

高三物理

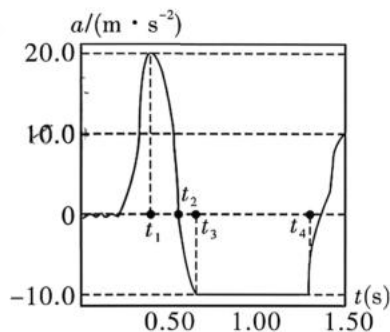
本试题卷分选择题和非选择题两部分,共 8 页。时量 75 分钟,满分 100 分。

一、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. 量子技术是当前物理学应用研究的热点,下列关于量子论的说法正确的是

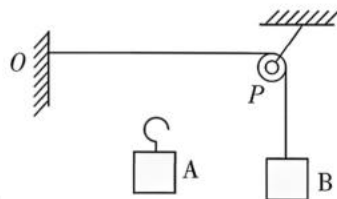
- A. 普朗克认为黑体辐射的能量是连续的
- B. 光电效应实验中,红光照射可以让电子从某金属表面逸出,若改用紫光照射也可以让电子从该金属表面逸出
- C. 康普顿研究石墨对 X 射线散射时,发现散射后仅有波长小于原波长的射线成分
- D. 德布罗意认为质子具有波动性,而电子不具有波动性

2. 很多智能手机都有加速度传感器,能通过图像显示加速度情况,用手掌托着智能手机,打开加速度传感器,把手机向上抛出,然后在抛出点接住手机,得到如图所示的加速度随时间变化的图像,图中 $t_1 = 0.33 \text{ s}$, $t_2 = 0.58 \text{ s}$, $t_3 = 0.76 \text{ s}$, $t_4 = 1.36 \text{ s}$,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,下列说法不正确的是



- A. t_1 时刻手机的加速度最大,速度不是最大
- B. t_2 时刻手机离开手掌
- C. t_3 时刻手机处于失重状态
- D. 手机离开手掌后上升的最大高度为 0.45 m

3. 如图所示,一足够长的轻质细绳一端固定于竖直墙壁上的 O 点,另一端跨过大小可忽略、不计摩擦的定滑轮 P 悬挂物块 B , OP 段的绳子水平,长度为 L 。现将一带光滑挂钩的物块 A 挂到 OP



段的绳子上, A 、 B 物块最终静止。已知 A (包括挂钩)、 B 的质量比为 $\frac{m_A}{m_B} =$

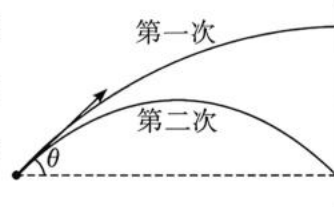
$\frac{8}{5}$, $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$, 则此过程中物块 B 上升的高度为

- A. L
- B. $\frac{L}{2}$
- C. $\frac{4}{5}L$
- D. $\frac{2}{3}L$

学校 班级 姓名 学号

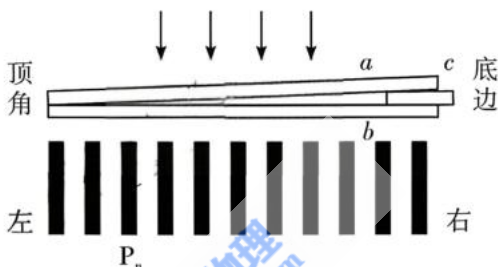
密封线内不要答题

4. 篮球运动是大众喜爱的体育活动。假设某篮球运动员在练习投篮时,两次球出手的位置和速度方向保持不变(即抛出速度与水平方向的夹角 θ 保持不变),第一次击中篮板时速度方向为水平,第二次击中篮板的位置与抛出点处于同一高度,如图所示。则第一次与第二次投球过程中篮球初速度的比值是

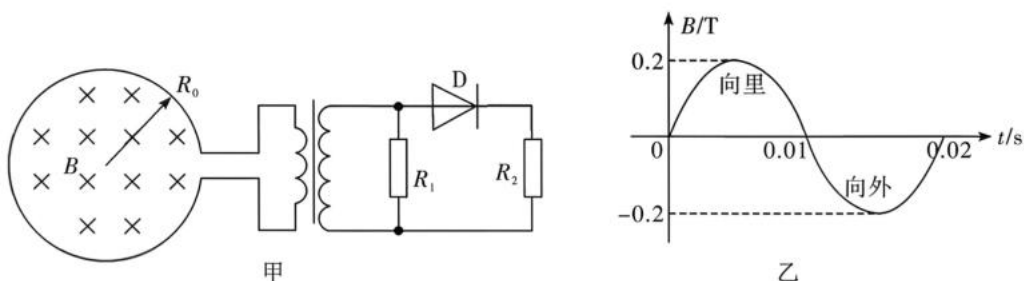


- A. 2 B. $\sqrt{2}$ C. $\frac{1}{2}$ D. $\frac{\sqrt{2}}{2}$

5. 劈尖干涉是一种薄膜干涉,如图所示。将一块平板玻璃 a 放置在另一平板玻璃 b 之上,在一端夹入一张薄纸片 c ,从而在两玻璃表面之间形成一个劈形空气薄膜,当红光从上方入射后,从上往下看有明暗相间的干涉条纹。下列说法正确的是



- A. 当纸片 c 向右往底边方向拉出少许,图中的条纹间距会变得宽一些
 B. 保持其他条件不变,仅将红光换成绿光从上方入射,则干涉条纹会变疏
 C. 若增大红光射到平板玻璃 a 上表面的入射角,则红光有可能在平板玻璃 a 的下表面发生全反射
 D. 若平板玻璃 b 的上表面某处有一个细小的凹坑,则此处对应的干涉条纹会向右弯曲
6. 如图甲所示,一圆形线圈面积 $S = \pi R_0^2 = 100 \text{ cm}^2$,匝数 $N = 100$,电阻不计,处于匀强磁场中,磁感应强度 B 随时间 t 正弦变化的图像如图乙所示(取垂直纸面向里为正方向),线圈距离右边电路无穷远,且线圈开口极小。导线框右边与理想变压器的原线圈连接,已知变压器的原、副线圈的匝数比为 $1 : 10$,与副线圈连接的电阻 $R_1 = R_2 = 200 \Omega$, D 为理想二极管,下列说法正确的是



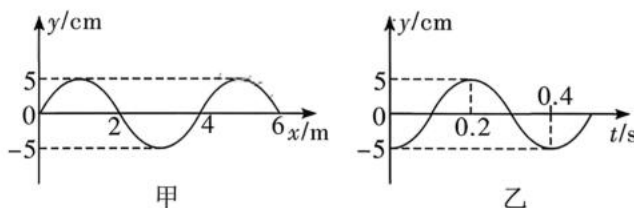
- A. $t=0.01\text{ s}$ 时,圆形线圈中有逆时针方向的电流
- B. $t=0.005\text{ s}$ 时,原线圈中电势差为 $20\pi\text{ V}$
- C. $0\sim 0.005\text{ s}$ 内,圆形线圈内流过的电荷量为 0.01 C
- D. 1 s 内原线圈输入的能量为 $200\pi^2\text{ J}$

7. 随着我国航天事业的发展,人们畅想研制一种核聚变能源星际飞行器。从某星球表面发射的星际飞行器在飞行过程中只考虑该星球引力,不考虑自转,该星球可视为质量分布均匀的球体,半径为 R_0 ,表面重力加速度为 g_0 。质量为 m 的飞行器与星球中心距离为 r 时,引力势能为 $mg_0R_0^2\left(\frac{1}{R_0}-\frac{1}{r}\right)(r\geq R_0)$,若要使飞行器经历最少变轨次数到达距离星球表面高度为 $2R_0$ 的轨道上做匀速圆周运动,则下列说法正确的是

- A. 飞船到达目标轨道做匀速圆周运动时,其引力势能为 $\frac{mg_0R_0}{2}$
- B. 从发射到变轨,经历的最短时间为 $2\pi\sqrt{\frac{R_0}{g_0}}$
- C. 发射的初速度为 $\sqrt{\frac{3}{2}g_0R_0}$
- C. 第一次变轨时,推进器对飞行器做功 $\frac{1}{6}mg_0R_0$

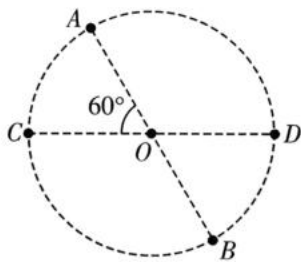
二、选择题(本题共 3 小题,每小题 5 分,共 15 分。在每小题给出的四个选项中,有多项是符合题目要求。全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分)

8. 一简谐横波沿 x 轴方向传播,已知 $t=0.9\text{ s}$ 时的波形图如图甲所示,图乙是 $x=2\text{ m}$ 处的质点的振动图像,下列说法正确的是

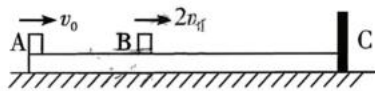


- A. 该简谐横波沿 x 轴正方向传播
- B. 该简谐横波的波速为 20 m/s
- C. 该简谐横波遇到尺寸为 10 m 的障碍物时,不能发生衍射
- D. $x=0.5\text{ m}$ 处的质点,在 $t=0.95\text{ s}$ 时到达平衡位置,且沿 y 轴负方向运动

9. 如图所示,半径为 R 、圆心为 O 的圆处于匀强电场中,电场方向与圆平面平行, AB 和 CD 为该圆直径。 $\angle AOC=60^\circ$,电子从 A 点移动到 B 点,电场力做功为 $W(W>0)$;若将该电子从 C 点移动到 D 点,电场力做功为 $3W$,电子电荷量的值为 e ,下列说法正确的是



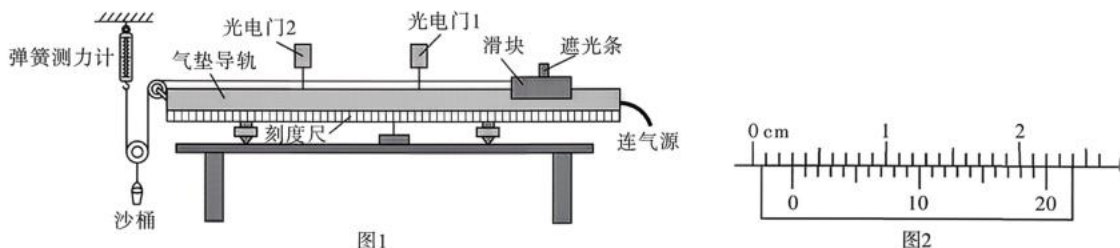
- A. B 点电势低于 D 点电势
- B. 匀强电场方向与 CD 连线所成夹角的正切值为 $\frac{\sqrt{3}}{9}$
- C. 该匀强电场的场强大小为 $\frac{\sqrt{21}W}{6eR}$
- D. 若将该电子从 C 点移动到 B 点,电场力做功 $\frac{1}{2}W$
10. 如图, C 是放在光滑水平面上的一块右端有固定挡板的长木板,在木板的上面有两块可视为质点的小滑块 A 和 B ,三者的质量均为 m ,滑块 A 、 B 与木板间的动摩擦因数均为 μ ,最初木板 C 静止。 A 以初速度 v_0 从 C 的左端水平向右滑上木板 C ,同时, B 以初速度 $2v_0$ 从木板上某一位置水平向右滑上木板 C 。在之后的运动过程中 B 曾以 $\frac{4}{3}v_0$ 的速度与 C 的右挡板发生过一次弹性碰撞,重力加速度为 g 。则对整个运动过程说法正确的是



- A. 滑块 A 的最小速度为 $\frac{2}{3}v_0$
- B. 滑块 A 的最小速度为 $\frac{5}{6}v_0$
- C. AB 刚滑上木板 C 时,二者之间的最小距离为 $\frac{5v_0^2}{12\mu g}$
- D. AB 刚滑上木板 C 时,二者之间的最小距离为 $\frac{7v_0^2}{12\mu g}$

三、非选择题(本大题共 5 题,共 57 分)

11. (8 分)某实验小组用图 1 所示的装置探究加速度与力的关系。滑块与遮光条的总质量为 M 。



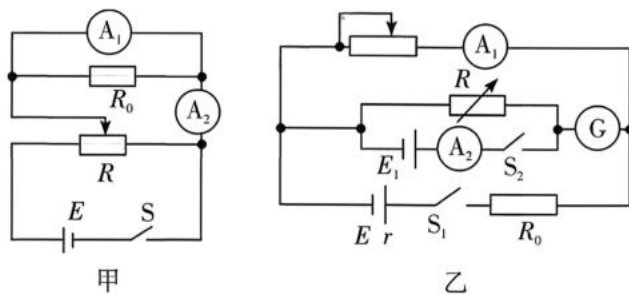
(1)用游标卡尺测出遮光条的宽度,示数如图 2 所示,则遮光条宽度 d = _____ mm;

(2)实验前需要调节气垫导轨使其水平:不悬挂沙桶和动滑轮,接通气源,轻推滑块使其依次通过光电门 1、2,记录滑块通过两光电门 1、2 时遮光条的挡光时间 t_1 、 t_2 ,如果 $t_1 > t_2$,则应调节气垫导轨底座螺钉,使气垫导轨右端适当调_____ (填“高”或“低”),直至轻推滑块后,滑块通过两光电门的挡光时间相等;

(3)本实验_____ (填“需要”或“不需要”)满足沙桶的总质量远小于滑块与遮光条的总质量;

(4)按图 1 装置,做好各种调节后进行实验,测出两光电门间的距离 L ,多次改变沙桶中沙的质量进行实验,记录每次实验中弹簧测力计的示数 F 及滑块通过两光电门 1、2 时遮光条的挡光时间 t_1 、 t_2 ,根据测得的数据,以 $\frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2}$ 为纵轴,以 F 为横轴作图像,如果图像是一条过原点的倾斜直线,且图像的斜率为_____ (用 M 、 L 、 d 表示),表明质量一定时,加速度与合外力成正比。

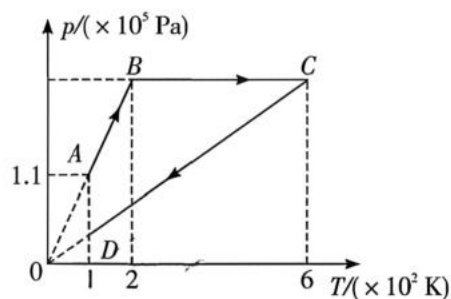
12. (8 分)新型硅基负极材料标志着低成本高硅负极技术的重大突破,硅基负极电池内阻很小,电动势约为 3.7 V,某实验小组为了准确测量某硅基电池的电动势 E 和内阻 r ,设计了如下两组实验:



(1)利用图甲测量定值电阻 R_0 的大小。已知电流表 A_1 的内阻为 R_{A1} , 测量得到电流表 A_1 的读数为 I_1 , 电流表 A_2 的读数为 I_2 , 则定值电阻 R_0 = _____。从设计原理看,其测量值_____ (填“大于”“小于”或“等于”)真实值。

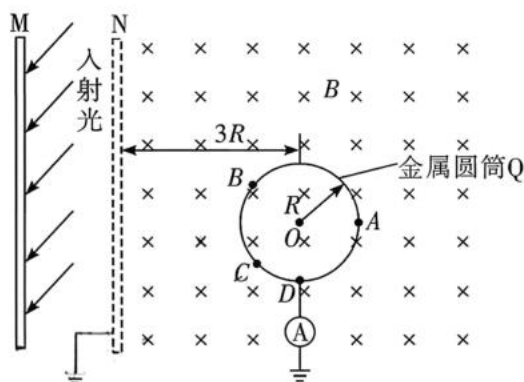
(2)乙实验中,闭合开关 S_1 、 S_2 ,调节滑动变阻器和电阻箱,使电流计 G 示数为 0,记录 A_1 示数 I_1 , A_2 示数 I_2 ,电阻箱示数 R ,重复调节滑动变阻器和电阻箱,每次都使电流计 G 示数为 0,记录电阻箱取不同值时对应的 A_1 和 A_2 的示数,做出 I_2R-I_1 图像,若图像的纵截距为 b ,斜率的绝对值为 k ,则该硅基电池的电动势 $E=$ _____, 内阻 $r=$ _____ (用 b 、 k 、 R_0 表示)。

13. (10 分)一定质量的某种理想气体,沿 $p-T$ 图像中箭头所示方向,从状态 A 开始先后变化到状态 B、C、D,其中状态 A 和状态 D 温度相同, BA、CD 的延长线经过坐标原点。已知气体在状态 A 时的体积为 1.0 L。求:



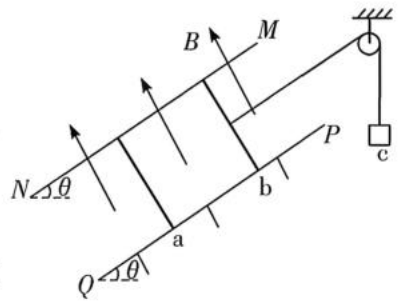
- (1)气体在状态 C 时的体积 V_C ;
 (2)气体在 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ 过程中吸收的总热量 Q 。

14. (15分) 如图所示为某研究光电效应的装置示意图。足够大的金属板 M 和金属筛网 N 竖直正对放置, 金属筛网 N 接地, 且只能让速度方向垂直其平面的粒子通过。筛网右侧分布有区域足够大, 方向平行于金属板且水平向里、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。沿磁场方向放置一半径为 R 的足够长金属圆筒 Q, 其轴线 O 与筛网 N 的距离为 $3R$, 圆筒通过导线和内阻为 r_0 的电流表 A 接地, 其最右侧壁记为 A 点。现用频率为 ν_1 的光照射板 M 右表面时, 当金属圆筒不带电时, 以最大初动能出射的电子, 只能射到圆筒上以 A 点和 C 点为界的 ABC 弧上, 而 ADC 弧上各点均不能接收到电子。已知电子质量为 m , 电荷量为 e , 普朗克常量为 h , 忽略运动电子间的相互作用。



- (1) 求逸出光电子的最大初速度 v_0 以及弧 ABC 对应的圆心角;
- (2) 若逐渐降低入射光频率, 发现某时刻电流表 A 的示数恰为零, 求此时入射光的频率 ν_2 ;
- (3) 若在金属板 M 和筛网 N 间加 $-$ 电压 U (M 板电势小于 0), 仍以频率为 ν_1 的光照射 M 板右表面, 当金属圆筒 Q 上电荷量达到相对稳定后, 测得电流表 A 的示数为 I 。求电流恒定时电子到达圆筒 Q 时的最大速度 v 。

15. (16分) 如图所示, 两根足够长的平行金属导轨 MN 、 PQ , 电阻忽略不计, 固定在倾角 ($\theta=30^\circ$) 的斜面上, 间距为 $L=1\text{ m}$, 整个空间分布着磁感应强度大小为 $B=1\text{ T}$ 、方向垂直导轨平面向上的匀强磁场。将两根金属棒 a 、 b 放置在导轨上, 并用绝缘轻绳绕过定滑轮将 b 和物块 c 连接, 滑轮左侧轻绳与导轨平行, 右侧轻绳竖直。已知 a 、 b 棒的长度均为 L , 电阻均为 $R=1\ \Omega$, a 、 b 的质量分别为 $m_a=0.2\text{ kg}$, $m_b=0.1\text{ kg}$ 。金属棒 a 、 b 始终与导轨垂直且接触良好, 与导轨间动摩擦因数均为 μ , 其他摩擦不计。初始时 b 、 c 间轻绳恰好绷直, a 、 b 始终在导轨上, c 始终在竖直方向运动且不会碰到地面和滑轮。重力加速度 g 取 10 m/s^2 。



- (1) 若 $\mu=\frac{\sqrt{3}}{3}$, 同时由静止释放 a 、 b 、 c , 发现 a 棒能始终保持静止, 求 c 的最大质量 m_{c1} ;
- (2) 若 $\mu=0$, 将 c 的质量调整为 $m_{c2}=0.15\text{ kg}$, 同时由静止释放 a 、 b 、 c , 详细说明 a 、 b 最终能达到的运动状态, 并求 a 棒运动位移 $d=2\text{ m}$ 的过程中流过 a 棒的电荷量 q ;
- (3) 若 $\mu=0$, 将 c 的质量调整为 $m_{c3}=0.2\text{ kg}$, 同时由静止释放 a 、 b 、 c , 若经时间 $t_0=\frac{176}{25}\text{ s}$ 可认为系统达到稳定状态, 求此时相对于释放时 a 、 b 棒之间增加的距离 Δx 。

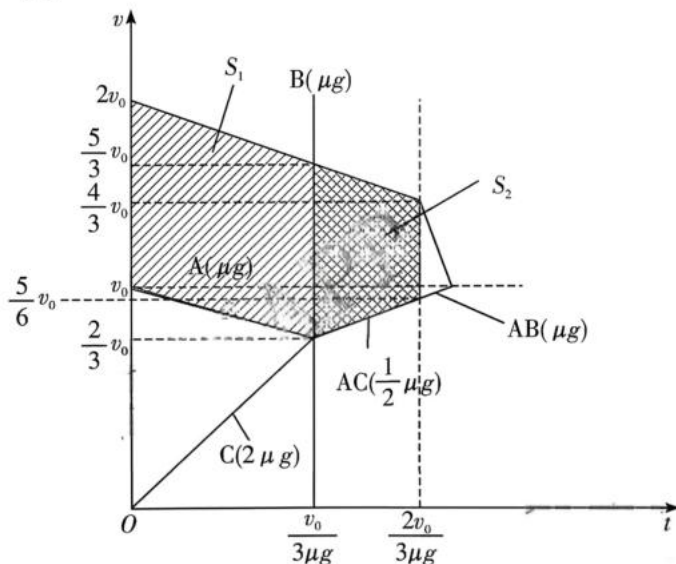
高三物理参考答案

一、二选择题(1~7 每小题 4 分。8~10 每小题 5 分,选对但不全得 3 分)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	B	B	D	B	A	C	C	AD	AB	AD

2. B **【解析】** t_1 时刻手机的加速度最大,方向向上,与速度方向相同,手机向上加速,则速度不是最大,故 A 正确; t_2 时刻,加速度为零,合力为零,则手掌对手机的作用力不为零,手机不可能脱离手掌,故 B 错误; t_3 时刻,加速度方向向下,手机处于失重状态,故 C 正确;手机在 $t_3=0.76$ s 离开手掌后做竖直上抛运动, $t_4=1.36$ s 被接住,则上升高度 $h=\frac{1}{2}gt^2=0.45$ m,故 D 正确。
5. A **【解析】**当纸片 c 向右往底边方向拉出少许,相邻亮条纹(或暗条纹)之间的距离变大,干涉条纹条纹间距变大,条纹变疏,故 A 正确;保持其他条件不变,仅将红光换成绿光从上方入射,根据条纹间距公式,由于波长减小,间距变小,则干涉条纹会变密,故 B 错误;根据光路的可逆性,若增大红光射到平板玻璃 a 上表面的入射角,则红光仍将从玻璃板射出,不会发生全反射,故 C 错误;若平板玻璃 b 的上表面某处有一个细小的凹坑,则亮条纹提前出现,即相应的干涉条纹会向左往顶角方向弯曲一点,故 D 错误。
6. C **【解析】**在 $t=0.01$ s 时,磁感应强度 $B=0$,但磁通量的变化率最大。根据 $B-t$ 图像,此时图像的斜率为负,表示穿过线圈向里(正方向)的磁通量在减小。根据楞次定律,感应电流产生的磁场方向应为向里,以阻碍磁通量的减小。再根据安培定则,可知感应电流方向为顺时针,A 错误;在 $t=0.005$ s 时,磁感应强度 B 达到最大值, $B-t$ 图像的切线斜率为零,此时线圈中产生的感应电动势为零,原线圈两端的电势差为零,B 错误;在 $0\sim 0.005$ s 时间内,根据法拉第电磁感应定律,原线圈中的平均感应电动势为 $\bar{E}_1=N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=40$ V,副线圈的平均电动势 $\bar{E}_2=40\times 10$ V=400 V,流过 R_1 的平均电流为 $I=\frac{E_2}{R_1}=2$ A,流过 R_1 的电荷量为 $q=It=2\times 0.005$ C=0.01 C,C 正确;原线圈中电动势的最大值为 $E_{\max}=NSB_{\max}\omega=20\pi$ V,有效值为 $U_1=10\sqrt{2}\pi$ V,副线圈两端电压的有效值为 $U_2=100\sqrt{2}\pi$ V,电阻 R_2 消耗的功率为 $P_1=\frac{U_2^2}{R_1}=100\pi^2$ W,由于理想二极管 D 的单向导电性,电阻 R_2 只在半个周期内有电流通过,其消耗的功率是正常工作时的一半,即 $P_2=\frac{P_1}{2}=\frac{U_2^2}{R_1}=50\pi^2$ W,则副线圈的总输出功率为 $P=150\pi^2$ W,在 1 s 内原线圈输入的能量为 $E=P_{\text{入}}\cdot t=150\pi^2\times 1$ J= $150\pi^2$ J,D 错误。
7. C **【解析】**卫星距离星球球心 $3R_0$,则引力势能为 $mg_0R_0^2\left(\frac{1}{R_0}-\frac{1}{3R_0}\right)=\frac{2mg_0R_0}{3}$,故 A 错误;根据黄金代换公式,有 $GM=g_0R_0^2$ 。若要经历最小的变轨次数,则发射后飞行器应该位于近地点为地表,远地点距地表 $2R_0$ 的椭圆轨道,设初速度为 v_0 (亦为近地点速度),则远地点速度为 $\frac{1}{3}v_0$,根据机械能守恒: $\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}m\left(\frac{1}{3}v_0\right)^2+mg_0R_0^2\left(\frac{1}{R_0}-\frac{1}{3R_0}\right)$,联立解得 $v_0=\sqrt{\frac{3}{2}g_0R_0}$,故 C 正确;从发射到变轨,经历的最短时间即为椭圆轨道的半周期,而椭圆轨道的周期与半径为 $2R_0$ 的圆周运动轨道周期相同,则 $\frac{GMm}{(2R_0)^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}\cdot 2R_0$,联立得 $T=4\pi\sqrt{\frac{2R_0}{g_0}}$,故最短时间为 $2\pi\sqrt{\frac{2R_0}{g_0}}$,故 B 错误;卫星变轨前速度为 $\frac{1}{3}v_0$,一次变轨后到达预定圆周轨道,设变轨后的速度为 v_1 ,则 $\frac{GMm}{(3R_0)^2}=\frac{mv_1^2}{3R_0}$,该过程推进器做功 $W=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}m\left(\frac{1}{3}v_0\right)^2=\frac{1}{12}mg_0R_0$,故 D 错误。
9. AB **【解析】**取向上和向右为 x,y 方向,设电场的分量分别为 E_x,E_y 。电子从 A 点移动到 B 点时, $-eE_x\cdot R+(-eE_y)\cdot(-\sqrt{3}R)=W$,电子 C 点移动到 D 点时, $-eE_x\cdot 2R=3W$,联立解得: $E_x=-\frac{3W}{2eR},E_y=-\frac{\sqrt{3}W}{6eR}$,则 $E=\sqrt{E_x^2+E_y^2}=\frac{\sqrt{21}W}{3eR}$,设场强方向与 CD 连线所成夹角为 θ ,则 $\tan\theta=\frac{E_y}{E_x}=\frac{\sqrt{3}}{9}$,由此可知 $\theta<30^\circ$,故 D 点电势更高,故 C 错误,AB 正确;将该电子从 C 点移动到 B 点,等价于从 C 点移动到 O 点再到 B 点,电场力做功 $2W$,故 D 错误。

10. AD 【解析】设 ABC 三者的最终为 v , 对 A、B、C 三者组成的系统, 由动量守恒定律得 $mv_0 + 2mv_0 = 3mv$, 解得 $v = v_0$, 设木块 A 在整个过程中的最小速度为 v' , 所用时间为 t , 由牛顿第二定律得: 对滑块 A, $a_1 = \mu g$; 对滑块 B, $a_2 = \mu g$, 对木板 C, $a_3 = 2\mu g$, 当滑块 A 与木板 C 的速度相等时, 木块 A 的速度最小, 则有 $v_0 - \mu g t = 2\mu g t$, 解得 $t = \frac{v_0}{3\mu g}$, 滑块 A 在整个过程中的最小速度为 $v' = v_0 - \mu g t = \frac{2}{3}v_0$, 故 A 正确, B 错误; 当滑块 B 的速度变为 $\frac{4}{3}v_0$ 所需要的时间为 t' , 所以 $t' = \frac{2v_0}{3\mu g}$, 此时, AC 有共同速度 $v_2 = \frac{2v_0}{3} + \frac{1}{2}\mu g \cdot \frac{v_0}{3\mu g} = \frac{5v_0}{6}$, BC 碰撞后 B 具有最小速度, 对 BC 组成的系统, 碰后交换速度, 则 B 的速度为 $v_3 = \frac{5}{6}v_0$, C 的速度为 $v_4 = \frac{4}{3}v_0$, 此后 AB 共速, 故 AB 之间的最小距离为 t' 时间内二者的相对位移, 根据图像得, 最小距离为 $S_1 + S_2 = \frac{v_0 + v_0}{2} \cdot \frac{v_0}{3\mu g} + \frac{v_0 + (\frac{4}{3}v_0 - \frac{5}{6}v_0)}{2} \cdot \frac{v_0}{3\mu g} = \frac{7v_0^2}{12\mu g}$, 故 C 错误, D 正确。



三、非选择题(本题共 5 小题, 共 57 分)

11. (8 分, 每空 2 分) (1) 3.00 (2) 低 (3) 不需要 (4) $\frac{2I_s}{Md^2}$

12. (8 分, 每空 2 分) (1) $\frac{I_1 R_{A1}}{I_2 - I_1}$ 等于 (2) $b \quad k - R_0$

13. (10 分) 【解析】(1) 气体从 A 到 B 经历等容变化过程, 从 B 到 C 经历等压变化过程,

由盖-吕萨克定律得 $\frac{V_B}{T_B} = \frac{V_C}{T_C}$ (2 分)

解得 $V_C = 3 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ (2 分)

(2) 气体从 A 到 B 及从 C 到 D 经历等容变化过程, 外界对气体不做功。

从 A 到 B 过程由查理定律得 $\frac{p_A}{T_A} = \frac{p_B}{T_B}$ (2 分)

解得 $p_B = 2.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

从 B 到 C 过程, 外界对气体做功为: $W = -p_B(V_C - V_B)$ (2 分)

解得 $W = -440 \text{ J}$ 。由于 $T_A = T_D$, 气体内能不变, 故 $\Delta U = 0$ 。

气体经历 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ 过程, 根据热力学第一定律得: $\Delta U = W + Q$ (1 分)

解得 $Q = 440 \text{ J}$ (1 分)

14. (15 分) 【解析】(1) 根据题意, 逸出初速度最大的光电子在磁场中运动的轨道半径 $r_1 = 4R$ (1 分)

由 $Bev_0 = \frac{mv_0^2}{r_1}$ (2 分)

得 $v_0 = \frac{4eBR}{m}$

设 OC 连线与金属圆筒水平直径之间的夹角为 θ , 根据几何关系有 $5R \cos \theta = 3R$ (1 分)

则 $\theta = 53^\circ$, 故弧所对圆心角为 233° (1 分)

(2)用频率 ν_1 的光照射金属板 M 时,根据爱因斯坦光电效应方程得 $h\nu_1 = \frac{1}{2}mv_0^2 + W_0$ (2分)

入射光的频率为 ν_2 时,所有电子恰好不能打在圆筒 Q,可知 $r' = 2R$ (1分)

设逸出光电子的最大初速度为 v' ,则有 $ev'B = \frac{mv'^2}{r'}$ (1分)

由爱因斯坦光电效应方程得 $h\nu_2 = \frac{1}{2}mv'^2 + W_0$ (1分)

联立解得 $\nu_2 = \nu_1 - \frac{6e^2 B^2 R^2}{mh}$ (1分)

(3)稳定时,圆筒上电荷不再增加,电流表 A 两端电压为 $U_A = Ir_0$ (1分)

以最大速度打到金属圆筒的粒子,射到圆柱表面时速度满足 $eU - eU_A = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ (2分)

解得 $v = \sqrt{\frac{2e(U - Ir_0)}{m} + \frac{16e^2 B^2 R^2}{m^2}}$ (1分)

15. (16分)【解析】(1)当棒 b 运动后,要保证金属棒 a 始终静止,允许通过的最大电流为 I_1 ,

根据平衡条件有 $m_a g \sin \theta + \mu m_a g \cos \theta = BI_1 L$ (1分)

解得 $I_1 = 2 \text{ A}$

对棒 b 分析,做加速度减小的加速运动,最终匀速时电流最大,根据平衡条件有

$m_c g = m_b g \sin \theta + \mu m_b g \cos \theta + BI_1 L$ (1分)

解得 $m_c = 0.3 \text{ kg}$ (2分)

(2)对 a、b、c 整体,动量守恒且总动量为 0,最终均做匀速运动。设最终 a 的速度为 v_1 ,位移为 x_1 ,b、c 整体的速度为 v_2 ,位移为 x_2 ,根据动量守恒有, $m_a v_1 = (m_b + m_c) v_2$ (1分)

故 $\frac{x_1}{x_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{5}{4}$ (1分)

棒切割磁感线产生的电动势相互叠加,回路中的电流为 $I = \frac{BL(v_1 + v_2)}{2R}$

对棒分析,受力平衡,故 $BIL = m_a g \sin 30^\circ$ (1分)

联立解得 $v_1 = \frac{10}{9} \text{ m/s}, v_2 = \frac{8}{9} \text{ m/s}$ (1分)

当 a 棒运动位移 $d = 2 \text{ m}$ 时,b 棒运动位移为 $d' = \frac{4}{5}d = 1.6 \text{ m}$ (1分)

根据 $q = \frac{BL(d + d')}{2R}$

解得 $q = 1.8 \text{ C}$ (1分)

(3)稳定后,最终均做匀变速运动,设加速度为 a ,对整体分析: $m_c g - (m_a + m_b) g \sin \theta = (m_a + m_b + m_c) a$,

解得 $a = 1 \text{ m/s}^2$ (1分)

设刚稳定时,a、b 速度分别为 v_1, v_2 (v_1, v_2 均为矢量),相对速度为 $v_{\text{相}} = v_2 - v_1$,

对 a 棒分析: $\frac{B^2 L^2 v_{\text{相}}}{2R} - m_a g \sin \theta = m_a a$ (1分)

解得 $v_{\text{相}} = v_2 - v_1 = 2.4 \text{ m/s}$

对 a、b、c 整体,研究 $0 \sim t_0$ 时间内,根据动量定理

$(m_a + m_b + m_c) a \cdot t_0 = m_a v_1 + (m_b + m_c) v_2$ (1分)

联立解得 $v_1 = 5.6 \text{ m/s}, v_2 = 8 \text{ m/s}$ (1分)

对 a 棒,根据动量定理: $-m_a g \sin \theta \cdot t_0 + \sum \frac{B^2 L^2 v_{\text{相}}'}{2R} \cdot \Delta t = m_a v_1$ (1分)

解得 $\Delta x = \sum v_{\text{相}}' \Delta t = 16.32 \text{ m}$ (1分)