



2023 北京北师大附中高三 12 月月考

物 理

(考试时间 90 分钟 满分 100 分)

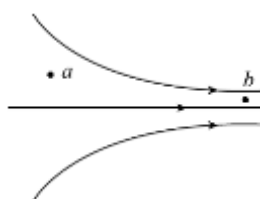
一、不定项选择题：本题共 18 小题，每小题 3 分，共 54 分，漏选得 2 分，错选不得分。

1. 物理关系式不仅反映了物理量之间的关系，也确定了单位间的关系。与磁感应强度的国际单位等效的有

- A. $\frac{N \cdot s}{C \cdot m}$
- B. $\frac{N}{A \cdot m}$
- C. $\frac{N}{C}$
- D. $\frac{C}{V}$

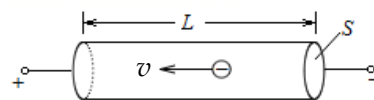
2. 磁场中某区域的磁感线如图所示，下列说法正确的是

- A. a 、 b 两处的磁感应强度的大小不等， $B_a > B_b$
- B. a 、 b 两处的磁感应强度的大小不等， $B_a < B_b$
- C. 同一通电导线放在 a 处受力可能比放在 b 处受力大
- D. 同一通电导线放在 a 处受力一定比放在 b 处受力小



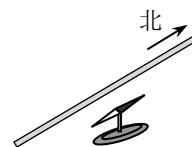
3. 一根长为 L ，横截面积为 S 的金属棒，金属棒中单位长度的自由电子数为 n ，元电荷为 e ，在棒两端加上恒定的电压时，棒内产生电流，自由电子定向运动的平均速率为 v ，电流的大小为

- A. $nesv$
- B. nev
- C. $nLsev$
- D. ev



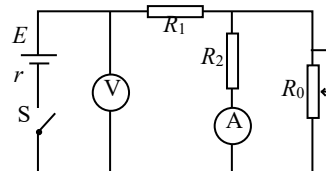
4. 如图所示，在一沿南北方向水平放置的直导线正下方有一小磁针。在导线中通有某一方向电流，小磁针静止时 N 极指向西偏北方向，由此可推断

- A. 此时导线中的电流方向为由南向北
- B. 若导线中通有相反方向的电流，小磁针静止时 N 极将指向东偏南方向
- C. 若将小磁针放置到导线正上方，小磁针静止时 N 极仍指向西偏北方向
- D. 若将导线中的电流增大，小磁针 N 极将进一步向西偏转



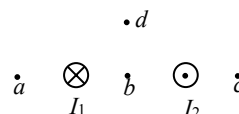
5. 如图所示电路，电源内阻不可忽略。开关 S 闭合后，在变阻器 R_0 的滑动端向下滑动的过程中，下列说法正确的是

- A. 电压表与电流表的示数都减小
- B. 电压表与电流表的示数都增大
- C. 电压表的示数增大，电流表的示数减小
- D. 电压表的示数减小，电流表的示数增大



6. 如图，两根相互平行的长直导线分别通有方向相反的电流 I_1 和 I_2 ，且 $I_1 < I_2$ ； a 、 b 、 c 、 d 为导线某一横截面所在平面内的四点，且 a 、 b 、 c 与两导线共面； b 点在两导线之间， b 、 d 的连线与导线所在平面垂直。磁感应强度可能为 0 的点是

- A. a 点
- B. b 点
- C. c 点
- D. d 点

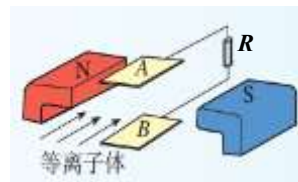


7. 磁流体发电机的结构简图如图所示。把平行金属板 A 、 B 和电阻 R 连接， A 、 B 之间有很强的磁场，将



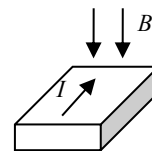
一束等离子体（即高温下电离的气体，含有大量正、负带电粒子）以速度 v 喷入磁场， A 、 B 两板间便产生电压，成为电源的两个电极。下列说法正确的是

- A. A 板为电源的正极
- B. A 、 B 两板间电压等于电源的电动势
- C. 非静电力对等离子体做正功，使电路获得电能
- D. 若仅增加两极板的正对面积，则电源的电动势不变



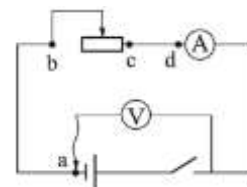
8. 如图所示，将一块长方体形的铁块放置在竖直向下的匀强磁场中，通以向里方向的恒定电流 I 。下列说法正确的是

- A. 稳定后铁块右表面电势高
- B. 稳定后铁块左表面电势高
- C. 仅增大磁感应强度 B ，稳定后铁块左右表面间的电压增大
- D. 仅增大恒定电流 I ，稳定后铁块左右表面间的电压增大



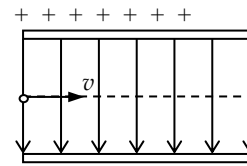
9. 如图是“测量电源的电动势和内电阻”实验的电路图。小明在实验中，闭合开关后，发现无论怎么移动滑动变阻器的滑片，电压表有示数且不变，电流表始终没有示数。为查找故障，在其它连接不变的情况下，他将电压表连接 a 位置的导线端分别试触 b 、 c 、 d 三个位置，发现试触 b 、 c 时，电压表有示数；试触 d 时，电压表没有示数。若电路中仅有一处故障，则

- A. 导线 ab 断路
- B. 滑动变阻器短路
- C. 导线 cd 短路
- D. 导线 cd 断路



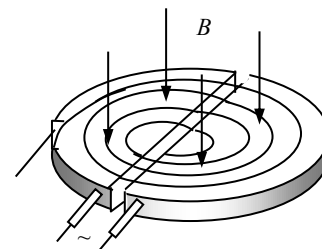
10. 如图所示装置是一个速度选择器。两平行金属板间有竖直向下的匀强电场，空间还有垂直于纸面的匀强磁场。已知一个带正电粒子 M 以初速度 v 从左端沿两板中线射入后恰好能沿中线从右端射出，重力忽略不计。下列说法正确的是

- A. 若仅将 M 粒子的电性改为负电，粒子仍能沿中线从右端射出
- B. 若仅将 M 粒子的比荷增大为原来的 2 倍，粒子仍能沿中线从右端射出
- C. 若仅将 M 粒子的初速度增大为 $2v$ ，粒子的运动轨迹将是一条抛物线
- D. 若仅将 M 粒子的初速度增大为 $2v$ ，粒子刚进入速度选择器时向上偏转



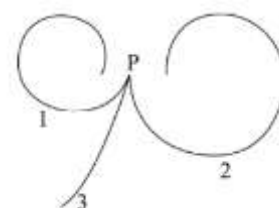
11. 回旋加速器的原理如图所示，下列说法正确的是

- A. 回旋加速器只能用来加速正离子
- B. 离子在磁场中做圆周运动的周期等于交变电压的周期
- C. 增大交流电的电压，可增大离子从 D 形盒飞出时的动能
- D. 离子是从 D 形盒之间空隙的电场中获得能量的



12. 正电子是电子的反粒子，与电子质量相同、带等量正电荷。在云室中有垂直于纸面的匀强磁场，从 P 点发出两个电子和一个正电子，三个粒子运动轨迹如图中 1、2、3 所示。下列说法正确的是

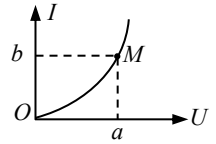
- A. 磁场方向垂直于纸面向外





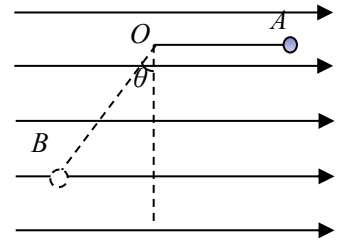
- B. 轨迹 1 对应的粒子运动速度越来越大
- C. 轨迹 2 对应的粒子初动能比轨迹 3 的小
- D. 轨迹 3 对应的粒子是正电子

13. 某半导体元件的伏安特性曲线的一部分如图所示。该图线上一点 M 的坐标为 (a, b) ，该图线在 M 点的切线的斜率为 k 。关于与 M 点对应的物理量，下列说法正确的是



- A. 电压为 a 时，该半导体元件的电阻值为 $1/k$
- B. 该半导体元件的电阻随电压的升高而增大
- C. 该半导体元件消耗的电功率可以用矩形 $OaMb$ 的面积表示
- D. 该半导体元件消耗的电功率可以用曲线 OM 与横轴所围面积表示

14. 如图所示，在水平向右的匀强电场中，将一根长度为 L 的细线一端固定于 O 点，另一端悬挂一质量为 m 、带电量为 $+q$ 的小球。现将小球向右拉至与悬点 O 等高的 A 点，由静止释放，小球向左最远能摆到与竖直方向夹角为 θ 的 B 点。不计空气阻力和细线的形变，重力加速度为 g 。下列说法正确的是

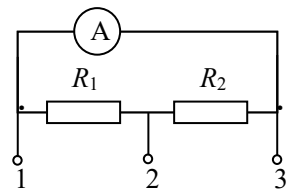


- A. 小球从 A 点摆到 B 点的过程中，机械能先增大后减小
- B. 小球从 A 点摆到 B 点的过程中，细线对小球拉力的冲量为 0
- C. 小球从 A 点摆到 B 点的过程中，速度最大的位置在 O 点的正下方

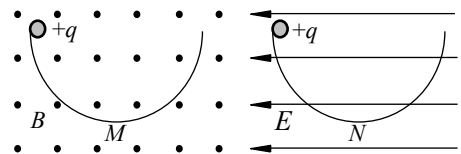
D. A 、 B 两点的电势差 $U_{AB} = -\frac{mgL \cos \theta}{q}$

15. 小红将量程为 $0 \sim 0.6A$ 的电流表 A （表盘刻度共有 30 个小格），按照图示电路改装成较大量程的电流表乙，其中 R_1 和 R_2 阻值相等，都等于改装前电流表内阻的 $\frac{1}{4}$ 。下列说法正确的是

- A. 将 1、2 接入电路时，电流表乙每一小格表示 $0.12A$
- B. 将 1、2 接入电路时，电流表乙每一小格表示 $0.08A$
- C. 将 1、3 接入电路时，电流表乙每一小格表示 $0.08A$
- D. 将 1、3 接入电路时，电流表乙每一小格表示 $0.06A$



16. 如图所示，两个半径相同的半圆形光滑轨道置于竖直平面内，左右两端点等高，分别处于沿水平方向的匀强电场和匀强磁场中。两个相同的带正电小球同时从两轨道左端最高点由静止释放并分别经过最低点 M 、 N 。下列说法正确的是



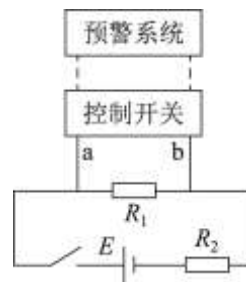
- A. 两个小球到达轨道最低点的速度 $v_M < v_N$
- B. 两个小球第一次经过轨道最低点时对轨道的压力 $F_M > F_N$
- C. 小球第一次到达 M 点的时间小于小球第一次到达 N 点的时间
- D. 磁场中小球能到达轨道另一端最高处，电场中小球不能到达轨道另一端最高处

17. 某同学利用压力传感器设计水库水位预警系统。如图所示，电路中的 R_1 和 R_2 ，其中一个定值电阻，另一个是压力传感器（可等效为可变电阻）。水位越高，对压力传感器的压力越大，压力传感器的电阻值越小。当 a 、 b 两端的电压大于 U_1 时，控制开关自动开启低水位预警；当 a 、 b 两端的电压小于 U_2



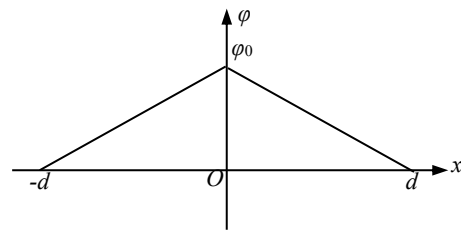
(U_1 、 U_2 为定值)时,控制开关自动开启高水位预警。下列说法正确的是

- A. $U_1 > U_2$
- B. R_2 为压力传感器
- C. 若定值电阻的阻值越大,开启高水位预警时的水位越低
- D. 若定值电阻的阻值越大,开启低水位预警时的水位越高



18. 静电场方向平行于 x 轴,其电势 φ 随 x 的分布可简化为如图所示的折线,图中 φ_0

和 d 为已知量。一个带负电的粒子在电场中以 $x=0$ 为中心、沿 x 轴方向做周期性运动。已知该粒子质量为 m 、电量为 $-q$,其动能与电势能之和为 $-A$ ($0 < A < q\varphi_0$)。忽略重力。



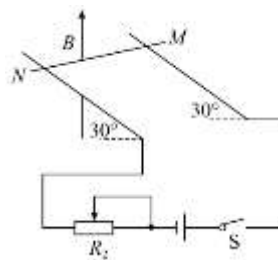
- A. 粒子在 $0 < x < d$ 区间内的运动一定是匀变速直线运动
- B. 粒子在 $-d < x < d$ 区间内的周期性运动可能是简谐运动
- C. 由对称性可知,粒子离 $x=0$ 最远的两个位置分别是 $x = -d$ 和 $x = d$
- D. 粒子在沿 x 轴正方向上一次完整运动的时间为 $\frac{2d}{q\varphi_0} \sqrt{2m(q\varphi_0 - A)}$

二、解答题,本题共 4 小题,共 46 分。

19. (10 分)

如图所示,平行导轨相距 15cm,金属棒 MN 的质量 $m=17\text{g}$,其电阻 $R_1=4\Omega$,滑动变阻器 R_2 与 MN 串联,匀强磁场方向竖直向上,磁感应强度 $B=0.6\text{T}$,电源电动势 $E=10\text{V}$,内阻 $r=1\Omega$ 。开关 S 闭合时,金属棒 MN 处于静止状态,重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$, $\sqrt{3}=1.7$ 。

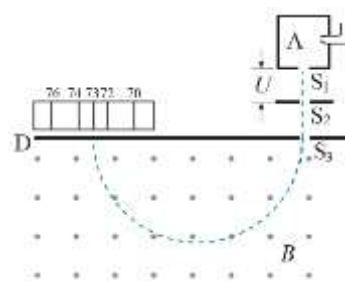
- (1) 若平行导轨光滑,求金属棒所受到的安培力的大小和 R_2 的阻值;
- (2) 若平行导轨不光滑,将滑动变阻器 R_2 的阻值调至 10Ω ,金属棒 MN 仍然保持静止状态,求金属棒受到的摩擦力的大小和方向。



20. (10 分)

质谱仪如图所示,初速度为 0 的带电粒子经加速电压 U 加速之后进入磁感应强度为 B 的磁场,最终打到显示屏上某处形成亮斑后被导走。已知带电粒子形成的电流大小为 I ,显示屏上亮斑在磁场入口左边,距离为 d 。

- (1) 判断粒子的电性;
- (2) 计算粒子的比荷的大小 q/m ;
- (3) 求显示屏受力大小 F 。

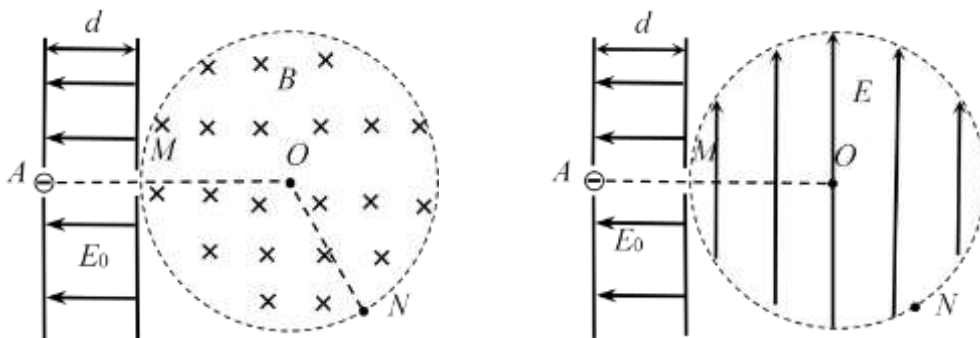




21. (12分)

如图所示，空间分布着方向平行于纸面、宽度为 d 的水平匀强电场。在紧靠电场右侧半径为 R 的圆形区域内，分布着垂直于纸面向里的匀强磁场。一质量为 m 、电荷量为 $-q$ 的粒子从左极板上 A 点由静止释放，在 M 点离开加速电场，并以速度 v_0 沿半径方向射入匀强磁场区域，然后从 N 点射出。已知 $\angle MON=120^\circ$ ，粒子重力忽略不计。

- (1) 求加速电场板间电压 U_0 的大小；
- (2) 求粒子在匀强磁场中运动时间 t 的大小；
- (3) 若仅将该圆形区域的磁场改为平行于纸面的匀强电场，如图所示，带电粒子垂直射入该电场后仍然从 N 点射出。求粒子从 M 点运动到 N 点过程中，动能的增加量 ΔE_k 的大小。



22. (14分)

按照毕奥萨伐尔定律，一小段通电导线产生的磁场，如图甲，在与之垂直的方向上距离 r 处的 P 点，磁感应强度大小为 $B = \frac{\mu_0 I l}{4\pi r^2}$ ，式中 I 为导线中的电流强度， l 为该小段导线的长度， μ_0 称作真空磁导率，是一个常量。

- (1) 一个电量为 q_1 的带正电粒子，以平行于导线方向的速度 v_1 通过 P 点时求粒子受到的洛伦兹力大小。
- (2) 简要说明在分析 q_1 受力时为什么不考虑导线中的电荷对粒子的库仑力。
- (3) 运动电荷产生的磁场，与一小段导线类似，也可以用毕奥萨伐尔定律进行分析。若把导线换成电量为 q_2 带正电的粒子，速度为 v_2 ，方向与 v_1 相同，如图乙，则它们之间既有电场力又有磁场力。
 - a. 指出两电荷间洛伦兹力方向相斥还是相吸。
 - b. 在研究阴极射线时，人们发现阴极射线总是发散的，请根据计算说明其中原因。已知真空磁导率 $\mu_0=4\pi \times 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A}$ ，静电力常量 $k=9 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ 。





参考答案

1	2	3	4	5	6	7	8	9
AB	BC	B	AD	A	A	CD	ACD	D
10	11	12	13	14	15	16	17	18
ABD	BD	C	C	D	AD	BCD	AC	AD

19. (1) $F_{安} = mg \tan \theta = 0.1\text{N}$, $F_{安} = BIL$ $I = \frac{E}{R_1 + R_2 + r}$ $R_2 = 4\Omega$;

(2) $I' = \frac{E}{R_1 + R_2' + r} = \frac{2}{3}\text{A}$, $F_{安} = BI'L$ 。MN 静止, 假设摩擦力沿斜面向下,

$f + mg \sin \theta = F_{安} \cos \theta$, $f = -0.034\text{N}$ 摩擦力大小为 0.034N, 方向沿斜面向上。

20. (1) 正电;

(2) $qU = \frac{1}{2}mv^2$, $qvB = m\frac{v^2}{r}$,

$$d = 2r = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}, \quad \frac{q}{m} = \frac{8U}{B^2 d^2}$$

(3) $I = nq/t$, 由牛顿第三定律, 显示屏受力 F 与粒子受力 F' 大小相等, $F't = nmv$,

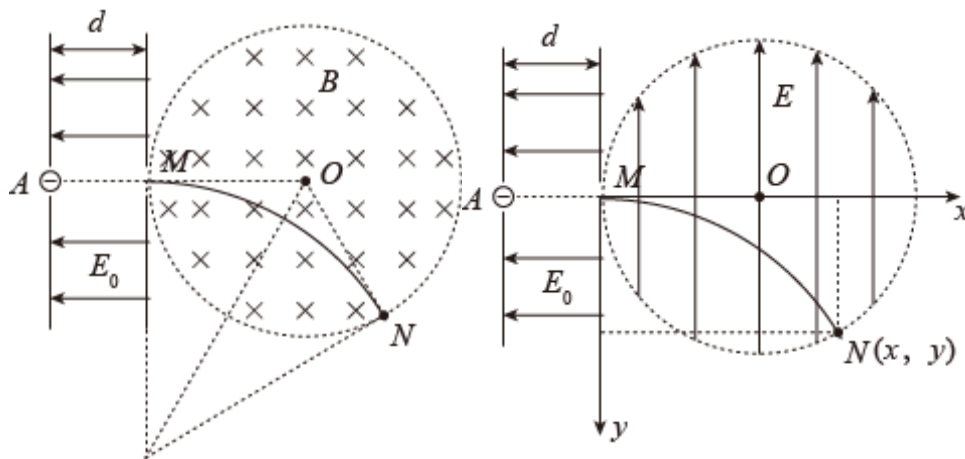
$$\text{所以 } F = \frac{nmv}{t} = \frac{I}{q}mv = I \sqrt{\frac{2mU}{q}} = \frac{Bdl}{2}$$

21. (1) 粒子在匀强电场中加速的过程, 根据动能定理有

$$qU_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad \text{解得} \quad U_0 = \frac{mv_0^2}{2q}$$

(2) 粒子在磁场中运动的半径 $r = R \tan 60^\circ = \sqrt{3}R$

粒子在匀强磁场中运动时间 t 的大小 $t = \frac{1}{6}T = \frac{1}{6} \cdot \frac{2\pi r}{v_0} = \frac{\sqrt{3}\pi R}{3v_0}$



(3) 粒子在偏转电场中做匀加速曲线运动, 运动轨迹如图所示, 根据运动的合成分解及几何关系, 在 x 方



向有 $R + R\cos 60^\circ = v_0 t$

在 y 方向有 $R\sin 60^\circ = \frac{1}{2}at^2$

根据牛顿第二定律有 $Eq = ma$

联立解得 $E = \frac{4\sqrt{3}mv_0^2}{9Rq}$

则粒子从 M 点运动到 N 点过程中，动能的增加量

$$\Delta E_k = EqR \sin 60^\circ = \frac{2}{3}mv_0^2$$

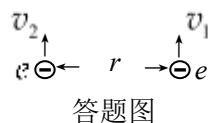
22. (1) 由洛伦兹力公式 $f = qvB = \frac{q_1 v_1 \mu_0 I l}{4\pi r^2}$

(2) 导线内部既有正电荷又有负电荷，对 P 点带电粒子的库仑力相互抵消

(3) a. 相吸

b. 分析阴极射线中的任意两个电子，如答题图

它们之间的库仑力为斥力



大小为 $F = k \frac{e^2}{r^2}$

磁场力为引力

分析右侧电子洛伦兹力大小为 $f = ev_1 B$

其中 B 为左侧电子在该处产生的磁感强度 $B = \frac{\mu_0 I l}{4\pi r^2}$

在一小段时间 t 内， $I = \frac{e}{t} = \frac{ev_2}{l}$ 得 $f = \frac{\mu_0 e^2 v_1 v_2}{4\pi r^2}$

只需比较 k 与 $\frac{\mu_0 v_1 v_2}{4\pi}$ 的大小关系，由于阴极射线中电子速度远小于光速

可得 $F > f$ ，即阴极射线间互相排斥，所以会发散。