

物理科试题

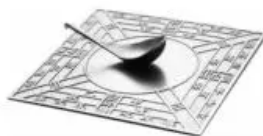
注意事项:

1. 本试卷满分 100 分,考试时间 75 分钟。
2. 答题前,考生务必将自己的姓名、准考证号等填写在答题卡的相应位置。
3. 全部答案在答题卡上完成,答在本试题卷上无效。
4. 回答选择题时,选出每小题答案后,用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。
5. 考试结束后,将本试题卷和答题卡一并交回。

一、单项选择题:本题共 7 小题,每小题 4 分,共 28 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

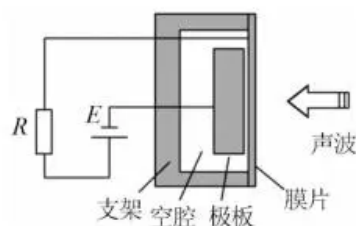
1. 指南针是我国古代四大发明之一,早期的指南针又叫司南。东汉学者王充在《论衡》中记载“司南之杓,投之于地,其柢指南”。“柢”即勺柄,如图所示。下列说法正确的是

- A. 司南周围不存在磁场,存在磁感线
- B. 司南勺柄的指向与勺子的磁极有关
- C. 司南静止时,勺柄指向地磁的南极
- D. 将勺子换成铜材质的,也会出现相同的现象



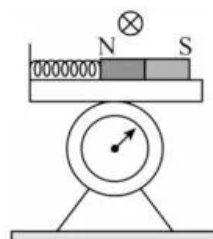
2. 电容传声器是一种依靠电容量变化而起换能作用的传声器,也是目前运用最广、性能较好的传声器之一。如图所示为某电容传声器结构示意图,当人对着传声器讲话,膜片会振动。若某次膜片振动时,膜片与极板间的距离增大,则在此过程中

- A. 膜片与极板间的电容增大
- B. 极板所带电荷量增大
- C. 膜片与极板间的电场强度减小
- D. 电阻 R 中有从下到上的电流通过

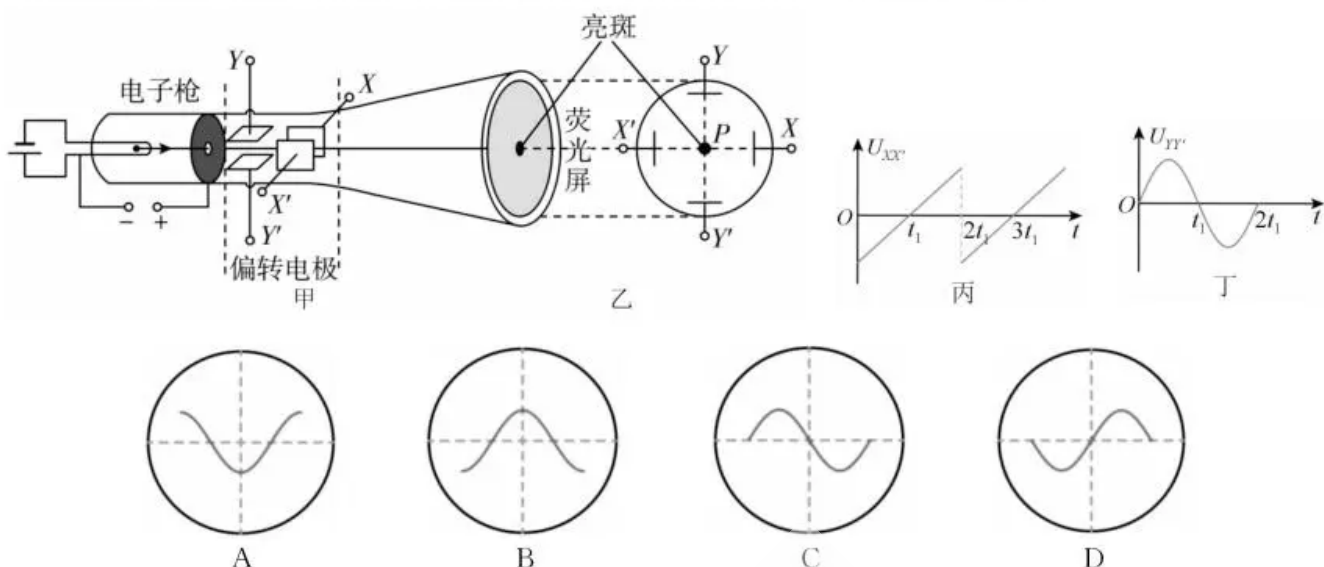


3. 如图所示,台秤上放一光滑平板,其左边固定一挡板,一轻质弹簧将挡板和一条形磁体连接起来,此时台秤读数为 F_1 。现在磁体上方中心偏左位置固定一通电导线,电流方向垂直纸面向里,当加上电流后,台秤读数为 F_2 ,则以下说法正确的是

- A. $F_1 = F_2$
- B. $F_1 < F_2$
- C. 弹簧长度将变短
- D. 弹簧长度将不变

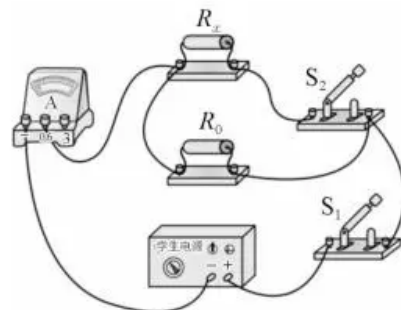


4. 示波器是一种电子仪器,可以用它观察电信号随时间变化的情况. 示波器的核心部件示波管由电子枪、偏转电极和荧光屏组成,其原理图如图甲所示. 如图乙是从右向左看到的荧光屏的平面图. 在偏转电极上都不加电压时,电子束将打在荧光屏的中心点;若亮点很快移动,由于视觉暂留效应,能在荧光屏上看到一条亮线. 若在 XX' 上加如图丙所示的扫描电压,在 YY' 上加如图丁所示的信号电压,则在示波管荧光屏上看到的图形是选项图中的



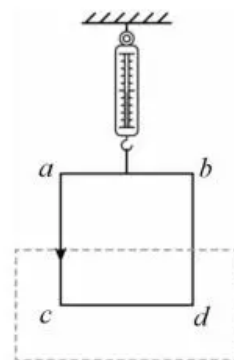
5. 如图所示是小明测量未知电阻 R_x 的实验电路,电源两端电压不变. 其中 R_0 为阻值已知的定值电阻,当只闭合开关 S_1 时,电流表的示数为 I_1 ;开关 S_1 、 S_2 都闭合时,电流表的示数为 I_2 . 则下列四个选项中, R_x 的表达式正确的是

- A. $R_x = \frac{I_2 - I_1}{I_2} R_0$
 B. $R_x = \frac{I_1}{I_2 - I_1} R_0$
 C. $R_x = \frac{I_2 R_0}{I_1}$
 D. $R_x = \frac{I_1 R_0}{I_2}$

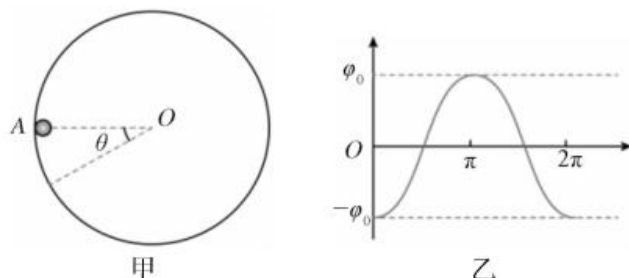


6. 如图所示,边长为 L 的正方形线框通过绝缘细线悬挂在竖直固定的弹簧测力计下端,虚线区域内存在垂直于纸面的匀强磁场(未画出). 当线框中未通过电流时,弹簧测力计示数为 F_1 ,线框中通有逆时针方向的电流 I 时,弹簧测力计示数为 F_2 , $F_1 > F_2$. 虚线区域内磁场的磁感应强度大小和方向分别为

- A. $\frac{F_2}{IL}$, 垂直于纸面向里
 B. $\frac{F_1 - F_2}{IL}$, 垂直于纸面向外
 C. $\frac{F_1 - F_2}{IL}$, 垂直于纸面向里
 D. $\frac{F_2}{IL}$, 垂直于纸面向外



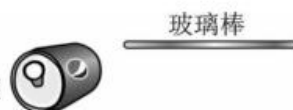
7. 如图甲所示, 竖直平面内固定一半径为 R 的光滑绝缘圆环, 圆环所在平面内存在水平方向的匀强电场, 环上 A 点与圆心 O 位于同一水平高度. 设圆环上的某点与 O 点的连线与 OA 连线的夹角为 θ , 其电势 φ 与 θ 的关系图像如图乙所示, $\varphi_0 = \frac{\sqrt{3}mgR}{3q}$. 初始时刻从圆环上 A 点无初速释放一电量为 $+q$ 、质量为 m 、可视为质点的小球, 重力加速度为 g , 则在小球以后的运动过程中, 下列说法正确的是



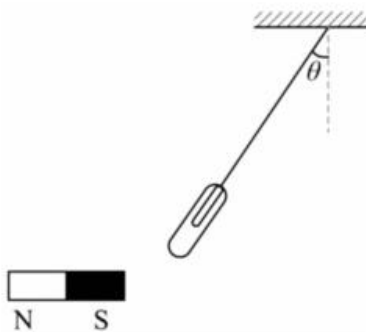
- A. 小球运动至 $\theta = \frac{\pi}{6}$ 的位置时, 速度最大
 B. 小球运动至 $\theta = \frac{\pi}{2}$ 的位置时, 动能最大
 C. 小球运动至 $\theta = \frac{2\pi}{3}$ 的位置时, 电势能最大
 D. 小球能做完整的圆周运动回到 A 点

二、多项选择题: 本题共 3 小题, 每小题 6 分, 共 18 分。每小题有多个选项符合要求。全部选对的得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有错选的得 0 分。

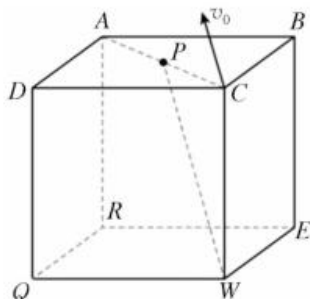
8. 如图所示, 绝缘水平面上放有不带电的空易拉罐, 用丝绸摩擦过的玻璃棒靠近空易拉罐, 在未接触的情况下, 可观察到空易拉罐会朝玻璃棒方向滚动, 关于这一现象, 下列说法正确的是
- A. 丝绸摩擦过的玻璃棒带正电, 摩擦后丝绸带负电
 B. 空易拉罐靠近玻璃棒的一侧带正电, 远离玻璃棒的一侧带负电
 C. 空易拉罐靠近玻璃棒的一侧得到电子, 远离玻璃棒的一侧失去电子
 D. 空易拉罐两侧感应电荷的代数和不为零



9. 如图所示, 质量为 m 的回形针系在细线下端被磁铁吸引保持静止, 此时细线与竖直方向的夹角为 θ , 则下列说法正确的是
- A. 回形针静止时受到的磁铁对它的磁力大小为 $mg \tan \theta$
 B. 回形针静止时受到的磁力方向不确定, 故无法判断磁力大小
 C. 现用点燃的火柴对回形针加热, 一段时间后发现回形针不被磁铁吸引了, 原因是回形针加热后, 分子电流排列无序了
 D. 现用点燃的火柴对回形针加热, 一段时间后发现回形针不被磁铁吸引了, 原因是回形针加热后, 分子电流消失了



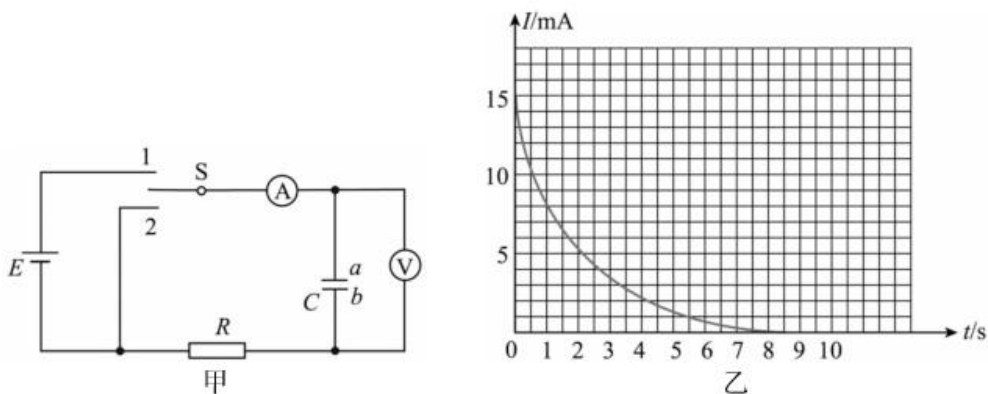
10. 如图所示, 空间中存在匀强电场 E , 场中有一正立方体空间区域, 其上表面为 $ABCD$, 下表面为 $QWER$, P 为 AC 连线中点, 立方体的边长为 $\sqrt{3}$ cm, 已知 B, D, W 三点的电势均为 1 V, C 点的电势为 2 V, 一粒子从 C 点沿着 WP 方向, 以速度 v_0 射入电场. 一段时间后粒子能经过 CA 连线上的 M 点 (M 点未标出), 不计粒子的重力, 三棱锥体积公式 $V = \frac{1}{3}Sh$, 下列判断正确的是



- A. A 点电势为 0
 B. 电场强度 E 大小为 100 V/m
 C. 粒子带负电
 D. v_0 不变, E 增大, 一段时间后粒子经过 CA 连线上的 N 点, 则经过 M 点和 N 点时的速度相同

三、非选择题: 本题共 5 小题, 共 54 分。

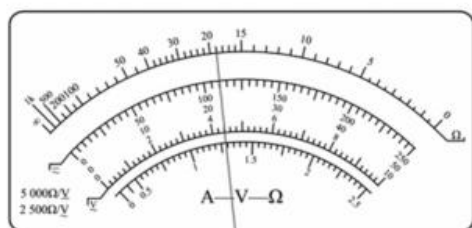
11. (5 分) 探究电容器充、放电过程, 设计了如图甲所示的实验电路. 器材如下: 电容器 C , 直流电源 E (输出电压 9 V), 电阻 R 阻值未知, A 为电流传感器, V 为电压传感器, 单刀双掷开关 S , 导线若干.



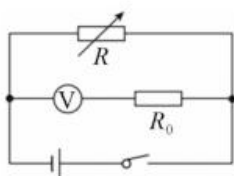
- (1) 下列说法正确的是 _____ (填标号);
 A. 电容器外壳铭牌上面标着“10 V”, 这表示该电容器的击穿电压为 10 V
 B. 电容器放电过程中, 储存的电场能转化为电路中的其他能量
 C. 电容器充电和放电过程中, 流过电阻 R 的电流方向相同
- (2) 如图甲所示, 电容器原来不带电, 单刀双掷开关接 1 瞬间, 传感器记录电流值为 $I_0 = 15$ mA, 则电阻 $R =$ _____ Ω ;
- (3) 电容器原来不带电, 充电过程 $I-t$ 曲线如图乙所示, 根据图像求出该电容器的电容 $C =$ _____ F (保留 2 位有效数字).

12. (9分) 新能源汽车使用的电源大多数由锂离子电池串联而成, 某物理实验小组想通过实验测量某个新型锂电池组的电动势和内阻, 具体进行了以下操作:

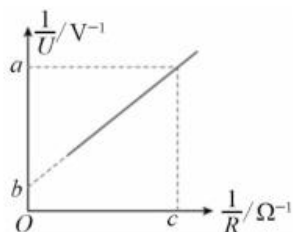
(1) 为完成本实验, 需要将实验室内量程较小的电压表串联一个定值电阻 R_0 改装成为大量程的电压表. 由于定值电阻 R_0 阻值未知, 该小组用多用电表的电阻挡测量其电阻, 选用“ $\times 100$ ”倍率的电阻挡测量, 发现多用电表指针偏转角度过小, 因此需选择 _____ (填“ $\times 10$ ”或“ $\times 1k$ ”) 倍率的电阻挡, 换挡后应重新 _____ 调零, 测量时多用电表的示数如图甲所示, 测量结果为 _____ Ω ;



甲



乙



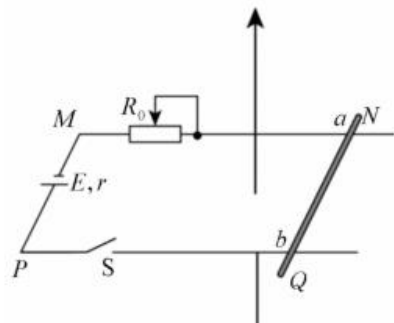
丙

(2) 现已知改装后的电压表量程扩大了 10 倍. 该小组设计了如图乙所示电路图进行实验, 正确进行操作, 利用记录的数据进行描点作图得到如图丙所示的 $\frac{1}{U} - \frac{1}{R}$ 的变化图像, 其中 U 为图乙中电压表的读数, R 为电阻箱的读数, 图中 $a=1.2$, $b=0.4$, $c=2.0$. 若忽略电压表分流带来的影响, 由以上条件可以测出电池组的电动势 $E =$ _____ V, 内阻 $r =$ _____ Ω (计算结果均保留两位有效数字);

(3) 若考虑电压表分流带来的影响, 则上述第(2)问中的测量值与真实值相比: 电池组电动势的测量值 _____ (填“偏大”、“偏小”或“无影响”), 内阻的测量值 _____ (填“偏大”、“偏小”或“无影响”).

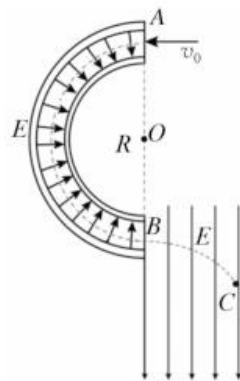
13. (12分) MN 、 PQ 为水平放置、间距为 1 m 的平行导轨, 接有如图所示的电路. 电源的电动势为 40 V, 内阻为 $r=1 \Omega$. 将导体棒 ab 静置于导轨上, 整个装置处在匀强磁场中, 磁感应强度大小为 $B=1 \text{ T}$, 方向竖直向上, 材质均匀导体棒质量为 $m=1 \text{ kg}$, 接入电路部分的阻值为 $R=4 \Omega$. 闭合开关 S , 调节滑动变阻器, 阻值为 R_x 时消耗的电功率最大. 此时导体棒恰好未滑动, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 且不计导轨的电阻 (g 取 10 m/s^2). 求:

- (1) 滑动变阻器接入电路中的电阻 R_x ;
- (2) 导轨对导体棒的动摩擦因数 μ .



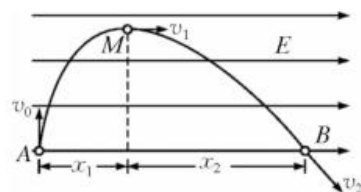
14. (13分) 如图所示, 带电粒子(不计重力)从 A 点以速度 v_0 进入辐射状的电场, 做半径为 R 的匀速圆周运动, 圆弧轨迹处的电场强度的大小处处为 E , 经过半个圆周运动粒子从 B 点射出辐射状的电场, 紧接着垂直进入电场强度为 E 的匀强电场, 然后到达 C 点, 已知粒子在 C 点的速度与在 B 点的速度之间的夹角为 60° . 求:

- (1) 粒子的比荷;
- (2) 粒子从 A 到 B 的运动时间;
- (3) B 、 C 两点间的电势差.



15. (15分) 在电场方向水平向右的匀强电场中, 一带电小球从 A 点竖直向上抛出, 其运动的轨迹如图所示. 小球运动轨迹上 A 、 B 两点在同一水平线上, M 为轨迹的最高点. 小球抛出时的动能为 12.0 J , 在 M 点的动能为 9.0 J , 不计空气的阻力. 求:

- (1) 小球水平位移 x_1 与 x_2 的比值;
- (2) 小球落到 B 点时的动能 E_{kB} ;
- (3) 小球从 A 点运动到 B 点的过程中最小动能 $E_{k\min}$.



参考答案、提示及评分细则

一、单项选择题:本题共 7 小题,每小题 4 分,共 28 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

题号	1	2	3	4	5	6	7
答案	B	C	C	C	B	C	C

二、多项选择题:本题共 3 小题,每小题 6 分,共 18 分。每小题有多个选项符合要求。全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有错选的得 0 分。

题号	8	9	10
答案	AC	BC	ABD

1.【答案】B

【难度】0.85

【知识点】磁现象、磁性和磁极、磁性材料、地磁场及其磁感线分布

【详解】磁体周围存在着磁场,但磁感线是为了形象描述磁场而假想的曲线,实际中并不存在,A 错误;司南是由青铜盘和天然磁体制成的磁勺组成,正是由于磁勺的磁场与地磁场的相互作用,才使得司南的勺口指向地理北极,而勺柄指向地理南极,因而司南勺柄的指向与勺子的磁极有关,B 正确;司南静止时,勺柄指向地理的南极,地磁的北极,C 错误;司南是由青铜盘和天然磁体制成的磁勺组成,而铜是非磁性物质,不会出现与磁性相关的现象,D 错误。

2.【答案】C

【难度】0.85

【知识点】平板电容器电容的决定式、电容器的动态分析(U 不变)

【详解】振动膜片振动时,膜片与极板距离增大,电容器两极板的距离增大,由公式 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 可知,电容减小,A 错误;由公式 $Q = CU$ 可知, U 不变的情况下,电容减小,电容器所带电荷量 Q 减少,B 错误;由公式 $E = \frac{U}{d}$,可知, U 不变,间距 d 增大,则场强 E 减小,C 正确;极板的带电量减少,电容器放电,则电阻 R 中有方向向下的电流通过,D 错误。

3.【答案】C

【难度】0.85

【知识点】胡克定律、通电导线在磁场中的作用力方向

【详解】初始时台秤读数 F_1 等于平板、挡板、弹簧、磁体的总重力 $G_{\text{总}}$ 。通电导线后,条形磁体在导线处的磁场方向斜向右上,电流垂直纸面向里,由左手定则知导线受安培力斜向右下,磁体受反作用力斜向左上,该力分解为竖直向上的分量 F_y 。磁体竖直方向支持力 $N = G_{\text{磁}} - F_y$,总压力减小,故 $F_1 > F_2$,A 错误,B 错误;磁体受反作用力的水平分量向左,磁体受向左的力,弹簧被压缩,故弹簧长度变短,C 正确,D 错误。

4.【答案】C

【难度】0.85

【知识点】根据示波器原理推断荧光屏上图像

【详解】因甲图 XX' 偏转电极接入的是锯齿形电压,即扫描电压,且周期与 YY' 偏转电压上加的是待显示的信号电压相同,所以在荧光屏上得到的信号在一个周期内的稳定图像。则显示的图像与 YY' 所载入的图像形状是一样的,如图 C 所示。选 C。

5.【答案】B

【难度】0.85

【知识点】计算电阻串联或并联时的电压、电流和电阻

【详解】当只闭合开关 S_1 时,电流表的示数为 I_1 ,此时只有 R_0 接入电路,可得 $U = I_1 R_0$,开关 S_1 、 S_2 都闭合时, R_0 与 R_x 并联,电流表的示数为 I_2 ,通过 R_x 的电流为 $I_x = I_2 - I_1$,则 $R_x = \frac{I_1}{I_2 - I_1} R_0$. 选 B

【点睛】根据闭合电路的欧姆定律以及并联电路的电流和电压的关系列式解答. 考查闭合电路的欧姆定律以及并联电路的电流和电压的关系,会根据题意进行准确分析解答.

6. **【答案】**C

【难度】0.85

【知识点】通电导线在磁场中的作用力方向、安培力的计算式及初步应用

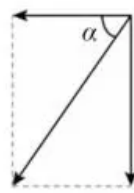
【详解】因为 $F_1 > F_2$,根据平衡条件可知,通电流后,线框受到竖直向上安培力,大小为 $F_A = F_1 - F_2$,则磁场的大小为 $B = \frac{F_A}{IL} = \frac{F_1 - F_2}{IL}$,线框下边 cd 中的电流方向为从 c 到 d ,根据左手定则可知,此时虚线区域内磁场的磁感应强度方向为垂直于纸面向里. 选 C.

7. **【答案】**C

【难度】0.75

【知识点】带电物体(计重力)在匀强电场中的圆周运动

【详解】由题意知匀强电场场强大小为 $E = \frac{2\varphi_0}{2R} = \frac{\sqrt{3}mg}{3q}$,方向水平向左,将电场力和重力合成一恒力 F ,如图所示,根据几何关系可得 $\tan \alpha = \frac{mg}{qE} = \sqrt{3}$, $\alpha = \frac{\pi}{3}$. 所以当 $\theta = \frac{\pi}{3}$ 时,小球过等效最低点,则速度及动能最大,AB 错误;根据对称性可知小球运动至 $\theta = \frac{2\pi}{3}$ 位置时,速度为 0,此时小球运动到最右端,此后小球将在圆环上往复运动,C 正确,D 错误.



8. **【答案】**AC

【难度】0.85

【知识点】电荷守恒定律、感应起电

【详解】丝绸摩擦过的玻璃棒带电是电荷的转移,丝绸带负电,A 正确;丝绸摩擦过的玻璃棒带正电,根据静电感应原理可知,空易拉罐靠近玻璃棒的一侧得到电子,远离玻璃棒的一侧失去电子,空易拉罐靠近玻璃棒的一侧带负电,远离玻璃棒的一侧带正电,B 错误,C 正确;根据电荷守恒定律可知,空易拉罐两侧感应电荷的代数和为零,D 错误.

9. **【答案】**BC

【难度】0.85

【知识点】安培分子电流假说、磁性和磁极、磁性材料

【详解】回形针静止时,受到重力、细线拉力和磁铁对它的磁力作用,由于受到的磁力方向不确定,所以无法判断磁力大小,A 错误,B 正确;现用点燃的火柴对回形针加热,过一会发现回形针不被磁铁吸引了,原因是回形针加热后,分子电流排列无序了,C 正确,D 错误.

10. **【答案】**ABD

【难度】0.75

【知识点】匀强电场中电势差与电场强度的关系、带电粒子在匀强电场中做类抛体运动的相关计算

【详解】已知 B 、 D 、 W 三点的电势均为 1 V,可知 B 、 D 、 W 三点所在平面为等势面,则 P 点电势为 1 V,根据 $\varphi_C - \varphi_P = \varphi_P - \varphi_A$,解得 A 点电势为 $\varphi_A = 0$,A 正确;从 C 点作 PW 的垂线交于 F ,根据几何关系可知 CF 垂直平面 BDW ,则场强方向由 C 指向 F ;根据几何关系可得 $PW = \sqrt{CP^2 + CW^2} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{6}}{2}\right)^2 + (\sqrt{3})^2} \text{ cm} =$

$\frac{3\sqrt{2}}{2} \text{ cm}$,根据 $CF \times PW = CP \times CW$,可得 $CF = \frac{CP \times CW}{PW} = \frac{\frac{\sqrt{6}}{2} \times \sqrt{3}}{\frac{3\sqrt{2}}{2}} \text{ cm} = 1 \text{ cm}$,则电场强度大小为 $E = \frac{U_{CF}}{CF}$

$= \frac{2-1}{1 \times 10^{-2}} \text{ V/m} = 100 \text{ V/m}$,B 正确;一粒子从 C 点沿着 WP 方向,以速度 v_0 射入电场.一段时间后粒子能经过 CA 连线上的 M 点(M 点未标出),可知粒子受到的电场力与场强方向相同,则粒子带正电,C 错误;由

于粒子从C点沿着WP方向,以速度 v_0 射入电场,可知粒子做类平抛运动,设 $\angle CPW=\alpha$,根据类平抛运动推论可知,粒子经过CA连线上时的速度方向与WP方向的夹角 θ ,满足 $\tan \theta=2 \tan \alpha$,粒子经过CA连线上时的速度大小为 $v=\frac{v_0}{\cos \theta}$, v_0 不变, E 增大,一段时间后粒子经过CA连线上的N点,由于 $\angle CPW=\alpha$ 不变,则 θ 不变,所以粒子经过M点和N点时的速度大小相等,方向相同,D正确。

三、非选择题:本题共5小题,共54分。

11. (1)B(1分) (2)600(2分) (3) 3.0×10^{-3} 或 3.1×10^{-3} (2分)

【详解】(1)该电容器正常工作的最大电压为10V,若大于10V,则可能被击穿,A错误;充电过程电流从右向左流经电阻R,放电过程电流从左向右流经电阻R,C错误;

(2)电阻 $R=\frac{E}{I_0}=\frac{9}{0.015} \Omega=600 \Omega$;

(3)因 $I-t$ 图像与坐标轴围成的面积等于电容器的带电量,可知 $Q=55 \times 10^{-3} \times 0.5 \text{ C}=2.75 \times 10^{-2} \text{ C}$,可得电容器的电容 $C=\frac{Q}{U}=\frac{2.75 \times 10^{-2}}{9} \text{ F}=3.1 \times 10^{-3} \text{ F}$ 。

12. (1) $\times 1\text{k}$ (1分) 欧姆(1分) 19 000(1分)
(2)25(2分) 1.0(2分)
(3)偏小(1分) 偏小(1分)

【难度】0.75

【知识点】灵敏电流计改装成电压表、用电压表和电阻箱测量电源的电动势和内阻

【详解】(2)根据电路规律可知 $10U=E-\frac{10U}{R}r$,变形可得图像方程 $\frac{1}{U}=\frac{10}{E}+\frac{10r}{E} \cdot \frac{1}{R}$,则 $b=\frac{10}{E}$,故 $E=25 \text{ V}$,且 $\frac{10r}{E}=\frac{a-b}{c}$,故 $r=1.0 \Omega$ 。

13. 【答案】(1)5 Ω (2) $\mu=0.4$

【难度】0.80

【知识点】最大输出功率、安培力的计算式及初步应用

解:(1)根据闭合电路欧姆定律,电路中的电流:

$$I=\frac{E}{R+r+R_x} \text{ (2分)}$$

滑动变阻器消耗的电功率:

$$p=I^2 R_x \text{ (2分)}$$

由上可得滑动变阻器消耗的电功率最大时

$$R_x=R+r \text{ (1分)}$$

解得 $R_x=5 \Omega$ (1分)

(2)根据安培力公式有:

$$F=BIL \text{ (2分)}$$

最大静摩擦力:

$$f=\mu F_N \text{ (2分)}$$

对导体棒受力分析:

$$F=f \text{ (1分)}$$

解得 $\mu=0.4$ (1分)

14. 【答案】(1) $\frac{v_0^2}{ER}$ (2) $\frac{\pi R}{v_0}$ (3) $\frac{3ER}{2}$

【难度】0.80

【知识点】带电粒子在匀强电场中做类抛体运动的相关计算、带电粒子在径向电场中的运动

解:(1)粒子在辐射状的电场中运动,辐射状的电场力提供粒子做匀速圆周运动的向

$$Eq=m \frac{v_0^2}{R} \text{ (2分)}$$

解得粒子的比荷为 $\frac{q}{m}=\frac{v_0^2}{ER}$ (2分)

(2)粒子在辐射状的电场中做匀速圆周运动的周期:

$$T = \frac{2\pi R}{v_0} \text{ (2分)}$$

由匀速圆周运动的规律可得粒子从A到B的运动时间为

$$t = \frac{1}{2} T \text{ (1分)}$$

$$\text{解得 } t = \frac{\pi R}{v_0} \text{ (1分)}$$

(3)粒子从B到C做类平抛运动,粒子在C点的速度与在B点的速度之间的夹角为 60° ,把粒子在C点的速度分别沿着电场线和垂直电场线分解,则有

$$\frac{v_0}{v} = \cos 60^\circ \text{ (2分)}$$

粒子从B到C,由动能定理可得

$$qU_{BC} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \text{ (2分)}$$

$$\text{解得 } U_{BC} = x = \frac{3ER}{2} \text{ (1分)}$$

15.【答案】(1)1:3 (2)48 J (3) $\frac{36}{7}$ J

【难度】

【知识点】

解:(1)如图所示,带电小球在水平方向上受电场力的作用做初速度为零的匀加速运动,竖直方向上只受重力作用做竖直上抛运动:

故从A到M和M到B的时间相等,则 $x_1 : x_2 = 1 : 3$ (3分)

(2)小球从A到M,水平方向上电场力做功 $W_{电} = 9 \text{ J}$ (2分)

则由能量守恒可知,小球运动到B点时的动能为

$$E_{kB} = E_{k0} + 4W_{电} \text{ (2分)}$$

$$\text{解得: } E_{kB} = 48 \text{ J (1分)}$$

(3)由于合运动与分运动具有等时性,设小球所受的电场力为 F ,重力为 G

$$\text{根据功能关系: } \begin{cases} F \cdot x_1 = 9 \text{ J} \\ G \cdot h = 12 \text{ J} \end{cases} \text{ (2分)}$$

小球从抛出到最高点过程中,水平和竖直方向匀变速运动

$$\begin{cases} \frac{1}{2} \cdot \frac{F^2}{m} t^2 = 9 \text{ J} \\ \frac{1}{2} \cdot \frac{G^2}{m} t^2 = 12 \text{ J} \end{cases} \text{ (2分)}$$

$$\frac{F}{G} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\text{由图可知, } \tan \theta = \frac{F}{G} = \frac{\sqrt{3}}{2}, \sin \theta = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{7}} \text{ (1分)}$$

则小球从A运动到B的过程中速度最小时速度一定与等效重力 G' 垂直,故

$$E_{k\min} = \frac{1}{2} m (v_0 \sin \theta)^2 \text{ (1分)}$$

$$\text{解得 } E_{k\min} = \frac{36}{7} \text{ J (1分)}$$

