



北京一六一中学 2023—2024 学年度第一学期 12 月阶段测试

高三物理试卷

班级

姓名

学号

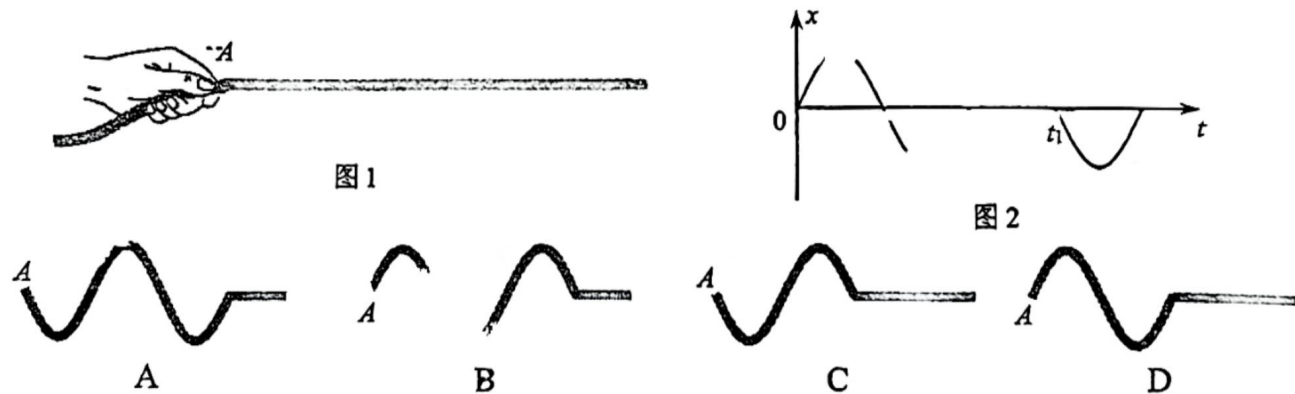
考 生 须 知	<p>1. 本试卷共 5 页，满分 100 分，考试时长 90 分钟。</p> <p>2. 试题答案一律书写在答题纸上，在试卷上作答无效。</p> <p>3. 在答题纸上，选择题用 2B 铅笔作答，非选择题用黑色字迹签字笔作答。</p> <p>4. 考试结束后，将答题纸、试卷和草稿纸一并交回。</p>
------------------	---

一、单项选择题：本大题共 10 道小题，每小题 3 分，共 30 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项符合题目的要求。把正确答案涂写在答题卡上相应的位置。

1. “比冲”是航天器发射系统的常用物理量，用于表达动力系统的效率，其可以描述为单位质量推进剂产生的冲量。据此分析，“比冲”的国际单位是

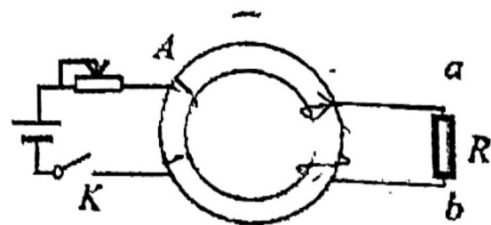
- A. m/s B. m/s^2 C. N D. $N \cdot s^2$

2. 如图 1 所示，用手握住长绳的一端， $t = 0$ 时刻在手的带动下 A 点开始上下振动，其振动图像如图 2 所示，则以下四幅图中能正确反映 t_1 时刻绳上形成的波形的是



3. 如图所示，线圈 A 与滑动变阻器、电源、开关相连。线圈 B 与电阻 R 连接成闭合电路。下列判断正确的是

- A. 开关闭合稳定后，电阻 R 中电流方向为 $b \rightarrow a$
- B. 开关断开瞬间，电阻 R 中没有电流
- C. 开关闭合瞬间，电阻 R 中电流方向为 $a \rightarrow b$
- D. 开关闭合稳定后，向右移动滑动变阻器的滑片，电阻 R

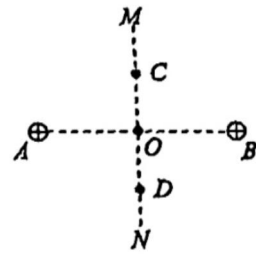


中电流方向为 $b \rightarrow a$



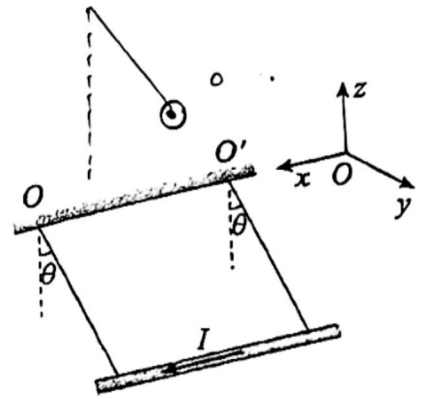
4. 在如图所示平面内，两个带等量正电的点电荷分别固定在 A 、 B 两点， O 为 AB 连线的中点， MN 为 AB 的垂直平分线， C 、 D 两点在 MN 上且 $OC=OD$ 。下列说法正确的是

- A. O 点的场强比 C 点的场强大
- B. C 点的场强与 D 点的场强相同
- C. O 点的电势比 D 点的电势高
- D. 电子在 C 点的电势能比在 D 点的电势能大



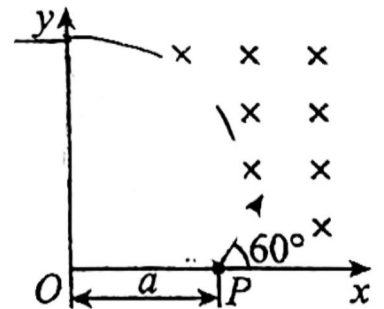
5. 如图所示，质量为 m 、长为 l 的直导线用两条绝缘细线悬挂于 O 、 O' ，并处于匀强磁场中。当导线中通以沿 x 轴正方向的电流 I ，且导线保持静止时，悬线与竖直方向夹角为 θ 。该磁场的磁感应强度可能是

- A. 方向沿 z 轴正方向，大小为 $\frac{mg}{\pi} \tan \theta$
- B. 方向沿 y 轴正方向，大小为 $\frac{mg}{\pi}$
- C. 方向沿悬线向上，大小为 $\frac{mg}{\pi} \sin \theta$
- D. 方向垂直悬线向上，大小为 $\frac{mg}{\pi} \sin \theta$



6. 如图所示，在 xoy 坐标系的第一象限内存在垂直于纸面向里的匀强磁场。一带电粒子在 P 点以与 x 轴正方向成 60° 的方向射入磁场，并沿垂直于 y 轴的方向射出磁场。已知匀强磁场的磁感应强度大小为 B ，带电粒子质量为 m ，电荷量为 q ， $OP=a$ ，不计粒子的重力。根据上述信息可以得出

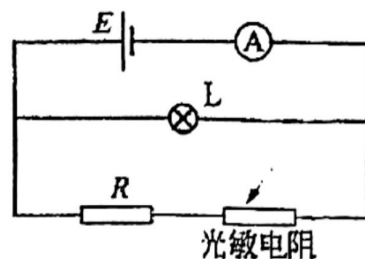
- A. 带电粒子在磁场中运动轨迹的圆心坐标为 $(0, a)$
- B. 带电粒子在磁场中运动轨迹的半径为 $2a$
- C. 带电粒子在磁场中运动的时间为 $\frac{\pi m}{3Bq}$
- D. 带电粒子在磁场中运动的速率为 $\frac{2\sqrt{3}Bqa}{3m}$





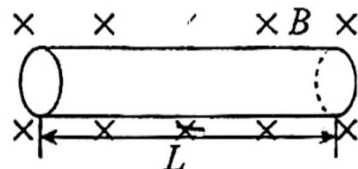
7. 已知光敏电阻在没有光照射时电阻很大，并且光照越强其阻值越小。利用光敏电阻作为传感器设计了如图所示的电路，电源电动势 E 、内阻 r 及电阻 R 的阻值均不变。当光照强度增强时，则

- A. 电灯 L 变亮
- B. 电流表读数减小
- C. 电阻 R 的功率增大
- D. 电源的输出功率一定增大



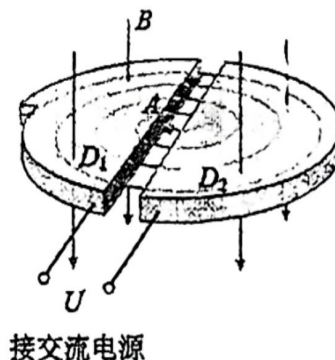
8. 如图所示，在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，有一段静止的长为 L ，截面积为 S 的通电导线，磁场方向垂直于导线。设单位长度导线中有 n 个自由电荷，每个自由电荷的电荷量都为 q ，它们沿导线定向移动的平均速率为 v 。下列选项正确的是

- A. 导线中的电流大小为 $nLqv$
- B. 这段导线受到的安培力大小为 $nLqvB$
- C. 沿导线方向电场的电场强度大小为 vB
- D. 导线中每个自由电荷受到的平均阻力大小为 qvB



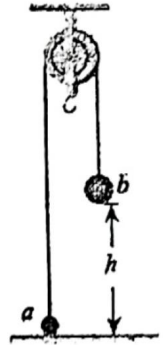
9. 回旋加速器的工作原理如图所示， D_1 和 D_2 是两个中空的半圆金属盒，它们之间有电势差。两个半圆盒处于与盒面垂直的匀强磁场中。中央 A 处的粒子源可以产生粒子。粒子在两盒之间被电场加速，进入磁场后做匀速圆周运动。粒子离开 A 处时的速度、在电场中的加速时间以及粒子的重力均可忽略不计。不考虑粒子间的相互作用及相对论效应。下列说法正确的是

- A. 电势差一定时，磁感应强度越大，粒子离开加速器时的动能越小
- B. 电势差一定时，磁感应强度越大，粒子在加速器中的运动时间越长
- C. 磁感应强度一定时，电势差越大，粒子离开加速器时的动能越大
- D. 磁感应强度一定时，电势差越大，粒子在加速器中的运动时间越长





10. 如图所示，一条轻绳跨过定滑轮，绳的两端各系一个小球 a 和 b ，用手托住球 b ，当绳刚好被拉紧时，球 b 离地面的高度为 h ，球 a 静止于地面。已知球 a 的质量为 m ，球 b 的质量为 $3m$ ，重力加速度为 g ，定滑轮的质量及轮与轴间的摩擦均不计。若无初速度释放球 b ，则下列判断正确的是



- A. 经过时间 $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，球 b 恰好落地
- B. 球 b 落地前瞬间速度大小为 \sqrt{gh}
- C. 在球 b 下落过程中，球 b 所受拉力大小为 mg
- D. 在球 b 下落过程中，球 a 的机械能保持不变

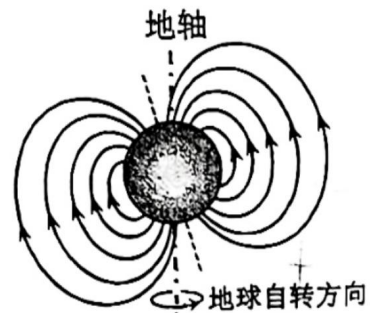
二、多项选择题：本大题共 4 道小题，每小题 3 分，共 12 分。每小题全选对的得 3 分，选对但不全的得 2 分，只要有选错的该小题不得分。把正确答案涂写在答题卡上相应的位置。

11. 以下说法正确的是

- A. 若某处的电场强度为零，则试探电荷在该处所受电场力一定为零
- B. 若试探电荷在电场中某处不受电场力的作用时，则该处的电场强度一定为零
- C. 若某处的磁感应强度为零，则检验电流元在该处所受安培力一定为零
- D. 若检验电流元在磁场中某处不受安培力的作用时，则该处的磁感应强度一定为零

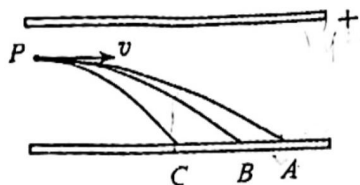
12. 中国宋代科学家沈括在《梦溪笔谈》中最早记载了地磁偏角：“以磁石磨针锋，则能指南，然常微偏东，不全南也。”进一步研究表明，地球周围地磁场的磁感线分布示意如图。结合上述材料，下列说法正确的是

- A. 地球两极的地磁场方向与地面平行
- B. 在北京上空，地磁场的水平分量是向北的，竖直分量是向下的
- C. 地磁场对射向地球赤道的带负电的宇宙射线粒子有向西方向的力
- D. 地磁场对射向地球赤道的带负电的宇宙射线粒子有向东方向的力



13. 具有相同质子数和不同中子数的原子称为同位素。让氢的三种同位素原子核 (${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 和 ${}^3_1\text{H}$) 以相同的速度从带电平行板间的 P 点沿垂直于电场的方向射入电场, 分别落在 A 、 B 、 C 三点, 如图所示。不计粒子的重力, 则

- A. 三种粒子在电场中运动的时间相同
- B. 三种粒子在电场中运动的过程中电势能的变化量相同
- C. 落在 A 点的是 ${}^1_1\text{H}$
- D. 到达负极板时, 落在 C 点的粒子的动能小于落在 A 点的粒子的动能

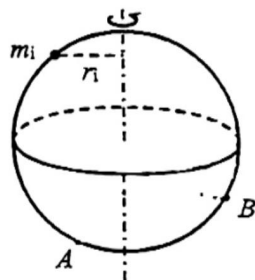


14. 地球刚诞生时自转周期约是 8 小时, 因为受到月球潮汐的影响, 自转在持续减速, 现在地球自转周期是 24 小时。与此同时, 在数年、数十年的时间内, 由于地球板块的运动、地壳的收缩、海洋、大气等一些复杂因素以及人类活动的影响, 地球的自转周期会发生毫秒级别的微小波动。

科学研究指出, 若不考虑月球的影响, 在地球的总质量不变的情况下, 地球上的所有物质满足 $m_1\omega r_1^2 + m_2\omega r_2^2 + \dots + m_i\omega r_i^2 = \text{常量}$, 其中 m_1 、 m_2 、 \dots 、 m_i 表示地球各部分的质量, r_1 、 r_2 、 \dots 、 r_i 为地球各部分到地轴的距离, ω 为地球自转的角速度, 如图所示。

根据以上信息, 结合所学, 判断下列说法正确的是

- A. 月球潮汐的影响使地球自转的角速度变小
- B. 若地球自转变慢, 地球赤道处的重力加速度会变小
- C. 若仅考虑 A 处的冰川融化, 质心下降, 会使地球自转周期变小
- D. 若仅考虑 B 处板块向赤道漂移, 会使地球自转周期变小



三、实验题: 本大题共 2 道小题, 共 18 分。把答案填在答题纸中相应的横线上。

15. (8 分)

某实验小组在利用实验室提供的器材测量一种金属电阻丝的电阻率时, 先用多用电表欧姆挡粗测了金属电阻丝的阻值约为 5Ω , 为了更精确地测量这根金属电阻丝的阻值, 进而测得其电阻率, 实验小组采用伏安法继续进行测量。现有实验器材如下:

- | | |
|--|--|
| A. 电源 E (电动势 3.0V , 内阻约 0.5Ω) | B. 电压表 V_1 ($0\sim 3\text{V}$, 内阻约 $3\text{k}\Omega$) |
| C. 电压表 V_2 ($0\sim 15\text{V}$, 内阻约 $15\text{k}\Omega$) | D. 电流表 A_1 ($0\sim 0.6\text{A}$, 内阻约 0.125Ω) |
| E. 电流表 A_2 ($0\sim 3\text{A}$, 内阻约 0.025Ω) | F. 滑动变阻器 R_1 ($0\sim 5\Omega$, 3A) |
| G. 滑动变阻器 R_2 ($0\sim 1750\Omega$, 1.5A) | H. 开关 S 和导线若干 |



(1) 为了调节方便, 测量准确, 并能在实验中获得尽可能大的电压调节范围, 滑动变阻器应选用____、连接电路时, 电压表应选____、电流表应选____ (均选填选项前的字母); 实验电路应选图 1 中的_____。

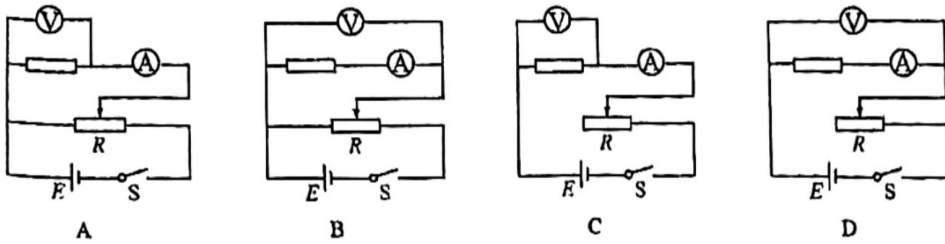


图 1

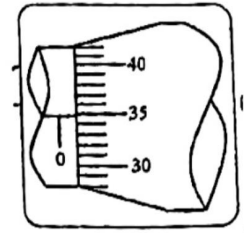


图 2

(2) 若测出其电阻为 R 。再测出其长度 l 和直径 d , 就可以计算出所用材料的电阻率, 即 $\rho =$ _____。

(3) 如图 2 所示, 实验小组使用螺旋测微器测得金属电阻丝的直径为_____mm。

(4) 关于本次实验中产生的误差, 下列说法中正确的是_____ (本实验所用测量仪器均已校准) (选填选项前的字母)。

- A. 用螺旋测微器测量金属电阻丝直径时, 由于读数引起的误差属于系统误差
- B. 用 $U-I$ 图像处理实验数据求金属电阻丝电阻可减小偶然误差
- C. 由于电流表或电压表内阻的影响引起的误差属于系统误差
- D. 本实验电阻率测量值小于真实值

16. (10分)

利用电流表和电压表测定一节干电池的电动势和内电阻。要求尽量减小实验误差。

(1) 应该选择的实验电路是图 1 中的_____ (选填“甲”或“乙”)。

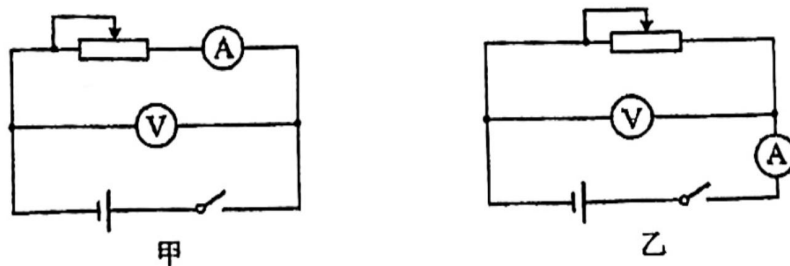


图 1



(2) 根据图 1 将图 2 中的实物正确连接, 注意闭合开关时滑动变阻器的滑片 P 应处于正确的位置并选择正确的电表量程进行连线。

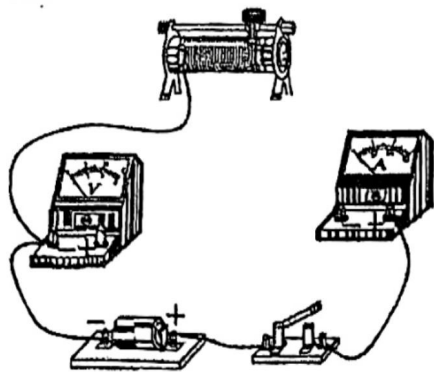


图 2

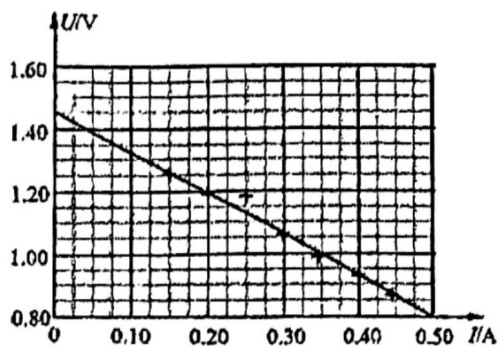


图 3

(3) 通过多次测量并记录对应的电流表示数 I 和电压表示数 U , 利用这些数据在图 3 中画出了 $U-I$ 图线。由图线可以得出此干电池的电动势 $E=$ _____ V, 内电阻 $r=$ _____ Ω (结果均保留 3 位有效数字)。

(4) 关于实验的系统误差, 下列说法正确的是 _____

A. 对于图 1 中的甲实验方案, 由于电压表的分流作用造成电流表读数总是比电源实际输出的电流小

B. 对于图 1 中的乙实验方案, 由于电压表的分流作用造成电流表读数总是比电源实际输出的电流小

C. 对于图 1 中的甲实验方案, 由于电流表的分压作用造成电压表读数总是比路端电压小

D. 对于图 1 中的乙实验方案, 由于电流表的分压作用造成电压表读数总是比路端电压小

(5) 对于图 1 中甲、乙两种实验方案, 如果是理想电压表、电流表, 画出的 $U-I$ 图像如图 4 所示, 而实际情况是电压表、电流表并不理想, 给实验结果带来误差, 请在图 4 的甲、乙中分别画出对应两种方案通过实际测量得到的 $U-I$ 图像, 并指出测量的电动势和内阻与真实值的大小关系。

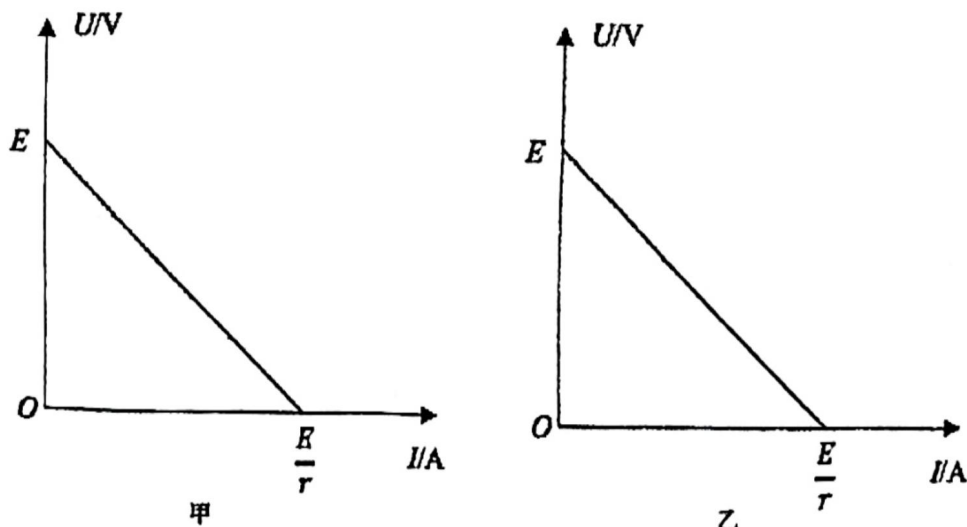


图 4



四、计算题：本大题共4道小题，共40分。计算中取 $g=10\text{m/s}^2$ ，解答应写出必要的文字说明，方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分。把正确答案写在答题卡上相应的位置。

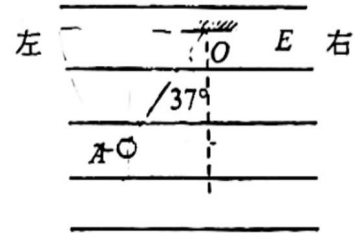
17. (8分)

如图所示，长为 l 的绝缘细线一端悬于 O 点，另一端系一质量为 m 、电荷量为 $-q$ 的小球（可视为质点）。现将此装置放在水平的匀强电场中，小球静止在 A 点，此时细线与竖直方向成 37° 角。已知电场的范围足够大，空气阻力可忽略不计，重力加速度为 g ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ 。

(1) 请判断电场强度的方向，并求电场强度 E 的大小；

(2) 求 AO 两点间的电势差 U_{AO} ；

(3) 若在 A 点对小球施加一个拉力，将小球从 A 点沿圆弧缓慢向左拉起至与 O 点处于同一水平高度且该过程中细线始终张紧，则所施拉力至少要做多少功。



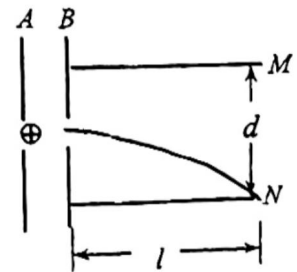
18. (10分)

如图所示， A 、 B 和 M 、 N 为两组平行金属板。质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的粒子，自 A 板中央小孔进入 A 、 B 间的电场，经过电场加速，从 B 板中央小孔射出，沿 M 、 N 极板间的中心线方向进入该区域。已知极板 A 、 B 间的电压为 U_0 ，极板 M 、 N 的长度为 l ，极板间的距离为 d 。不计粒子重力及其在 A 板时的初速度。

(1) 求粒子到达 B 板时的速度大小 v ；

(2) 若在 M 、 N 间只加上偏转电压 U ，粒子能从 M 、 N 间的区域从右侧飞出。求粒子射出该区域时沿垂直于板面方向的侧移量 y ；

(3) 若在 M 、 N 间只加上垂直于纸面的匀强磁场，粒子恰好从 N 板的右侧边缘飞出，求磁感应强度 B 的大小和方向。





19. (10分)

人们通常利用运动的合成与分解，把比较复杂的机械运动等效分解为两个或多个简单的机械运动进行研究。下列情境中物体的运动轨迹都形如弹簧，其运动可分解为沿轴线的匀速直线运动和垂直于轴线平面的匀速圆周运动。

(1) 情境 1: 如图 1 中甲所示的三维坐标，质点 1 沿 ox 方向做速度为 v 的匀速直线运动，质点 2 在 yoz 平面内以角速度 ω 做匀速圆周运动，质点 3 同时参与质点 1 和质点 2 的运动，其运动轨迹类似弹簧，如乙图所示。质点 3 在完成一个圆运动的时间内在 ox 方向运动的距离称为一个螺距，求如图所示的轨迹的“螺距” d_1 ;

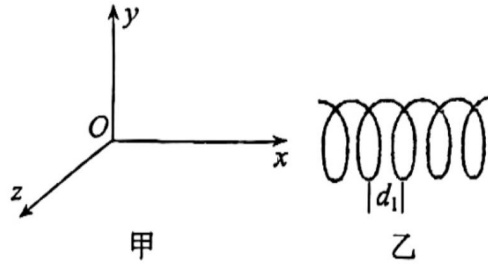


图 1

(2) 情境 2: 如图 2 所示为某磁聚焦装置的示意图，沿 ox 方向存在匀强磁场 B ，一质量为 m 、电荷量为 q 、初速度为 v_0 的带正电的粒子，沿与 ox 夹角为 α 的方向入射，不计带电粒子的重力。

- a. 请描述带电粒子在 ox 方向和垂直 ox 方向的平面内分别做什么运动;
- b. 求带电粒子轨迹的“螺距” d_2 ;

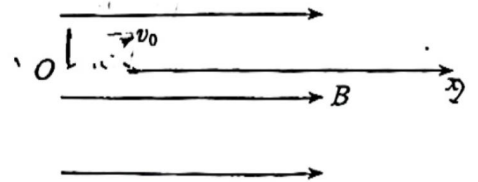


图 2

(3) 情境 3: 2020 年 12 月 17 日凌晨，嫦娥五号返回器携带月壤回到地球。登月前，嫦娥五号在距离月球表面高为 h 处绕月球做匀速圆周运动，嫦娥五号绕月的圆平面与月球绕地球做匀速圆周运动的平面可看作垂直，如图 3 所示。已知月球的轨道半径为 r ，月球半径为 R ，且 $r \gg R$ ，地球质量为 $M_{地}$ ，月球质量为 $m_{月}$ ，嫦娥五号质量为 m_0 ，引力常量为 G 。求嫦娥五号轨迹的“螺距” d_3 。

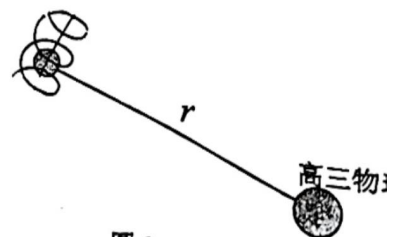


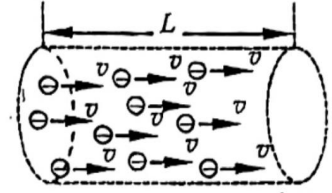
图 3



20. (12分)

金属导体中自由电子在电磁场的作用下发生定向移动，在定向移动过程中所受金属离子（即金属原子失去自由电子后的剩余部分）的阻力，其方向与自由电子定向移动的速度方向相反，大小正比于自由电子定向移动的速率，比例系数为 k 。已知某种金属材料单位体积内的自由电子数为 n ，元电荷为 e ，忽略电子所受重力及其之间的相互作用，不计电子热运动的影响，自由电子的定向移动可视为匀速直线运动。

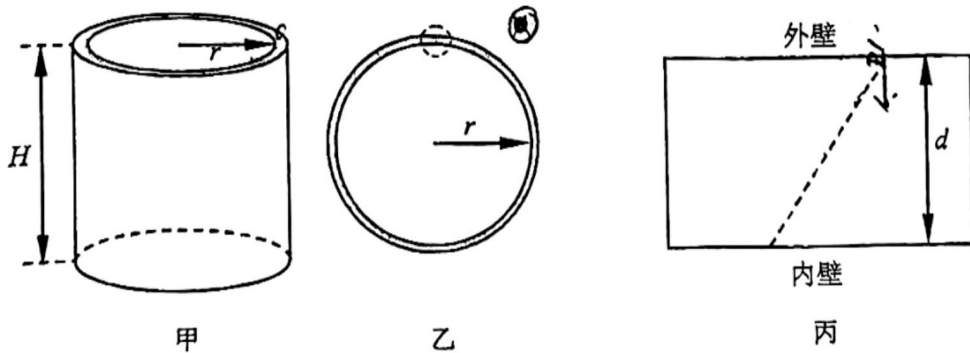
(1) 如图所示，一段长为 L 、横截面积为 S 的该金属导体，当其两端电压为 U 时，求：



- a. 该金属导体内，电子定向移动的速率 v ；
- b. 该金属导体的电阻率 ρ (提示：电流 I 与电子定向移动速率 v 的关系为 $I = neSv$)。

(2) 图甲为用上述金属材料制成的内半径为 r 、高为 H 的固定薄壁圆筒，筒壁厚度为 d (d 远小于 r)。图乙为圆筒的俯视图。图丙为一小段筒壁的放大图。圆筒所在空间中有磁感应强度为 B 、方向平行于圆筒轴线且范围足够大的匀强磁场。在筒的内、外壁之间加上电压，使得整个内壁电势均为 $\varphi_{内}$ ，整个外壁电势均为 $\varphi_{外}$ ，且 $\varphi_{内} > \varphi_{外}$ ($\varphi_{内}$ 、 $\varphi_{外}$ 均未知)，从而在内、外壁之间形成电场 (电场强度的大小处处相同，方向沿半径方向)，使得金属中的自由电子以恒定速率 v_0 沿图丙中的虚线定向移动。

- a. 在图丙中画出电子受力的示意图，并标出磁场的方向；
- b. 求内、外壁之间的电势差 $\varphi_{内} - \varphi_{外}$ ；
- c. 求薄壁圆筒的热功率 P 。





北京一六一中学 2023—2024 学年度第一学期 12 月阶段测试

高三物理标准答案和评分标准

一、单项选择题：本大题共 10 道小题，每小题 3 分，共 30 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	A	B	C	C	B	D	C	B	B	B

二、多项选择题：本大题共 4 道小题，每小题 3 分，共 12 分。漏选得 2 分，有错选不得分。

题号	11	12	13	14
答案	ABC	BC	BD	AC

三、实验题：本大题共 2 道小题，共 18 分。

15. (8 分)

(1) F、B、D、A (4 分)

(2) $\frac{\pi R d^2}{4l}$ (1 分)

(3) 0.348 或 0.349 (1 分)

(4) BCD (2 分)

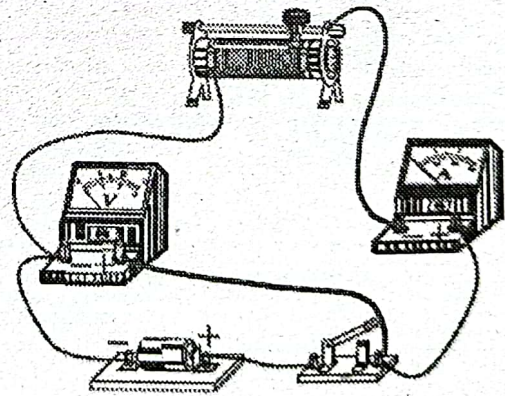
16. (10 分)

(1) 甲 (1 分)

(2) 如图 (1 分)

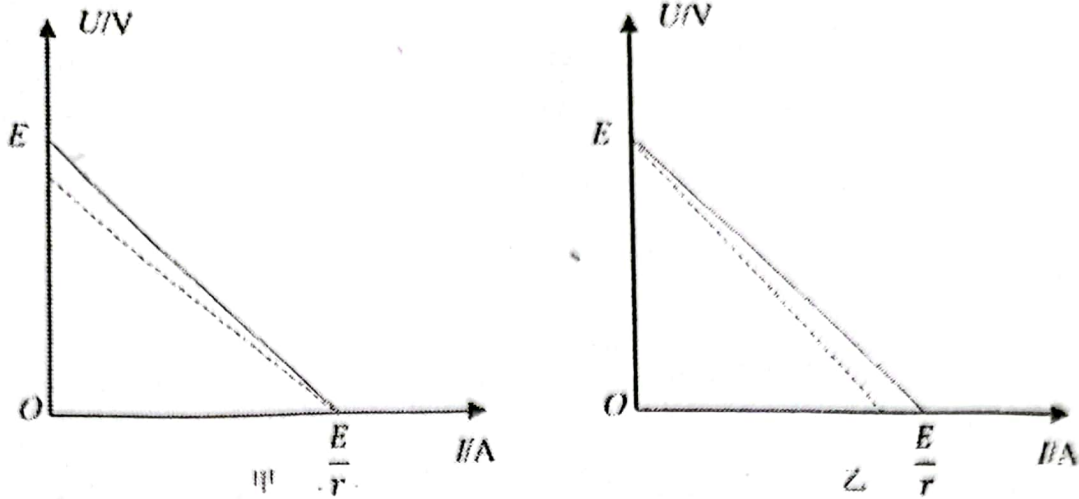
(3) 1.45 1.30 (2 分)

(4) AD (2 分)





(5)



如图甲,虚线为通过实际测量得到的 $U-I$ 图像,通过对比可得: $E_{\text{测}} < E_{\text{真}}$, $r_{\text{测}} < r_{\text{真}}$ 。

如图乙,虚线为通过实际测量得到的 $U-I$ 图像,通过对比可得: $E_{\text{测}} = E_{\text{真}}$, $r_{\text{测}} > r_{\text{真}}$ 。

(4分)

四、计算题: 本大题共 4 道小题, 共 40 分。

17. (8分)

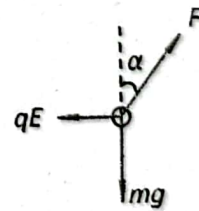
(1) 电场强度方向水平向右。

(1分)

小球受重力、电场力和细线的拉力, 根据平衡条件有

$$\tan 37^\circ = \frac{Eq}{mg} \quad (1分)$$

$$\text{解得 } E = \frac{mg \tan 37^\circ}{q} = \frac{3mg}{4q} \quad (1分)$$



(2) 根据匀强电场中电势差与场强的关系可得

$$U_{AO} = El \sin 37^\circ = \frac{9mgl}{20q} \quad (2分)$$

(3) 小球从 A 点沿圆弧缓慢向左拉起至与 O 点处于同一水平高度的过程,

$$\text{由动能定理 } W_F - mgl \cos 37^\circ + Eq l (1 - \sin 37^\circ) = 0 \quad (2分)$$

$$\text{解得 } W_F = 0.5mgl \quad (1分)$$



18. (10分)

(1) 带电粒子在 AB 间运动, 根据动能定理有

$$qU_0 = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1分)$$

解得 $v = \sqrt{\frac{2qU_0}{m}} \quad (1分)$

(2) 带电粒子在 M 、 N 极板间沿电场力的方向做匀加速直线运动, 有

$$y = \frac{1}{2}at^2 \quad (1分)$$

根据牛顿第二定律有 $a = \frac{Eq}{m} = \frac{Uq}{md} \quad (1分)$

带电粒子在水平方向上做匀速直线运动, 有

$$l = vt \quad (1分)$$

联立解得 $y = \frac{Ul^2}{4dU_0} \quad (1分)$

(3) 带电粒子向下偏转, 由左手定则得磁感应强度方向垂直纸面向外。 (1分)

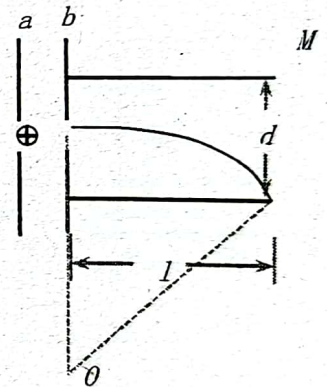
根据牛顿第二定律有

$$qvB = m\frac{v^2}{R} \quad (1分)$$

由图中几何关系有 $R^2 = l^2 + (R - \frac{d}{2})^2$

解得 $R = \frac{4l^2 + d^2}{4d} \quad (1分)$

联立解得 $B = \frac{4d}{4l^2 + d^2} \sqrt{\frac{2mU_0}{q}} \quad (1分)$





19. (10分)

$$(1) T = \frac{2\pi}{\omega}, \quad d_1 = vT, \text{ 所以 } d_1 = \frac{2\pi v}{\omega} \quad (3 \text{分})$$

(2)a. 带电粒子在 ox 方向上做匀速直线运动, 在垂直于 ox 方向上做匀速圆周运动。(1分)

b. 在 ox 方向上, 速度 $v_x = v_0 \cos \alpha$

在垂直于 ox 方向上, 由 $qvB = m\frac{v^2}{R}$, $T = \frac{2\pi R}{v}$ 得圆周运动的周期 $T = \frac{2\pi m}{Bq}$

$$\text{所以 } d_2 = v_x T = \frac{2\pi m v_0 \cos \alpha}{Bq} \quad (3 \text{分})$$

(3) 在地球上看来, 嫦娥五号的轨迹为半径很大的圆形弹簧, 其螺距等于月球绕地球运动的线速度与嫦娥五号绕月球的周期相乘。

$$\text{月球绕地球: } G \frac{M_{\text{地}} m_{\text{月}}}{r^2} = \frac{m_{\text{月}} v_{\text{月}}^2}{r}$$

$$\text{嫦娥五号绕月球: } G \frac{m_{\text{月}} m_0}{(R+h)^2} = \frac{m_0 4\pi^2}{T^2} (R+h)$$

$$\text{所以 } d_3 = v_{\text{月}} T = 2\pi(R+h) \sqrt{\frac{M_{\text{地}}(R+h)}{m_{\text{月}} r}} \quad (3 \text{分})$$



20. (12分)

(1) a. 因为电子的定向移动为匀速直线运动, 根据牛顿运动定律, 可知其所受电场力

$$F_{\text{电}} = eE = \frac{eU}{L} \text{ 与晶格阻力 } f = kv \text{ 二力平衡, 即 } e\frac{U}{L} = kv$$

解得

$$v = \frac{eU}{kL} \quad (3 \text{分})$$

b. 根据部分电路欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$ 、电阻定律 $R = \rho \frac{L}{S}$ 以及 $I = neSv$, 可得

$$\rho = \frac{k}{ne^2} \quad (3 \text{分})$$

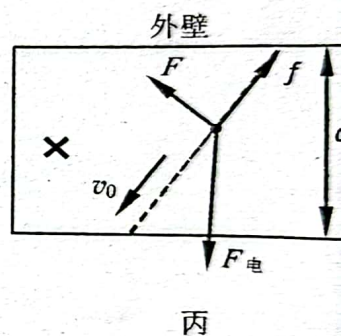
(2) a. 如图所示, 电子在电场力 $F_{\text{电}}$ 、洛伦兹力 F 和晶格阻力 f 的作用下保持平衡, 洛伦兹力只能垂直电子定向运动的方向(虚线)朝左, 再根据左手定则可以判断磁场方向为垂直纸面向里。
(2分)

b. 根据图, 设电场的电场强度大小为 E , 根据几何关系, 有

$$(eE)^2 = F^2 + f^2 = (ev_0B)^2 + (kv_0)^2$$

所以

$$\varphi_{\text{内}} - \varphi_{\text{外}} = Ed = v_0 d \sqrt{B^2 + \frac{k^2}{e^2}} \quad (2 \text{分})$$



c. 解法 1:

每个自由电子定向运动时克服晶格阻力做功的功率 $P_0 = f v_0 = k v_0^2$

薄壁圆筒中包含自由电子个数 $N = 2\pi r H d n$

所以

$$P = N P_0 = 2\pi r H n d k v_0^2$$

解法 2:

设图中, 电子定向移动的方向与导体内壁所夹角为 θ , 根据(1) b 提示中所给电流 I 与定向移动速率 v_0 的关系, 有

$$I = ne \cdot 2\pi r H \cdot v_0 \sin \theta = \frac{2\pi n e r H k v_0}{\sqrt{e^2 B^2 + k^2}}$$

因此可得

$$P = (\varphi_{\text{内}} - \varphi_{\text{外}}) I = 2\pi r H n d k v_0^2 \quad (2 \text{分})$$