

# 2026 年汕头市普通高考第一次模拟考试

## 物理

注意事项:

- 1、答题前，考生在答题卡上务必用直径 **0.5** 毫米黑色墨水签字笔将自己的姓名、准考证号填写清楚，并贴好条形码。请认真核准条形码上的准考证号、姓名和科目。
- 2、作答选择题时，选出每小题答案后，用 **2B** 铅笔在答题卡上对应题目选项的答案信息点涂黑，如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其它答案。答案不能答在试卷上。
- 3、非选择题必须用黑色字迹的钢笔或签字笔作答，答案必须写在答题卡各题目指定区域内相应位置上；如需改动，先划掉原来的答案，然后再写上新的答案；不准使用铅笔和涂改液。不按以上要求作答无效。
- 4、考生必须保持答题卡的整洁。考试结束后，将试卷和答题卡一并交回。

### 第 I 卷

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，只有一项是符合要求的。

1. “工夫茶”是潮汕地区的传统饮茶习俗。如图所示，热水倒入茶托上的玻璃盖碗后盖上杯盖，在水面和杯盖间就封闭了一部分空气（可视为理想气体）。下列说法正确的是（ ）



- A. 玻璃盖碗是非晶体
- B. 水温越高，每个水分子运动的速率越大
- C. 温度降低，玻璃盖碗内壁单位面积所受气体分子的平均作用力变大
- D. 水滴落在干净的茶托上会自然摊开，这说明水不能浸润茶托

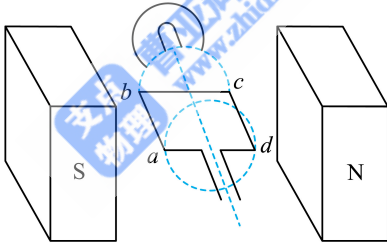
【答案】A

【解析】

- 【详解】A. 玻璃属于典型的非晶体，所以玻璃盖碗是非晶体，故 A 正确；
- B. 水温越高，水分子运动的平均速率越大，但不是每个水分子运动的速率都越大，故 B 错误；
- C. 温度降低，封闭空气的体积不变，根据查理定律可知，空气的压强减小，则玻璃盖碗内壁单位面积所受气体分子的平均作用力变小，故 C 错误；
- D. 水滴落在干净的茶托上会自然摊开，这说明水能浸润茶托，故 D 错误。

故选 A。

2. 下图为某风力发电机内部简化图，两磁极间存在匀强磁场。发电期间，风力驱动线圈  $abcd$  绕着虚线轴匀速转动，某时刻线圈位于图中所示位置，下列说法正确的是（ ）



- A. 该时刻线圈处于中性面
- B. 该时刻线圈磁通量变化率为零
- C. 若该时刻电流方向从  $a$  到  $b$ ，可知线圈顺时针转动
- D. 当线圈再转过  $90^\circ$  时，流经线圈的电流为零

【答案】D

【解析】

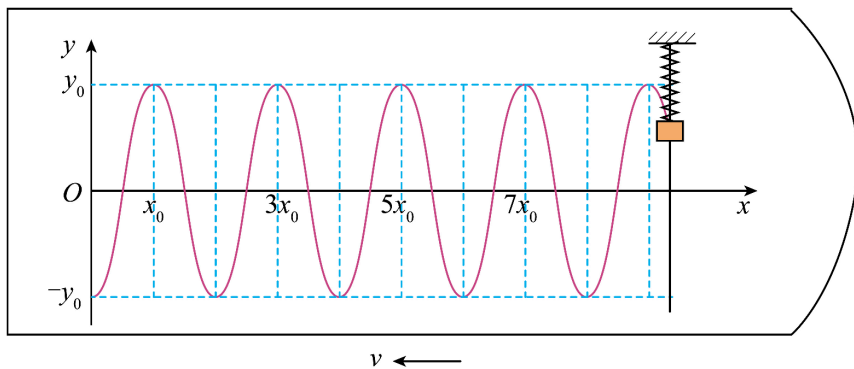
【详解】AB. 该时刻线圈平面与磁场方向平行，穿过线圈的磁通量为 0，但线圈磁通量变化率最大，产生的感应电动势最大，感应电流最大，不是处于中性面，故 AB 错误；

C. 若该时刻电流方向从  $a$  到  $b$ ，图中磁场方向向左，对  $ab$  边根据右手定则可知， $ab$  边向下运动切割磁感线，则线圈逆时针转动，故 C 错误；

D. 当线圈再转过  $90^\circ$  时，线圈平面与磁场方向垂直，线圈处于中性面，流经线圈的电流为零，故 D 正确。

故选 D。

3. 光敏变色布被紫外线照射到的地方会变色留痕。如图所示，竖直放置的光敏变色布前面竖直悬挂一根弹簧，弹簧下端所系物块装有向光敏变色布垂直发射紫外线的激光笔。使物块上下振动的同时，以速率  $v$  水平向左匀速拉动光敏变色布，在所绘痕迹上建立坐标系，已知物块在  $2s$  内完成 10 次全振动。下列说法正确的是（ ）



- A. 物块振动频率为  $2.5\text{Hz}$
- B. 振动过程中，物块机械能不守恒
- C.  $x = 5x_0$  时，物块的速度和加速度都为零
- D. 若  $x_0 = 2\text{cm}$ ，则拉动光敏变色布的速度  $v = 10\text{cm/s}$

【答案】B

【解析】

【详解】A. 物块在  $2\text{s}$  内完成 10 次全振动，则周期为  $T = \frac{2}{10}\text{s} = 0.2\text{s}$

物块振动频率为  $f = \frac{1}{T} = 5\text{Hz}$ ，故 A 错误；

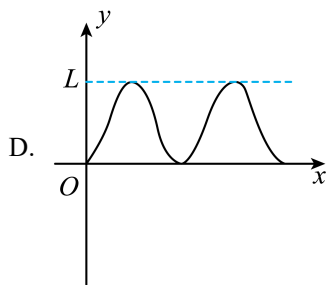
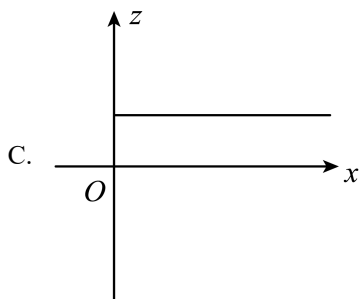
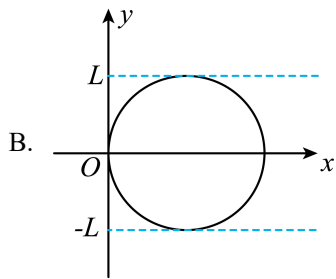
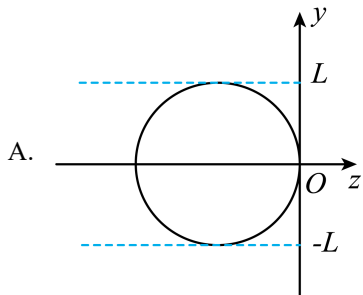
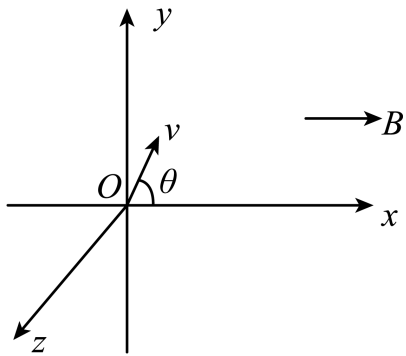
B. 振动过程，由于物块与弹簧组成的系统满足机械能守恒；由于存在弹簧弹力对物块做功，所以物体的机械能不守恒，故 B 正确；

C.  $x = 5x_0$  时，由题图可知，物块处于最高点，则物块的速度为零，但加速度最大，不为零，故 C 错误；

D. 若  $x_0 = 2\text{cm}$ ，由题图可知，拉动光敏变色布的速度  $v = \frac{2x_0}{T} = \frac{2 \times 2}{0.2}\text{cm/s} = 20\text{cm/s}$ ，故 D 错误。

故选 B。

4. 如图所示，在空间直角坐标系  $Oxyz$  中存在磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场，磁场沿  $x$  轴正方向。原点  $O$  处有一粒子源，在  $xoy$  平面内发射质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带正电粒子，速度大小为  $\frac{qBL}{m}$ ，方向与  $x$  轴正方向成  $\theta$ ，且  $0 \leq \theta \leq 90^\circ$ 。不计粒子重力，该粒子运动轨迹在不同坐标平面的投影中，可能正确的是（ ）



【答案】A

【解析】

【详解】粒子的速度与磁场夹角为 $\theta$ ，其运动轨迹为螺旋线，根据洛伦兹力提供向心力有

$$qBv \sin \theta = m \frac{(v \sin \theta)^2}{r}$$

解得  $r = L \sin \theta$

粒子运动的周期为  $T = \frac{2\pi r}{v \sin \theta}$

圆周运动的角速度为  $\omega = \frac{2\pi}{T}$

解得  $T = \frac{2\pi m}{qB}$ ， $\omega = \frac{qB}{m}$

A. 在  $yOz$  平面内，有  $y = r \sin \omega t$ ， $z = -r(1 - \cos \omega t)$

联立解得  $y^2 + (z+r)^2 = r^2$

可见轨迹的投影是圆，其圆心坐标为  $(0, -r)$ ，若  $\theta = 90^\circ$ ，则半径为  $L$ ，圆心坐标为  $(0, -L)$ ，故 A 正确；

BD. 在  $xOy$  平面内，根据运动的分解可知  $x = v \cos \theta t$ ， $y = r \sin \omega t$

联立解得  $y = L \sin \theta \sin\left(\frac{x}{L \cos \theta}\right)$

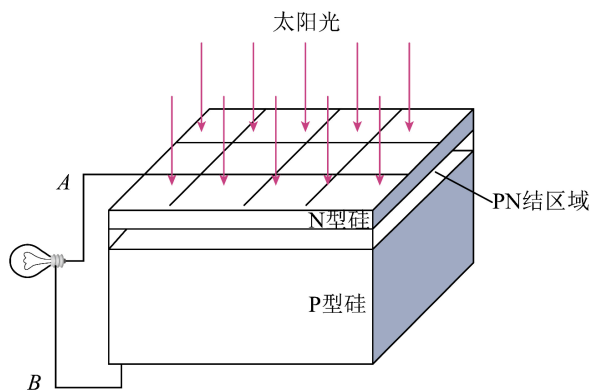
则  $y-x$  图像为正弦曲线，振幅为  $L \sin \theta$ ，若振幅为  $L$  时，对应  $x$  轴无投影，故 BD 错误；

C. 综上所述可知，在  $xOz$  平面内，函数关系式满足  $z = -L \sin \theta [1 - \cos\left(\frac{x}{L \cos \theta}\right)]$

图像为余弦函数，故 C 错误；

故选 A。

5. 太阳能电池应用了光电效应原理，其简化结构如图所示。太阳光穿过顶层 N 型硅并抵达 PN 结区域，光子被吸收后激发出自由电子，这些电子在 PN 结内建电场作用下被推向 N 型硅区域，接通外部电路后即可对外供电。已知该太阳能电池材料的极限频率为  $\nu_0$ ，普朗克常量为  $h$ ，光速为  $c$ ，下列说法正确的是（ ）



- A. 增大入射光的频率，太阳能电池的光电流变小
- B. 太阳能电池工作时，通过灯泡的电流方向为从 A 到 B
- C. 入射光的波长小于  $\frac{c}{\nu_0}$  时，太阳能电池可以对外供电
- D. 入射光的频率为  $3\nu_0$  时，逸出电子的最大初动能为  $3h\nu_0$

**【答案】** C

**【解析】**

**【详解】**A. 光电流的大小主要取决于入射光的光强，增大入射光的频率，不清楚入射光的光强变化，所以无法判断太阳能电池光电流的大小变化，故 A 错误；

B. 由题图可知，太阳能电池工作时，电子的运动方向从  $A$  到  $B$ ，由于电子带负电，则通过灯泡的电流方向为从  $B$  到  $A$ ，故 B 错误；

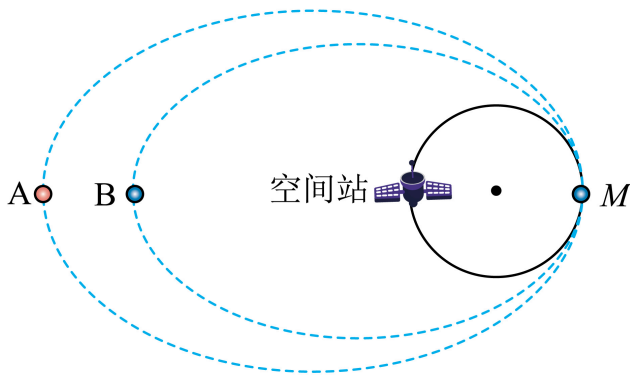
C. 入射光的波长小于  $\frac{c}{\nu_0}$  时，则入射光的频率  $\nu = \frac{c}{\lambda} > \nu_0$

可以发生光电现象，太阳能电池可以对外供电，故 C 正确；

D. 入射光的频率为  $3\nu_0$  时，根据光电效应方程可得逸出电子的最大初动能  $E_k = 3h\nu_0 - W_0 < 3h\nu_0$ ，故 D 错误。

故选 C。

6. 空间站为了避免太空垃圾撞击，采取了“主动规避+被动防护+源头控制”等多层避险方案。如图所示，太空垃圾碎片 A、B 均处于远地点，和空间站恰好三者共线，A、B 椭圆轨道与空间站的圆形轨道相切于  $M$  点，下列说法正确的是（ ）



- A. 碎片 A 的机械能大于碎片 B 的机械能
- B. 碎片 A 从远地点向近地点运动的过程中，机械能减小
- C. 碎片 A 再经过半个周期后，一定与空间站在  $M$  点相遇
- D. 若碎片 A 在  $M$  点被收进空间站，则碎片 A 动能减小

【答案】D

【解析】

【详解】A. 由于不清楚碎片 A、B 的质量关系，所以无法比较碎片 A、B 的机械能，故 A 错误；

B. 碎片 A 从远地点向近地点运动的过程中，只有万有引力做功，机械能守恒，故 B 错误；

C. 由题图可知，碎片 A 的轨道半长轴大于空间站的轨道半径，根据开普勒第三定律可知，碎片 A 的运行周期大于空间站的运行周期；已知太空垃圾碎片 A、B 均处于远地点，和空间站恰好三者共线，则碎片 A 再经过半个周期后，不一定与空间站在  $M$  点相遇，故 C 错误；

D. 根据卫星从高轨道变轨到低轨道，需要在变轨处点火减速，卫星的动能减小；若碎片 A 在  $M$  点被收进

空间站，则碎片 A 动能减小，故 D 正确。

故选 D。

7. 如图所示是手提弹簧灯笼，栓连在弹簧顶部的公仔 A 的质量为  $2m$ ，底座 B（含灯泡）的质量为  $m$ ，连接 A、B 的弹簧质量忽略不计。某次通过提杆对细绳施加竖直向上、大小为  $5mg$  的恒力，一段时间后，A、B 一起向上做匀加速直线运动，弹簧未超出弹性限度。若细绳突然断开，则此瞬间（ ）



A. 底座 B 的加速度方向向下

B. 弹簧弹力大小为  $\frac{5}{2}mg$

C. 底座 B 的加速度大小为  $\frac{5}{3}g$

D. 公仔 A 的加速度大小为  $\frac{11}{6}g$

【答案】D

【解析】

【详解】ABC. A、B 一起向上做匀加速直线运动时，以 A、B 为整体，根据牛顿第二定律可得

$$5mg - (2m + m)g = (2m + m)a$$

$$\text{解得 } a = \frac{2}{3}g$$

以 B 为对象，根据牛顿第二定律可得  $F_{\text{弹}} - mg = ma$

$$\text{解得弹簧弹力大小为 } F_{\text{弹}} = \frac{5}{3}mg$$

细绳突然断开，此瞬间弹簧弹力保持不变，底座 B 的受力不变，加速度不变，则此时底座 B 的加速度大小为  $\frac{2}{3}g$ ，方向向上，故 ABC 错误；

D. 细绳突然断开，此瞬间弹簧弹力保持不变，以 A 为对象，根据牛顿第二定律可得  $F_{\text{弹}} + 2mg = 2ma_A$

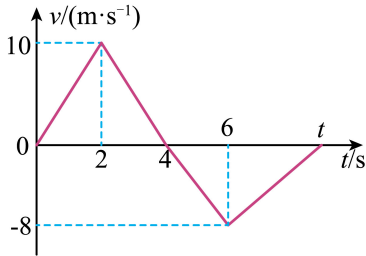
解得公仔 A 的加速度大小为  $a_A = \frac{11}{6}g$ ，故 D 正确。

故选 D。

二、多项选择题：本题共 3 小题，每小题 6 分，共 18 分。在每小题给出的四个选项中，有多

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。

8. 小涵同学为了测试遥控飞行器性能，操控飞行器从地面沿竖直方向由静止起飞，上升到最高点后竖直下落，着陆时速度刚好为零。已知飞行器质量为  $1\text{ kg}$ ，其动力系统提供的升力方向始终竖直向上，所受空气阻力大小恒为  $2\text{ N}$ ，其运动的  $v-t$  图像如图所示， $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ ，下列说法正确的是（ ）



- A. 1s 时飞行器加速度大小为  $5\text{ m/s}^2$
- B. 3s 时飞行器处于失重状态
- C. 5s 时飞行器升力大小为  $8\text{ N}$
- D. 8s 时飞行器返回地面

【答案】AB

【解析】

【详解】A. 由  $v-t$  图像的斜率表示加速度，可知 1s 时飞行器加速度大小为  $a = \frac{10}{2}\text{ m/s}^2 = 5\text{ m/s}^2$ ，故 A 正确；

B. 由  $v-t$  图像可知飞行器在  $2 \sim 4\text{ s}$  内向上减速运动，加速度方向向下，所以 3s 时飞行器处于失重状态，故 B 正确；

C. 由  $v-t$  图像可知  $4 \sim 6\text{ s}$  内向下加速运动，加速度大小为  $a' = \frac{8}{6-4}\text{ m/s}^2 = 4\text{ m/s}^2$

根据牛顿第二定律可得  $mg - f - F_{\text{升}} = ma'$

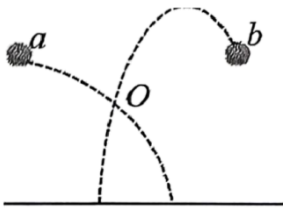
解得 5s 时飞行器升力大小  $F_{\text{升}} = 4\text{ N}$ ，故 C 错误；

D. 设  $t$  时刻飞行器返回地面，根据  $v-t$  图像与横轴围成的面积表示位移，则有  $\frac{1}{2} \times 10 \times 4 = \frac{1}{2} \times 8 \times (t-4)$

解得  $t = 9\text{ s}$ ，故 D 错误。

故选 AB

9. 两同学从相同高度以相同速率同时抛出质量相等的两沙包，沙包  $a$  水平抛出，沙包  $b$  斜向上抛出，如图所示，两个沙包运动轨迹的交点为  $O$ ，不计空气阻力，下列说法正确的是（ ）



- A. 两个沙包在  $O$  点相遇
- B. 两个沙包在  $O$  点时动量大小相等
- C. 从抛出到落地，两个沙包所受重力冲量相等
- D. 在空中，两个沙包的动量变化率相等

【答案】BD

【解析】

【详解】A. 沙包  $a$  是平抛运动，竖直方向做自由落体运动；沙包  $b$  是斜抛运动，竖直方向先向上减速，再向下加速。到达  $O$  点时，沙包  $a$  的运动时间与沙包  $b$  的运动时间一定不相等，两个沙包一定不在  $O$  点相遇，故 A 错误；

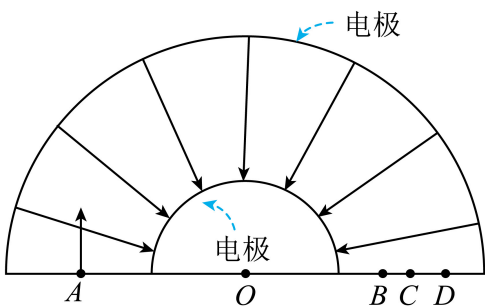
B. 两沙包质量相等，在  $O$  点的动量大小取决于速度大小。根据动能定理可知两个沙包运动到  $O$  点的速度大小相等，故动量大小相等，故 B 正确；

C. 从抛出到落地，两个沙包一个做平抛运动，一个做斜抛运动，运动时间由竖直方向的运动决定，两个沙包运动时间不相同，故重力的冲量不相同，故 C 错误；

D. 在空中，两个沙包均只受重力作用，所以动量变化率等于重力，即动量变化率相等，故 D 正确。

故选 BD。

10. 如图所示，某静电分析器的两电极之间存在指向圆心  $O$  的辐向电场。三个带电粒子以相同的动能  $E_k$  从  $A$  点垂直端面射入，仅在电场力作用下，甲粒子从  $B$  射出，乙粒子做圆周运动从  $C$  射出，丙粒子从  $D$  射出。已知甲、乙、丙的电荷量大小分别为  $q_1$ 、 $q_2$ 、 $q_3$ ， $OA = OC = r$ ， $BC = CD$ ，下列说法正确的是 ( )



- A. 甲、乙粒子带正电，丙粒子带负电

B. 乙粒子经过的位置电场强度大小均为  $\frac{2E_k}{q_2 r}$

C. 甲粒子动能的增加量大于丙粒子动能的减少量

D. 若  $B$  点电势为  $\varphi_1$ ， $C$  点电势为  $\varphi_2$ ，则甲粒子离开电场时的动能为  $E_k + q_1(\varphi_1 - \varphi_2)$

【答案】BC

【解析】

【详解】A B. 三个带电粒子都做近似圆周运动，所受电场力(向心力)与场强方向相同，故三个粒子都带正电，

因  $OA = OC = r$ ，故易知乙粒子做匀速圆周运动从  $C$  射出， $Eq_2 = m \frac{v^2}{r}$

乙粒子经过的位置电场强度大小均为  $E = \frac{2E_k}{q_2 r}$

甲粒子做向心运动  $Eq_1 > m \frac{v^2}{r}$

丙粒子离心运动  $Eq_3 < m \frac{v^2}{r}$

则  $q_1 > q_2 > q_3$ ，故 A 错误，B 正确；

C. 因为  $BC$  间平均场强比  $CD$  平均场强大，又  $BC = CD$

故  $U_{CB} > U_{DC}$

$U_{BC}q_1 > |U_{CD}q_3|$ ，故甲粒子动能的增加量大于丙粒子动能的减少量，故 C 正确；

D. 若  $B$  点电势为  $\varphi_1$ ， $C$  点电势为  $\varphi_2$ ，则据动能定理，甲粒子离开电场时的动能为  $E_k + q_1(\varphi_2 - \varphi_1)$ ，故 D 错误。

故选 BC。

## 第 II 卷

三、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分，考生根据要求作答。

11. 学校科创小组利用图 1 所示装置验证机械能守恒定律，实验过程如下：

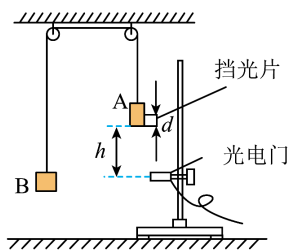


图1

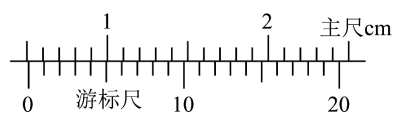


图2

- (1) 用游标卡尺测出挡光片的宽度为  $d$ ，如图2所示，则  $d = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}$ ；
- (2) 将挡光片固定在重物 A 上，用天平分别测出重物 A（含挡光片）、B 的质量，用  $m_1$ 、 $m_2$  表示 ( $m_1 > m_2$ )；
- (3) 安装实验器材后，先固定 B 以保持 A、B 静止，用刻度尺测出挡光片到光电门的竖直距离为  $h$  ( $h \gg d$ )，启动光电门，再静止释放 B，测出 A 经过光电门的挡光时间  $t$ ；
- (4) 通过网上查询得到当地重力加速度为  $g$ ，当满足关系式：  $\underline{\hspace{2cm}}$ （用题目中的符号表示）时，可认为 A、B 组成的系统机械能守恒；
- (5) 有小组成员担心网络信息有误，提出可以用  $\left(\frac{d}{t}\right)^2 = 2gh$  计算当地重力加速度，再代入 (4) 中关系式进行验证，请你指出该方案的错误：  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

**【答案】** ①. 0.515    ②.  $(m_1 - m_2)gh = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\left(\frac{d}{t}\right)^2$     ③. 见解析

**【解析】**

**【详解】**(1) [1]20 分度游标卡尺的精确值为  $0.05 \text{ mm}$ ，由图可知挡光片的宽度为  $d = 5 \text{ mm} + 3 \times 0.05 \text{ mm} = 5.15 \text{ mm} = 0.515 \text{ cm}$

(4) [2]挡光片经过光电门时的速度为  $v = \frac{d}{t}$

系统减少的重力势能为  $\Delta E_p = (m_1 - m_2)gh$

系统增加的动能为  $\Delta E_k = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\left(\frac{d}{t}\right)^2$

当满足关系式  $(m_1 - m_2)gh = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\left(\frac{d}{t}\right)^2$  时，可认为 A、B 组成的系统机械能守恒。

(5) [3]有小组成员担心网络信息有误，提出可以用  $\left(\frac{d}{t}\right)^2 = 2gh$  计算当地重力加速度，再代入 (4) 中关系式进行验证，该方案的错误是：验证机械能守恒的对象是 A、B 组成的系统，该系统的加速度明显小于重力加速度  $g$ 。

12. 某物理实验小组利用实验室器材测量一段康铜金属丝的电阻率。

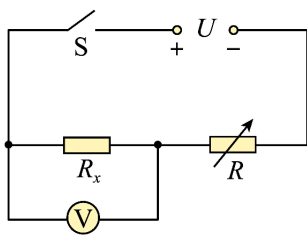


图1

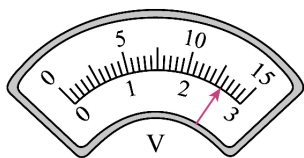


图2

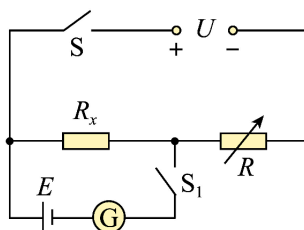


图3

- (1) 用螺旋测微器测量金属丝不同位置的直径，算出平均值  $D$ ；用刻度尺测量金属丝接入电路的长度  $L$ 。
- (2) 查阅资料后预计该金属丝电阻  $R_x$  较小，因此采用图 1 所示电路图进行实验， $U$  为输出电压可调且稳定的直流电源。将电源输出电压调至  $U = 5.00\text{V}$ ，闭合开关  $S$ ，调节电阻箱  $R$  的阻值，当  $R$  的示数  $R_0 = 1.20\Omega$  时，电压表（量程  $3\text{V}$ ）的指针如图 2 所示，其读数  $U_x =$  \_\_\_\_\_  $\text{V}$ 。根据上述数据，可计算得金属丝的电阻  $R_x =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$ （保留 3 位有效数字）

- (3) 根据公式  $\rho =$  \_\_\_\_\_（用  $\pi$ 、 $D$ 、 $L$ 、 $R_x$  表示）可计算出该金属丝的电阻率。
- (4) 在图 1 电路中，由于电压表内阻并非无穷大，会导致  $R_x$  的测量值 \_\_\_\_\_（选填“大于”“小于”“等于”）真实值，属于 \_\_\_\_\_（选填“系统误差”“偶然误差”）。
- (5) 实验小组将实验方案拍照上传到 AI 大模型，在 AI 的提示下设计了图 3 所示的改进电路、该电路原理如下：将电压表替换为由于电池、灵敏电流计  $G$  和开关  $S_1$  串联而成的检测支路，当检测支路电势差与  $R_x$  两端电势差相等时，检测支路没有电流。

- (6) 已知干电池电动势为  $E$ 。闭合开关  $S$  与  $S_1$ ，调节电阻箱  $R$ ，当灵敏电流计  $G$  的示数为零时，记下电阻箱的阻值  $R_1$ ，则金属丝的电阻为  $R_x =$  \_\_\_\_\_（用  $R_1$ 、 $U$ 、 $E$  表示）。

【答案】 ①. 2.60 ##2.59##2.61 ②. 1.30 ③.  $\rho = \frac{\pi D^2 R_x}{4L}$  ④. 小于 ⑤. 系统误差

⑥.  $R_x = \frac{ER_1}{U - E}$

【解析】

【详解】[1] 电压表量程为  $3\text{V}$ ，分度值为  $0.1\text{V}$ ，指针读数为  $2.60\text{V}$

[2]  $R_x$  与  $R_0$  串联，总电压  $U = 5.00\text{V}$ ，电流  $I = \frac{U - U_x}{R_0} = \frac{U_x}{R_x}$

代入数据得  $R_x = 1.30\Omega$

[3] 由电阻定律  $R_x = \rho \frac{L}{S}$

横截面积  $S = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \frac{\pi D^2}{4}$

整理得  $\rho = \frac{\pi D^2 R_x}{4L}$

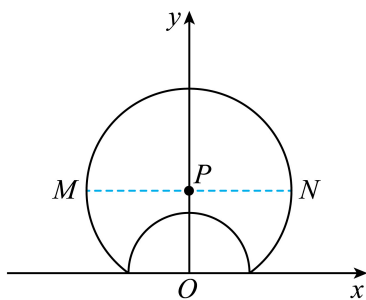
[4][5] 原电路中电压表与  $R_x$  并联，计算得到的  $R_{测}$  是  $R_x$  与电压表内阻的并联总电阻，因此测量值小于真实值；该误差由实验原理仪器内阻的固有缺陷导致，属于系统误差。

[6] 当灵敏电流计示数为零时， $R_x$  两端电势差等于干电池电动势  $E$ ，则  $R_1$  两端电压为  $U - E$ 。由串联电流

相等规律  $I = \frac{U - E}{R_1} = \frac{E}{R_x}$

整理得  $R_x = \frac{ER_1}{U - E}$

13. 某介质均匀的玻璃砖截面如图所示。下边界是半径为  $3R$  的半圆弧，以其圆心  $O$  为坐标原点建立坐标系，上边界是半径为  $5R$  的优弧，圆心  $P$  坐标为  $(0, 4R)$ 。为测定该玻璃砖的折射率，在  $O$  处放置一单色光源，发现上边界有光线射出的区域恰好覆盖了半圆  $MN$ ，不考虑光在玻璃砖内反射后再射出。空气中的光速为  $c$ ，求：



- (1) 该玻璃砖的折射率；
- (2) 能从上边界射出的光线在玻璃砖中传播的最长时间。

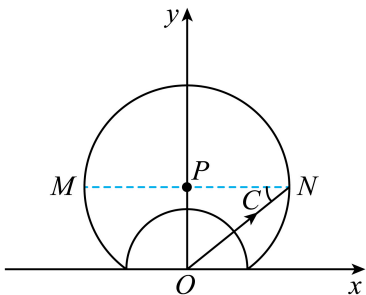
【答案】(1)  $\frac{\sqrt{41}}{4}$

(2)  $\frac{3\sqrt{41}R}{2c}$

【解析】

【小问 1 详解】

由题意可知光线恰好在  $N$  点发生全反射，如图所示



根据全反射临界角公式可得  $\sin C = \frac{1}{n}$

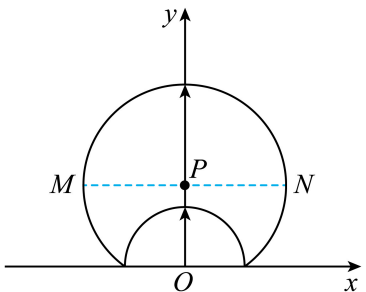
由几何关系可得  $\sin C = \frac{OP}{ON} = \frac{4R}{\sqrt{(4R)^2 + (5R)^2}} = \frac{4}{\sqrt{41}}$

解得该玻璃砖的折射率为  $n = \frac{\sqrt{41}}{4}$

【小问 2 详解】

光线在玻璃砖中的传播速度为  $v = \frac{c}{n}$

光线沿  $y$  轴方向从上边界射出时，在玻璃砖中的传播距离最大，如图所示



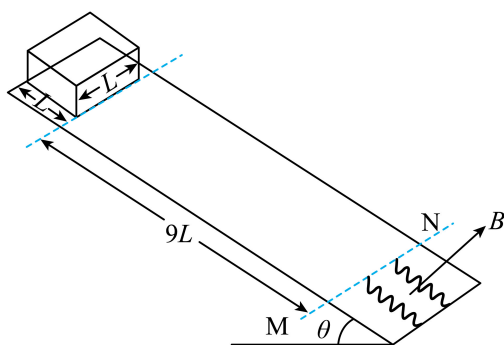
则有  $s_{\max} = 5R + (4R - 3R) = 6R$

从上边界射出的光线在玻璃砖中传播的最长时间为  $t = \frac{s_{\max}}{v}$

联立解得  $t = \frac{3\sqrt{41}R}{2c}$

14. 某学校科技社团为图书馆自动还书系统设计了电磁缓冲装置，用以保护还书箱及降低噪音，装置简化后如图所示。 $\theta = 30^\circ$  的光滑斜面固定在水平地面，其底端固定 2 根劲度系数均为  $k = \frac{mg}{L}$  的轻弹簧，弹簧静止时上端恰好处于虚线  $MN$  处， $MN$  以下区域存在垂直斜面向上、磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场。还书箱放在斜面上，底边与  $MN$  距离为  $9L$ ，边长为  $L$  的正方形底面上装有匝数为  $n$ 、边长为  $L$ 、阻值为  $R$  的正

方形线圈，还书箱与线圈的总质量为  $m$ ，将还书箱静止释放。已知弹簧弹性势能表达式为  $\frac{1}{2}k(\Delta x)^2$ ，其中  $k$  为劲度系数， $\Delta x$  为形变量，弹簧始终没有超出弹性限度，还书箱最终静止。重力加速度为  $g$ 。求：



- (1) 线圈刚进入磁场时所受安培力大小；
- (2) 还书箱从释放到最终静止的过程中，线圈产生的热量。

【答案】(1)  $\frac{3n^2B^2L^2\sqrt{gL}}{R}$

(2)  $\frac{73}{16}mgL$

【解析】

【小问 1 详解】

从静止释放到线圈刚进入磁场过程，由动能定理可得  $mg \cdot 9L \sin \theta = \frac{1}{2}mv^2 - 0$

解得线圈刚进入磁场时的速度大小为  $v = 3\sqrt{gL}$

线圈刚进入磁场时有  $E = nBLv$ ， $I = \frac{E}{R}$ ， $F_{\text{安}} = nBIL$

联立解得线圈刚进入磁场时所受安培力大小为  $F_{\text{安}} = \frac{3n^2B^2L^2\sqrt{gL}}{R}$

【小问 2 详解】

还书箱最终静止时，由受力平衡可得  $2kx = mg \sin \theta$

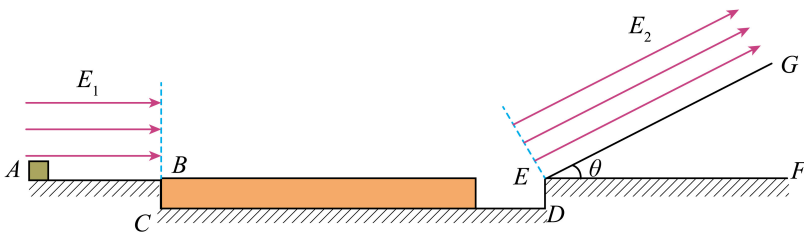
解得弹簧的压缩量为  $x = \frac{1}{4}L$

还书箱从释放到最终静止过程，由能量守恒可得  $mg(9L + x) \sin \theta = 2 \times \frac{1}{2}kx^2 + Q$

解得线圈产生的热量为  $Q = \frac{73}{16}mgL$

15. 如图所示，光滑水平地面  $AB$  和  $EF$  中间有一光滑凹槽  $BCDE$ ，其左侧  $AB$  区域有水平向右的匀强电场，

场强大小  $E_1 = 2.5 \times 10^7 \text{ N/C}$ 。紧靠凹槽左侧放置一质量为  $m = 1 \text{ kg}$ 、长度为  $L = 4.5 \text{ m}$  的木板，其上表面与地面齐平。质量也为  $m = 1 \text{ kg}$ 、电荷量恒为  $q = +1 \times 10^{-6} \text{ C}$  的小滑块从  $A$  点静止释放，随后滑上木板，当木板碰到凹槽右侧时，滑块恰好运动到木板右端，接着从  $E$  点滑上足够长的光滑斜面  $EG$ ，斜面上方存在沿斜面向上、场强  $E_2$  大小可调的匀强电场。已知  $AB$  距离  $x_{AB} = 2 \text{ m}$ ，木板上表面与滑块间的动摩擦因数  $\mu = 0.2$ ，斜面倾角  $\theta = 30^\circ$ ，重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ 。木板每次与凹槽相碰后速度立即变为零但不与凹槽粘连，滑块经过  $E$  点时速度大小不变。求：



- (1) 滑块第一次滑上木板时的速度大小；
- (2) 木板第一次与凹槽相碰时损失的机械能；
- (3) 滑块与木板在整个过程中因摩擦而产生的热量。

**【答案】** (1)  $10 \text{ m/s}$

(2)  $0.5 \text{ J}$

(3)  $46.875 \text{ J}$

**【解析】**

**【小问 1 详解】**

$$\text{从 } A \text{ 到 } B, \text{ 由动能定理得 } E_1 q x_{AB} = \frac{1}{2} m v_1^2$$

解得滑块第一次滑上木板时的速度大小  $v_1 = 10 \text{ m/s}$

**【小问 2 详解】**

从小滑块滑上木板到木板碰到凹槽右侧，由于凹槽光滑，小滑块和木板组成的系统合外力为零，动量守恒。

木板碰到凹槽右侧时，小滑块速度为  $v_2$ ，木板速度为  $v_3$ ，列式子得  $m v_1 = m v_2 + m v_3$

$$\text{整个过程中，由动能定理得 } \mu m g L = \frac{1}{2} m v_1^2 - \left( \frac{1}{2} m v_2^2 + \frac{1}{2} m v_3^2 \right)$$

解得  $v_2 = 9 \text{ m/s}$ ， $v_3 = 1 \text{ m/s}$

木板与凹槽相碰后速度立即变为零，损失的机械能  $\Delta E_1 = \frac{1}{2}mv_3^2 = 0.5\text{J}$

【小问 3 详解】

从小滑块滑上木板到木板碰到凹槽右侧，对小滑块由动能定理得  $\mu mgx_{CD} = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2 = 9.5\text{J}$

对木板由动能定理得  $\mu mg(x_{CD} - L) = \frac{1}{2}mv_3^2 = 0.5\text{J}$

滑块滑上光滑斜面  $EG$  后，只有重力和电场力做功。上滑过程中电场力做正功、重力做负功，下滑过程中电场力做负功、重力做正功，由于上滑和下滑过程位移一样，从  $E$  点开始滑上  $EG$  到再次滑下到  $E$  点，电场力做功为零、重力做功为零，由动能定理得动能不变，即速度不变。

所以，小滑块再次滑上木板的速度仍为  $v_2$ ，从小滑块滑上木板到木板碰到凹槽左侧，木板碰到凹槽右侧时，小滑块速度为  $v_4$ ，木板速度为  $v_5$ 。

对于小滑块由动能定理得  $\mu mgx_{CD} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_4^2$

对木板由动能定理得  $\mu mg(x_{CD} - L) = \frac{1}{2}mv_5^2$

小滑块滑过  $B$  后，在  $AB$  上，在电场力的作用下，先减速再反向加速，根据对称性可得小滑块返回  $B$  点时速度仍为  $v_4$ 。

每次通过木板，小滑块的能量会减少  $9.5\text{J}$ 。初始能量为  $\frac{1}{2}mv_1^2 = 50\text{J}$

所以可以通过木板 5 次，小滑块剩余能量  $E_{剩} = 50\text{J} - 9.5 \times 5\text{J} = 2.5\text{J}$

此时小滑块的速度  $v_6 = \sqrt{5}\text{m/s}$

由于  $v_6 > 1\text{m/s}$

在这 5 次通过木板的过程中，未出现小滑块与木板共速的情况，摩擦而产生的热量  $Q_1 = 5\mu mgL = 45\text{J}$

在第 6 次滑上木板后，小滑块与木板共速，由动量守恒定律得  $mv_6 = 2mv_{共}$

解得  $v_{共} = \frac{\sqrt{5}}{2}\text{m/s}$

第 6 次木板撞凹槽损失的能量  $\Delta E_6 = \frac{1}{2}mv_{共}^2$

根据能量守恒，第 6 次滑上木板直至停下，摩擦而产生的热量  $Q_2 = \frac{1}{2}mv_6^2 - \frac{1}{2}mv_{共}^2 = \frac{15}{8}\text{J} = 1.875\text{J}$

综上，小滑块共滑上木板 6 次，并在第 6 次静止于木板上，整个过程中因摩擦而产生 热量

【点睛】小问 3 中，在小滑块第二次滑上木板后，木板撞到凹槽左侧时，小滑块还没有到达木板最左侧，所以对于小滑块第二次滑上木板到木板撞到凹槽左侧可以使用动量守恒计算，但是对于小滑块第二次滑上木板到小滑块滑到  $B$  点这整个过程不能用动量守恒计算。