

物理

全卷满分 100 分,考试时间 75 分钟

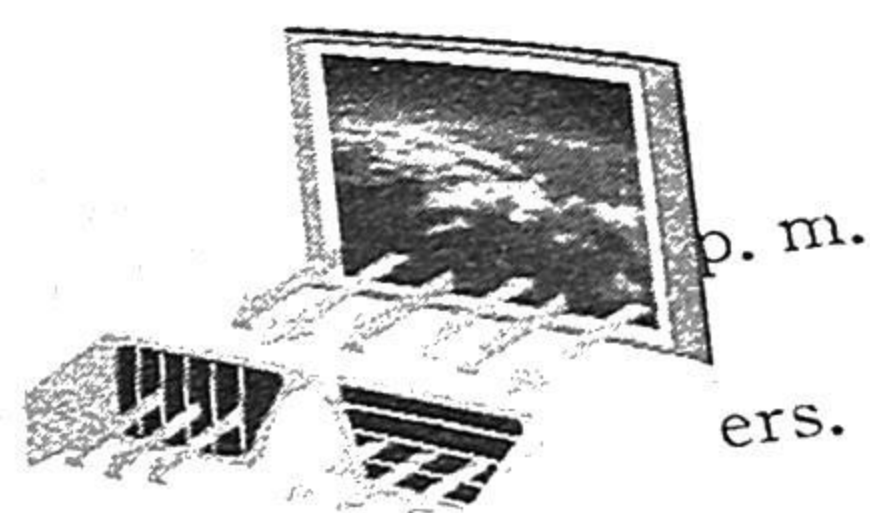
注意事项:

1. 答题前,先将自己的姓名、准考证号填写在试卷和答题卡上,并将条形码粘贴在答题卡上的指定位置。
2. 请按题号顺序在答题卡上各题目的答题区域内作答,写在试卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。
3. 选择题用 2B 铅笔在答题卡上把所选答案的标号涂黑;非选择题用黑色签字笔在答题卡上作答;字体工整,笔迹清楚。
4. 考试结束后,请将试卷和答题卡一并上交。

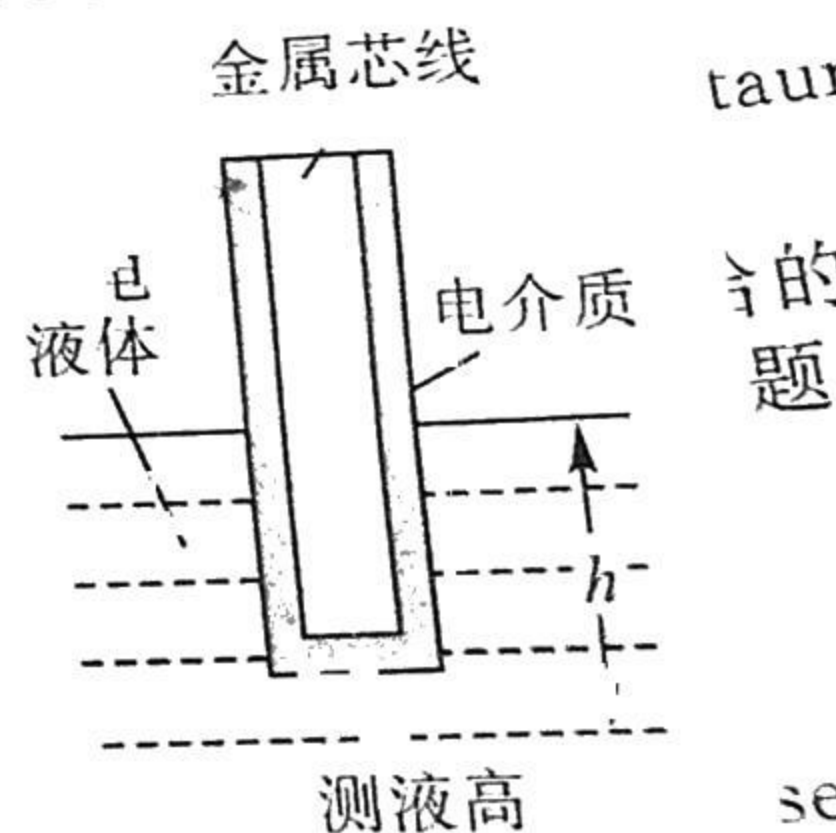
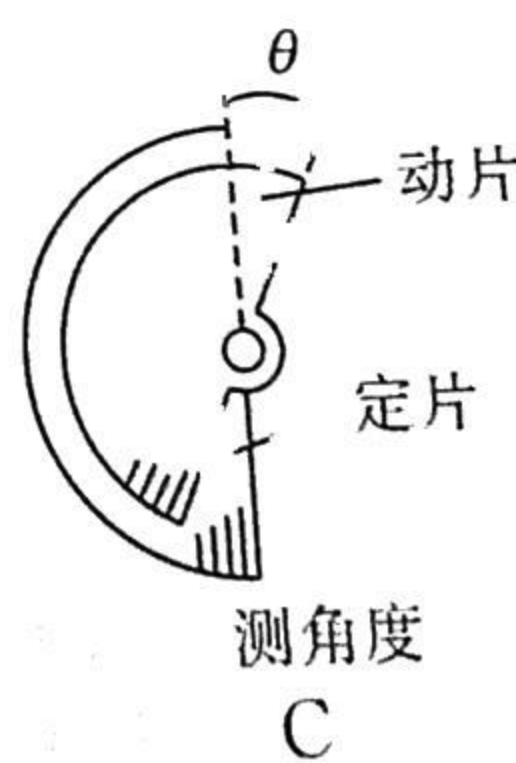
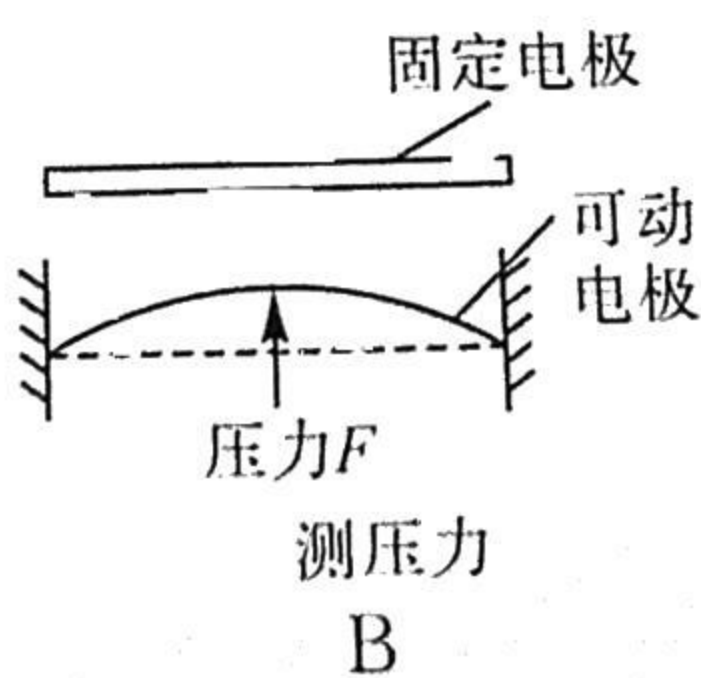
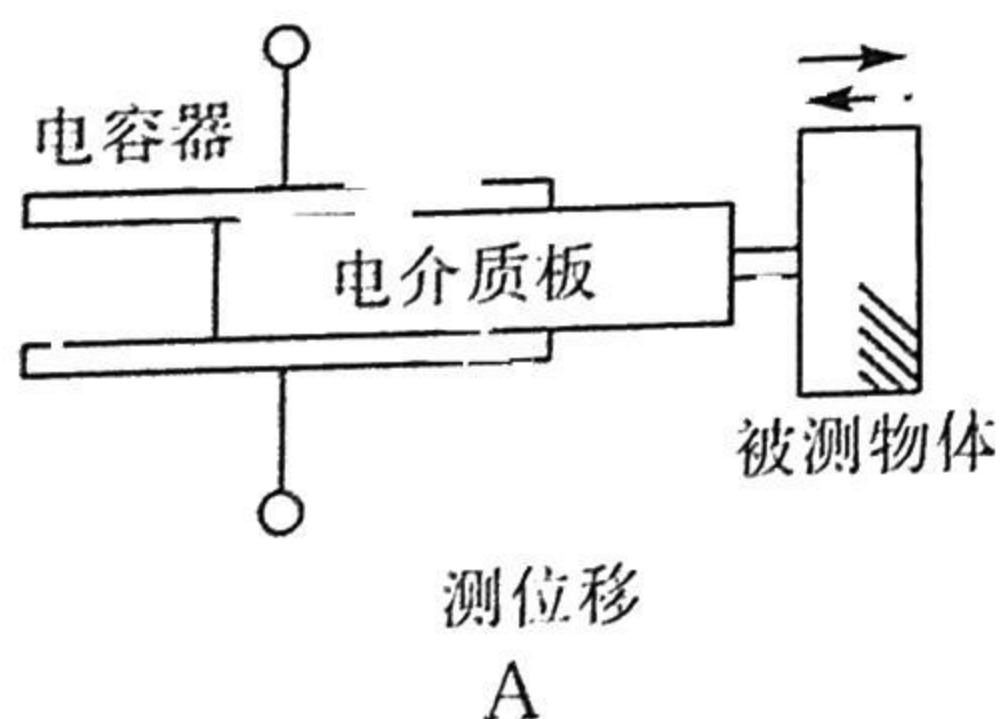
一、单项选择题:本题共 4 小题,每小题 4 分,共 16 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项符合题目要求的。

1. 如图所示为 3D 立体电影的原理图,关于其光学原理的说法正确的是

- A. 利用了光的全反射现象
- B. 利用了光的衍射现象
- C. 说明光是一种横波
- D. 说明光是一种纵波

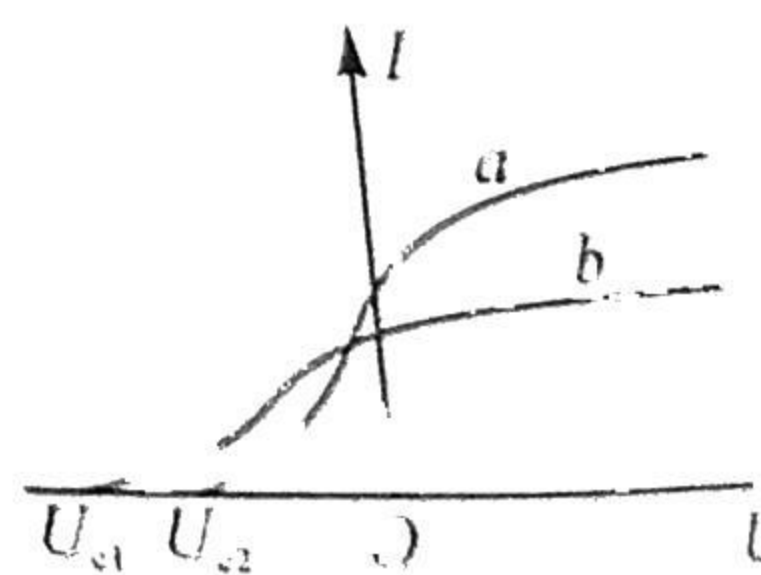
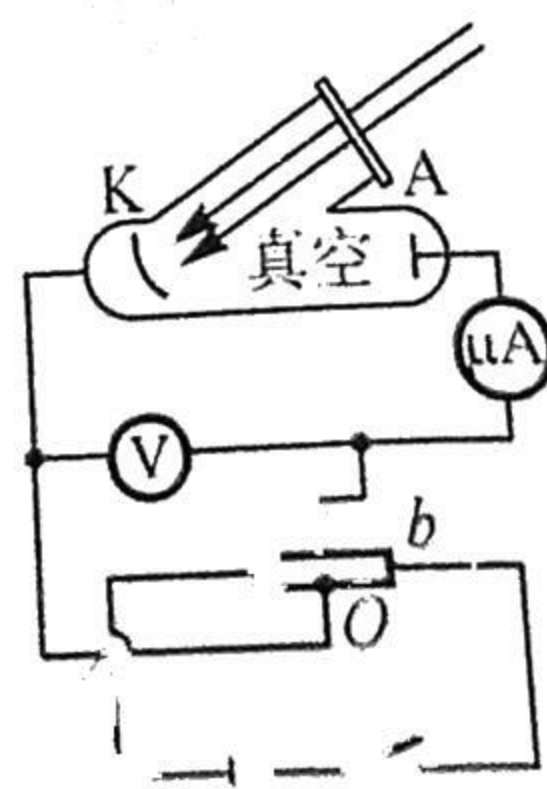


2. 下图为几种电容式传感器,其中通过改变电容器电介质的相对介电常数而引起电容变化的



3. 如图甲所示实验装置中,分别用 a 、 b 两束光照射阴极 K ,移动滑片 P ,得到电压表示数 U 与微安表示数 I 的关系如图乙所示。下列说法正确的是

- A. 测量遏止电压时,应将滑片 P 向 a 端移动
- B. 滑片 P 向 b 端移动时,微安表示数减小
- C. a 光的频率可能大于 b 光
- D. a 光的光子动量可能大于 b 光



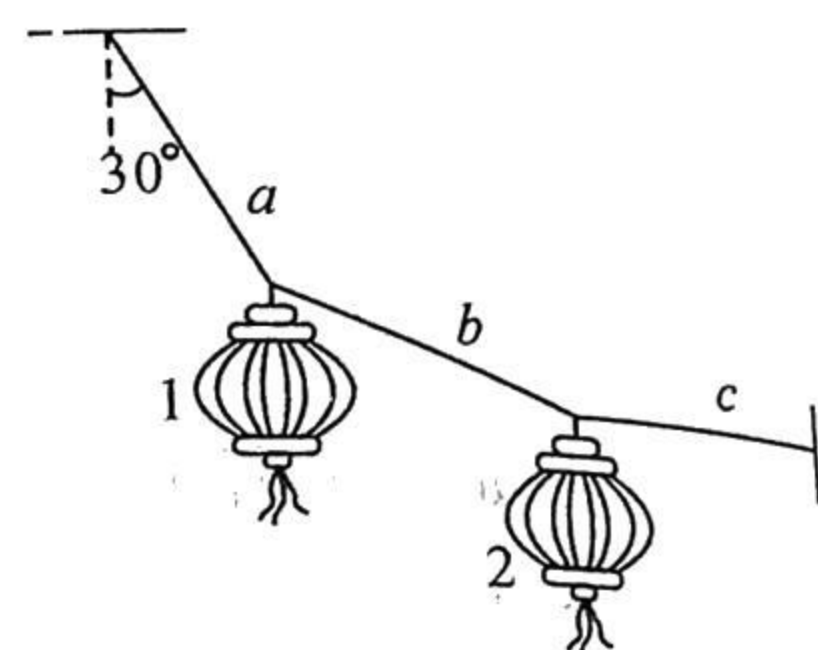
4. 如图所示,我国某地一直升机将一水平的闭合金属线圈竖直向上吊起,由于地磁场的影响,线圈中产生了感应电流,下列说法正确的是



- A. 线圈中的磁通量增大
- B. 线圈中有顺时针方向的感应电流(俯视)
- C. 线圈的四条边有向内收缩的趋势
- D. 若在赤道上空将线圈吊起,线圈中也会产生感应电流

二、双项选择题:本题共 4 小题,每小题 6 分,共 24 分。每小题有两项符合题目要求。全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

5. 如图所示,用三根轻绳 a 、 b 、 c 将质量均为 m 的两个灯笼 1、2 悬挂起来。两灯笼静止时,轻绳 a 与竖直方向的夹角为 30° ,轻绳 c 水平,三根轻绳能承受的最大拉力均相等,重力加速度为 g ,则



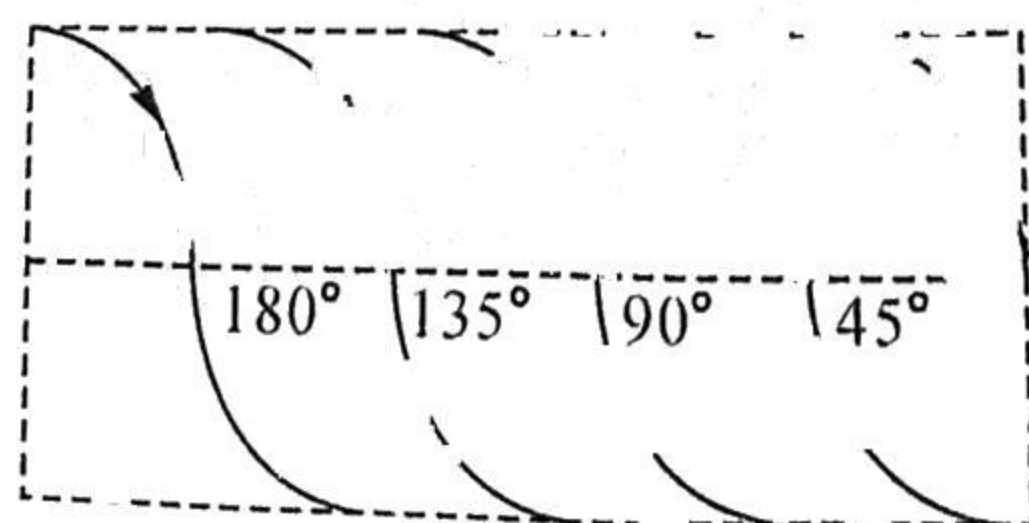
- A. 轻绳 a 中的拉力大小为 $\frac{4\sqrt{3}}{3}mg$
- B. 轻绳 c 中的拉力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$
- C. 轻绳 b 中的拉力大小为 $\frac{7}{3}mg$
- D. 若增大 m ,轻绳 a 最先被拉断

6. 如图,一喷泉广场中有一圆形水池,在水池边缘的圆周上安装了喷管,喷管口高度与水面相平,横截面积为 S ,喷管与水面的夹角为 θ 。开启后,一喷管以速度 v 喷出的水柱恰好落到水池圆心处,重力加速度为 g ,不计空气阻力,下列说法正确的是



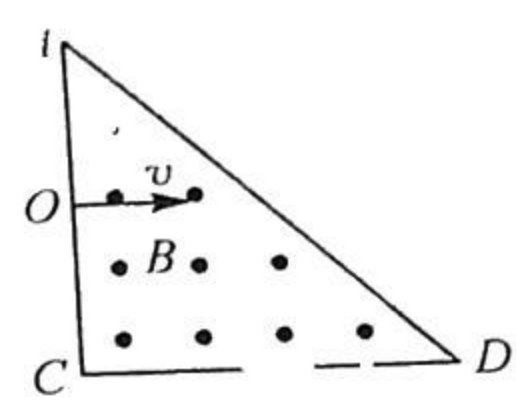
- A. 水在空中的运动时间为 $\frac{v \sin \theta}{g}$
- B. 水池半径为 $\frac{2v^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$
- C. 该喷管喷出的水柱在空中的总体积为 $\frac{2Sv^2 \sin \theta}{g}$
- D. 该喷管喷出的水柱在空中的总体积为 $\frac{2Sv^2 \cos \theta}{g}$

7. 水利一号遥感卫星于 2024 年 12 月 17 日在太原卫星发射中心成功发射,该卫星为极地卫星,入轨后绕地球做匀速圆周运动,该卫星的飞行轨道在地球表面的投影如图所示,图中标明了该卫星从北向南飞临赤道上空所对应的地面的经度,则



- A. 该卫星的环绕速度大于 7.9 km/s
- B. 该卫星运行 1 圈中 2 次经过赤道上空
- C. 该卫星与地球同步卫星的周期之比为 $1:8$
- D. 该卫星与地球同步卫星的轨道半径之比 $1:4\sqrt{2}$

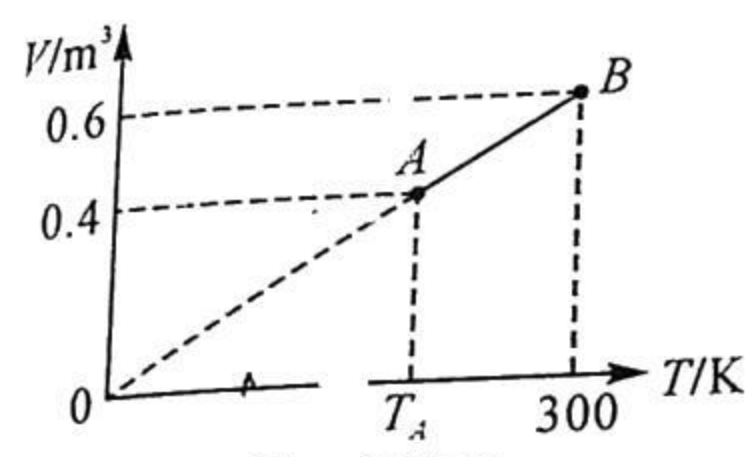
8. 如图所示, 在一个直角 $\triangle ACD$ ($\angle C=90^\circ$) 区域内有垂直纸面向外的匀强磁场, 磁感应强度大小为 B . 一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子 (不计重力), 沿纸面从 AC 边的 O 点垂直于 AC 边以速度 v 射入该匀强磁场区域, 已知 $CD=2OC=2l$, $\angle A=\theta$, 下列关于粒子运动的说法中正确的是



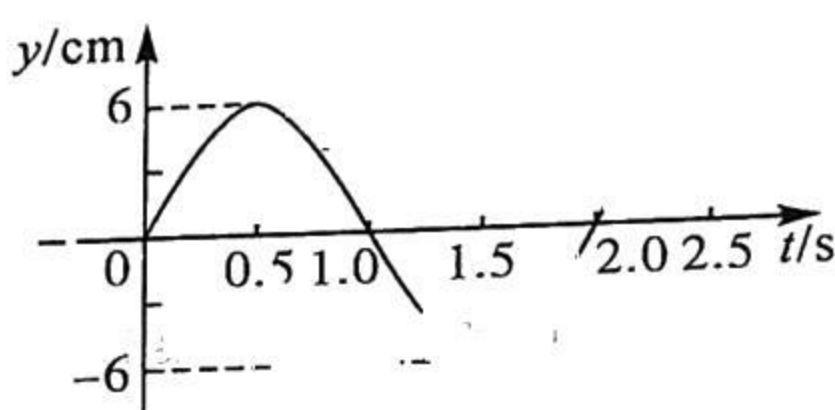
- A. 若 $\theta=45^\circ$, $v=\frac{qBl}{m}$, 则粒子从 CD 边射出磁场, 出射点距 C 的距离为 l
- B. 若 $\theta=45^\circ$, 要使粒子从 CD 边射出, 则最大速度为 $v=\frac{\sqrt{2}qBl}{m}$
- C. 若 $\theta=30^\circ$, 要使粒子从 CD 边射出, 则最大速度为 $v=\frac{5qBl}{2m}$
- D. 若 $\theta=30^\circ$, 该粒子在磁场中运动的最长时间为 $\frac{3\pi m}{2qB}$

三、非选择题: 共 60 分. 考生根据要求作答.

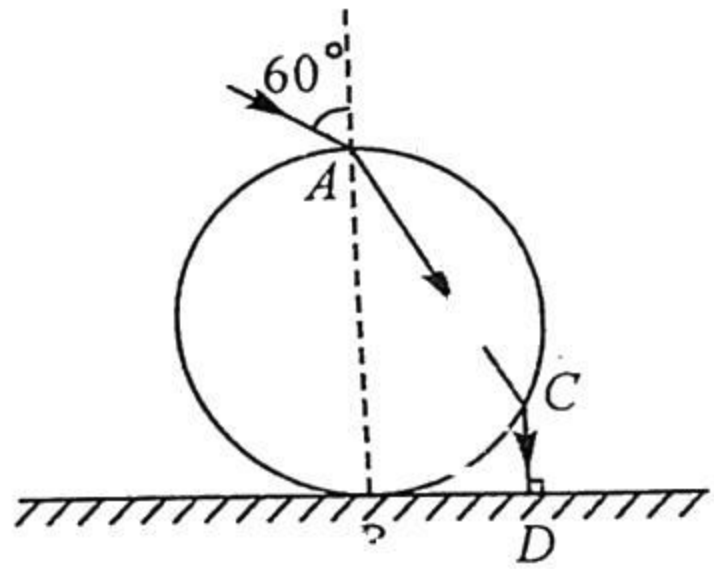
9. (3 分) 如图是一定质量的理想气体由状态 A 到状态 B 的 $V-T$ 图像. 则状态 A 的温度 $T_A=$ K, 此过程气体 填“放出”或“吸收”) 热量.



(第 9 题图)



(第 10 题图)

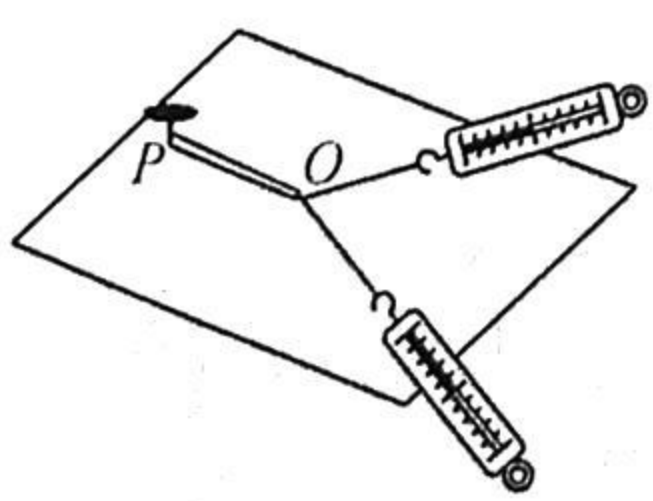


(第 11 题图)

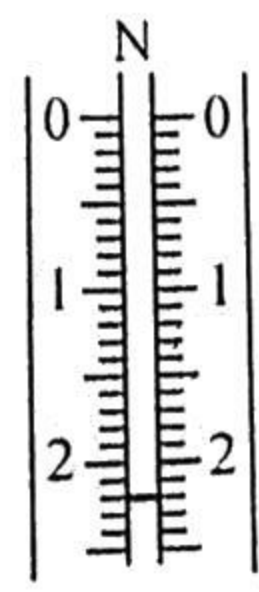
10. (3 分) 某波源 S 发出的一列简谐横波, 波源 S 的振动图像如图所示. 在波的传播方向上有 A 、 B 两点, 它们到 S 的距离分别为 5 m 和 25 m . A 、 B 两点开始振动的时间间隔为 1 s . 则这列波的波速为 m/s , 这列波的波长为 m .

11. (3 分) 如图所示, 圆柱形玻璃砖静置在水平面上, AB 是截面圆的竖直直径, 一束单色光从 A 点以与竖直方向成 60° 角的方向射入玻璃砖, 从 C 点射出玻璃砖, 并射在地面上的 D 点. 已知光线 CD 与地面垂直, B 、 D 间的距离为 d , 光在真空中的传播速度为 c , 则玻璃砖对该光的折射率为 , 光从 A 点传播到 C 点所用时间为 .

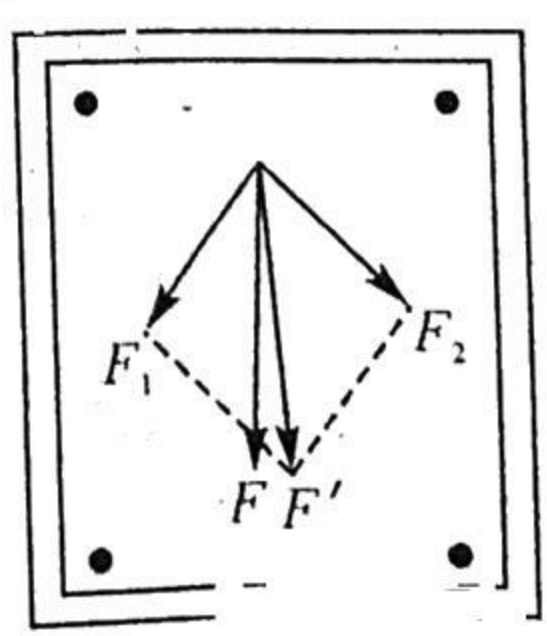
2. (6 分) 关于“研究共点力的合成规律”的实验, 请回答下列问题:



甲



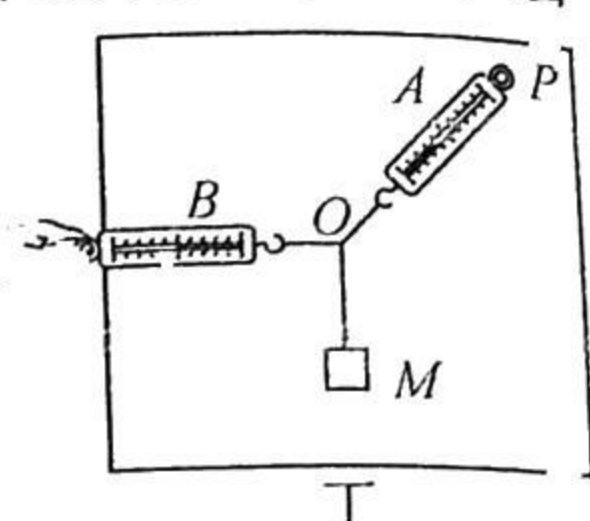
乙



丙

- (1) 在实验中我们采用的研究方法是 (填字母).
A. 等效替代法 B. 理想实验法 C. 理想模型法 D. 控制变量法
- (2) 某同学做实验时有一个弹簧秤的示数如图乙所示, 其读数为 N.
- (3) 某同学完成实验后得到的图形如图丙所示, 在所画的“ F ”与“ F' ”中, 由一个弹簧测力计拉橡皮筋得到的力是 .

(4) 小李同学用如图丁所示的装置来做实验, 三根绳套系在同一个节点 O 处, 用弹簧测力计 A 和 B 将重物 M 悬挂起来, 实验装置在同一竖直面内. 在实验中利用弹簧测力计 A 和 B 测出两个拉力 F_A 、 F_B 的大小, F_A 、 F_B 的方向沿细绳方向; 接着只用弹簧测力计 B 单独测量合力 F 的大小, 必须保证



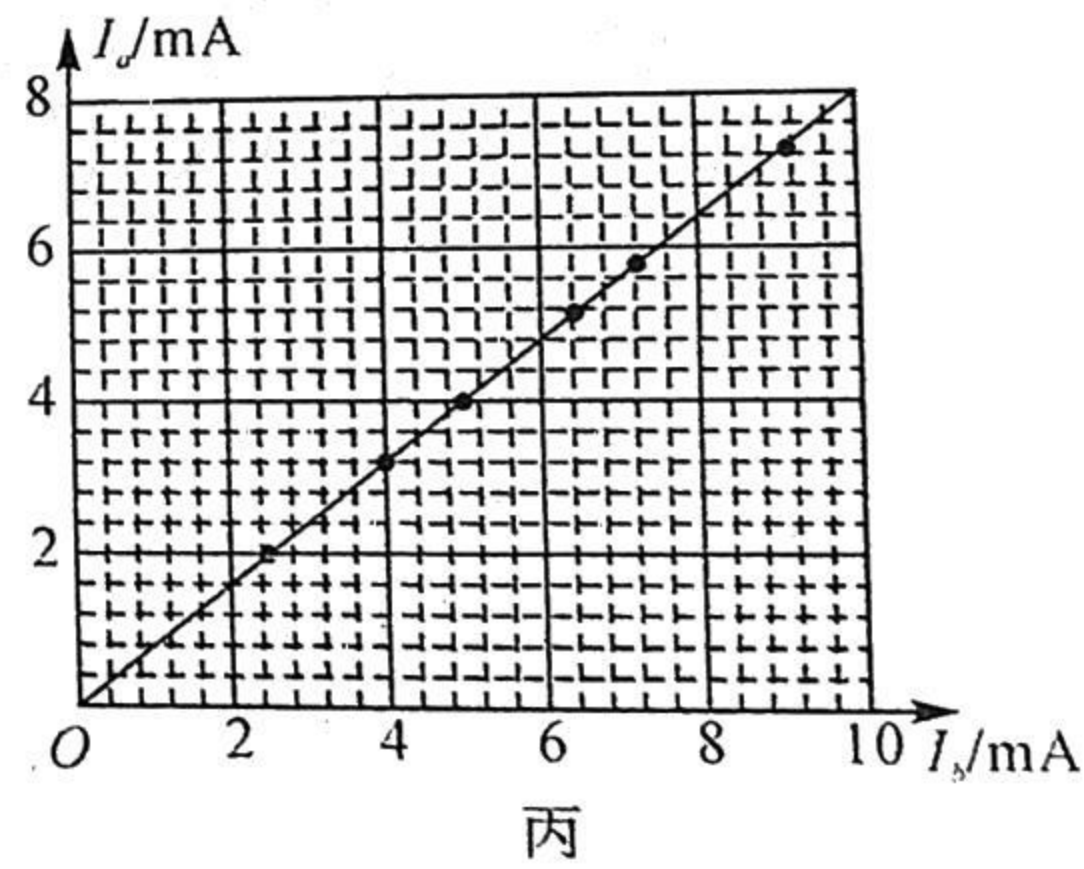
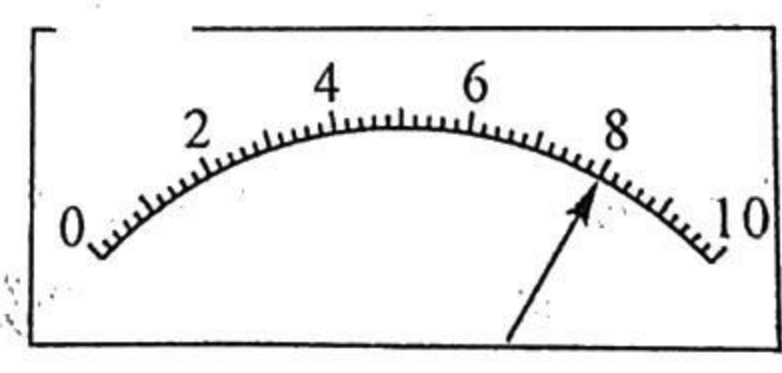
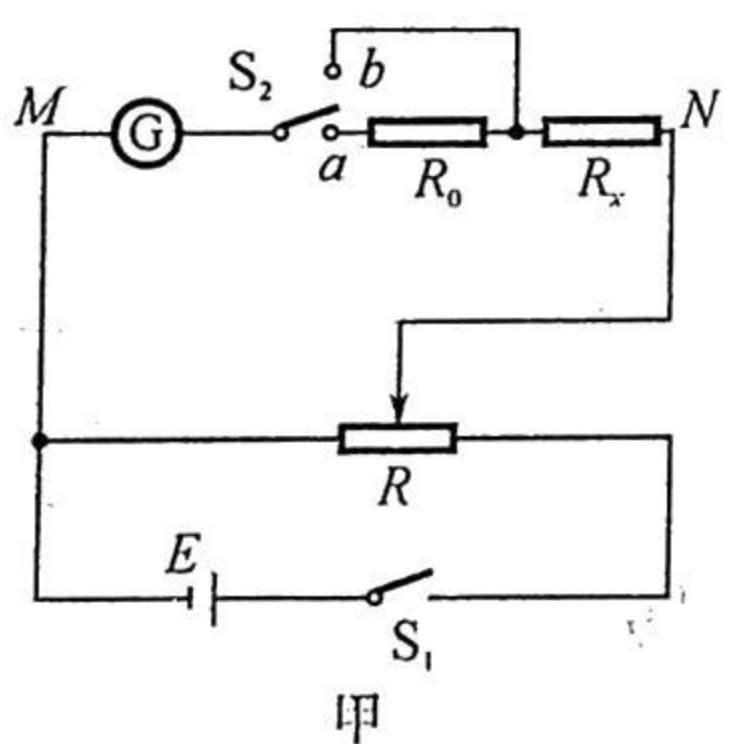
- A. O 点位置不变
- B. 悬挂的重物质量 M 不变
- C. 悬挂的重物保持平衡
- D. 弹簧测力计示数为 F_A 、 F_B 大小之和

13. (8 分) 用如图甲所示的电路测量待测电阻的阻值, 实验室提供的器材有:

- A. 待测电阻 R_x (约为 $100\ \Omega$)
- B. 灵敏电流计 $\textcircled{G}$ (量程 $0 \sim 10\ \text{mA}$, 内阻 $R_g = 200\ \Omega$)
- C. 定值电阻 R_0 ($80\ \Omega$)
- D. 滑动变阻器 R_1 ($0 \sim 10\ \Omega$)
- E. 滑动变阻器 R_2 ($0 \sim 1000\ \Omega$)
- F. 单刀单掷开关 S_1
- G. 单刀双掷开关 S_2
- H. 学生电源 E
- I. 导线若干

(1) 按照如图甲所示的电路图连接电路, 为使操作更方便, 实验中应选择滑动变阻器

_____ (选“ R_1 ”或“ R_2 ”).



(2) 按照下列实验步骤进行实验:

- ① 将滑动变阻器置于适当位置
- ② 闭合开关 S_1
- ③ 将开关 S_2 接 b 端, 改变滑动变阻器滑片位置, 记录此时电流计的示数 I_b
- ④ 保持滑动变阻器滑片不动, 将 S_2 接 a 端, 记录此时电流计的示数 I_a
- ⑤ 改变滑动变阻器滑片位置, 重复上述步骤, 多次实验

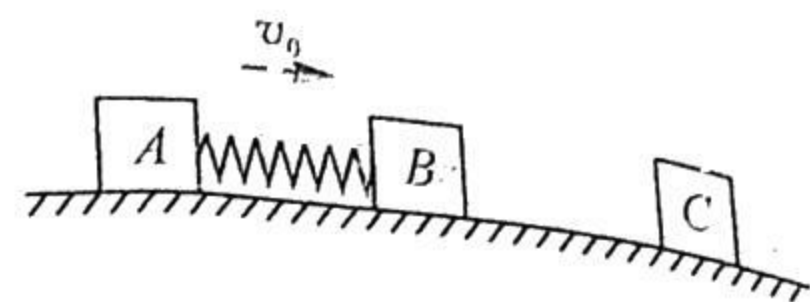
某次实验过程中, $\textcircled{G}$ 指针偏转角度过小, 应将滑动变阻器滑片向 _____ (填“左”或“右”) 移动; 正确调整后, $\textcircled{G}$ 指针如图乙所示, 其读数为 8.2 mA.

(3) 根据实验中数据作出 $I_a - I_b$ 图像如图丙所示, 根据图像求得待测电阻 $R_x =$ _____ Ω . (结果保留三位有效数字)

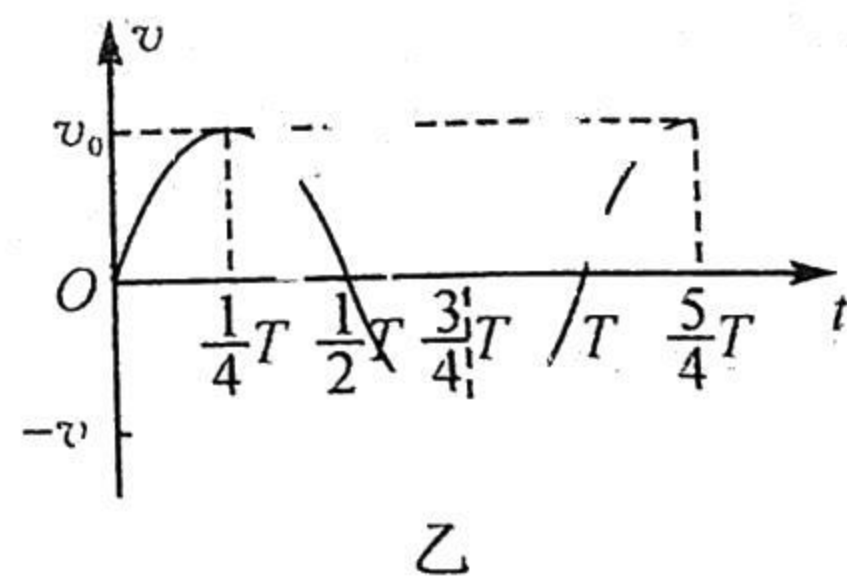
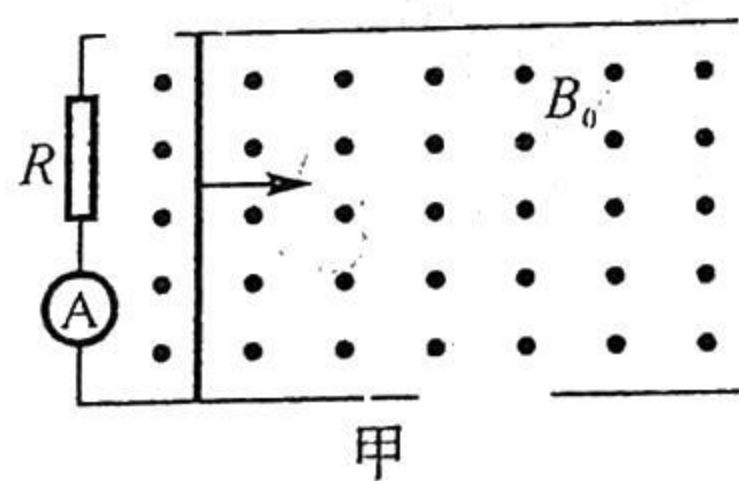
(4) 考虑 S_2 在 a 、 b 间切换对电路的影响, R_x 的测量值 _____ (填“ $>$ ”“ $=$ ”或“ $<$ ”) 真实值.

14. (10分) 如图所示, 光滑水平面上质量为 $m_A = m_B = 3 \text{ kg}$ 的 A 、 B 两物块与轻质弹簧连接, 一起以 $v_0 = 4 \text{ m/s}$ 的速度向右匀速运动, 与静止在水平面上质量 $m_C = 1 \text{ kg}$ 的物块 C 发生弹性碰撞, 碰撞时间极短, 弹簧始终在弹性限度内. 求:

- (1) 碰后 C 的速度大小;
- (2) 弹簧能获得的最大弹性势能.



15. (10分) 如图甲所示, 两足够长的光滑平行金属导轨固定在水平面内, 处于磁感应强度为 B_0 、方向竖直向上的匀强磁场中, 导轨间距为 L , 左端连接一定值电阻 R 和理想交流电流表 $\textcircled{A}$, 质量为 m 、长度为 L 、电阻为 R 的金属棒垂直导轨放置, 与导轨始终接触良好. 对金属棒施加一个平行于导轨的拉力, 使得金属棒运动的速度 v 随时间 t 按如图乙所示的正弦规律变化. 其中 v_0 、 T 已知, 不计导轨的电阻. 求:



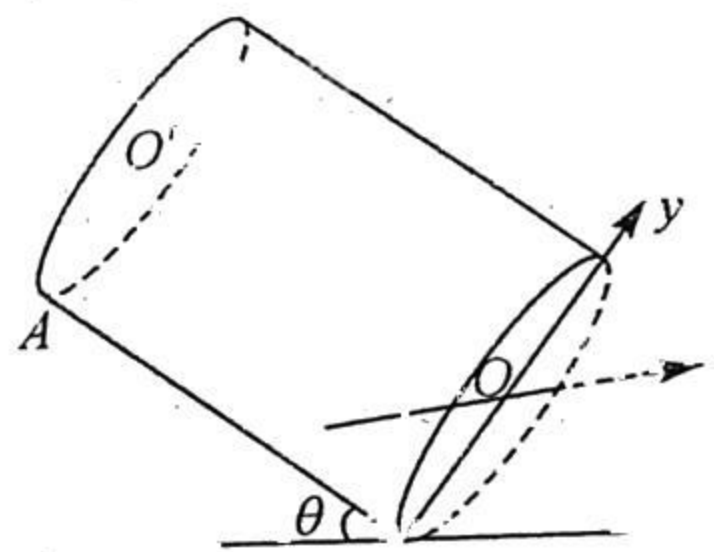
- (1) 电流表 $\textcircled{A}$ 的示数 I ;
- (2) 在 $0 \sim \frac{3}{4}T$ 的过程中, 拉力所做的功 W ;
- (3) 在 $0 \sim \frac{T}{4}$ 的过程中, 通过定值电阻的电荷量 q .

16. (17分) 如图所示, 内壁光滑的绝缘薄壁圆筒倾斜放置在水平地面上, 倾角为 θ (可调节), 圆筒的半径 $R=1\text{ m}$, 长度 $L=\frac{10\sqrt{3}\pi^2}{9}\text{ m}$, O' 和 O 分别为圆筒左、右横截面圆的圆心, 在圆筒的右横截面圆内建立直角坐标系 xOy , 以 O 为坐标原点, x 轴水平, y 轴通过横截面圆的最高点. 一质量 $m=1\text{ kg}$, 所带电荷量 $q=0.1\text{ C}$ 的带正电小球自左横截面圆的最低点 A 点, 从圆筒壁内侧以某一速度 v_0 沿 x 轴正方向抛出后, 小球在圆筒内运动时恰未离开圆筒内壁, 不计空气阻力, 小球可视为质点, 重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$.

(1) 若 $\theta=0^\circ$, 求 v_0 的大小;

(2) 若 $\theta=60^\circ$, 求 v_0 的大小;

(3) 若 $\theta=60^\circ$, 且在空间中加上沿 y 轴正方向的匀强电场, 电场强度的大小 $E=50\text{ N/C}$, 让小球仍从 A 点以与(2)同样的速度抛出, 求小球离开圆筒时在坐标系 xOy 中的位置坐标.



参考答案、提示及评分细则

题号	1	2	3	4	5	6	7	8
答案	C	A	A	B	AD	BC	BC	AC

一、单项选择题:本题共 4 小题,每小题 4 分,共 16 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.【答案】C

【解析】图示是用偏振眼镜观看立体电影,利用了光的偏振现象,说明光是一种横波,C 正确。

2.【答案】A

【解析】A 是通过改变电介质的相对介电常数而引起电容变化的,A 正确;B 是通过改变电容器两极板间距离而引起电容变化的,B 错误;CD 是通过改变两极板的正对面积而引起电容变化的,CD 错误。

3.【答案】A

【解析】图像甲中滑片向 a 端移动,所加为反向电压,测量遏止电压时,应将滑片 P 向 a 端移动,A 正确;滑片 P 向 b 端移动时,所加为正向电压,所以电流表的示数增大,B 错误;根据光电效应方程可知 $eU_c = h\nu - W_0$,故 a 光的频率小于 b 光,C 错误;光子动量 $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{h\nu}{c}$,故 a 光光子动量小于 b 光,D 错误。

4.【答案】B

【解析】根据地磁场磁感线分布特点可知,磁感线竖直分量随着高度增加而减小,方向向下,线圈中的磁通量减小,A 错误;根据楞次定律,线框中有顺时针方向的感应电流(俯视),B 正确;根据楞次定律,线框的四条边有向外扩张的趋势,C 错误;赤道上空磁感线水平,线圈中磁通量始终为 0,故不产生感应电流,D 错误。

二、双项选择题:本题共 4 小题,每小题 6 分,共 24 分。每小题有两项符合题目要求。全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

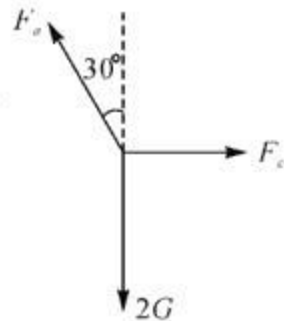
5.【答案】AD

【解析】将两个灯笼看作一个整体,对整体受力分析,如图所示,根据平衡条件可得

$$F_a \cos 30^\circ = 2mg, F_a \sin 30^\circ = F_c, \text{解得轻绳 } a \text{ 中的拉力大小 } F_a = \frac{4\sqrt{3}}{3}mg, \text{A 正确;轻绳 } c$$

中的拉力大小为 $F_c = \frac{2\sqrt{3}}{3}mg$,B 错误;对灯笼 2 受力分析,由平衡条件得,轻绳 b 中的拉

力大小为 $F_b = \sqrt{F_c^2 + (mg)^2} = \frac{\sqrt{21}}{3}mg$,C 错误,由于轻绳 a 的拉力最大,故轻绳 a 最先被拉断,D 正确。



6.【答案】BC

【解析】竖直分速度为 $v_y = v \sin \theta$,在空中运动时间为 $t = \frac{2v_y}{g} = \frac{2v \sin \theta}{g}$,A 错误;水平分速度为 $v_x = v \cos \theta$,水平

方向做匀速直线运动,则有 $v t \cos \theta = R$,解得 $R = \frac{2v^2 \sin \theta \cos \theta}{g}$,B 正确;空中水柱的总体积为 $S v t = \frac{2S v^2 \sin \theta}{g}$,

C 正确,D 错误。

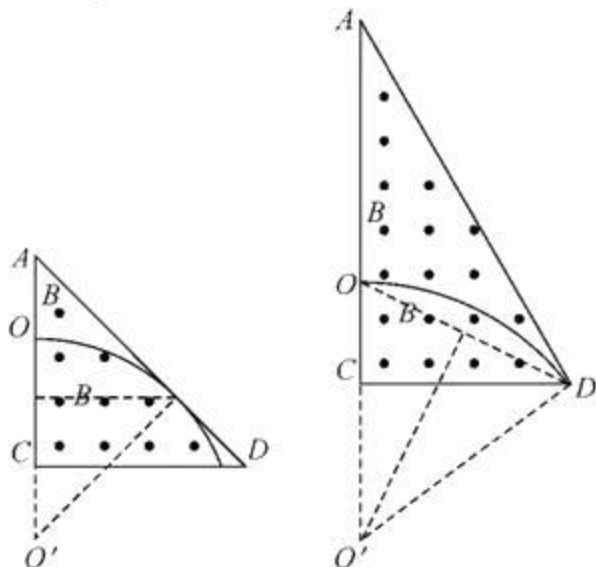
7.【答案】BC

【解析】7.9 km/s 是第一宇宙速度,是最大的环绕速度,该卫星的速度小于 7.9 km/s,A 错误;该卫星的轨道平面不是赤道平面,运行 1 圈中 2 次经过赤道上空,B 正确;由图可知,该卫星每绕地球运动一圈,地球自转的角度为 45° ,故卫星周期为 $24 \text{ h} \times \frac{45^\circ}{360^\circ} = 3 \text{ h}$,与地球同步卫星的周期之比为 $3 \text{ h} : 24 \text{ h} = 1 : 8$,C 正确;卫星

绕地球做匀速圆周运动,由万有引力提供向心力可得 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$,整理得 $r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$,该卫星与地球同步卫星的轨道半径之比 $1 : 4$,D 错误。

8.【答案】AC

【解析】根据洛伦兹力充当向心力可知 $Bqv = \frac{mv^2}{r}$, 解得 $r = l$, 根据几何关系可知, 粒子一定从距 C 点为 l 的位置离开磁场, A 正确; 根据洛伦兹力充当向心力可知 $v = \frac{Bqr}{m}$, 因此半径越大, 速度越大; 根据几何关系可知, 粒子轨迹与 AD 边相切时对应的速度最大, 则由几何关系可知, 最大半径为 $2r_m^2 = (r_m + l)^2$, 解得 $r_m = (1 + \sqrt{2})l$, 故最大速度为 $v_m = \frac{qB(1+\sqrt{2})l}{m}$, B 错误; 当 $\theta = 30^\circ$ 时, 由几何关系可知, 最大半径为 $r_m'^2 = (2l)^2 + (r_m' - l)^2$, 解得 $r_m' = \frac{5}{2}l$, 故最大速度为 $v_m = \frac{5qBl}{2m}$, C 正确; 粒子运行周期为 $\frac{2\pi m}{Bq}$, 根据几何关系可知, 粒子在磁场中最大圆心角为 180° , 故最长时间为 $\frac{\pi m}{qB}$, D 错误.



三、非选择题: 共 60 分. 考生根据要求作答.

9.【答案及评分细则】(3 分)

200(1 分, 其他结果均不得分) 吸收(2 分, 其他结果均不得分)

【解析】由图可知为等压变化 $\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B}$, 解得 $T_A = 200 \text{ K}$, 由 A 变为 B, 气体温度升高, 内能增大, 对外做功, 由热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$, 得 Q 大于 0, 故吸收热量.

10.【答案及评分细则】(3 分)

20(2 分, 其他结果均不得分) 40(1 分, 其他结果均不得分)

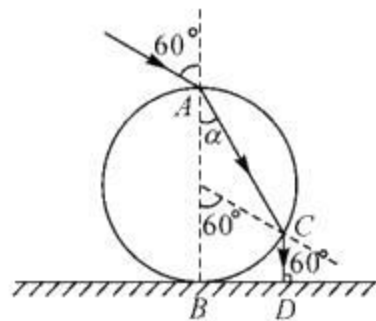
【解析】波在介质中的传播速度为 $v = \frac{x_{AB}}{\Delta t} = \frac{25-5}{1} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$, 周期 $T = 2.0 \text{ s}$, 解得 $\lambda = vT = 40 \text{ m}$.

11.【答案及评分细则】(3 分)

$\sqrt{3}$ (1 分, 其他结果均不得分) $\frac{2\sqrt{3}d}{c}$ (2 分, 其他结果均不得分)

【解析】如图所示, 根据几何关系可知, 光从 A 点入射、从 C 点出射, 偏向角为 60° , 光在 A 点的折射角为 30° , AC 间的距离为 $2d$, 折射率 $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$, 光在

玻璃砖中速度 $v = \frac{c}{n}$, 则光从 A 传播到 C 所用时间 $t = \frac{2d}{v} = \frac{2nd}{c} = \frac{2\sqrt{3}d}{c}$.



12.【答案】(6 分)

- (1) A(1 分, 其他结果均不得分)
- (2) 2.20(1 分, 其他结果均不得分)
- (3) F(2 分, 其他结果均不得分)
- (4) BC(2 分, 其他结果均不得分)

【解析】(1) 本实验采用的方法是等效替代法.

(2) 由图乙可知, 弹簧秤分度最小值是 0.1 N , 故读数为 2.20 N .

(3)由图丙可知, F 是一个弹簧测力计拉橡皮筋的力, F' 是根据平行四边形定则作出的理论值.

(4)在竖直面内通过悬挂重物验证力的平行四边形定则,因重物所受的重力大小和方向恒定,与它等大反向的力即为两个弹簧秤拉力的合力,故同一次实验合力大小和方向一定,则 O 点的位置可以变动,只需要满足悬挂的重物质量 M 不变即可,A错误,B正确;为了保证效果相同,需要重物的合力为零,则需悬挂的重物保持平衡,C正确;根据平行四边形法则可知,一个弹簧测力计的示数应为 F_A 、 F_B 的矢量之和,D错误.

13.【答案及评分细则】(8分)

(1) R_1 (2分,其他结果均不得分)

(2)右(1分,其他结果均不得分) 8.0(1分,其他结果均不得分)

(3)120(2分,118~120均可)

(4)>(2分,其他结果均不得分)

【解析】(1)因滑动变阻器要接成分压电路,则为使操作更方便,实验中应选择阻值较小的滑动变阻器 R_1 .

(2)要使电流增大,应使滑动变阻器并联部分阻值增大,故应向右移动,Ⓒ读数为8.0 mA;

(3)根据 $I_a(R_0+R_x+R_g)=I_b(R_x+R_g)$ 即 $I_a=\frac{R_x+R_g}{(R_0+R_x+R_g)}I_b$,根据图像求得 $k=\frac{R_x+R_g}{(R_0+R_x+R_g)}=\frac{8}{10}$,待测电阻 $R_x=120\ \Omega$;

(4)考虑 S_2 在 a 、 b 间切换对电路的影响,当 S_2 切换到 b 端时电阻变小,则 MN 两端电压会减小,通过电流计的电流 I_b 要偏小, I_a-I_b 图像斜率偏大,由 $k=\frac{R_x+R_g}{(R_0+R_x+R_g)}=\frac{1}{1+\frac{R_0}{R_x+R_g}}$,则 R_x 的测量值大于真实值.

14.【答案】(1)6 m/s (2)3 J

【解析及评分细则】(1)物块 B 与 C 发生弹性碰撞,则 BC 系统由动量守恒和机械能守恒有

$$m_B v_0 = m_B v_B + m_C v_C \quad (2\text{分})$$

$$\frac{1}{2} m_B v_0^2 = \frac{1}{2} m_B v_B^2 + \frac{1}{2} m_C v_C^2 \quad (2\text{分})$$

$$\text{解得 } v_B = 2\text{ m/s}, v_C = 6\text{ m/s} \quad (1\text{分})$$

按步骤得分,步骤齐全且结果正确,得全分;若结果错误,扣除结果分后,其余按步骤得分.

(2)碰后物块 A 、 B 共速时,弹簧弹性势能最大, A 、 B 由动量守恒有

$$m_A v_0 + m_B v_B = (m_A + m_B) v_{共} \quad (2\text{分})$$

A 、 B 与弹簧系统由机械能守恒有

$$E_p = \frac{1}{2} m_A v_0^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 - \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_{共}^2 \quad (2\text{分})$$

$$\text{解得 } E_p = 3\text{ J} \quad (1\text{分})$$

按步骤得分,步骤齐全且结果正确,得全分;若结果错误,扣除结果分后,其余按步骤得分.

15.【答案】(1) $\frac{\sqrt{2} B_0 L v_0}{4R}$ (2) $\frac{1}{2} m v_0^2 + \frac{3 B_0^2 L^2 v_0^2 T}{16R}$ (3) $\frac{B_0 L v_0 T}{4\pi R}$

【解析及评分细则】(1)金属棒产生的电动势的有效值为 $E = \frac{B_0 L v_0}{\sqrt{2}}$ (1分)

$$\text{回路中的电流 } I = \frac{E}{2R} \quad (1\text{分})$$

$$\text{解得电流表}\textcircled{A}\text{的示数 } I = \frac{\sqrt{2} B_0 L v_0}{4R} \quad (1\text{分})$$

按步骤得分,步骤齐全且结果正确,得全分;若结果错误,扣除结果分后,其余按步骤得分.

$$(2)\text{在 } 0 \sim \frac{3}{4} T \text{ 时间内,产生的焦耳热为 } Q = \frac{E^2}{2R} \cdot \frac{3}{4} T \quad (1\text{分})$$

$$\text{根据功能关系,有 } W = Q + \frac{1}{2} m v_0^2 \quad (2\text{分})$$

$$\text{解得 } W = \frac{1}{2} m v_0^2 + \frac{3 B_0^2 L^2 v_0^2 T}{16R} \quad (1\text{分})$$

按步骤得分,步骤齐全且结果正确,得全分;若结果错误,扣除结果分后,其余按步骤得分.

(3) 由于感应电动势为 $e = B_0 L v_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ (1 分)

类比于单匝线圈在磁场中转动产生的电动势, 则 $0 \sim \frac{T}{4}$ 的过程中, 通过定值电阻的电量与线圈从中性面转过 90° 通过定值电阻的电量相同

$$B_0 L v_0 = \Phi \cdot \frac{2\pi}{T}, q = \frac{\Phi}{2R} \quad (1 \text{ 分})$$

则有 $q = \frac{B_0 L v_0 T}{4\pi R}$ (1 分)

按步骤得分, 步骤齐全且结果正确, 得全分; 若结果错误, 扣除结果分后, 其余按步骤得分.

16. 【答案】(1) $5\sqrt{2} \text{ m/s}$ (2) 5 m/s (3) $\left(-\frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m}, \frac{1}{2} \text{ m}\right)$

【解析及评分细则】(1) 小球从最低点到最高点, 由机械能守恒定律有

$$2mgR = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \quad (1 \text{ 分})$$

在最高点由牛顿第二定律有

$$mg = m \frac{v_1^2}{R} \quad (1 \text{ 分})$$

解得 $v_0 = 5\sqrt{2} \text{ m/s}$ (1 分)

按步骤得分, 步骤齐全且结果正确, 得全分; 若结果错误, 扣除结果分后, 其余按步骤得分.

(2) 小球在圆筒的横截面内做圆周运动, 经过最高点时, 设其速度大小为 v

由牛顿第二定律有 $mg \cos \theta = m \frac{v^2}{R}$ (1 分)

在沿 $O'O$ 方向做初速度为 0 的匀加速直线运动, 设其速度为 v' , 位移为 x , 有 $v'^2 = 2ax$ (1 分)

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

小球从 A 点开始运动到最高点, 由动能定理有 $mgx \sin \theta - 2mgR \cos \theta = \frac{1}{2}m(v^2 + v'^2) - \frac{1}{2}mv_0^2$ (2 分)

联立解得 $v_0 = 5 \text{ m/s}$ (1 分)

按步骤得分, 步骤齐全且结果正确, 得全分; 若结果错误, 扣除结果分后, 其余按步骤得分.

(3) 加上电场后, 小球受到的沿 y 轴正向的电场力 $F = qE = 5 \text{ N}$ (1 分)

小球的重力沿 y 轴负向的分量 $mg \cos \theta = 5 \text{ N}$ (1 分)

表明小球在垂直于中轴线 OO' 的平面内的分运动为匀速圆周运动, 设其周期为 T , 则有 $T = \frac{2\pi R}{v_0} = \frac{2\pi}{5} \text{ s}$ (1 分)

沿 $O'O$ 方向分运动为初速度为 0 的匀加速直线运动

设小球离开圆筒的时间为 t , 则有

$$L = \frac{1}{2}at^2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得 $t = \frac{2}{3}\pi \text{ s}$ (1 分)

则 $\frac{t}{T} = \frac{5}{3}$, 即 $t = 1\frac{2}{3}T$ (1 分)

说明小球从 xOy 坐标系的第二象限离开圆筒, 且此时小球与 O 的连线与 y 轴正方向的夹角为 60° , 故此时小球的坐标值

$$x = -R \sin 60^\circ = -\frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m}, y = R \cos 60^\circ = \frac{1}{2} \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

即坐标为 $\left(-\frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m}, \frac{1}{2} \text{ m}\right)$ (1 分)

按步骤得分, 步骤齐全且结果正确, 得全分; 若结果错误, 扣除结果分后, 其余按步骤得分.