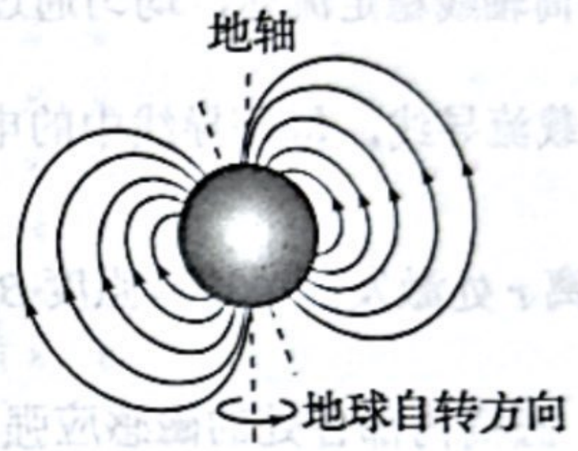
物理　第一周寒假作业（1 月 15 日——1 月 21 日）

教师寄语：

忆课堂所学，公式定理常记心间，基础方能牢固；期寒假所悟，现象原理每思脑内，素养自会提升。——高二物理组全体教师

专题 1　磁场及其对电流的作用

1. 我国宋代科学家沈括在《梦溪笔谈》中最早记载了地磁偏角：“以磁石磨针锋，则能指南，然常微偏东，不全南也。”进一步研究表明，地球周围地磁场的磁感线分布示意图如图。结合上述材料，下列说法不正确的是(　　)



A. 地理南、北极与地磁南、北极不重合

B. 地球内部也存在磁场，地磁的南极在地理北极附近

C. 地球表面任意位置的地磁场方向都与地面平行

D. 因地磁场影响，在进行奥斯特实验时，通电导线南北放置时实验现象最明显

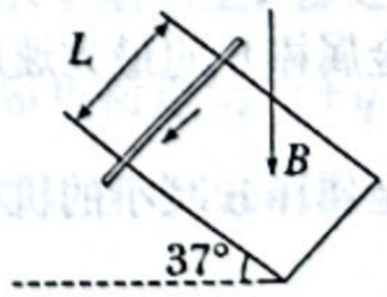
2. (2023·东北育才学校、福州一中等八校第一次联考)如图，在等边三角形三个顶点处，各有一根长直导线垂直于纸面固定放置。在三根导线中均通有电流 I，其中 P、Q 导线中电流方向垂直纸面向里，M 导线中电流方向垂直纸面向外，每根导线在三角形中心 O 处产生的磁感应强度大小均为 B，则三角形中心 O 处磁感应强度的大小为(　　)



A. 0　　B. B

C. $2B$　　D. $2\sqrt{3}B$

3. (2023·上海市浦东新区期中)如图所示，一个宽 $L=0.20$ m 的“U”型绝缘导轨与水平面成 37°角固定放置。导轨区域内存在竖直向下的匀强磁场，磁感应强度 $B=1.0$ T。一根质量为 0.10 kg 的金属棒垂直放置在导轨上，棒上通有 $I=5.0$ A 的电流。金属棒始终静止在导轨上，棒与导轨之间的最大静摩擦力为 2.0 N，$g=10\text{m/s}^2$，$\sin 37°=0.6$，$\cos 37°=0.8$，则(　　)



A. 若增大电流，导轨对金属棒的支持力也增大

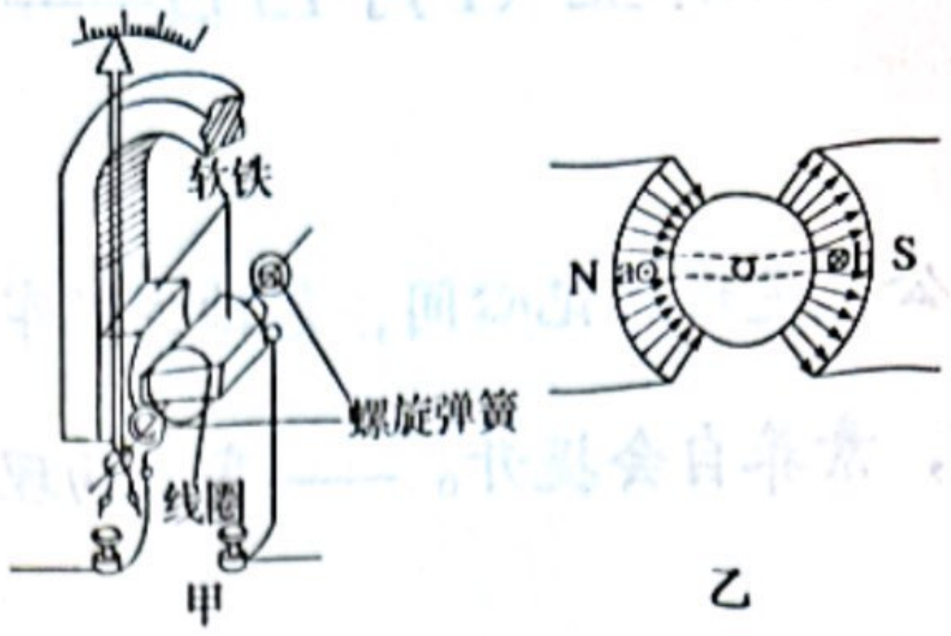
B. 此时导轨对金属棒的支持力大小为 0.8 N

C. 若增大磁感应强度，导轨对金属棒的摩擦力先变小后变大

D. 此时导轨对金属棒的摩擦力大小为 1.4 N

4. (2023·陕西延安市模拟)图甲是磁电式电流表的结构简图，线圈绕在一个与指针、转轴相连的铝框骨架上，蹄形磁铁和铁芯间的磁场均匀辐向分布，同一圆周上磁感应强度大小处处相

等，如图乙所示。当线圈通以如图乙所示方向电流时，下列说法正确的是(　　)



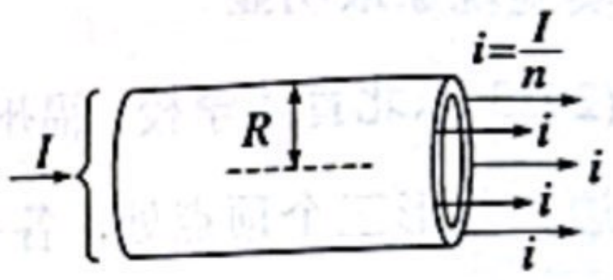
A. a、b 导线所受安培力相同

B. 线圈将沿逆时针方向(正视)转动

C. 换磁性更强的磁铁会增大电流表的量程

D. 增加线圈匝数会减小电流表的量程

5. (2023·广东省模拟)如图所示为筒壁很薄、截面圆半径为 R 的铝制长直圆筒，电流 I 平行于圆筒轴线稳定流动，均匀通过筒壁各截面，筒壁可看作 n 条完全相同且平行的均匀分布的长直载流导线，每条导线中的电流均为 $i=\frac{I}{n}$，n 比 1 大得多。已知通电电流为 i 的长直导线在距离 r 处激发的磁感应强度 $B=k\frac{i}{r}$，其中 k 为常数。下列说法正确的是(　　)



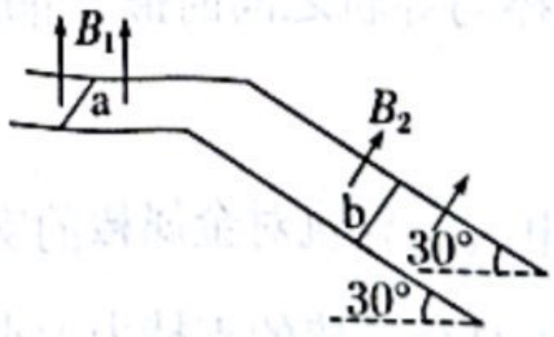
A. 圆筒内部各处的磁感应强度均不为 0

B. 圆筒外部各处的磁感应强度方向与筒壁垂直

C. 每条导线受到的安培力方向都垂直筒壁向内

D. 若电流 I 变为原来的 2 倍，每条导线受到的安培力也变为原来的 2 倍

6. (多选)(2023·河南新乡市模拟)如图所示，倾斜光滑金属导轨的倾角为 30°，水平导轨粗糙，两平行导轨的间距均为 L。质量为 m、电阻为 R、长度为 L 的金属棒 a 垂直水平导轨放置，两导轨间均存在垂直导轨平面向上的匀强磁场，磁感应强度大小分别为 B_1 和 B_2。现把质量为 m、电阻为 R、长度也为 L 的金属棒 b 垂直倾斜导轨由静止释放，重力加速度为 g，倾斜导轨足够长，金属棒 a 始终静止，下列说法中正确的是(　　)



A. 金属棒 a 受到向左的摩擦力

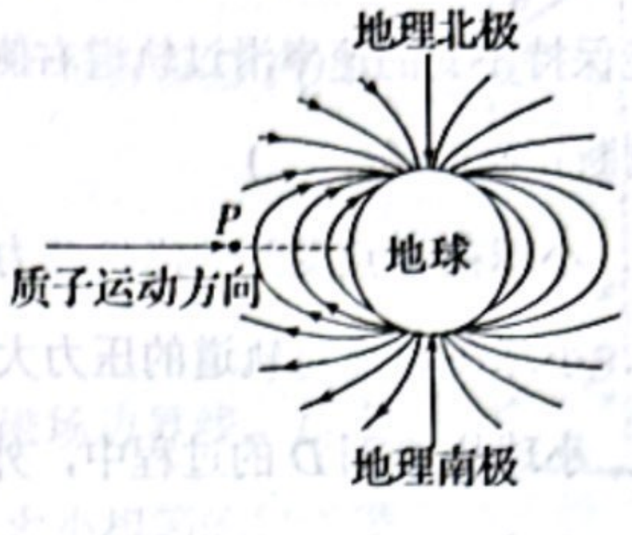
B. 金属棒 a 受到的最大摩擦力一定为 $\frac{1}{2}mg$

C. 金属棒 b 的最大速度为 $\frac{mgR}{2B_2^2L^2}$

D. 金属棒 b 减小的机械能等于金属棒 a 和金属棒 b 中产生的总焦耳热

专题 2　磁场对运动电荷(带电体)的作用

1. 太阳风(含有大量高能质子与电子)射向地球时，地磁场改变了这些带电粒子的运动方向，从而使很多粒子到达不了地面，另一小部分粒子则可能会在两极汇聚从而形成炫丽的极光。赤道上空 P 处的磁感应强度为 $B=3.5\times10^{-5}$ T，方向由南指向北，假设太阳风中的一质子以速度 $v=2\times10^{5}$ m/s 竖直向下运动穿过 P 处的地磁场，如图所示。已知质子电荷量为 $q=1.6\times10^{-19}$ C，此时该质子受到的洛伦兹力(　　)



A. 方向向北　　B. 方向向南

C. 方向向东　　D. 大小为 11.2 N

2. (多选)在范围足够大的匀强磁场中，静止的钠核 $^{24}_{11}$Na 发生衰变，沿与磁场垂直的方向释放出一个粒子后，变为一新核，新核与放出粒子在磁场中运动的径迹均为圆，如图所示。以下说法正确的是(　　)



A. 新核为 $^{24}_{12}$Mg

B. 发生的是α衰变

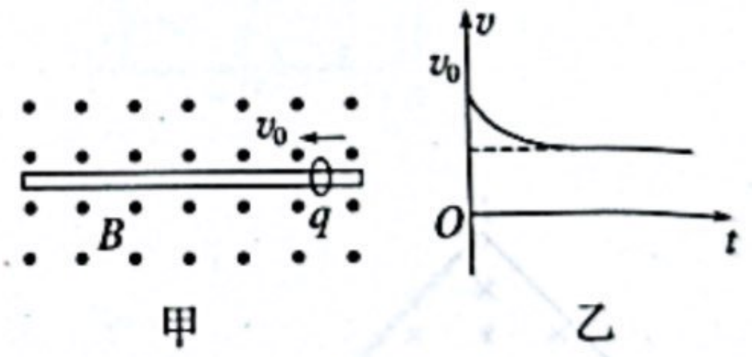
C. 轨迹 2 是新核的轨迹

D. 新核沿顺时针方向旋转

3. (多选)(2023·安徽合肥市模拟)如图甲所示，一个质量为 m、电荷量为 q 的带正电圆环，可在水平的、足够长的绝缘粗糙细杆上滑动，细杆处于磁感应强度大小为 B、方向垂直纸面向外的匀强磁场中。现给圆环水平向左的初速度 v_0，在以后的运动过程中，圆环运动的 $v-t$ 图像如图乙所示，重力加速度大小为 g，下列说法正确的是(　　)

A. 初速度 v_0 满足 $v_0>\dfrac{mg}{qB}$

B. 初速度 v_0 满足 $v_0<\dfrac{mg}{qB}$



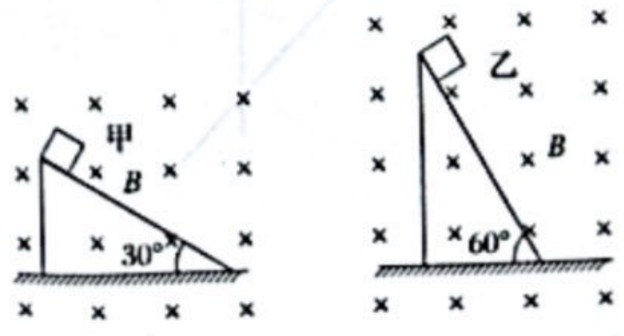
C. 圆环克服摩擦力做的功为 $\dfrac{1}{2}mv_0^2$

D. 圆环克服摩擦力做的功为 $\dfrac{1}{2}mv_0^2-\dfrac{m^3g^2}{2q^2B^2}$

4. (多选)如图所示，两个倾角分别为 30°和 60°的绝缘光滑斜面固定于水平地面上，都处于方向垂直纸面向里、磁感应强度为 B 的匀强磁场中。两个质量均为 m、带电荷量均为 $+q$ 的小滑块甲和乙分别从两个斜面顶端由静止释放，运动一段时间后，两小滑块都将飞离斜面，在此过程中(　　)

A. 甲滑块飞离斜面瞬间的速度比乙滑块飞离斜面瞬间的速度大

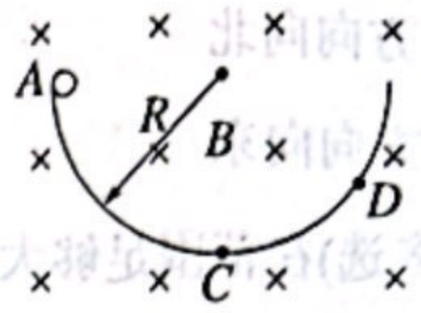
B. 甲滑块在斜面上运动的时间比乙滑块在斜面上运动的时间短



C．两滑块在斜面上运动的过程中，重力的平均功率相等

D．甲滑块在斜面上运动的位移与乙滑块在斜面上运动的位移大小相同

5. 如图所示，半径为 R 的光滑半圆弧绝缘轨道固定在竖直面内，磁感应强度为 B 的匀强磁场方向垂直轨道平面向里。一可视为质点、质量为 m、电荷量为 $q(q>0)$的小球由轨道左端 A 处无初速度滑下，当小球滑至轨道最低点 C 时，给小球施加一始终水平向右的外力 F，使小球能保持不变的速率滑过轨道右侧的 D 点。若小球始终与轨道接触，重力加速度为 g，则下列判断正确的是(　　)



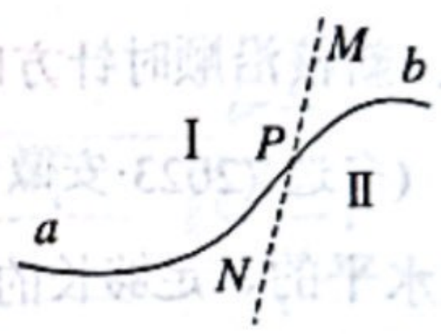
A．小球在 C 点受到的洛伦兹力大小为 $qB\sqrt{gR}$

B．小球在 C 点对轨道的压力大小为 $3mg-qB\sqrt{2gR}$

C．小球从 C 到 D 的过程中，外力 F 大小保持不变

D．小球从 C 到 D 的过程中，外力 F 的功率不变

6. 如图所示，虚线 MN 将平面分成Ⅰ和Ⅱ两个区域，两个区域都存在与纸面垂直的匀强磁场。一带电粒子仅在磁场力作用下由Ⅰ区运动到Ⅱ区，弧线 aPb 为运动过程中的一段轨迹，其中弧 aP 与弧 Pb 的弧长之比为 2∶1，且两段圆弧对应圆心角相同，不计带电粒子重力，下列判断正确的是(　　)



A．Ⅰ、Ⅱ两个区域磁场的磁感应强度方向相反，大小之比为 1∶2

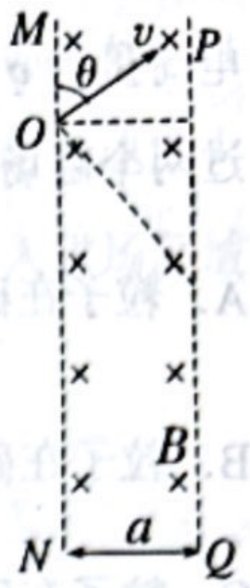
B．该粒子在Ⅰ、Ⅱ两个区域磁场中受到的洛伦兹力大小之比为 1∶1

C．该粒子通过 aP、Pb 两段弧的时间之比为 1∶1

D．弧 aP 与弧 Pb 对应的圆的半径之比为 3∶1

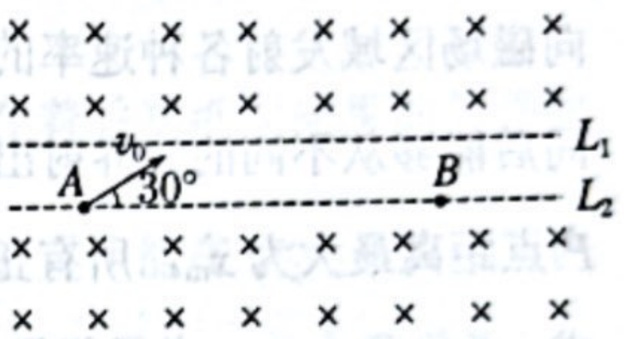
专题 3　带电粒子在直线边界磁场中的运动

1. 如图所示，竖直线 $MN \parallel PQ$，MN 与 PQ 之间距离为 a，其间存在垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度为 B，O 是 MN 上一点，O 处有一粒子源，某时刻放出大量速率均为 v(方向均垂直磁场方向)、比荷一定的带负电的粒子(粒子重力及粒子间的相互作用力不计)，已知沿图中与 MN 成 $\theta=60°$ 角方向射入的粒子恰好垂直 PQ 射出磁场，则粒子在磁场中运动的最长时间为(　　)



A. $\frac{\pi a}{3v}$　B. $\frac{3\pi a}{3v}$　C. $\frac{4\pi a}{3v}$　D. $\frac{2\pi a}{v}$

2. (2023·四川宜宾市模拟)如图所示，L_1 和 L_2 为两条平行的磁场边界线，L_1 上方和 L_2 下方都是垂直纸面向里、范围足够大、且磁感应强度大小相等的匀强磁场，L_1 和 L_2 之间无磁场；A、B 两点是 L_2 上相距一定距离的两点。一带电粒子从 A 点以初速度 v_0 与 L_2 成 30°角斜向右上方射出，经过偏转后恰好过 B 点，不计重力，下列说法正确的是(　　)



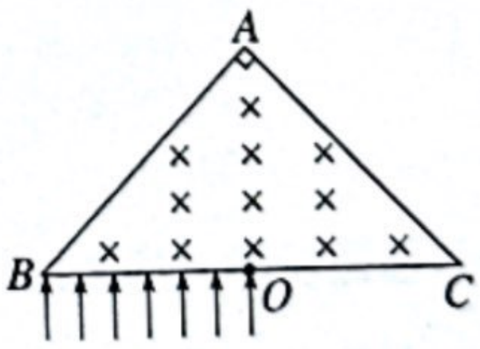
A. 该粒子一定是带正电

B. 该粒子经过 B 点时的速度一定跟在 A 点时的速度相同

C. 若只稍微增大该粒子在 A 点的初速度，它将仍可能经过 B 点

D. 若只将该粒子在 A 点的初速度方向改为与 L_2 成 60°角斜向右上方，它将不可能经过 B 点

3. (多选)如图所示，等腰直角三角形区域内分布有垂直纸面向里的匀强磁场，腰长 $AB=2$ m，O 为 BC 的中点，磁感应强度 $B_0=0.25$ T，一群质量 $m=1\times10^{-7}$ kg、电荷量 $q=-2\times10^{-3}$ C 的带电粒子以速度 $v=5\times10^3$ m/s 垂直于 BO，从 BO 之间射入磁场区域，不计带电粒子重力及相互之间的作用，则(　　)



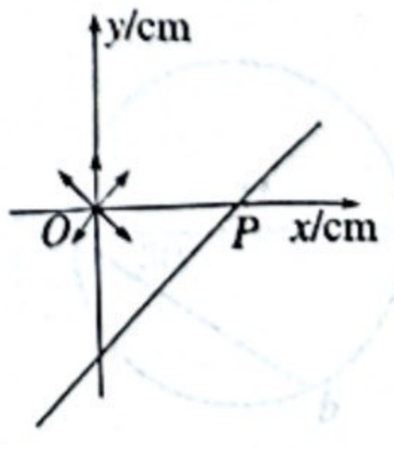
A. 在 AC 边界上有粒子射出的长度为($\sqrt{2}-1$) m

B. C 点有粒子射出

C. 在 AB 边界上有粒子射出的长度为 1 m

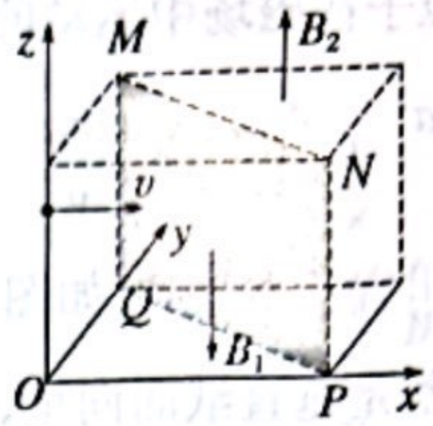
D. 在磁场中运动时间最长的粒子从底边距 B 点($\sqrt{2}-1$) m 处入射

4. (2023·四川遂宁市模拟)如图所示，平面直角坐标系 xOy 内，存在垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度 $B=0.2$ T，原点 O 有一粒子源，能向纸面内各个方向释放出比荷为 4×10^8 C/kg 的带正电粒子，粒子初速度 $v_0=8\times10^6$ m/s 不计粒子重力及相互之间作用，有一与 x 轴成 45°角倾斜放置的足够长挡板跨越第一、三、四象限，P 是挡板与 x 轴交点，$OP=16\sqrt{2}$ cm，则挡板上被粒子打中的区域长度为(　　)



A. 24 cm　B. 16 cm　C. 20 cm　D. 32 cm

5. (多选)(2023·四川达州市模拟)如图所示，一个棱长为 l 的立方体空间被对角面 $MNPQ$ 划分成两个区域，平面 $MNPQ$ 左侧存在磁感应强度大小 $B_1=\frac{mv}{ql}$、方向沿 z 轴负方向的匀强磁场，右侧存在磁感应强度大小 $B_2=\frac{mv}{(2-1)ql}$、方向沿 z 轴正方向的匀强磁场。一质量为 m、电荷量为 q 的带正电粒子(不计重力)从 z 轴上的某点以速度 v 垂直 yOz 平面进入磁场，并穿过两个磁场区域。则(　　)



A. 粒子在磁场中运动的时间 $t=\frac{\pi l}{2v}$

B. 粒子在磁场中运动的时间 $t=\frac{2\pi l}{4v}$

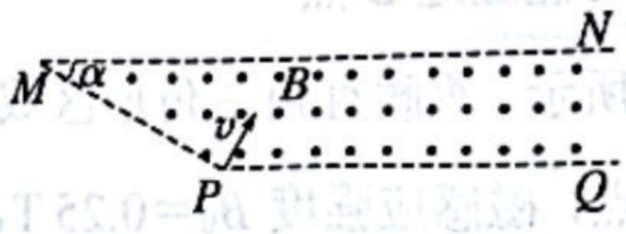
C. 粒子在磁场中的位移 $x=(\sqrt{2}-1)l$

D. 粒子在磁场中的位移 $x=(\sqrt{4-2\sqrt{2}})l$

6. (2023·河南信阳市质检)如图，平行的 MN、PQ 与 MP 间(含边界)有垂直纸面向外的匀强磁场，磁感应强度大小为 B，边界 MN 与 MP 的夹角 $\alpha=30°$，点 P 处有一离子源，离子源能够向磁场区域发射各种速率的、方向平行于纸面且垂直于 MP 的正、负离子，离子运动一段时间后能够从不同的边界射出磁场。已知从边界 PQ 射出的离子中，离子速度为 v_0 时射出点与 P 点距离最大为 x_m，所有正、负离子的比荷均为 k，不计离子的重力及离子间的相互作用。求：

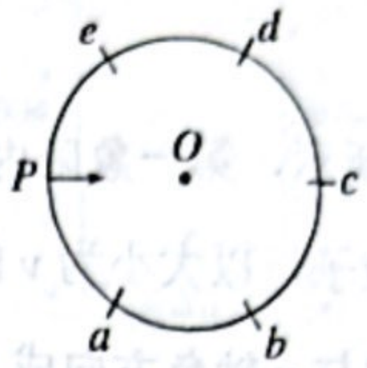
(1)射出点与 P 点最大距离 x_m；

(2)从边界 MP 射出的离子，速度的最大值。



专题 4　带电粒子在圆形边界磁场中的运动

1. (多选)(2023·安徽芜湖市模拟)国际空间站上的阿尔法磁谱仪(AMS)是探究宇宙中的反物质和暗物质(即由反粒子构成的物质)的重要仪器，如氚核($_1^3$H)的反粒子(反氚核)为 $_{-1}^{3}$H。该磁谱仪核心部分的截面区域是半径为 R 的圆形匀强磁场区域，该区域磁场方向垂直纸面向外，且粒子打到磁场边界就被吸收。如图所示，P 为粒子的入射窗口，各粒子从 P 射入时的速度大小相同，且均沿直径方向，P、a、b、c、d、e 为圆周上的等分点，若质子($_1^1$H)射入磁场区域后打在 a 点，则反氚核($_{-1}^{3}$H)射入后(　　)



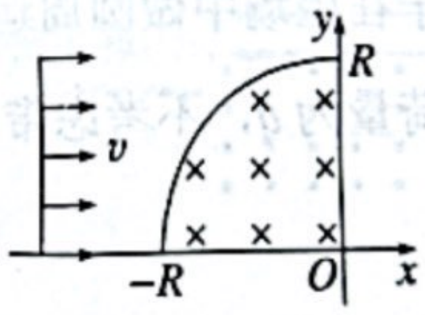
A. 反氚核将打在 d 点

B. 反氚核射入磁场后运动轨迹的半径为质子的 $\frac{1}{3}$

C. 反氚核在磁场中运动轨迹的弧长为质子的 $\frac{3}{2}$

D. 反氚核在磁场中运动的时间为质子的 $\frac{2}{3}$

2. (2023·云南玉溪市期末)如图所示，半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 圆形区域内存在着垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度为 B，磁场的左边垂直 x 轴放置一线型粒子发射装置，能在 $0\le y\le R$ 的区间内各处沿 x 轴正方向同时发射出速度相同、带正电的同种粒子，粒子质量为 m、电荷量为 q，不计粒子的重力及粒子间的相互作用力，若某时刻粒子被装置发射出后，经过磁场偏转击中 y 轴上的同一位置，则下列说法中正确的是(　　)



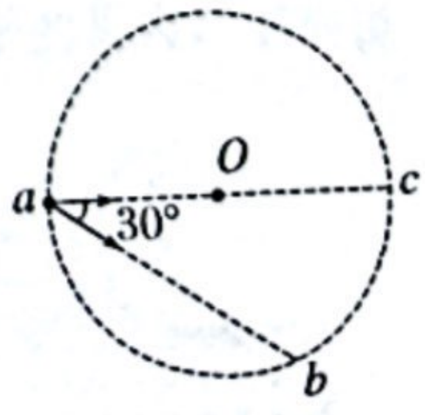
A. 粒子都击中 O 点处

B. 粒子的初速度为 $\frac{BqR}{2m}$

C. 粒子在磁场中运动的最长时间为 $\frac{\pi m}{qB}$

D. 粒子到达 y 轴上的最大时间差为 $\frac{\pi m}{2qB}-\frac{m}{qB}$

3. (多选)如图所示，半径为 R、圆心为 O 的圆形区域内有方向垂直于纸面向外的匀强磁场(图中未画出)。两个质量、电荷量都相同的带正电粒子，以不同的速率从 a 点先后沿直径 ac 和弦 ab 方向射入磁场区域，ab 和 ac 的夹角为 30°，已知沿 ac 方向射入的粒子刚好从 b 点射出，沿 ab 方向射入的粒子刚好从 O 点正下方射出，不计粒子重力。则(　　)



A. 沿 ac 方向射入的粒子在磁场中运动轨迹半径为 R

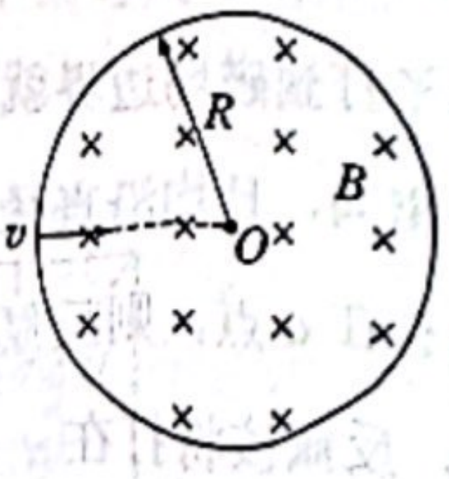
B. 沿 ab 方向射入的粒子在磁场中运动轨迹半径为($\sqrt{3}+1$)R

C. 沿 ac 方向射入的粒子与沿 ab 方向射入的粒子在磁场中运动的时间之比为 2∶1

D. 沿 ac 方向射入的粒子与沿 ab 方向射入的粒子在磁场中运动的速率的比值为 $\frac{2-\sqrt{3}}{3}$

4. 如图所示，半径为 R 的圆形区域内存在着磁感应强度为 B 的匀强磁场，方向垂直于纸面向里，一带负电的粒子(不计重力)沿水平方向以速度 v 正对圆心入射，通过磁场区域后速度方向偏转了 60°。若使粒子通过磁场区域后速度方向的偏转角度最大，在保持原入射速度大小和方向不变的基础上，需将粒子的入射点向上平移的距离 d 为(　　)

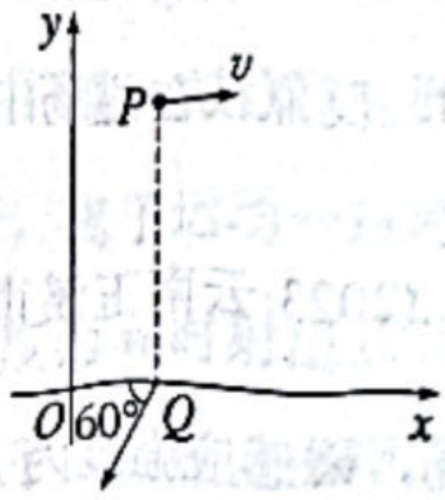
A. $\frac{1}{2}R$　B. $\frac{\sqrt{3}}{3}R$　C. $\frac{\sqrt{2}}{2}R$　D. $\frac{\sqrt{3}}{2}R$



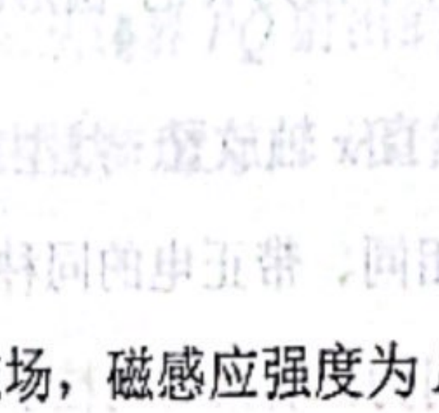
5. 如图所示，第一象限内有一圆形边界匀强磁场(图中未画出)。一质量为 m、电荷量为 $+q$ 的带电粒子，以大小为 v 的速度沿 $+x$ 方向自磁场边界上的点 $P(L,3L)$ 射入，经过点 $Q(L,0)$ 时速度方向与 x 轴负方向成 60°角，粒子重力不计。求：

(1)磁感应强度的大小和方向；

(2)圆形有界磁场的最小面积。

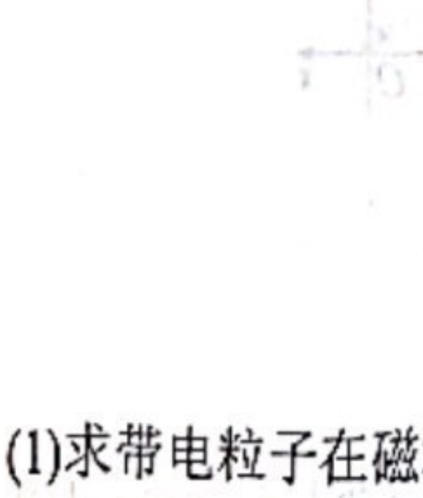


6. 如图所示，圆形区域内有一匀强磁场，磁感应强度为 B，方向垂直纸面向里，边界跟 y 轴相切于坐标原点 O。O 点处有一放射源，沿纸面向各个方向射出速率均为 v 的某种带正电粒子，带电粒子在磁场中做圆周运动的半径是圆形磁场区域半径的 2 倍。已知该带电粒子的质量为 m、电荷量为 q，不考虑带电粒子的重力及粒子间相互作用。



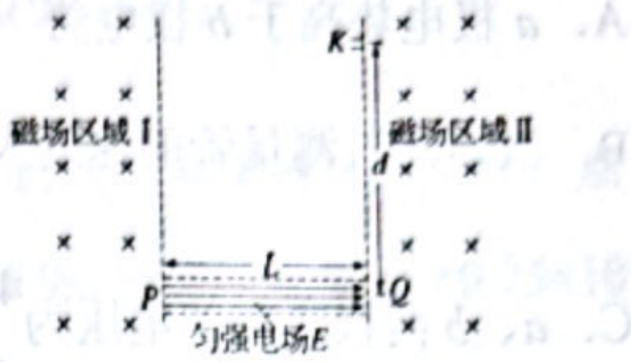
(1)求带电粒子在磁场中做圆周运动的轨迹半径；

(2)求带电粒子通过磁场区域的最大偏转角。



专题5　洛伦兹力与现代科技

1. 跑道式回旋加速器的工作原理如图所示。两个匀强磁场区域Ⅰ、Ⅱ的边界平行，相距为L，磁感应强度大小均为B，方向均垂直纸面向里。P、Q之间存在匀强加速电场，电场强度大小为E，方向与磁场边界垂直。质量为m、电荷量为$+q$的粒子从P飘入电场(飘入速度可视为0)，多次经过电场加速和磁场偏转后，从位于边界上的出射口K引出时动能为E_k。已知K、Q的距离为d，带电粒子的重力不计。则下列说法正确的是(　　)



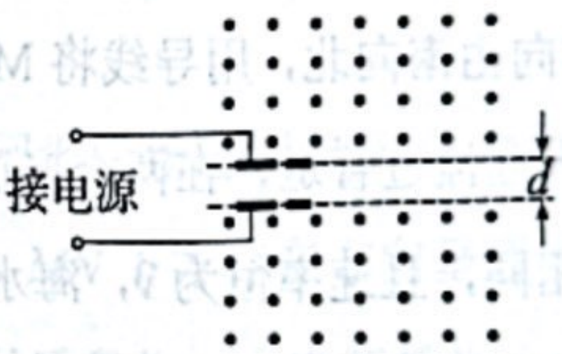
A. 第一次加速后，粒子在Ⅱ中运动的半径比在Ⅰ中的半径大

B. 粒子每次从P点被加速到再次回到P点所用的时间相同

C. 粒子从出射口K引出的动能$E_k=\dfrac{q^2B^2d^2}{8m}$

D. 粒子出射前经过加速电场的次数$N=\dfrac{qB^2d^2}{mEL}$

2. (多选)(2024·山东德州市期末)某学习小组设计了如图所示的简易粒子加速器，两水平平行虚线上、下两侧有垂直纸面且范围足够大的匀强磁场，平行板电容器两极板上有正对着的小孔，两极板都恰好处于磁场的水平虚线边界。平行板电容器接通电源后两极板间的电压大小恒为U，将质量为m、带电荷量为$-q$的带电粒子自静止开始释放，释放位置在电容器的上极板小孔正下方，且紧靠上极板小孔，此后粒子经过多次加速，当动能达到所需要的E_k后立即将磁场撤去。已知两虚线间的距离为d，粒子始终没碰到电容器极板，不计粒子重力和两极板的厚度，以下说法正确的是(　　)



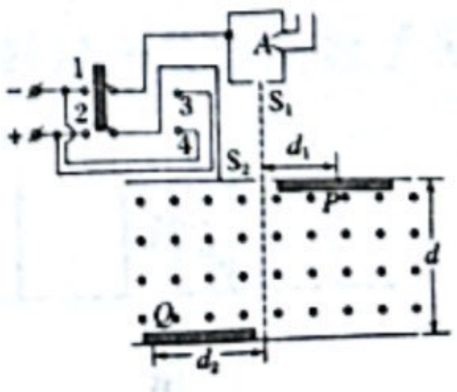
A. 平行板电容器必须接交流电源

B. 平行虚线两侧磁场的磁感应强度必须相同

C. 粒子转过的圈数至少为$\dfrac{E_k}{2qU}-1$

D. 粒子在电容器中运动的总时间为$\dfrac{d}{qU}\sqrt{2mE_k}$

3. (多选)(2023·湖北省阶段练习)如图所示是用于分析气体分子组成的一种质谱仪。某中性气体分子在电离室A中被电离成等离子体(即电荷量均为q的正、负离子)，这些离子从缝S_1飘出(飘出速度可视为0)，进入电势差为U的加速电场，从缝S_2垂直进入磁感应强度大小为B的匀强磁场。当双刀双掷开关的触刀掷向1、2时，离子经过半个圆周后打在底片上的P点；当双刀双掷开关的触刀掷向3、4时，离子打在底片上的Q点。已知缝S_2与P之间的距离为d_1，缝S_2与Q点间在沿平行S_2P方向上距离为d_2，磁场宽度为d。不计离子的重力，下列说法正确的是(　　)



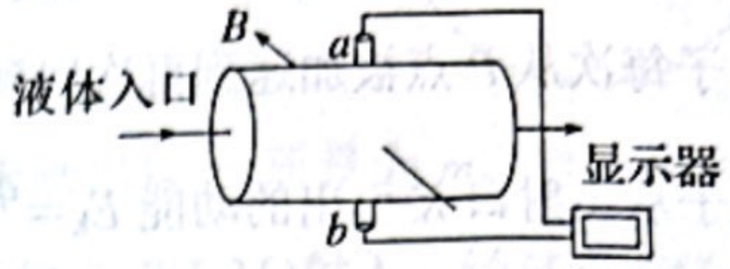
A. 打在P点的离子是负离子

B. 打在Q点的离子是负离子

C. 打在 P 点的离子的质量为 $\frac{qB^2d_1^2}{2U}$

D. 打在 Q 点的离子的质量为 $\frac{qB^2}{8Ud_2^2}\left(d_2^2+d^2\right)^2$

4. (多选)(2023·山东淄博市质检)如图，电磁流量计的测量管横截面直径为 D，在测量管的上下两个位置固定两金属电极 a、b，整个测量管处于水平向里的匀强磁场中，磁感应强度大小为 B。当含有正、负离子的液体从左向右匀速流过测量管时，连在两个电极上的显示器显示的流量为 Q(单位时间内流过的液体体积)，下列说法正确的是(　　)



A. a 极电势高于 b 极电势

B. 液体流过测量管的速度大小为 $\frac{Q}{\pi D^2}$

C. a、b 两极之间的电压为 $\frac{4BQ}{\pi D}$

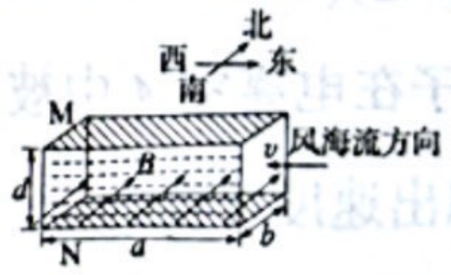
D. 若流过的液体中离子浓度变高，显示器上的示数将变大

5. 由于受地球信风带和盛行西风带的影响，海洋中一部分海水做定向流动，称为风海流，风海流中蕴藏着巨大的动力资源。因为海水中含有大量的带电离子，这些离子随风海流做定向运动，如果有足够强的磁场能使海流中的正、负离子发生偏转，便可用来发电。如图为一利用风海流发电的磁流体发电机原理示意图，用绝缘材料制成一个横截面为矩形的管道，在管道的上、下两个内表面装有两块金属板 M、N，金属板长为 a，宽为 b，两板间的距离为 d。将管道沿风海流方向固定在风海流中，在金属板之间加一水平匀强磁场，磁感应强度大小为 B，方向由南向北，用导线将 M、N 外侧连接电阻为 R 的航标灯(图中未画出)。工作时，海水从东向西流过管道，在两金属板之间形成电势差，可以对航标灯供电。设管道内海水的流速处处相同，且速率恒为 v，海水的电阻率为 ρ，海水所受摩擦阻力与流速成正比 $F_f=kv$，k 为比例系数。

(1)求磁流体发电机电动势 E 的大小，并判断 M、N 两板哪个板电势较高；

(2)由于管道内海水中有电流通过，求磁场对管道内海水作用力的大小和方向；

(3)求在 t 时间内磁流体发电机消耗的总机械能。



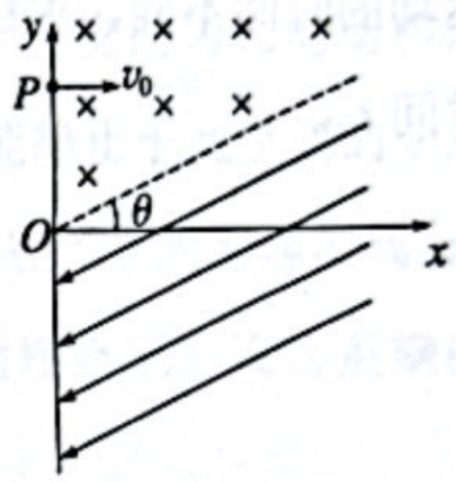
物理　第二周寒假作业（1月22日——1月28日）

教师寄语：

寒假时分，静思物理疑难，恰如逆水行舟，不进则退；新春伊始，勇探科学奥府，仿若凌云展翅，愈高愈坚。——高二物理组全体教师

专题6　带电粒子在组合场中的运动

1.(多选)(2023·辽宁省丹东市质检)如图所示，在直角坐标系xOy的第一象限内有一虚线，虚线与x轴正方向间夹角$\theta=30°$。虚线上方有垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度$B=0.75\times10^{-3}$ T。虚线下方到第四象限内有与虚线平行、电场强度$E=20$ N/C的匀强电场。一比荷$\frac{q}{m}=2\times10^5$ C/kg的带电粒子从y轴正半轴上的P点以速度$v_0=300$ m/s沿x轴正方向射入磁场，粒子进入磁场后，从虚线上的M点(M点图中未画出)垂直虚线方向进入电场(不计重力)，则(　　)



A．该带电粒子一定带正电

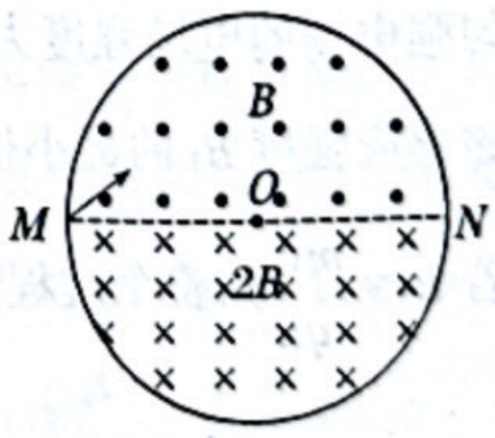
B．OM之间的距离为2 m

C．粒子第一次穿过虚线后与x轴间的最小距离约为0.98 m

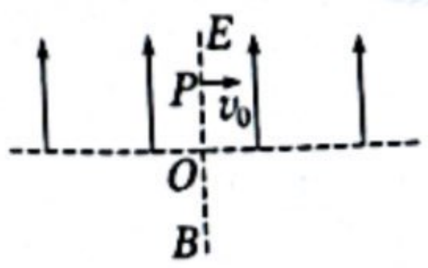
D．粒子第一次穿过虚线后能击中x轴

2.(多选)(2023·河南开封市模拟)如图所示，MN是半径为R的圆形磁场区域的直径，MN上方存在方向垂直于纸面向外的匀强磁场，磁感应强度大小为B，MN下方存在方向垂直于纸面向里的匀强磁场，磁感应强度大小为$2B$。在M点有一单离子质量为m、电荷量为$+q(q>0)$的离子源，离子从N点射出时的速度大小不同，但方向均与磁场方向垂直且与MN成30°角。不计离子重力及离子间的相互作用，则从N点射出磁场的离子速度可能是(　　)

A.$\frac{RqB}{2m}$　B.$\frac{RqB}{3m}$　C.$\frac{5RqB}{6m}$　D.$\frac{4RqB}{7m}$



3.(2024·湖南省阶段练习)如图所示，水平虚线的上方有竖直向上的匀强电场和匀强磁场(方向未知)，水平虚线下方存在垂直纸面向里的匀强磁场，水平虚线上、下方的磁感应强度大小相等。一带负电的粒子由竖直虚线上的P点以水平向右的速度v_0射入，该粒子刚好沿直线向右运动，现将水平虚线上方的匀强磁场撤走，粒子仍从P点以速度v_0沿原方向射入，粒子由水平虚线的M点(图中未画出)离开电场，且粒子在M点的动能为P点动能的2倍，经过一段时间粒子再次回到P点。已知$OP=L$，忽略粒子的重力。求：

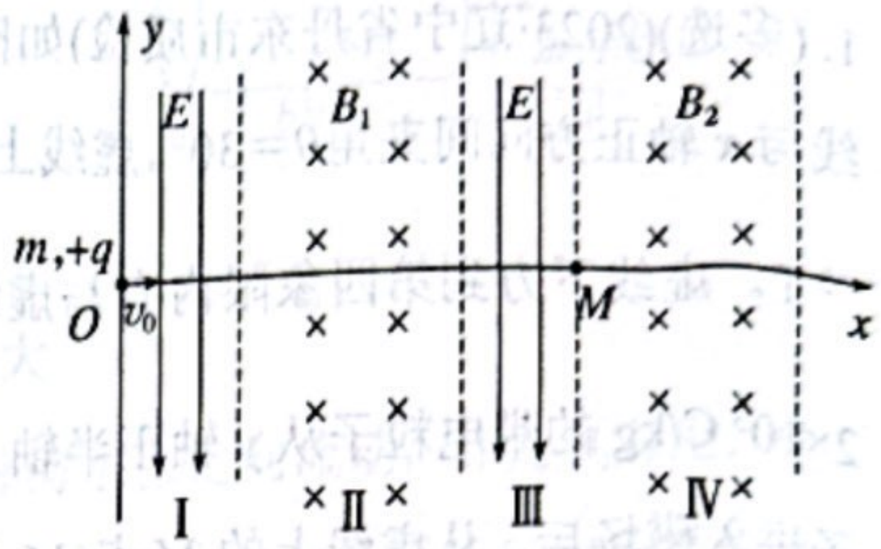


(1)M点到O点的距离；

(2)上述过程中，粒子轨迹上的点到 P 点的最大距离；

(3)粒子由 P 点射入到返回 P 点的时间。

4. (2023·重庆市模拟)如图所示，在真空中的 xOy 平面内，有四个边界垂直于 x 轴的条状区域Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ，区域Ⅰ、Ⅲ宽度均为 d，内有沿 $-y$ 方向的匀强电场 E；区域Ⅱ、Ⅳ宽度均为 $2d$，内有垂直于 xOy 平面向里的匀强磁场 B_1 和 B_2。M 是区域Ⅲ右边界与 x 轴的交点。质量为 m、电荷量为 $+q$ 的粒子甲以速度 v_0 从 O 点沿 x 轴正方向射入电场 E，经过一段时间后，沿 x 轴正方向与静止在 M 点的粒子乙结合在一起，成为粒子丙进入区域Ⅳ，之后直接从右边界上 Q 点(图中未标出)离开区域Ⅳ。粒子乙不带电，质量为 $2m$，结合前后无电荷损失，结合时间极短，已知 $E=\dfrac{3mv_0^2}{qd}$，粒子重力不计。



(1)求粒子甲离开区域Ⅰ时速度的大小 v_1 和与 x 轴正方向的夹角 θ；

(2)求磁感应强度 B_1 的大小；

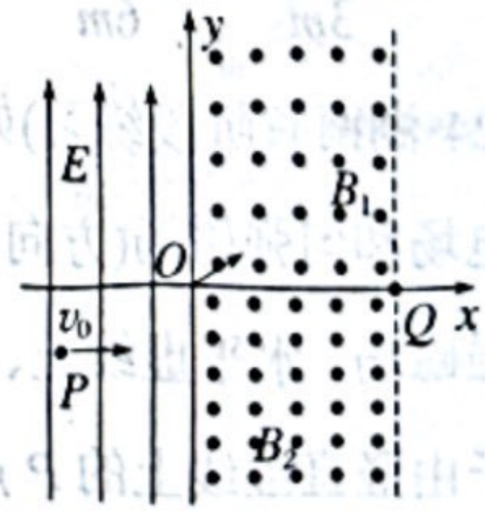
(3)若匀强磁场 B_2 磁感应强度不同，则粒子丙在磁场 B_2 中运动的时间不同，求粒子丙从 M 点运动到 Q 点的最长时间 t_m。

5. (2023·江苏扬州市模拟)如图所示的 xOy 平面内，$x<0$ 的区域内有竖直向上的匀强电场。在 $0<x\leq 2\ \ 3L$ 区域内，处于第一象限的匀强磁场，磁感应强度为 B_1；处于第四象限的匀强磁场，磁感应强度为 B_2，大小关系为 $B_2=2B_1$，均垂直于纸面向外。一质量为 m、带电荷量为 $+q$ 的粒子，在 $t=0$ 时刻，从 $P(-2L,\ -\dfrac{3}{3}L)$ 点以速度 v_0 沿 x 轴正向水平射出，恰好从坐标原点进入第一象限，最终从 x 轴上的 $Q(2\ \ 3L,0)$ 点射出磁场，不计粒子的重力。求：

(1)匀强电场的电场强度大小 E；

(2)磁感应强度 B_1 的最小值；

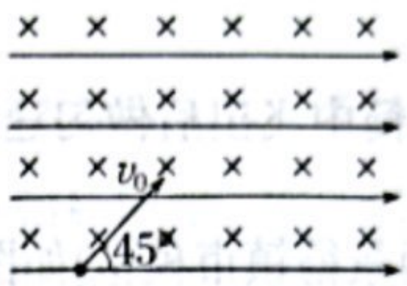
(3)若 $B_1=\dfrac{mv_0}{qL}$，整个过程粒子运动的时间 t。



专题 7　带电粒子在叠加场中的运动

1. 先确定各场的性质、方向、强弱等，后正确分析带电体受力情况、运动情况，寻找临界点、衔接点。2.若带电粒子在叠加场中做匀速圆周运动，则重力与静电力等大、反向。3.带电粒子在含有匀强磁场的叠加场中做的直线运动，一定为匀速直线运动。

1. (多选)如图所示，空间存在水平向右的匀强电场和垂直于纸面向里的匀强磁场，一质量为 m、带电荷量大小为 q 的小球，以初速度 v_0 沿与电场方向成 45°夹角射入场区，能沿直线运动。经过时间 t，小球到达 C 点(图中没标出)，电场方向突然变为竖直向上，电场强度大小不变。已知重力加速度为 g，则(　　)



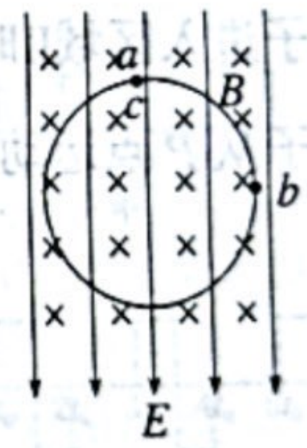
A. 小球一定带负电

B. 时间 t 内小球做匀速直线运动

C. 匀强磁场的磁感应强度为 $\dfrac{2mg}{qv_0}$

D. 电场方向突然变为竖直向上，则小球做匀加速直线运动

2. (2023·湖北省恩施教育联盟模拟)如图所示，某空间同时存在着互相正交的匀强电场和匀强磁场，电场的方向竖直向下。一带电体 a 带负电，电荷量为 q_1，恰能静止于此空间的 c 点，另一带电体 b 也带负电，电荷量为 q_2，正在过 c 点的竖直平面内作半径为 r 的匀速圆周运动，结果 a、b 在 c 处碰撞并粘合在一起，关于 a、b 粘合一起后的运动性质下列说法正确的是(　　)



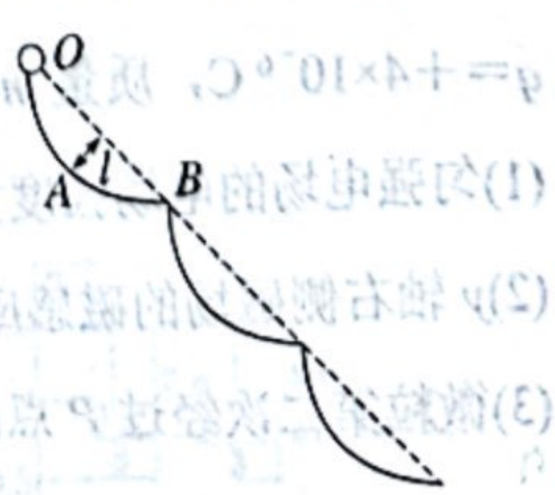
A. 向左做匀速直线运动

B. 顺时针继续做匀速圆周运动，半径为 $r'=\dfrac{q_2}{q_1+q_2}r$

C. 顺时针继续做匀速圆周运动，半径为 $r'=\dfrac{q_1}{q_1+q_2}r$

D. 因为有重力和静电力这样的恒力存在，故以上说法都不对

3. (多选)(2023·内蒙古包头市模拟)空间内存在电场强度大小 $E=100\ \mathrm{V/m}$、方向水平向左的匀强电场和磁感应强度大小 $B_1=100\ \mathrm{T}$、方向垂直纸面向里的匀强磁场(图中均未画出)。一质量 $m=0.1\ \mathrm{kg}$、带电荷量 $q=+0.01\ \mathrm{C}$ 的小球从 O 点由静止释放，小球在竖直面内的运动轨迹如图中实线所示，轨迹上的 A 点离 OB 最远且与 OB 的距离为 l，重力加速度 g 取 $10\ \mathrm{m/s^2}$。下列说法正确的是(　　)



A. 在运动过程中，小球的机械能守恒

B. 小球经过 A 点时的速度最大

C. 小球经过 B 点时的速度为 0

D. $l=2\ \mathrm{m}$

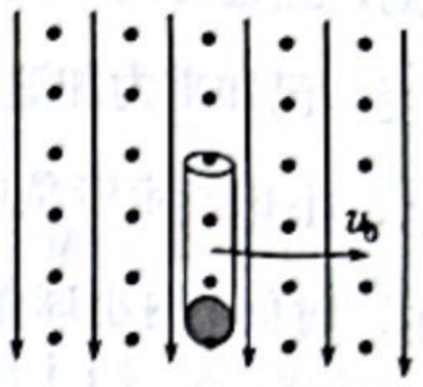
4. (多选)(2023·河北邢台市模拟)如图所示，空间有一无限大正交的电磁场区域，电场强度为 E、方向竖直向下，磁感应强度为 B、方向垂直于纸面向外，电磁场中有一内壁光滑竖直放置的绝缘长筒，其底部有一带电量为 $-q(q>0)$、质量为 $\frac{qE}{g}$ 的小球，g 为重力加速度，小球直径略小于长筒内径。现长筒在外力作用下以大小为 v_0 的速度向右做匀速直线运动。已知小球刚离开长筒时小球在竖直方向的分速度大小为 v_0，下列说法正确的是(　　)

A. 小球在长筒中的运动时间为 $\frac{2E}{gB}$

B. 小球在长筒中的运动时间为 $\frac{E}{gB}$

C. 小球从长筒中飞出后做匀速圆周运动的轨道半径的大小为 $\frac{Ev_0}{gB}$

D. 小球从长筒中飞出后做匀速圆周运动的轨道半径的大小为 $\frac{2Ev_0}{gB}$

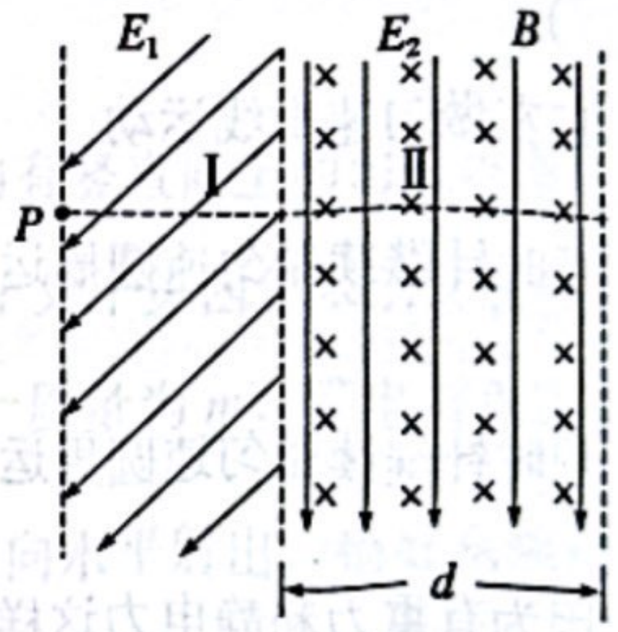


5. (2023·江西景德镇市模拟)如图所示，在区域Ⅰ有与水平方向成 30°角的匀强电场，电场强度大小 E_1 未知，电场方向斜向左下方。在区域Ⅱ有竖直向下的匀强电场和垂直纸面向里的匀强磁场，电场强度大小为 $E_2=\frac{mg}{q}$，磁感应强度大小为 B。质量为 m、电荷量为 $-q$ 的粒子从区域Ⅰ的左边界 P 点静止释放。粒子沿水平虚线向右运动，进入区域Ⅱ，区域Ⅱ的宽度为 d。粒子从区域Ⅱ右边界的 Q 点(图中未画出)离开，速度方向偏转了 60°，重力加速度为 g。求：

(1)区域Ⅰ的电场强度大小 E_1；

(2)粒子进入区域Ⅱ时的速度大小；

(3)粒子从 P 点运动到 Q 点的时间。

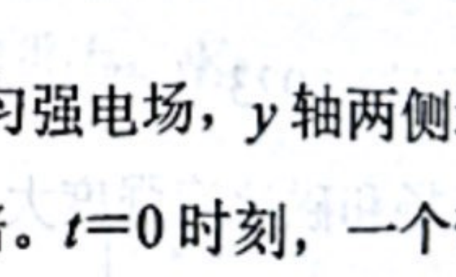


6. 如图所示，坐标系 xOy 在竖直平面内，整个空间存在竖直向上的匀强电场，y 轴两侧均有方向垂直纸面向里的匀强磁场，左侧的磁感应强度大小是右侧的两倍。$t=0$ 时刻，一个带正电微粒从 O 点以 $v=2\ \text{m/s}$ 的初速度射入 y 轴右侧空间，初速度方向与 x 轴正方向成 60°，微粒恰能做匀速圆周运动，第一次经过 y 轴的点记为 P，OP 长 $L=0.8\ \text{m}$。已知微粒所带电荷量 $q=+4\times10^{-6}\ \text{C}$，质量 $m=2\times10^{-7}\ \text{kg}$，重力加速度 g 取 $10\ \text{m/s}^2$，求：

(1)匀强电场的电场强度大小；

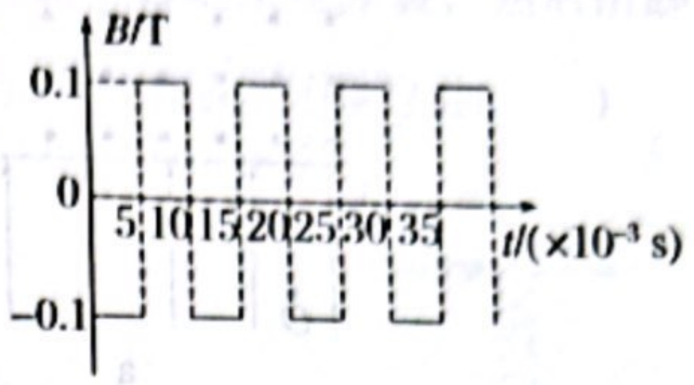
(2)y 轴右侧磁场的磁感应强度大小；

(3)微粒第二次经过 P 点的时刻(结果可含π)。



专题 8　带电粒子在交变电、磁场中的运动

1. 空间存在垂直于纸面方向的匀强磁场。其方向随时间周期性变化，磁感应强度 B 随时间 t 变化的图线如图所示。规定 $B>0$ 时，磁场的方向穿出纸面，一电荷量 $q=5\pi\times10^{-7}$ C，质量 $m=5\times10^{-10}$ kg 的带电粒子，位于某点 O 处，在 $t=0$ 时刻以初速度 $v_0=\pi$ m/s 沿垂直磁场方向开始运动，不计重力的作用，不计磁场的变化可能产生的一切其他影响。则在磁场变化 N 个(N 为整数)周期的时间内带电粒子的平均速度大小为(　　)



A. π m/s　　B. $\frac{\pi}{2}$ m/s

C. $2\sqrt{2}$ m/s　　D. $\sqrt{2}$ m/s

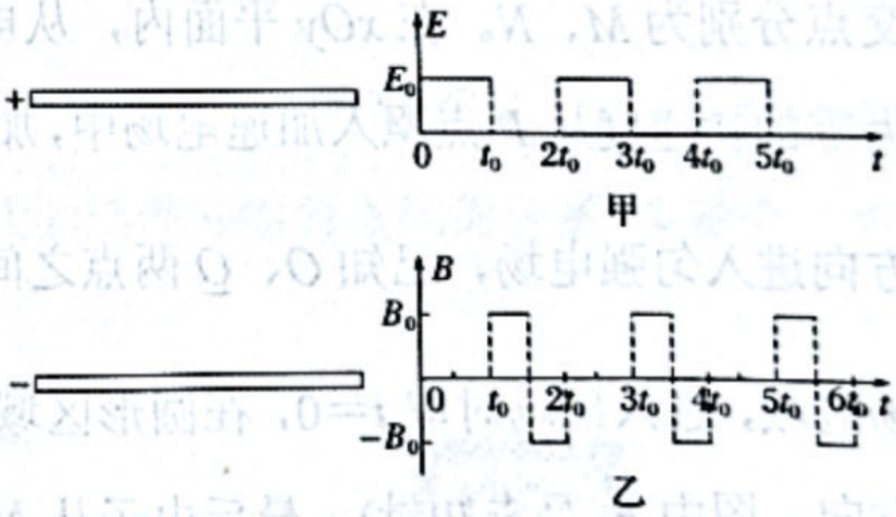
2. (多选)(2023·湖北襄阳市阶段练习)两块足够大的平行金属极板水平放置，极板间加有空间分布均匀、大小随时间周期性变化的电场和磁场，变化规律分别如图甲、图乙所示(规定垂直纸面向里为磁感应强度的正方向)。在 $t=0$ 时刻由负极板某位置释放一个初速度为零的带负电的粒子(不计重力)，若电场强度 E_0、磁感应强度 B_0、粒子的比荷 $\frac{q}{m}$ 均已知，且 $t_0=\frac{\pi m}{qB_0}$，两板间距为 $\frac{4\pi^2mE_0}{qB_0^2}$，下列说法正确的是(　　)

A. 粒子在 t_0 时刻的动能为 $\frac{\pi^2mE_0^2}{2B_0^2}$

B. 粒子在 $t_0\sim\frac{3}{2}t_0$ 时间内的速度变化量大小为 $\frac{2\pi E_0}{B_0}$

C. 粒子在 $2t_0\sim3t_0$ 时间内做匀加速直线运动

D. 粒子在极板间运动的最大位移大小为 $\frac{2\pi mE_0}{qB_0^2}\frac{4\pi^2+9}{}$

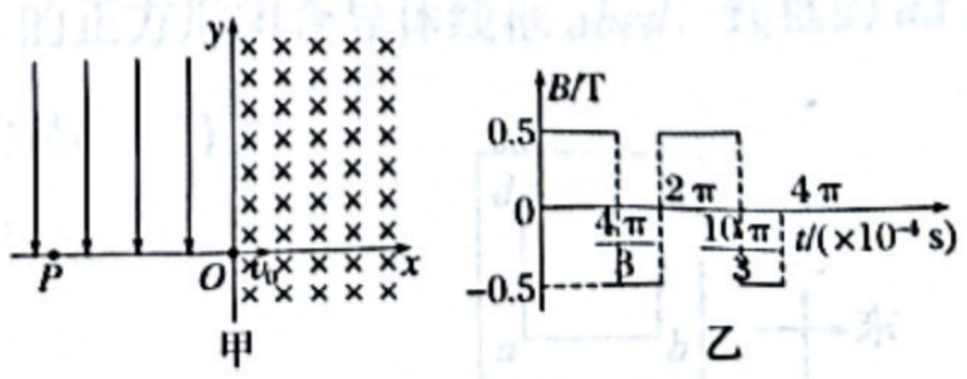


3. (2023·江苏常州市模拟)如图甲所示，在平面直角坐标系 xOy 的第二象限中，有平行于 y 轴向下的匀强电场，在 y 轴的右侧区域内存在匀强磁场，磁场方向垂直坐标平面，磁感应强度大小 B 随时间变化的关系如图乙所示，在 $t=0$ 时刻有一比荷为 1×10^4 C/kg 的带正电粒子(不计重力)从坐标原点 O 沿 x 轴正方向以初速度 $v_0=2\times10^3$ m/s 进入磁场，开始时，磁场方向垂直纸面向里，粒子最后到达 x 轴上坐标为(−2 m,0)的 P 点，求：

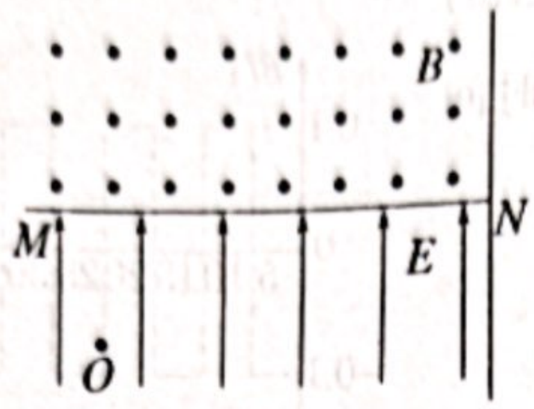
(1)粒子在磁场中运动的轨迹半径；

(2)粒子到达 y 轴时与 O 点的距离 s；

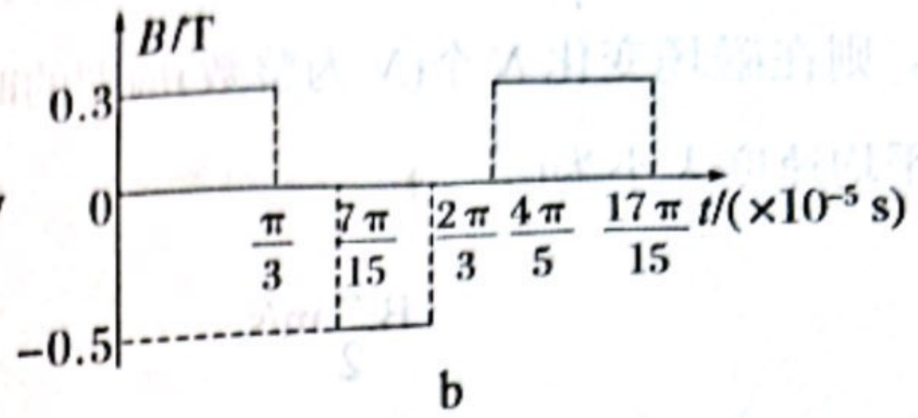
(3)匀强电场的电场强度大小 E。



4. (2024·湖南长沙市长郡中学月考)如图a所示，水平直线MN下方有竖直向上的匀强电场，现将一重力不计、比荷$\frac{q}{m}=1\times10^6\ \mathrm{C/kg}$的正电荷置于电场中的$O$点由静止释放，经过$t_1=\frac{\pi}{15}\times10^{-5}\ \mathrm{s}$后，电荷以$v_0=1.5\times10^4\ \mathrm{m/s}$的速度通过$MN$进入其上方的匀强磁场，磁场与纸面垂直，磁感应强度$B$按图b所示规律周期性变化(图b中磁场以垂直纸面向外为正，以电荷第一次通过MN时为$t=0$时刻)，计算结果可用π表示。



a



b

(1)求正电荷在正向磁场和负向磁场中运动的半径及周期；

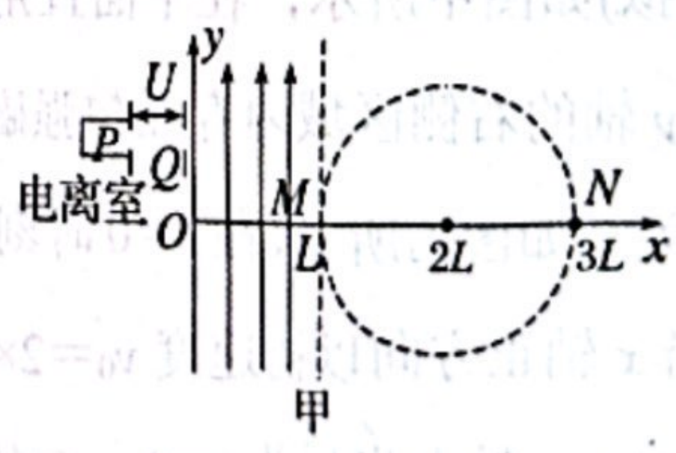
(2)如果在O点右方43.5 cm处有一垂直于MN的足够大的挡板，求电荷从O点出发运动到挡板所需的时间。

5. (2024·江苏扬州市阶段练习)如图甲所示，在直角坐标系中的$0\le x\le L$区域内有沿y轴正方向的匀强电场，右侧有以点$(2L,0)$为圆心、半径为L的圆形磁场区域，磁场区域边界与x轴的交点分别为M、N。在xOy平面内，从电离室产生的质量为m、带电荷量为e的电子以几乎为零的初速度从P点飘入加速电场中，加速后以速度v_0经过右侧极板上的小孔Q点沿x轴正方向进入匀强电场，已知O、Q两点之间的距离为$\frac{3L}{2}$，电子飞出电场后从M点进入圆形磁场区域，进入磁场时取$t=0$，在圆形区域内加如图乙所示变化的磁场(以垂直于纸面向外为正方向，图中B_0是未知量)，最后电子从N点飞出，不考虑电子的重力。求：

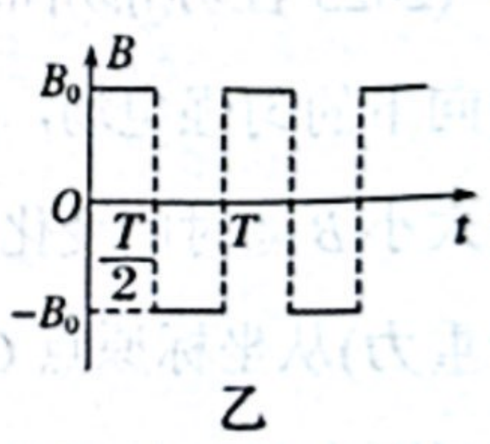
(1)加速电场的电压U；

(2)电子运动到M点时的速度大小和方向；

(3)磁场变化周期T满足的关系式。



甲



乙

专题 9　电磁感应现象　楞次定律

实验：探究影响感应电流方向的因素

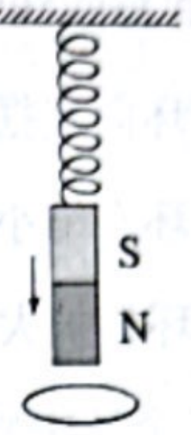
1. (2024·山东省开学考试)如图所示，弹簧上端固定，下端悬挂一个磁铁，水平绝缘地面上放置一个闭合铝线圈，磁铁在线圈圆心的正上方，将磁铁竖直向上移动压缩弹簧，然后由静止释放磁铁，在磁铁第一次向下运动过程中(磁铁未接触地面)，下列说法正确的是(　　)

A. 俯视看，线圈中产生顺时针方向的电流

B. 磁铁速度最大时，弹簧的弹力等于磁铁的重力

C. 磁铁运动到最低点时，线圈对地面的压力等于线圈的重力

D. 如果仅将线圈的材料由铝换成铜，其他条件不变，磁铁由同一高度向下运动，磁铁运动的最低点相同



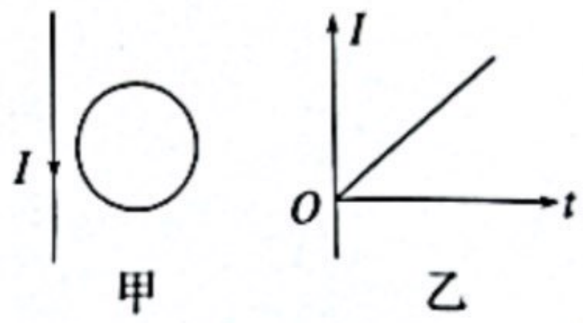
2. (2023·辽宁葫芦岛市模拟)如图甲所示，固定的长直导线与固定的圆形闭合金属线框位于同一平面内，长直导线中的电流随时间的变化关系如图乙所示，直导线中电流向下，下列说法正确的是(　　)

A. 线框中会产生逆时针方向的电流

B. 线框中会产生顺时针方向的电流

C. 线框受到的安培力平行于直导线向上

D. 线框受到的安培力平行于直导线向下



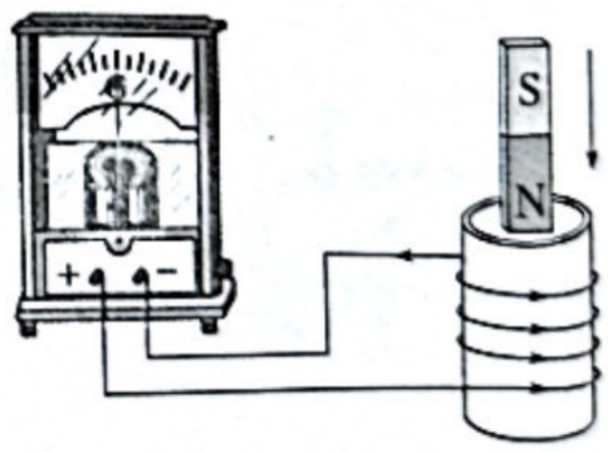
3. (多选)(2023·北京市专题练习)物理实验一般都涉及实验目的、实验原理、实验仪器、实验方法、实验操作、数据分析等。如图所示，在“探究影响感应电流方向的因素”实验中，下列实验操作中说法正确的是(　　)

A. 判断感应电流的方向时，需要先确定线圈的绕向

B. 实验中将条形磁铁快速插入或快速拔出时，指针偏转将更加明显

C. 实验中将条形磁铁插入时，插入快慢对实验现象不产生影响

D. 将条形磁铁 N 极向下插入线圈或 S 极向下插入线圈，电流表的偏转方向相同

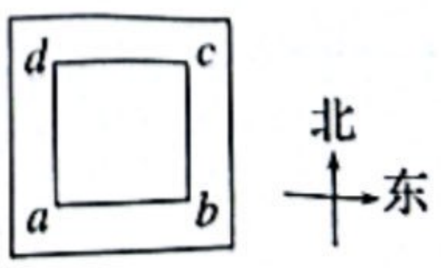


4. (多选)已知地磁场类似于条形磁铁产生的磁场，地磁 N 极位于地理南极，如图所示，在湖北某中学实验室的水平桌面上，放置边长为 L 的正方形闭合导体线框 $abcd$，线框的 ad 边沿南北方向，ab 边沿东西方向，下列说法正确的是(　　)

A. 若使线框向东平移，则 a 点电势比 d 点电势低

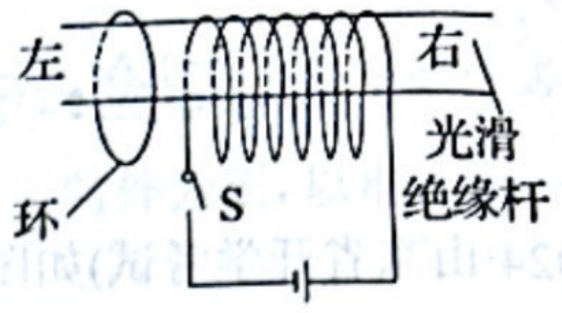
B. 若使线框向北平移，则 a 点电势等于 b 点电势

C. 若以 ad 边为轴，将线框向上翻转 90°，则翻转过程线框中电流方向始终为 $adcb$ 方向



D. 若以 *ab* 边为轴，将线框向上翻转 90°，则翻转过程线框中电流方向始终为 *adcb* 方向

5. 电磁驱动原理如图所示，当固定线圈上突然通入直流电时，靠近线圈左端放置的金属环被弹射出去，在闭合开关 S 瞬间，下列判断正确的是(　　)



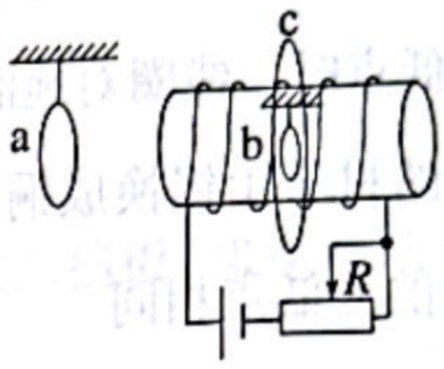
A. 从左侧看环中感应电流沿逆时针方向

B. 金属环的面积有收缩的趋势

C. 电源正负极调换后，金属环将不能向左弹射

D. 若将金属环放在线圈右侧再闭合开关 S，环将向左运动

6. 如图所示，通电螺线管左端外侧和内部分别静止悬吊导体环 a 和 b，环 c 套在螺线管正中间，并与螺线管共轴。当滑动变阻器 *R* 的滑动触头向右滑动时，下列说法正确的是(　　)



A. a 环向左摆

B. b 环有缩小的趋势

C. c 环有扩大的趋势

D. 三个环中感应电流方向相同

专题 10　法拉第电磁感应定律　自感和涡流

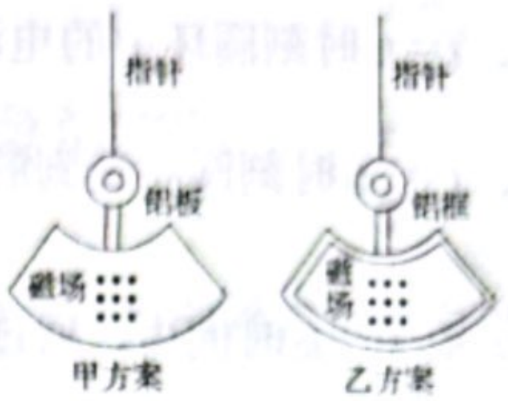
1. 为了使灵敏电流计的指针在零刻度附近快速停下，实验小组的同学利用“电磁阻尼”来实现。他们设计了如图所示的甲、乙两种方案，甲方案：在指针转轴上装上扇形铝板，磁场位于零刻度中间；乙方案：在指针转轴上装上扇形铝框，磁场位于零刻度中间。下列说法正确的是(　　)

A. 甲方案中，铝板摆动时磁通量不变，不会产生感应电流

B. 甲方案中，铝板摆动时能产生涡流，起电磁阻尼的作用

C. 乙方案中，铝框小幅度摆动时会产生感应电流

D. 乙方案比甲方案更合理



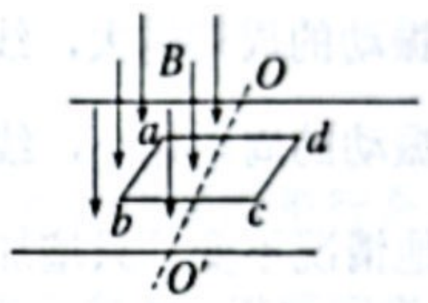
2. (2024·湖南省阶段练习)如图所示，正方形线框 *abcd* 放在光滑的绝缘水平面上，*OO'* 为正方形线框的对称轴，在 *OO'* 的左侧存在竖直向下的匀强磁场。现使正方形线框在磁场中以两种不同的方式运动：第一种方式使正方形线框以速度 *v* 匀速向右运动，直到 *ab* 边刚好与 *OO'* 重合；第二种方式使正方形线框绕 *OO'* 轴以恒定的角速度由图中位置开始转过 90°，*ab* 边的线速度恒为 *v*。则下列说法不正确的是(　　)

A. 两过程线框中的感应电流方向均沿 *adcba*

B. 两过程流过线框某一横截面的电荷量之比为 1∶1

C. 两过程线框中产生的焦耳热之比为 2∶π

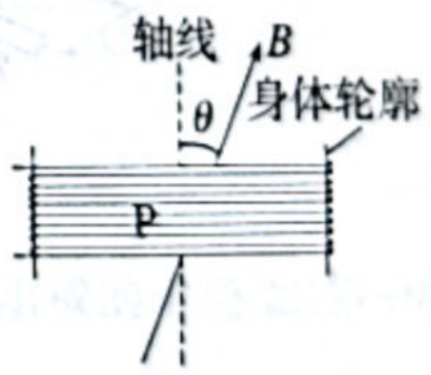
D. 两过程中线框中产生平均电动势之比为π∶2



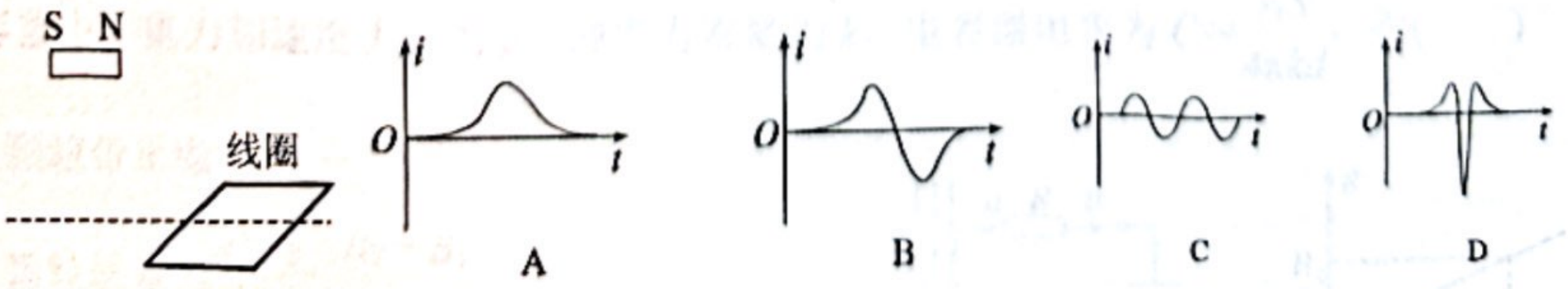
3. (2023·重庆卷·2)某小组设计了一种呼吸监测方案：在人身上缠绕弹性金属线圈，观察人呼吸时处于匀强磁场中的线圈面积变化产生的电压，了解人的呼吸状况。如图所示，线圈 P 的匝数为 *N*，磁场的磁感应强度大小为 *B*，方向与线圈轴线的夹角为 θ。若某次吸气时，在 *t* 时间内每匝线圈面积增加了 *S*，则线圈 P 在该时间内的平均感应电动势为(　　)

A. $\frac{NBS\cos\theta}{t}$　　B. $\frac{NBS\sin\theta}{t}$

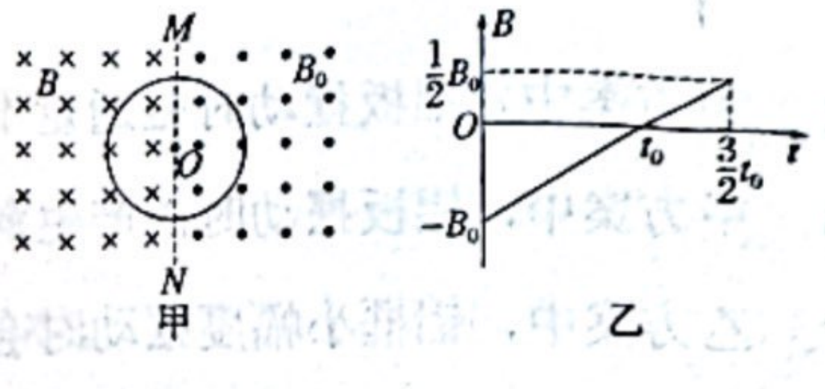
C. $\frac{BS\sin\theta}{t}$　　D. $\frac{BS\cos\theta}{t}$



4. (2023·浙江绍兴市阶段练习)如图所示，多匝闭合线圈水平固定，强磁铁从线圈左侧一定高度自由下落，整个过程磁铁始终保持水平。规定线圈电流方向以俯视时逆时针方向为正，则线圈中产生的感应电流随时间变化的图像可能正确的是(　　)



5. (多选)(2023·黑龙江佳木斯市模拟)如图甲所示，虚线 MN 两侧的空间均存在与纸面垂直的匀强磁场，右侧匀强磁场的方向垂直纸面向外，磁感应强度大小恒为 B_0，左侧匀强磁场的磁感应强度 B 随时间 t 变化的规律如图乙所示，规定垂直纸面向外为磁场的正方向。一硬质细导线的电阻率为 ρ、横截面积为 S_0。将该导线做成半径为 r 的圆环固定在纸面内，圆心 O 在 MN 上。则下列说法正确的是(　　)



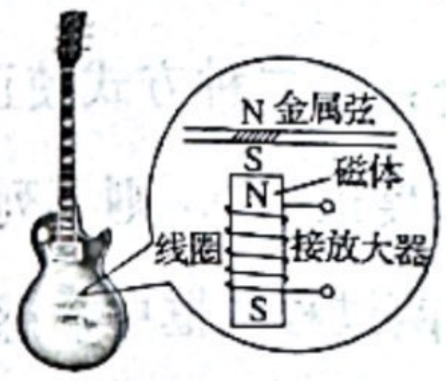
A. $0\sim t_0$ 时间内，圆环中的电流方向为顺时针方向

B. $t=t_0$ 时刻圆环中的电流为 0

C. $t=\frac{3}{2}t_0$ 时刻圆环受到的安培力大小为 $\frac{B_0^2r^2S_0}{8\rho t_0}$

D. 在 $0\sim t_0$ 时间内，通过圆环的电荷量为 $\frac{B_0rS_0}{4\rho}$

6. (多选)(2023·广东深圳市模拟)电吉他是利用电磁感应原理工作的一种乐器。电吉他中电拾音器的基本结构如图所示，固定的条形磁体附近的金属弦被磁化，当弦上下振动时，在线圈中产生感应电流，电流经电路放大后传送到音箱发出声音，电吉他通过扩音器发出的声音随感应电流的增大而变响。下列说法正确的是(　　)



A. 弦振动的周期越大，线圈中感应电流的方向变化越快

B. 弦振动的周期越小，线圈中感应电流的方向变化越快

C. 其他情况不变，只增加线圈的匝数，电吉他的音量增大

D. 其他情况不变，只增加线圈的匝数，电吉他的音量减小

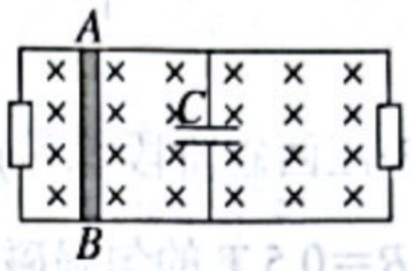
物理　第三周寒假作业（2月3日——2月7日）

教师寄语：

观生活百态，物理藏于一举一动，当用心体认；察自然万象，规律隐在一草一木，需着意琢磨。——高二物理组全体教师

专题11　电磁感应中的电路及图像问题

1. (2023·吉林白山市模拟)如图所示，匀强磁场的磁感应强度大小为0.2 T、方向垂直纸面向里，金属棒AB的长度为0.3 m，与足够长导轨间距相同且接触良好，电容器的电容为0.3μF，金属棒的电阻为1 Ω，电路两侧的电阻均为4 Ω，电路中其余电阻不计，当金属棒以5 m/s的速度匀速向左运动时，下列说法正确的是(　　)



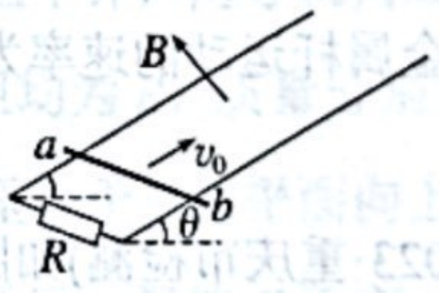
A. 金属棒产生的感应电动势为0.2 V

B. 通过金属棒的感应电流为0.2 A

C. 电容器两端的电压为0.2 V

D. 电容器所带电荷量为4×10^{-8} C

2. (多选)(2023·安徽省名校联考)如图所示，相距为L的两条足够长的固定光滑平行金属导轨与水平面的夹角为θ，下端接有定值电阻R，匀强磁场垂直于导轨平面向上，磁感应强度大小为B。质量为m、有效电阻为r的导体棒垂直放置在导轨上，且以初速度v_0沿导轨上滑，始终导轨接触良好。上滑到最高点视为过程I，导体棒从最高点返回到初始位置视为过程II。导轨电阻不计，则(　　)



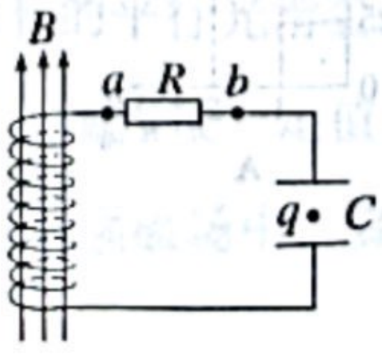
A. 过程I导体棒运动的时间大于过程II导体棒运动的时间

B. 过程I电阻R产生的热量大于过程II电阻R产生的热量

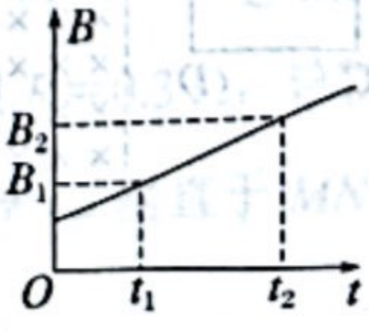
C. 过程I重力的平均功率大于过程II重力的平均功率

D. 过程I通过电阻R的电荷量大于过程II通过电阻R的电荷量

3. (2024·山东青岛市期末)由螺线管、电阻和水平放置的平行板电容器组成的电路如图(a)所示。其中，螺线管匝数为N，横截面积为S_1；电容器两极板间距为d，极板面积为S_2，板间介质为空气(可视为真空，相对介电常数为1)。螺线管位于竖直向上的匀强磁场中，磁感应强度大小B随时间t变化的$B-t$图像如图(b)所示。一带电量为q的颗粒在$t_1\sim t_2$时间内悬停在电容器中，重力加速度大小为g，静电力常量为k，电容器电容为$C=\dfrac{\varepsilon_r S}{4\pi kd}$。则(　　)



(a)



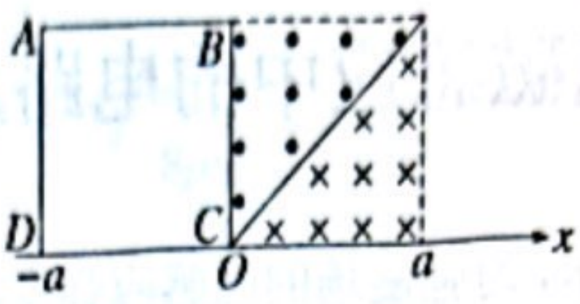
(b)

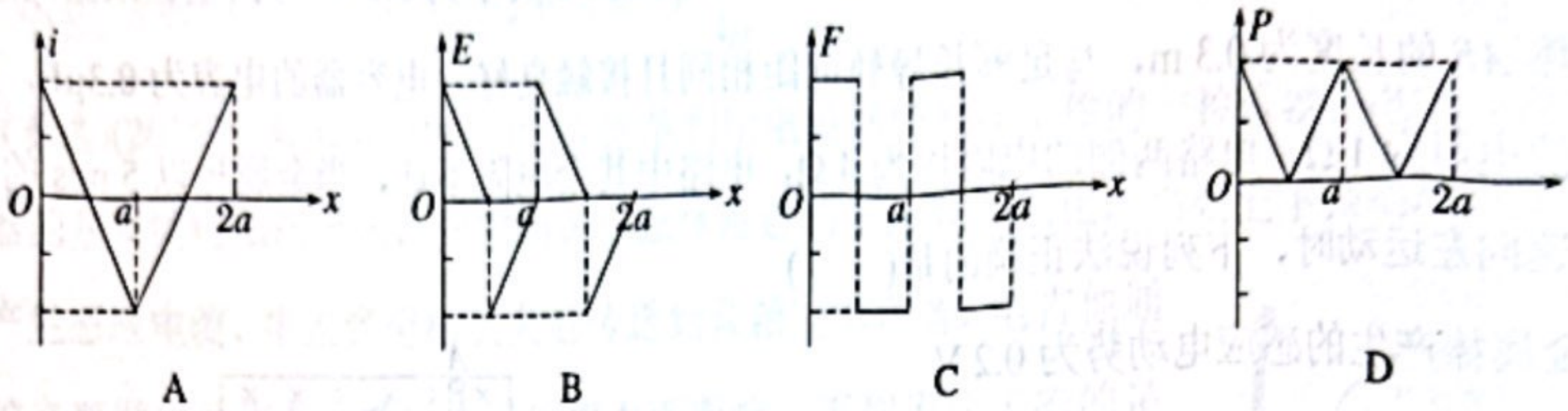
A. 颗粒带正电

B. 颗粒质量为$\dfrac{qNS_1}{g}\dfrac{B_2-B_1}{t_2-t_1}$

C. $t_1 \sim t_2$ 时间内，a 点电势高于 b 点电势 D. 电容器极板带电量大小为 $\frac{NS_1S_2}{4\pi kd}\frac{B_2-B_1}{t_2-t_1}$

4. (多选)(2023·云南省模拟)如图所示，边长为 a 的正方形区域内以对角线为界，两边分布有磁感应强度大小相等、方向相反的匀强磁场，一边长为 a 的正方形线框 $ABCD$ 从图示位置开始沿 x 轴正方向匀速穿过磁场区域，以顺时针方向为导线框中电流的正方向，以水平向右为安培力的正方向，则下列图中表示线框中感应电流 i、电动势 E、线框所受安培力 F 和线框产生的热功率 P 随位移 x 变化的图像不正确的是(　　)





A　　B　　C　　D

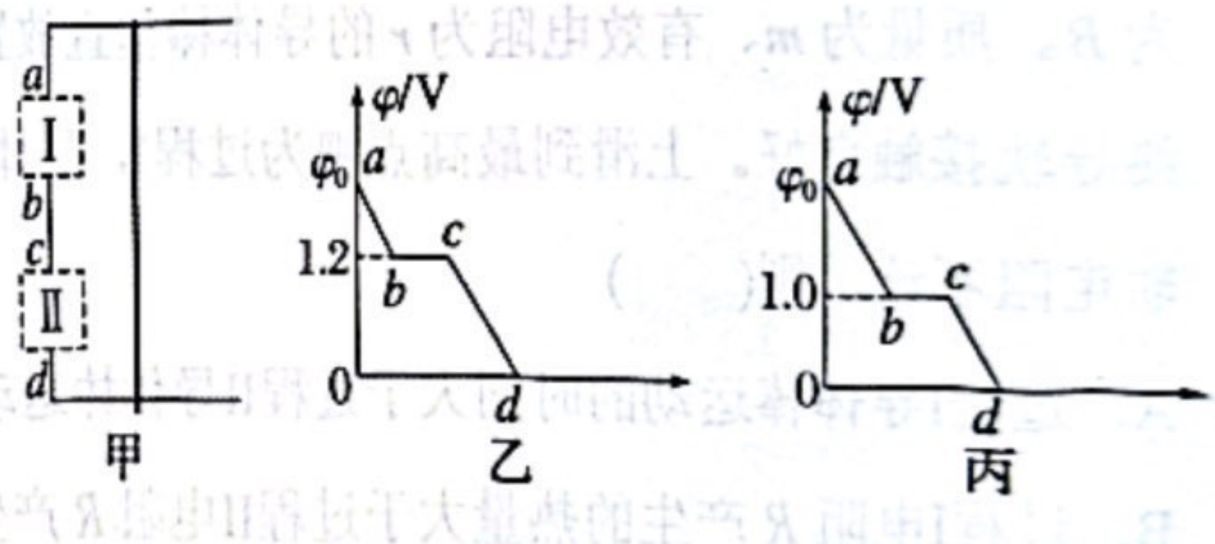
5. (多选)(2023·江西省阶段练习)如图甲，宽 $L=1\ \mathrm{m}$ 的导轨固定，导轨间存在着垂直于纸面且磁感应强度 $B=0.5\ \mathrm{T}$ 的匀强磁场。最大阻值为 $R=10\ \Omega$ 的滑动变阻器接在其中一个虚线框中，定值电阻 R_0 接在另一个虚线框中，一根长度与导轨等宽的电阻不计的金属杆以恒定速率向右运动，图乙和图丙分别为滑动变阻器阻值全部接入和一半接入时沿 $abcd$ 方向电势变化的图像。金属杆和导轨的电阻不计，则下列说法正确的是(　　)

A. 匀强磁场的方向垂直纸面向里

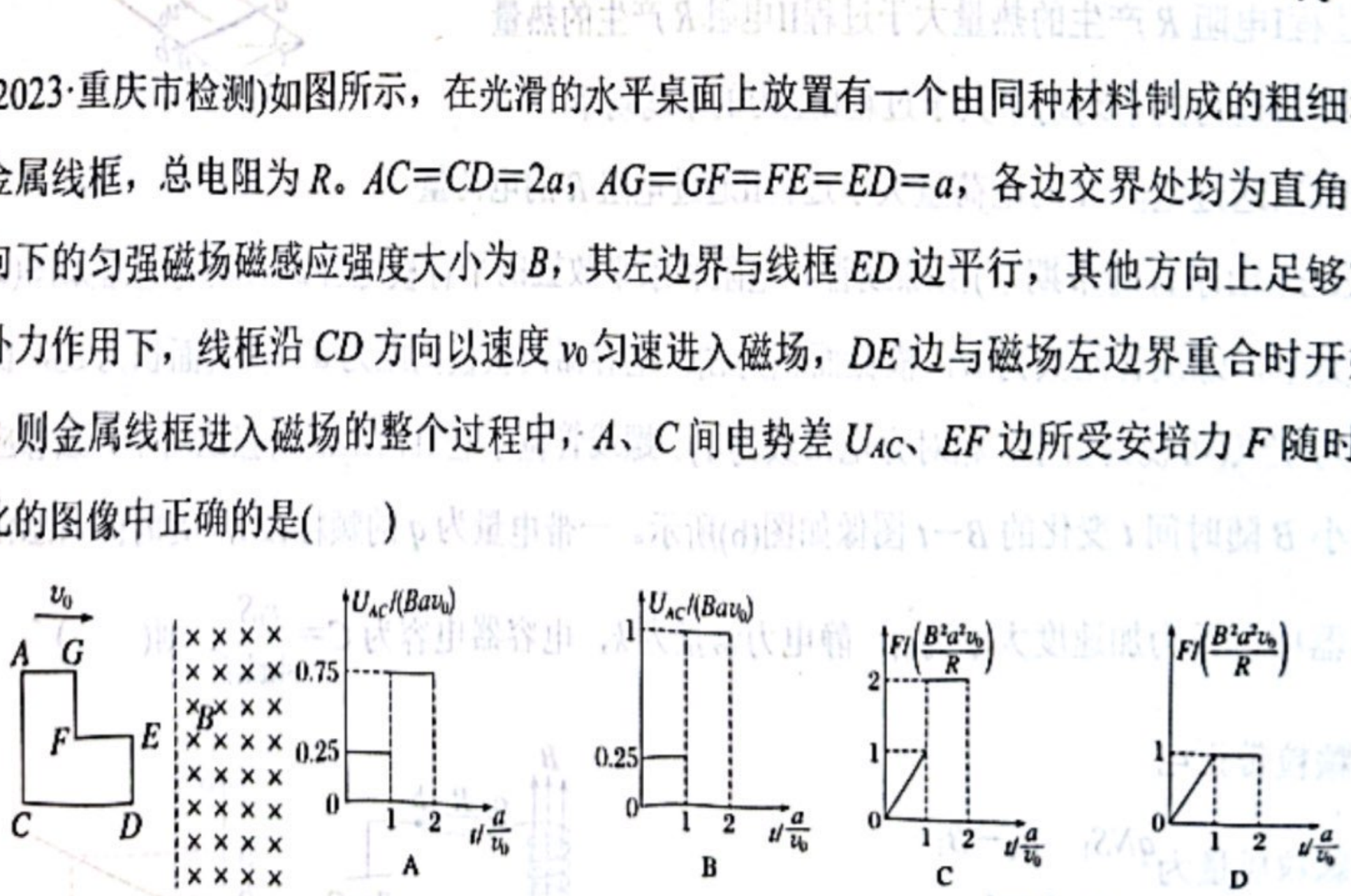
B. 定值电阻 R_0 在虚线框Ⅱ中

C. 定值电阻的阻值为 $2.5\ \Omega$

D. 金属杆运动的速率为 $2\ \mathrm{m/s}$

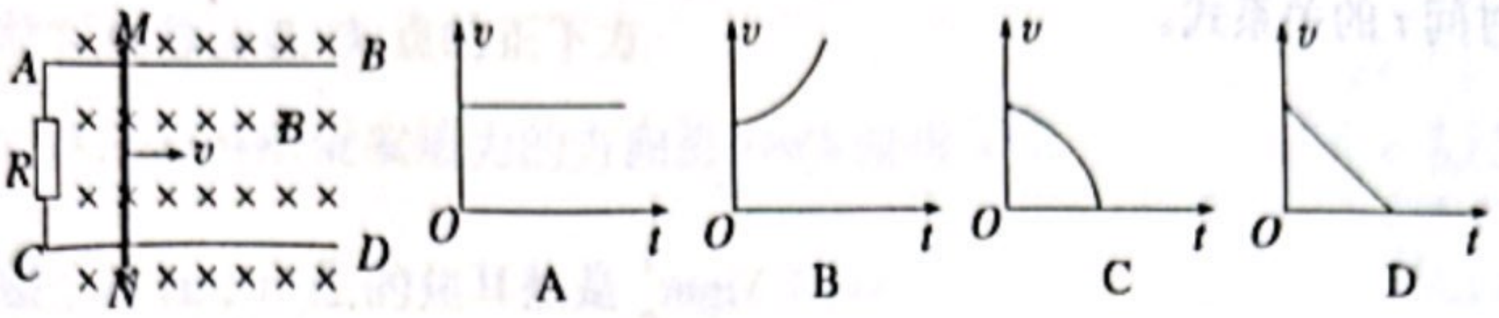


6. (2023·重庆市检测)如图所示，在光滑的水平桌面上放置有一个由同种材料制成的粗细均匀的金属线框，总电阻为 R。$AC=CD=2a$，$AG=GF=FE=ED=a$，各边交界处均为直角。竖直向下的匀强磁场磁感应强度大小为 B，其左边界与线框 ED 边平行，其他方向上足够宽。在外力作用下，线框沿 CD 方向以速度 v_0 匀速进入磁场，DE 边与磁场左边界重合时开始计时，则金属线框进入磁场的整个过程中，A、C 间电势差 U_{AC}、EF 边所受安培力 F 随时间 t 变化的图像中正确的是(　　)

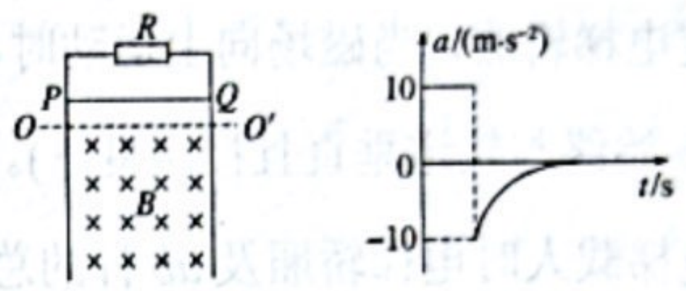


专题 12　电磁感应中的动力学问题

1. (多选)如图所示，固定在同一水平面内的两根平行长直光滑金属导轨的间距为 d，其左端接有阻值为 R 的电阻，整个装置处在竖直向下，磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中。一质量 m(质量分布均匀)的导体杆在向右运动，且与两导轨保持良好接触，从某时刻起施加一拉力 F，$F=kv$(k 为大于 0 的常数)，其他电阻均不计，则此后导体杆的速度随时间变化图像可能为(　　)



2. (2023·河北保定市检测)如图甲所示，电阻不计、间距为 1 m 的光滑平行金属导轨竖直放置，上端连接阻值为 3 Ω的定值电阻 R，虚线 OO'下方存在方向垂直于导轨平面向里、磁感应强度大小为 2 T 的匀强磁场。现将质量为 0.1 kg、接入电路电阻为 1 Ω的金属杆 PQ 从 OO' 上方某处由静止释放，金属杆 PQ 下落过程中始终水平且与导轨接触良好，其加速度 a 与下落时间 t 的关系图像如图乙所示。取重力加速度大小 $g=10\ \mathrm{m/s^2}$，不计空气阻力，下列说法正确的是(　　)



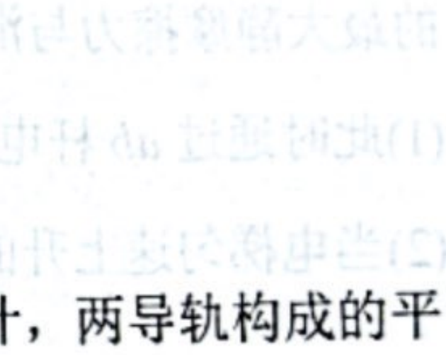
A. 金属杆 PQ 进入磁场后P端的电势较高

B. 金属杆 PQ 释放位置到 OO'的距离为 0.1 m

C. 金属杆 PQ 在磁场中稳定时的速度大小为 2 m/s

D. $a-t$ 图像在横轴上、下方与横轴围成的面积之比为 2∶1

3. 如图所示，两根足够长的光滑金属导轨 MN、PQ，间距为 L，电阻不计，两导轨构成的平面与水平面成θ角。金属棒 ab、cd 用绝缘轻绳连接，接入电路的电阻均为 R，质量分别为 $2m$ 和 m。沿斜面向上的力作用在 cd 上使两金属棒静止，整个装置处于垂直于导轨平面向上的匀强磁场中，磁感应强度大小为 B，重力加速度大小为 g。将轻绳烧断后，保持 F 不变，金属棒始终与导轨垂直且接触良好，则(　　)



A. 轻绳烧断瞬间，金属棒 cd 的加速度大小 $a=\frac{1}{2}g\sin\theta$

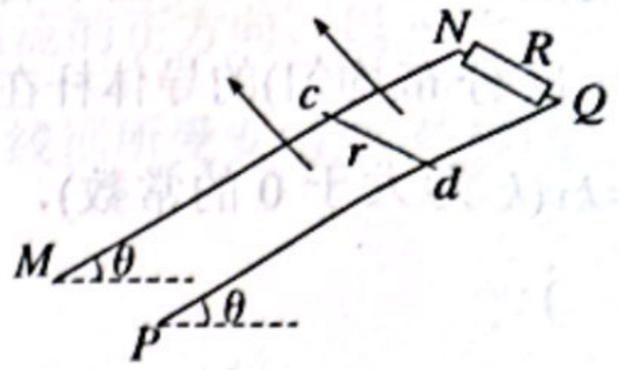
B. 轻绳烧断后，金属棒 cd 做匀加速运动

C. 轻绳烧断后，任意时刻两金属棒运动的速度大小之比 $v_{ab}:v_{cd}=1:2$

D. 金属棒 ab 的最大速度 $v_{abm}=\frac{2mgR\sin\theta}{3B^2L^2}$

4. (2023·广西柳州市阶段练习)如图所示，两根足够长的平行光滑金属导轨 MN、PQ 相距为 $L=0.1$ m，导轨平面与水平面的夹角为$\theta=30°$，导轨上端连接一定值电阻 $R=0.3\ \Omega$，导轨的电阻不计，整个装置处于方向垂直于导轨平面向上的匀强磁场中，金属棒 cd 垂直于 MN、PQ

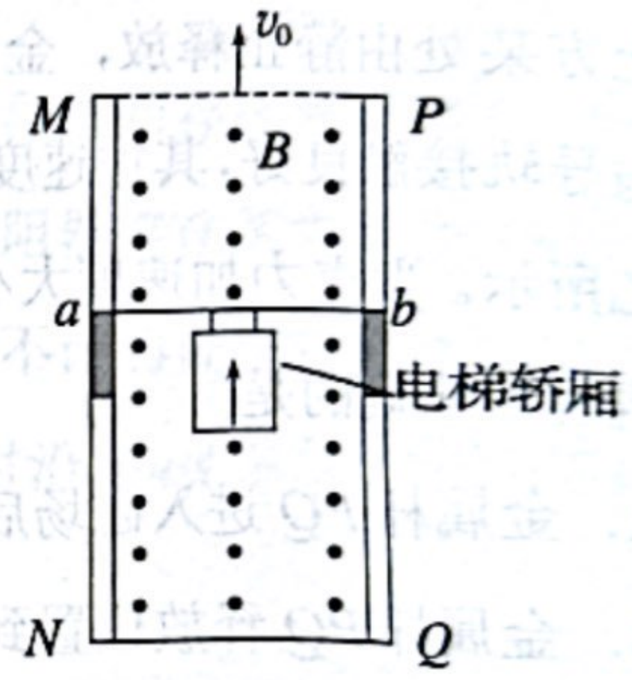
放置在导轨上，且与导轨保持良好的接触，金属棒的质量为 $m=0.2\ \text{kg}$，接入电路的电阻为 $r=0.1\ \Omega$，现将金属棒从紧靠 NQ 处由静止释放，经过一段时间，金属棒速度达到最大值 $v_1=10\ \text{m/s}$，金属棒 cd 运动过程中始终垂直于 MN、PQ 且与导轨保持良好接触，重力加速度 g 取 $10\ \text{m/s}^2$，求：



(1)匀强磁场的磁感应强度的大小 B_1；

(2)若金属棒速度达到 v_1 时，金属棒下滑距离为 $x=12\ \text{m}$，此后，使磁感应强度逐渐减小，金属棒中不产生感应电流，写出磁感应强度 B 与时间 t 的关系式。

5. 如图所示，是某同学设计的一种磁动力电梯的原理图，即在竖直平面内有两根很长的平行竖直金属轨道 MN 和 PQ，轨道间有垂直轨道平面的匀强磁场，两轨道下端用导线相连。处于金属轨道间的导体杆 ab 与轨道垂直，且正下方通过绝缘装置固定电梯轿厢，当磁场向上运动时，电梯可向上运动(设运动过程中 ab 始终与轨道垂直且接触良好)。已知匀强磁场磁感应强度为 B，电梯载人时电梯轿厢及 ab 杆的总质量为 M，两轨道间的距离为 L，导体杆电阻为 R，其余部分电阻不计。当磁场以 v_0 的速度匀速上升时，电梯轿厢刚好能离开地面。不计空气阻力，ab 杆与轨道间的最大静摩擦力与滑动摩擦力大小相等，重力加速度为 g。求：

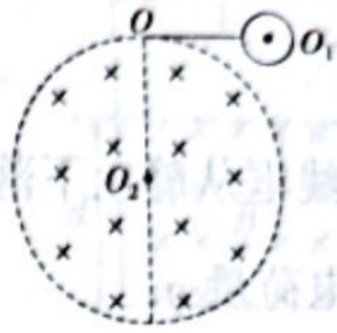


(1)此时通过 ab 杆电流的方向及 ab 杆受到轨道摩擦力的大小；

(2)当电梯匀速上升的速度大小为 v_1 时，磁场向上匀速运动速度 v_2 的大小。

专题 13　电磁感应中的能量问题

1. (多选)(2023·北京市模拟)一个半径为 r、质量为 m、电阻为 R 的金属圆环，用一根长为 L 的绝缘轻细杆悬挂于 O 点，在 O 的正下方有一半径为 $L+2r$、磁感应强度大小为 B、方向垂直纸面向里的圆形匀强磁场区域，其圆心 O_2 与 O 在同一竖直线上，若金属环的圆心为 O_1，如图所示。现使绝缘轻细杆由水平位置由静止释放，下摆中金属环所在平面始终垂直磁场，已知重力加速度为 g，忽略空气阻力。则下列说法正确的是(　　)



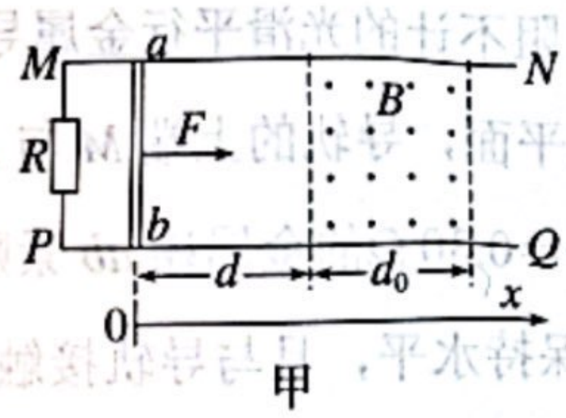
A. 金属环最终可能静止在 O_1 点的正下方

B. 金属环在进入磁场时所受安培力的方向沿 O_2O_1 连线方向

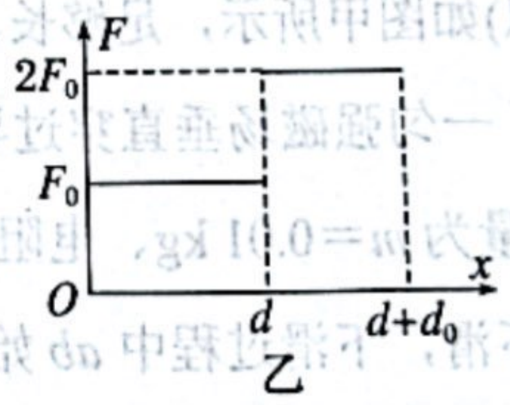
C. 金属环在整个过程中产生的焦耳热是 $\frac{1}{2}mg(L+2r)$

D. 金属环在第一次进入磁场过程中通过金属环某一横截面的电荷量为 $\frac{\pi Br^2}{R}$

2. (2023·福建泉州市五中检测)如图甲所示，光滑的平行水平金属导轨 MN、PQ 相距 l，在 M 点和 P 点间连接一个阻值为 R 的电阻，一质量为 m、电阻为 r、长度也刚好为 l 的导体棒垂直置于导轨上 a、b 两点间，在 a 点右侧导轨间加一有界匀强磁场，磁场方向垂直于导轨平面、宽度为 d_0，磁感应强度大小为 B，设磁场左边界到 ab 距离为 d。现用一个水平向右的力 F 拉导体棒，使它从 a、b 处由静止开始运动，棒离开磁场前已做匀速直线运动，棒 ab 与导轨始终垂直且保持良好接触，导轨电阻不计，水平力 F 的变化情况如图乙所示，F_0 已知。求：



甲



乙

(1)导体棒离开磁场右边界时的速度大小 v；

(2)导体棒通过磁场区域的过程中电阻 R 产生的焦耳热 Q；

(3)d 满足什么条件时，导体棒进入磁场后一直做匀速运动。

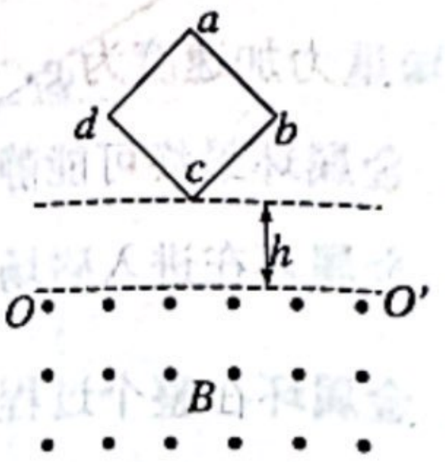
扫描全能王
3亿人都在用的扫描App

3. (2023·河南省八市调研)质量为 m 的均匀导线首尾相接制成边长为 L 的单匝正方形闭合导线框 $abcd$，总电阻为 R。将其置于磁感应强度大小为 B、方向垂直纸面向外的水平匀强磁场上方，磁场的上边界 OO' 水平，导线框最低点 c 到 OO' 的高度为 h，如图所示。将导线框由静止释放，当导线框一半面积进入磁场时，恰好处于平衡状态，导线框平面保持在竖直平面内，且 b、d 两点的连线始终水平，已知重力加速度大小为 g，不计空气阻力。求：

(1)导线框一半面积进入磁场时，导线框的速度大小 v；

(2)导线框从静止下落到一半面积进入磁场的过程中，导线框产生的热量 Q；

(3)导线框从静止下落到完全进入磁场的过程中，通过导线框某一横截面的电荷量 q。

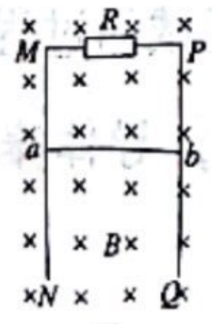


4. (2023·天津市模拟)如图甲所示，足够长、电阻不计的光滑平行金属导轨 MN、PQ 竖直放置，其宽度 $L=1\ \text{m}$，一匀强磁场垂直穿过导轨平面，导轨的上端 M 与 P 之间连接阻值为 $R=0.40\ \Omega$ 的电阻，质量为 $m=0.01\ \text{kg}$、电阻为 $r=0.30\ \Omega$ 的金属棒 ab 紧贴在导轨上。现使金属棒 ab 由静止开始下滑，下滑过程中 ab 始终保持水平，且与导轨接触良好，其下滑距离 x 与时间 t 的关系图像如图乙所示，图像中的 OA 段为曲线，AB 段为直线，g 取 $10\ \text{m/s}^2$。

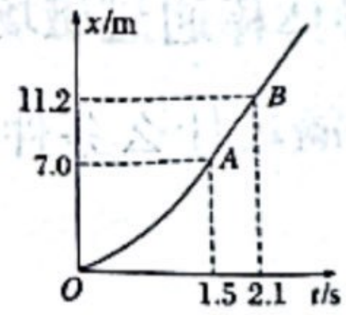
(1)判断金属棒两端 a、b 的电势高低；

(2)求磁感应强度 B 的大小；

(3)求在金属棒 ab 开始运动的 1.5 s 内，电阻 R 上产生的热量。



甲



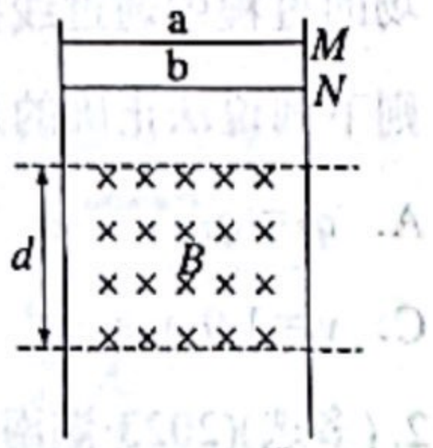
乙

5. (2023·江西九江市模拟)如图，两根电阻不计、互相平行的光滑金属导轨竖直放置，相距 $L=1\ \mathrm{m}$。在水平虚线间有与导轨所在平面垂直的匀强磁场，磁感应强度大小 $B=0.5\ \mathrm{T}$，磁场区域的高度 $d=1\ \mathrm{m}$，导体棒 a 的电阻 $R_a=1\ \Omega$，导体棒 b 的质量 $m=0.05\ \mathrm{kg}$、电阻 $R_b=1.5\ \Omega$，它们分别从图示 M、N 处同时由静止释放，开始在导轨上向下滑动，b 匀速穿过磁场区域，且当 b 刚穿出磁场时 a 刚好进入磁场并将匀速穿过磁场，取 $g=10\ \mathrm{m/s^2}$，不计 a、b 棒之间的相互作用，不计空气阻力，导体棒始终与导轨垂直且与导轨接触良好，求：

(1)b 棒匀速穿过磁场区域的速度大小；

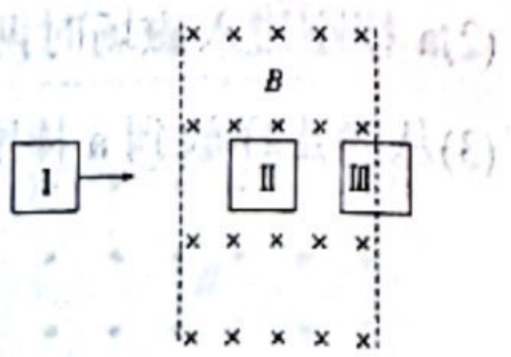
(2)a 棒刚进入磁场时两端的电压；

(3)从静止释放到 a 棒刚好出磁场过程中 a 棒产生的焦耳热。



专题 14　动量观点在电磁感应中的应用

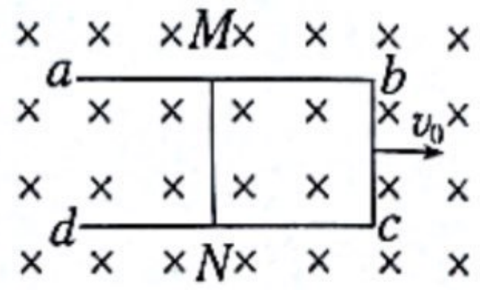
1. (多选)(2023·河南开封市模拟)如图所示，在光滑的水平面上有一方向竖直向下的有界匀强磁场。磁场区域的左侧有一正方形线框由位置Ⅰ以 4.5 m/s 的初速度垂直于磁场边界水平向右运动，线框经过位置Ⅱ，当运动到位置Ⅲ时速度恰好为零，此时线框刚好有一半离开磁场区域，整个过程中，线框保持平移未旋转。线框的边长小于磁场区域的宽度。若线框进、出磁场的过程中通过线框某一横截面的电荷量分别为 q_1、q_2，线框经过位置Ⅱ时的速度大小为 v。则下列说法正确的是(　　)



A. $q_1=q_2$　　B. $q_1=2q_2$

C. $v=1.0$ m/s　　D. $v=1.5$ m/s

2. (多选)(2023·湖南岳阳市质检)如图所示，一质量为 m 的足够长 U 形光滑金属框 $abcd$ 置于水平绝缘平台上，bc 边长为 L，不计金属框电阻。一长为 L 的导体棒 MN 置于金属框上，导体棒的阻值为 R、质量为 $2m$。装置处于磁感应强度大小为 B、方向竖直向下的匀强磁场中。现给金属框水平向右的初速度 v_0，在整个运动过程中 MN 始终与 ab 垂直且与金属框保持良好接触，则(　　)



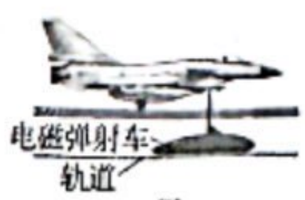
A. 刚开始运动时产生的感应电流方向为 $b\to c\to N\to M$

B. 导体棒最终和 U 形光滑金属框一起做匀速直线运动的速度为 $\frac{v_0}{3}$

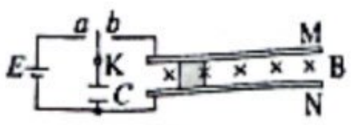
C. 导体棒产生的焦耳热为 $\frac{1}{3}mv_0^2$

D. 通过导体棒的电荷量为 $\frac{2mv_0}{3BL}$

3. (多选)如图甲所示，福建舰配备了目前世界上最先进的电磁弹射系统。图乙是一种简化的电磁弹射模型，直流电源的电动势为 E，电容器的电容为 C，两条相距 L 的固定光滑导轨，水平放置在处于磁感应强度 B 的匀强磁场中。现将一质量为 m、电阻为 R 的金属滑块垂直放置于导轨的滑槽内处于静止状态，并与两导轨接触良好。先将开关 K 置于 a 让电容器充电，充电结束后，再将 K 置于 b，金属滑块会在电磁力的驱动下加速运动，达到最大速度后滑离导轨。不计导轨和电路其他部分的电阻，忽略空气阻力。下列说法正确的是(　　)



甲



乙

A. 金属滑块在导轨上运动的最大加速度为 $\frac{BEL}{mR}$

B. 金属滑块在导轨上运动的最大速度为 $\frac{BLCER}{CB^2L^2+m}$

C. 金属滑块滑离导轨的整个过程中流过它的电荷量为 $\frac{CmE}{CB^2L^2+m}$

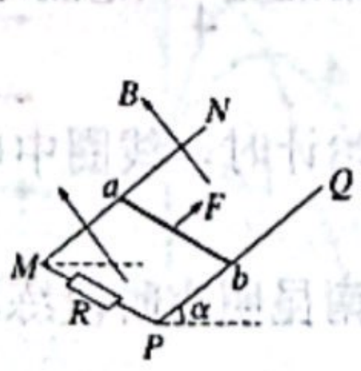
D．金属滑块滑离导轨的整个过程中电容器消耗的电能为 $\frac{mB^2L^2C^2E^2}{2\left(CB^2L^2+m\right)^2}$

4．(2023·陕西汉中市质检)如图甲所示，光滑的金属导轨 MN 和 PQ 平行，间距 $L=1.0\ \text{m}$，与水平面之间的夹角 $\alpha=37°$，匀强磁场磁感应强度大小 $B=2.0\ \text{T}$、方向垂直于导轨平面向上，M、P 间接有阻值 $R=1.6\ \Omega$的电阻，质量 $m=0.5\ \text{kg}$、电阻 $r=0.4\ \Omega$的金属棒 ab 垂直导轨放置且始终接触良好，现用和导轨平行的恒力 F 沿导轨平面向上拉金属棒 ab，使其由静止开始运动，当金属棒上滑的位移 $x=3.8\ \text{m}$ 时达到稳定状态，整个过程对应的 $v-t$ 图像如图乙所示。取 $g=10\ \text{m/s}^2$，导轨足够长且电阻不计。($\sin 37°=0.6$，$\cos 37°=0.8$)求：

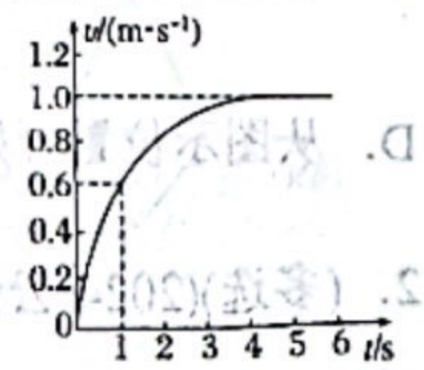
(1)运动过程中 a、b 哪端电势高，并计算恒力 F 的大小；

(2)从金属棒开始运动到刚达到稳定状态，此过程金属棒上产生的焦耳热；

(3)由图中信息计算 0～1 s 内，金属棒滑过的位移。

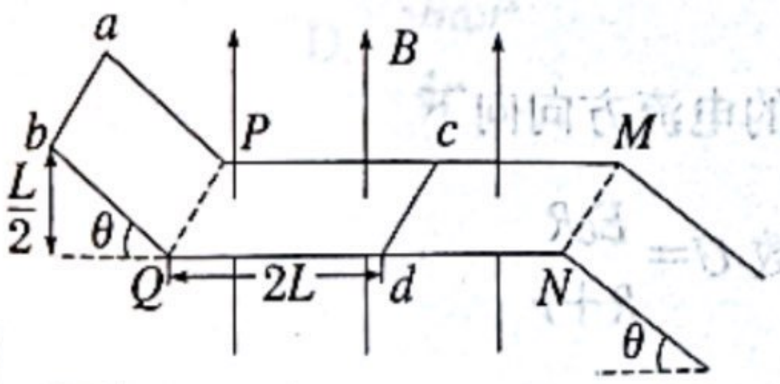


甲

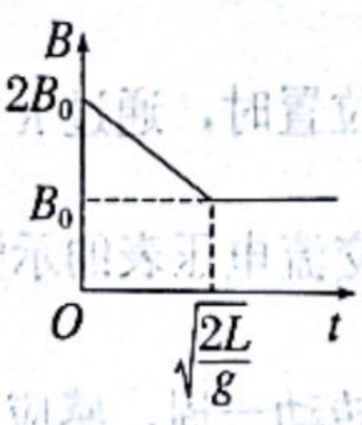


乙

5．如图甲所示，两条平行光滑水平导轨间距为 L，左右两侧折成倾斜导轨，其倾角均为 $\theta=45°$，左侧导轨高为 $\frac{L}{2}$。导轨水平部分有竖直向上的匀强磁场，磁感应强度 B 随时间 t 变化规律如图乙所示。导体棒 ab 固定在左侧导轨最高点，cd 固定在水平导轨上，与左侧导轨底端相距为 $2L$，导体棒 ab、cd 长均为 L、电阻均为 R，质量分别为 m 和 $2m$。从 0 时刻开始，静止释放导体棒 ab，当 ab 到达左侧导轨底端时立即释放导体棒 cd。不计导轨电阻和空气阻力，已知 $L=1\ \text{m}$，$R=0.5\ \Omega$，$m=1\ \text{kg}$，重力加速度 $g=10\ \text{m/s}^2$，$B_0=2\ \text{T}$。(结果保留根号)求：



甲



乙

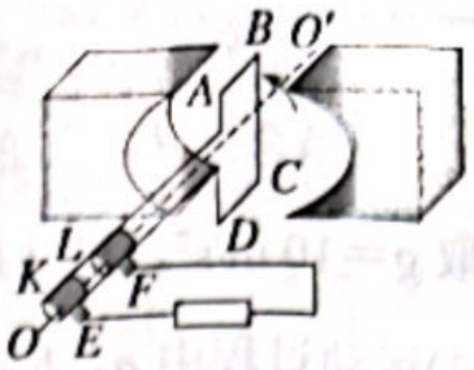
(1)导体棒 ab 在左侧导轨上运动的过程中导体棒 cd 产生的焦耳热 Q；

(2)若水平导轨足够长，且两棒在水平导轨上不会相撞，则两棒在水平导轨上运动过程中通过导体棒截面的电荷量 q 是多少；

(3)在(2)的条件下，若右侧倾斜导轨足够长，导体棒从 MN 离开磁场之后落在倾斜导轨上时立即被锁定，求导体棒 ab、cd 最终静止时的水平间距 X。

专题 15　交变电流的产生和描述

1. (2023·北京市模拟)交流发电机的示意图如图所示，当线圈 $ABCD$ 绕垂直于磁场方向的转轴 OO' 匀速转动时，电路中产生的最大电流为 I_m，已知线圈转动的周期为 T，下列说法正确的是(　　)



A. 图示位置穿过线圈的磁通量最大，磁通量的变化率最大

B. 图示位置电流最大，方向为 $A\to B$

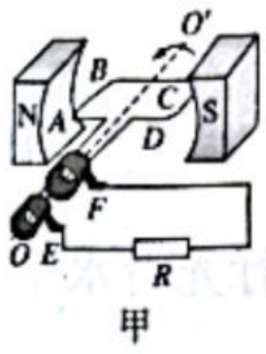
C. 从图示位置开始经过 $\frac{T}{4}$，电流方向将发生改变

D. 从图示位置开始计时，线圈中电流 i 随时间 t 变化的关系式为 $i=I_m\sin\frac{2\pi}{T}t$

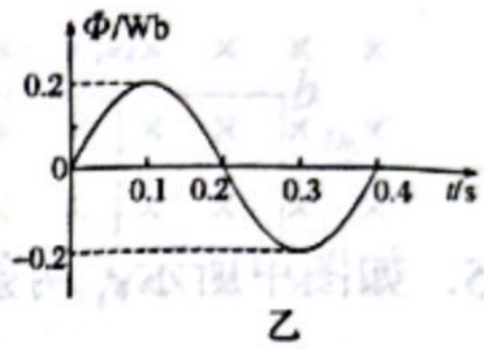
2. (多选)(2024·云南昆明市阶段练习)如图甲为小型交流发电机的示意图，两磁极 N、S 间的磁场可视为水平方向的匀强磁场。线圈绕垂直于磁场的水平轴 OO' 沿逆时针方向以角速度 ω 匀速转动，穿过线圈的磁通量随时间变化的规律如图乙所示，下列说法正确的是(　　)

A. 线圈从图甲所示位置转过 90°时的时刻是图乙的计时零点

B. 线圈每经过图甲所示位置 1 次，电流方向就改变 1 次



甲



乙

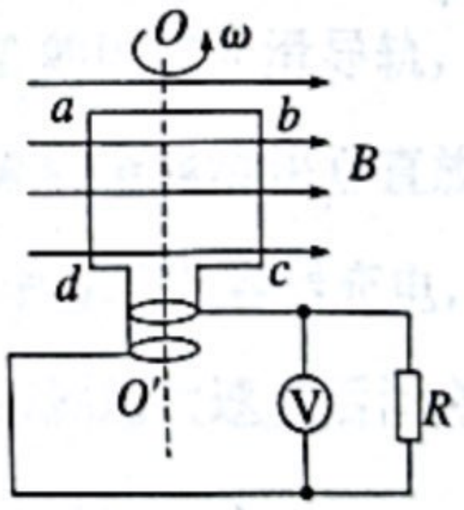
C. 若线圈的匝数为 20，则电动势的最大值是 20π V

D. 若增大线圈转动的角速度，则磁通量变化率的最大值增大

3. (多选)(2024·贵州省开学考试)交流发电机供电的示意图如图所示，线圈总电阻为 r，在水平向右的匀强磁场空间中绕垂直于磁感线的轴 OO' 以角速度 ω 匀速转动(俯视逆时针)，外电路接阻值为 R 的负载电阻，设当线圈运动到图示位置时，线圈产生的感应电动势为 E_0，下列说法正确的是(　　)

A. 当线圈转至图示位置时，通过 R 的电流方向向下

B. 线圈转动过程中交流电压表的示数 $U=\frac{E_0R}{R+r}$

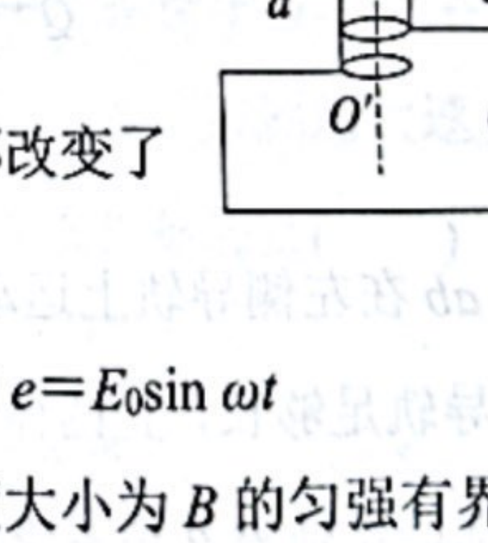


C. 由图示开始线圈转动一周，感应电流和感应电动势方向都改变了两次

D. 由图示位置开始计时，线圈感应电动势的瞬时值表达式为 $e=E_0\sin\omega t$

4. (2023·江苏镇江市模拟)如图所示，空间中分布着磁感应强度大小为 B 的匀强有界磁场，EF 是其左边界，一面积为 S 的 n 匝圆形金属线圈垂直于磁场放置，圆形线圈的圆心 O 在 EF 上，线圈总电阻为 R，若线圈以角速度 ω 绕 EF 匀速转动，并从图示位置开始计时，则(　　)

A. $t=\frac{2\pi}{\omega}$ 时，线圈中的感应电流最大



B．0 到$\frac{\pi}{2\omega}$时间内，通过线圈的电荷量为$\frac{BS}{2R}$

C．线圈中产生的交变电动势的最大值为 $nBS\omega$

D．线圈中产生的交变电动势的有效值为 $\frac{2}{4}nBS\omega$

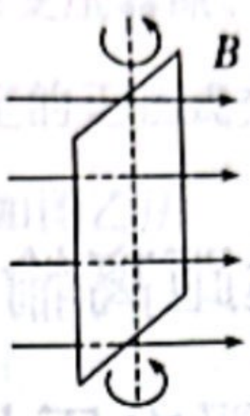
5．(多选)(2023·山东日照市模拟)如图甲所示，在匀强磁场中，一矩形金属线圈两次分别以不同的转速绕与磁感线垂直的轴匀速转动，产生的感应电动势随时间变化的规律如图乙所示，则(　　)

A．$t=0$ 时，穿过线圈的磁通量均为零

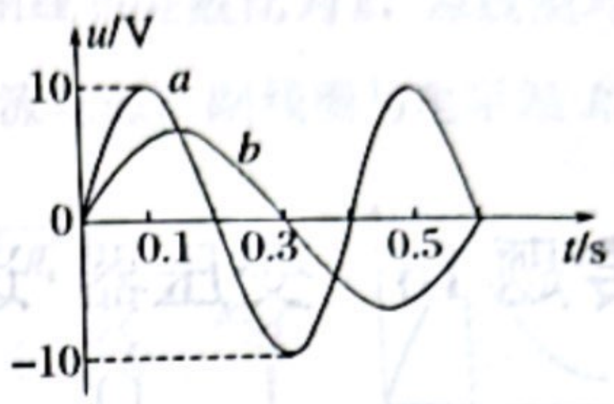
B．a 表示的瞬时值表达式为 $u=10\sin 5\pi t$ (V)

C．a 表示的交变电流的频率为 25 Hz

D．b 表示的感应电动势的最大值为$\frac{20}{3}$ V

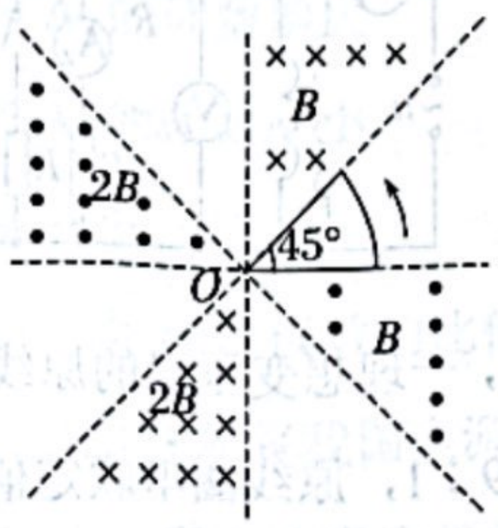


甲



乙

6．(2023·湖南省模拟)空间被等分成 8 个区域，每隔 1 个区域分布着匀强磁场，磁感应强度大小和磁场方向如图所示。半径为 l、电阻为 r、圆心角为 45°的扇形线框绕圆心 O 在纸面内逆时针匀速转动，角速度为ω，则线框内电流的有效值为(　　)



A．$\frac{\sqrt{10B\omega l^2}}{8r}$

B．$\frac{\sqrt{10B\omega l^2}}{4r}$

C．$\frac{\sqrt{10B\omega l^2}}{2r}$

D．$\frac{\sqrt{5B\omega l^2}}{4r}$

物理　第四周寒假作业（2月10日——2月14日）

教师寄语：

假期勿闲，借物理之光，照亮求知之路；新春莫负，凭科学之翼，飞向梦想之空。

——高二物理组全体教师

专题16　变压器 远距离输电　实验：探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系

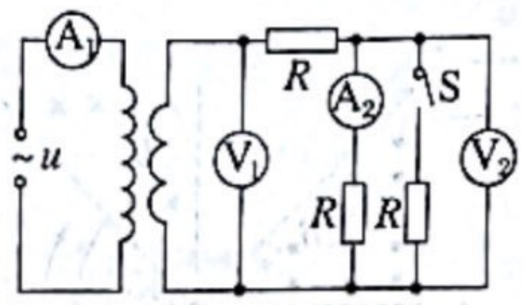
1. (2023·陕西西安市模拟)如图所示，理想变压器原线圈接在$u=U_m\sin(\omega t+\varphi)$的交流电源上，副线圈接三个阻值相同的电阻$R$，电表均为理想电表，闭合开关S后(　　)

A. 电流表A_1的示数不变

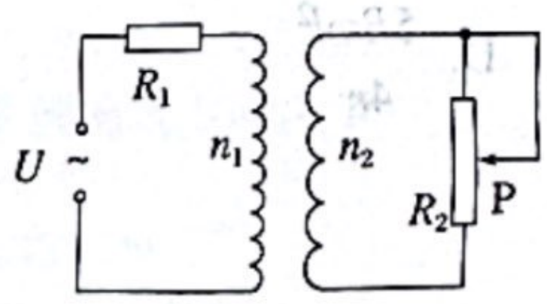
B. 电压表V_1的示数减小

C. 电压表V_2的示数不变

D. 电流表A_2的示数减小



2. (2023·江西赣州市检测)如图所示，一理想变压器的原线圈一侧接在电压为220 V的正弦交流电源上，原、副线圈的匝数比为9∶1，原线圈串联定值电阻R_1，副线圈接滑动变阻器R_2。当滑动变阻器滑片P位于某一位置时，R_1、R_2消耗的功率之比为2∶9。则下列说法正确的是(　　)



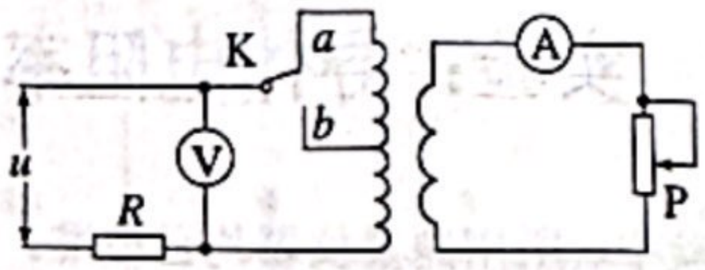
A. 副线圈回路中滑动变阻器两端的电压为$\frac{220}{9}$ V

B. 此时定值电阻R_1与滑动变阻器接入电路的阻值之比为18∶1

C. 若滑动变阻器滑片向上移动，电阻R_1的功率增大

D. 若原、副线圈的匝数比变为3∶1，电阻R_1的功率减小

3. (多选)如图所示，理想变压器原线圈与电阻R串联，和电压表并联，原、副线圈的匝数比为20∶1，b是原线圈的中心触点，副线圈连接滑动变阻器，电流表、电压表均为理想交流电表。已知交流电源电压瞬时值表达式为$u=311\sin\ \ 100\pi t$ (V)。当单刀双掷开关K扳向a后，下列说法中正确的是(　　)



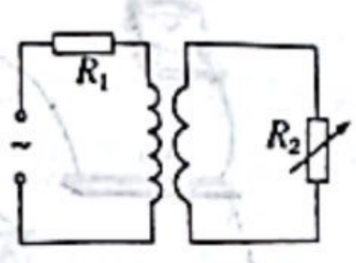
A．电压表的示数为 220 V

B．若只将滑动变阻器的滑片下移，则电压表的示数减小，R 消耗的功率增大

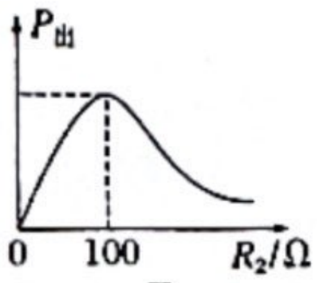
C．通过滑动变阻器的交变电流的频率为 100 Hz

D．若只将单刀双掷开关由 a 扳向 b，则电压表的示数减小

4．(2023·河北保定市阶段练习)如图甲所示，理想变压器原、副线圈匝数比为 k，原线圈与定值电阻 $R_1=1\ \Omega$串联后，接入输出电压有效值恒定的正弦式交流电源，副线圈与电阻箱 R_2 相连。已知变压器的输出功率 $P_{出}$ 随 R_2 变化的图像如图乙所示，则 k 等于(　　)



甲



乙

A．100　B．$\frac{1}{100}$　C．10　D．$\frac{1}{10}$

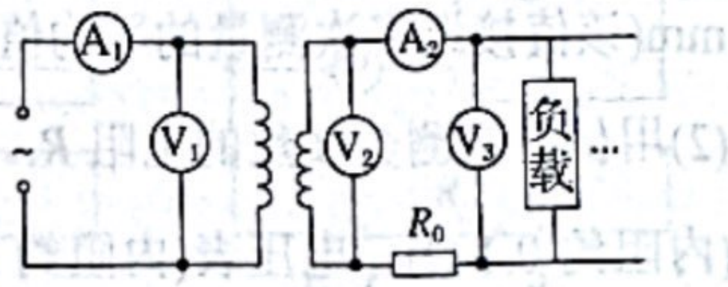
5．如图所示是通过街头变压器降压给用户供电的示意图。输入电压是市区电网的电压，负载变化时输入电压不变。输出电压通过输电线送给用户，两条输电线总电阻用 R_0 表示。当负载增加时，则(　　)

A．电压表 V_3 的读数减小，电流表 A_2 的读数增大

B．电流表 A_2 的读数增大，电流表 A_1 的读数减小

C．电压表 V_1 读数不变，V_2 的读数减小

D．电压表 V_2、V_3 的读数之差与电流表 A_2 的读数的比值变小



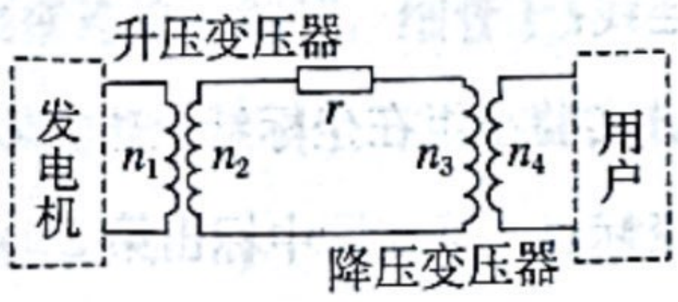
6．(多选)(2023·云南昆明市阶段练习)2023 年夏我国电源供给中，风电、光伏等清洁能源占到近三成，成为电力可靠供应的重要保障。某风力发电机的输出电压为 2 500 V，用户得到的电功率为 141 kW，用户得到的电压是 220 V，输电线的总电阻为 90 Ω，输电线路如图所示。若输电线因发热而损失的功率为输送功率的 6%，变压器均视为理想变压器，已知降压变压器副线圈的匝数为 55 匝，则下列说法正确的是(　　)

A．风力发电机的输出功率为 150 kW

B．通过输电线的电流为 7 A

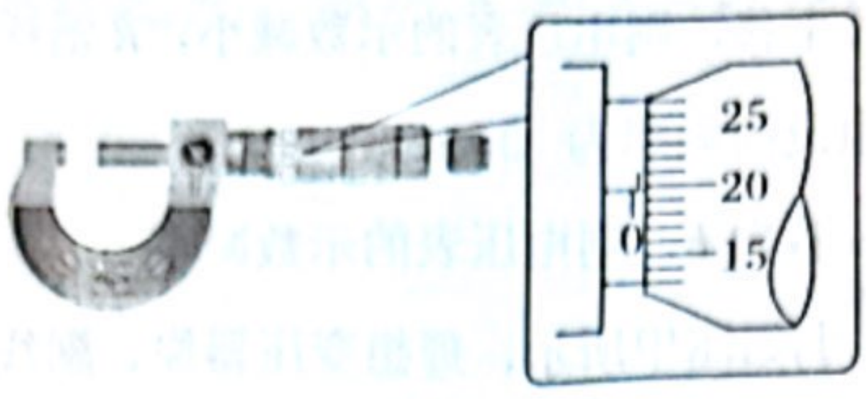
C．升压变压器副线圈匝数是原线圈匝数的 3 倍

D．降压变压器原线圈的匝数为 3 525 匝

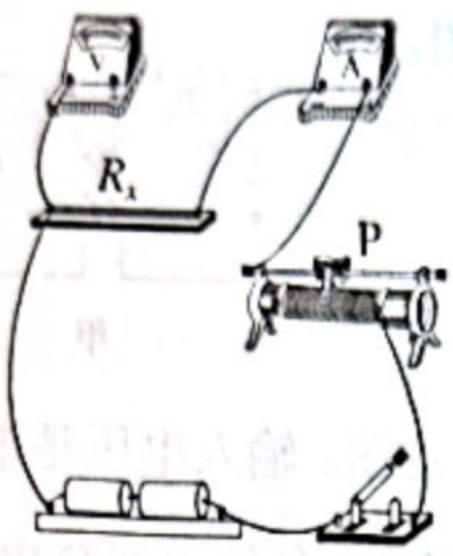


专题 17　实验：导体电阻率的测量

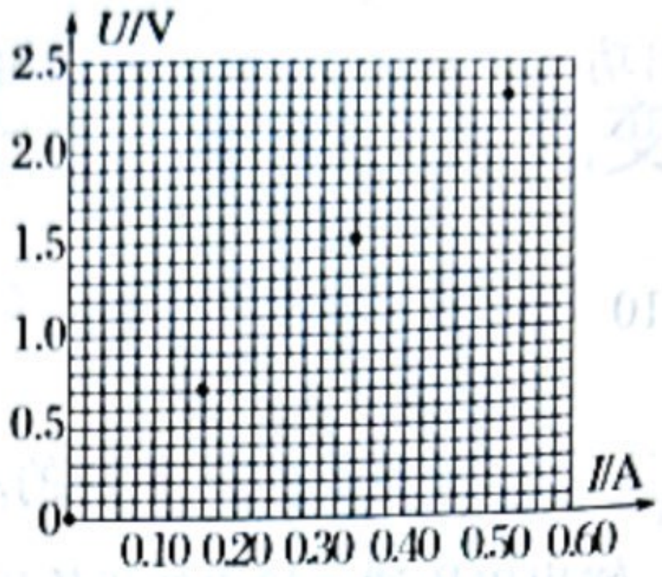
1. 在“测定金属丝的电阻率”实验中，所用测量仪器均已校准。待测金属丝接入电路部分的长度约为 50 cm。



甲



乙



丙

(1)用螺旋测微器测量金属丝的直径，其中某一次测量结果如图甲所示，其读数应为_____ mm(该值接近多次测量的平均值)；

(2)用伏安法测金属丝的电阻 R_x。实验所用器材为：电池组(电动势 3 V，内阻约 1 Ω)、电流表(内阻约 0.1 Ω)、电压表(内阻约 3 kΩ)、滑动变阻器 R(0～20 Ω，额定电流 2 A)、开关、导线若干。某实验小组正确连接好电路，并进行实验测量，记录数据如下：

次数	1	2	3	4	5	6	7
U/V	0	0.30	0.70	1.00	1.50	1.70	2.30
I/A	0	0.06	0.16	0.22	0.34	0.50	0.52

(3)图乙是该实验小组测量 R_x 的电路实物图，图中已连接了部分导线，请补充完成图乙中的实物连线；

(4)该实验小组在坐标纸上建立 U、I 坐标系，如图丙所示，图中已标出了与测量数据对应的 4 个坐标点。请在图中标出第 2、4、6 次测量数据的坐标点，观察各坐标点的特点，应先剔除第_____次测量数据的坐标点，再描绘出 $U-I$ 图线。由以上数据及 $U-I$ 图线可以估算出金属丝电阻率约为_____。

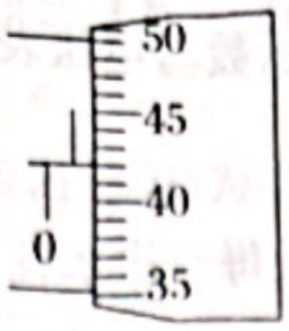
A．$3.3\times10^{-8}\ \Omega\cdot m$　　B．$3.3\times10^{-6}\ \Omega\cdot m$

C．$3.3\times10^{-3}\ \Omega\cdot m$　　D．$3.3\times10^{-2}\ \Omega\cdot m$

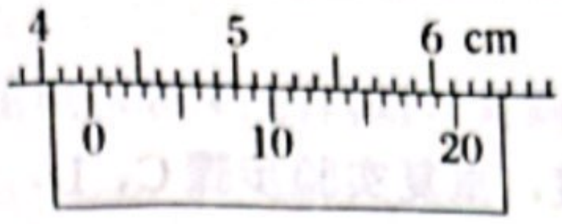
2. (2023·江苏南京市模拟)电阻率是表示材料导电性能的物理量。某同学在实验室测量一新材料制成的圆柱体的电阻率。

(1)用螺旋测微器测量其横截面直径，示数如图甲所示，可知其直径为_____ mm；用游标卡

尺测其长度，示数如图乙所示，可知其长度为_____mm。



甲



乙

(2)用多用电表粗测其电阻约为6 Ω。为了减小实验误差，需进一步用伏安法测量圆柱体的电阻，要求待测电阻两端的电压能从0开始连续可调。除待测圆柱体R_0外，实验室还备有的实验器材如下：

A．电压表V(量程3 V，内阻约为15 kΩ)

B．电流表A(量程0.6 A，内阻约为1 Ω)

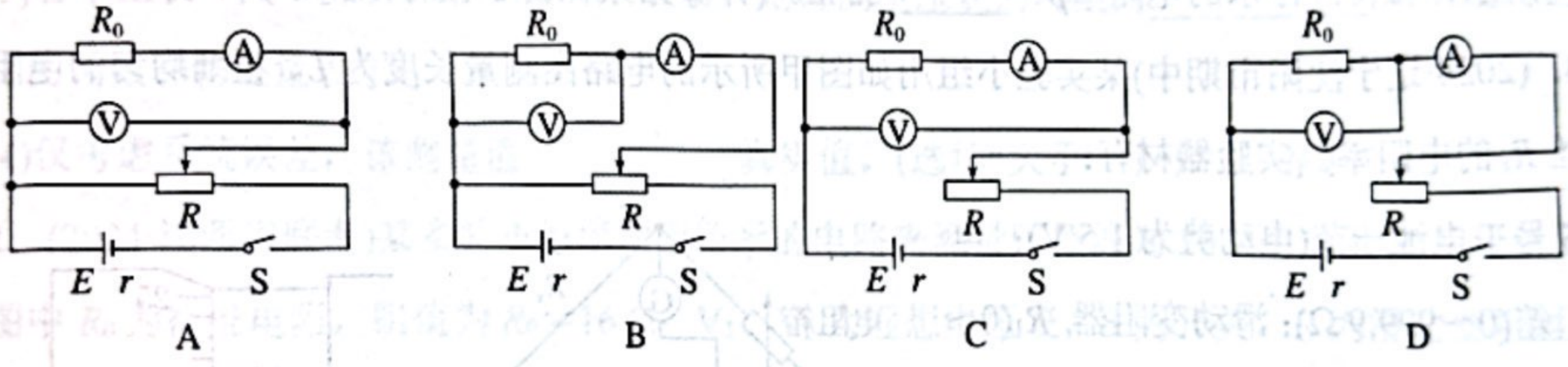
C．滑动变阻器R(阻值范围0～5 Ω，2.0 A)

D．直流电源E(电动势为3 V)

E．开关

F．导线若干

则该实验电路应选择下列电路中的_____。



A　B　C　D

(3)该同学正确连接电路，所有操作都正确，则测出的电阻_____(填“大于”“小于”或“等于”)真实值，该误差的来源是_____，这种误差属于_____误差。

(4)实验测出圆柱体的电阻为R，圆柱体横截面的直径为D，长度为L，则圆柱体电阻率为ρ=_____。(用D、L、R表示，单位均已为国际单位)

3. (2023·广东揭阳市模拟)某市对市场上出售的纯净水质量进行了抽测，先用如图甲所示电路测量常温下纯净水的电阻率，其中内径均匀的圆柱形玻璃管侧壁连接一细管，细管上加有阀门K以控制管内纯净水的水量，玻璃管两端接有导电活塞(活塞电阻可不计)，右活塞固定，左活塞可自由移动，实验器材还有：电源(电动势约为3 V，内阻可不计)，电压表V_1(量程为0～3 V，内阻很大)，电压表V_2(量程为0～3 V，内阻很大)，定值电阻R_1(阻值为2 kΩ)，定值电阻R_2(阻值为4 kΩ)，电阻箱R(最大阻值为9 999 Ω)，单刀双掷开关S，游标卡尺，刻度尺，导线若干。

实验步骤如下：

A．用10分度游标卡尺测量玻璃管的内径d；

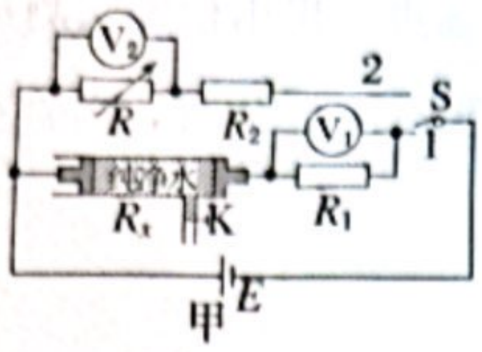
B．向玻璃管内注满纯净水，并用刻度尺测量水柱长度L；

C. 把 S 拨到 1 位置，记录电压表 V_1 示数；

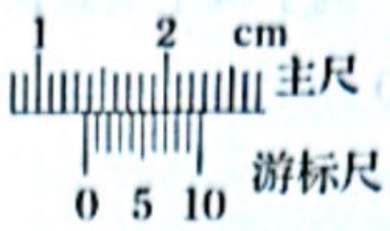
D. 把 S 拨到 2 位置，调整电阻箱阻值，使电压表 V_2 示数与电压表 V_1 示数相同，记录电阻箱的阻值 R；

E. 改变玻璃管内水柱长度，重复实验步骤 C、D，记录每一次水柱长度 L 和电阻箱阻值 R；

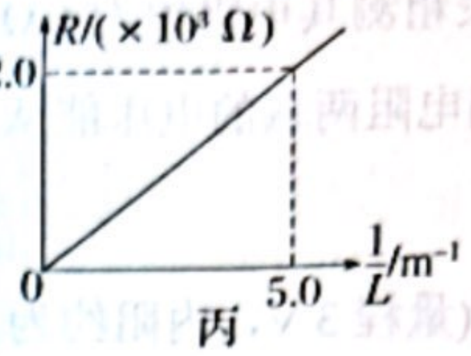
F. 断开 S，整理好器材。



甲



乙



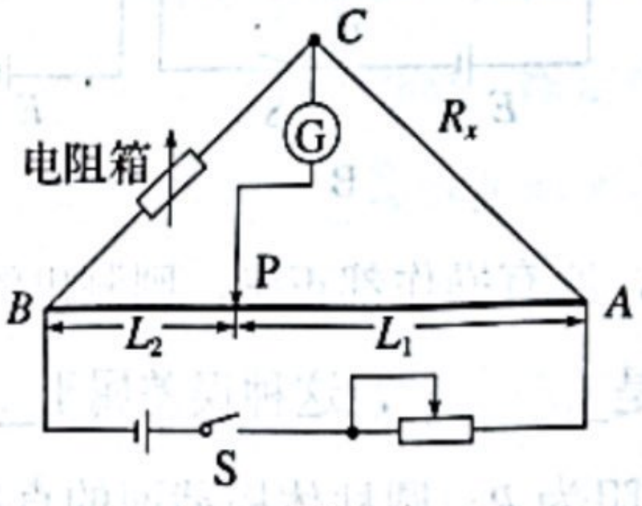
丙

(1)测玻璃管内径 d 时游标卡尺示数如图乙所示，则 d=_____ mm(该值接近多次测量的平均值)。

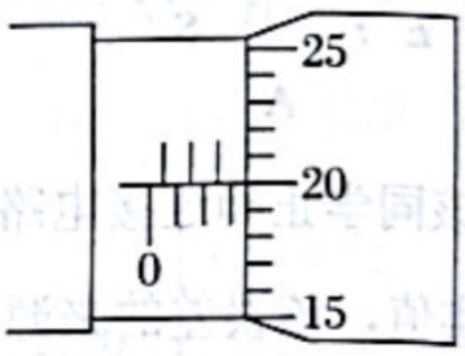
(2)玻璃管内水柱的电阻 R_x 的表达式为 R_x=_____(用 R、R_1、R_2 表示)。

(3)利用记录的多组水柱长度 L 和对应的电阻箱阻值 R 的数据，绘制出 $R-\frac{1}{L}$ 关系图线，如图丙所示，可得纯净水的电阻率 ρ=_____ Ω·m。(计算结果保留 3 位有效数字)

4. (2024·辽宁沈阳市期中)某实验小组用如图甲所示的电路图测量长度为 L、粗细均匀的电阻丝 R_x 的电阻率。实验器材有：5 号干电池一节(电动势为 1.5 V)；电阻箱(0～999.9 Ω)；滑动变阻器 R_1(0～100 Ω)；滑动变阻器 R_2(0～10 kΩ)；表头 G(0～200 μA)；待测电阻丝 R_x；粗细均匀的电阻丝 AB；开关 S、导线若干。



甲



乙

(1)实验小组用螺旋测微器测量电阻丝 R_x 的直径，示数如图乙所示，则其直径 d=_____ mm。(该值接近多次测量的平均值)

(2)实验中滑动变阻器应选用_____(选填“R_1”或“R_2”)。

(3)实验小组将滑动变阻器的滑片 P 调至最左端后，闭合开关 S，调节滑动变阻器使其滑片 P 处于合适位置，调节电阻箱，使其示数为 R，然后调节滑片 P，使表头的示数为零，记录 AP、BP 的长度 L_1、L_2，则待测电阻丝的电阻率 ρ=_____(用题中所给物理量的字母表示)。

(4)重复(3)的操作，测出多组数据，分别取平均值，则待测电阻丝电阻的理论测量值_____(选填“大于”“等于”或“小于”)真实值。

专题 18　测电阻的几种常见方法

1. (2024·云南昆明一中阶段练习)为了测量电压表 V_1 的内阻，某同学在实验室中找到了下列器材：

待测电压表 V_1(2 V，内阻约为 2 kΩ)，

电压表 V_2(6 V，内阻约为 2 kΩ)，

电压表 V_3(1.5 V，内阻约为 1 500 Ω)

定值电阻 $R_1=40\ \Omega$，

定值电阻 $R_2=4\ \text{k}\Omega$，

滑动变阻器 R_3，最大阻值为 5 Ω

电源 E(电动势 6 V，内阻不计)，开关，导线若干，请选择合适的实验器材，设计出测量电路。

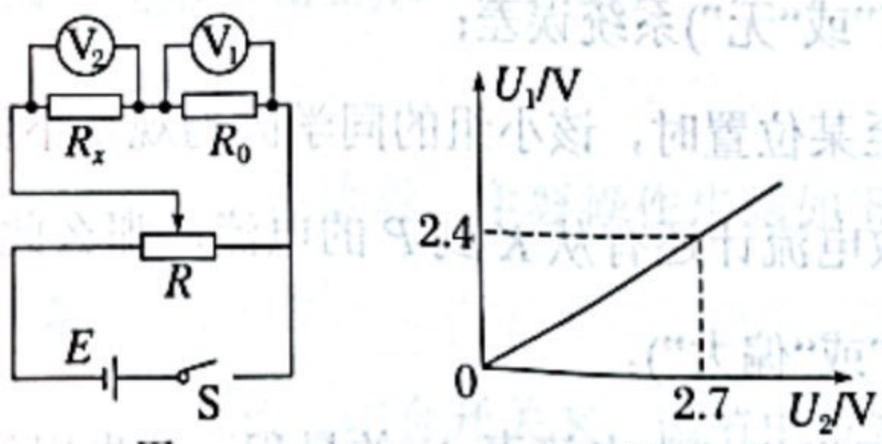
(1)为使测量结果尽可能精确，要求所有电表的读数不小于满偏刻度的三分之一，实验中除了待测电表外，还需要选择的电表是_____(填代号)，定值电阻应选择_____(填代号)；

(2)请在虚线框中画出测量电压表 V_1 的内阻的电路图；

(3)若电压表 V_1、V_2 的读数用 U_1、U_2 表示，则待测电压表的内阻为_____(用所选用器材的读数和物理量表示)；

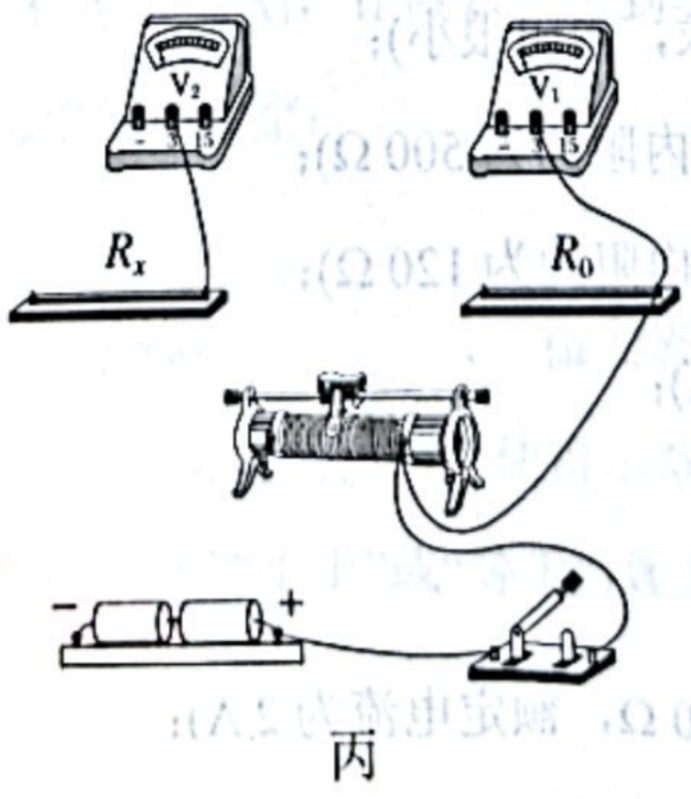
(4)仅考虑系统误差，该测量值_____真实值。(选填“大于”“小于”或“等于”)。

2. (2024·江西省联考)某实验小组用图甲所示的电路来测量阻值约为 20 Ω的电阻 R_x 的阻值，图中 R_0 为标准电阻，阻值为 $R_0=16\ \Omega$；V_1、V_2 为理想电压表，S 为开关，R 为滑动变阻器，E 为电源，采用如下步骤完成实验。回答下列问题：



甲　　乙

(1)按照图甲所示的实验原理图在图丙中连接好实物图。



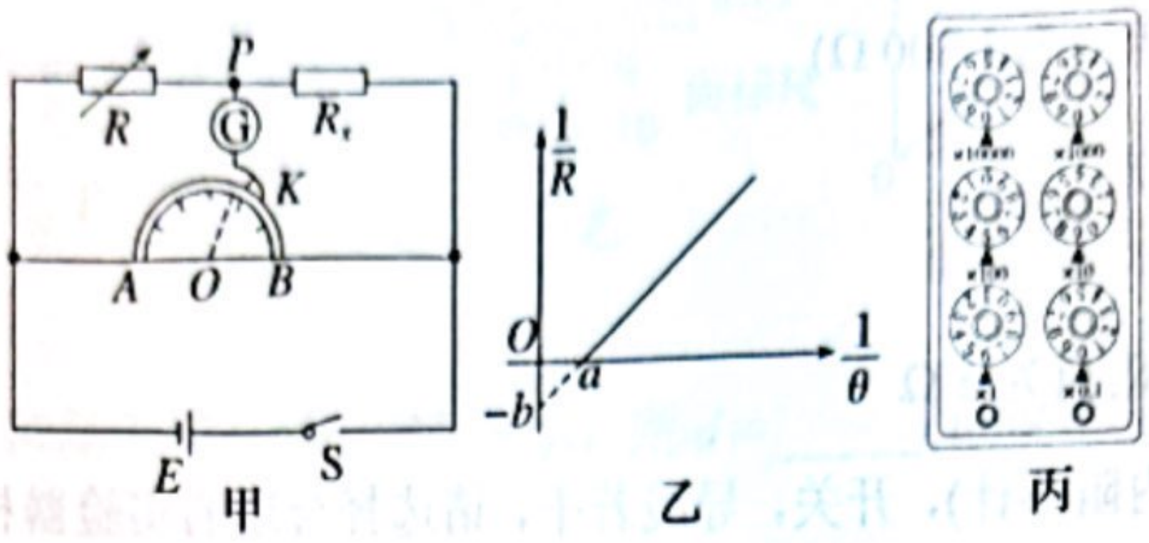
丙

(2)实验开始之前，将滑动变阻器的滑片置于_____(选填“最左端”“最右端”或“中间”)。闭合

开关 S，改变滑片的位置，记下两电压表的示数分别为 U_1、U_2，则待测电阻的表达式为 R_x=_____(用 U_1、U_2、R_0 表示)。

(3)为了减小偶然误差，改变滑片的位置，多测几组 U_1、U_2 的值，作出的 U_1-U_2 图像如图乙所示，图像的斜率为 k=_____(用 R_0、R_x 表示)，可得 R_x=_____ Ω。

3. (2024·湖南株洲市联考)某物理兴趣小组的同学利用量角器、一段均匀电阻丝、电阻箱及灵敏电流计设计了一个测量电阻 R_x 的方案，实验电路如图甲所示。



①将电阻丝紧贴量角器弧边弯曲成型，并依量角器直径两端点裁剪好；

②按甲图所示的电路原理图连接好各元件；

③将电阻箱的阻值调至 R_1，并使金属夹 K 从 A 端沿弧形电阻丝向 B 移动，当灵敏电流计的示数为零时，停止移动金属夹，此时从量角器上读出 OA 与 OK 间的夹角 θ_1(单位为弧度)；

④改变电阻箱的阻值，重复步骤③，测得多组(θ，R)值；

⑤整理数据并在坐标纸上描点绘图，所得图像如图乙所示。

根据分析，试回答下列问题：

(1)某次调节电阻箱的示数如丙图所示，则此时电阻箱接入电路的电阻为_____ Ω；

(2)已知乙图中图像与纵轴的截距为 $-b$，由此可求得 R_x=_____，若考虑电流计的内阻，R_x 的测量值_____(填“有”或“无”)系统误差；

(3)实验时，当金属夹 K 调至某位置时，该小组的同学因为观察不仔细，认为灵敏电流计的读数已经为零，实际上，灵敏电流计还有从 K 到 P 的电流，那么此时测出 R_x 的值与真实值相比_____(填“偏小”“相等”或“偏大”)。

4. (2023·湖南省模拟)小聪同学想扩大电流表 A_1 的量程，他先用如图甲所示的电路测量电流表 A_1 的内阻，可提供的实验器材如下：

A. 直流电源 E(电动势满足要求，内阻很小)；

B. 电流表 A_1(量程为 200 μA，内阻约为 500 Ω)；

C. 电流表 A_2(量程为 300 μA，内阻约为 120 Ω)；

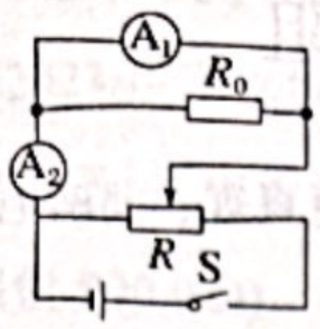
D. 标准电流表 A_0(量程为 0.6 A)；

E. 定值电阻(阻值为 100 Ω)；

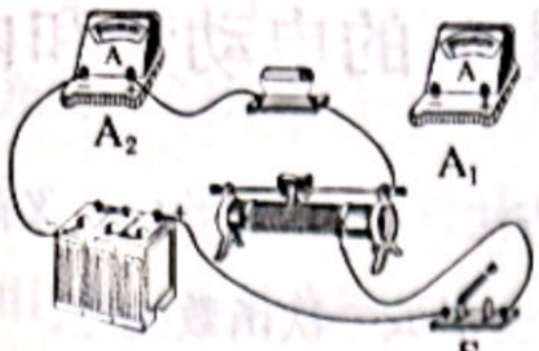
F. 定值电阻(阻值为 1 kΩ)；

G. 滑动变阻器 R(最大阻值为 10 Ω，额定电流为 2 A)；

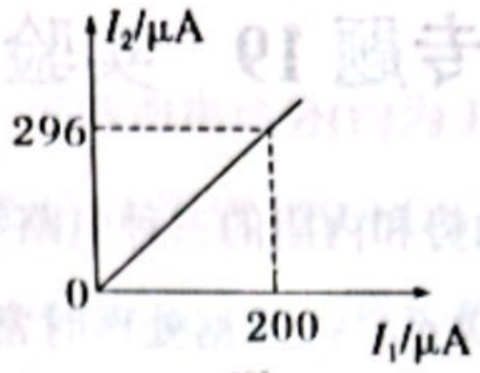
H. 开关 S，导线若干。



甲



乙



丙

(1)用笔画线代替导线，根据图甲电路补充完成图乙中实物间的连线。

(2)定值电阻 R_0 应选用_____(填"E"或"F")。

(3)在电路连接以及定值电阻选用均正确的情况下，调节滑动变阻器的滑片，多次测量，得到待测电流表 A_1 的示数 I_1 和电流表 A_2 的示数 I_2 的多组数据，以 I_1 为横坐标、I_2 为纵坐标作出 I_2-I_1 图像，如图丙所示。根据图丙可得，待测电流表 A_1 的内阻 $R_{A1}=$_____Ω。(结果保留三位有效数字)。

(4)为了将电流表 A_1 改装成量程为 0.6 A 的电流表 A，应对电流表 A_1 并联一个阻值为_____Ω(结果保留两位有效数字)的定值电阻。

(5)将标准电流表 A_0 与电流表 A 串联，对 A 进行校准。若当 A_0 的示数为 0.50 A 时，A_1 的示数为 160 μA，则 A 的实际量程为_____A(结果保留三位有效数字)。

5. (2024·江西省宜丰中学月考)某同学要测量一个微安表 (量程为 0～500 μA)的内阻。可供选择器材有：

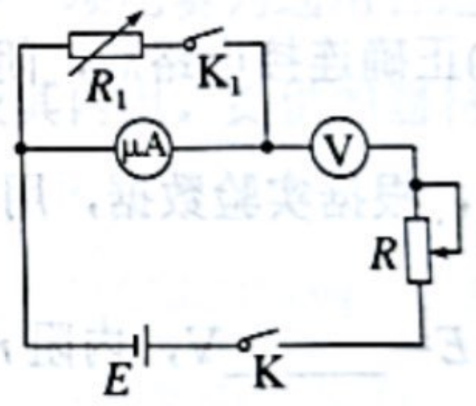
A. 电源(电动势 6 V，内阻较小)

B. 电压表(量程 0～3 V，内阻约几千欧姆)

C. 电阻箱(0～999.9 Ω)

D. 电位器(可变电阻，与滑动变阻器相当)(0～1.5 kΩ)

E. 电位器(0～15 kΩ)



该同学设计了如图的电路进行实验。连接后，主要操作步骤如下：

①开关 K 和 K_1 处于断开状态；

②将电位器 R 和电阻箱 R_1 调至最大值。闭合开关 K，调节电位器 R，让微安表达到满偏，此时电压表示数为 2.00 V；

③闭合开关 K_1，调节电位器 R 和电阻箱 R_1，让微安表达到半偏，此时电阻箱的示数为 300.0 Ω，电压表的示数为 2.50 V。完成下列填空：

(1)电位器 R 应该选择_____。

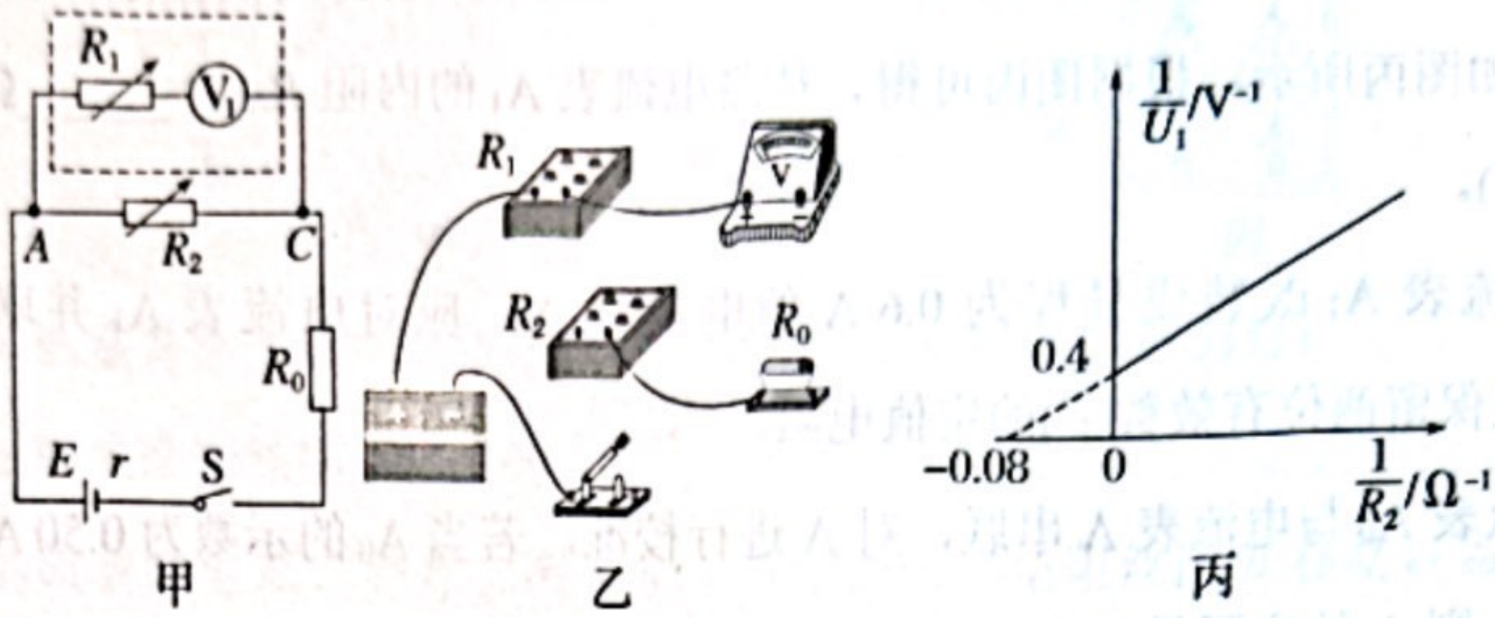
(2)由实验数据可知电压表的内阻为 $R_V=$_____，微安表的内阻为 $R_A=$_____；

(3)若电压表在制造过程中，由于分压电阻的误差，使得示数比真实值偏大，则由此造成微安表内阻的测量值_____(选填"大于""小于"或"等于")真实值

专题 19　实验：测量电源的电动势和内阻

1. 掌握测电动势和内阻的三种电路和数据处理方法。2.一次函数的图像能更直观、准确地描述物理量间的关系，故数据处理时常将复杂函数变形成一次函数处理。

1.(2024·河北省衡水中学阶段练习)某实验小组用如图甲所示的电路测量一电池的电动势和内阻，该电池的电动势 E 约为 9 V、内阻 r 约为 2 Ω，允许流过的最大电流为 0.9 A。现有量程为 0～2.5 V、内阻为 2 kΩ的电压表 V_1，电阻箱 R_1、R_2 和定值电阻 $R_0=10\ \Omega$，开关 S，导线若干。请回答下列问题：

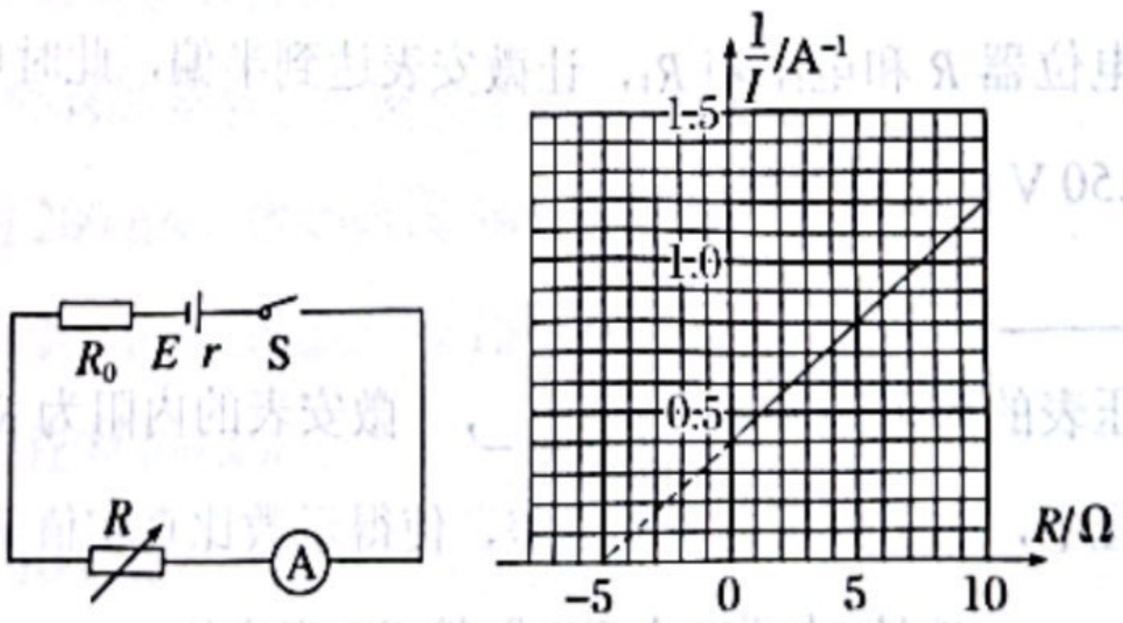


(1)将电压表 V_1 和电阻箱 R_1 改装成量程为 0～10 V 的新电压表 V_2，电阻箱 R_1 的阻值应调节为_____kΩ。

(2)该小组将改装好的新电压表 V_2(虚线框内)正确接在 A、C 之间，如图甲所示。请根据图甲中的电路图用笔画线代替导线，将图乙中的实物图连接成完整电路。

(3)正确连接电路后，闭合开关 S，调节电阻箱 R_2，测出多组 R_2 的阻值和原电压表 V_1 的示数 U_1，根据实验数据，用描点法绘出 $\frac{1}{U_1}-\frac{1}{R_2}$ 图像，如图丙所示。依据图像，可得电源的电动势 $E=$_____V，内阻 $r=$_____Ω(结果均保留两位有效数字)。

2.(2023·山东泰安市模拟)某物理兴趣小组测量一电池的电动势和内阻。按照图甲所示连接好电路，闭合开关，调节电阻箱，测得多组电阻箱接入电路的阻值 R 及对应的电流表的示数 I，得 $\frac{1}{I}-R$ 图线如图乙所示，已知 $R_0=4\ \Omega$。

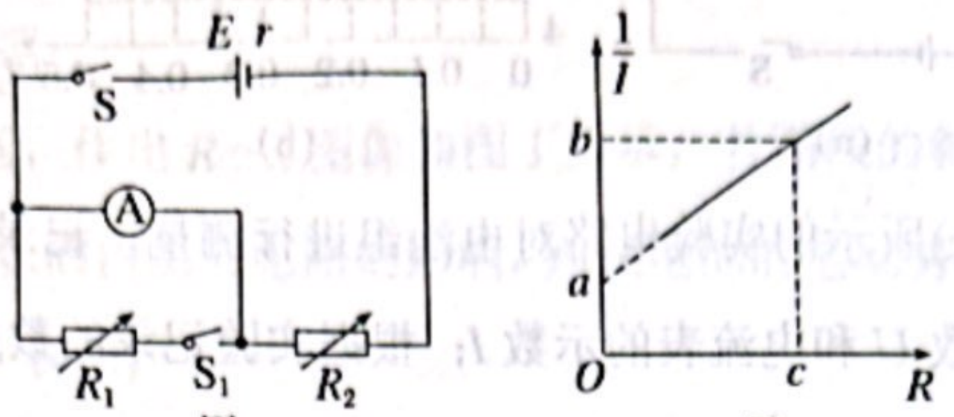


(1)根据图像可知电池的电动势为_____V，内阻为_____Ω(结果均保留 1 位小数)。

(2)考虑到电流表内阻的影响，电动势的测量值_____实际值，内阻的测量值_____实际

值(均选填“大于”“小于”或“等于”)。

3. (2023·广东深圳市光明区名校联考)一实验小组欲测量一电源的电动势(约为 12 V)和内阻。所用的器材：电流表(量程 0～100 mA，内阻未知)、电阻箱 R_1(最大阻值 999.9 Ω)、电阻箱 R_2(最大阻值 999.9 Ω)，利用图甲所示的电路先测量电流表内阻，再测量电源的电动势和内阻。



甲

乙

(1)按图甲所示的电路，将电阻箱的电阻 R_2 调到最大，只闭合开关 S，调节电阻箱 R_2 的阻值，使电流表的示数为 90 mA；保持 R_2 的阻值不变，闭合开关 S_1 调节 R_1，当电流表示数为 60 mA 时，电阻箱 R_1 接入电路的阻值为 10.0 Ω。则电流表的内阻为_____Ω，此值_____(选填“大于”“等于”或“小于”)电流表实际内阻值。

(2)将电阻箱 R_1 接入电路的阻值固定为 $R_0=2.5$ Ω不变，不断调节电阻箱 R_2 的阻值 R，读取电流表对应的示数 I，利用多组 I、R 数据绘制 $\frac{1}{I}-R$ 图像如图乙所示，所得图线为直线，其纵截距为 a，直线上某点的坐标为(c，b)。结合(1)问电流表内阻的测量值，则电源的电动势可表示为_____，电源的内阻可表示为_____。(用含 a、b、c 的代数式表示)

4. (2023·湖北省八市模拟)某校举行了一次物理实验操作技能比赛，其中一项比赛为选用合适的电学元件设计合理的电路，并能较准确地测量同一电池组的电动势及其内阻。提供的器材如下：

A. 电流表 G(满偏电流 10 mA，内阻 10 Ω)

B. 电流表 A(0～0.6 A～3 A，内阻未知)

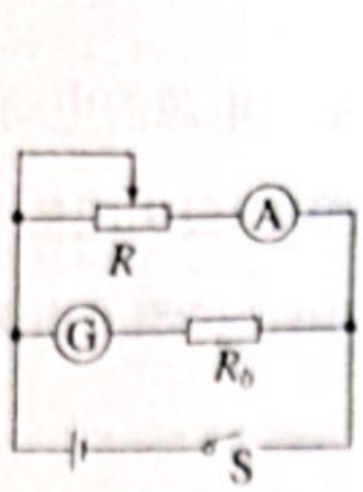
C. 电压表 V(0～5 V～10 V，内阻未知)

D. 滑动变阻器 R(0～100 Ω，1 A)

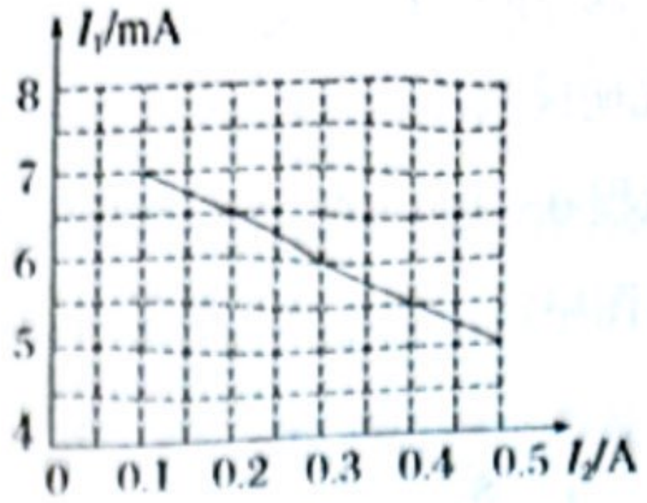
E. 定值电阻 R_0(阻值 990 Ω)

F. 开关与导线若干

(1)图(a)是小宇同学根据选用的仪器设计测量该电池组电动势和内阻的电路图。根据该实验电路测出的数据绘制的 I_1-I_2 图线如图(b)所示(I_1 为电流表 G 的示数，I_2 为电流表 A 的示数)，则由图线可以得到被测电池组的电动势 $E=$_____V，内阻 $r=$_____Ω；(结果均保留 2 位有效数字)

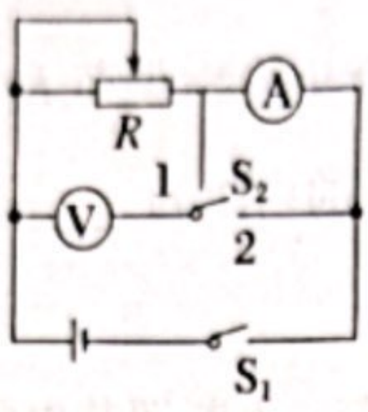


(a)

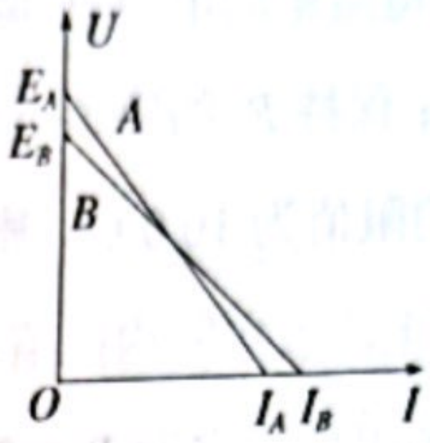


(b)

(2)小张同学则设计了图(c)所示的实验电路对电池组进行测量，记录了单刀双掷开关 S_2 分别接 1、2 对应电压表的示数 U 和电流表的示数 I；根据实验记录的数据绘制 $U-I$ 图线如图(d)中所示的 A、B 两条图线。



(c)



(d)

可以判断图线 A 是利用单刀双掷开关 S_2 接_____(选填“1”或“2”)中的实验数据描出的；分析 A、B 两条图线可知，此电池组的电动势为 $E=$_____，内阻 $r=$_____(用图中 E_A、E_B、I_A、I_B 表示)。

5. (2023·陕西榆林模拟)某同学用如图甲所示的电路测量电源的电动势和内阻。可提供的实验器材有：

A. 待测的一节干电池

B. 一段粗细均匀、电阻率为ρ的电阻丝 ab

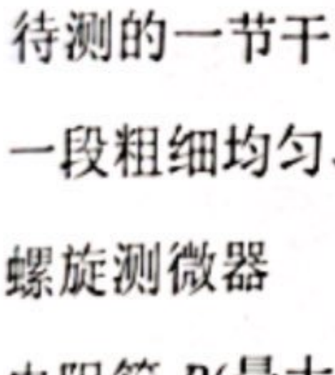
C. 螺旋测微器

D. 电阻箱 R(最大阻值为 9 999.9 Ω，最小改变值为 0.1 Ω)

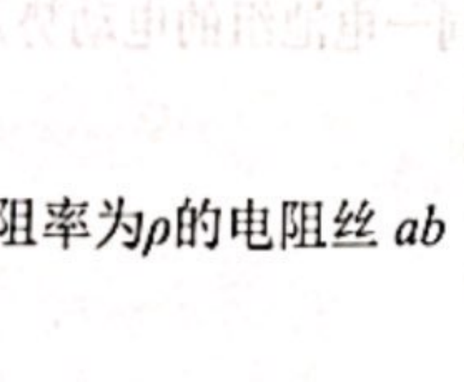
E. 电压表 V(量程为 3 V，内阻约为 3 kΩ)

F. 毫米刻度尺

G. 开关及导线若干



甲



乙

丙

丁

主要实验步骤如下，请完成下列填空：

(1)用螺旋测微器在电阻丝上的三个不同位置测量其直径，算出直径的平均值为 D。某次螺旋测微器测量的示数如图丙所示，则该示数为_____mm；

(2)根据如图甲所示的电路，用笔画线代替导线将图乙中的实物连接成测量电路；

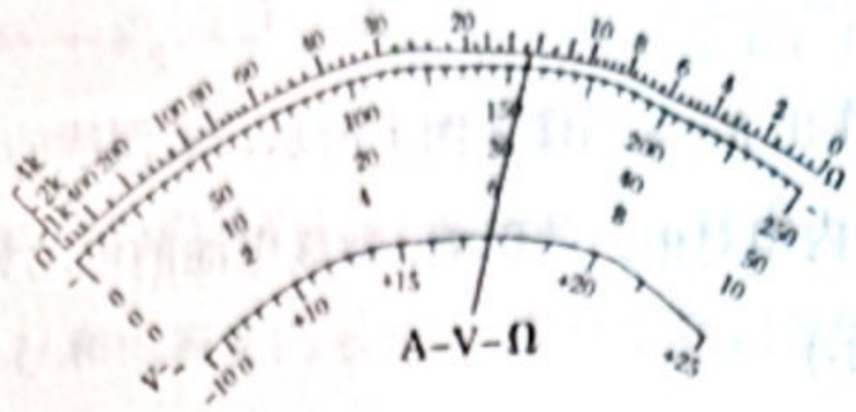
(3)正确连接好电路后，在开关S断开的情况下，调节电阻丝上的导电夹P的位置，用毫米刻度尺测量并记录P到电阻丝右端b的长度x；闭合开关S，调节电阻箱的阻值使电压表的示数为U，记录电阻箱对应的阻值R；

(4)重复步骤(3)，调节电阻丝上的导电夹P的位置，调节电阻箱的阻值，使电压表的示数仍为U，得到x、R的多组数据；

(5)根据x、R的多组数据，作出$R-x$图像如图丁所示，若图线的斜率为k，图线在纵轴上的截距为$-b$，不考虑电压表的内阻对电路的影响，则该电池的电动势为_____，内阻为_____。(均选用D、U、ρ、k、b表示)

专题 20　实验：用多用电表测量电学中的物理量

1. (2023·北京市西城区质检)如图所示为多用电表的刻度盘。若选用倍率为“×100”的欧姆挡测电阻时，表针如图所示，则：



(1)所测电阻的阻值为_____Ω，如果要用此多用电表测量一个阻值约为 2.0×10^4 Ω的电 阻，为了使测量结果比较精确，应选用的欧姆挡是____(选填“×10”“×100”或“×1 k”)。

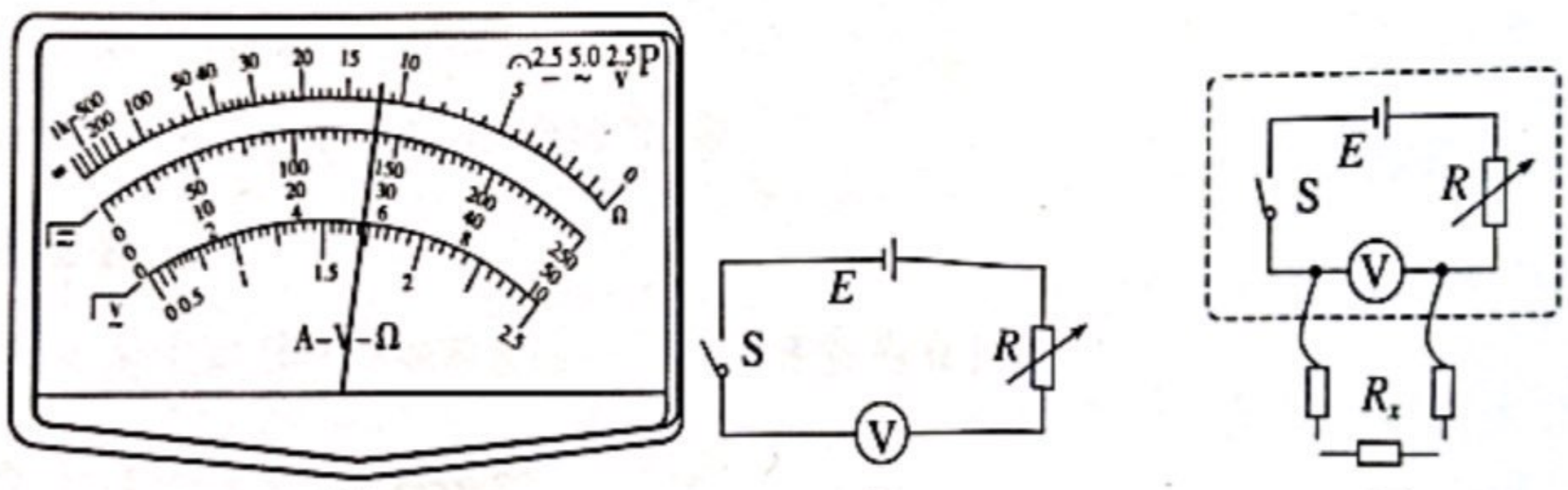
(2)用此多用电表进行测量，当选用量程为 50 mA 的电流挡测量电流时，表针指于图示位置，则所测电流为_____mA；当选用量程为 250 mA 的电流挡测量电流时，表针指于图示位置，则所测电流为_____mA。

(3)当选用量程为 10 V 的电压挡测量电压时，表针也指于图示位置，则所测电压为_____V。

答案　(1)1.45×10^3　×1 k　31.0　155　(3)6.2

2. (2024·陕西省西安师大附中月考)某实验小组在练习使用多用电表的实验中。

(1)用多用电表测量某元件的电阻，选用“×10”倍率的电阻挡测量，发现多用电表指针的偏转角度过小，因此需选择_____(填“×1”或“×100”)倍率的欧姆挡，并需_____(填操作过程)后，再次进行测量，若多用电表的指针如图甲所示，测量结果为_____Ω。



甲　　乙　　丙

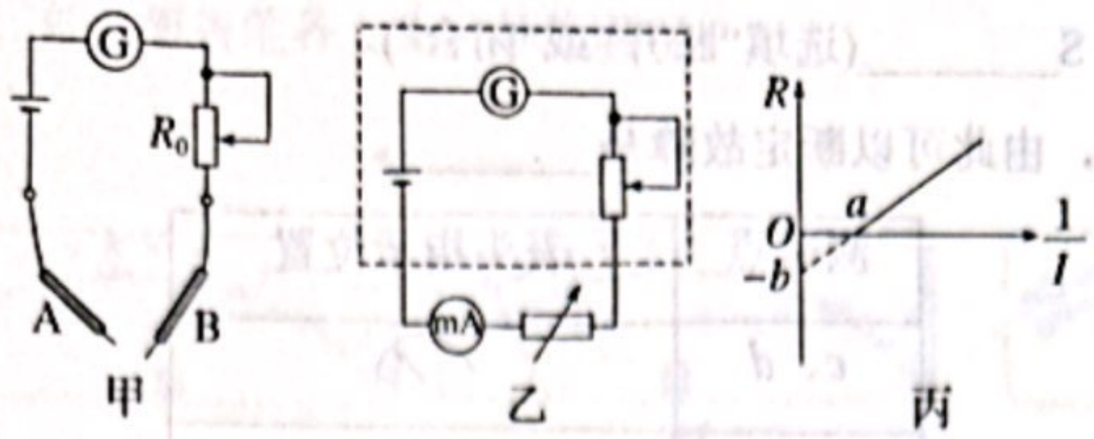
(2)实验小组最后将一量程为 3 V 的电压表改装成可测量电阻的仪表——欧姆表。

①先用如图乙所示的电路测量该电压表的内阻，图中电源内阻可忽略不计，闭合开关 S，将电阻箱的阻值调到 3 kΩ时，电压表恰好满偏；将电阻箱的阻值调到 12 kΩ时，电压表的指针恰好半偏，由以上信息可求得电压表的内阻 R_V=_____kΩ。

②将图乙所示的电路稍作改变，在电压表两端接上两个表笔，就改装成了一个可测量电阻的简易欧姆表，如图丙所示，为将表盘的电压刻度转换为电阻刻度，进行了如下操作：将两表笔断开，闭合开关 S，调节电阻箱，使指针指在“3 V”处，此处刻度应标阻值为∞；再保持电阻箱阻值不变，在两表笔间接不同阻值的已知电阻，找出对应的电压刻度，则“1 V”处对应的电阻刻度为_____Ω。

3. (2024·广东省阶段练习)某多用电表的欧姆挡内部电路示意图如图甲所示，该多用电表长时

间未使用。



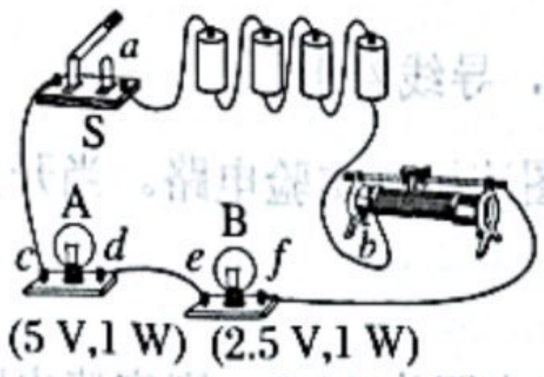
(1)王同学在对该表进行欧姆调零时，该多用电表的 B 表笔应为_____(填“红”或“黑”)表笔。

(2)由于长时间未使用，该表内部电源电动势发生了较大变化，导致无法进行欧姆调零。为了测得现在的电源电动势，王同学将毫安表和电阻箱串联在两表笔间，实验电路如图乙所示，实验时选择欧姆表“×1”挡位，调节电阻箱的阻值，当毫安表的读数为 100 mA 时，欧姆表指针恰好指在整个表盘的中央刻度处，则欧姆表表头 G 的量程为_____mA。

(3)连续调节电阻箱的阻值，记录多组电阻箱阻值 R 和通过毫安表的电流 I，作出 $R-\frac{1}{I}$ 图像如图丙所示，则电源的电动势 $E=$_____(用 a 和 b 表示)；该方法测得的电动势_____(填“有”或“无”)系统误差。

(4)该同学观察到欧姆表指针恰好指在整个表盘的中央刻度处的数值为 15，则该欧姆表在可以正常使用的情况下，电源的电动势为_____V。(结果保留两位有效数字)

4. 如图所示的是某同学连接的实验实物图，闭合开关 S 后，发现 A、B 灯都不亮，他采用下列两种方法检查故障。



(1)用多用电表的直流电压挡进行检查

①在测试 a、b 间直流电压时，红表笔应接触_____(选填“a”或“b”)。

②该同学测试结果如表所示，根据测试结果，可以判定故障是_____(假设只有下列选项中的某一项有故障)。

测试点	电压示数
a、b	有示数
c、b	有示数
c、d	无示数
d、f	有示数

A.灯 A 断路　　B. 灯 B 短路

C. c、d 段断路　　D. d、f 段断路

(2)用欧姆挡检查

①测试前，应将开关 S_____(选填“断开”或“闭合”)。

②测试结果如表所示，由此可以断定故障是_____。

测试点	表头指示位置
c、*d*	
d、*e*	
e、*f*	

A.灯 A 断路　　B. 灯 B 断路

C. 灯 A、B 都断路　　D. *d*、*e* 间导线断路

5. (2023·江苏南京市模拟)某一物理兴趣小组利用手头的实验器材设计了如图所示的欧姆表电路，通过调节开关 S，可使欧姆表具有“×1”和“×10”的两种倍率。可用器材如下：

A. 干电池(电动势 $E=1.5\ \text{V}$，内阻不计)

B. 电流表Ⓖ(满偏电流 $I_g=1\ \text{mA}$，内阻 $R_g=90\ \Omega$)

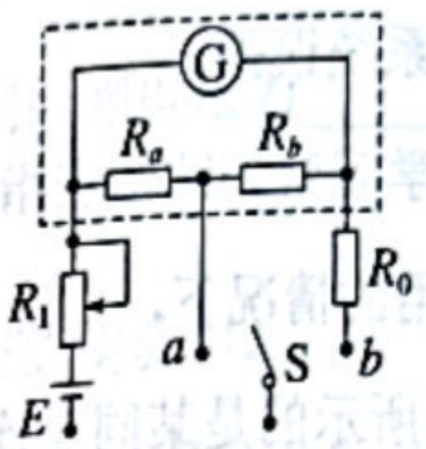
C. 定值电阻 R_0(阻值为 $5.0\ \Omega$)

D. 滑动变阻器 R_1(最大阻值为 $150\ \Omega$)

E. 定值电阻 R_a

F. 定值电阻 R_b

G. 开关一个，红、黑表笔各一支，导线若干



(1)该兴趣小组按照如图所示电路图连接好实验电路。当开关 S 合向_____(填“*a*”或“*b*”)，欧姆表的倍率是“×10”倍率；

(2)已知欧姆表为“×1”倍率时的中值电阻为 $15\ \Omega$，则定值电阻 $R_a=$_____ Ω，$R_b=$_____ Ω；

(3)将开关 S 合向 *b*，第一步：调节滑动变阻器 R_1，当 $R_1=$_____ Ω时，将红、黑表笔短接，电流表电流达到满偏电流。第二步：在红、黑表笔间接入待测电阻 R_x，发现电流表指针指向 $\frac{I_g}{3}$的位置，则待测电阻 $R_x=$_____ Ω。

6. (2023·湖北襄阳市五中适应性考试)某物理兴趣小组要组装一个简易的欧姆表，他们设计了如图甲所示的电路，通过控制单刀多掷开关 S，可使欧姆表具有“×1”“×10”和“×100”三个倍率的挡位，并使改装后的刻度盘正中央的刻度为 15，如图乙所示。所提供的器材规格如下：

A. 干电池(电动势 $E=1.5\ \text{V}$，内阻不计)

B. 电流表 G(量程为 $500\ \mu\text{A}$，内阻为 $180\ \Omega$)

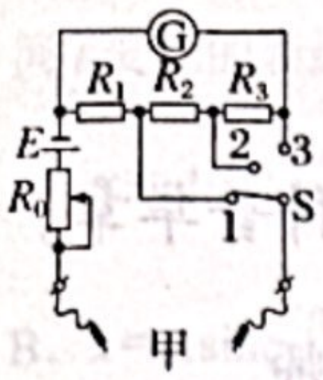
C. 定值电阻 R_1(阻值为 $1.8\ \Omega$)

D. 定值电阻 R_2、R_3

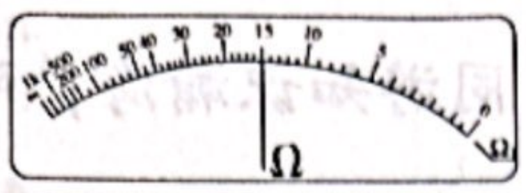
E. 滑动变阻器 R_4(0～2 000 Ω，额定电流 0.5 A)

F. 滑动变阻器 R_5(0～1 000 Ω，额定电流 1.0 A)

G. 单刀多掷开关一个，红、黑表笔各一支，导线若干



甲


乙


丙


丁

(1)滑动变阻器应选择_____(填“R_4”或“R_5”)。

(2)电路中定值电阻 R_2=_____Ω，　R_3=_____Ω。

(3)现利用该欧姆表测定一未知电阻 R_x 的阻值，将开关 S 接 2，经正确操作后，欧姆表的指针位置如图丙所示，为较准确地测定被测电阻的阻值，以下正确且必要的操作是_____。

A. 开关 S 接 1

B. 开关 S 接 3

C. 将红、黑表笔短接，调节滑动变阻器 R_0 使指针指在电阻的 0 刻线

D. 将红、黑表笔短接，调节滑动变阻器 R_0 使指针指向电阻的∞刻线

(4)按正确方法测量电阻 R_x 的阻值，欧姆表示数如图丁所示，则 R_x=_____Ω(保留两位有效数字)。

物理　第五周寒假作业（2月17日——2月21日）

教师寄语：

读物理名著，仿若与巨匠并肩，同游知识瀚海；研科普华章，犹如和先贤携手，共探科学幽林。——高二物理组全体教师

专题21　机械振动

1. 关于简谐运动的理解，下列说法中正确的是(　　)

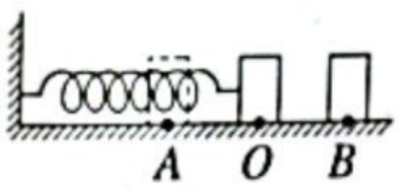
A. 简谐运动是匀变速运动

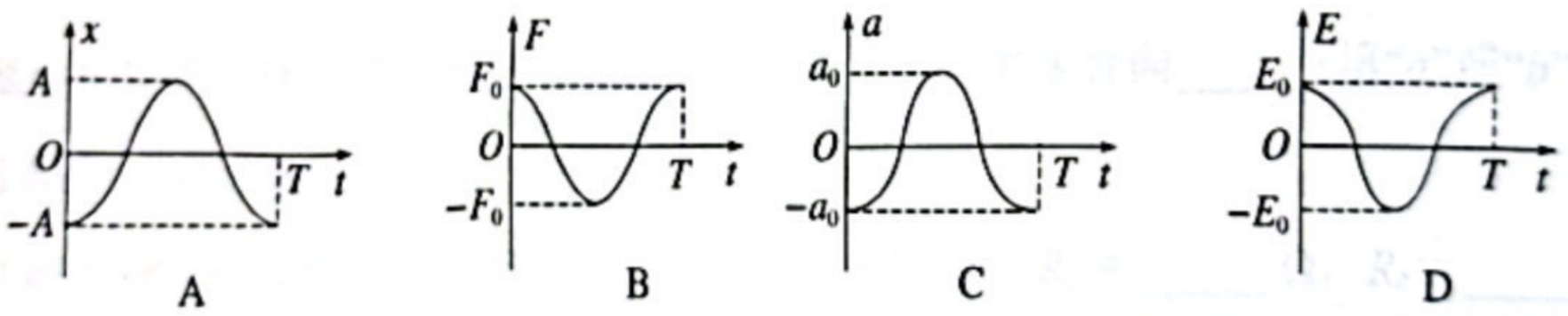
B. 简谐运动的回复力可以是恒力

C. 弹簧振子每次经过平衡位置时，动能最大

D. 单摆在任何情况下的运动都是简谐运动

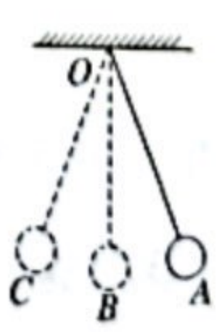
2. (2023·山西省太原师范学院附中月考)如图所示，弹簧振子在A、B之间做简谐运动，平衡位置为O，振子的振动周期为T。从振子处于B点开始计时，向右为正方向，能正确反映振子位移x、回复力F、加速度a、弹簧振子的机械能E与时间t变化关系的图像是(　　)



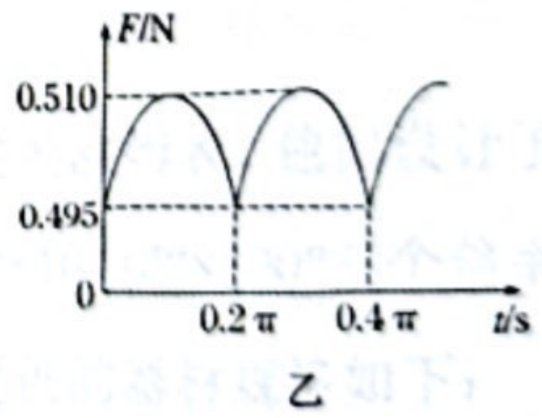


A　　B　　C　　D

3. (2024·贵州贵阳市开学考试)如图甲所示，O点为单摆的固定悬点，将力传感器接在摆球与O点之间，可测出细线对摆球的拉力大小F。现将摆球拉到A点，由静止释放摆球，摆球将在竖直面内的A、C之间来回摆动，其中B点为运动中的最低位置，图乙表示拉力大小F随时间t变化的曲线，图中$t=0$为摆球从A点开始运动的时刻，重力加速度g取10 m/s²。下列说法正确的是(　　)



甲



乙

A. 单摆振动的周期为0.2π s

B. 单摆的摆长为0.6 m

C. 摆球的质量为0.05 kg

D. 摆球运动过程中的最大速度为0.2 m/s

4. (2023·江苏省模拟)如图所示，轻质弹簧上方固定，下方连接质量为m的小球，弹簧原长为L_0，小球静止时位于图中的O点，此时弹簧伸长量为L。将小球从O点向下拉一小段距离

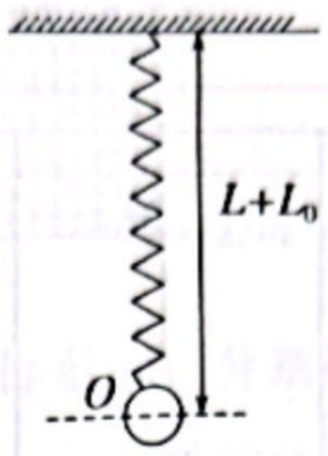
$A(A<L)$，然后由静止释放并开始计时。已知小球做简谐运动的周期为 T，空气阻力不计，弹簧始终在弹性限度内。以 O 点为坐标原点，取竖直向下为正方向，则小球运动的位移 x 随时间 t 变化的表达式为(　　)

A. $x=A\sin(\frac{2\pi}{T}t+\frac{\pi}{2})$

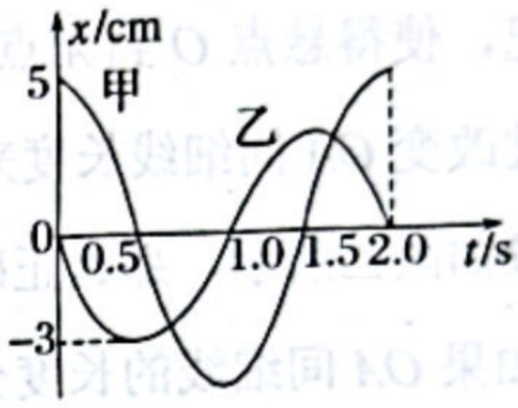
B. $x=A\sin(\frac{2\pi}{T}t-\frac{\pi}{2})$

C. $x=(L+A)\sin(\frac{2\pi}{T}t-\frac{\pi}{2})$

D. $x=(L+A)\sin(\frac{2\pi}{T}t+\frac{\pi}{2})$



5. (多选)如图所示为同一地点的甲、乙两个单摆的振动图像，$g=10\ \mathrm{m/s^2}$，$\pi^2\approx10$，下列说法正确的是(　　)



A. 甲单摆的摆长较大

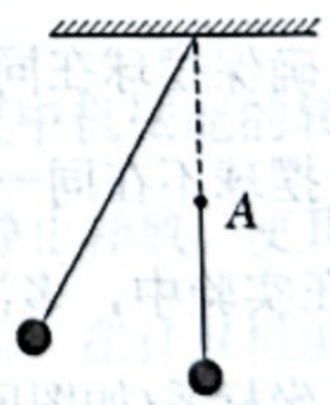
B. 甲摆的振幅比乙摆的大

C. 甲摆的最大偏角为 0.05°

D. 在 $t=0.5$ s 时，乙摆有正向最大加速度

6. 如图所示，两根长度分别为 l 和 $\frac{l}{2}$ 细长轻绳下端拴质量相等的小球构成单摆，两悬点在同一竖直线上且间距为 $\frac{l}{2}$，现将单摆向左拉开一个小角度(<5°)，然后无初速度释放，若小球碰撞时无能量损失，小球可视为质点，重力加速度为 g，对于以后的运动，下列说法中正确的是(　　)

A. 此组合摆的周期为 $\frac{2+2}{2}\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$，且每次碰撞一定发生在悬点正下方



B. 摆球在平衡位置左右两侧走过的最大弧长相等

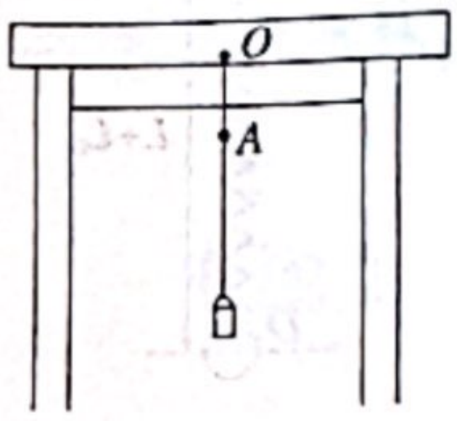
C. 摆球在左侧上升的最大高度比右侧高

D. 摆线在平衡位置右侧的最大摆角是左侧的 2 倍

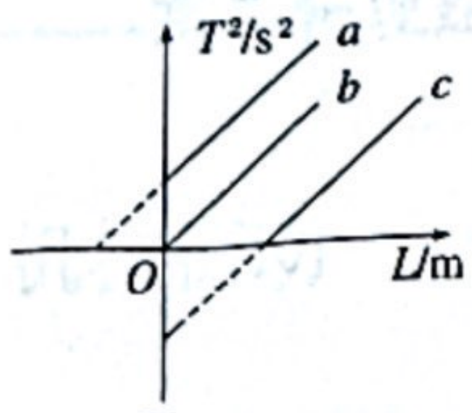
扫描全能王
3亿人都在用的扫描App

专题 22　实验：用单摆测量重力加速度

1. (2023·福建省阶段练习)某同学在家里利用单摆测量当地的重力加速度，由于家里没有能悬挂的小球，该同学找铁锁替代小球，如图甲所示。组装单摆时，摆线选择了长度约为 1 m 的无弹性的细线。



甲



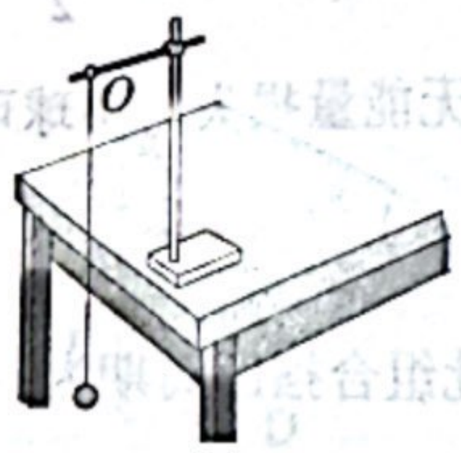
乙

(1)安装好器材后发现家里只有一根量程为 40 cm 的刻度尺，于是他在细线上的 A 点做了一个标记，使得悬点 O 到 A 点间的细线长度小于刻度尺量程，保持该标记以下的细线长度不变，通过改变 OA 间细线长度来改变摆长，记录 OA 间细线长度为 L，则实验中得到的 T^2-L 关系图像如图乙所示，那么正确的图像应该是 a、b、c 中的_____；

(2)如果 OA 间细线的长度分别为 L_1 和 L_2 时，测得相应的周期为 T_1 和 T_2，由此可得重力加速度 $g=$_____。(用 L_1、L_2、T_1 和 T_2 表示)

2. (2023·北京市专题练习)某实验小组的同学用如图所示的装置做“用单摆测量重力加速度”实验。

(1)实验中该同学进行了如下操作，其中正确的是_____。



A. 用公式 $g=\dfrac{4\pi^2L}{T^2}$ 计算时，将摆线长当作摆长

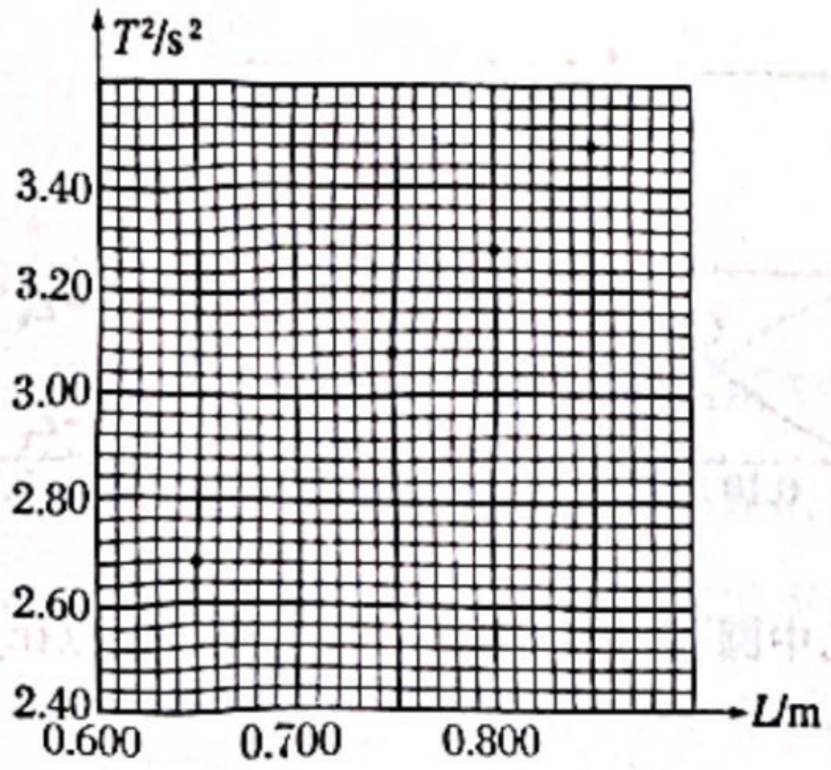
B. 摆线上端牢固地系于悬点，摆动中不能出现松动

C. 确保摆球在同一竖直平面内摆动

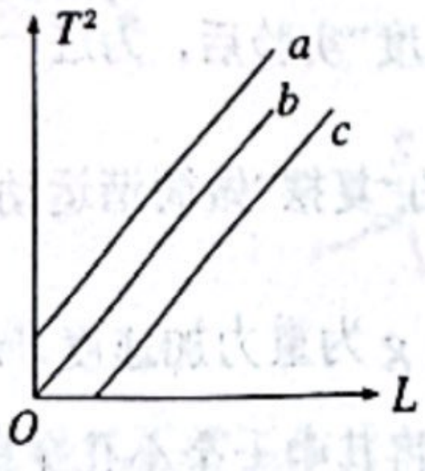
D. 摆球不在同一竖直平面内运动，形成了圆锥摆

(2)在实验中，多次改变摆长 L 并测出相应周期 T，计算出 T^2，将数据对应坐标点标注在 T^2-L 坐标系(如图所示)中。请将 $L=0.700$ m，$T^2=2.88$ s^2 所对应的坐标点标注在图中，根据已标注数据坐标点描绘出 T^2-L 图线，并通过图线求出当地的重力加速度 $g=$_____ m/s^2(结果保留 3 位有效数字)。

扫描全能王
3亿人都在用的扫描App



(3)将不同实验小组的实验数据标注到同一 T^2-L 坐标系中，分别得到实验图线 a、b、c，如图所示。已知图线 a、b、c 平行，图线 b 过坐标原点。对于图线 a、b、c，下列分析正确的是_____。



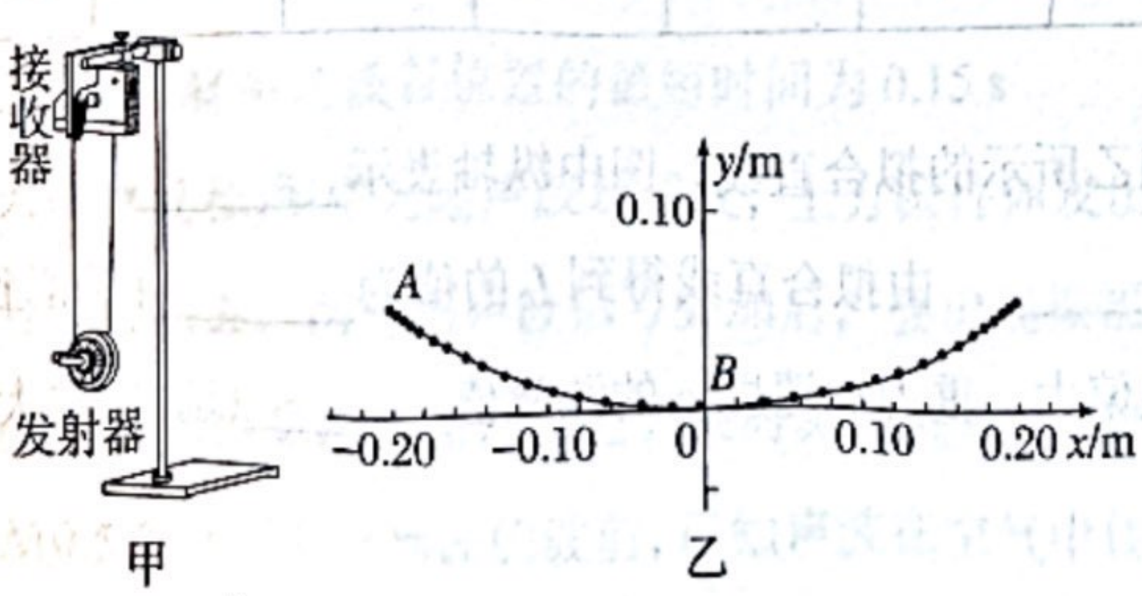
A．出现图线 c 的原因可能是因为使用的摆线比较长

B．出现图线 a 的原因可能是误将摆线长记作摆长 L

C．由图线 b 计算出的 g 值最接近当地的重力加速度，由图线 a 计算出的 g 值偏大，图线 c 计算出的 g 值偏小

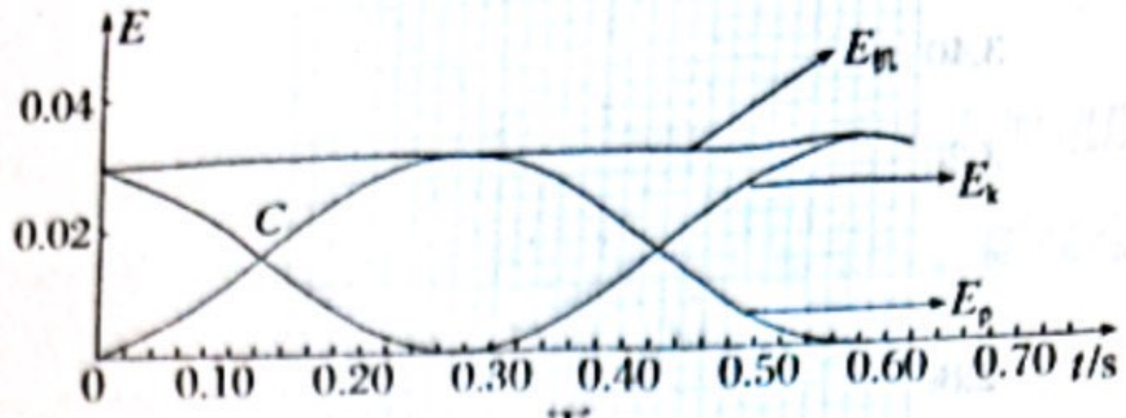
(4)该同学通过自制单摆测量重力加速度。他利用细线和铁锁制成一个单摆，计划利用手机的秒表计时功能和卷尺完成实验。但铁锁的重心未知，不容易确定准确的摆长。请帮助该同学提出“通过一定测量，求出当地重力加速度”的方法_____。

3．某小组同学用如图甲所示的 DIS 二维运动实验系统研究单摆在运动过程中机械能的转化和守恒(忽略空气阻力)。实验时，使发射器(相当于摆球)偏离平衡位置后由静止释放，使其在竖直平面内摆动。系统每隔 0.02 s 记录一次发射器的位置，多次往复运动后，在计算机屏幕上得到的发射器在竖直平面内的运动轨迹如图乙所示。(当地的重力加速度 $g=9.8\ m/s^2$)



(1)在运动轨迹上选取适当区域后，点击“计算数据”，系统即可计算出摆球在所选区域内各点的重力势能、动能及总机械能，并绘出对应的图线，如图丙所示。由图丙可知，此单摆的周期为_____ s。是否可以根据单摆的周期公式计算此摆的摆长大小？若能，请计算摆长大

小：若不能，请说明理由。_____。



丙

(2)图丙中的 C 点对应在图乙中圆弧轨迹 AB 上的某一点，该点在_____。

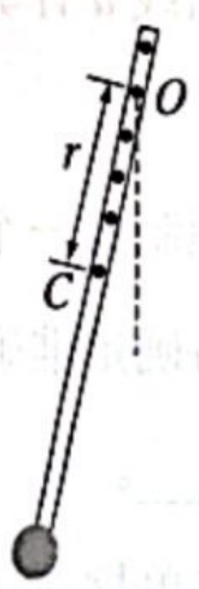
A. 圆弧 AB 中点的左侧

B. 圆弧 AB 中点的右侧

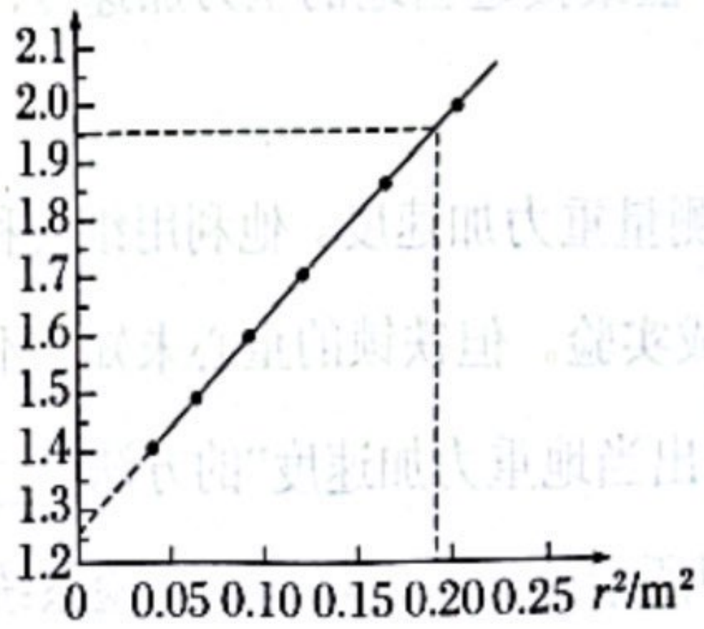
C. 圆弧 AB 的中点

D. 信息不够，不能确定

4. 某小组在做“用单摆测量重力加速度”实验后，为进一步探究，将单摆的轻质细线改为刚性重杆。通过查资料得知，这样做成的“复摆”做简谐运动的周期 $T=2\pi\sqrt{\dfrac{I_c+mr^2}{mgr}}$，式中 I_c 为由该摆决定的常量，m 为摆的质量，g 为重力加速度，r 为转轴到重心 C 的距离。如图甲，实验时在杆上不同位置打多个小孔，将其中一个小孔穿在光滑水平轴 O 上，使杆做简谐运动，测量并记录 r 和相应的运动周期 T；然后将不同位置的孔穿在轴上重复实验，实验数据见表，并测得摆的质量 $m=0.50\ \text{kg}$。



甲



乙

r/m	0.45	0.45	0.35	0.30	0.25	0.20
T/s	2.11	2.14	2.20	2.30	2.43	2.64

(1)由实验数据得出图乙所示的拟合直线，图中纵轴表示_____。

(2)I_c 的国际单位为_____，由拟合直线得到 I_c 的值为_____(保留到小数点后二位)。

(3)若摆的质量测量值偏大，重力加速度 g 的测量值_____(选填“偏大”“偏小”或“不变”)。

专题 23　机械波

1. 下列有关机械振动和机械波的说法不正确的是(　　)

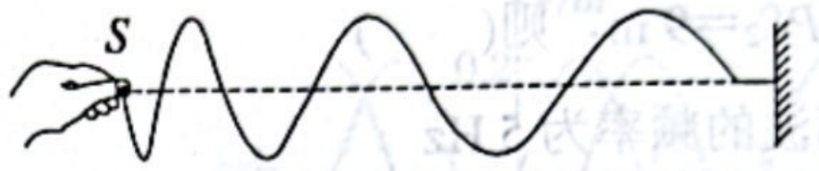
A. 弹簧振子做简谐运动时，若某两个时刻位移相同，则这两个时刻的速度也一定相同

B. 单摆在周期性外力作用下做受迫振动，其振动周期与单摆的摆长无关

C. 火车鸣笛向我们驶来时，我们听到的笛声频率将比声源发声的频率高

D. 当水波通过障碍物时，若障碍物的尺寸与波长差不多，或比波长小得多时，将发生明显的衍射现象

2. (2024·山东省实验中学月考)一根粗细均匀的绳子，右侧固定，使左侧的 S 点上下振动，产生一列向右传播的机械波，某时刻的波形如图所示。下列说法中正确的是(　　)



A. 左侧的质点重复右侧的质点的振动过程

B. 波的传播速度逐渐减小

C. S 点振动的频率逐渐增大

D. 波的传播方向与质点的振动方向相同

3. (2024·贵州贵阳市开学考试)汽车发动机正常工作排气时，常伴随很大的噪声。利用干涉型消声器可以降低此类噪声，其设计图如图所示。当声波沿水平管道自左向右传播到达 a 处时，分成两列波，它们分别通过长度为 r_1 和 r_2 的弯管和直管，最后在排气管内 b 处相遇。假设排气管内的主要噪声波长为 1.7 m。要能最有效地降低此类噪声，则 r_1 与 r_2 之差应为(　　)



A. 0.25 m　B. 0.50 m　C. 0.75 m　D. 0.85 m

4. (2023·辽宁朝阳市月考)一列简谐横波在同一均匀介质中沿 x 轴方向传播，$t=0.2$ s 时刻的波形图如图甲所示，质点 M 的平衡位置在 $x_M=7.5$ cm 处，质点 N 的平衡位置在 $x_N=3$ cm 处，质点 N 的振动图像如图乙所示。下列说法正确的是(　　)

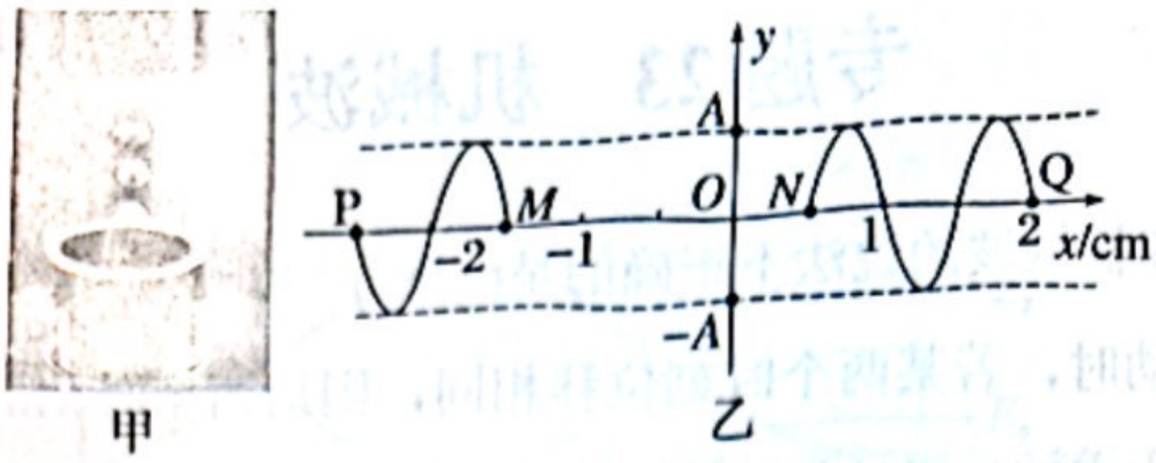
A. 该波的传播速度大小为 0.2 m/s

B. 0～2 s 内质点 M 运动的路程为 1.8 m

C. 该波沿 x 轴正方向传播

D. 自 $t=0.2$ s 时刻起，质点 M 到达波谷位置的最短时间为 0.15 s

5. (2023·江苏南京师大附中模拟)图甲为超声波悬浮仪，上方圆柱体发出超声波，下方圆柱体将接收到的超声波信号反射回去。两列超声波信号叠加后，会出现振幅几乎为零的点——节点，小水珠能在节点处附近保持悬浮状态，图乙为某时刻两列超声波的波形图，P、Q 为波源，点 $M(-1.5,0)$、点 $N(0.5,0)$ 分别为两列波的波前，已知声波在空气中传播的速度为 340 m/s。则下列说法正确的是(　　)



甲　　乙

A．该超声波悬浮仪所发出的超声波信号频率为 340Hz

B．小水珠悬浮时，受到的声波压力为零

C．两列波充分叠加后，小水珠不可以悬浮在点 $M(-1.5,0)$附近

D．经过 $t=1\times10^{-4}$ s，点 M 沿 x 轴正方向移动 3.4 cm

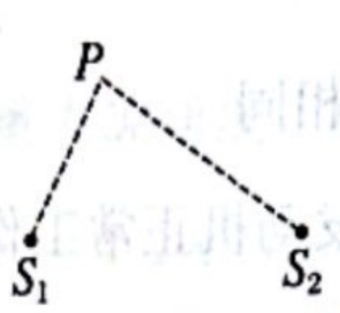
6．(多选)(2023·河北秦皇岛市模拟)如图甲所示，在同一介质中，波源为 S_1 与 S_2 的两列频率相同的机械波在 $t=0$ 时刻同时起振，波源 S_1 的振动图像如图乙所示，波源为 S_2 的机械波在 $t=0.25$ s 时波的图像如图丙所示。P 为介质中的一点，P 点距离波源 S_1 与 S_2 的距离分别是 $PS_1=7$ m，$PS_2=9$ m，则(　　)

A．两列波的频率为 5 Hz

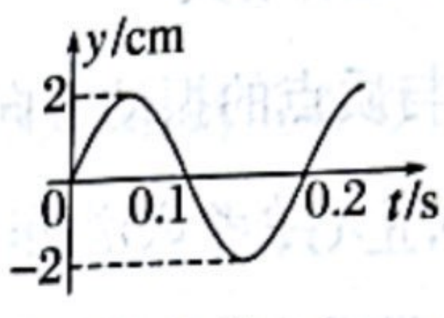
B．两波源的起振方向均沿 y 轴正方向

C．P 点是振动加强点，振幅为 5 cm

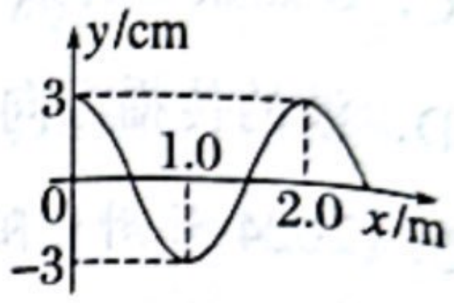
D．$t=1.25$ s 时，P 点位于波峰



甲



乙



丙

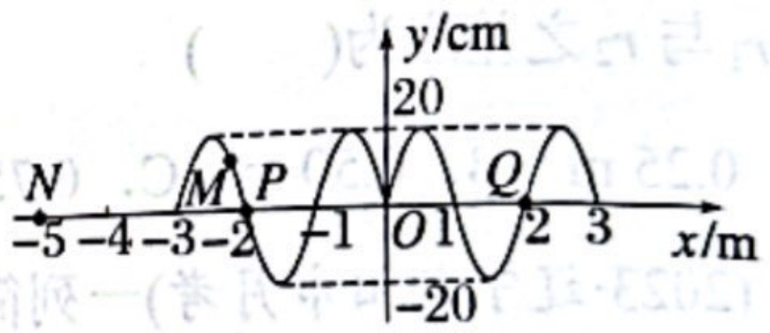
7．(多选)在某一均匀介质中由波源 O 发出的简谐横波沿 x 轴向两侧传播，某时刻的波形如图所示，其波速为 5 m/s，则下列说法正确的是(　　)

A．此时 P、Q 两点运动方向相同

B．再经过 0.5 s 质点 N 刚好位于(−5 m，20 cm)位置

C．该波只有遇到 2 m 的障碍物才能发生明显衍射

D．波的频率与波源的振动频率无关

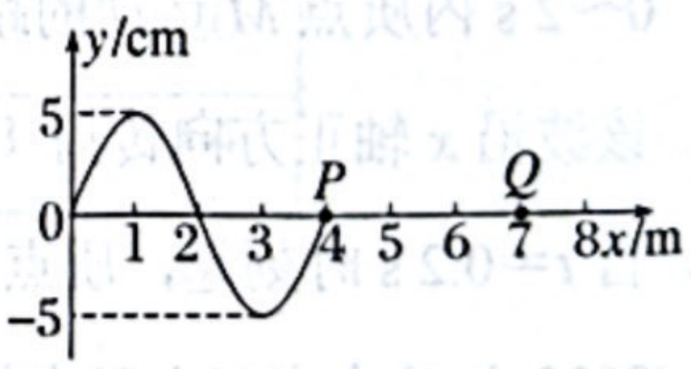


8．(2023·山东日照市第一次校际联考)一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波在 $t_1=0$ 时刻的波形图如图所示。在 $t_2=0.7$ s 时，质点 P 刚好第二次出现波峰，求：

(1)该列简谐横波的波速的大小 v；

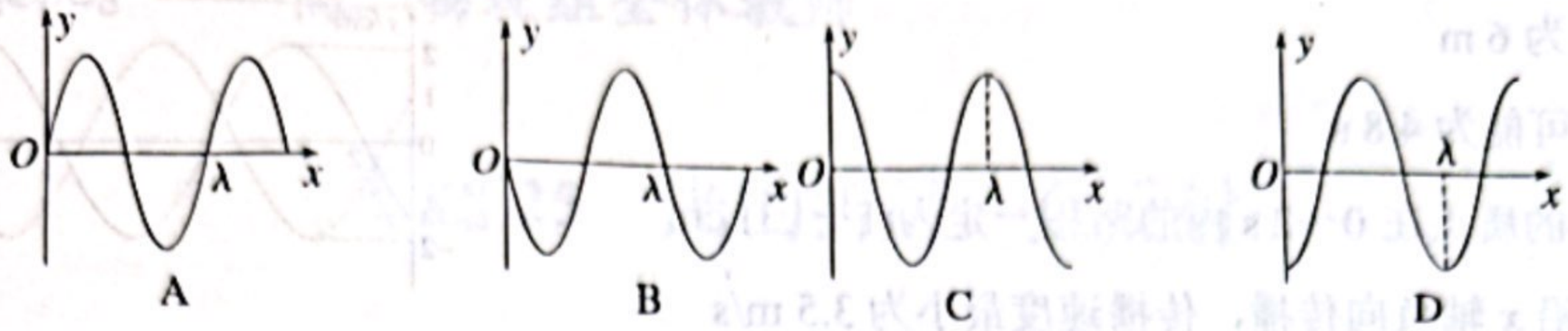
(2)$x=7$ m 处的质点 Q 第一次出现波谷的时刻；

(3)从 0 时刻到 Q 点第一次出现波谷的过程中，质点 P 经过的路程。



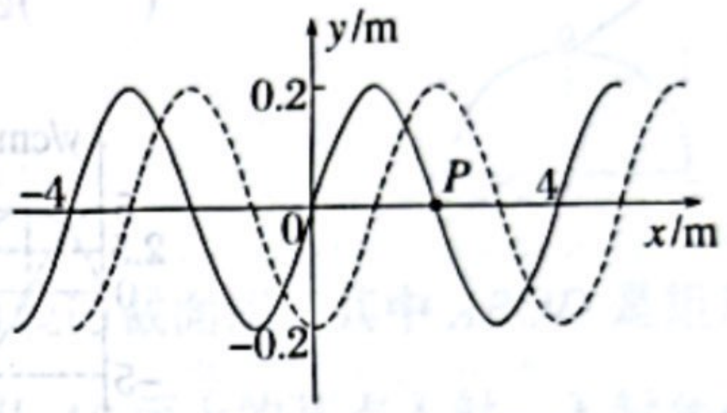
专题 24　机械波的多解问题

1. (多选)一列简谐横波在均匀介质中沿 x 轴传播，已知 $x=\lambda$ 处质点的振动方程为 $y=A\sin\frac{2\pi}{T}t$，则 $t=\frac{1}{2}T$ 时刻的波形图可能是(　　)



A　　B　　C　　D

2. (多选)(2023·广东深圳市模拟)一列沿 x 轴负方向传播的机械波，其图像如图所示，实线是 $t=0$ 时刻的波形，此时质点 P 位于平衡位置。虚线是 $t=0.6$ s 时刻的波形，此时质点 P 位于波峰位置。下列说法正确的是(　　)



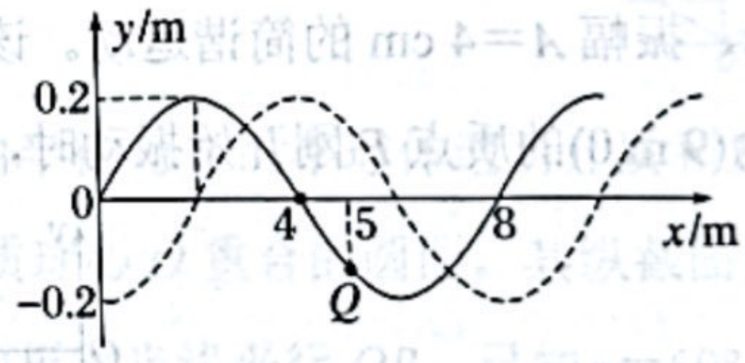
A. $t=0$ 时刻，质点 P 向 y 轴正方向运动

B. 该波的波长为 4 m

C. 该波的波速可能为 5 m/s

D. 0～0.6 s 时间内，质点 P 运动的路程可能为 0.2 m

3. (多选)(2023·天津市专题练习)如图所示，一列简谐横波沿 x 轴传播，实线为 $t=0$ 时刻的波形图，虚线为 $t=0.6$ s 时刻的波形图，已知波的周期 $T>0.6$ s，下列说法正确的是(　　)



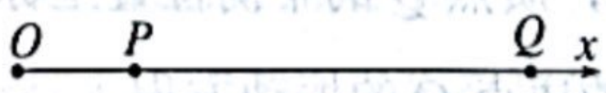
A. 该波的波速一定是 10 m/s

B. 该波的波速可能是 $\frac{10}{3}$ m/s

C. $t=2.7$ s 时，Q 点的位移一定是 0

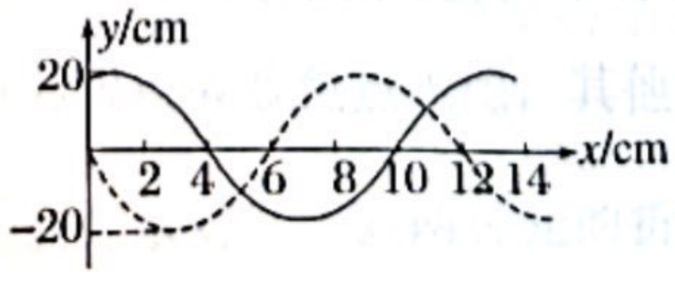
D. $t=5.1$ s 时，Q 点的位移可能是 0.2 m

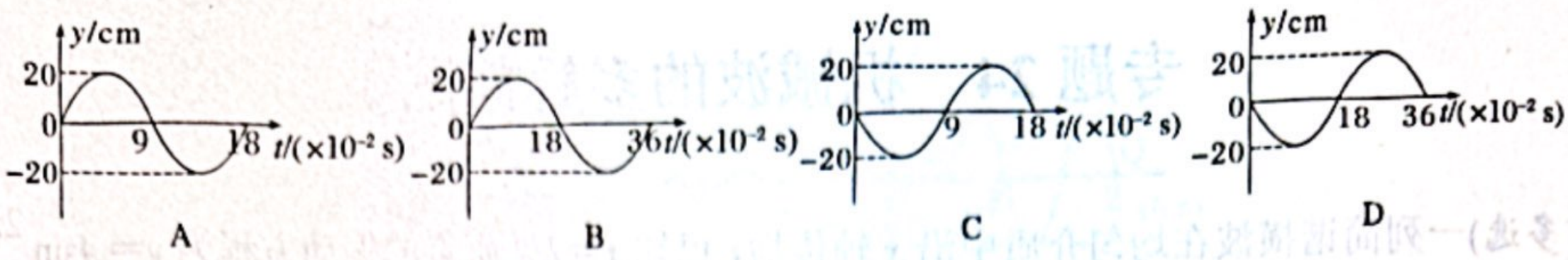
4. (多选)如图所示是一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波，波速为 v，P、Q 是沿波传播方向上相距为 a 的两质点，某时刻 P、Q 两质点都处于平衡位置，且 P、Q 间仅有一个波峰，经过时间 t，Q 质点第一次运动到波峰，则 t 可能等于(　　)



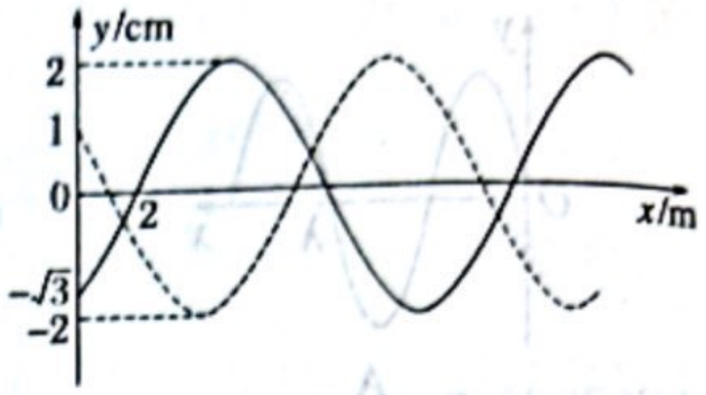
A. $\frac{a}{2v}$　　B. $\frac{2v}{3a}$　　C. $\frac{a}{4v}$　　D. $\frac{3a}{4v}$

5. 一列简谐横波沿 x 轴传播，$t=0$ 时刻波形如图中实线所示，虚线为 $t=0.3$ s 时刻的波形，关于平衡位置在 $x=4$ m 处的质点，其振动图像可能正确的是(　　)





6. (多选)(2024·湖北襄阳市襄州区第一高级中学阶段练习)一列简谐波沿 x 轴传播，在 $t=0$ 时刻和 $t=2\ \mathrm{s}$ 时刻的波形分别如图中实线和虚线所示。关于这列波，下列说法正确的是(　　)



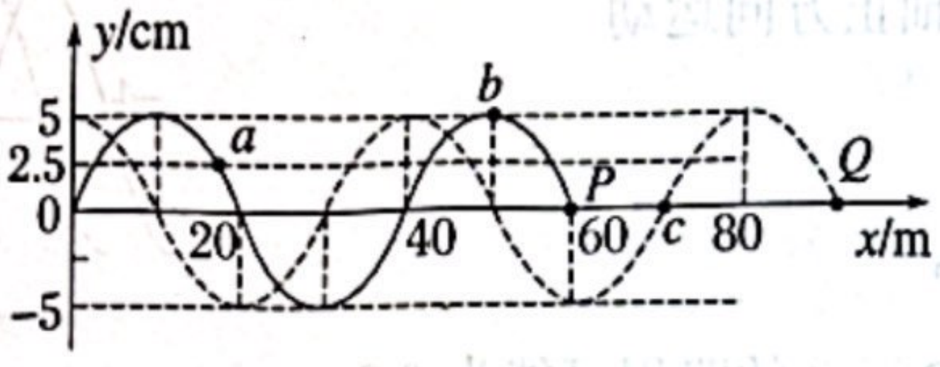
A. 波长为 6 m

B. 周期可能为 4.8 s

C. $x=0$ 的质点在 0～2 s 内的路程一定为 $(1+\sqrt{3})$ cm

D. 若波沿 x 轴负向传播，传播速度最小为 3.5 m/s

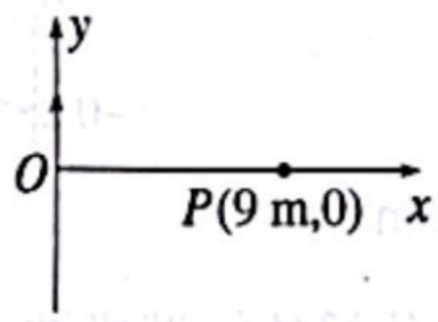
7. (2023·河南南阳市三模)一列简谐波沿 x 轴正方向传播，t 时刻波形图如图中实线所示，此时波刚好传到 P 点，$t+0.6\ \mathrm{s}$ 时刻的波形图如图中虚线所示，a、b、c、P、Q 是介质中的质点。



(1)求这列波的波速的可能值；

(2)若质点振动的周期 $T>0.6\ \mathrm{s}$，从波传到 P 质点开始计时，请写出 a 质点的振动方程。

8. 如图所示，$t=0$ 时，位于原点 O 处的波源，从平衡位置(在 x 轴上)开始沿 y 轴正方向做周期 $T=0.2\ \mathrm{s}$、振幅 $A=4\ \mathrm{cm}$ 的简谐运动。该波源产生的简谐横波沿 x 轴正方向传播，当平衡位置坐标为(9 m,0)的质点 P 刚开始振动时，波源刚好位于波谷。



(1)质点 P 在开始振动后的 $\Delta t=1.05\ \mathrm{s}$ 内通过的路程是多少？

(2)该简谐波的最大波速是多少？

(3)若该简谐波的波速为 $v=12\ \mathrm{m/s}$，质点 Q 的平衡位置坐标为(12 m,0)(图中未画出)。请写出以 $t=1.05\ \mathrm{s}$ 时刻为新的计时起点的质点 Q 的振动方程。

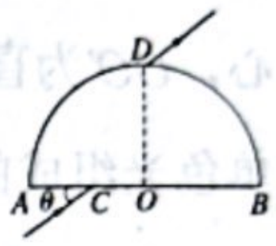
物理　第六周寒假作业（2月24日——2月28日）

教师寄语：

实验虽简，折射反射可明光学至理；探究入微，重力压力能悟力学深机。——高二物理组全体教师

专题25　光的折射　全反射

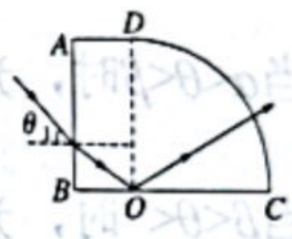
1. (2023·湖南省九校联考)如图所示为半圆形玻璃砖，O为圆心，AB是水平直径，C为AO中点，一束单色光斜射到C点，逐渐改变入射方向，当入射光与AB面夹角为θ时，折射光线从圆弧的最高点D点射出，则玻璃砖对该单色光的折射率为(　　)



A. $3\cos\theta$　　B. $2\cos\theta$

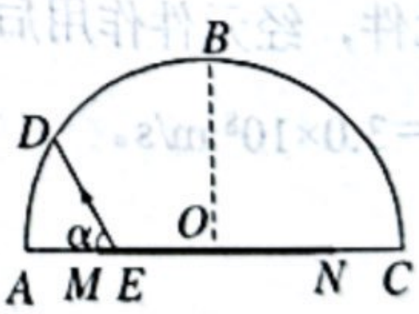
C. $5\cos\theta$　　D. $6\cos\theta$

2. (2024·重庆市巴蜀中学月考)图示为用玻璃做成的一块棱镜的截面图，其中$ABOD$是矩形，OCD是半径为R的四分之一圆弧，圆心为O。一条光线从AB面上的某点入射，入射角$\theta_1=45°$，它进入棱镜后恰好在BC面上的O点发生全反射，光路图如图所示，则棱镜对该光线的折射率为(　　)



A. $\frac{\sqrt{6}}{2}$　B. $\sqrt{3}$　C. $\sqrt{2}$　D. $\frac{\sqrt{7}}{2}$

3. (多选)(2023·湖南岳阳市模拟)一种发光装置是由半径为R的半球体透明介质和发光管芯组成的，管芯发光部分MN是一个圆心与半球体介质球心O重合的圆面。其纵截面如图所示，$OB\perp AC$，MN上的E点发出的一条光线经D点的折射光线平行OB，已知$\alpha=60°$，圆弧AD长$\frac{\pi R}{6}$，则下列说法正确的是(　　)



A. 该透明介质折射率为$\sqrt{3}$

B. 沿EB方向的光线从半球面射出时的折射角是$45°$

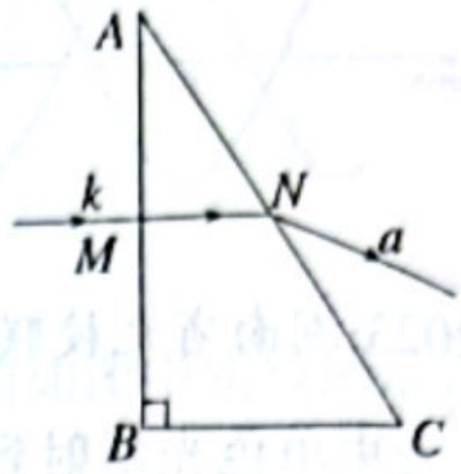
C. 为使从管芯射向半球面上的所有光线都不会发生全反射，MN的半径要小于$\frac{\sqrt{3}}{3}R$

D. 不论发光管芯的半径多大，总会有部分光线到达球面时发生全反射现象

4. (2023·山西阳泉市模拟)水底某处有个红色的点光源，在水面上形成的红色的圆形光亮区域的面积为S_1，若把该处的红色点光源换成蓝色点光源，其他条件不变，则在水面上形成的蓝色的圆形光亮区域的面积为S_2，已知水对红、蓝两种光的折射率分别为n_1和n_2，则$\frac{S_1}{S_2}$等于

A. $\frac{n_1}{n_2}$　B. $\frac{n_2^2}{n_1^2}$　C. $\frac{n_2^2-1}{n_1^2-1}$　D. $\frac{n_2^2+1}{n_1^2+1}$

5.(多选)如图所示，直角三角形 ABC 为一棱镜的横截面，$\angle B=90°$，$\angle C=53°$，M 点为 AB 边的中点。复色光 k 由 a、b 两种单色光混合而成，k 由 M 点平行于底边 BC 射入棱镜。仅有 a 光从 AC 上的 N 点射出，在 BC 下侧 P 点(图中未画出)检测到 b 光。取 $\sin 53°=0.8$，$\cos 53°=0.6$。则(　　)



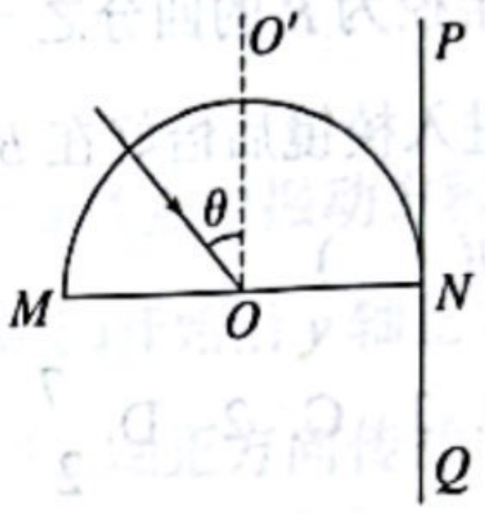
A. 该棱镜对 b 光的折射率为 $\frac{5}{3}$

B. 在 BC 边下方射出的 b 光的右侧，可检测到 a 光

C. 若 k 光经 M 点斜向下入射，则 a 光可能在界面 AC 上发生全反射

D. 由 M 点至 N 点，a 光所用的时间小于 b 光所用的时间

6.(2023·广东省清中、河中、北中、惠中联考)固定的半圆形玻璃砖的横截面如图所示，O 点为圆心，OO'为直径 MN 的垂线。足够大的光屏 PQ 紧靠玻璃砖右侧且垂直于 MN。由 A、B 两种单色光组成的一束光沿半径方向射向 O 点，入射光线与 OO'夹角 θ 较小时，光屏 NQ 区域出现两个光斑，逐渐增大 θ 角，当 $\theta=\alpha$ 时，光屏 NQ 区域 A 光的光斑消失，继续增大 θ 角，当 $\theta=\beta$ 时，光屏 NQ 区域 B 光的光斑消失，则(　　)



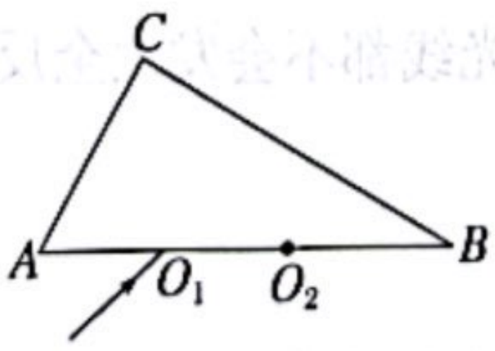
A. 玻璃砖对 A 光的折射率比对 B 光的小

B. A 光在该玻璃砖中传播速度比 B 光的大

C. 当 $\alpha<\theta<\beta$ 时，光屏上只有 1 个光斑

D. 当 $\beta<\theta<\frac{\pi}{2}$ 时，光屏上只有 1 个光斑

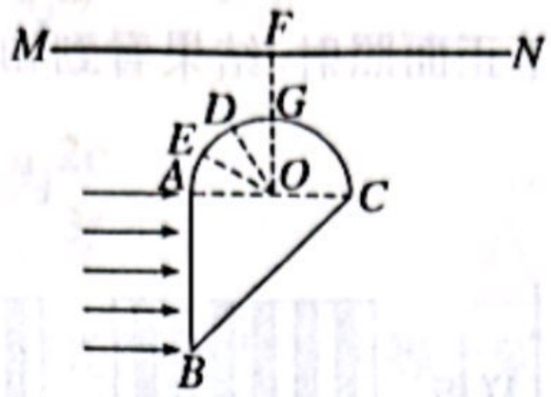
7.(2023·河南周口市联考)如图所示，直角△ABC 为由某种负折射率材料制成的光学元件的横截面，其中 $\angle A=60°$，O_1、O_2 为 AB 边的两个三等分点，且知 AC 边长 $L=3\ \ 3$ cm。所谓“负折射率材料”，即光从真空射到该材料界面发生折射时，入射光线和折射光线分布在法线同一侧，此时折射角取负值，其余光学规律不变。现有一束单色光，从 O_1 点以入射角 $i=60°$ 射入元件，经元件作用后从 AC 边射出，出射光线恰与入射光线平行，光在真空中的传播速度为 $c=3.0\times10^8$ m/s。



(1)求此光学元件对该光束的折射率 n；

(2)若保持入射角不变，将入射点平移至 O_2 点，请画出光束传播的光路图并求出光束在元件中的传播时间。

8. (2023·湖南省阶段练习)如图所示，一玻璃砖的截面由半圆柱和等腰直角三角形柱 ABC 组成，AC 是半圆的直径，O 点为圆心，AC 长为 $2R$，光屏 MN 距圆心 O 的距离为 $3R$。一束与 AB 等宽的平行光垂直 AB 面射入玻璃砖，发现从半圆弧上 D 点出射的光线恰好落在光屏上的 F 点，FO 连线沿半圆的半径方向且垂直于 AC，OD 与 OF 夹角为 30°(忽略未发生全反射光线的二次反射)，光在真空中的传播速度为 c。

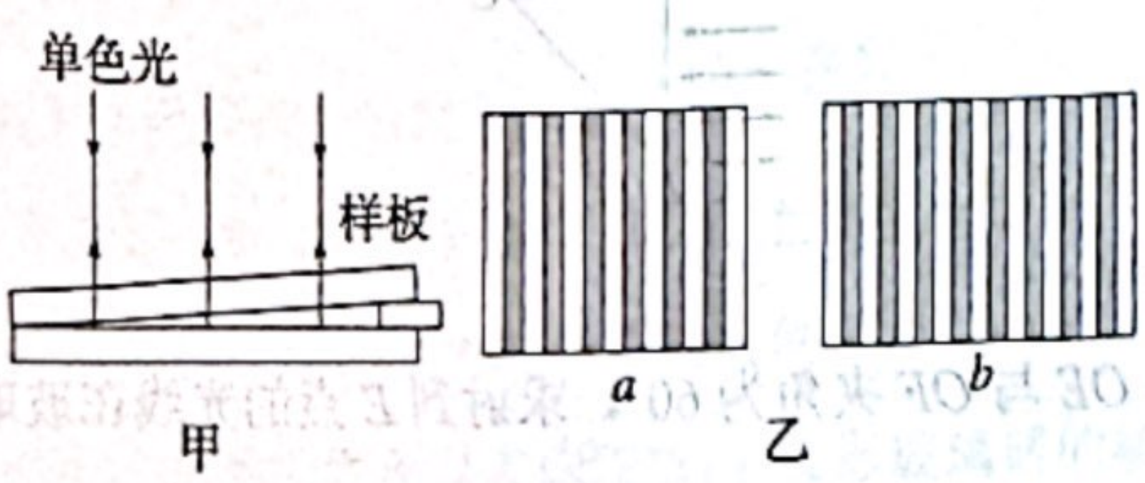


(1)求该玻璃砖的折射率；

(2)半圆弧上有一点 E，OE 与 OF 夹角为 60°，求射到 E 点的光线在玻璃砖中的传播时间。

专题 26　光的干涉、衍射和偏振现象

1. (2023·河南省统考阶段练习)在判断工件表面的几何形状与设计需求是否存有微小差异时，检测人员可用一个精度很高的平面玻璃板(样板)，放在被检查工件上面，在样板的一端垫一个薄片，使样板的平面与工件平面之间形成一个楔形空气薄膜，如图甲所示。现用两种颜色不同的平行单色光 a、b 分别从上向下正面照射，结果看到如图乙所示的两种明暗相间的条纹，下列说法正确的是(　　)



A. 该测量原理是光的衍射现象，出现了等单色光间距且平行的明暗相间的条纹，则证明工件的表面是平整的

B. 通过对图乙条纹进行分析可知单色光 a、b 在空气薄膜中的波长之比约为 3∶4

C. 若用单色光 a 照射某金属不发生光电效应，换用单色光 b 照射该金属可能会发生光电效应

D. 单色光 a、b 分别通过同一装置进行双缝干涉实验时，单色光 a 形成的相邻亮条纹间距比单色光 b 小

2. (2023·重庆卷·5)某实验小组利用双缝干涉实验装置分别观察 a、b 两单色光的干涉条纹，发现在相同的条件下光屏上 a 光相邻两亮条纹的间距比 b 光的小。他们又将 a、b 光以相同的入射角由水斜射入空气，发现 a 光的折射角比 b 光的大，则(　　)

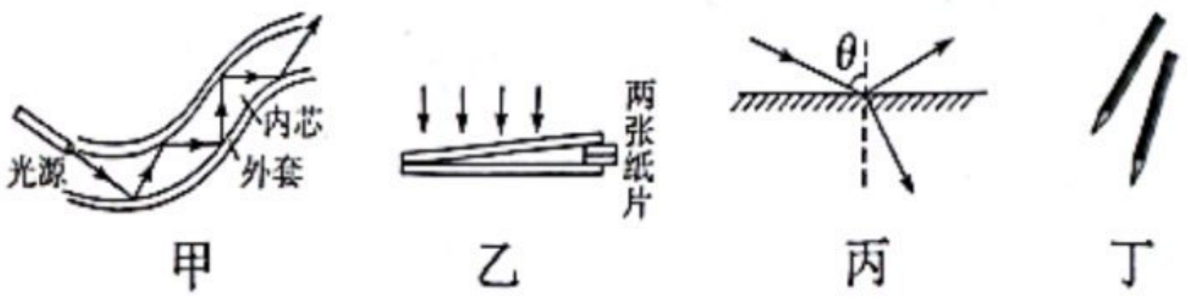
A. 在空气中传播时，a 光的波长比 b 光的大

B. 在水中传播时，a 光的速度比 b 光的大

C. 在水中传播时，a 光的频率比 b 光的小

D. 由水射向空气时，a 光的全反射临界角比 b 光的小

3. (多选)(2023·浙江省校联考期中)以下光学现象正确的是(　　)



A. 如图甲，光导纤维中内芯的折射率大于外套

B. 如图乙，抽去一张纸片，劈尖干涉的条纹间距变小

C. 如图丙，太阳的反射光中振动方向垂直入射面的光较强

D. 如图丁，用两根铅笔之间的缝隙观察衍射条纹，缝隙越窄，观察到的中央衍射条纹越宽

4. (多选)(2024·河南省校联考开学考试)登山运动员在登雪山时要注意防止紫外线的过度照射，

尤其是眼睛更不能长时间被紫外线照射，否则将会严重地损伤视力。设计师利用薄膜干涉的原理在眼镜的表面涂上“增反膜”，设计出了一种能大大减小紫外线对眼睛伤害的眼镜。已知选用的“增反膜”材料的折射率为$\frac{3}{2}$，真空中的光速为c，紫外线在真空中的频率为f，下列说法正确的是(　　)

A．紫外线进入“增反膜”后的频率为$\frac{2f}{3}$

B．紫外线进入“增反膜”后的波长为$\frac{2c}{3f}$

C．从“增反膜”前后两个表面反射的光的光程差应等于紫外线在“增反膜”中波长的$\frac{1}{2}$

D．“增反膜”的厚度最好为紫外线在“增反膜”中波长的$\frac{1}{2}$

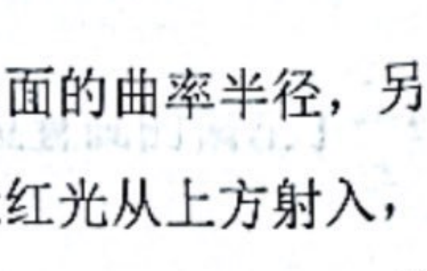
5. 如图所示，将两块平面镜边缘对齐，之后分别倾斜微小的角度θ，在右侧有一竖直光屏，单色光源S刚好位于两平面镜夹角的角平分线上，D为半圆形遮光板，使光源S发出的光不能直接照射到光屏上。用光源S照射平面镜，在光屏上会出现明暗相间的条纹，则下列说法正确的是(　　)

A．光屏上出现的条纹是光线衍射的结果

B．若增大入射光的频率，屏上条纹间距减小

C．把光屏向右移，屏上条纹间距减小

D．把光源S向右移，屏上条纹间距增大



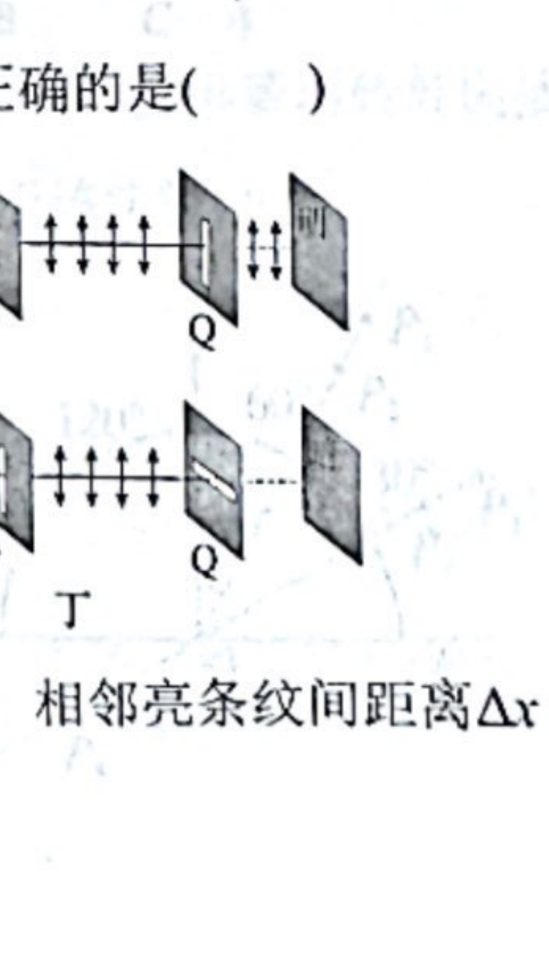
6. (多选)平凸透镜其中一个表面是个球面，球面的半径叫作这个曲面的曲率半径，另一个表面是平面。如图甲所示，把一块平凸透镜压在一块平面玻璃上，让红光从上方射入，从上方观察平凸透镜，可以观察到图乙所示明暗相间的圆环状条纹，这就是牛顿环。以下说法正确的是(　　)

A．圆环状条纹是由凸透镜的上、下表面反射光干涉形成的

B．若仅改用绿光照射，则各处条纹间距将变窄

C．若仅换用曲率半径更大的平凸透镜，则各处条纹间距将变宽

D．若仅改用白光照射，则看到的是黑白相间的圆环状条纹



7. (2023·江苏南京市第二十九中学月考)下列关于光学现象的说法正确的是(　　)

A．图甲是双缝干涉示意图，若只增大两个狭缝S_1、S_2间的距离d，相邻亮条纹间距离Δx将

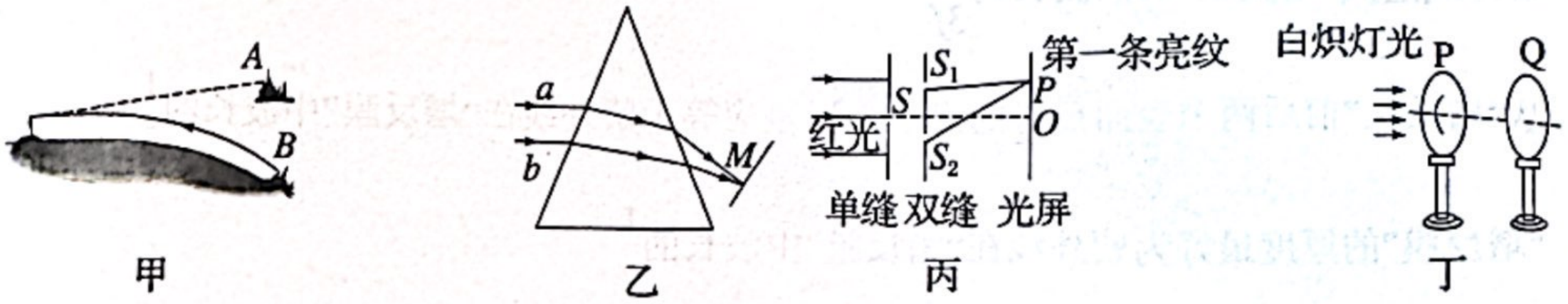
减小

B．图乙是单色光单缝衍射实验现象，若在狭缝宽度相同情况下，上图对应光的波长较短

C．图丙是用干涉法检测工件表面平整程度时得到的干涉图样，弯曲的干涉条纹说明被检测的平面在此处是凹下的

D．图丁中的 P、Q 是偏振片，当 P 固定不动，缓慢转动 Q 时，光屏上的光亮度将一明一暗交替变化，此现象表明光波是纵波

8．下列说法中正确的是(　　)



A．图甲是由于海面下层空气的折射率比上层空气的折射率小形成的，其中 A 是蜃楼

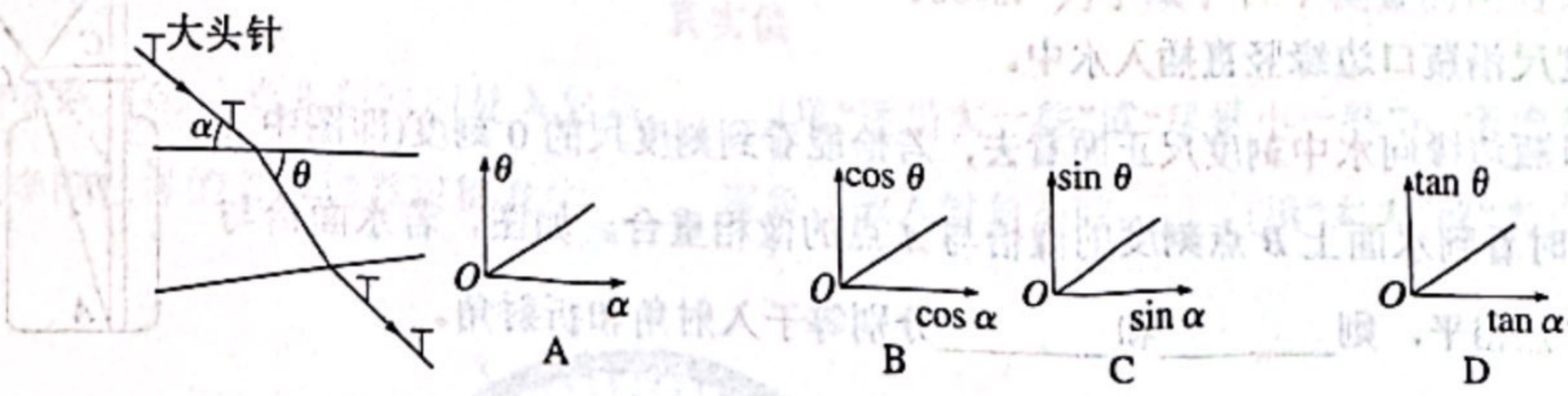
B．图乙中平行光 a、b 经过三棱镜后交于 M 点，则在棱镜中 a 光的速度比 b 光的速度大

C．图丙中仅将红光换成绿光，则 O 点上方第一条亮条纹的位置 P 点将下移

D．图丁中 P 是偏振片，Q 是光屏，白炽灯照射 P 时，缓慢转动 P，光屏 Q 上亮度发生变化，说明光波是横波

专题 26　实验：测量玻璃的折射率

1. (2023·福建宁德市一模)某同学做测定玻璃折射率的实验，用大头针按正确操作后，作出图示光路并测出大头针相关角度α、θ。在用获得的多组数据α和θ作出的下列图像中，可能正确的是(　　)



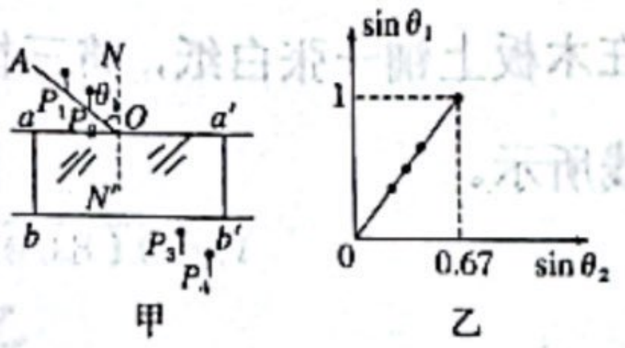
2. 某同学在做“测量玻璃的折射率”的实验时已经画好了部分图线，如图甲所示，并在入射光线 AO 上插上大头针 P_1、P_2，现需在玻璃砖下表面折射出的光线上插上 P_3 和 P_4 大头针，便能确定光在玻璃砖中的折射光线。

(1)确定 P_3 位置的方法正确的是_____；

A. 透过玻璃砖，P_3 挡住 P_2 的像

B. 先插上 P_4 大头针，在靠近玻璃砖一侧 P_3 挡住 P_4 的位置

C. 透过玻璃砖观察，使 P_3 挡住 P_1、P_2 的像



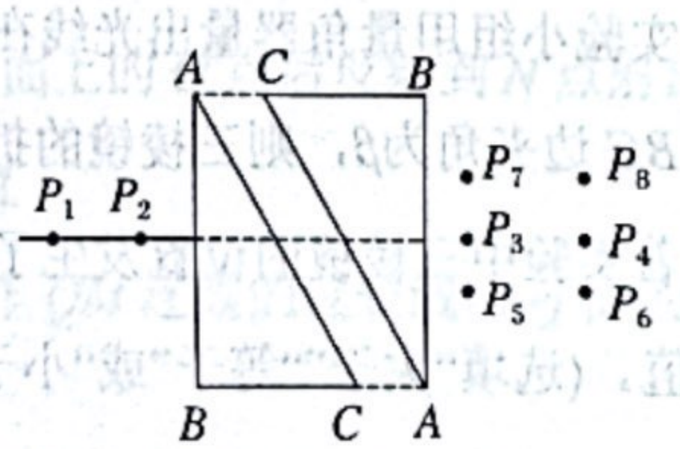
(2)作出光线在玻璃砖中和出射后光线的光路图，并标出玻璃砖中光线的折射角θ_2；

(3)经过多次测量作出 $\sin\theta_1-\sin\theta_2$ 的图像如图乙，玻璃砖的折射率为_____；(保留三位有效数字)

(4)若该同学在确定 P_4 位置时，被旁边同学碰了一下，不小心把 P_4 位置画的偏左了一些，则测出来的折射率_____；(选填“偏大”“偏小”或“不变”)

(5)该同学突发其想用两块同样的玻璃直角棱镜 ABC 来做实验，两者的 AC 面是平行放置的，大头针 P_1、P_2 的连线垂直于 AB 面，若操作无误，则在图中右边的大头针应该是_____。

A. P_3、P_6　B. P_3、P_8　C. P_5、P_6　D. P_7、P_8



3. 如图所示为某同学利用插针法测量半圆形玻璃砖折射率的实验，在一半圆形玻璃砖外面插上 P_1、P_2、P_3、P_4 四枚大头针时，P_3、P_4 恰可挡住 P_1、P_2 的像，关于该实验，

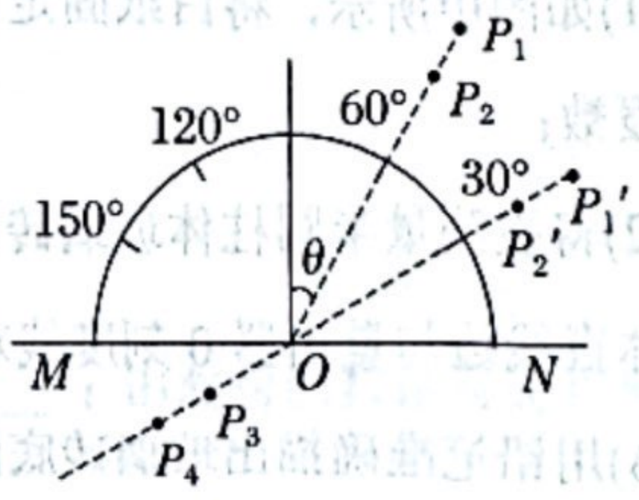
(1)以下说法正确的是_____。

A. P_1、P_2 及 P_3、P_4 之间的距离适当大些，可以提高准确度

B. P_1、P_2 及 P_3、P_4 之间的距离适当小些，可以提高准确度

C. 入射角θ适当大些，可以提高准确度

D. P_1、P_2 的间距及入射角的大小均与实验的准确度无关



(2)该玻璃砖的折射率 n=_____。另一同学将大头针插在 P_1'和 P_2'位置时，沿着 P_3、P_4的方向看不到大头针的像，其原因可能是_____。

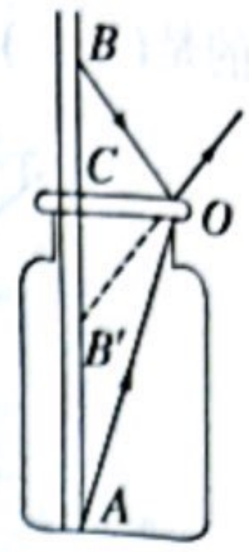
4. 如图所示，一个学生用广口瓶和刻度尺测定水的折射率，请填写下述实验步骤。

(1)用刻度尺测出广口瓶瓶口内径 d。

(2)在瓶内装满水。

(3)将刻度尺沿瓶口边缘竖直插入水中。

(4)沿广口瓶边缘向水中刻度尺正面看去，若恰能看到刻度尺的 0 刻度(即图中 A 点)，同时看到水面上 B 点刻度的像恰与 A 点的像相重合。如图，若水面恰与直尺的 C 点相平，则_____和_____分别等于入射角和折射角。

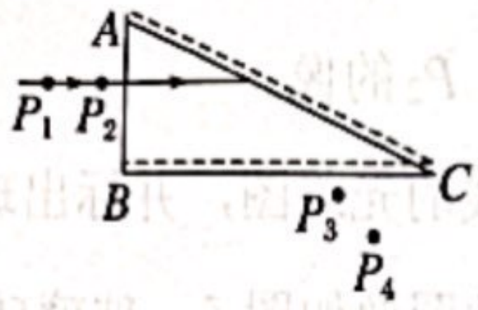


(5)读出_____和_____的长度。

(6)由题中所给条件和前面步骤得到的数据，可以计算水的折射率 n=_____。

5. (2024·安徽省宿松中学开学考试)实验室有一个直角三棱镜，物理小组的同学准备测量它的折射率，实验步骤如下：

①在木板上铺一张白纸，将三棱镜放在白纸上并用细线描出三棱镜的轮廓，如图中△ABC 的实线所示。



②在垂直于 AB 的方向上插上两枚大头针 P_1 和 P_2，在棱镜的 BC 侧透过三棱镜观察两个大头针，当 P_1 的像恰好被 P_2 的像挡住时，插上大头针 P_3，使 P_3 挡住 P_1、P_2 的像，再插上大头针 P_4，使 P_4 挡住 P_3 和 P_1、P_2 的像，移去三棱镜和大头针，大头针在纸上的位置如图所示。请帮他们完成下列实验内容：

(1)将实验需要的光路图补充完整。

(2)实验小组用量角器量出光线在 BC 界面发生折射时，入射光线与 BC 边夹角为α、折射光线与 BC 边夹角为β，则三棱镜的折射率 n=_____。

(3)若实验中三棱镜的位置发生了微小的平移，如图中虚线所示，则测得的折射率_____真实值。(选填“大于”“等于”或“小于”)

6. (2023·广东省校联考)某小组开展研究性学习，欲根据光学知识，测量一半圆柱体玻璃砖的折射率。具体步骤如下：

(1)如图甲所示，将白纸固定在水平桌面上，两个量角器作一同心圆 O，并标上相应的刻度和度数；

(2)将被测量半圆柱体玻璃砖垂直放在白纸上，半圆柱体的圆心和同心圆的圆心对齐，半圆柱体直线边与量角器 0 刻度线对齐；

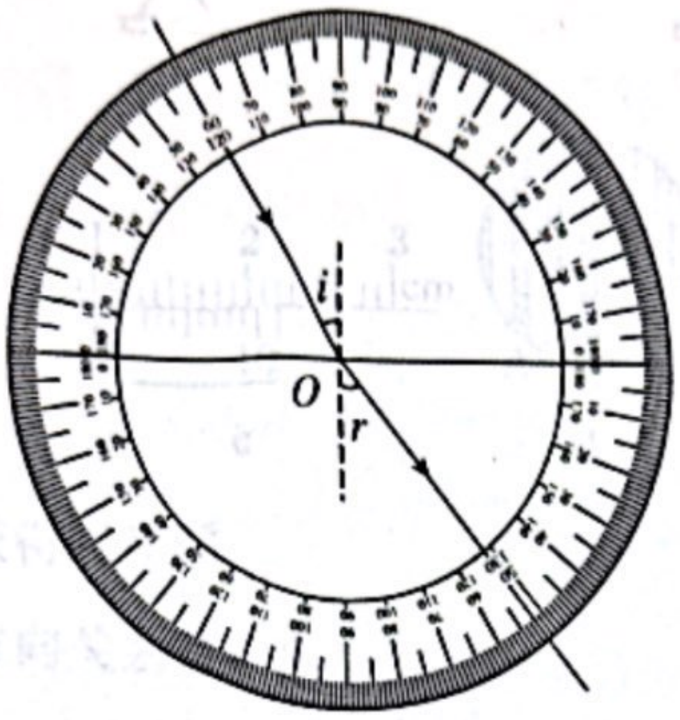
(3)用铅笔准确描出玻璃砖底面圆的轮廓。

扫描全能王
3亿人都在用的扫描App

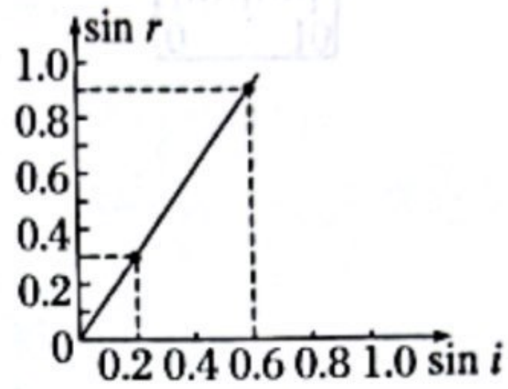
(4)用激光笔发出细束激光，对准半圆柱体的圆心沿半径方向入射，分别准确记录入射角 i 和折射角 r，图甲中对应的入射角 i=_____和折射角 r=_____。

(5)改变入射角，再次记下入射角 i 和折射角 r，根据多次测量数值，作出 $\sin r-\sin i$ 图像如图乙所示，则玻璃砖的折射率为 n=_____(结果保留两位有效数字)。

(6)根据相对误差的计算式为 $\delta=\frac{\text{测量值}-\text{真实值}}{\text{真实值}}\times 100\%$，为了减小 i、r 测量的相对误差，实验中激光在 O 点入射时应使入射角_____(填“适当大一些”或“尽量小一些”)，考虑到入射光在半圆柱体的直线边界可能发生_____现象，故入射角不能_____(填“太大”或“太小”)。



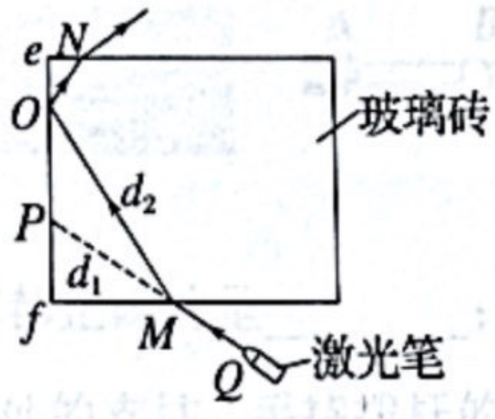
甲



乙

7. (2023·广东卷·11)某同学用激光笔和透明长方体玻璃砖测量玻璃的折射率，实验过程如下：

(1)将玻璃砖平放在水平桌面上的白纸上，用大头针在白纸上标记玻璃砖的边界

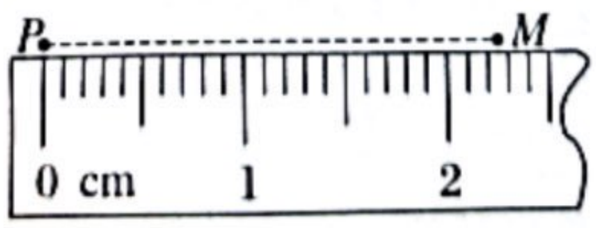


(a)

(2)①激光笔发出的激光从玻璃砖上的 M 点水平入射，到达 ef 面上的 O 点后反射到 N 点射出。用大头针在白纸上标记 O 点、M 点和激光笔出光孔 Q 的位置

②移走玻璃砖，在白纸上描绘玻璃砖的边界和激光的光路，作 QM 连线的延长线与 ef 面的边界交于 P 点，如图(a)所示

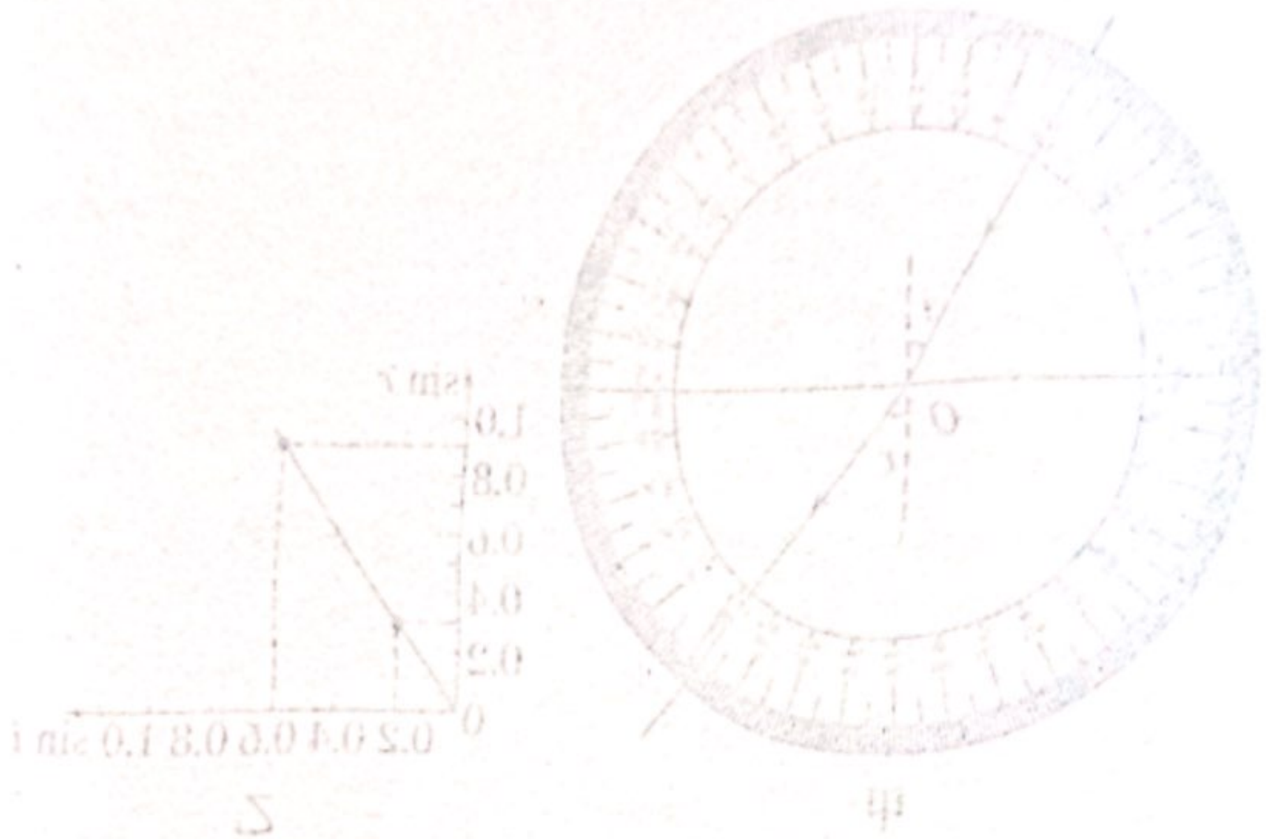
③用刻度尺测量 PM 和 OM 的长度 d_1 和 d_2。PM 的示数如图(b)所示，d_1 为_____ cm。测得 d_2 为 3.40 cm



(b)

(3)利用所测量的物理量，写出玻璃砖折射率的表达式 n=_____；由测得的数据可得折射率 n 为_____(结果保留 3 位有效数字)

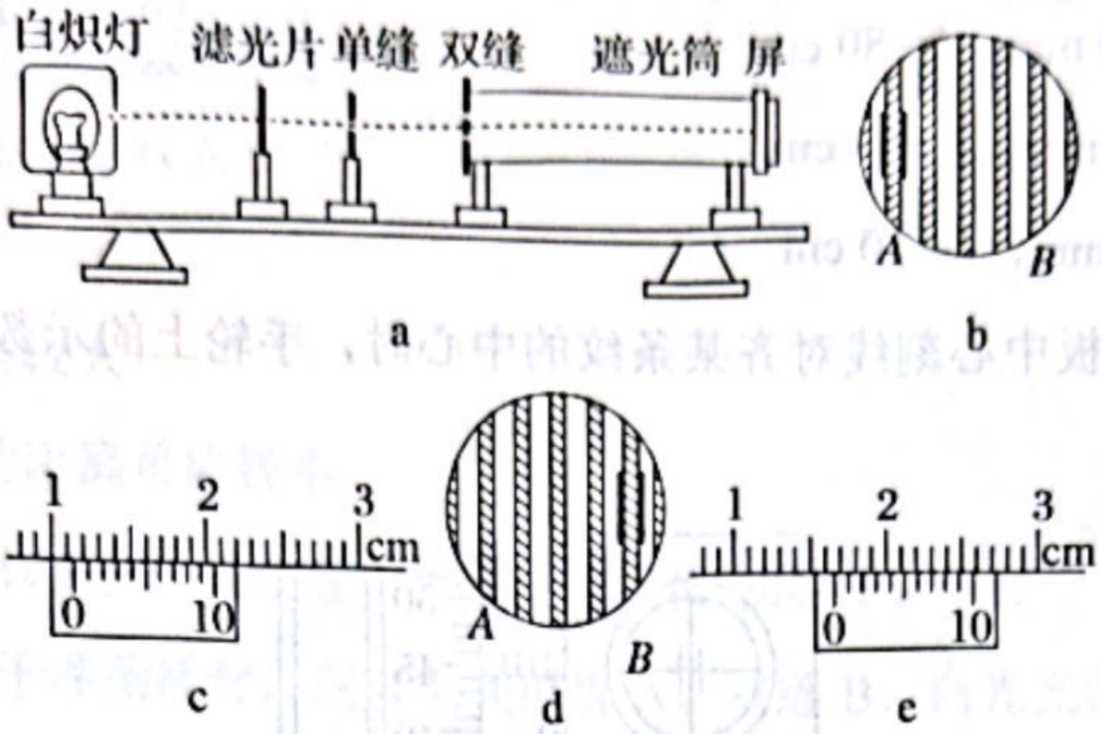
(4)相对误差的计算式为$\delta=\frac{\text{测量值}-\text{真实值}}{\text{真实值}}\times100\%$。为了减小$d_1$、$d_2$测量的相对误差，实验中激光在$M$点入射时应尽量使入射角_____。





专题 27　实验：用双缝干涉测量光的波长

1. (2023·山东济南市莱芜第一中学期中)如图所示，是利用双缝干涉仪测量单色光波长的实验装置示意图。某同学在做该实验时，第一次分划板中心刻度对齐 A 条纹中心时(图 b)，游标卡尺的示数如图 c 所示。第二次分划板中心刻度对齐 B 条纹中心时(图 d)，游标卡尺的示数如图 e 所示，已知双缝间距为 0.5 mm，从双缝到屏的距离为 1 m。则(　　)



A. 双缝的作用是获得线光源

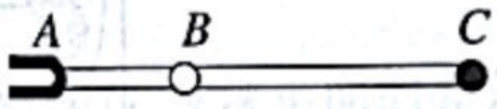
B. 单缝和双缝的方向关系是垂直

C. 图 e 游标卡尺的读数为 11.5 mm

D. 所测单色光波长为 6.5×10^{-7}m

2. (2023·江苏昆山市模拟)如图甲所示，为“用双缝干涉测量光的波长”的实验装置。


甲



乙

(1)如图乙为拨杆，下列安装和操作都正确的是_____；

A. 拨杆 A 处 Y 形叉套在单缝所在处的支柱，手持拨杆的 C 端，通过左右拨动来调节 B 小孔套住的双缝

B. 拨杆 B 处小孔套在双缝所在处的支柱，手持拨杆的 C 端，通过手的左右拨动来调节 A 处 Y 形叉套住的单缝

C. 拨杆 B 处小孔套在双缝所在处的支柱，手持拨杆的 C 端，通过手的上下拨动来调节 A 处 Y 形叉套住的单缝

(2)若想增加从目镜中观察到的条纹个数，该同学可_____；

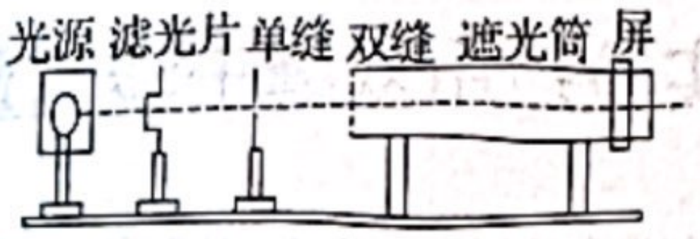
A. 将单缝向双缝靠近

B. 将屏向靠近双缝的方向移动

C. 将屏向远离双缝的方向移动

D. 使用两缝之间间距更小的双缝

3. (2023·福建漳州市质检)在“用双缝干涉测量光的波长”实验中，实验装置如图甲所示。



甲

(1)单缝宽度为 h，双缝间距为 d，双缝与屏距离为 l，当采取下列四组数据中的哪一组时，可能在光屏上观察到清晰可辨的干涉条纹_____。(填正确答案标号)

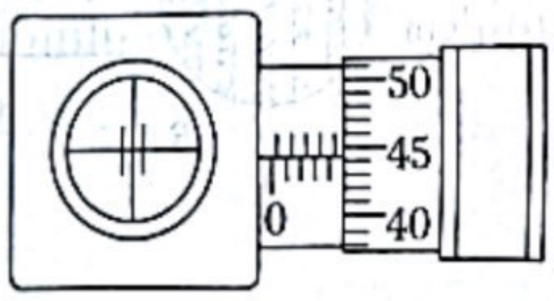
A．h=10 mm，d=0.2 mm，l=10 cm

B．h=10 mm，d=10 mm，l=80 cm

C．h=1 mm，d=0.2 mm，l=80 cm

D．h=1 mm，d=10 mm，l=10 cm

(2)当测量头中的分划板中心刻线对齐某条纹的中心时，手轮上的示数如图乙所示，读数为_____ mm。



乙

(3)如果测量头中的分划板中心刻线与干涉条纹不在同一方向上，如图丙所示。则在这种情况下波长的测量值_____(填“大于”“小于”或“等于”)实际值。


丙

4．小沈同学进行“用双缝干涉测量光的波长”的实验，

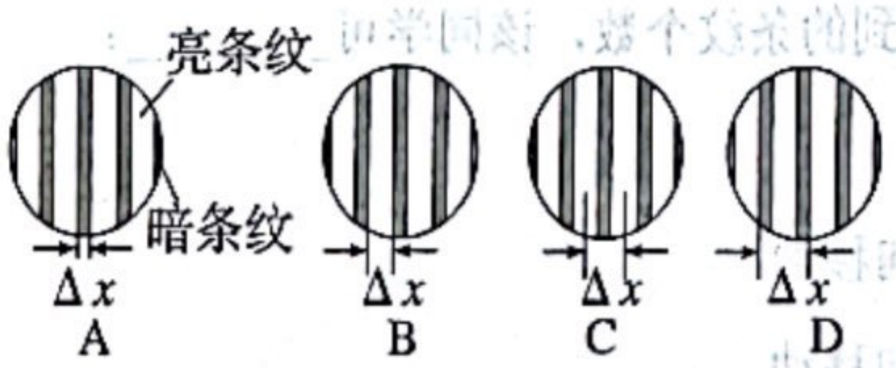
(1)某次观察时，透过测量头观察到了绿光的干涉条纹，但条纹的亮度很低，为了便于测量，下列方法能够使条纹亮度增加的是_____。

A．增加光源的功率

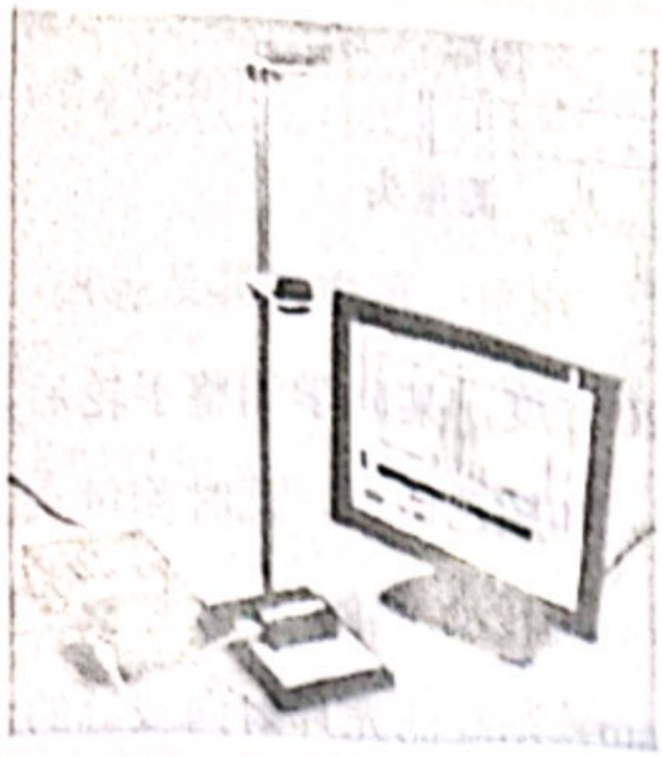
B．将毛玻璃换成透明玻璃

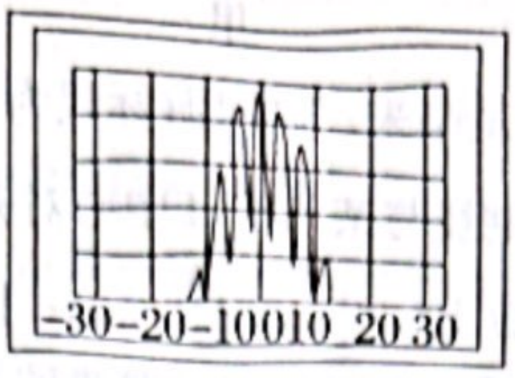
C．调节测量头的位置

(2)下列图示中条纹间距表示正确的是_____。

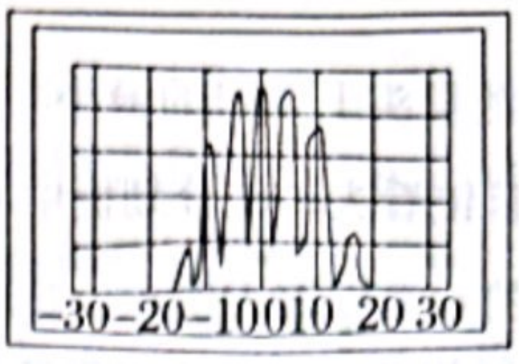


(3)如图所示是小沈同学又参考课本上“用光传感器做双缝干涉的实验”进行实验，图甲、乙分别对应的是第一、二次实验得到的干涉图线。比较甲、乙两图线可判断，第一次实验中_____。





甲



乙

A. 单缝与双缝的间距一定较大

B. 光强度较小

C. 光源到双缝的距离较大

D. 双缝到光传感器的距离可能较小

5. (2024·浙江金华市校考)在“用双缝干涉测光的波长”实验中，

(1)在观察某单色光的干涉图样时，现有毛玻璃屏 A、双缝 B、白光光源 C、滤光片 D、单缝 E 等光学元件，如图甲所示将白光光源 C 放在光具座最右端，依次放置其他光学元件，由右至左，表示各光学元件的字母排列顺序应为 C、_____、_____、_____、A。



甲



乙

(2)一同学通过测量头的目镜观察单色光的干涉图样时，发现里面的亮条纹与分划板中心刻线未对齐，如图乙所示，若要使两者对齐，该同学应如何调节_____。

A. 仅左右转动透镜　　B. 仅旋转单缝

C. 仅旋转双缝　　D. 仅旋转测量头

(3)实验中，用测量头得到某次读数为 $x=1.310$ mm，则此测量数据是选用了测量头_____(选填“游标卡尺”或“螺旋测微器”)测量得到的。

(4)为了使测得单色光的条纹间距增大，在其他条件不变情况下，以下做法合适的是_____。

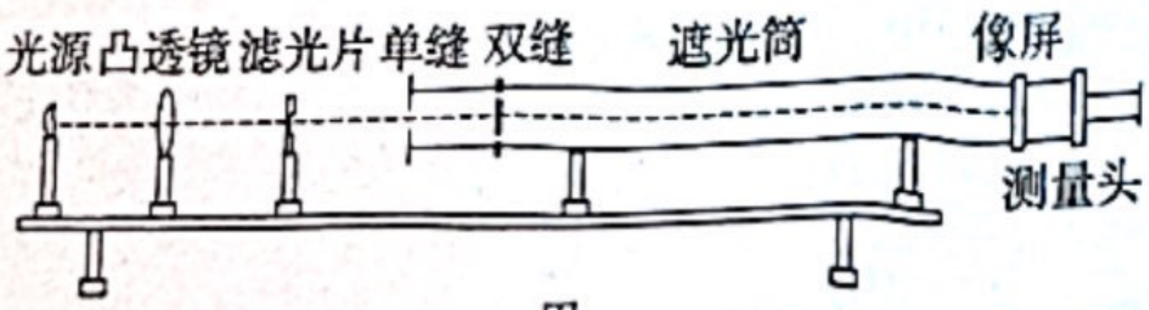
A.增大单缝与双缝间距

B. 增大双缝与毛玻璃屏间距

C. 增大两双缝间距离

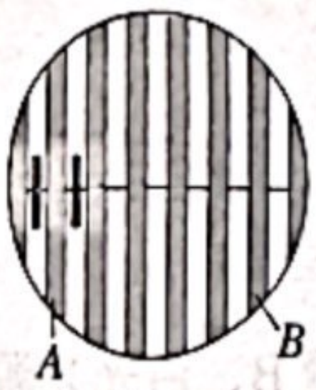
D. 增强光源亮度

6. (2023·广东梅州市模拟)如图甲所示，在“用双缝干涉测光的波长”实验中，将实验仪器按要求安装在光具座上，并选用双缝间距 $d=0.20$ mm 的双缝屏。从仪器注明的规格可知，像屏与双缝屏间的距离 $L=700$ mm。然后，接通电源使光源正常工作。

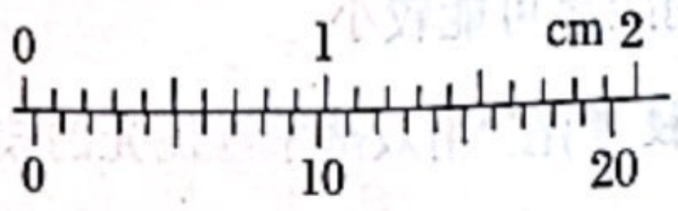


甲

(1)已知测量头上主尺的最小刻度是毫米，副尺游标尺为 20 分度，某同学调整手轮后，从测量头的目镜看去，使分划板中心刻线与某条纹 A 中心对齐，如图乙所示，此时测量头上主尺和副尺的示数如图丙所示，此示数为_____ mm；接着再转动手轮，使分划板中心刻线与某条纹 B 中心对齐，测得 A、B 条纹间的距离 $x=8.40$ mm。则经滤光片射向双缝的色光的波长 $\lambda=$_____(用题目中所给字母写出表达式)，利用上述测量结果，经计算可得波长 $\lambda=$_____m(保留两位有效数字)。



乙



丙

(2)另一同学按实验装置安装好仪器后，观察到光的干涉现象效果很好，若他对实验装置进行了调整后，在像屏上仍能观察到清晰的条纹，且条纹数目有所增加，则该调整可能是_____

A. 仅增加光源与滤光片间的距离

B. 仅增加单缝与双缝间的距离

C. 仅将单缝与双缝的位置互换

D. 仅将红色滤光片换成绿色滤光片