c 未发生碰撞。三导体棒的质量 $m_a = m_b = 0.2 \text{ kg}$, $m_c = 0.4 \text{ kg}$, 导体棒 a 电阻不计, 导体棒 b 、 c 的电阻分别为 $r_b = 0.5 \Omega$ 、 $r_c = 1 \Omega$, 长度均为 L , 三导体棒运动过程中始终与导轨垂直且接触良好, 导轨电阻不计, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 . 下列说法正确的是



A. b 进入 II 的瞬间, b 两端的电压为 0.8 V

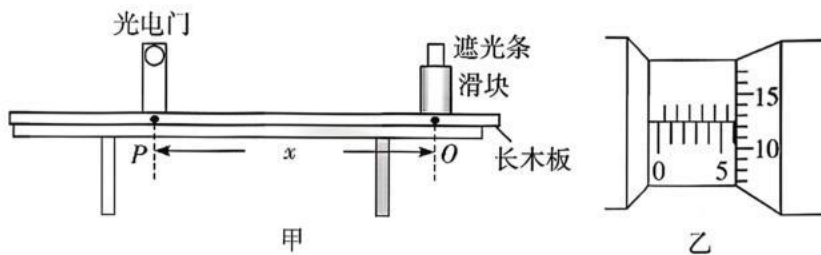
B. 导体棒 a 到达底端所经历的时间为 1.6 s

C. 初始时刻导体棒 c 距离磁场 II 左边界 1 的最小距离为 $\frac{5}{2} \text{ m}$

D. 导体棒 c 在磁场内产生的焦耳热为 $\frac{2}{3} \text{ J}$

三、实验题(本题共 2 小题,共 16 分)

11. (8 分)雅礼中学科创联盟开展活动,同学们通过实验测量滑块和长木板之间的动摩擦因数,实验装置示意图如图甲所示,长木板水平,已知重力加速度为 g 。



(1)用螺旋测微器测量遮光条的宽度如图乙所示,则宽度 $d =$ _____ mm。

(2)初始时,将滑块放在光电门左侧,给滑块一个向右的初速度,遮光条通过光电门的挡光时间为 t ,则滑块经过光电门时速度大小为 _____ (用题中所给物理量的符号表示);同时测出滑块停止时遮光条中心到光电门中心的距离 x 。

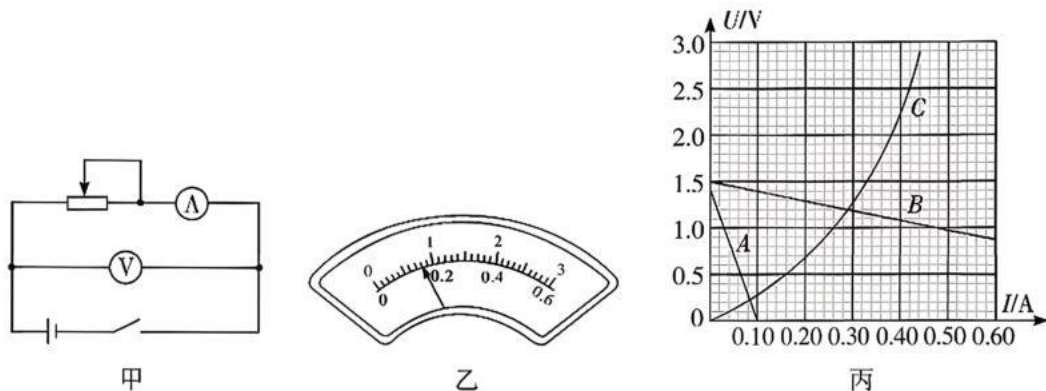
(3)实验时 _____ (填“需要”或“不需要”)测量滑块的质量。

(4)改变滑块的初速度,重复实验,得到多组挡光时间 t 和距离 x 。

(5)以 \sqrt{x} 为横轴, $\frac{1}{t}$ 为纵轴,建坐标系,通过描点、连线将实验数据转化为图像,若该图像为斜率为 k 的倾斜直线,则滑块与长木板间的动摩擦因数 $\mu =$ _____ (用题中物理量的符号 d 、 k 和 g 表示)。

12. (8 分)小礼同学将新、旧电池混搭使用,发现混搭后电池组的电能似乎消耗得很快,不宜混用。为了弄清新、旧电池不宜混用的原因,小礼利用新、旧电池进行如下实验。实验器材与实验步骤如下:

- A. 新、旧电池各一个
- B. 电压表(量程 $0 \sim 3.0 \text{ V}$,内阻约为 $30 \text{ k}\Omega$)
- C. 电流表(量程 $0 \sim 100 \text{ mA}$,内阻约为 5Ω)
- D. 电流表(量程 $0 \sim 0.6 \text{ A}$,内阻约为 0.5Ω)
- E. 滑动变阻器(阻值范围 $0 \sim 15 \Omega$,额定电流 2 A)
- F. 开关与导线若干



(1)小礼设计了图甲所示的电路,在测量新电池时选择量程 $0 \sim 0.6 \text{ A}$ 的电流表进行实验,图乙为某次测量的电流表示数,读数为

_____ A; 改变滑动变阻器的阻值测量出多组电流与电压的值, 并在丙图中描绘了新电池的 $U-I$ 图像。

(2) 仅将电路中的新电池换成旧电池, 重新实验, 发现无论怎么改变滑动变阻器的阻值, 电流表的指针偏角都很小, 无法准确读数, 小礼推测可能是电流表量程太大, 于是换上量程 $0\sim 100\text{ mA}$ 的电流表, 重复(1)操作, 顺利完成实验, 也在丙图中描绘了旧电池的 $U-I$ 图像, 则旧电池的 $U-I$ 图线是图丙中的_____ (选填“ A ”或“ B ”), 其电动势为_____ V, 内阻为_____ Ω 。(结果均保留三位有效数字)。

(3) 若将上述新、旧电池串联后, 直接给伏安特性曲线如图丙中 C 所示小灯泡(额定电压 2.8 V) 供电, 试推断该电池组工作效率约为_____ (结果保留两位有效数字); 由此可推测新旧电池不宜混用的主要原因是_____。

四、解答题(本题共 3 小题, 共 41 分)

13. (10 分) 2025 年 11 月 15 日, 世界气象组织地基综合气象观测引领中心(长沙) 揭牌成立。目前, 全球共有 13 个引领中心, 分别聚焦冰冻圈、航空、气溶胶等领域开展研究。引领中心(长沙) 坐落于北纬 30° 重降雨带内, 是全国 5 大国家综合气象观测试验基地之一, 配有先进科技设备, 具有完整的“地面—高空—空间”三维一体化观测能力。长沙初夏昼夜温差较大, 正午地表温度甚至超过 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 。温度较大波动对汽车轮胎胎压造成的影响直接关系到行车安全。若某天清晨的气温是 $27\text{ }^\circ\text{C}$, 车主将汽车的胎压调整至如图所示的 2.4 bar (按照行业标准, 夏季的胎压为 2.4 bar), 此车胎压监测系统监测到胎压低于 1.8 bar 或高于 2.7 bar 皆会触发报警。(忽略胎压变化过程中气体体积的变化) 求:

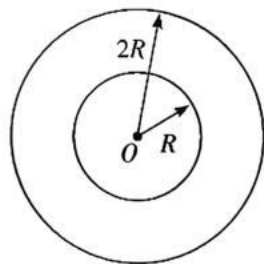


(1) 若中午气温升至 $35\text{ }^\circ\text{C}$, 轮胎因长时间行驶温度上升到 $57\text{ }^\circ\text{C}$, 通过计算判断胎压监测系统是否会报警;

(2) 因车胎被扎钉子而缓慢漏气, 刚好触发报警时, 求漏出气体的质量与轮胎内剩余气体质量的比值(缓慢漏气过程中忽略气体温度变化)。

14. (15分) 如图所示, 在一半径为 R 的圆形区域内存在以该圆圆心 O 为中心、辐射向外的电场, 该电场的场强满足 $E=k_1r$ (其中 k_1 为已知常量、 r 为圆形区域内某点到圆心 O 的距离)。在 $R \leq r \leq 2R$ 的环形区域内有一垂直于纸面的匀强磁场。圆心 O 处有一质量为 m 、电荷量为 $+q$ ($q > 0$) 的带电粒子在一轻微扰动下运动 (可视为初速度为 0), 粒子运动至磁场后撤去电场。不计粒子的重力。

- (1) 求圆心 O 与电场、磁场的交界处的电势差和粒子运动到电场与磁场的交界处的速度大小;
- (2) 为使粒子不能从环形匀强磁场区域的外边界射出, 求磁感应强度 B 的最小值;
- (3) 当环形匀强磁场中的磁感应强度 B 最小时, 求粒子第 4 次回圆心 O 时所经过的路程。



15. (16分) 如图所示, 光滑的水平地面上有一质量为 $M=0.1 \text{ kg}$ 的木板 Q , 木板右端到墙壁的距离 $l_0=5 \text{ m}$, 木板左端紧挨着带 $\frac{1}{4}$ 光滑圆弧轨道的物块 P , 圆弧半径 $R=1.6 \text{ m}$, 圆弧轨道底端和木板上表面等高, 物块 P 固定在地面上, 在圆弧轨道的正上方有两可视为质点的物体 A 、 B 通过细线相连, 物体 A 通过劲度系数 $k=100 \text{ N/m}$ 的轻弹簧固定在天花板上, 稳定后物体 B 到圆弧轨道最高点 a 的距离 $h_0=0.2 \text{ m}$, 物体 A 的质量 $m_1=1.6 \text{ kg}$ 、物体 B 的质量 $m_2=0.5 \text{ kg}$ 。剪断两物体之间的细线, 物体 B 下落后从 a 点平滑进入圆弧轨道, 当物体 B 运动到圆弧轨道最低点时, 物体 A 恰好第一次回到出发点, 随后物体 B 滑上木板, 经过一段时间后, 木板与墙壁发生弹性碰撞, B 始终未与墙壁发生碰撞。已知物体 B 与木板之间的动摩擦因数 $\mu=0.5$, 弹簧振子的振动周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, π^2 取 10, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 。求:

- (1) 物体 A 做简谐运动的振幅;
- (2) B 受到 P 的冲量大小;
- (3) 木板的最短长度 L ;
- (4) 木板运动的总路程 s 。

