

高三物理

考生注意:

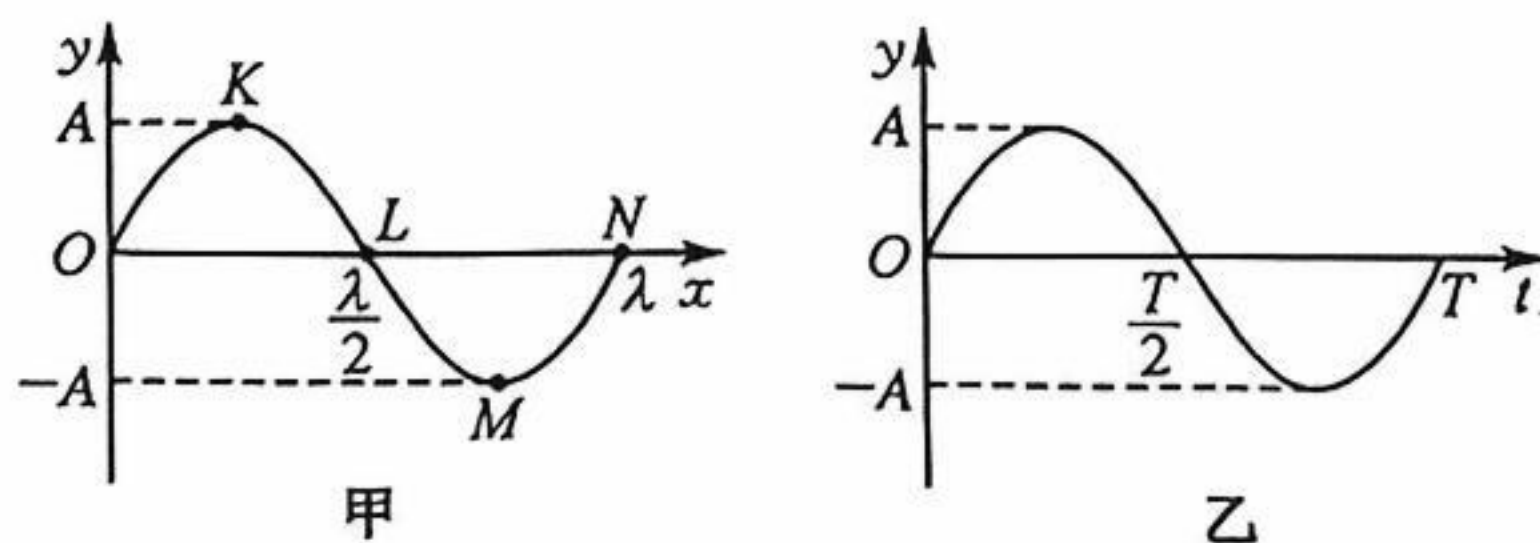
1. 本试卷分选择题和非选择题两部分。满分 100 分,考试时间 75 分钟。
2. 答题前,考生务必用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔将密封线内项目填写清楚。
3. 考生作答时,请将答案答在答题卡上。选择题每小题选出答案后,用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑;非选择题请用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔在答题卡上各题的答题区域内作答,超出答题区域书写的答案无效,在试题卷、草稿纸上作答无效。
4. 本卷命题范围:高考范围。

一、单项选择题: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,只有一项是符合题目要求的。

1. 在匀强磁场中,一根长 L 的通电直导线中的电流为 I ,这条导线所受的磁场力 F 的大小范围是 $0 \sim F_m$ 。

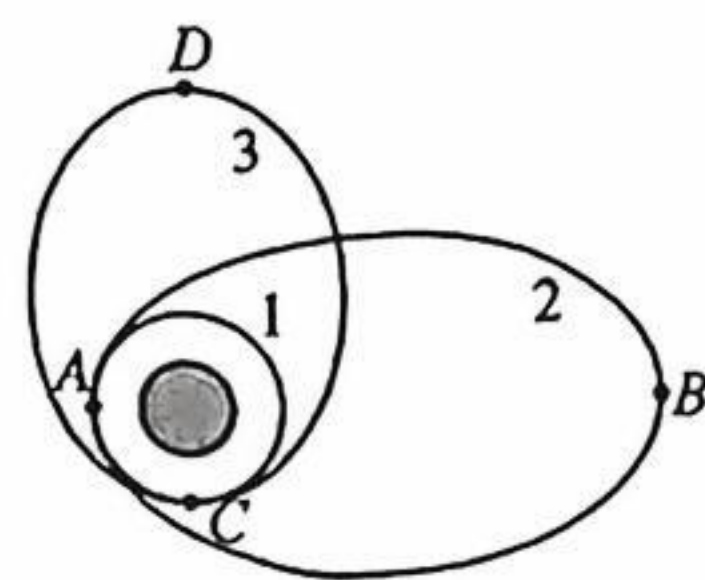
下列说法正确的是

- A. 该匀强磁场的磁感应强度大小可能为 0
 - B. 该匀强磁场的磁感应强度大小一定为 $\frac{F_m}{IL}$
 - C. 通电导线中的电流增大,匀强磁场的磁感应强度也增大
 - D. 通电导线与磁场方向所成的角度增大,匀强磁场的磁感应强度减小
2. 如图甲所示为一列简谐横波 $t=0$ 时刻的波形,波的振幅为 A ,波长为 λ ;如图乙所示为介质中某质点此后一段时间内的振动图像,振动周期为 T 。下列说法正确的是



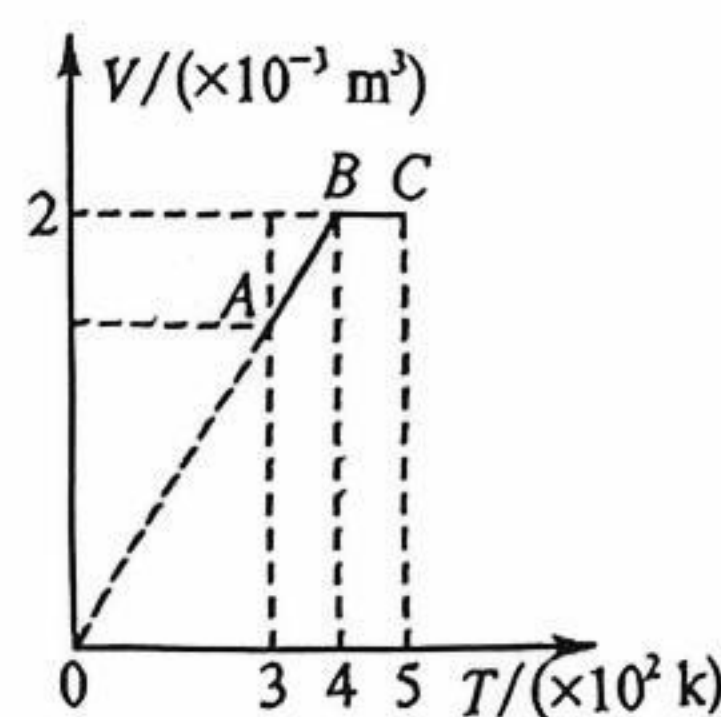
- A. 若波沿 x 轴的正方向传播,则图乙可能是 L 点的振动图像
- B. 若图乙是 N 点的振动图像,则波沿 x 轴的正方向传播
- C. $t=0$ 时刻, K 、 M 两质点间的距离为 $\frac{\lambda}{2}$
- D. 在 $0 \sim \frac{1}{8}T$ 时间内,质点 K 、 L 通过的路程均为 $\frac{A}{2}$

3. 甲、乙两卫星绕地球运行在同一圆轨道 1 上, 某时刻, 甲卫星在 A 点变轨进入椭圆轨道 2, 乙卫星在 C 点变轨进入椭圆轨道 3, B 是轨道 2 的远地点, D 是轨道 3 的远地点, 轨道 2 的长轴比轨道 3 的长轴长, 则下列判断正确的是



- A. 两卫星在轨道 1 上运行时线速度相同
- B. 甲卫星变轨时比乙卫星变轨时发动机做功多
- C. 甲卫星在 B 点受到地球的引力比乙卫星在 D 点受到地球引力小
- D. 甲卫星在 B 点的加速度比乙卫星在 D 点的加速度小

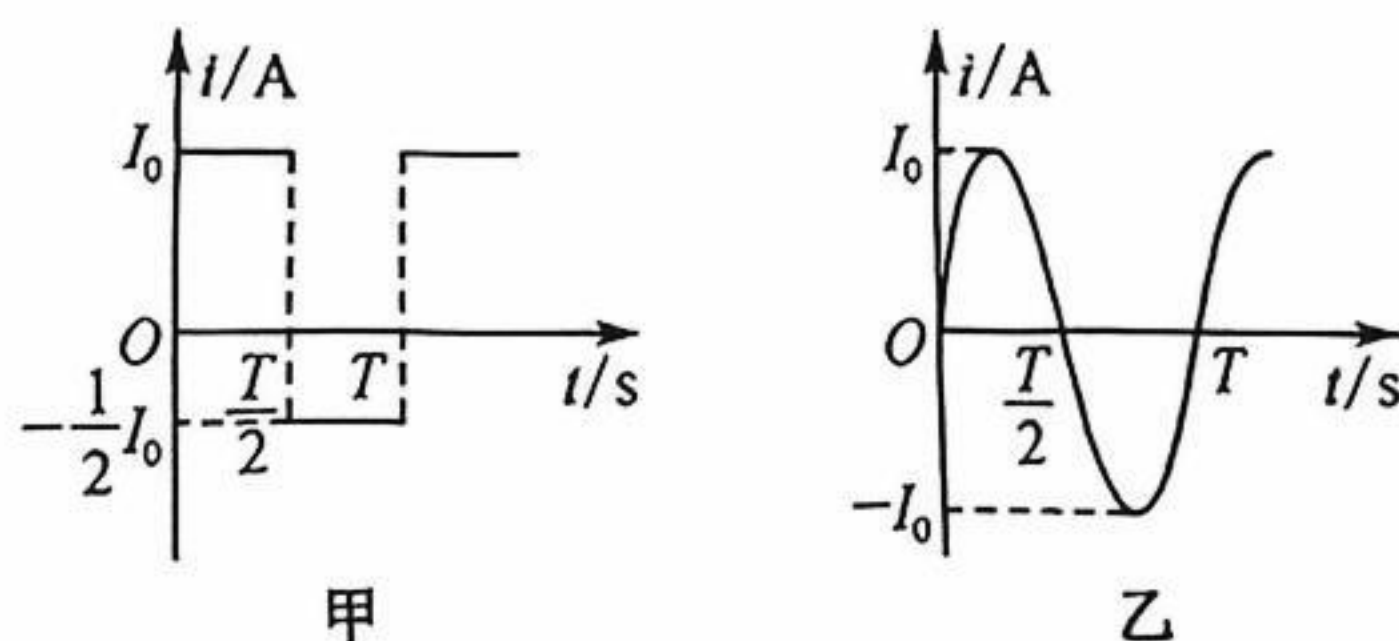
4. 如图所示, 一定质量的理想气体从状态 A 变化到状态 B 再变化到状态 C, 整个过程气体对外界做功为 100 J, AB 反向延长线过原点, BC 与横轴平行, 下列说法正确的是



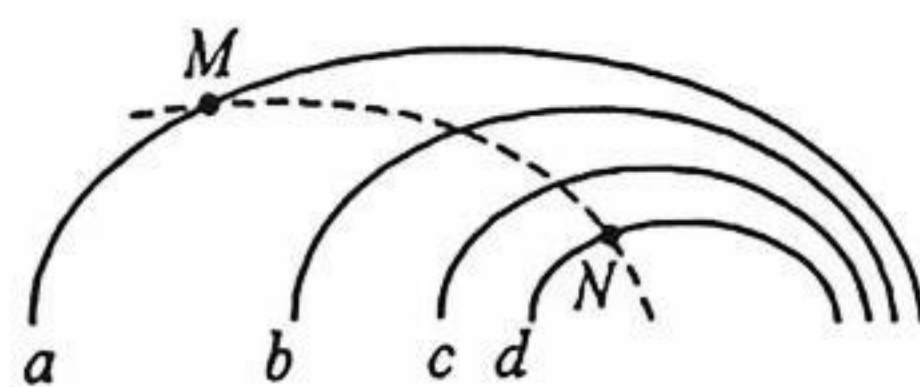
- A. 气体在状态 A 的体积为 $1.6 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
- B. 气体由状态 A 变化到状态 B 对外做的功小于 100 J
- C. 气体在状态 A 的压强为 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$
- D. 气体由状态 B 变化到状态 C 的过程放热

二、双项选择题: 本题共 4 小题, 每小题 6 分, 共 24 分. 每小题有两项符合题目要求, 全部选对的得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分.

5. A、B 是两个完全相同的电热器, A 通以如图甲所示的方波交变电流, B 通以如图乙所示的正弦式交变电流. 则 A、B 两个电热器的

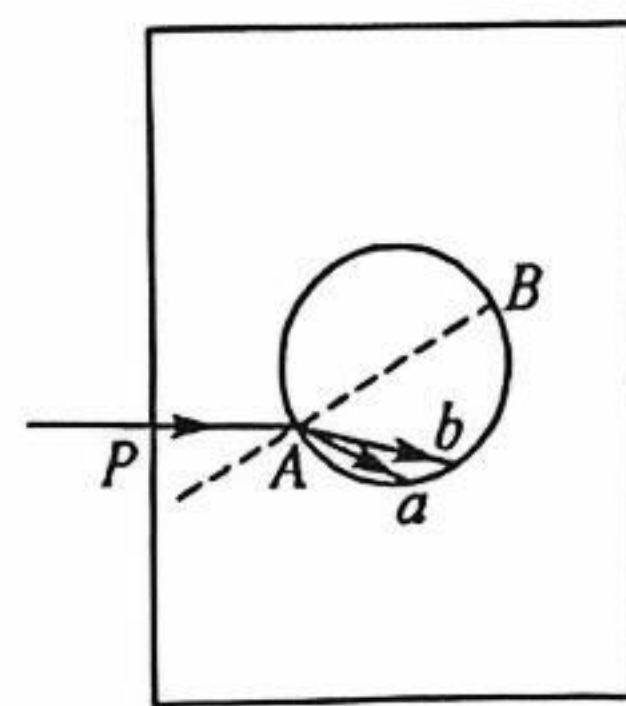


- A. 交变电流有效值之比为 $\sqrt{5} : 2$
 - B. 交变电压最大值之比为 $\sqrt{5} : 2$
 - C. 电功率之比为 4 : 5
 - D. 在一个周期 T 的时间内产生的电热之比为 5 : 4
6. 如图所示, a、b、c、d 是某电器内静电场中的等差等势线, 一个电子仅在电场力作用下从 M 点向 N 点运动, 轨迹如图中虚线所示, 则下列判断正确的是



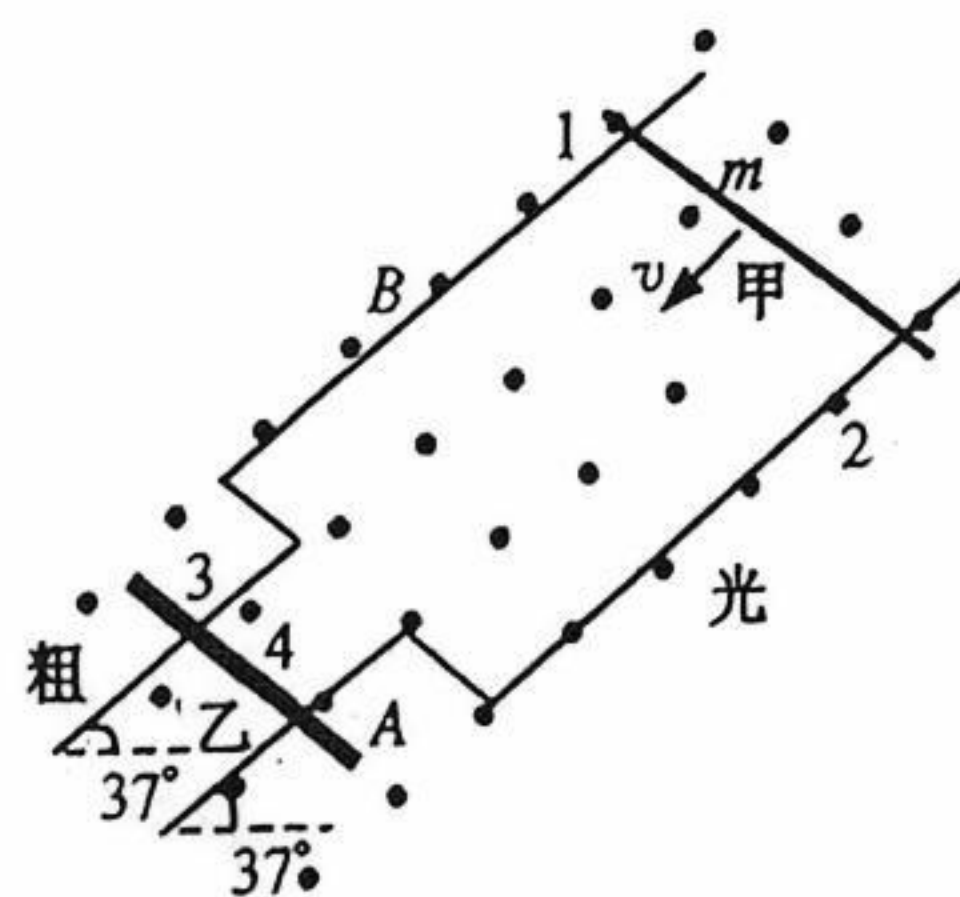
- A. 等势线 a 的电势比 b 的电势高
- B. 电子在 M 点的速度与加速度可能垂直
- C. 电子在 M 点的加速度比在 N 点加速度小
- D. 电子从 M 点运动到 N 点, 电场力一直做正功

7. 玻璃柱内有一个球形气泡,由 a 、 b 两种单色光组成的复合光垂直柱面进入玻璃,在 A 点发生折射进入气泡,折射光线如图所示, AB 是球的直径,则下列说法正确的是



- A. 玻璃对单色光 a 的折射率比 b 的小
- B. 单色光 a 的频率比 b 的大
- C. 光从 P 传播到 A ,单色光 a 传播的时间比 b 传播的时间长
- D. 将复合光向下平移,单光 b 会先发生全反射

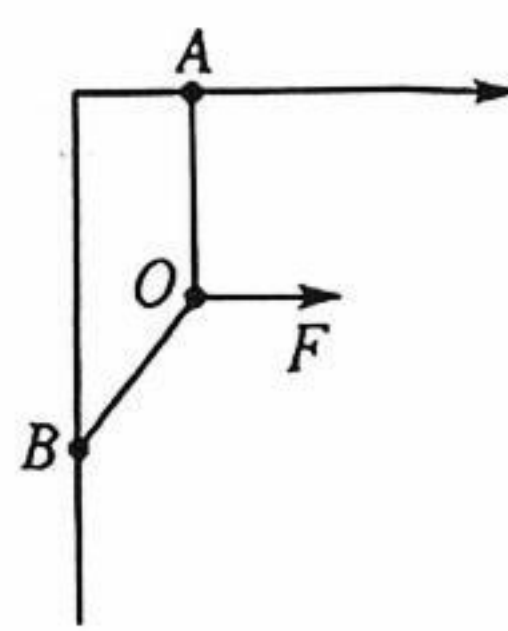
8. 如图所示,光滑的平行导轨 1、2 间距为 $3L$,粗糙的平行导轨 3、4 间距为 L ,导轨平面与水平面的夹角为 37° ,整个装置处在方向垂直斜面向上、磁感应强度为 B 的匀强磁场中,当质量为 m 、垂直于导轨 1、2 的金属棒甲沿着 1、2 以速度 v 匀速下滑时,质量为 $3m$ 的金属棒乙恰好垂直于导轨静止在 3、4 上,且乙受到的静摩擦力正好达到最大值,重力加速度为 g , $\sin 37^\circ = 0.6$ 、 $\cos 37^\circ = 0.8$,最大静摩擦力等于滑动摩擦力,下列说法正确的是



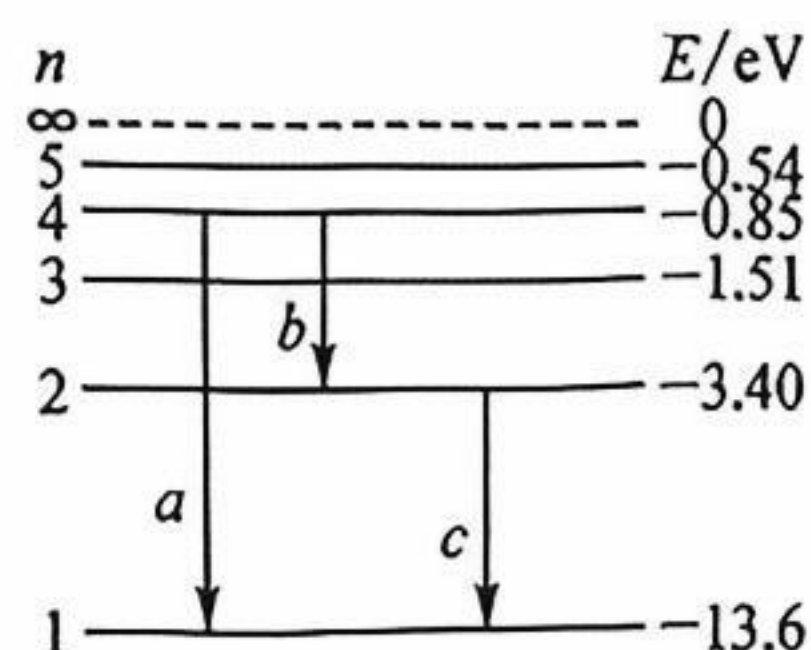
- A. 回路的电流为 $\frac{mg}{5BL}$
- B. 回路的总电阻为 $\frac{15B^2 L^2 v}{2mg}$
- C. 乙受到的静摩擦力沿着斜面向下
- D. 乙与 3、4 之间的动摩擦因数为 $\frac{5}{6}$

三、非选择题:共 60 分,其中 9、10、11 题为填空题,12、13 题为实验题,14~16 题为计算题. 考生根据要求作答.

9. (3 分)如图所示,重均为 G 的两光滑小环 A 和 B 用轻绳连接,分别套在水平和竖直的固定直杆上,在绳上 O 点施一水平力 F 拉紧轻绳,设法使整个系统处于静止状态. 随后使力 F 缓慢增大,则此过程中, OA 段绳中的张力始终 _____ G ,杆对 A 环的作用力始终 _____ $2G$, OB 段绳中的张力始终 _____ G . (三空均填“大于”“小于”或“等于”)

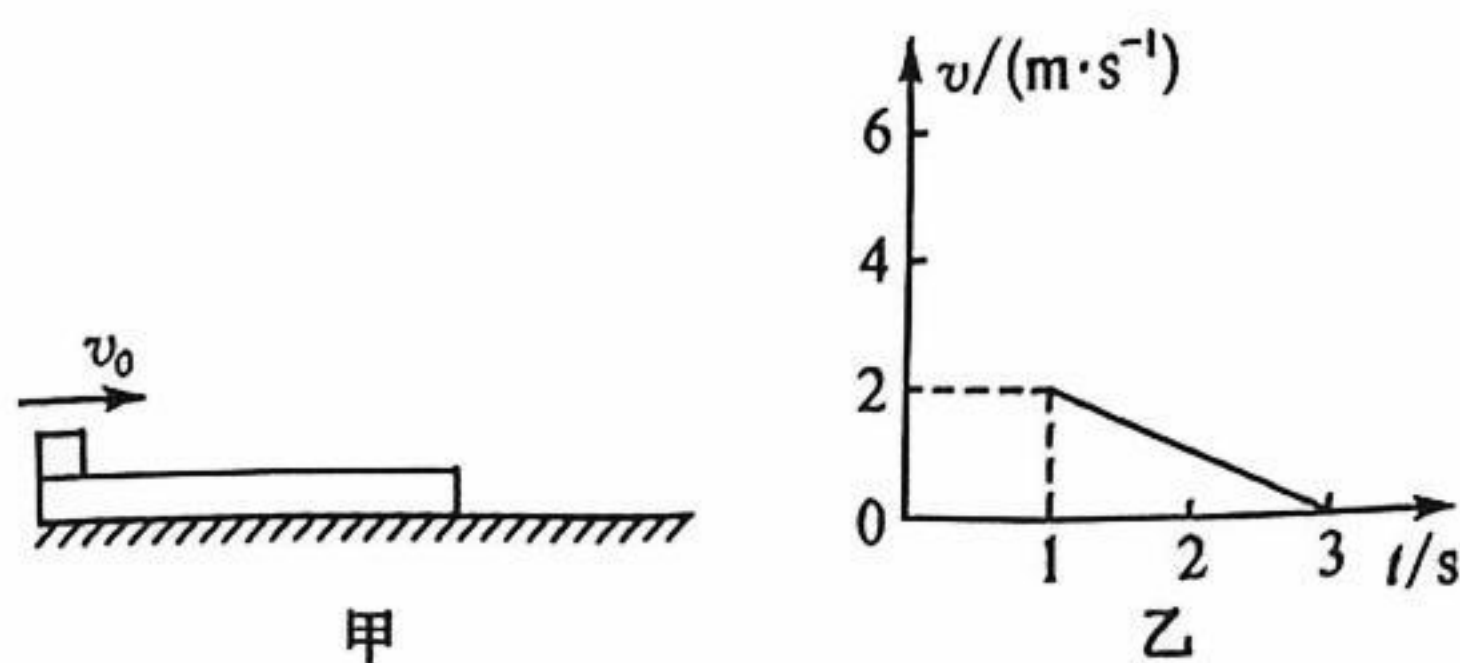


10. (3 分)氢原子从高能级向低能级跃迁时会辐射光子,图中 a 、 b 、 c 为氢原子辐射的三种光子. 则三种光子的能量 E 、频率 ν 、波长 λ 的关系为: $E_a =$ _____ (用 E_b 、 E_c 表示), $\nu_b =$ _____ (用 ν_a 、 ν_c 表示), $\lambda_a =$ _____ (用 λ_b 、 λ_c 表示).

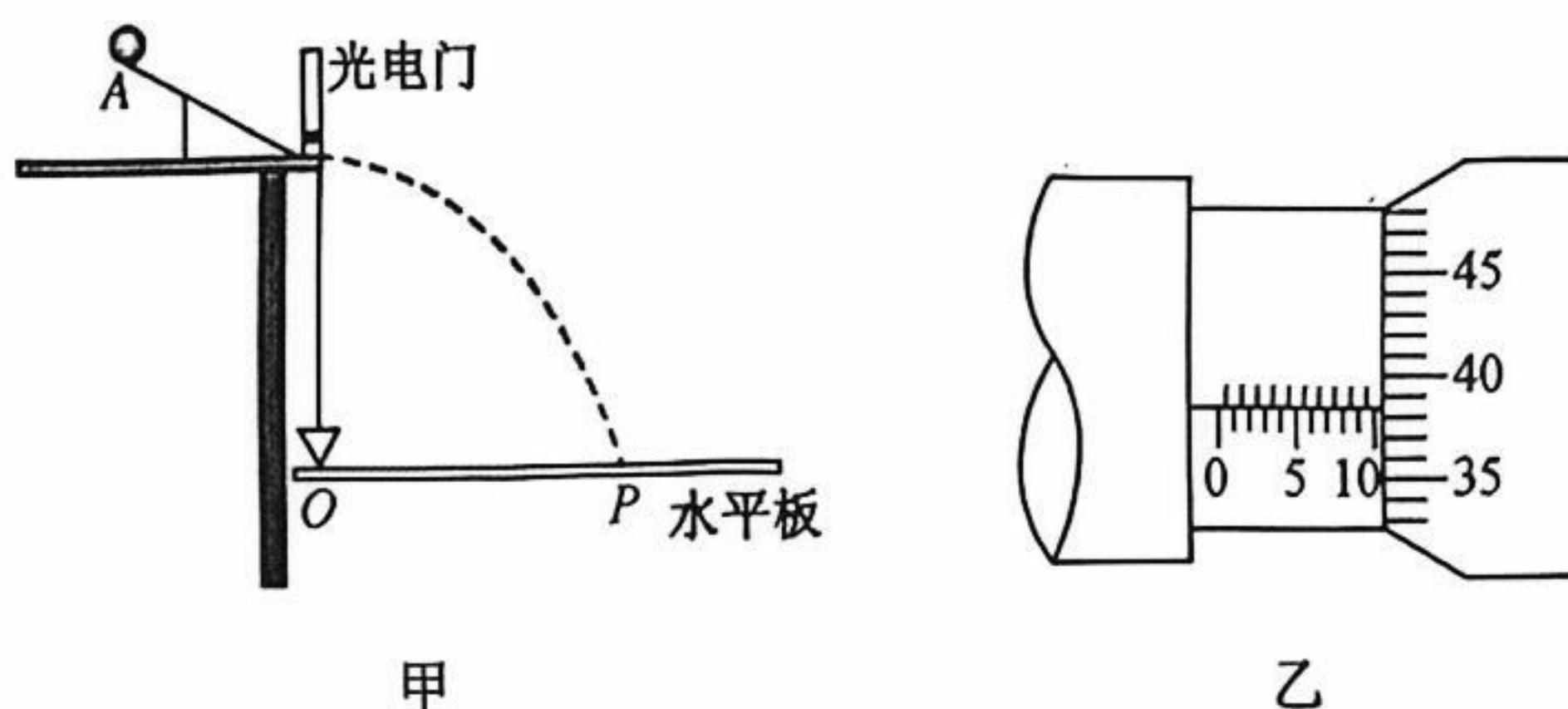


11. (3 分)如图甲所示,一长木板静止在粗糙的水平面上, $t=0$ 时刻开始,一小物块(可视为质点)以某一初速度从长木板的左端滑上长木板,最终静止在长木板上,小物块与长木板共速后的 $v-t$ 图像如图乙所示. 已知小物块与长木板的质量相等,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,则小物块与长木板间的动摩擦因

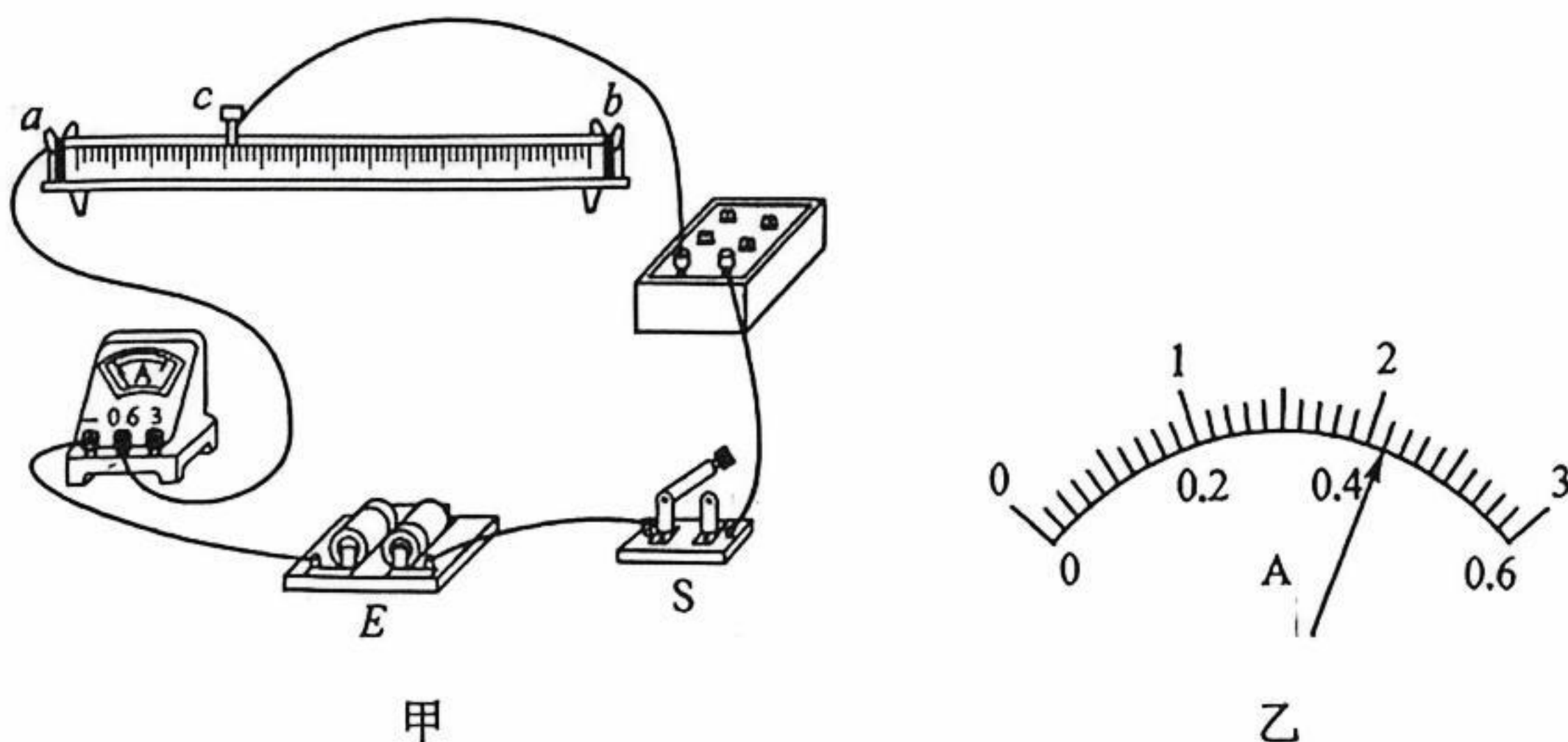
数为 $\mu_1 =$ _____, 长木板与水平面间的动摩擦因数为 $\mu_2 =$ _____, 小物块的初速度的大小为 $v_0 =$ _____ m/s.



12. (5 分) 某实验小组成员利用小球平抛运动测当地的重力加速度 g 的大小, 实验装置如图甲所示. 斜槽末端水平且末端槽口装有重垂线, 重锤尖端刚好与水平板上 O 点接触. 斜槽末端还装有光电门.



- (1) 用螺旋测微器测出小球的直径, 示数如图乙所示, 则小球直径 $d =$ _____ mm; 让小球从 A 点由静止释放, 若本次实验小球通过光电门挡光时间为 Δt , 则小球做平抛运动的初速度 $v_{01} =$ _____ (用 $d, \Delta t$ 表示); 重复三次, 将三次求得的小球做平抛运动的初速度求平均值, 作为小球做平抛运动的最终初速度 v_0 ;
- (2) 撤去光电门, 改变重垂线的长度和板的高度重复多次实验, 每次保持板水平, 重锤尖端刚好与水平板上 O 点接触, 小球均从 A 点由静止释放, 记录每次实验小球做平抛运动下落的高度 H 及水平位移 x , 作 $x^2 - H$ 图像, 得到图像是一条过原点的倾斜直线, 求得图像的斜率为 k , 则求得当地的重力加速度 $g =$ _____ (用 k, v_0 表示).
13. (7 分) 要测量一段金属丝的电阻率, 已测得金属丝的直径为 d , 要测量金属丝电阻, 小王同学设计了如图甲所示的实验电路. 用刻度尺测得金属丝接入电路的长度为 L .



(1) 闭合开关前, 小王同学将电阻箱接入电路的电阻调到最大, 金属夹 c 移到 a 端, 闭合开关, 调节电阻箱使电流表的指针偏转较大, 若指针指在图乙所示的位置, 这时电路中的电流 $I_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ A; 记录这时电阻箱接入电路的电阻为 R_1 ;

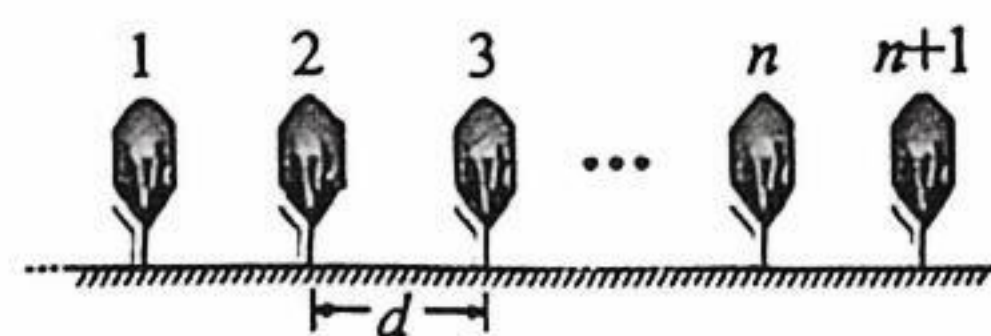
(2) 将金属夹 c 移到 b 端, 调节电阻箱, 使电流表的示数仍为 I_0 , 记录这时电阻箱接入电路的电阻 R_2 ; 求得该金属丝的电阻 $R_x = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 R_1 、 R_2 表示); 根据求得的和已知的物理量, 求得金属丝的电阻率 $\rho = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 R_1 、 R_2 、 d 、 L 表示);

(3) 小吴同学也用图甲装置测量该金属的电阻率, 闭合开关前, 小吴同学将电阻箱接入电路的电阻调到最大, 金属夹 c 移到 a 端, 闭合开关, 调节电阻箱使电流表的指针偏转较大, 记录电流表的示数 I , 电阻箱的电阻 R_0 ; 多次调节金属夹 c 的位置, 每次调节后, 记录 a 、 c 间的金属丝的长度 x , 调节电阻箱, 使电流表示数仍为 I , 记录电阻箱的电阻 R , 根据测得的多组 R 、 x 作 $R-x$ 图像, 得到图像的斜率为 k , 则求得金属丝的电阻率 $\rho = \underline{\hspace{2cm}}$ (用 k 、 d 表示). 测量结果偶然误差较小的是 (填“小王”或“小吴”) 同学测得的电阻率.

14. (11 分) 如图所示, 平直公路旁的小树间距相等都是 $d=7.5\text{ m}$, 某同学骑自行车停止用力后向右做匀减速运动, 加速度大小 $a=1\text{ m/s}^2$. 现测出他从 1 号小树运动到 2 号小树用时 $t=1\text{ s}$, 求该同学:

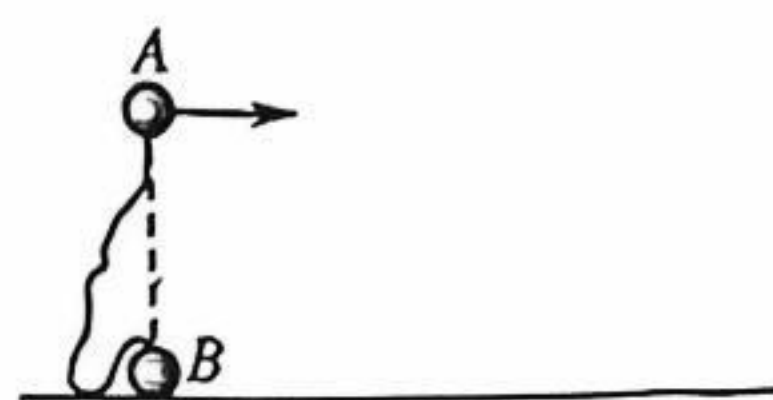
(1) 通过 1 号小树时的速度大小;

(2) 通过最后一棵小树时的速度大小.



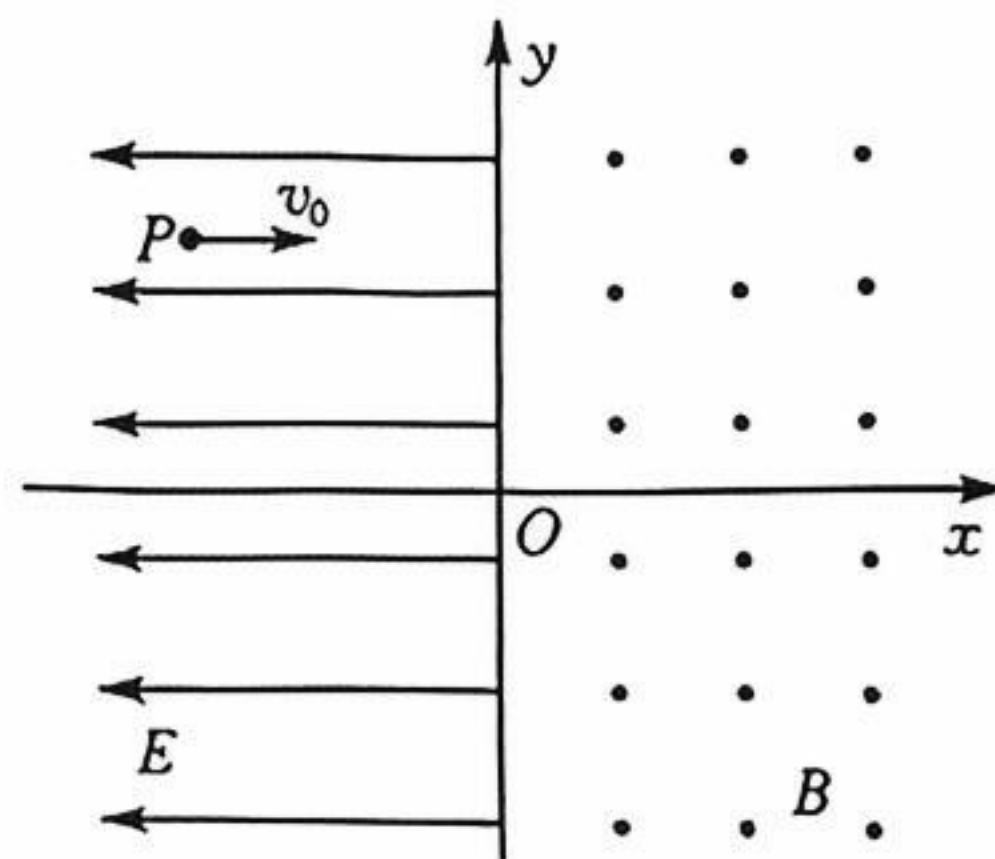
15. (12分) 某同学做如下实验: 将质量为 M 的小球 B 静止在光滑的水平地面上, 质量为 m 的小球 A 用长为 L 的弹性绳与 B 球连接, 将 A 球在 B 球正上方高 $\frac{1}{2}L$ 处以一定的初速度水平向右抛出, 使小球 A 落地时弹性绳刚好伸直. 设小球 A 与地面碰撞过程中, 竖直方向的分速度减为零, 水平方向分速度保持不变, 重力加速度为 g , 不计小球的大小, 弹性绳始终在弹性限度内.

- (1) 求小球 A 抛出的初速度大小;
- (2) 求弹性绳获得的最大弹性势能;
- (3) 若 B 球的质量可以改变, 多次改变 B 球的质量后重复实验, 则 B 球的质量多大时, 小球 B 获得的动能最大并求出最大值.



16. (16分) 如图所示, 平面直角坐标系的第一、四象限内有垂直于坐标平面向外的匀强磁场, 在第二、三象限内有沿 x 轴负方向的匀强电场. 一个质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的粒子从 $P(-\frac{\sqrt{3}}{2}d, \frac{\sqrt{3}}{2}d)$ 点在坐标平面内沿 x 轴正向以初速度 v_0 射入电场, 粒子进入磁场后, 经磁场偏转再次进入电场, 经过 y 轴的位置坐标为 $(0, \frac{\sqrt{3}}{8}d)$, 已知匀强电场的电场强度大小为 $\frac{\sqrt{3}mv_0^2}{4qd}$, 不计粒子的重力, 求:

- (1) 粒子在磁场中运动的速度大小;
- (2) 匀强磁场的磁感应强度大小;
- (3) 若在磁场中加一沿 y 轴正向的匀强电场, 电场强度大小为 $\frac{4\sqrt{3}mv_0^2}{27qd}$, 则粒子在磁场中的运动轨迹前后两次会经过同一点, 则这些点离 y 轴的距离为多少.



高三物理参考答案、提示及评分细则

1. B 当通电直导线垂直于磁场方向时,直导线所受的安培力最大,且 $F_m = BIL$,则磁感应强度的大小为 $B = \frac{F_m}{IL}$,选项 B 正确;匀强磁场的磁感应强度跟通电直导线所受的安培力、通电导线中的电流大小及通电导线与磁场方向所成的夹角均无关,选项 A、C、D 错误.
2. A 若波沿 x 轴的正方向传播,题图乙中的 L 点在 $t=0$ 时刻的振动方向向上,可见题图乙可能是 L 点的振动图像,选项 A 正确;若题图乙是 N 点的振动图像,即在 $t=0$ 时刻 N 点的振动方向向上,则波沿 x 轴的负方向传播,选项 B 错误; $t=0$ 时刻, K 、 M 两质点间的距离大于 $\frac{\lambda}{2}$,选项 C 错误;在 $0 \sim \frac{T}{8}$ 时间内,质点 L 通过的路程为 $\frac{\sqrt{2}}{2}A$,质点 K 通过的路程为 $A - \frac{\sqrt{2}}{2}A = \frac{2-\sqrt{2}}{2}A$,选项 D 错误.
3. D 两卫星在轨道 1 上运行时线速度大小相等,方向不同,选项 A 错误;由于两卫星的质量大小无法确定,因此两卫星变轨时发动机做功的大小无法比较,两卫星在椭圆轨道远地点受到地球引力大小无法比较,选项 B、C 错误;由 $G \frac{Mm}{r^2} = ma$ 可知,甲卫星在 B 点的加速度比乙卫星在 D 点的加速度小,选项 D 正确.
4. C 气体从状态 A 变化到状态 B 为等压过程,则 $\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B}$,解得 $V_A = 1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$,选项 A 错误;气体从状态 A 到状态 B 过程发生等压膨胀,状态 B 到状态 C 过程气体体积不变,因此整个过程气体对外做的功即为气体从 A 变化到 B 对外做的功,选项 B 错误;设等压过程气体压强为 p ,则 $W = p(V_B - V_A)$,解得 $p = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$,选项 C 正确;气体从状态 B 变化到状态 C 为等容变化,则 $W = 0$,根据热力学第一定律有 $Q = \Delta U > 0$,即该过程吸热,选项 D 错误.
5. AD 设两交变电流的有效值分别为 I_1 、 I_2 ,电热器电阻值为 R ,由 $I_1^2 RT = I_0^2 R \cdot \frac{T}{2} + \left(\frac{1}{2}I_0\right)^2 R \cdot \frac{T}{2}$,可得 $I_1 = \frac{\sqrt{10}}{4}I_0$,又 $I_2 = \frac{\sqrt{2}}{2}I_0$,故 $I_1 : I_2 = \sqrt{5} : 2$,选项 A 正确;根据公式 $U = IR$ 可得, A 、 B 两电热器交变电压的最大值之比为 $1 : 1$,选项 B 错误;根据公式 $P = I^2 R$ 及 $Q = I^2 Rt$ 可得, A 、 B 两个电热器的电功率之比、在一个周期 T 的时间内产生的电热之比均为 $5 : 4$,选项 C 错误,D 正确.
6. CD 电子运动过程中受到的电场力指向轨迹凹的一侧且与等势线垂直,因此电子在 M 点速度与加速度一定不垂直,选项 B 错误; M 点电场线垂直等势线向上,沿着电场线的方向电势逐渐降低,因此等势线 a 的电势比 b 的电势低,选项 A 错误; M 点等势线疏,因此 M 点电场强度比 N 点电场强度小,电子在 M 点加速度比在 N 点小,选项 C 正确;电子从 M 点运动到 N 点过程中,电场力与速度夹角始终小于 90° ,电场力一直在做正功,选项 D 正确.
7. BC 由图可知,玻璃对单色光 a 的折射程度大,折射率大,选项 A 错误;由三棱镜对光的色散现象及电磁波谱的分析可知,单色光的频率越大,同一介质对该单色光的折射率越大,选项 B 正确;根据公式 $n = \frac{c}{v}$ 可知,单色光 a 在玻璃中传播速度小,因此光从 P 传播到 A ,单色光 a 传播的时间比 b 传播的时间长,选项 C 正确;将复合光向下平移,入射角增大,由于 a 的折射率大,将会先发生全反射,选项 D 错误.

8. AD 对甲进行受力分析,由力的平衡可得 $BI \cdot 3L = mg \sin 37^\circ$,解得 $I = \frac{mg}{5BL}$,选项 A 正确;由法拉第电磁感应定律可得

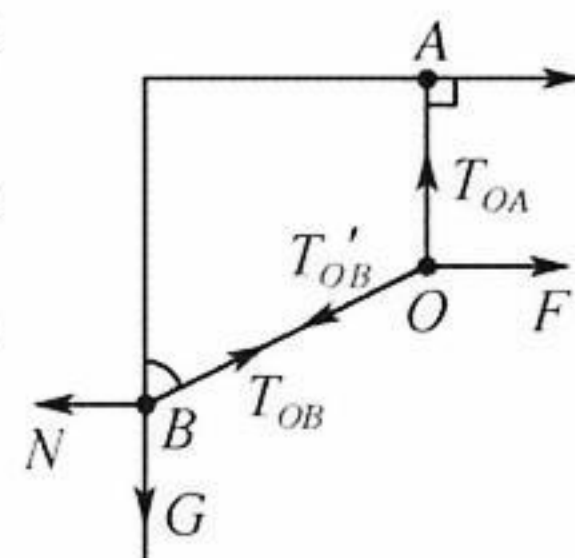
$E = B \cdot 3Lv$,由闭合电路欧姆定律可得 $I = \frac{E}{R}$,综合解得 $R = \frac{15B^2 L^2 v}{mg}$,选项 B 错误;由右手定则知甲中电流由 2 向 1,则

乙中电流的由 3 向 4,由左手定则可得乙受到的安培力沿着斜面向下,乙有沿着斜面向下的运动趋势,则乙受到的静摩擦力沿着斜面向上,选项 C 错误;由乙受到的静摩擦力沿着斜面向上达最大值,且最大静摩擦力等于滑动摩擦力,则有

$f_m = \mu \cdot 3mg \cos 37^\circ$,由力的平衡可得 $BIL + 3mg \sin 37^\circ = f_m$,综合解得 $\mu = \frac{5}{6}$,选项 D 正确.

9. 等于(1分) 等于(1分) 大于(1分)

解析:因小环光滑,则当系统静止时,OA 段绳垂直水平横杆,如图所示,对小环 B 以及节点 O 分析可知,OA 段绳中的张力等于小环 B 的重力 G,则力 F 缓慢增大时,OA 段绳中的张力始终等于 G 不变;对小环 A、B 组成的整体,竖直方向 $F_{NA} = G_A + G_B = 2G$;根据小环 B 的受力情况可知, $T_{OB} > G$.



10. $E_b + E_c$ (1分) $\nu_a - \nu_c$ (1分) $\frac{\lambda_b \lambda_c}{\lambda_b + \lambda_c}$ (1分)

解析:辐射光子能量等于两能级的差,由能级图可知 $E_a = E_b + E_c$;由 $h\nu_a = h\nu_b + h\nu_c$ 可知 $\nu_b = \nu_a - \nu_c$;由 $\frac{hc}{\lambda_a} = \frac{hc}{\lambda_b} + \frac{hc}{\lambda_c}$,得

$$\frac{1}{\lambda_a} = \frac{1}{\lambda_b} + \frac{1}{\lambda_c}, \lambda_a = \frac{\lambda_b \lambda_c}{\lambda_b + \lambda_c}.$$

11. 0.4(1分) 0.1(1分) 6(1分)

解析:依题意,1~3 s 时间内,小物块与长木板共同运动的加速度大小为 $a = \mu_2 g$,由题图乙可知 $a = 1 \text{ m/s}^2$,综合可得 $\mu_2 = 0.1$;在 0~1 s 时间内,小物块做匀减速直线运动,加速度的大小为 $a_1 = \mu_1 g$,长木板做匀加速直线运动,加速度的大小为 $a_2 = (\mu_1 - 2\mu_2)g$,易知 $a_2 = 2 \text{ m/s}^2$,综合可得 $\mu_1 = 0.4$,对小物块的运动有 $v_1 = v_0 - a_1 t_1$,其中 $v_1 = 2 \text{ m/s}$, $t_1 = 1 \text{ s}$,于是得到 $v_0 = 6 \text{ m/s}$.

12. (1) 10.385 (10.383~10.387 均可,2分) $\frac{d}{\Delta t}$ (1分) (2) $\frac{2v_0^2}{k}$ (2分)

解析:(1) 小球直径 $d = 10 \text{ mm} + 0.01 \text{ mm} \times 3.4 = 10.034 \text{ mm}$;小球做平抛运动的初速度 $v_{01} = \frac{d}{\Delta t}$;

(2) $H = \frac{1}{2}gt^2$, $x = v_0 t$,得到 $x^2 = \frac{2v_0^2}{g}H$;结合题意有 $\frac{2v_0^2}{g} = k$,得到 $g = \frac{2v_0^2}{k}$.

13. (1) 0.42 (1分) (2) $R_1 - R_2$ (1分) $\frac{\pi d^2}{4L}(R_1 - R_2)$ (2分)

(3) $-\frac{k\pi d^2}{4}$ (2分) 小吴 (1分)

解析:(1) 示数为 $I_0 = 0.02 \text{ A} \times 21 = 0.42 \text{ A}$;

(2) 金属丝的电阻 $R_x = R_1 - R_2$;根据电阻定律, $R_x = \rho \frac{L}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2}$,联立解得 $\rho = \frac{\pi d^2}{4L}(R_1 - R_2)$;

(3) 根据题意知, $R_0 = R + \rho \frac{x}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2}$,解得 $R = R_0 - \frac{4\rho}{\pi d^2}x$,根据题意, $-\frac{4\rho}{\pi d^2} = k$,解得 $\rho = -\frac{k\pi d^2}{4}$.由于小王同学根据测

得的两组数据求得电阻,偶然误差较大;小吴同学根据测得的多组数据采用图像法处理数据,可以减小偶然误差,因此小吴同学测得的结果误差较小.

14. 解:(1)设该同学通过 1 号小树时的速度为 v_0 ,根据匀变速运动规律有

$$d = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_0 = 8 \text{ m/s} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) \text{由 1 号小树到停止运动,由运动学公式有 } 0 - v_0^2 = -2ax \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } x = 32 \text{ m} = 4d + 2 \text{ m} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{可见,通过最后一棵小树是 5 号小树,则有 } v_5^2 = 2ax_5 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{其中 } x_5 = 2 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_5 = 2 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

15. 解:(1)设小球 A 的初速度大小为 v_0 ,小球 A 抛出后做平抛运动,则

$$\frac{1}{2} L = \frac{1}{2} g t^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$L = v_0 t \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_0 = \sqrt{gL} \quad (1 \text{ 分})$$

(2)小球 A 与地面碰撞后沿水平方向的速度大小为 v_0 ,弹性绳获得最大弹性势能时,A、B 两球共速,设共速为 v ,则

$$\text{根据动量守恒 } mv_0 = (m+M)v \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{根据能量守恒 } E_{\text{pm}} = \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{1}{2} (m+M) v^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } E_{\text{pm}} = \frac{mMgL}{2(m+M)} \quad (2 \text{ 分})$$

(3)当弹簧绳再次恢复正常时,小球 B 的动能最大.设此时 A 球速度大小为 v_1 、B 球速度大小为 v_2 ,则

$$\text{根据动量守恒 } mv_0 = mv_1 + Mv_2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{根据机械能守恒 } \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} M v_2^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立两式解得 } v_2 = \frac{2m}{m+M} v_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{此时小球 B 的动能 } E_k = \frac{1}{2} M v_2^2 = \frac{1}{2} M \frac{4m^2 v_0^2}{(m+M)^2} = \frac{2m^2 v_0^2}{\left(\frac{m}{\sqrt{M}} + \sqrt{M}\right)^2} \quad (1 \text{ 分})$$

当 $\frac{m}{\sqrt{M}} = \sqrt{M}$ 时,即 $M=m$ 时,小球 B 的动能最大,最大动能

$$E_{\text{km}} = \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m g L \quad (1 \text{ 分})$$

16. 解:(1)设粒子刚进磁场时的速度大小为 v ,则

$$-qE \frac{\sqrt{3}}{2} d = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 \quad (2 \text{ 分})$$

因此粒子在磁场中运动的速度大小 $v = \frac{1}{2}v_0$ (2 分)

(2) 粒子进磁场的位置离 O 点距离为 $y_1 = y_P = \frac{\sqrt{3}}{2}d$ (1 分)

粒子第二次进电场的位置离 O 点距离为 $y_2 = \frac{\sqrt{3}}{8}d$ (1 分)

粒子在磁场中运动半个圆周, 则粒子在磁场中做圆周运动的半径为

$$r = \frac{y_1 - y_2}{2} = \frac{3\sqrt{3}}{16}d \quad (2 \text{ 分})$$

根据牛顿第二定律 $qvB = m \frac{v^2}{r}$ (1 分)

$$\text{解得 } B = \frac{8\sqrt{3}mv_0}{9qd} \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 将粒子进磁场时的速度分解为沿 x 轴正方向大小为 v_1 、 v_2 的两个分速度, 且

$$qv_1B = qE' \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_1 = \frac{1}{6}v_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{则 } v_2 = \frac{1}{2}v_0 - v_1 = \frac{1}{3}v_0 \quad (1 \text{ 分})$$

粒子在磁场中的运动分解为以速度 v_1 做匀速直线运动, 以速度 v_2 做匀速圆周运动, 由于 $v_2 > v_1$, 因此粒子的运动轨迹上有多多个粒子两次经过的点. 设做匀速圆周运动分运动的周期为 T , 则

$$T = \frac{2\pi m}{qB} = \frac{9\pi d}{4\sqrt{3}v_0} \quad (1 \text{ 分})$$

画粒子进入复合场后的运动轨迹图如图所示

根据运动的对称性可知, 粒子两次经过的点离 y 轴的距离

$$x = v_1 \cdot \frac{T}{2} + nv_1T \quad (n=0, 1, 2, 3, \dots) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{即 } x = \frac{\sqrt{3}\pi d}{16} + \frac{\sqrt{3}n\pi d}{8} \quad (n=0, 1, 2, 3, \dots) \quad (1 \text{ 分})$$

