

2022—2023 学年江西省高二下学期期末调研测试

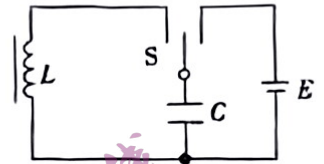
物 理

注意事项:

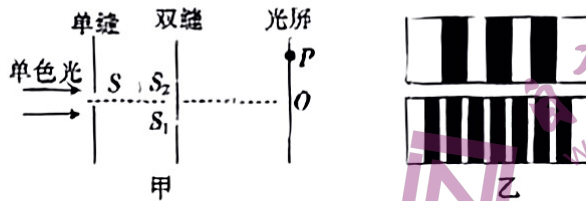
- 答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号等填写在答题卡和试卷指定位置上。
- 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。回答非选择题时,将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
- 考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

一、选择题:本题共 11 小题,每小题 4 分,共 44 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,第 8~11 题有多项符合题目要求。全部选对的得 4 分,选对但不全的得 2 分,有选错的得 0 分。

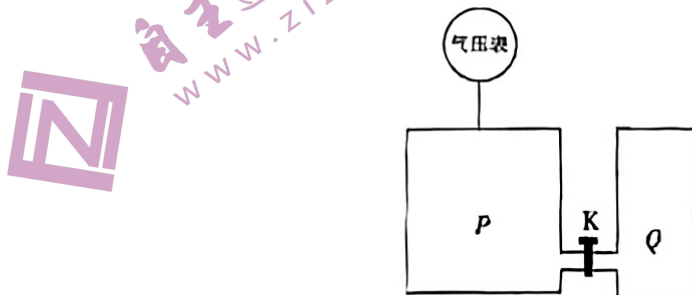
- 被动红外夜视技术是借助于目标自身发射的红外线来实现观察的红外技术,该技术可用于制造被动夜视镜,广泛应用于特战部队。红外线的特征为
 - 能杀死多种细菌,常用于医院和食品消毒
 - 具有热效应,常用于加热和烘干物体
 - 穿透能力很强,能使照相底片感光
 - 穿透能力比 X 射线更强,工艺上常用它来进行探伤
- 如图,把线圈 L 、电容器 C 、电源 E 和单刀双掷开关 S 连成电路。先把开关置于电源一侧,为电容器充电,稍后再把开关置于线圈一侧,使电容器通过线圈放电。下列说法正确的是



- 电容器放电过程, LC 电路中电流保持不变
 - 电容器充电过程, LC 电路中电流保持不变
 - 电感 L 、电容 C 越小,电磁振荡的频率越高
 - 电感 L 、电容 C 越小,电磁振荡的频率越低
- 如图甲为双缝干涉实验装置示意图,如图乙为用该装置实验时得到的 a 、 b 两种单色光的干涉条纹。下列说法正确的是

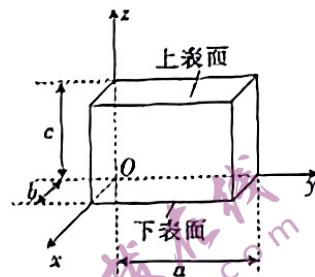


- a 光的波长比 b 光的波长短
 - a 光的频率比 b 光的频率高
 - 已知 P 点到双缝的距离差为 $1.5 \mu\text{m}$,若用波长为 $1.0 \mu\text{m}$ 的光进行实验,则 P 点处为亮条纹
 - 已知 P 点到双缝的距离差为 $1.5 \mu\text{m}$,若用波长为 $0.5 \mu\text{m}$ 的光进行实验,则 P 点处为亮条纹
- 如图,容器 P 和容器 Q 通过阀门 K 连接, P 的容积是 Q 的 2 倍。 P 中盛有氧气,气压为 $4p_0$, Q 中为真空,打开阀门,氧气进入容器 Q ,设整个过程中气体温度不变,氧气视为理想气体,稳定后,检测容器 P 的气压表示数为

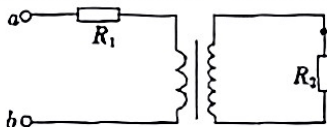


- $\frac{4}{3}p_0$
- $\frac{8}{3}p_0$
- $3p_0$
- $\frac{14}{3}p_0$

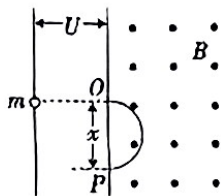
5. 如图,一块长为 a 、宽为 b 、高为 c 的长方体半导体器件,其单位体积内的载流子数为 n ,每个载流子所带电荷量的绝对值为 q 。沿 y 轴正方向通有恒定电流 I 。在空间中施加一磁感应强度为 B 、方向沿 x 轴负方向的匀强磁场(未画出),半导体上、下表面之间产生稳定的电势差 U ,下列说法正确的是



- A. 上下两个表面的电势高低与载流子的正负无关
 B. 上下两个表面之间电压 $U = \frac{IB}{nqc}$
 C. 增大电流 I ,载流子所受洛伦兹力的大小保持不变
 D. 单位时间内流过半导体元件横截面(沿 y 轴方向)的载流子数目为 $N = \frac{nUb}{B}$
6. 如图,理想变压器 ab 端接入 $U = 220\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V) 的交变电流,原线圈上接入的电阻 $R_1 = 11 \Omega$,原副线圈匝数之比 $n_1 : n_2 = 1 : 2$,当副线圈接入的滑动变阻器 R_2 阻值为 44Ω 时, R_2 消耗的电功率为



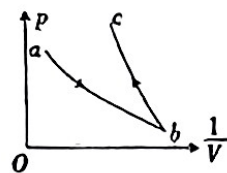
- A. 220 W B. 440 W C. 1100 W D. 2200 W
7. 如图,一个静止的质量为 m 、带电荷量为 q 的粒子(不计重力),经电压 U 加速后垂直进入磁感应强度为 B 的匀强磁场,粒子在磁场中运动半个圆周后经过 P 点,设 $OP = x$,下列关于 x 与 U 之间的函数关系式,正确的是



- A. $x = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$ B. $x = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$ C. $x = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{mU}{q}}$ D. $x = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{mU}{q}}$
8. 在万米高空飞行的飞机上,小明喝完一瓶矿泉水后,把瓶盖旋紧(不漏气)。下飞机后,小明发现矿泉水瓶变瘪了,机场地面温度与高空客舱内温度相同,瓶中气体视为理想气体。下列说法正确的是
- A. 高空客舱内的气体压强小于机场地面大气压强
 B. 矿泉水瓶变瘪后,瓶中气体的密度变小
 C. 从高空客舱到机场地面,瓶中气体分子的平均动能不变
 D. 从高空客舱到机场地面,瓶中气体的内能变大
9. 物理兴趣小组在参加完学校的“节能环保、低碳减排”活动后,提出了自己的一些设想,从物理学的角度,你认为可行的是

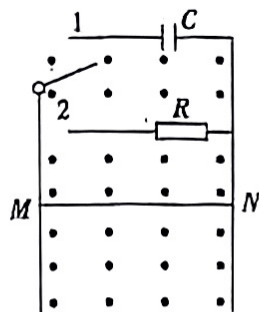
- A. 制造一种运动装置,将它与地面的摩擦产生的内能全部转化为动能
 B. 制造一种自行车,把它行进时的一部分动能转化成电能,提供照明
 C. 将城市的楼顶全部安装光伏发电装置,节能减排
 D. 利用永久磁铁间的作用力,造一台永远转动的机械

10. 一定质量的理想气体状态变化的 $p - \frac{1}{V}$ 图像如图所示,由图像可知



- A. 在 a 、 b 、 c 三个状态,气体的分子数密度 $\rho_a > \rho_c > \rho_b$
 B. $a \rightarrow b$ 的过程中,气体的温度在升高
 C. $a \rightarrow b$ 的过程中,气体放出的热量大于外界对气体做的功
 D. $b \rightarrow c$ 的过程中,气体的内能增大

11. 如图,足够长的光滑平行金属导轨竖直放置,空间充满垂直导轨平面的匀强磁场,导轨上端接有单刀双掷开关、电阻 R 和电容器,先将单刀双掷开关接 1, $t = 0$ 时刻释放与导轨接触的水平金属杆 MN , $t = 2$ s 时立刻将单刀双掷开关接到 2,已知导轨间距 $L = 1.0$ m,磁感应强度 $B = 2.0$ T,电容器的电容 $C = 1$ F,电阻 $R = 0.6 \Omega$,金属杆质量 $m = 1$ kg、电阻 $r = 0.2 \Omega$,重力加速度 g 取 10 m/s²,金属杆 MN 和导轨始终接触良好,不计导轨电阻和空气阻力,整个过程电容器未被击穿。下列说法正确的是

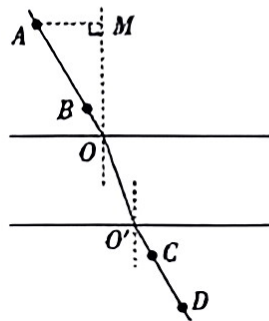
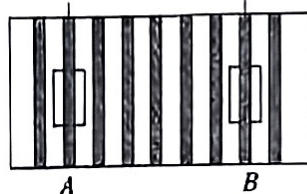
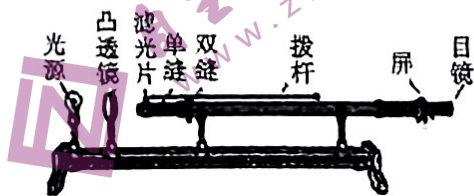


- A. 从释放金属杆到开关刚接 2 时,金属杆移动的距离为 4 m
- B. 开关刚接 2 时,金属杆 MN 的加速度大小是 10 m/s^2
- C. 开关接 2 后,金属杆先加速运动,后匀速运动
- D. 从开关接 2 到金属杆做匀速运动,金属杆所受合外力冲量大小为 $2 \text{ N} \cdot \text{s}$

二、非选择题:本题共 5 小题,共 56 分。

12. (8 分) 物理探究小组在实验室进行光学实验。

(1) 图甲是测量光波长的实验装置。图乙是观察到的屏上的干涉条纹,测得 A、B 两条亮条纹中心间距为 Δx , 已知双缝间距为 d , 双缝到屏的距离为 L , 则该单色光的波长为 _____ (用题目给出的物理量的字母表示)。实验时,若把屏向靠近双缝的方向移动,相邻两亮条纹中心的间距会 _____ (选填“变大”、“不变”或“变小”)。



甲

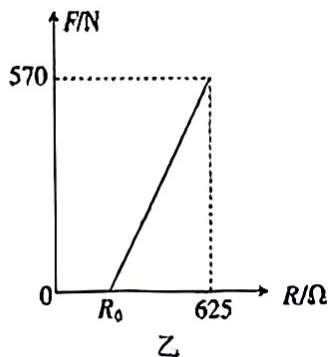
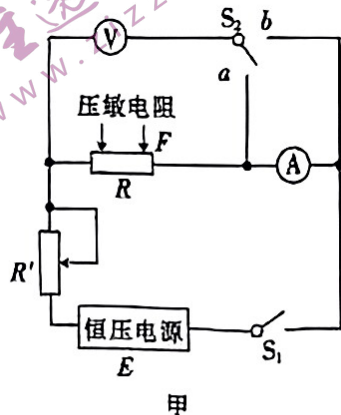
乙

丙

(2) 用插针法测量上、下表面平行的玻璃砖的折射率, 实验中用 A、B 两个大头针确定入射光路, C、D 两个大头针确定出射光路, O 和 O' 分别是入射点和出射点, 如图丙所示。测得 A 点到过 O 点的法线 OM 的距离 $d_1 = 10.0 \text{ mm}$, AO 的长度 $x_1 = 24.0 \text{ mm}$, O' 点到 OM 的距离为 $d_2 = 5.0 \text{ mm}$, O'O 的长度 $x_2 = 16.0 \text{ mm}$, 则玻璃砖的折射率的表达式为 $n = \frac{\quad}{\quad}$ (用 d_1 、 x_1 、 d_2 和 x_2 表示), 代入数据可得玻璃砖的折射率为 _____ (用分数表示)。

13. (8 分) 如图甲, 是一位同学学过传感器知识后, 利用压敏电阻制作的电子秤的原理图, 图乙是采用的压敏电阻阻值 R 与所受压力 F 大小的关系图像。所用器材如表中所示。

压敏电阻 R	不受外界压力时, 阻值在 $100 \sim 200 \Omega$ 之间
恒压电源 E	输出电压恒定, 电动势 $E = 15 \text{ V}$
电压表 V	量程 15 V , 内阻约为 3000Ω
电流表 A	量程 50 mA , 内阻 $R_g = 100 \Omega$
滑动变阻器 R'	阻值范围 $0 \sim 200 \Omega$
开关 S_1 、 S_2 及导线若干	

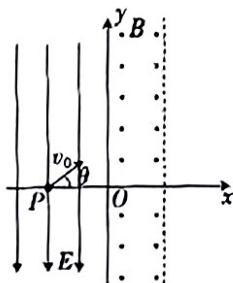


甲

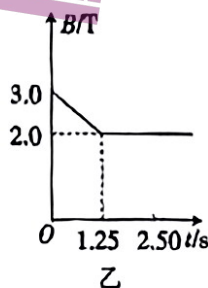
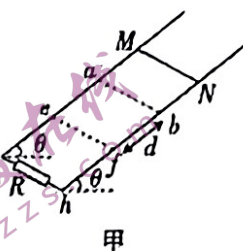
乙

- (1) 为了尽量准确测量压敏电阻的阻值 R , 单刀双掷开关 S_2 应与 _____ (选填“a”或“b”) 点相连。
- (2) 正确接好单刀双掷开关 S_2 后, 闭合开关 S_1 , 对压敏电阻不施加压力, 调节滑动变阻器, 当电流表 A 的示数为 40 mA 时, 电压表 V 的示数为 9.0 V, 则压敏电阻不施加压力时的阻值 $R_0 =$ _____ Ω , 压敏电阻 R_0 的测量 _____ (选填“存在”或“不存在”) 系统误差。
- (3) 撤掉电压表支路, 对压敏电阻不施加压力, 调节滑动变阻器 R' , 使电流表 A 满偏, 并在其表盘处标记压力值为 0。保持滑动变阻器滑片不动, 对压敏电阻施加压力, 则在电流表 A 的表盘 20 mA 刻度处应标记压力值为 _____ N。
14. (12 分) 如图, 长度为 $l = 85$ cm、粗细均匀的玻璃管竖直放置, 下端封闭, 上端开口, 中间有一段高度 $h = 25$ cm 的水银柱封闭了一段理想气体, 气柱长度为 $l_0 = 30$ cm, 气体温度为 T_0 , 大气压强 $p_0 = 75$ cmHg, 不计摩擦。
- (1) 先将玻璃管缓慢转至水平, 稳定后封闭气体的长度为多少?
- (2) 在玻璃管水平状态下, 对气体缓慢加热, 当水银刚好不溢出时, 此时气体的温度为多少(用 T_0 表示)?

15. (12 分) 如图, 平面直角坐标系 $x < 0$ 区域内存在沿 y 轴负方向的匀强电场, 在 $0 \leq x \leq 0.6$ m 范围内存在垂直坐标平面向外的匀强磁场。一带正电的粒子从 P 点 $(-0.6 \text{ m}, 0)$ 以大小 $v_0 = 50$ m/s 的初速度与 x 轴正向成 $\theta = 37^\circ$ 射出, 从 y 轴上 Q 点(未画出)垂直于 y 轴进入右侧磁场区域, 最终从磁场右边界上 M 点(未画出)射出。已知粒子质量 $m = 1.0 \times 10^{-9}$ kg、电荷量 $q = 1.0 \times 10^{-8}$ C, 磁感应强度 $B = 4$ T, 不计粒子的重力, $\sin 37^\circ = 0.6, \cos 37^\circ = 0.8$ 。求:



- (1) 粒子在 Q 点的速度大小及电场强度 E 的大小;
- (2) M 点的纵坐标。
16. (16 分) 如图, 间距 $L = 0.4$ m 的平行金属导轨与水平面成 $\theta = 37^\circ$ 放置, 导轨下端 gh 连接 $R = 0.3 \Omega$ 的电阻, ab 和 ef 之间宽度 $d = 5.0$ m 的矩形区域内有垂直导轨平面向下的磁场(未画出), 磁感应强度随时间的变化规律如图乙所示。 $t_0 = 0$ 时刻, 将质量 $m = 2$ kg、电阻 $r = 0.1 \Omega$ 的金属棒从两导轨上某一位置垂直导轨静止释放, 在 $t_1 = 1.25$ s 时刻恰好到达虚线 ab 位置处, 之后通过磁场区域, 已知导体棒与导轨之间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$, 不计导轨电阻和空气阻力, $\sin 37^\circ = 0.6, \cos 37^\circ = 0.8$, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 。求:



- (1) 导体棒运动到 ab 边界时的瞬时速度大小;
- (2) 整个过程导体棒产生的焦耳热;
- (3) 整个过程通过导体棒的电荷量。

2022—2023 学年江西省高二下学期期末调研测试

物理参考答案

1. 【答案】B

【解析】紫外线能杀死多种细菌,常用于医院和食品消毒,A项错误;红外线具有热效应,常用于加热和烘干物体,B项正确;X射线穿透能力很强,能使照相底片感光,C项错误; γ 射线穿透能力比X射线更强,工艺上常用它来进行探伤,D项错误。

2. 【答案】C

【解析】当电容器充、放电时,LC电路中电流呈正(余)弦式规律变化,A、B项错误;由电磁振荡的频率 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 可知电感L、电容C越小,电磁振荡的频率越高,C项正确,D项错误。

3. 【答案】D

【解析】由 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$,可知a光的干涉条纹间距大,所以a光的波长长,频率低,A、B项错误;光的波长为 $1.0\ \mu\text{m}$,则由 $\Delta s = n\lambda$,可得 $n = 1.5$,P处为暗条纹,C项错误;光的波长为 $0.5\ \mu\text{m}$,则由 $\Delta s = n\lambda$,可得 $n = 3$,P处为亮条纹,D项正确。

4. 【答案】B

【解析】对容器中的所有氧气,应用玻意耳定律,可得 $4p_0V = p(V + \frac{V}{2})$,代入数据可得 $p = \frac{8}{3}p_0$,B项正确。

5. 【答案】D

【解析】若载流子为负电荷,负电荷向上偏转,上表面电势低于下表面电势;若载流子为正电荷,正电荷向上偏转,上表面电势高于下表面电势,A项错误;半导体上、下表面之间产生稳定的电势差时,电场力与洛伦兹力平衡,则有 $q\frac{U}{c} = qvB$,根据电流的微观意义可知 $I = nqvS = nqvb$,联立可得 $U = \frac{BI}{qnb}$,B项错误;半导体内载流子所受洛伦兹力的大小 $F = qvB = q\frac{U}{c} = \frac{BI}{nbc}$,仅增大电流I,载流子所受洛伦兹力变大,C项错误;单位时间内流过工件横截面的载流子数目 $N = \frac{I}{q} = \frac{nUb}{B}$,D项正确。

6. 【答案】C

【解析】设 R_2 中的电流为I,根据理想变压器的匝数与电流关系可得原线圈中电流为2I,再根据理想变压器的匝数与电压关系可得原线圈两端电压为 $\frac{R_2 I}{2}$,结合闭合电路欧姆定律,有 $U = \frac{R_2 I}{2} + 2R_1 I$,联立解得 $I = 5\ \text{A}$, R_2 消耗的电功率为 $P = I^2 R_2 = 1100\ \text{W}$,C项正确。

7. 【答案】B

【解析】带电粒子经电压U加速,由动能定理有 $qU = \frac{1}{2}mv^2$,粒子垂直进入磁感应强度为B的匀强磁场,由洛伦兹力提供向心力有 $qvB = m\frac{v^2}{R}$, $2R = x$,联立解得 $x = \frac{2}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$,B项正确。

8. 【答案】AC

【解析】下飞机后,小明发现矿泉水瓶变瘪了,说明机场地面大气压强大于高空客舱内的气体压强,A项正确;矿泉水瓶变瘪后,瓶中气体体积变小,根据密度的定义可得气体的密度变大,B项错误;机场地面温度与高空客舱内温度相同,瓶中气体分子的平均动能不变,C项正确;理想气体的内能只与温度有关,故从高空客舱到机场地面,瓶中气体的内能不变,D项错误。

9. 【答案】BC

【解析】制造一种运动装置,将它与地面的摩擦产生的内能全部转化为动能这个设想违反了热力学第二定律,是不可行的,A项错误;制造一种自行车,把它行进时的一部分动能转化成电能,提供照明,这是可行的,B项正确;将城市的楼顶全部安装光伏发电装置,节能减排,可行,C项正确;利用永久磁铁间的作用力,造一台永远转动的机械,不符合能量守恒定律,不可行,D项错误。

10. 【答案】CD

【解析】气体在 a 、 b 、 c 三个状态的体积 $V_a > V_c > V_b$, 气体在 a 、 b 、 c 三个状态的分子数密度 $\rho_a < \rho_c < \rho_b$, A项错误;在 $a \rightarrow b$ 的过程中,气体的体积在减小,压强在减小,因此温度在降低,B项错误;在 $a \rightarrow b$ 的过程中,外界对封闭气体做功,气体温度在降低,内能在减小,可见气体放出的热量大于外界对气体做的功,C项正确; $b \rightarrow c$ 的过程中,气体的温度在升高,内能增大,D项正确。

11. 【答案】ABD

【解析】单刀双掷开关接 1 后,金属杆 MN 在导轨上运动,电容器的充电电流为 $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$, 电容器所带电荷量的变化量 $\Delta Q = C\Delta U$, 感应电动势 $E = U = BLv$, 则可知 $I = \frac{C\Delta(BLv)}{\Delta t} = \frac{CBL\Delta v}{\Delta t}$, 而金属杆的加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, 由此可知 $I = CBLa$, 而根据牛顿第二定律有 $mg - BIL = ma$, 可得 $a = \frac{mg}{m + B^2 L^2 C} = 2 \text{ m/s}^2$, 由 $x = \frac{1}{2}at^2$, 可得金属杆移动的距离为 4 m, A项正确;开关接 2 时,对金属杆受力分析可得 $BIL - mg = ma'$, 其中 $I = \frac{E}{R+r}$, $E = BLv$, $v = at$, 可得 $a' = 10 \text{ m/s}^2$, 方向竖直向上,金属杆先减速运动,后匀速运动,B项正确,C项错误;金属杆刚接 2 时,金属杆的速度 $v = 4 \text{ m/s}$, 金属杆匀速运动时 $mg = \frac{B^2 L^2 v'}{R+r}$, 解得 $v' = 2 \text{ m/s}$, 合外力冲量 $I = \Delta P = mv' - mv = -2 \text{ N} \cdot \text{s}$, D项正确。

12. 【答案】(1) $\frac{d\Delta x}{6L}$ (2分) 变小(2分) (2) $\frac{d_1 x_2}{x_1 d_2}$ (2分) $\frac{4}{3}$ (2分)

【解析】(1) 由图乙可知相邻两条亮纹之间的距离为 $\frac{\Delta x}{6}$, 由 $\frac{\Delta x}{6} = \frac{l}{d}\lambda$, 可得该单色光的波长 $\lambda = \frac{d\Delta x}{6L}$ 。可知,把屏向靠近双缝的方向移动,相邻两亮条纹中心的间距会变小。

(2) 由题意可知玻璃砖的折射率的表达式为 $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{d_1 x_2}{x_1 d_2}$, 代入数据可得 $n = \frac{4}{3}$ 。

13. 【答案】(1) b (2分) (2) 125 (2分) 不存在 (2分) (3) 513 (2分)

【解析】(1) 由于电流表 A 的内阻已知,虽然 $R < \sqrt{R_0 R_V}$, 也不应采用电流表外接法,因为电压表内阻未知,会给测量带来误差。如果采用电流表内接法则可以更精确地测量 R_0 。电路中单刀双掷开关 S_2 应与 b 点相连。

(2) 正确接好单刀双掷开关 S_2 后,闭合开关 S_1 ,由欧姆定律可得 $R_0 = \frac{U}{I} - R_k$, 解得 $R_0 = 125 \Omega$, 由于能准确测得压敏电阻的电压和电流,其电阻 R_0 的测量不存在系统误差。

(3) 断开开关 S_2 , 电流表 A 满偏时,滑动变阻器 $R' = \frac{E}{I_r} - R_0 - R_k = 75 \Omega$, 在电流表 A 的示数为 20 mA 时,则有 $R = \frac{E}{I'} - R' - R_k = 575 \Omega$, 根据图乙可知此时压力 $F = 513 \text{ N}$ 。

14. 解: (1) 设玻璃管横截面积为 S , 玻璃管由竖直缓慢转至水平,由玻意耳定律有

$$p_1 l_0 S = p_2 l_2 S \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{其中 } p_1 = p_0 + h \quad (2 \text{ 分})$$

$$p_2 = p_0 \quad (1 \text{ 分})$$

代入数据,解得玻璃管水平时封闭气体的长度

$$l_2 = 40 \text{ cm} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 在玻璃管水平状态下,对气体缓慢加热,当水银刚好不溢出时,此时气体的温度设为 T_1 , 气体发生等压变化,根据盖-吕萨克定律,有

$$\frac{l_2 S}{T_0} = \frac{l_3 S}{T_1} \quad (2 \text{分})$$

其中 $l_3 = 60 \text{ cm}$ (2分)

解得 $T_1 = 1.5 T_0$ (2分)

说明:只有结果,没有公式或文字说明的不给分,其他正确解法亦可得分。

15. 解:(1) 小球从 P 点 $(-0.6 \text{ m}, 0)$ 射出,在 $x < 0$ 区域内做类斜抛运动, x 轴方向上做匀速直线运动,有

$$x = v_1 t \quad (1 \text{分})$$

Q 点的速度大小为 $v_1 = v_0 \cos 37^\circ$ (1分)

解得 $v_1 = 40 \text{ m/s}$ (1分)

y 轴方向有 $v_2 = v_0 \sin 37^\circ$ (1分)

$$v_2 = at \quad (1 \text{分})$$

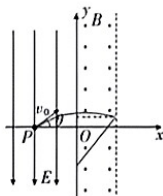
$$a = \frac{qE}{m} \quad (1 \text{分})$$

$$y = \frac{v_2}{2} t \quad (1 \text{分})$$

联立解得 $E = 200 \text{ V/m}$, $y = 0.225 \text{ m}$ (1分)

(2) 粒子进入匀强磁场做匀速圆周运动,有 $qBv_1 = m \frac{v_1^2}{R}$ (1分)

解得 $R = 1 \text{ m}$ (1分)



M 点的纵坐标为 $y_M = y - (R - \sqrt{R^2 - x^2})$ (1分)

解得 $y_M = 0.025 \text{ m}$ (1分)

说明:只有结果,没有公式或文字说明的不给分,其他正确解法亦可得分。

16. 解:(1) 设导体棒 MN 在虚线 ab 上方下滑的加速度为 a ,对导体棒受力分析可得

$$mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma \quad (1 \text{分})$$

$$v = at_1 \quad (1 \text{分})$$

代入数据,可得导体棒运动到虚线 ab 时的速度

$$v = 2.5 \text{ m/s} \quad (1 \text{分})$$

(2) $0 \sim 1.25 \text{ s}$ 内,闭合回路产生的感应电动势

$$E_1 = \frac{\Delta B}{\Delta t} dL \quad (1 \text{分})$$

闭合回路产生的焦耳热

$$Q = \frac{E_1^2}{R+r} t_1 \quad (1 \text{分})$$

导体棒从 ab 运动到 ef , 设运动时间为 t_2 , 对导体棒受力分析,可得合力

$$F = mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta - \frac{B^2 L^2 v}{R+r} \quad (1 \text{分})$$

代入数据可得

$$F = 0 \text{ (1分)}$$

可知导体棒做匀速直线运动

$$t_2 = \frac{d}{v} \text{ (1分)}$$

导体棒从 ab 运动到 ef , 闭合回路产生的焦耳热

$$Q' = I^2 (R + r) t_2 \text{ (1分)}$$

$$I = \frac{BLv}{R + r} \text{ (1分)}$$

整个过程导体棒产生的焦耳热

$$Q_r = \frac{r}{R + r} (Q + Q') \text{ (1分)}$$

代入数据, 解得

$$Q_r = 7 \text{ J (1分)}$$

(3) 导体棒释放点到 ab 边界的距离通过导体棒的电荷量

$$q_1 = \frac{\Delta BLd}{R + r} \text{ (1分)}$$

导体棒从 ab 到 ef 通过导体棒的电荷量

$$q_2 = \frac{BLv}{R + r} t_2 \text{ (1分)}$$

整个过程通过导体棒的电荷量

$$q = q_1 + q_2 \text{ (1分)}$$

代入数据, 解得

$$q = 15 \text{ C (1分)}$$

说明: 只有结果, 没有公式或文字说明的不给分, 其他正确解法亦可得分。