

# 2024~2025 学年高三 4 月质量检测卷

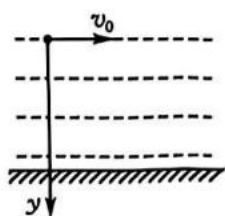
## 物 理

### 考生注意：

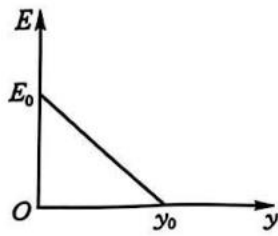
1. 本试卷分选择题和非选择题两部分。满分 100 分，考试时间 75 分钟。
2. 答题前，考生务必用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔将密封线内项目填写清楚。
3. 考生作答时，请将答案答在答题卡上。选择题每小题选出答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑；非选择题请用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔在答题卡上各题的答题区域内作答，超出答题区域书写的答案无效，在试题卷、草稿纸上作答无效。
4. 本卷命题范围：高考范围。

一、单项选择题：本题共 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. 2024 年 10 月 11 日，中国散裂中子源(CSNS)打靶束流功率达到 170 kW 并实现稳定供束运行，超过设计指标 70%，可以为诸多领域的研究和工业应用提供先进的研究平台，下列关于中子的说法正确的是  
A. 中子不带电，比质子更容易打入重核内  
B. 原子核内的质子转变成中子时会放出电子  
C.  $^{14}\text{N}$  俘获一个  $\alpha$  粒子，产生  $^{17}\text{O}$  并放出一个中子  
D. 卢瑟福在原子核人工转变的实验中发现了中子
2. 如图甲所示，水平地面上方有匀强电场，水平虚线为等势面，将一个带电小球水平抛出，以抛出点为坐标原点竖直向下建立  $y$  轴，小球的机械能  $E$  随坐标  $y$  的变化关系如图乙所示，小球落地时的机械能为 0，不计空气阻力，则下列说法正确的是



甲



乙

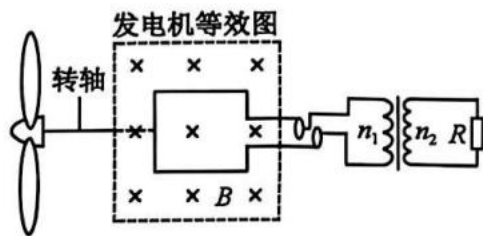
- A. 等势面的电势上低下高
- B. 小球落地时的重力势能为 0
- C. 小球从抛出到落地，电场力做功为  $E_0$
- D. 小球受到的电场力大小为  $\frac{E_0}{y_0}$

3. “嫦娥七号”探测器将于 2026 年前后发射,准备在月球南极登陆.地球的质量约为月球的 81 倍,半径约为月球的 4 倍,若探测器环绕月球表面运动的周期为  $T$ ,则环绕地球表面运动的周期约为

- A.  $8T$                       B.  $2\sqrt{2}T$                       C.  $\frac{8}{9}T$                       D.  $\frac{2}{9}T$

4. 风力发电前景广阔,其简化模型如图所示,矩形线框在匀强磁场中绕垂直磁场方向的轴匀速转动给变压器供电.已知线框的匝数  $n=100$ ,面积  $S=0.01\text{ m}^2$ ,转动的角速度  $\omega=100\pi\text{ rad/s}$ ,匀强磁场的磁感应强度大小  $B=\frac{2}{\pi}\text{ T}$ .理想变压器原、副线圈的匝数比  $n_1:n_2=2:1$ ,电阻  $R=10\ \Omega$ .不计线框的电阻,则下列说法正确的是

- A. 通过电阻  $R$  的电流为  $\sqrt{2}\text{ A}$   
 B. 副线圈电流的频率为  $100\text{ Hz}$   
 C. 线框中感应电动势的最大值为  $200\sqrt{2}\text{ V}$   
 D. 线框平面与磁场方向平行时,流经线框的电流最大



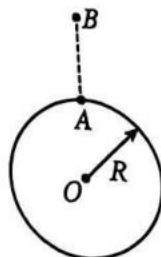
5. 如图所示,用铝制易拉罐和粗细均匀的透明薄吸管制作温度计,吸管里有一段可自由移动的油柱,吸管与罐口处密封性良好,罐内气体可视为理想气体,不考虑大气压强的变化,吸管处于水平方向,在吸管上标注等差温度值,下列说法正确的是



- A. 吸管上标注的温度值刻度左密右疏  
 B. 在其他条件不变的情况下换用更粗的吸管,可以扩大测温范围  
 C. 若将易拉罐和吸管直立且开口向上,则吸管上标注的温度值刻度间距变大  
 D. 若要提高测温灵敏度,可以在其他条件不变的情况下换用体积更小的易拉罐

6. 如图所示,半径为  $R$  的绝缘薄球壳上均匀分布着负电荷, $O$  为球心,已知均匀带电的球壳在其内部激发的电场强度处处为零.现在球壳  $A$  处取下面积足够小的一块曲面,其带电量为  $3q$ ,将其沿  $OA$  延长线向上移动至  $B$  点,且  $AB=R$ ,球壳其他部分的电荷分布保持不变,静电力常量为  $k$ ,则下列说法中正确的是

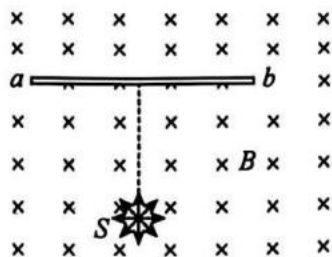
- A. 球壳内部的电场线为直线  
 B. 球心  $O$  点电场强度大小为  $\frac{3kq}{4R^2}$   
 C. 取无穷远处电势为零,则球心  $O$  点的电势为负值



- D.  $AB$  中点的电场强度大小为  $\frac{24kq}{R^2}$



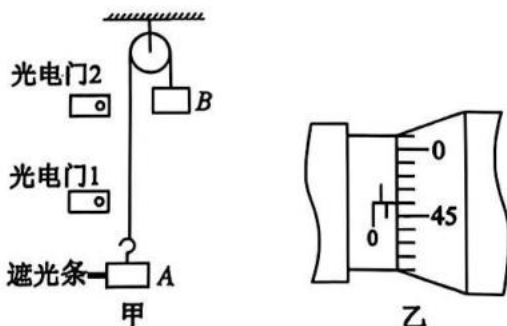
10. 如图所示,真空室内存在匀强磁场,磁场方向垂直纸面向里,磁感应强度的大小为  $B$ ,磁场内有一块足够长平面感光薄板  $ab$ ,板面与磁场方向平行,在  $ab$  前距离  $L$  处有一个点状的放射源  $S$ ,它在纸面内均匀地向各个方向发射比荷为  $\frac{q}{m}$  的带正电的粒子,粒子的速度大小都是  $v = \frac{BqL}{m}$ . 不计粒子的重力和相互间作用力,下列说法正确的是



- A. 击中  $ab$  的粒子中,运动的最长时间为  $\frac{3\pi m}{2Bq}$
- B. 击中  $ab$  的粒子中,运动的最短时间为  $\frac{\pi m}{2Bq}$
- C.  $ab$  上被粒子击中的区域的长度为  $(\sqrt{3} + 1)L$
- D. 放射源  $S$  发射的粒子中有 50% 的粒子可以击中  $ab$  板

三、非选择题:本题共 5 小题,共 54 分.

11. (6 分)某同学利用阿特伍德机验证机械能守恒定律. 实验装置如图甲所示,已知物块 A(含遮光条)的质量为  $m_1$ ,物块 B 的质量为  $m_2$ ,且  $m_1 < m_2$ ,当地重力加速度为  $g$ . 请回答下列问题:

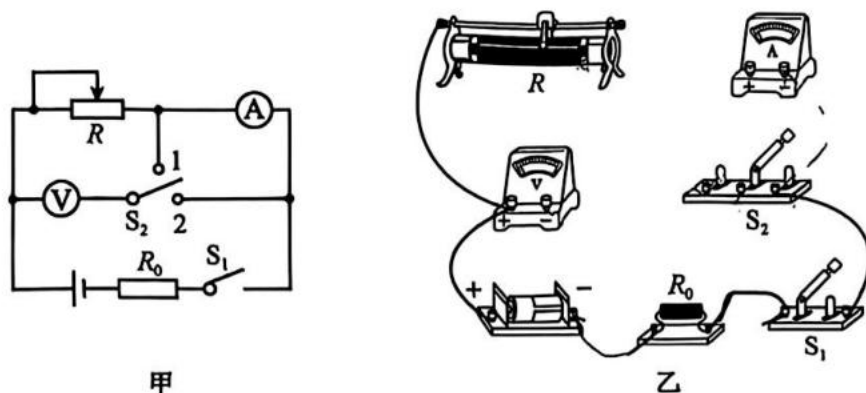


- (1)用螺旋测微器测量遮光条的宽度  $d$ ,示数如图乙所示,则其读数为 \_\_\_\_\_ mm.
- (2)实验中,保持光电门 1 和 A 由静止释放的位置不变,多次改变光电门 2 的位置,测出遮光条通过光电门 1、2 时的遮光时间  $t_1$ 、 $t_2$ ,并测出两光电门间的高度差  $h$ ,根据测得的多组数据,可以作出 \_\_\_\_\_ 图像,所得图线是一条线.

- A.  $\frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{h}$       B.  $\frac{1}{t_2^2} - h$       C.  $\frac{1}{t_2} - h$       D.  $\frac{1}{t_2} - h^2$

- (3)按照(2)问作出图像,若图像的斜率等于 \_\_\_\_\_,图像与纵轴的截距等于 \_\_\_\_\_,则机械能守恒定律得到验证.

12. (9分)某同学利用如图甲所示的电路,测量内阻很小的某电源的电动势和内阻,所用器材如图乙所示, $R_0$  为定值电阻(阻值  $2\ \Omega$ ). 请回答下列问题:



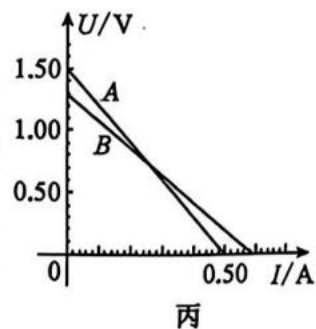
(1)按照图甲所示的电路图,将图乙中的实物连线补充完整.

(2)实验中,定值电阻  $R_0$  的作用有\_\_\_\_\_.

- A. 保护电源
- B. 在电流变化时使电压表的示数变化更明显
- C. 在电压变化时使电流表的示数变化更明显

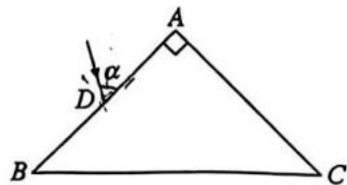
(3)实验中,当单刀双掷开关  $S_2$  接 1 时,将滑动变阻器滑片置于两个不同位置,电压表和电流表的示数分别为  $U_1$ 、 $I_1$  和  $U_2$ 、 $I_2$ ,则电源电动势  $E=_____$ ,内阻  $r=_____$  (用  $U_1$ 、 $I_1$ 、 $U_2$ 、 $I_2$  和  $R_0$  表示).

(4)将单刀双掷开关  $S_2$  分别接 1 和 2 时,调节滑动变阻器  $R$ ,记录若干组电压表和电流表的读数,分别作出两种情况下  $U-I$  图像如图丙所示,图线 B 是开关  $S_2$  与\_\_\_\_\_ (选填“1”或“2”)闭合时作出的;考虑避免系统误差,待测电源的电动势  $E=_____$  V,其内阻大小  $r=_____$   $\Omega$ . (结果均保留两位小数)



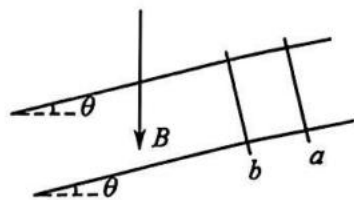
13. (9分)某物理兴趣小组在实验室找到一块等腰直角三棱镜,其截面如图所示,其直角边长为  $a$ . 用一束光从  $AB$  边上的  $D$  点射入,入射光线与  $AB$  边夹角为  $\alpha$ . 当  $\alpha$  增大到  $90^\circ$  时, $BC$  边恰好无光线射出;当  $\alpha=45^\circ$  时,在棱镜中第一次反射的光线恰好到达顶点  $A$ . 已知光在真空中的传播速度为  $c$ ,  $\sin 75^\circ = \frac{\sqrt{2} + \sqrt{6}}{4}$ , 求:

- (1)该棱镜的折射率  $n$ ;
- (2)第一次反射恰好到达顶点  $A$  的光线在棱镜中从  $D$  传播到  $A$  的时间.



14. (14分) 如图所示, 在竖直向下的匀强磁场中, 足够长的光滑平行导轨与水平面成  $\theta=30^\circ$  角, 导轨间距为  $d$ , 电阻不计. 质量为  $m$ 、电阻为  $R$  的金属棒  $a$  和质量为  $2m$ 、电阻为  $2R$  的金属棒  $b$  垂直于导轨放置, 开始时  $a$ 、 $b$  被锁定且相距为  $d$ . 金属棒与导轨始终垂直且接触良好, 重力加速度为  $g$ . 求:

- (1) 若磁感应强度  $B=kt$  ( $k>0$  且已知), 求从  $t=0$  开始至少经过多长时间释放  $b$ ,  $b$  会沿导轨向上运动;
- (2) 若磁感应强度大小为  $B_0$  且不变, 释放  $b$ , 当  $b$  沿导轨下滑距离  $s$  时, 速度达到最大值, 求该过程  $a$  棒中产生的热量;
- (3) 在(2)问中当  $b$  速度达到最大时再释放  $a$ , 求释放瞬间  $a$  对导轨的压力大小和  $a$  的加速度大小.



15. (16分) 如图所示, 质量  $M=2\text{ kg}$  的长木板  $A$  静止在光滑水平面上, 质量  $m=4\text{ kg}$  的小物块  $B$  (看作质点) 放在长木板的左端, 在  $A$  右侧固定一个弹性挡板  $P$ . 现使  $A$  和  $B$  一起以  $v_0=4\text{ m/s}$  的速度向右运动,  $A$  碰撞弹性挡板后立即以碰前的速率反向弹回,  $B$  始终向右运动.  $B$  与  $A$  间的动摩擦因数  $\mu=0.25$ , 重力加速度取  $g=10\text{ m/s}^2$ . 求:

- (1)  $A$  与挡板第一次碰后向左运动的时间;
- (2) 若  $B$  恰好在  $A$  与挡板三次碰撞后两者共速时滑到  $A$  的右端, 求  $A$  的长度;
- (3) 若最终  $B$  没有从  $A$  上滑落, 求  $A$  与挡板第一次碰撞后  $B$  和  $A$  运动的路程分别是多少.



# 2024~2025 学年高三 4 月质量检测卷·物理

## 参考答案、提示及评分细则

### 1.【考点定位】原子核

【考核目标】记忆,理解

【解题思路】因为原子核带正电荷,在重核内部,原子核所带的正电荷量较大,对于质子的库仑力斥力较大,而中子不带电,核对于中子没有库仑力,因此中子比质子更容易打入内部,A 正确;原子核内的中子转变成质子时会放出电子,B 错误;根据核反应中质量数和电荷数守恒,该核反应方程为 ${}^{14}_7\text{N}+{}^4_2\text{He}\rightarrow{}^{17}_8\text{O}+{}^1_1\text{H}$ ,释放的是质子,C 错误;查德威克在原子核人工转变的实验中发现了中子,D 错误.

【参考答案】A

### 2.【考点定位】类平抛,电势

【考核目标】理解,推理

【解题思路】由图像乙可知,小球从抛出到落地,机械能减少  $E_0$ ,则电场力做功为  $-E_0$ ,电场力方向向上,因小球带电性质不确定,所以电场方向不确定,等势面的电势高低不确定,A、C 错误;因小球做类平抛运动,落地时动能不为 0,而机械能为 0,则重力势能为负值,B 错误;根据功能关系有  $Fy_0 = E_0$ ,得  $F = \frac{E_0}{y_0}$ ,D 正确.

【参考答案】D

### 3.【考点定位】万有引力定律

【考核目标】理解,推理

【解题思路】探测器环绕月球表面运动,有  $G\frac{M_{月}m}{R_{月}^2} = mR_{月}\frac{4\pi^2}{T^2}$ ,环绕地球表面运动,有  $G\frac{M_{地}m}{R_{地}^2} = mR_{地}\frac{4\pi^2}{T_{地}^2}$ ,解得  $T_{地}^2 = \frac{M_{月}R_{地}^3}{M_{地}R_{月}^3}T^2$ ,则  $T_{地} = \frac{8}{9}T$ ,C 正确.

【参考答案】C

### 4.【考点定位】交流电,变压器

【考核目标】理解,推理

【解题思路】线框产生的电动势最大值为  $E_m = NBS\omega = 200\text{ V}$ ,根据变压器变压比公式有  $\frac{(\frac{E_m}{\sqrt{2}})}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ,则通过电阻  $R$  的电流为  $I_2 = \frac{U_2}{R} = 5\sqrt{2}\text{ A}$ ,A、C 错误;原、副线圈电流频率相同,均为  $f = \frac{\omega}{2\pi} = 50\text{ Hz}$ ,B 错误;线框平面与磁场方向平行时,磁通量最小,磁通量变化率最大,则流经线框的电流最大,D 正确.

【参考答案】D

### 5.【考点定位】气体实验定律

【考核目标】推理,综合分析

【解题思路】设初始温度为  $T_0$ 、罐中气体体积为  $V_0$ 、吸管内气柱长为  $L_0$ 、其横截面积为  $S$ ,温度变为  $T_1$  后,吸管内气柱长变为  $L_1$ .由等压变化有  $C = \frac{L_0S + V_0}{T_0} = \frac{L_1S + V_0}{T_1}$ ,可知  $\Delta x = \frac{C}{S}\Delta T$ ,即油柱移动距离与温度变化量成正比,故吸管上的气温刻度应该是均匀的,A 错误;由  $\Delta x = \frac{C}{S}\Delta T$ ,可知换更粗的吸管,在温度变化相同

时,油柱移动距离会变小,则测量范围会变大,B正确;易拉罐和吸管直立且开口向上,因油柱的重力产生压强,压强变大,所以体积变小,由  $\Delta x = \frac{C}{S} \Delta T$  可知,C变小  $\Delta x$  变小,C错误;根据  $C = \frac{L_0 S + V_0}{T_0}$ 、 $\Delta x = \frac{C}{S} \Delta T$  可得  $\Delta x = \frac{L_0 S + V_0}{T_0 S} \Delta T$ ,若用更小的饮料罐,在温度变化相同时,油柱左右移动距离会变小,则测温灵敏度会降低,D错误.

【参考答案】B

6.【考点定位】电场

【考核目标】推理,科学思维

【解题思路】根据题意,在A处取下一小块后,球壳剩余部分的电荷在其内部激发的电场,相当于+3q点电荷处于A点在球壳内产生的电场,故球壳内的电场就是分别在A、B处的等量异种点电荷在球壳的电场的叠加,所以球壳内部的电场线不是直线,A错误;球心O点场强大小  $E_O = k \frac{3q}{R^2} - k \frac{3q}{(2R)^2} = k \frac{9q}{4R^2}$ ,B错误;取无穷远处电势为零,则负电荷电场中各点电势为负值,球壳上均匀分布着负电荷,可知球心O点的电势为负,C正确;AB中点的场强等于球面上电荷与B点电荷产生的场强的矢量和,由于不知道球面电荷量,无法计算电场强度,D错误.

【参考答案】C

7.【考点定位】动能定理,动量定理

【考核目标】推理,科学思维

【解题思路】空气阻力大小与速率成正比时设空气阻力为  $kv$ , $v-t$  图线可以看成  $f-t$  图线,其面积表示冲量, $v-t$  图线面积表示位移为零,所以  $f-t$  图线面积表示冲量为零,对全过程由动量定理得  $mg t_2 + I_f = mv_0 + mv_1$ ,其中阻力的冲量  $I_f = 0$ ,则  $t_2 = \frac{v_0 + v_1}{g}$ ;空气阻力大小恒定时,物体上升和下落均做匀变速直线运动,设空气阻力为  $f$ ,上升的最大高度为  $H$ ,上升过程根据动能定理有  $-mgH - fH = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ,下落过程根据动能定理有  $mgH - fH = \frac{1}{2}mv_1^2 - 0$ ,联立解得  $H = \frac{v_0^2 + v_1^2}{4g}$ ,故上升时间  $t_3 = \frac{2H}{v_0} = \frac{v_0^2 + v_1^2}{2gv_0}$ ,同理下落时间  $t'_3 = \frac{2H}{v_1} = \frac{v_0^2 + v_1^2}{2gv_1}$ ,整个运动时间  $t_4 = \frac{(v_0^2 + v_1^2)(v_0 + v_1)}{2gv_0 v_1}$ ,因为  $v_0^2 + v_1^2 > 2v_0 v_1$ ,所以  $t_4 > t_2$ ,A正确.

【参考答案】A

8.【考点定位】机械波

【考核目标】理解,推理

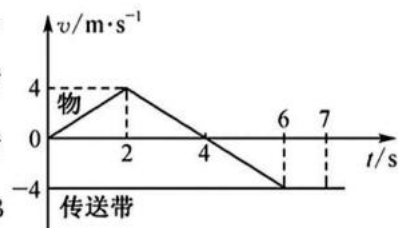
【解题思路】若波沿  $x$  轴负方向传播,则有  $\Delta t = (n + \frac{3}{4})T = 0.01 \text{ s} (n=0,1,2,\dots)$ ,解得  $T = \frac{0.04}{4n+3} \text{ s} (n=0,1,2,\dots)$ ,由于  $T > 0.01 \text{ s}$ ,则  $n=0$ ,可得  $T = \frac{1}{75} \text{ s}$ ,则  $f = \frac{1}{T} = 75 \text{ Hz}$ , $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0.08}{\frac{1}{75}} \text{ m/s} = 6 \text{ m/s}$ ,A正确;若波沿  $x$  轴正方向传播,则有  $\Delta t = (n + \frac{1}{4})T = 0.01 \text{ s} (n=0,1,2,\dots)$ ,解得  $T = \frac{0.04}{4n+1} \text{ s} (n=0,1,2,\dots)$ ,由于  $T > 0.01 \text{ s}$ ,则  $n=0$ ,可得  $T = \frac{1}{25} \text{ s}$ ,则  $f = \frac{1}{T} = 25 \text{ Hz}$ , $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0.08}{\frac{1}{25}} \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$ ,D正确.

【参考答案】AD

9.【考点定位】匀变速直线运动,牛顿第二定律,功

【考核目标】推理,科学思维

【解题思路】在 $0\sim 2\text{ s}$ 时间内,由牛顿第二定律可得 $F-\mu mg=ma_1$ ,解得 $a_1=2\text{ m/s}^2$ , $2\text{ s}$ 后,物块的加速度 $a_2=\mu g=2\text{ m/s}^2$ ,以向左为正方向,画出物块和传送带运动的 $v-t$ 图像如图所示,物块向左运动的位移 $x_1=2\times\frac{v}{2}t_1=8\text{ m}$ ,则传



送带至少长 $8\text{ m}$ ,A 错误;由 $v-t$ 图像可知物块在传送带上的运动时间为 $7\text{ s}$ ,B

正确; $2\text{ s}$ 后,摩擦力对物块做功为零, $0\sim 2\text{ s}$ 内,物块向左运动的位移 $x=4\text{ m}$ ,则摩擦力做功为 $W_f=-\mu mgx=-8\text{ J}$ ,C 错误;由图可求得物块与传送带之间的相对位移大小 $\Delta x=28\text{ m}$ ,则摩擦生热 $Q=\mu mg\Delta x=56\text{ J}$ ,D 正确.

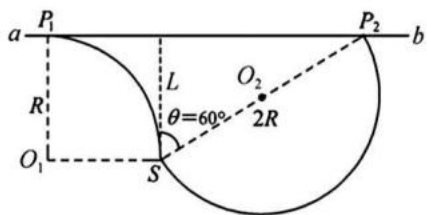
【参考答案】BD

10.【考点定位】带电粒子在磁场中运动

【考核目标】科学思维,综合分析

【解题思路】由牛顿第二定律得 $qvB=m\frac{v^2}{R}$ ,解得 $R=L$ ,由 $S$  竖直向下射出的粒子,轨迹圆与 $ab$  相切,在击中 $ab$  的粒子中,运动的时间最长为 $\frac{3}{4}$  周期,所用时长 $t_1=\frac{3}{4}\times\frac{2\pi m}{Bq}=\frac{3\pi m}{2Bq}$ ,A 正确;由 $S$  沿与竖直方向成

$30^\circ$  向右上方射出的粒子,在击中 $ab$  的粒子中,轨迹圆的弦长最短,在磁场中运动的时间最短为 $\frac{1}{6}$  周期,所用时长 $t_2=\frac{1}{6}\times\frac{2\pi m}{Bq}=\frac{\pi m}{3Bq}$ ,B 错误;作出击中 $ab$  左右两端的粒子轨迹如图, $ab$  上被粒子打中的区域的长度 $x=L+\sqrt{(2L)^2-L^2}=(\sqrt{3}+1)L$ ,C 正确;沿竖直向上方向射出



粒子与屏相切粒子走过的弧长为周长的 $\frac{1}{4}$ ,沿竖直向下方向射出粒子与屏相切粒子走过的弧长为周长的 $\frac{3}{4}$ ,二者夹角为 $180^\circ$ ,即由 $S$  点射出从竖直向下到竖直向上的右侧 $180^\circ$  的粒子都能击中 $ab$ ,占总发射粒子的 $50\%$ ,D 正确.

【参考答案】ACD

11.【考点定位】验证机械能守恒定律

【考核目标】实验能力,应用数学处理物理问题

【解题思路】(1)根据螺旋测微器的读数规则可知,遮光条的宽度 $d=1.0\text{ mm}+46.0\times 0.01\text{ mm}=1.460\text{ mm}$ .

(2)如果 $A$ 、 $B$  系统机械能守恒,则有 $(m_2-m_1)gh=\frac{1}{2}(m_1+m_2)\left[\left(\frac{d}{t_2}\right)^2-\left(\frac{d}{t_1}\right)^2\right]$ ,变形得 $\frac{1}{t_2^2}=\frac{1}{t_1^2}+\frac{2(m_2-m_1)gh}{(m_1+m_2)d^2}$ ,故应作出 $\frac{1}{t_2^2}-h$  图像.

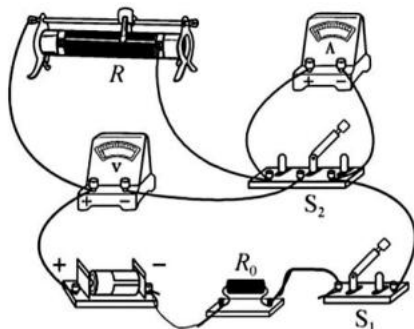
(3)由 $\frac{1}{t_2^2}=\frac{1}{t_1^2}+\frac{2(m_2-m_1)gh}{(m_1+m_2)d^2}$  可知,当图像的斜率等于 $\frac{2(m_2-m_1)g}{(m_1+m_2)d^2}$ ,与纵轴的截距等于 $\frac{1}{t_1^2}$ ,则机械能守恒定律得到验证.

【参考答案】(1)1.460(2分) (2)B(2分) (3) $\frac{2(m_2-m_1)g}{(m_1+m_2)d^2}$   $\frac{1}{t_1^2}$  (每空1分)

12.【考点定位】测量电池电动势和电阻

【考核目标】实验能力,应用数学处理物理问题

【解题思路】(1)根据电路图可连接实物如图所示,



(2)定值电阻  $R_0$  有保护电源的作用,且由于电源内阻很小,则根据闭合电路的欧姆定律有  $U = E - I(r + R_0)$ ,可知加了定值电阻后可以达到电流变化时使电压表的示数变化明显的效果. 故选 AB.

(3)根据闭合电路欧姆定律有  $E = U_1 + I_1(r + R_0)$ ,  $E = U_2 + I_2(r + R_0)$ ,联立解得  $E = \frac{U_1 I_2 - U_2 I_1}{I_2 - I_1}$ ,  $r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} - R_0$ .

(4)当  $S_1$  接 1 时,路端电压与电流的关系式为  $U_1 = E - I_1(r + R_0 + R_A)$ ,画出图像,当电流表的示数  $I_1 = 0$  时,可知测得的电动势是准确的,而内电阻测量值等于电源内阻与定值电阻和电流表内阻之和,由于电流表内电阻的影响,使得内电阻测量值偏大,即图像与纵坐标的交点是准确的,而斜率偏大;当  $S_1$  接 2 时,路端电压与电流的关系式为  $U_2 = E - (I_2 + I_V)(r + R_0)$ ,画出图像,实验主要误差就是电压表的分流作用,当电流表的示数  $I_2 = 0$  时,测得的电动势  $E_{测} = E - I_V(r + R_0)$ ,测得的电动势偏小,不过当路端电压等于零时,流过电压表的电流也为零,系统误差消失,因此短路电流是准确的;利用图像在纵轴的截距可知, $S_1$  接 1 时图像纵轴的截距等于电源电动势, $S_1$  接 2 时图像纵轴的截距小于电源电动势,故图线 B 是开关  $S_2$  与“2”连接.

由于 A 图像的电动势测量准确,可知电动势为  $E = 1.50 \text{ V}$ ;图像 B 的短路电流测量准确,可知短路电流  $I_m = 0.58 \text{ A}$ ,因此电源的内电阻  $r = \frac{E}{I_m} - R_0 = 0.59 \Omega$ .

【参考答案】(1)见解析(1分) (2)AB(2分)(漏选给1分,有错选给0分) (3) $\frac{U_1 I_2 - U_2 I_1}{I_2 - I_1}$  (1分)

$$\frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} - R_0 \text{ (1分)}$$

(4)2(2分) 1.50(1分) 0.54~0.59(1分)

13.【考点定位】光的折射,全反射

【考核目标】推理,应用数学处理物理问题

【解题思路】(1)由题意,当  $\alpha = 90^\circ$  时,入射光线在 BC 边恰好发生全反射,则临界角  $C = 45^\circ$

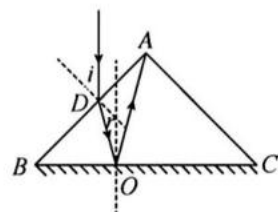
根据  $\sin C = \frac{1}{n}$ ,解得  $n = \sqrt{2}$  (2分)

(2)由题意做出光路图如图所示

当  $\alpha = 45^\circ$  时,入射角为  $45^\circ$ ,根据  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ ,有  $\sin r = \frac{1}{2}$  (1分)

则折射角  $r = 30^\circ$  (1分)

因为  $\angle B = 45^\circ$ ,  $\angle BDO = 60^\circ$ ,则光在 BC 面的入射角为  $\theta = 90^\circ - (180^\circ - 60^\circ - 45^\circ) = 15^\circ$  (1分)



根据反射定律可知  $\angle DOA = 2\theta = 30^\circ$  (1分)

根据几何关系可知  $\angle BAO = 30^\circ$ , 即  $\triangle DAO$  为等腰三角形, 则  $\frac{DO}{AO} = \frac{\sqrt{3}}{3}$  (1分)

在  $\triangle AOC$  中, 由正弦定理有  $\frac{AC}{\sin 75^\circ} = \frac{AO}{\sin 45^\circ}$  (1分)

光在玻璃棱镜中的传播速度  $v = \frac{c}{n}$

光线在棱镜中从  $D$  传播到  $A$  的时间  $t = \frac{DO+OA}{v}$

联立解得  $t = \frac{2\sqrt{6}a}{3c}$  (1分)

#### 14. 【考点定位】电磁感应定律

【考核目标】推理, 科学思维, 综合分析, 应用数学处理物理问题

【解题思路】(1) 正方形闭合回路中的感应电动势为  $E_1 = \frac{\Delta B}{\Delta t} S \cos \theta = kd^2 \cos \theta$  (1分)

回路中的感应电流为  $I_1 = \frac{E_1}{3R}$  (1分)

棒  $b$  受到的安培力为  $F_1 = BI_1 d$

由题知  $F_1 \cos \theta = 2mg \sin \theta$  (1分)

解得  $t = \frac{4mgR}{k^2 d^3}$  (1分)

(2)  $b$  棒合力为零时, 速度最大, 感应电动势为  $E_2 = B_0 d v_m \cos \theta$  (1分)

回路中的感应电流为  $I_2 = \frac{E_2}{3R}$

则有  $B_0 I_2 d \cos \theta = 2mg \sin \theta$  (1分)

解得  $v_m = \frac{4mgR}{B_0^2 d^2}$  (1分)

对回路而言, 根据能量守恒, 有  $2mgs \cdot \sin \theta = \frac{1}{2} \times 2mv_m^2 + Q_a + Q_b$  (1分)

其中  $Q_b = 2Q_a$  (1分)

解得  $Q_a = \frac{1}{3} mgs - \frac{16m^3 g^2 R^2}{3B_0^4 d^4}$  (1分)

(3) 释放  $a$  瞬间,  $a$  与  $b$  受到的安培力等值反向, 大小为  $F = \frac{2mg \sin \theta}{\cos \theta} = \frac{2\sqrt{3}mg}{3}$

$F$  在垂直导轨方向的分力为  $F \sin \theta = \frac{\sqrt{3}mg}{3}$  (1分)

则  $a$  对导轨的压力大小为  $N = mg \cos \theta - F \sin \theta = \frac{\sqrt{3}mg}{2} - \frac{\sqrt{3}mg}{3} = \frac{\sqrt{3}mg}{6}$  (1分)

此时, 对棒  $a$  有  $mg \sin \theta + F \cos \theta = ma$  (1分)

联立解得  $a = \frac{3}{2}g$  (1分)

#### 15. 【考点定位】动量定理, 动能定理, 动量守恒定律, 机械能守恒定律

【考核目标】推理, 科学思维, 综合分析, 应用数学处理物理问题

【解题思路】(1) A 与挡板第一次碰撞后的速度大小仍为  $v_0 = 4 \text{ m/s}$ , 设 A 向左减速到速度为零的时间为  $t_1$ ,

$$\text{由动量定理得 } -\mu mgt_1 = 0 - Mv_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{代入数据解得 } t_1 = 0.8 \text{ s} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) A 与挡板碰后, A 与 B 组成的系统动量守恒, 取水平向右为正方向, 第一次碰撞后, 系统达到共同速度为  $v_1$ , B 相对 A 运动距离为  $\Delta L_1$ , 则有  $mv_0 - Mv_0 = (m+M)v_1$

$$\text{解得 } v_1 = \frac{m-M}{m+M}v_0 = \frac{1}{3}v_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{又 } \mu mg\Delta L_1 = \frac{1}{2}(M+m)v_0^2 - \frac{1}{2}(M+m)v_1^2 \quad (1 \text{ 分})$$

第二次碰撞后, 系统达到共同速度为  $v_2$ , B 相对 A 运动距离为  $\Delta L_2$ , 则有  $mv_1 - Mv_1 = (m+M)v_2$

$$\text{解得 } v_2 = \left(\frac{m-M}{m+M}\right)^2 v_0 = \frac{1}{3^2}v_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{又 } \mu mg\Delta L_2 = \frac{1}{2}(M+m)v_1^2 - \frac{1}{2}(M+m)v_2^2 \quad (1 \text{ 分})$$

第三次碰撞后, 系统达到共同速度为  $v_3$ , B 相对 A 运动距离为  $\Delta L_3$ , 则有  $mv_2 - Mv_2 = (m+M)v_3$

$$\text{解得 } v_3 = \left(\frac{m-M}{m+M}\right)^3 v_0 = \frac{1}{3^3}v_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{又 } \mu mg\Delta L_3 = \frac{1}{2}(M+m)v_2^2 - \frac{1}{2}(M+m)v_3^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由题意有 } \Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3 = L \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立上述各式解得 } L = \frac{5824}{1215} \text{ m} = 4 \frac{964}{1215} \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 由题意, 经过无数次碰撞, 二者速度均为零, A 右端紧靠挡板静止, 因 B 始终向右运动, 故 B 的总路程  $x_B$  与全过程二者之间相对运动的距离相等

$$\text{全过程由能量守恒得 } \mu mgx_B = \frac{1}{2}(M+m)v_0^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } x_B = 4.8 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{A 第一次与挡板相撞后向左所走路程为 } s_1, \text{ 由动能定理得 } -\mu mgs_1 = 0 - \frac{1}{2}Mv_0^2$$

$$\text{则 } s_1 = 1.6 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{A 第二次与挡板相撞后向左所走路程为 } s_2, \text{ 由动能定理得 } -\mu mgs_2 = 0 - \frac{1}{2}Mv_1^2$$

$$\text{A 第三次与挡板相撞后向左所走路程为 } s_3, \text{ 由动能定理得 } -\mu mgs_3 = 0 - \frac{1}{2}Mv_2^2$$

$$\text{得 } \frac{s_2}{s_1} = \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^2 = \frac{1}{9}, \frac{s_3}{s_2} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{1}{9} \quad (1 \text{ 分})$$

可见以后每次相碰反弹向左行的路程均以  $\frac{1}{9}$  比例减少, A 所走的路程为一个无穷等比数列之和, 公比

$$q = \frac{1}{9}$$

$$\text{所以 A 运动的总路程为 } x_A = 2s_1(1+q+q^2+q^3+\cdots+q^n) = \frac{2s_1}{1-q} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } x_A = 3.6 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$