

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 用油膜法估测油酸分子直径的实验中，一滴油酸酒精溶液中油酸的体积为 V ，油膜面积为 S ，油酸的摩尔质量为 M ，阿伏伽德罗常数为 N_A 。下列说法正确的是 ()

- A. 一个油酸分子的质量为 $\frac{M}{N_A}$
- B. 一个油酸分子的体积为 $\frac{V}{N_A}$
- C. 油酸的密度为 $\frac{M}{V}$
- D. 油酸分子的直径为 $\frac{V}{S}$

2. 一个氘核与一个氚核结合成一个氦核同时放出中子，释放 17.6 MeV 的能量，这也是“人造太阳”的工作原理。已知氘核、氚核、氦核和中子的质量分别为 m_1 、 m_2 、 m_3 和 m_4 ，下列说法正确的是 ()

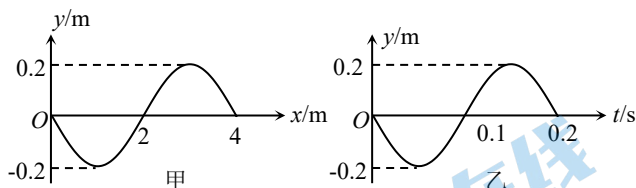
- A. 该核反应方程是 ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2{}_0^1\text{n}$
- B. 该核反应中的核燃料是当前核电站采用的核燃料
- C. $m_1 + m_2 > m_3 + m_4$
- D. 该核反应可以在常温下进行

3. 做功和热传递都可以改变物体的内能。以下说法正确的是

- A. 物体放出热量，内能一定减少
- B. 物体对外做功，内能一定减少
- C. 物体吸收热量，同时对外做功，内能一定减少
- D. 物体放出热量，同时对外做功，内能一定减少

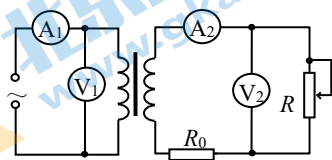
4. 图甲为一列简谐横波在 $t=0$ 时刻的波形图，图乙为 $x=2\text{m}$ 处质点的振动图像。下列判断正确的是

- A. 波沿 x 轴负方向传播
- B. 传播速度为 20m/s
- C. $t=0.1\text{s}$ 时， $x=2\text{m}$ 处质点的加速度最大
- D. 波源在一个周期内走过的路程为 4m



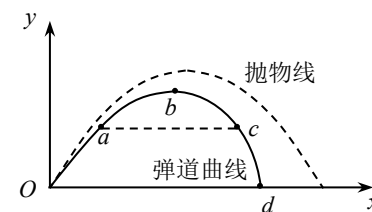
5. 如图所示，理想变压器输入电压保持不变。若将滑动变阻器的滑动触头向下移动，下列说法正确的是 ()

- A. 电表 A_1 、 A_2 的示数都增大
- B. 电表 V_1 、 V_2 的示数都不变
- C. 原线圈输入功率减小
- D. 电阻 R_0 消耗的电功率减小



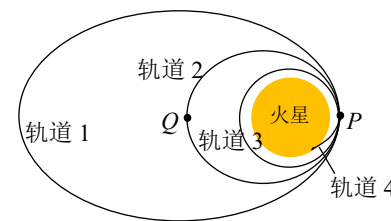
6. 由于空气阻力的影响，炮弹的实际飞行轨迹不是抛物线，而是“弹道曲线”，如图中实线所示。图中虚线为不考虑空气阻力情况下炮弹的理想运动轨迹， O 、 a 、 b 、 c 、 d 为弹道曲线上的五点，其中 O 点为发射点， d 点为落地点， b 点为轨迹的最高点， a 、 c 为运动过程中经过的距地面高度相等的两点。下列说法正确的是 ()

- A. 到达 b 点时，炮弹的速度为零
- B. 到达 b 点时，炮弹的加速度为零
- C. 炮弹经过 a 点时的速度大于经过 c 点时的速度
- D. 炮弹由 O 点运动到 b 点的时间大于由 b 点运动到 d 点的时间



7. 2020 年 5 月 15 日中国的火星探测器天问 1 号成功在火星表明着陆，如图为天问 1 号的降落器“祝融”运行的降低轨道示意图，由椭圆轨道 1、椭圆轨道 2、圆轨道 3、最终经过轨道 4 落在火星表面附近，最后启动主发动机进行反冲，稳稳的落在火星表面， P 点是它们的内切点。关于探测器的上述运动过程中，下列说法中正确的是 ()

- A. 飞船在轨道 1 和轨道 2 上运动时的机械能相等
- B. 飞船在轨道 2 上由 Q 点向 P 点运动的过程中速度增大，机械能减小
- C. 飞船在轨道 1 上运行经过 P 点的速度大于在轨道 2 上运行经过 P 点的速度
- D. 轨道 4 可以看做平抛运动的轨迹



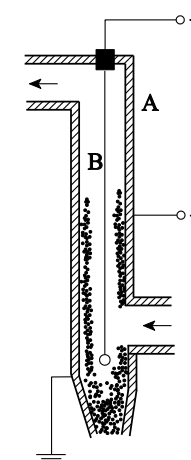
8. 如图所示，学生练习用头颠球。某一次足球从静止开始下落 20cm，被竖直顶起，离开头部后上升的最大高度仍为 20cm。已知足球与头部的作用时间为 0.1s，足球的质量为 0.4kg，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，不计空气阻力。下列说法正确的是 ()

- A. 头部对足球的平均作用力为足球重力的 8 倍
- B. 与头部作用过程中，足球动量变化量大小为 $1.6\text{kg}\cdot\text{m/s}$
- C. 下落到与头部刚接触时，足球动量大小为 $1.6\text{kg}\cdot\text{m/s}$
- D. 从最高点下落至重新回到最高点的过程中，足球重力的冲量为 0

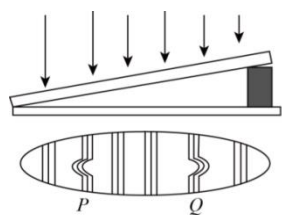


9. 气候变化是人类面临的最严峻挑战之一，2021 年 3 月召开的中央财经委员会第九次会议指出，实现“碳达峰”、“碳中和”是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革。以煤作燃料的工厂、电站，每天排出的烟气带走大量的煤粉，右图为静电除尘的原理示意图。除尘器由金属管 A 和悬挂在管中的金属丝 B 组成，A 和 B 分别接到高压电源的两极，它们之间有很强的电场，空气中的气体分子被强电场电离成为电子和正离子。正离子被吸引到 B 上，得到电子，又成为分子。电子在向正极运动的过程中，遇到烟气中的煤粉，使煤粉带负电，吸附到正极上，最后在重力作用下，落入下面的漏斗中。有关这一物理情境下列说法正确的是 ()

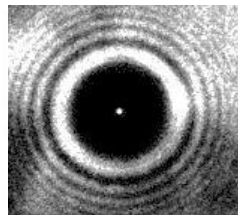
- A. 空气分子在距离金属丝 B 越近的地方越容易被电离
- B. 带上负电的煤粉在向 A 运动的过程中做匀变速运动
- C. 带上负电的煤粉在向 A 运动的过程中其运动轨迹为抛物线
- D. 带上负电的煤粉在向 A 运动的过程中其电势能增大



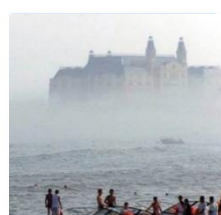
10. 下列说法正确的是 ()



图甲 工件检测



图乙 泊松亮斑



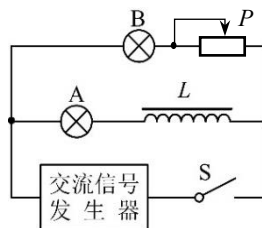
图丙 海市蜃楼



图丁 立体电影

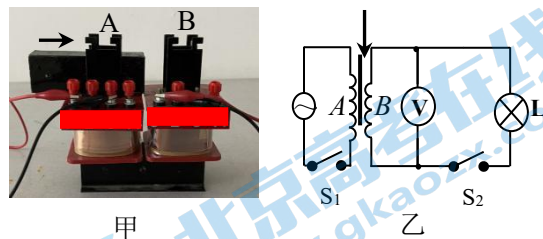
- A. 检验工件平整度的操作中, 如图甲所示, 上面为标准件, 下面为待检测工件, 通过干涉条纹可推断出 P 为凸处、 Q 为凹处
- B. 图乙为光照射到小圆孔得到的衍射图样
- C. 图丙海市蜃楼是光的全反射现象, 原因是由于海面的上层空气的折射率比下层空气折射率小
- D. 图丁的原理和照相机镜头表面涂上增透膜的原理是相同的

11. 如图所示, 灯泡 A 与带铁芯的电感器 L 串联, 另一个完全相同的灯泡 B 与滑动变阻器串联, 两路并联接在以正弦交流信号发生器为电源的两端。通过调节交流信号发生器上的旋钮, 可以改变输出电压和信号的频率。实验开始前将滑动变阻器滑片 P 置于最右侧, 电源内阻可忽略。闭合开关 S , A 、 B 两灯均发光。关于该实验, 下列说法中错误的是 ()



- A. 保持交流信号频率不变, 适当提高输出电压, 发现 A 灯始终比 B 灯暗
- B. 保持输出电压不变, 提高交流信号频率, 发现 A 灯变暗, B 灯亮度不变
- C. 保持输出电压和信号频率不变, 将滑片 P 向左滑动, B 灯变暗, A 灯亮度不变
- D. 断开开关 S , 发现 B 灯立即熄灭, A 灯闪亮一下然后熄灭

12. 某同学做探究变压器工作原理实验时, 他用多用电表的欧姆挡正确测量了完全相同的两个螺线管的不同匝数 A 、 B 线圈的电阻值分别为 12Ω 和 3Ω , 如图所示。某同学先去掉可拆变压器上压紧横条的胶木螺钉, 并将横条放在 U 形铁芯的左侧上。变压器左边的螺线管 A 接 $12V$ 低压交流电源上, 右边的螺线管 B 接一个标称为“ $3.0V$ 、 $1.0A$ ”的小灯泡和电阻值可视为无穷大电压传感器。闭合电键 S_1 , 断开电键 S_2 后, 把横条铁芯慢慢推向右侧, 直至与右侧完全闭合。正确说法的是 ()

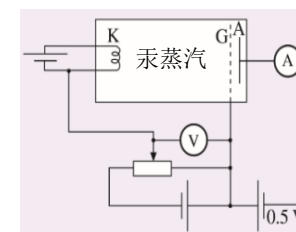


- A. 线圈 A 、 B 的匝数之比是 $1:4$
- B. 电压传感器示数为一个定值
- C. 穿过螺线管 B 的最大磁通量在逐渐增加
- D. 铁芯完全闭合后再闭合电键 S_2 , 小灯泡能正常发光

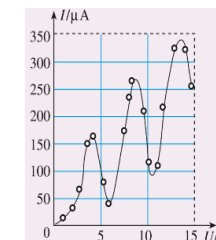
13. 某个量 D 的变化量 ΔD , 与发生这个变化所用时间 Δt 的比值 $\frac{\Delta D}{\Delta t}$, 叫做这个量 D 的变化率。下列说法正确的是 ()

- A. 若 D 表示某质点做平抛运动的速度, 则 $\frac{\Delta D}{\Delta t}$ 是恒定不变的
- B. 若 D 表示某质点做竖直上抛运动离抛出点的高度, 则 $\frac{\Delta D}{\Delta t}$ 一定变大
- C. 若 D 表示某质点做匀速圆周运动的动量, 则 $\frac{\Delta D}{\Delta t}$ 是恒定不变的
- D. 若 D 表示某质点的动能, 则 $\frac{\Delta D}{\Delta t}$ 越大, 质点所受外力做的总功就越多

14. 弗兰克-赫兹实验是研究汞原子能量是否具有量子化特点的重要实验。实验原理如图甲所示, 灯丝 K 发射出初速度不计的电子, K 与栅极 G 间的电场使电子加速, GA 间加有 $0.5V$ 电压的反向电场使电子减速, 电流表的示数大小间接反映了单位时间内能到达 A 极电子的多少。在原来真空的容器中充入汞蒸汽后, 发现 KG 间电压 U 每升高 $4.9V$ 时, 电流表的示数 I 就会显著下降, 如图乙所示。科学家猜测电流的变化与电子和汞原子的碰撞有关, 玻尔进一步指出该现象应从汞原子能量量子化的角度去解释。仅依据本实验结果构建的微观图景合理的是 ()



图甲



图乙

- A. 电子运动过程中只可能与汞原子发生一次碰撞
- B. 汞原子基态和第一激发态的能级之差可能为 $4.9eV$
- C. K 、 G 间电子的动能越大, 越容易使汞原子发生跃迁
- D. K 、 G 间电压越大, 单位时间内到达 A 极的电子数越多

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15. (8 分) 图甲为“验证力的平行四边形定则”的实验装置图。

(1) 下面是实验的主要操作步骤：

a. 将橡皮筋的一端固定在木板上的 A 点，另一端拴上两根绳套，每根绳套分别连着一个弹簧测力计；

b. 沿着两个方向拉弹簧测力计，将橡皮筋的活动端拉到某一位置，将此位置标记为 O 点，并记录两个拉力 F_1 、 F_2 的大小及方向；

c. 再用一个弹簧测力计将橡皮筋的活动端仍拉至 O 点，记录测力计拉力的大小及方向。

图乙是在白纸上根据实验结果作出的力的图示，其中_____表示力 F_1 和 F_2 合力的理论值（填“ F ”或“ F' ”）；

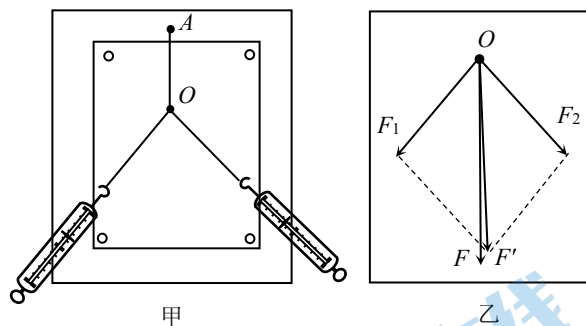
(2) 本实验采用的科学方法是_____；

A. 理想实验法 B. 等效替代法 C. 控制变量法

(3) 本实验中 F_1 、 F_2 的夹角应该是_____；

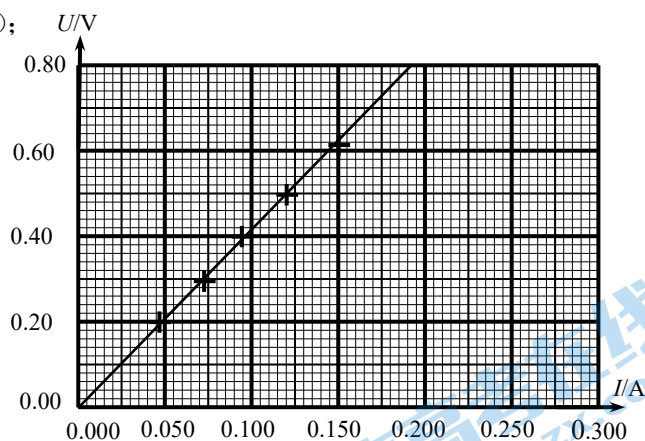
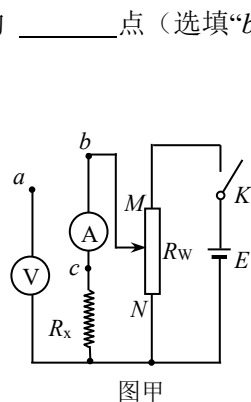
A. 大一些好 B. 适当的大小 C. 小一些更好

(4) 本实验中若用细长的橡皮筋替代两根绳套，你认为该办法是_____的。（填“可行”或“不可行”）



16. (10 分) 同学们测量某电阻丝的电阻 R_x ，所用电流表的内阻与 R_x 相当，电压表可视为理想电压表。

(1) 若使用图甲所示电路图进行实验，要使得 R_x 的测量值更接近真实值，电压表的 a 端应连接到电路的_____点（选填“ b ”或“ c ”）；

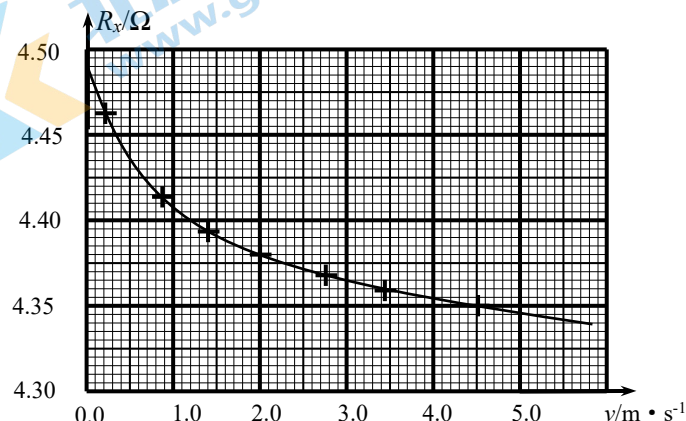


图乙

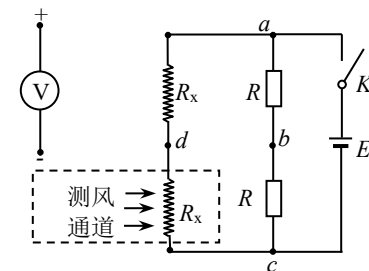
(2) 测得电阻丝的 $U-I$ 图如图乙所示，则 R_x 为_____ Ω （保留两位有效数字）；

(3) 实验中，随电压进一步增加，电阻丝的温度逐渐变大。某同学发现对热电阻丝吹气，其阻值会变化，他们对此现象进行探究，在控制电阻丝两端的电压为 10V 的条件下，得到电阻丝的

电阻 R_x 随风速 v （用风速计来测量）的变化关系如图丙所示，由图可知：当风速增加时， R_x 会_____（选填“增大”或“减小”）。在风速增加过程中，为保持电阻丝两端电压为 10V，需要将滑动变阻器 R_w 的滑片向_____端调节（选填“ M ”或“ N ”）；



图丙



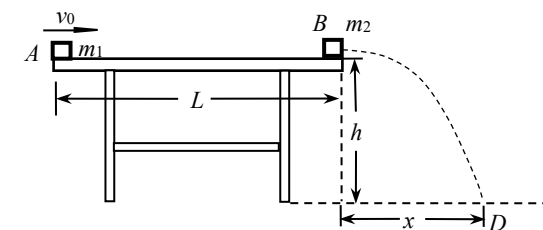
图丁

(4) 为了通过电压表的示数来显示风速，同学们设计了如图丁所示的电路，其中 R 为两只阻值相同的电阻， R_x 为两根相同的电阻丝，一根置于气流中，另一根不受气流影响，电压表为待接入的理想电压表。如果要求在测量中，风速从零开始增加，电压表的示数也从零开始增加，则电压表的“+”端和“-”端应分别连接到电路中的_____

A. b 点和 d 点 B. d 点和 b 点 C. a 点和 b 点 D. b 点和 c 点

17. (9 分) 如图所示，水平桌面长 $L=3\text{m}$ ，距水平地面高 $h=0.8\text{m}$ ，桌面右端放置一个质量 $m_2=0.4\text{kg}$ 的小物块 B ，桌面的左端有一质量 $m_1=0.6\text{kg}$ 的小物块 A 。某时刻物块 A 以初速度 $v_0=4\text{m/s}$ 开始向右滑动，与 B 发生正碰后立刻粘在一起，它们从桌面水平飞出，落到地面上的 D 点。已知物块 A 与桌面间的动摩擦因数 $\mu=0.2$ ，重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ 。求：

- 物块 A 与物块 B 碰前瞬间， A 的速度大小 v_1 ；
- 物块 A 与物块 B 碰后瞬间， A 、 B 整体的速度大小 v_2 ；
- A 、 B 整体的落地点 D 距桌面右边缘的水平距离 x 。



18. (9分) 无人机是利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置操纵的不载人飞机, 它具有体积小、造价低、使用方便等优点, 随着民用无人机的快速发展, 广告、影视、婚礼视频记录等正越来越多地出现无人机的身影, 如图所示是我国新研究生产的一款航拍器无人机。该款无人机的总质量为 $m=2.0\text{kg}$, 内置电动势 $E=15.2\text{V}$ 、容量 $A=4500\text{mA}\cdot\text{h}$ 的智能电池, 其内电阻忽略不计。若该款无人机正常工作时电池输出稳定的电流为 $I=4.5\text{A}$, 飞行时电动机工作效率 $\eta=80\%$, 智能电池还要提供其他设施正常工作的功率为 $P_1=8.4\text{W}$, 假设无人机飞行时所受到空气阻力恒为 $f=4\text{N}$, g 取 10m/s^2 。

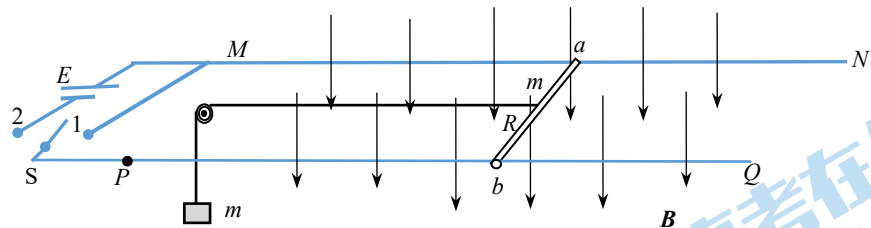
- (1) 充满一次电, 该无人机理论上正常工作的最长时间 t ;
- (2) 电动机的输出功率 P_2 ;
- (3) 该款无人机竖直上升飞行时的最大速度 v_{max} 。



19. (10分) 发电机和电动机具有装置上的类似性, 源于它们机理上的类似性。

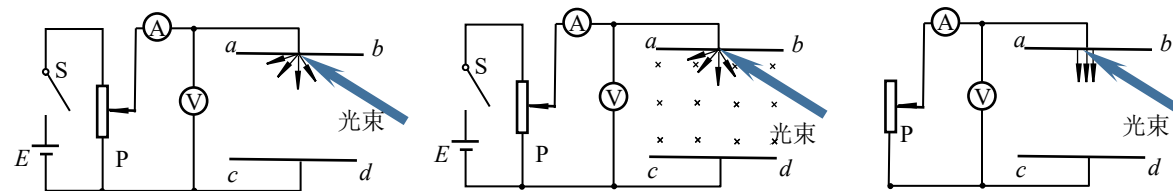
在竖直向下的磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 两根光滑平行的、足够长的金属轨道 MN 、 PQ 固定在水平面内, 相距为 L 。电阻为 R 、质量为 m 的金属导体棒 ab 垂直于 MN 、 PQ 恰好放在轨道上, 与轨道接触良好。轨道的左端点间一条支路上接有电动势为 E 、内电阻不计的直流电源, 另一条支路上仅仅是一段导线, 导体棒 ab 通过滑轮与一根轻绳水平连接着质量也为 m 的重物。忽略一切阻力、导轨的电阻。

- (1) 当单刀双掷开关 s 接到位置 1, 再将重物由静止释放, 求棒运动的速度最大值 v_1 ;
- (2) 在上述过程中, 棒 ab 运动时间 t 时速度达到 v_2 , 求这段时间内通过棒的电量 q ;
- (3) 当单刀双掷开关 s 接到位置 2, 重物将被棒牵引着从静止向上运动, 求棒运动的速度的最大值 v_3 。



20. (12分) 如图甲所示是研究光电效应的实验电路图, ab 、 cd 为两正对的、半径为 R 的平行的、圆形金属板, 板间距为 d , 且满足 $R \gg d$ 。当一细束频率为 ν 的光照极板 ab 圆心时, 产生沿不同方向运动的光电子。调节滑片改变两板间电压, 发现当电压表示数为 U_C 时, 电流表示数恰好为零。假设光电子只从极板圆心处发出, 普朗克常量为 h , 电子电量为 e , 电子质量为 m , 忽略场的边界效应和电子之间的相互作用。

- (1) 求金属板的逸出功 W_0 ;
- (2) 若交换电源正负极, 调节滑片逐渐增大两极板间电压, 求电流达到饱和时的最小电压 U_1 ;
- (3) 断开开关, 在两板间加上方向垂直纸面向里的匀强磁场, 如图乙所示。求电流表读数为零时磁感应强度 B 的最小值;
- (4) 已知单位时间内从 ab 板逸出的电子数为 N , 电子逸出时所携带动能在 0 至最大动能之间粒子数是均匀分布的。假设所有逸出的电子都垂直于 ab 板向 cd 板运动, 如图丙所示。调整滑动变阻器的滑片, 当 cd 与 ba 两板之间电势差为 U_2 时, 求安培表的读数及对应的电阻值。



图甲

图乙

图丙

题号	1	2	3	4	5	6	7
答案	D	C	D	B	A	C	C
题号	8	9	10	11	12	13	14
答案	B	A	C	D	C	A	B

15. (8分) (1) F' (2) B (3) B (4) 可行;
 16. (10分) (1) c (2) 4.1 (4.0~4.4) (3) 减小 M (4) A;
 17. (9分)

(1) 物块 A 向右做匀减速直线运动, $\mu mg = ma$ (1分)

$$v_1^2 - v_0^2 = -2aL \quad (1分)$$

$$v_1 = 2\text{m/s} \quad (1分)$$

(2) A 与 B 碰撞过程动量守恒

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_2 \quad (2分)$$

$$v_2 = 1.2\text{m/s} \quad (1分)$$

(3) A 、 B 整体做平抛运动

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \quad (1分)$$

$$x = v_2 t \quad (1分)$$

$$x = 0.48\text{m} \quad (1分)$$

18. (9分)

(1) 由题可得理论上正常工作的最长时间 $t = \frac{A}{I} = \frac{4500 \times 10^{-3}}{4.5} \text{h} = 1\text{h}$ (3分)

(2) 由能量守恒定律得 $P_2 = (IU - P_1)\eta$ (2分)

$$\text{解得 } P_2 = 48\text{W} \quad (1分)$$

(3) 当加速度 $a = 0$ 时速度最大, 即 $F = f + mg$ (1分)

$$P_{\text{出}} = Fv = (f + mg)v_{\text{max}} \quad (1分)$$

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

19. (10分)

(1) (3分) 对杆有 $E_1 = BLv_1$

$$I = E_1/R \quad (1分)$$

$$F_A = BIL \quad (1分)$$

$$F_A = mg$$

$$v_1 = \frac{mgR}{B^2 L^2} \quad (1分)$$

(2) (3分) 对重物使用动量定理 $mgt - Ft = mv_2 - 0$ (1分)

对杆使用动量定理 $Ft - B\bar{I}L t = -mv_2 - 0$ (1分)

$$\text{联立得出 } q = \bar{I}t = \frac{mgt - 2mv_2}{BL} \quad (1分)$$

(3) (4分) 全电路 $E - E_2 = IR$ (1分)

$$E_2 = BLv_3 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由第 1 问有 } mg = BIL \quad (1 \text{ 分})$$

$$v_3 = \frac{E}{BL} - \frac{mgR}{(BL)^2} \quad (1 \text{ 分})$$

20. (12 分)

(1) (3 分) 分析电路可知, 金属板间加反向电压, 当电压为 U_c 时, 检流计的电流为零,

$$\text{有 } eU_c = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1 \text{ 分})$$

根据爱因斯坦光电效应方程可知 $\frac{1}{2}mv_0^2 = h\nu - W_0$

$$\text{解得逸出功 } W_0 = h\nu - eU_c \quad (2 \text{ 分})$$

(2) (3 分) 交换电源正负极, 金属板加正向电压, 平行金属板飞出的电子到达 M 板时, 电

流达到饱和, 该电子做类平抛运动, 初速度为 v_0 , 则有 $d = \frac{U_1 e}{2dm} t^2$ (1 分)

$$R = v_0 t \quad (1 \text{ 分})$$

$$eU_c = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{联立解得 } U_1 = \frac{4U_c d^2}{R^2} \quad (1 \text{ 分})$$

(3) (3 分) 平行于极板 ab 向右射出的电子做圆周运动, 恰好不能到达 cd 板时, 电流就变为零。

$$qvB_{\min} = \frac{mv_0^2}{r} \quad (1 \text{ 分})$$

$$r = \frac{d}{2} \quad (1 \text{ 分})$$

$$B_{\min} = \frac{2}{d} \sqrt{\frac{2mU_c}{e}} \quad (1 \text{ 分})$$

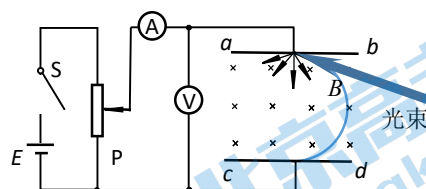


图 2

(3) (3 分) 电子动能在 0 至 eU_c 之间均匀分布, 当电压为 U_2 时, 动能在 eU_2 至 eU_c 的电子才能到达 cd 板形成电流。

$$\frac{eU_c - eU_2}{e(U_c - U_2)} = \frac{N}{n} \quad (1 \text{ 分})$$

$$I = ne$$

$$\text{解得 } I = \frac{U_c - U_2}{U_c} Ne \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{电阻的电压为 } U_2 \quad U_2 = IR_0$$

$$R_0 = \frac{U_2 U_c}{(U_c - U_2) e N} \quad (1 \text{ 分})$$

关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 40W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承“精益求精、专业严谨”的建设理念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数百场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。



微信搜一搜

北京高考资讯