

辽宁省名校联盟 2026 年高考模拟卷(信息卷)

物理(二)

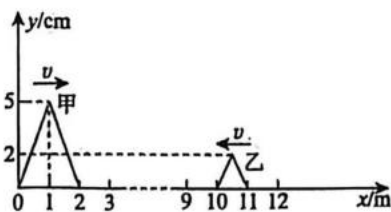
本试卷满分 100 分,考试时间 75 分钟。

注意事项:

1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡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。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。

一、选择题:本题共 10 小题,共 46 分。在每小题给出的四个选项中,第 1~7 题只有一项符合题目要求,每小题 4 分;第 8~10 题有多项符合题目要求,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。

1. 钷 90 是医院给病人治疗用的放射性同位素,其半衰期约为 2.67 天,一个钷 90 核衰变释放的能量可达 2.27 MeV,1 u 相当于 931.5 MeV。结合以上信息,下列说法正确的是——
 - A. 钷 90 注入人体后,人的体温会影响其半衰期
 - B. 若有 100 个钷 90 原子核,则经过 2.67 天后,还剩下 50 个未衰变
 - C. 钷 90 注入人体后,经过 8 天,约 87.5% 的钷 90 发生衰变
 - D. 一个钷 90 核衰变的质量亏损为 0.024 u
2. 科学家利用量子纠缠原理研发出新型陀螺仪。该装置的核心部件是一个悬浮在真空腔内的碳环,通过激光场驱动以恒定转速旋转。已知碳环的直径为 $1.2 \mu\text{m}$,转速为 $5 \times 10^7 \text{ r/s}$,下列说法正确的是
 - A. 碳环转动的频率为 $\pi \times 10^8 \text{ Hz}$
 - B. 碳环转动的周期为 $2 \times 10^{-7} \text{ s}$
 - C. 碳环转动的角速度为 $5\pi \times 10^7 \text{ rad/s}$
 - D. 碳环边缘的线速度为 $60\pi \text{ m/s}$
3. 在同一均匀介质中有甲、乙两列孤立的三角形横波相向传播,波速大小相等。某时刻的波形图如图 1 所示,则两列波相遇过程中 x 轴上首先出现位移为 7 cm 质点的横坐标为



- A. 5.75 m B. 5.50 m C. 5.25 m D. 6.00 m

4. 某智能汽车采用电容式传感器监测座椅压力分布,其核心部件为平行板电容器,初始极板间距为 d , 电容为 C_0 , 当司机落座时,传感器检测到极板间距因压力变化减小为 $\frac{d}{3}$, 若此时电容器两端的电压变为原来的 $\frac{2}{3}$ 。关于此过程,下列说法正确的是

- A. 电容增大为 $3C_0$, 极板间电场强度增大为原来的 3 倍
 B. 电容增大为 $6C_0$, 极板间电场强度增大为原来的 2 倍
 C. 电容增大为 $3C_0$, 极板间电场强度增大为原来的 2 倍
 D. 电容增大为 $6C_0$, 极板间电场强度增大为原来的 3 倍

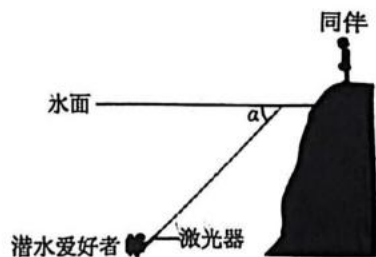
5. 如图所示,一位潜水爱好者在水下活动,利用激光器向岸上的同伴发射信号。设激光束与水平方向的夹角为 α ,他发现只有当角度 α 大于 41° 时岸上的同伴才会发现激光信号,那么下列说法正确的是

A. 水的折射率为 $\frac{1}{\sin 41^\circ}$

B. 激光在水中的速度为 $\frac{c}{\sin 41^\circ}$

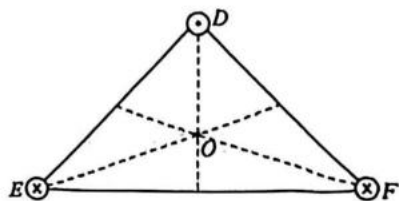
C. 当他以 $\alpha=60^\circ$ 向水面发射激光时,岸上的同伴发现激光束的方向与水面的夹角小于 60°

D. 当他以 $\alpha=60^\circ$ 向水面发射激光时,岸上的同伴发现激光束的方向与水面的夹角大于 60°

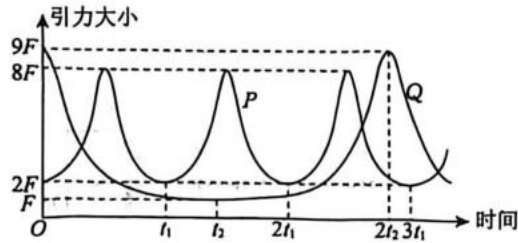


6. 等腰直角三角形 EDF ($\angle EDF=90^\circ$) 的顶点分别固定一根长直导线,导线中通有大小相等的电流,电流方向如图所示, O 点为三角形的重心。已知 D 处电流在 O 点产生的磁场磁感应强度为 B_0 , 通电长直导线周围磁场磁感应强度大小与电流 I 和距离 r 的关系为 $B=k\frac{I}{r}$ (k 为常数), 则 O 点的磁感应强度为

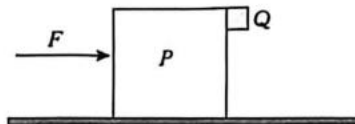
- A. $1.4B_0$, 方向垂直 DO 向右
 B. $1.4B_0$, 方向垂直 DO 向左
 C. $1.8B_0$, 方向垂直 DO 向右
 D. $1.8B_0$, 方向垂直 DO 向左



7. 卫星 P 、 Q 绕某行星运动的轨道均为椭圆,若仅考虑 P 、 Q 受到该行星的引力,引力大小随时间的变化如图所示,已知 $t_2 = \sqrt{2}t_1$, 下列说法错误的是

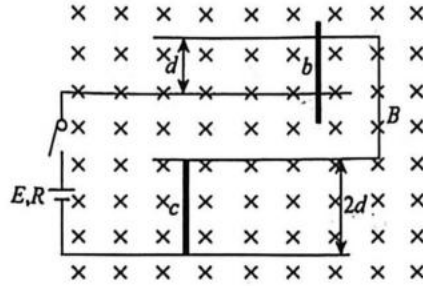


- A. P 、 Q 绕行星公转的周期之比为 $1 : 2\sqrt{2}$
- B. P 、 Q 到行星中心距离的最小值之比为 $3 : 2$
- C. P 、 Q 的质量之比为 $32 : 81$
- D. Q 的轨道长轴与短轴之比为 $2 : \sqrt{3}$
8. 某量子计算机采用超导量子比特作为核心元件,其电流传输通道为纳米级铜导线。已知常温下铜的电阻率为 $1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$,导线的横截面积为 $1.0 \times 10^{-12} \text{m}^2$,长度为 $50 \mu\text{m}$,每立方米的自由电子数为 8.5×10^{28} 个,电子的电荷量为 $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ 。若在导线的两端施加 $1 \mu\text{V}$ 的电压,则
- A. 导线的电阻为 0.85Ω
- B. 导线的电阻为 1.7Ω
- C. 导线中自由电子定向移动速率约为 $6.3 \times 10^{-5} \text{m/s}$
- D. 导线中自由电子定向移动速率约为 $8.7 \times 10^{-5} \text{m/s}$
9. 如图所示,边长为 0.18m 、质量为 2kg 的正方体物块 P 置于粗糙的水平地面上,质量为 0.5kg 、可视为质点的物块 Q 紧贴着物块 P 的右侧由静止释放。释放 Q 的同时用水平向右的推力 F 推着物块 P 做加速度大小为 2m/s^2 的匀加速运动,已知重力加速度 g 取 10m/s^2 , P 与地面、 P 与 Q 之间的动摩擦因数均为 0.5 ,在物块落地前的过程中,下列说法正确的是



- A. 物块 P 、 Q 之间的滑动摩擦力大小为 1N
- B. 物块 Q 经 0.2s 落地
- C. 物块 P 与地面之间的滑动摩擦力大小为 10.5N
- D. 推力 F 的大小为 15.25N

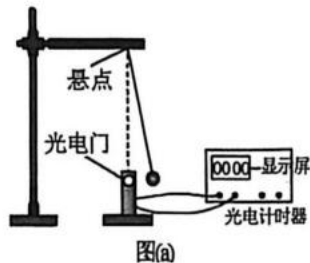
10. 如图所示的水平装置置于竖直向下、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中,电源电动势为 E 、内阻为 R ,两组平行且光滑的导轨间距分别为 d 与 $2d$ 。材质均匀的导体棒 b 、 c 的长度均为 $2d$ 、阻值均为 R 、质量均为 m ,垂直置于导轨上,导轨足够长且不计电阻。闭合开关,一段时间后两导体棒达到稳定状态,下列说法正确的是



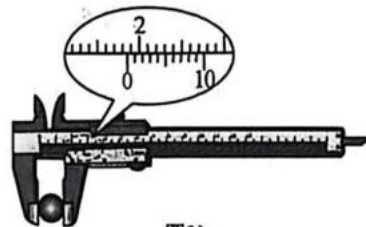
- A. 稳定前导体棒 b 、 c 均做加速度增大的加速运动
 B. 稳定前导体棒 b 、 c 的加速度大小之比始终是 $1:2$
 C. 稳定后导体棒 c 的速度大小为 $\frac{2E}{5Bd}$
 D. 从闭合开关到两导体棒达到稳定状态的全过程中,导体棒 b 中产生的焦耳热为 $\frac{mE^2}{50B^2 d^2}$

二、非选择题:本题共 5 小题,共 54 分。

11. (8 分)某学习小组用如图(a)所示的单摆实验装置测量当地的重力加速度并验证单摆摆动过程中机械能守恒,实验过程如下:



图(a)



图(b)

(1)先测量当地重力加速度:

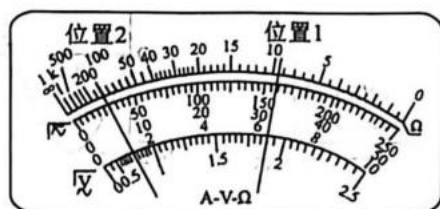
- ①用游标卡尺测量小球的直径如图(b)所示,小球直径 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ cm;
- ②竖直悬挂小球,调整悬点的高度,使小球能正好通过光电门,测出悬点与小球上端的距离 $l = 78.00$ cm,单摆的摆长 $L = \underline{\hspace{2cm}}$ cm;
- ③将小球在竖直平面内拉离一个小角度后由静止释放,通过光电计时器记录下小球连续两次经过光电门的时间间隔 $t = 0.90$ s;
- ④根据以上测量数据,可计算出当地重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s^2 (π^2 取 9.87 ; 计算结果保留 2 位有效数字);
- ⑤多次改变细线的长度,重复②③④的操作,计算出 g 的平均值。

(2)在测出重力加速度 g 后,该小组继续用此实验装置来验证小球摆动过程中机械能是否守恒,操作如下:

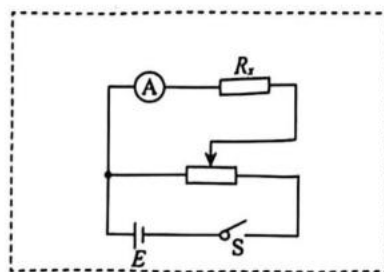
- ①将小球在竖直平面内拉离一个小角度,测出角度 θ 后由静止释放;
- ②通过光电计时器读出小球通过光电门的时间,计算出速度 v ;
- ③改变角度 θ ,重复实验,作出 $v^2 - \cos \theta$ 图像,若图像的斜率为_____ (用 L 和 g 表示),则说明小球摆动过程中机械能守恒。

12. (8分)某实验小组测量一均匀新材料制成电阻的阻值。

(1)用多用电表粗测电阻,小组同学分别用“ $\times 1 \Omega$ ”和“ $\times 10 \Omega$ ”挡正确操作后测其电阻,指针位置如图(a)中的“位置1”和“位置2”所示,则应读取_____ (填“位置1”或“位置2”)指针所指数据,电阻的阻值为_____ Ω 。



图(a)



图(b)

(2)为了减小实验误差,要用伏安法较准确地测出其阻值,除待测电阻外,实验室还备有的实验器材如下:

- A. 两节新的干电池
- B. 电压表 V_1 (量程 $0 \sim 3 \text{ V}$, 内阻约为 $1 \text{ k}\Omega$)
- C. 电压表 V_2 (量程 $0 \sim 15 \text{ V}$, 内阻约为 $5 \text{ k}\Omega$)
- D. 电流表 A (量程 $0 \sim 60 \text{ mA}$, 内阻为 10Ω)
- E. 电阻箱 R_1 ($0 \sim 999 \Omega$, 额定电流 1 A)
- F. 滑动变阻器 R_2 ($0 \sim 5 \Omega$, 额定电流 1 A)
- G. 滑动变阻器 R_3 ($0 \sim 2000 \Omega$, 额定电流 0.1 A)
- H. 开关和若干导线

电压表应选_____ ; 滑动变阻器应选_____。(均用器材前的字母序号表示)

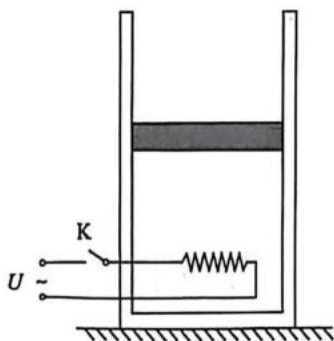
(3)为方便测量和计算,该小组将电阻箱 R_1 调至 100Ω 后接入电路,请根据所选器材帮助该小组将电路图补全画到图(b)虚线框内。

(4)某次测量时电压表示数为 2.91 V , 电流表示数为 50 mA , 结合题干中数据可求得该电阻的阻值为_____ Ω (结果保留 2 位有效数字)。

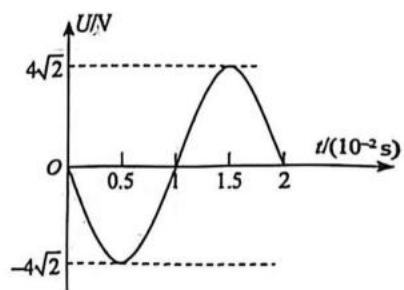
13. (10分)如图(a)所示,开口向上、内壁光滑的绝热汽缸竖直放置,汽缸内用质量为 $m=2\text{ kg}$ 、面积为 $S=1\times 10^{-3}\text{ m}^2$ 的绝热活塞封闭了一定质量的理想气体。汽缸内有一阻值为 $R=100\ \Omega$ 的电热丝可以给密封气体加热,电热丝外加电压 U 随时间 t 的变化图像如图(b)所示,导线电阻和电热丝体积忽略不计,外界大气压为 $p_0=1\times 10^5\text{ Pa}$,重力加速度 g 取 10 m/s^2 。初始时,开关 K 断开,活塞到汽缸底部的距离为 $h_0=20\text{ cm}$,密封气体的温度为 $T_0=300\text{ K}$ 。现闭合开关 K ,经过一段时间 $t=500\text{ s}$ 后断开开关,最终活塞稳定,此时其上升了 $\Delta h=10\text{ cm}$,求:

(1)此时汽缸内气体的温度;

(2)闭合开关 K 到活塞最终稳定后,汽缸内密封气体的内能变化量。



图(a)



图(b)

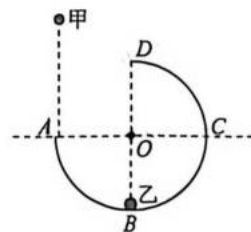
14. (12分) 如图所示, 半径 $R=0.2\text{ m}$ 的 $\frac{3}{4}$ 光滑圆弧轨道 $ABCD$ 固定在竖直平面内, 质量 $M=0.3\text{ kg}$

的小球乙静止于 B 点。将质量为 m 的小球甲从距离 A 点正上方 h 处由静止释放, 小球甲从 A 点进入轨道后在 B 点与小球乙发生弹性碰撞, 碰撞后二者沿轨道运动, 之后恰能在 B 点发生第二次碰撞, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 , 两小球均可看作质点, 空气阻力不计。

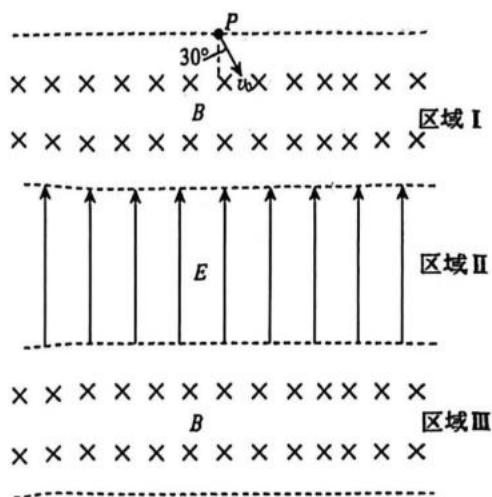
(1) 求小球甲的质量 m ;

(2) 求 h 的最大值;

(3) 改变小球甲释放的高度, 两球在 B 点发生碰撞后, 小球乙可恰好经过 D 点, 求此时小球甲碰撞后能够上升的最大高度 H 。



15. (16分) 如图所示, 空间交替分布着高度均为 $H=0.3\text{ m}$ 、水平方向足够宽的匀强电磁场区域 I、II、III, 虚线边界有磁场无电场。区域 I、III 磁场方向垂直纸面向里, 磁感应强度大小相同, 区域 II 电场方向竖直向上, 电场强度 $E=\frac{7}{24}\times 10^6\text{ V/m}$ 。区域 I 磁场上边界虚线上 P 点有一粒子源, 可沿纸面以 $v_0=3.0\times 10^6\text{ m/s}$ 的速度向磁场内发射带负电的粒子, 粒子的比荷 $\frac{q}{m}=-4\times 10^7\text{ C/kg}$, 不计粒子重力。设粒子从 P 点射出时的速度方向与竖直方向的夹角为 $\theta(-90^\circ\leq\theta\leq 90^\circ)$, 当 $\theta=30^\circ$ 时, 粒子恰能从 P 点正下方进入区域 II, 取 $\pi=3$ 。
- (1) 求磁感应强度 B 的大小;
- (2) 若粒子能进入区域 III 且不能从下边界离开区域 III, 求 θ 满足的条件;
- (3) 若 $\theta=90^\circ$, 将区域 III 的高度调整为 $2H=0.6\text{ m}$, 求粒子运动多长时间后其竖直位移大小为 $y=1.0\text{ m}$ 。



物理(二)

一、选择题

1. C 【解析】原子核的半衰期不受外界环境影响, A 项错误; 半衰期为宏观概念, B 项错误; 8 天约为 3 个半衰期, 剩余钷 90 的质量为原来的 $\frac{1}{8}$, 故经过 8 天, 约 87.5% 的钷 90 发生衰变, C 项正确; $\Delta m = \frac{\Delta E}{931.5 \text{ MeV}} = 0.0024 \text{ u}$, D 项错误。
2. D 【解析】频率 $f = n = 5 \times 10^7 \text{ Hz}$, A 项错误; $T = \frac{1}{f} = 2 \times 10^{-8} \text{ s}$, B 项错误; 角速度 $\omega = 2\pi f = \pi \times 10^8 \text{ rad/s}$, C 项错误; $v = \omega r = 60\pi \text{ m/s}$, D 项正确。
3. A 【解析】只有波峰相遇点的位移能达到 7 cm。因为两列波波速大小相等, 则该点应为 $x=1 \text{ cm}$ 和 $x=10.5 \text{ cm}$ 的中点, 因此横坐标为 $x=5.75 \text{ m}$ 。故选 A 项。
4. C 【解析】平行板电容器 $C_0 = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$, 当距离减为 $\frac{d}{3}$ 时, 电容增大为原来的 3 倍; 极板间电场 $E = \frac{U}{d}$, 当 U 变为原来的 $\frac{2}{3}$, 距离减为 $\frac{d}{3}$ 时, 极板间电场强度增大为原来的 2 倍。故选 C 项。
5. C 【解析】他发现只有当 α 大于 41° 时, 岸上的同伴才能收到他发出的激光光束, 则说明 $\alpha = 41^\circ$ 时激光恰好发生全反射, 则 $\sin(90^\circ - 41^\circ) = \frac{1}{n}$, 解得 $n = \frac{1}{\sin 49^\circ}$, A 项错误; 根据 $n = \frac{c}{v}$ 可得, 激光在水中的速度为 $v = \frac{c}{n} = c \sin 49^\circ$, B 项错误; 当他以 $\alpha = 60^\circ$ 向水面发射激光时, 入射角 $i = 30^\circ$, 根据折射定律 $n = \frac{\sin r}{\sin i}$, 折射角 $r > 30^\circ$, 则岸上的同伴发现激光束的方向与水面的夹角小于 60° , C 项正确, D 项错误。
6. A 【解析】设 EF 边的中点为 P , OP 距离为 d , 则 DO 的距离为 $2d$, EO 的距离为 $\sqrt{d^2 + (3d)^2} = \sqrt{10}d$, 则 $B_0 = \frac{kI}{2d}$, E 处电流在 O 点产生的磁场 $B_E = \frac{kI}{\sqrt{10}d}$, E 、 F 两处电流在 O 点产生的磁场 $B = 2B_E = \frac{2kI}{\sqrt{10}d} = \frac{kI}{5d} = 0.4B_0$, 根据安培定则可知, D 处电流在 O 点产生磁场的磁感应强度方向垂直 DO 向右, E 、 F 两处电流在 O 点产生磁场的磁感应强度方向垂直 DO 向右, 故 O 点的磁感应强度

大小为 $1.4B_0$, 方向垂直 DO 向右, 故选 A 项。

7. B 【解析】由图可知 $T_1 : T_2 = t_1 : 2t_2 = 1 : 2\sqrt{2}$, A 项正确; 当 P 离行星最近时, 有 $8F = G \frac{Mm_1}{d_1^2}$, 当 P 离行星最远时, 有 $2F = G \frac{Mm_1}{d_1^2}$, 当 Q 离行星最近时, 有 $9F = G \frac{Mm_2}{l_1^2}$,

当 Q 离行星最远时, 有 $F = G \frac{Mm_2}{l_2^2}$, 由开普

勒第三定律可知 $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{\frac{d_1+d_2}{2}}{\frac{l_1+l_2}{2}}\right)^3$, 联立

解得 $d_1 : l_1 = 2 : 3$, B 项错误; 由题图和万有

引力定律可知 $\frac{8F}{9F} = \frac{G \frac{Mm_1}{d_1^2}}{G \frac{Mm_2}{l_1^2}}$, 解得 P 、 Q 的质

量之比为 $m_1 : m_2 = 32 : 81$, C 项正确; 设卫星

Q 的轨迹半长轴为 a , 半短轴为 b , 半焦距为

c , 则有 $a = \frac{l_1+l_2}{2}$, $c = a - l_1$, $c^2 = a^2 - b^2$, 联立

解得 $a : b = 2 : \sqrt{3}$, 所以 Q 的轨道长轴与短

轴之比为 $2 : \sqrt{3}$, D 项正确。

8. AD 【解析】导线电阻 $R = \rho \frac{l}{S} = 0.85 \Omega$, A 项正确, B 项错误; 根据欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$ 及电

流的微观表达式 $I = neSv$, 联立解得导线中自由电子定向移动速率 $v \approx 8.7 \times 10^{-5} \text{ m/s}$, C 项错误, D 项正确。

9. BD 【解析】 P 对 Q 的弹力 $F_{N1} = ma = 1 \text{ N}$, P 与 Q 间的摩擦力 $F_f = \mu F_{N1} = 0.5 \text{ N}$, A 项

错误; Q 竖直下落的加速度 $a_1 = g - \frac{F_f}{m} =$

9 m/s^2 , $t = \sqrt{\frac{2h}{a_1}} = 0.2 \text{ s}$, B 项正确; 根据牛顿

第三定律, Q 对 P 的摩擦力大小为 0.5 N , 方

向向下, 故地面对 P 的支持力 $F_N = Mg + F_f = 20.5 \text{ N}$, P 与地面间的摩擦力 $F_f = \mu F_N = 10.25 \text{ N}$, C 项错误; 对 P 、 Q 在水平方向由牛顿第二定律有 $F - F_f = (M+m)a$, 解得 $F = 15.25 \text{ N}$, D 项正确。

10. BCD 【解析】稳定前导体棒 b 、 c 均做加速运动, 由 $E' = BLv$ 可知, 两导体棒产生的反电动势越来越大, 则回路中的电动势越来越小, 由闭合电路欧姆定律可知, 回路中电流越来越小, 由牛顿第二定律有 $BIL = ma$, 则两导体棒的加速度越来越小, 故稳定前导体棒 b 、 c 均做加速度减小的加速运动, A 项错误; 加速过程, 导体棒 b 的加速度大小为 $a_b = \frac{BI d}{m}$, 导体棒 c 的加速度大小为 $a_c =$

$\frac{2BI d}{m}$, 故稳定前导体棒 b 、 c 的加速度大小

之比始终是 $1 : 2$, B 项正确; 两导体棒稳定时产生的反电动势与电源电动势的关系为 $E = Bdv_b + B \times 2dv_c$, 根据动量定理, 对导体棒 b 有 $B \bar{I} dt = Bdq = mv_b$, 对导体棒 c 有

$B \bar{I} \times 2dt = B \times 2dq = mv_c$, 解得 $v_b =$

$\frac{E}{5Bd}$, $v_c = \frac{2E}{5Bd}$, C 项正确; 由能量守恒定

律, 电源提供的电能转化为两棒的动能和焦耳热, 有 $Eq = \frac{1}{2} mv_b^2 + \frac{1}{2} mv_c^2 + Q$, 则

$Q_b = \frac{\frac{R}{2}}{\frac{R}{2} + R + R} Q$, 解得导体棒 b 中产生的

焦耳热为 $Q_b = \frac{mE^2}{50B^2 d^2}$, D 项正确。

二、非选择题

11. (1) ① 1.86 (2 分)

② 78.93 (2 分)

③ 9.6 (2 分)

(2) $-2gL$ (2 分)

【解析】(1)①根据游标卡尺的读数规则可知,小球的直径为 1.86 cm。

②单摆的摆长应为摆线长 l 加上小球的半径 $r = \frac{d}{2}$, 即 $L = l + \frac{d}{2} = 78.93$ cm。

④由于摆球一个周期内两次经过最低点, 结合题意小球连续两次经过光电门的时间间隔为 t , 可知单摆的周期为 $T = 2t = 1.80$ s, 根据单摆的周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, 可得 $g \approx 9.6$ m/s²。

(2)根据机械能守恒有 $mgL(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv^2$, 解得 $v^2 = 2gL(1 - \cos \theta)$, 可知图线的斜率为 $-2gL$, 说明小球摆动过程中机械能守恒。

12. (1)位置 1(1分) 95(93~97)(1分)

(2)B(1分) F(1分)

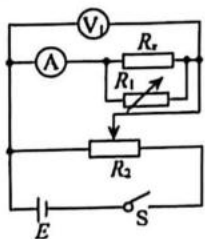
(3)电路图见解析(2分)

(4)93(2分)

【解析】(1)欧姆表指针指在表盘中间部分读数较为准确, 故选择“位置 1”进行读数, 可读出电阻为 95 Ω 。

(2)由题意可知, 电源是两节干电池, 电动势约为 3 V, 因此用量程为 0~3 V 的电压表 V_1 , 故电压表应选 B 项; 待测电阻为 95 Ω , 为了便于调节, 应选用 5 Ω 的滑动变阻器 R_2 , 故滑动变阻器应选 F。

(3)电流表内阻已知, 故采用内接, 由于所给的电流表量程较大, 需要将电阻箱并联在待测电阻上来增大通过电流表的电流, 电路图如图所示。



(4)待测电阻和电阻箱并联 $R = \frac{R_x R_1}{R_x + R_1}$, 根

据欧姆定律可知 $R = \frac{U}{I} - R_A = 48.2$ Ω , 联立解得 $R_x \approx 93$ Ω 。

13. (1)450 K

(2)68 J

【解析】(1)最终活塞稳定后, 设汽缸内密封气体的温度为 T_1 , 加热过程中汽缸内气体压强不变, 根据盖-吕萨克定律有 $\frac{Sh_0}{T_0} =$

$$\frac{S(h_0 + \Delta h)}{T_1} \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } T_1 = 450 \text{ K} \quad (2 \text{分})$$

(2)密封气体的压强为 $p_1 = p_0 + \frac{mg}{S} = 1.2 \times 10^5$ Pa (1分)

活塞上升过程中, 密封气体对外做功为 $W = p_1 S \cdot \Delta h = 12$ J (1分)

开关 K 闭合时, 电热丝产生的热量为 $Q = \left(\frac{U}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot \frac{1}{R} \cdot t = 80$ J (2分)

根据热力学第一定律有

$$\Delta U = Q - W = 80 \text{ J} - 12 \text{ J} = 68 \text{ J}$$

内能增加了 68 J (2分)

14. (1)0.1 kg

(2)0.6 m

(3)0.5 m

【解析】(1)若满足条件小球甲、乙碰撞后恰能在 B 点发生第二次碰撞, 则碰后甲、乙速度等大反向, 均设为 v , 设碰前甲的速度为 v_0 , 有

$$mv_0 = m(-v) + Mv \quad (1 \text{分})$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}m(-v)^2 + \frac{1}{2}Mv^2 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } v = \frac{v_0}{2}, m = \frac{M}{3} = 0.1 \text{ kg} \quad (1 \text{分})$$

(2)若满足条件小球甲、乙碰撞后恰能在 B

点发生第二次碰撞,则碰后小球乙沿轨道上升的最大高度为 $R=0.2\text{ m}$ (1分)

小球乙上升过程 $\frac{1}{2}Mv_m^2=MgR$ (1分)

由(1)可知 $v_0=2v_m$ (1分)

小球甲自由下落 $mg(h+R)=\frac{1}{2}mv_0^2$ (1分)

解得 $h=0.6\text{ m}$ (1分)

(3)若小球乙恰好经过 D 点,对小球乙有

$$Mg=\frac{Mv_D^2}{R} \quad (1\text{分})$$

小球乙由 B 点上升到 D 点的过程中

$$-Mg \times 2R=\frac{1}{2}Mv_D^2-\frac{1}{2}Mv_B^2 \quad (1\text{分})$$

则碰后甲、乙速度等大反向,对小球甲有

$$-mgH=0-\frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1\text{分})$$

解得 $H=0.5\text{ m}$ (1分)

15. (1) 0.25 T

(2) $0 < \sin \theta \leq \frac{2}{3}$ (合理即可)

(3) $\frac{27}{7}(2n-1) \times 10^{-7}\text{ s} (n=1,2,3,\dots)$

【解析】 (1)粒子恰能从 P 点下方进入电场,由几何关系有 $2r\sin \theta=H$ (1分)

解得 $r=H$

粒子在磁场中做匀速圆周运动 $qv_0B=m\frac{v_0^2}{r}$ (1分)

解得 $B=0.25\text{ T}$ (1分)

(2)当 $\theta \leq 0^\circ$ 时,粒子不能进入 II、III 区域。粒子能进入区域 III 且不能从下边界离开区域 III,设粒子在区域 III 中竖直速度变为 0 时水平速度为 v_x ,取向左为正,在磁场中由水平方向动量定理有

$$\sum qv_y B \cdot \Delta t = mv_x - m(-v_0 \sin \theta) \quad (2\text{分})$$

粒子在磁场中 $\sum v_y \Delta t = y$ (1分)

$$H < y \leq 2H$$

又由动能定理有 $qEH = \frac{1}{2}mv_x^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ (1分)

联立解得 $0 < \sin \theta \leq \frac{2}{3}$ (2分)

(3)粒子经电场加速后,速度大小变为 v' ,

根据动能定理有 $qEH = \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ (1分)

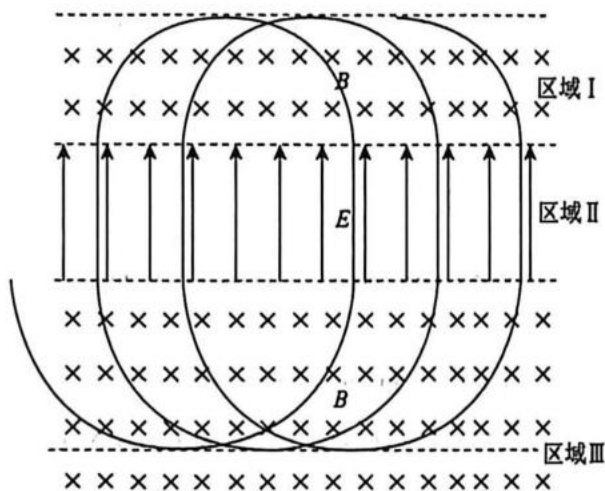
解得 $v' = 4 \times 10^6\text{ m/s}$

粒子在区域 III 内做匀速圆周运动有

$$qv'B = m\frac{v'^2}{r'} \quad (1\text{分})$$

解得 $r' = 0.4\text{ m}$

粒子运动轨迹如图所示



粒子在区域 III 内运动到最低点时竖直位移为 1.0 m ,粒子第一次竖直位移为 1.0 m

时,粒子在区域 I 运动的时间 $t_1 = \frac{\pi r}{2v_0} = 1.5 \times 10^{-7}\text{ s}$ (1分)

粒子在区域 II 运动的时间 $t_2 = \frac{H}{\frac{v_0 + v'}{2}} =$

$\frac{6}{7} \times 10^{-7}\text{ s}$ (1分)

粒子在区域 III 运动的时间 $t_3 = \frac{\pi r'}{2v'} = 1.5 \times 10^{-7}\text{ s}$ (1分)

粒子第一次竖直位移为 1.0 m 时需要的时间 $t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{27}{7} \times 10^{-7} \text{ s}$ (1分)

粒子再次经过需要的时间为 $2t$, 故粒子第

$n(n=1, 2, 3, \dots)$ 次竖直位移为 1.0 m 需要的时间为 $(2n-1)t = \frac{27}{7} (2n-1) \times 10^{-7} \text{ s}$

$(n=1, 2, 3, \dots)$ (1分)