

海淀区 2022—2023 学年第一学期期末练习

高三物理

2023. 01

本试卷共8页，100分。考试时长90分钟。考生务必将答案答在答题纸上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题纸一并交回。

第一部分

本部分共 10 题，每题 3 分，共 30 分。在每题给出的四个选项中，有的题只有一个选项是正确的，有的题有多个选项是正确的。全部选对的得 3 分，选不全的得 2 分，有选错或不答的得 0 分。把正确的答案填涂在答题纸上。

物

1. 图 1 中实线表示某静电场的电场线，虚线表示该电场的等势面。1、2 和 3 点处电场强度大小分别为 E_1 、 E_2 和 E_3 ，电势分别为 φ_1 、 φ_2 和 φ_3 。下列说法正确的是

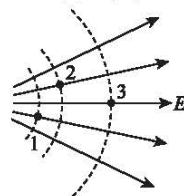


图 1

- A. $E_1 > E_2 > E_3$
- B. $E_1 < E_2 < E_3$
- C. $\varphi_1 > \varphi_2 > \varphi_3$
- D. $\varphi_1 < \varphi_2 < \varphi_3$

2. 图 2 为 1831 年 8 月 29 日法拉第发现感应电流时所用装置的示意图：竖直放置的软铁环上绕有 A、B 两个线圈。实验后，他在日记中写到“把线圈 A 的两端接到电池上，立刻对小磁针产生了明显的扰动，之后小磁针又回到原来的位置上。在断开线圈 A 与电池的连接时，小磁针又受到了扰动。”根据上述信息，下列说法正确的是

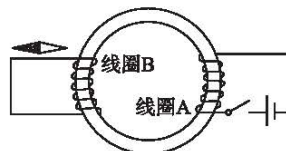


图 2

- A. 线圈 A 所在回路的电流产生的磁场扰动了小磁针
- B. 线圈 B 所在回路的电流产生的磁场扰动了小磁针
- C. 断开和闭合开关的瞬间，小磁针的偏转方向相同
- D. 断开和闭合开关的瞬间，小磁针的偏转方向相反

3. 导体棒原来不带电，现将一个电荷量为 $+q$ 的点电荷放在棒的中心轴线上，它距离导体棒的中心 O 为 L ，如图 3 所示。静电力常量为 k ，当导体棒达到静电平衡后，下列说法正确的是

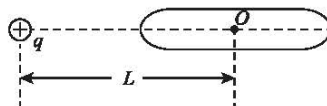


图 3

- A. 棒上感应电荷只分布在其表面
- B. 棒左、右两端的电势相等
- C. 点电荷在 O 点产生的电场强度为 0
- D. 棒上感应电荷在 O 点产生的电场强度大小为 $\frac{kq}{L^2}$

4. 如图 4 甲所示, 匀强磁场中有一面积为 S 、电阻为 R 的单匝金属圆环, 磁场方向垂直于圆环平面竖直向上。图 4 乙为该磁场的磁感应强度 B 随时间 t 变化的图像, 曲线上 P 点坐标为 (t_0, B_0) , P 点的切线在 B 轴的截距为 B_1 , 由以上信息可知
- A. $t = t_0$ 时, 圆环中感应电动势的大小
B. $t = t_0$ 时, 圆环中感应电流的方向
C. $0 \sim t_0$ 内, 通过圆环某截面的电量
D. $0 \sim t_0$ 内, 圆环所产生的焦耳热

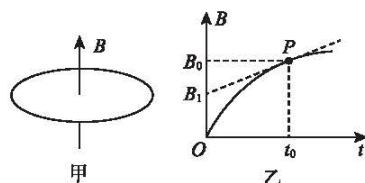


图 4

5. 某理想变压器的原线圈接在如图 5 所示的正弦交流电源上, 当副线圈中仅接一个 50Ω 的电阻时, 副线圈中的电流 $i_2 = 2\sqrt{2} \sin 100\pi t$ (A), 下列说法正确的是
- A. 原线圈中交流电压的周期为 0.2s
B. 原线圈中电流的有效值为 20A
C. 原、副线圈的匝数比为 $1:10$
D. 该变压器输入功率与输出功率之比为 $10:1$

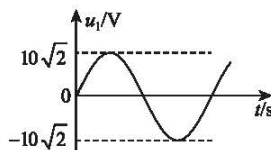


图 5

6. 如图 6 所示, 一质量为 m 的带电粒子从 P 点以垂直于磁场边界方向的速度 v 射入磁场, 穿出磁场时, 速度方向与入射方向夹角为 θ 。设磁感应强度为 B 、磁场宽度为 d 。粒子速度始终与磁场垂直, 不计粒子所受重力和空气阻力。下列说法正确的是
- A. 在粒子穿越磁场的过程中, 洛伦兹力对该粒子做的功为 0
B. 在粒子穿越磁场的过程中, 洛伦兹力对该粒子的冲量为 0
C. 该粒子在磁场中运动的时间为 $\frac{d}{v}$
D. 该粒子的比荷为 $\frac{v \sin \theta}{Bd}$

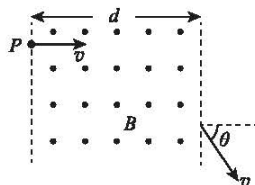


图 6

7. 将一个表头 G 改装成多量程的电流表, 通常有两种连接方式。图 7 甲所示的连接方式称作开路转换式 (其中电阻 $R_1 < R_2$)。图 7 乙所示的连接方式称作闭路抽头式。两种连接方式在实际中均有使用, 下列说法正确的是
- A. 开路转换式中, 开关 S 接 1 时的量程大于开关 S 接 2 时的量程
B. 开路转换式中, 若电阻 R_1 发生变化, 则开关 S 接 1、2 对应的两个量程都会发生变化
C. 闭路抽头式中, 抽头 3 对应的量程大于抽头 4 对应的量程
D. 闭路抽头式中, 若电阻 R_3 发生变化, 则抽头 3、4 对应的两个量程都会发生变化

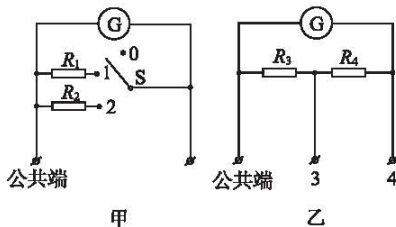


图 7

8. 为演示断电自感现象, 用小灯泡、带铁芯的电感线圈 L 和定值电阻 R 等元件组成如图 8 甲所示的电路。闭合开关待电路稳定后, 电路中两支路的电流分别为 I_1 和 I_2 。图 8 乙反映断开开关前后的一小段时间内电路中的电流随时间变化的关系。断开开关后
- A. 自感线圈所在支路的电流如曲线 a 所示
B. 自感线圈所在支路的电流如曲线 b 所示
C. 小灯泡先突然变亮再逐渐熄灭
D. 小灯泡逐渐变暗直至熄灭

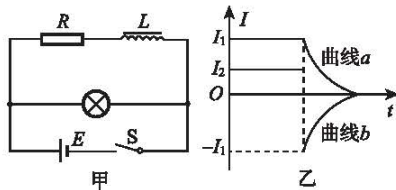


图 8

9. 真空中存在沿 y 轴正方向的匀强电场, 带电粒子 a 和 b 先后从坐标原点 O 沿 x 轴正方向射入该电场, 其轨迹如图 9 所示。忽略粒子所受重力, 下列条件中可以判定粒子 a 比荷较大的是
- A. 粒子 a 和 b 在电场中的加速度相等
 - B. 粒子 a 和 b 射入电场时的速度相等
 - C. 粒子 a 和 b 射入电场时的动能相等
 - D. 粒子 a 和 b 射入电场时的动量相等

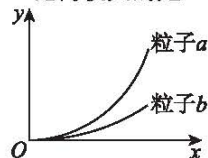


图 9

10. 1911 年, 科学家们发现一些金属在温度低于某一临界温度 T_c 时, 其直流电阻率会降到 $10^{-28} \Omega \cdot m$ 以下, 远低于正常金属的 $10^{-7} \Omega \cdot m$, 称为超导现象。1934 年, 科学家提出超导体的二流体模型初步解释了低温超导现象。

该模型认为, 当金属在温度低于 T_c 成为超导体后, 金属中的自由电子会有一部分凝聚成超导电子 (“凝聚”是指电子动量分布趋于相同、有序)。随着温度进一步降低, 越来越多的自由电子凝聚为超导电子。这些超导电子与金属离子不发生 “碰撞”, 因而超导电子的定向运动不受阻碍, 具有理想的导电性。一圆柱形金属导体, 沿其轴线方向通有均匀分布的恒定电流, 将中间一段金属降温转变为超导体后, 超导体内的电流只分布在表面厚为 $10^{-8} m$ 量级的薄层内, 其截面示意图如图 10 所示。在正常金属和超导体之间还存在尺度为 $10^{-8} m$ 量级的交界区。根据上述信息可知

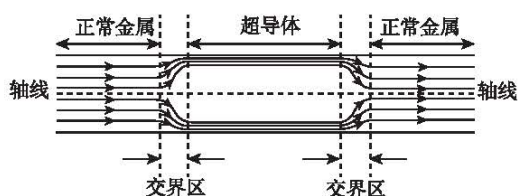


图 10

- A. 交界区两侧单位时间内通过的电荷量相等
- B. 超导体中需要恒定电场以维持其中的超导电流
- C. 图 10 中超导体内部可能存在定向移动的自由电子
- D. 图 10 中超导体内部轴线处的磁场一定为零

第二部分

本部分共 8 题, 共 70 分。

11. (3 分) 用图 11 所示的多用电表正确测量了一个 13Ω 的电阻后, 需要再测量一个阻值约为 $2k\Omega$ 的电阻。在用红、黑表笔接触该待测电阻两端之前, 必要的操作及其顺序应当是 _____ (填写选项前的字母)。

- A. 将红表笔和黑表笔接触
- B. 把选择开关旋转到 “ $\times 1k$ ” 位置
- C. 把选择开关旋转到 “ $\times 100$ ” 位置
- D. 调节欧姆调零旋钮使表针指向欧姆零点

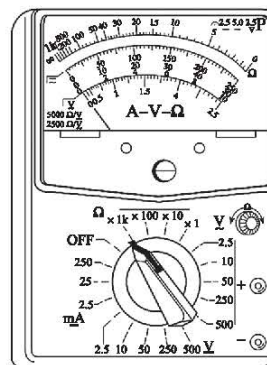


图 11

12. (12分) 利用如图 12 所示电路, 测量一节干电池的电动势和内阻。要求尽量减小实验误差, 调节方便。除干电池、电流表 (0~0.6A, 内阻约 0.125Ω)、开关、导线外, 可选用的实验器材还有:

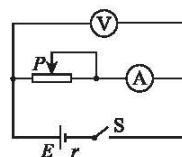


图 12

- A. 电压表 (0~3V, 内阻约 3kΩ)
- B. 电压表 (0~15V, 内阻约 15kΩ)
- C. 滑动变阻器 (0~20Ω)
- D. 滑动变阻器 (0~500Ω)

- (1) 实验中, 电压表应选用 _____, 滑动变阻器应选用 _____。(选填相应器材前的字母)
- (2) 某同学将实验记录的 6 组数据标在图 13 的坐标纸上。请你先根据实验数据, 作出本实验的 $U-I$ 图, 再由该图线计算出该干电池电动势的测量值 $E =$ _____ V, 内电阻的测量值 $r =$ _____ Ω。(结果均保留小数点后两位)
- (3) 在图 12 中, 当滑动变阻器接入电路的阻值发生变化时, 电压表示数 U 、电源总功率 P 亦随之改变, 图 14 中能正确反映 P 与 U 的关系的是 _____。

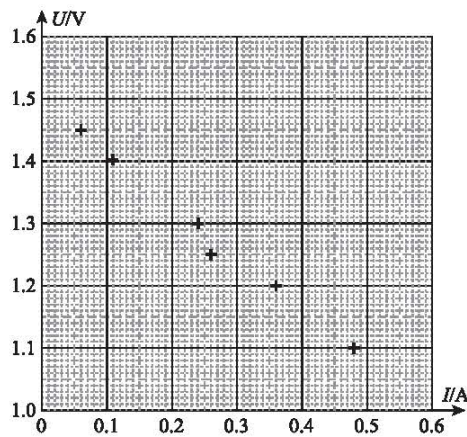


图 13

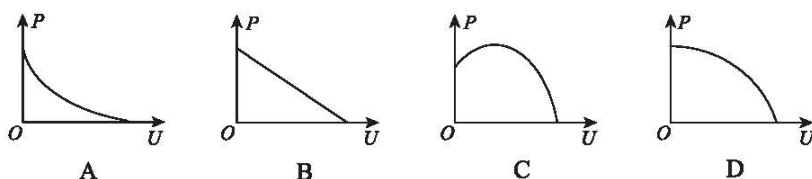


图 14

(4) 只考虑电表内阻所引起的误差, 另一同学提出一种可以准确测量干电池内阻的想法:

①按如图 15 甲连接电路。闭合开关 S_1 , 先将开关 S_2 接在 a 、 b 中的某一端, 调节滑动变阻器 R 的阻值。根据多组电压表和电流表的示数, 作出 $U-I$ 图线, 得到图 15 乙中的图线 1;

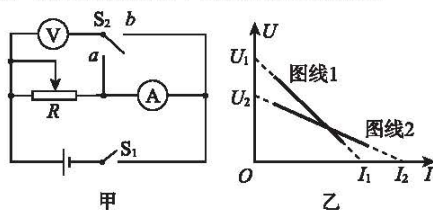


图 15

- ②保持开关 S_1 闭合, 再将开关 S_2 接在另一端, 重复①中操作, 得到图 15 乙中的图线 2。可知图线 2 对应于 S_2 接在 _____ (选填 “a” 或 “b”) 端;
- ③已知图线 1 在 U 轴和 I 轴的截距分别为 U_1 和 I_1 , 图线 2 在 U 轴和 I 轴的截距分别为 U_2 和 I_2 。由此可知干电池内阻的准确值为 _____。

- A. $\frac{U_2}{I_1}$
- B. $\frac{U_1}{I_2}$
- C. $\frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1}$
- D. $\frac{U_1 + U_2}{I_1 + I_2}$

13. (8分) 如图 16 所示为某质谱仪的构造原理图。现让质量为 m 、电荷量为 q 、初速度为零的粒子，经加速电压为 U 的加速电场加速后，进入速度选择器。速度选择器的平行金属板之间有相互正交的匀强电场和磁感应强度为 B_1 的匀强磁场（图中均未画出）。该粒子恰能沿直线通过，并从平板 S 上的狭缝 P 进入磁感应强度为 B_2 、方向垂直纸面向外的有界匀强磁场中，在磁场中运动一段时间后，最终打在照相底片上的 A 点。底片厚度可忽略不计，且与平板 S 重合。空气阻力、粒子所受的重力均忽略不计。求：

- (1) 带电粒子进入速度选择器时的速率 v_0 ；
- (2) 速度选择器中匀强电场的电场强度的大小 E ；
- (3) 照相底片上 A 点与狭缝 P 之间的距离 L 。

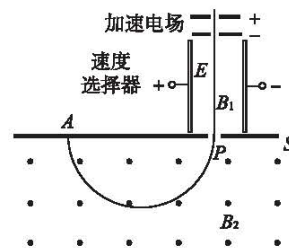


图 16

14. (8分) 如图 17 所示，在水平向右的匀强电场中，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（可视为点电荷）。将小球拉至与 O 点等高的 A 点，保持细线绷紧并静止释放，小球运动到与竖直方向夹角 $\theta = 37^\circ$ 的 P 点时速度变为零。已知 $\cos 37^\circ = 0.80$ 、 $\sin 37^\circ = 0.60$ ，空气阻力可忽略，重力加速度为 g 。求：

- (1) 电场强度的大小 E ；
- (2) 小球从 A 运动到 B 的过程中，电场力做的功 W ；
- (3) 小球通过最低点 B 时，细线对小球的拉力大小 F 。

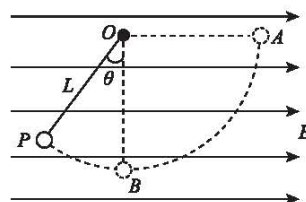


图 17

15. (8分) 回旋加速器是加速带电粒子的装置, 如图 18 甲所示。两 D 形盒分别在 M 端和 P 端跟高频交流电源 (图中未画出) 相连, 便在两 D 形盒之间的狭缝中形成加速电场, 使粒子每次穿过狭缝时都被加速。两 D 形盒放置在磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 磁场方向垂直于 D 形盒底面, 粒子源置于圆心 O 处, 粒子源射出的带电粒子质量为 m 、电荷量为 q , 最大回旋半径为 R 。不计粒子在两 D 形盒间加速电场内运动的时间, 不计粒子离开粒子源时的初速度, 忽略粒子所受重力以及粒子间相互作用。

(1) 若 M 、 P 之间所加电压 U_{MP} 随时间 t 的变化如图 18 乙所示, 每个周期内 U_0 和 $-U_0$ 持续时间相同, 求:

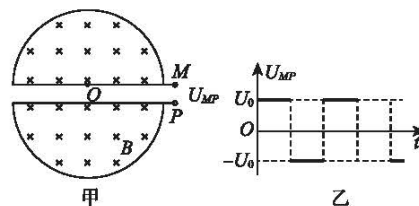


图 18

- a. 粒子离开加速器时的最大动能 E_k ;
- b. 粒子在加速器中的加速次数 N 。

(2) 若 M 、 P 之间所加电压 U_{MP} 为 LC 振荡器产生的高频正弦型交变电压, 其中线圈的电感为 L 。求 LC 振荡器中电容器的最大电容 C_m 。(提示: LC 振荡电路的振荡周期 $T=2\pi\sqrt{LC}$)

16. (9分) 如图 19 甲所示, 间距为 L 的平行光滑金属导轨固定在绝缘水平面上, 导轨的左端连接一阻值为 R 的定值电阻。导轨所在空间存在竖直向下的匀强磁场, 磁感应强度为 B 。一根质量为 m 、长度为 L 、电阻为 r 的导体棒 cd 放在导轨上。导体棒运动过程中始终保持与导轨垂直且接触良好, 导轨的电阻可忽略不计。

- (1) 若对导体棒 cd 施加一水平向右的恒力, 使其以速度 v 向右做匀速直线运动, 求此力的大小 F_1 。
- (2) 若对导体棒 cd 施加一水平向右的拉力 F_2 , 使其沿导轨做初速为零的匀加速直线运动。 F_2 的大小随时间 t 变化的图像为一条斜率为 $k(k > 0)$ 的直线。求导体棒 cd 加速度的大小 a 。
- (3) 若对导体棒 cd 施加一水平向右的瞬时冲量, 使其以速度 v_0 开始运动, 并最终停在导轨上。
 - a. 求整个过程中, 电路中产生的总热量 Q ;
 - b. 在图 19 乙中定性画出导体棒 cd 两端的电势差 U_{cd} 随位移 x 变化的图像。

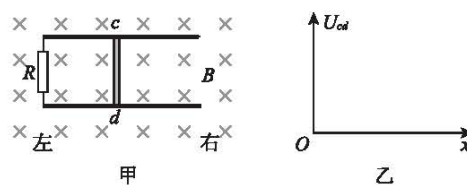


图 19

17. (10分) 在经典物理理论中, 氢原子的核外电子绕原子核做匀速圆周运动。设电子运动方向如图 20 甲所示。已知电子质量为 m 、环绕半径为 r 、静电力常量为 k 、元电荷为 e 。

(1) 求电子绕核运动的角速度大小 ω 和电子绕核运动形成的等效电流 I ;

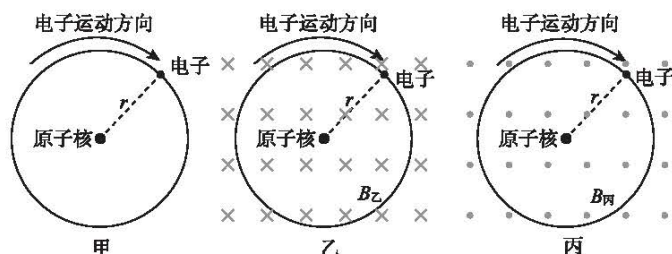


图 20

(2) 在图 20 甲的情况下, 分别施加磁感应强度大小相等、方向相反、垂直于电子轨道平面的匀强磁场 B_Z 和 $B_丙$, 如图 20 乙、丙所示。施加磁场后, 电子仍沿原方向做半径为 r 的匀速圆周运动, 但角速度的大小分别变为 ω_1 和 ω_2 。

- a. 根据牛顿运动定律、洛伦兹力相关知识, 分析并判断 ω_1 与 ω , ω_2 与 ω 的大小关系;
- b. ①图 20 乙和丙中, 设电子绕核运动所形成的等效电流分别为 I_1 和 I_2 , 请填写表 1 (选填“增大”“减小”或“不变”)。

表 1

I_1 相比于 (1) 中的 I	I_2 相比于 (1) 中的 I

②等效电流亦会在轨道内激发磁场。图 20 乙、丙中, 由于等效电流的变化, 其在轨道内激发的磁场的磁感应强度相对于图 20 甲分别变化了 ΔB_1 和 ΔB_2 , 请填写表 2 (选填“相同”“相反”或“无法确定”)。

表 2

ΔB_1 与 B_Z 的方向	ΔB_2 与 $B_丙$ 的方向

18. (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 21 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 $I = neSv$)。

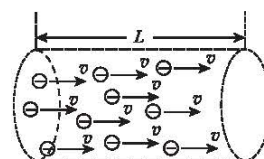


图 21

(2) 图 22 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 22 乙为圆筒的俯视图。图 22 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 22 丙中的虚线定向移动。

- a. 在图 22 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 。

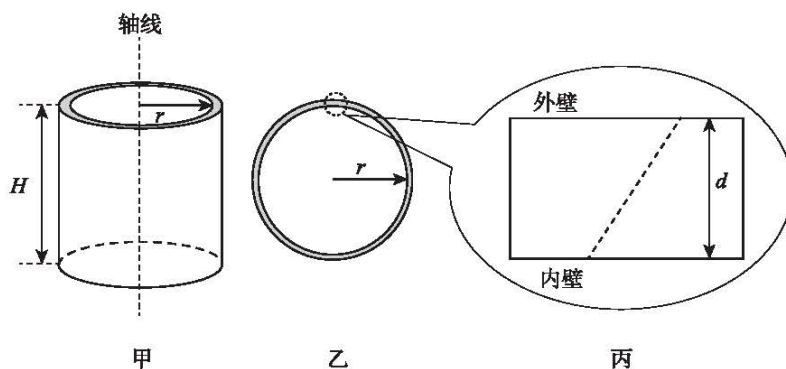


图 22

海淀区2022—2023学年第一学期期末练习参考答案及评分标准

高三物理

2023.01

第一部分共 10 题，每题 3 分，共 30 分。在每题给出的四个选项中，有的题只有一个选项是符合题意的，有的题有多个选项是符合题意的。全部选对的得 3 分，选不全的得 2 分，有选错或不答的得 0 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	AC	BD	ABD	ABC	BC	AD	ACD	AC	B	AD

第二部分共 8 题，共 70 分。

11. CAD

12. (1) A; C;

(2) 作图如答图 1 所示;

1.50 (1.49~1.51); 0.83 (0.81~0.85);

(3) B

(4) ②b; ③B;

13. (1) 根据动能定理，有

$$qU = \frac{1}{2}mv_0^2$$

可解得

$$v_0 = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

(2) 带电粒子在速度选择其中，水平方向受力平衡，因此有

$$qE = qv_0B_1$$

可解得

$$E = B_1v_0 = B_1\sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

(3) 带电粒子在偏转磁场中做半径为 R 的匀速圆周运动，根据牛顿运动定律，有

$$qv_0B_2 = m\frac{v_0^2}{R}$$

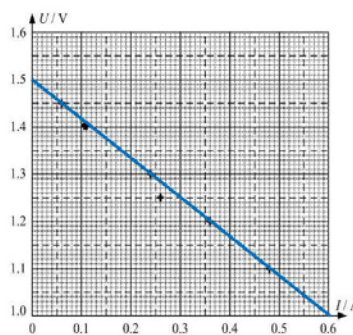
再代入 (1) 中的 v_0 ，可得

$$R = \frac{mv_0}{qB_2} = \frac{1}{B_2}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

根据几何关系，可得

$$L = 2R = \frac{2}{B_2}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

14. (1) 由小球运动情况可知，小球所带电荷为正电，因此其所受电场力方向沿电场线方向。小球从 A 点运动到 P 点的过程中，根据动能定理，有



答图 1

$$mgL \cos \theta - qEL(1 + \sin \theta) = 0 - 0$$

可得

$$E = \frac{mg \cos \theta}{q(1 + \sin \theta)} = \frac{mg}{2q}$$

(2) 小球从 A 点运动到 B 点的过程中, 根据电场力做功的特点, 有

$$W = -qEL = -\frac{1}{2}mgL$$

(3) 设小球通过最低点 B 时的速度大小为 v_B 。在小球从 A 点运动到最低点 B 的过程中, 根据动能定理, 有

$$mgL - qEL = \frac{1}{2}mv_B^2 - 0$$

在最低点 B , 沿竖直方向, 小球受竖直向下的重力 mg , 竖直向上的拉力 F , 根据牛顿运动定律和圆周运动的规律, 有

$$F - mg = \frac{mv_B^2}{L}$$

联立以上两式, 可得

$$F = 2mg$$

15. (1) a. 当粒子做匀速圆周运动的半径为最大回旋半径 R 时, 其速度取得最大值 v_m , 因此其动能也最大。根据洛伦兹力、牛顿运动定律和圆周运动等规律, 有

$$qv_m B = \frac{mv_m^2}{L}$$

可得最大动能

$$E_k = \frac{1}{2}mv_m^2 = \frac{q^2 R^2 B^2}{2m}$$

b. 粒子在磁场中运动时, 其动能保持不变。当粒子在加速电场中运动时, 粒子每通过 1 次加速电场, 就会被加速 1 次, 从而获得能量 qU_0 , 根据能量守恒, 有

$$N \cdot qU_0 = E_k$$

可得

$$N = \frac{E_k}{qU_0} = \frac{qR^2 B^2}{2mU_0}$$

(2) 设带电粒子在磁场中做匀速圆周运动的运动周期为 T_1 。当粒子的速率为 v 、回旋半径为 r 时, 根据洛伦兹力、牛顿运动定律、圆周运动等规律, 有

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

可解得

18. (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

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

$$e \frac{U}{L} = kv$$

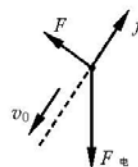
解得

$$v = \frac{eU}{kL}$$

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

$$\rho = \frac{k}{ne^2}$$

(2) a. 如答图 3 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。



答图 3

b. 根据答图 3, 设电场的电场强度大小为 E , 根据几何关系, 有

$$(eE)^2 = F^2 + f^2 = (qv_0B)^2 + (kv_0)^2$$

所以

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

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:

设答图 3 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

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

因此可得

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

17. (1) 电子所受原子核的库仑力提供其做圆周运动的向心力

$$k \frac{e^2}{r^2} = m\omega^2 r$$

解得

$$\omega = \sqrt{\frac{ke^2}{mr^3}}$$

根据圆周运动中周期 T 与角速度 ω 的关系

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

和电流的定义, 可得

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{e}{T} = \frac{e}{2\pi/\omega} = \frac{e^2}{2\pi r} \sqrt{\frac{k}{mr}}$$

(2) a. 施加磁场前, 库仑力 $F_{\text{库}}$ 提供电子做匀速圆周运动的向心力, 即 $F_{\text{库}} = m\omega^2 r$ 。

施加磁场 B_z 后, 洛伦兹力 F 与库仑力 $F_{\text{库}}$ 方向相同, 它们的合力提供电子做匀速圆周运动所需向心力: $F_{\text{库}} + F = m\omega_1^2 r$, 即 $m\omega_1^2 r > m\omega^2 r$, 因此 $\omega_1 > \omega$ 。

施加磁场 $B_{\text{内}}$ 后, 洛伦兹力 F 与库仑力 $F_{\text{库}}$ 方向相反, 它们的合力提供电子做匀速圆周运动所需向心力: $F_{\text{库}} - F = m\omega_2^2 r$, 即 $m\omega_2^2 r < m\omega^2 r$, 因此 $\omega_2 < \omega$ 。

b. 由 (1) 可知 $I = \frac{e}{2\pi} \omega$, 即等效电流 I 与角速度 ω 成正比。设加磁场前, 电子绕核运动的等效电流 I 在轨道内所激发的磁场的磁感应强度为 B , 方向垂直轨道平面向外。

图 20 乙所示情境中, 由于角速度 $\omega_1 > \omega$, 因此其等效电流 $I_1 > I$, 等效电流 I_1 在轨道内所激发的磁场方向不变, 磁感应强度变为 B_1 , 因此 $\Delta B_1 = B_1 - B$, 其方向与磁场 B_z 方向相反。

图 20 丙所示情境中, 由于角速度 $\omega_2 < \omega$, 因此其等效电流 $I_2 < I$, 等效电流 I_2 在轨道内所激发的磁场方向不变, 磁感应强度变为 B_2 , 因此 $\Delta B_2 = B_2 - B$, 其方向与磁场 $B_{\text{内}}$ 方向相反。

① 表 1

I_1 相比于 (1) 中的 I	I_2 相比于 (1) 中的 I
增大	减小

② 表 2

ΔB_1 与 B_z	ΔB_2 与 $B_{\text{内}}$
方向相反	方向相反

$$T_1 = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$$

若用 LC 振荡器实现同步加速, T_1 可以是 LC 振荡电路的周期的 n 倍, n 为大于 0 的正整数, 因此当 $n=1$ 、即 LC 振荡电路的振荡周期取得最大值 T 时, 有 $T=T_1$, 此时 LC 振荡器中电容器的电容最大, 即

$$\frac{2\pi m}{qB} = 2\pi\sqrt{LC_m}$$

解得

$$C_m = \frac{m^2}{q^2 B^2 L}$$

16. (1) 当导体棒 cd 速度为 v 时, 它切割磁感线产生的感应电动势 $E = BLv$

根据闭合电路欧姆定律, 可求得回路中的感应电流 $I = \frac{E}{R+r} = \frac{BLv}{R+r}$

根据安培力公式, 可得

$$F_A = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{R+r}$$

又因为导体棒 cd 处于平衡态, 所以导体棒所受拉力

$$F_1 = F_A = \frac{B^2 L^2 v}{R+r}$$

(2) 导体棒 cd 做加速度为 a 的匀加速直线运动, 根据运动学公式

$$v = at$$

再利用 (1) 中安培力的表达式 $F_A = \frac{B^2 L^2 v}{R+r}$, 根据牛顿运动定律, 有

$$F_2 - \frac{B^2 L^2 a}{R+r} t = ma$$

即

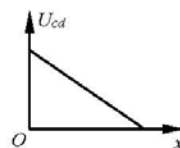
$$F_2 = \frac{B^2 L^2 a}{R+r} t + ma$$

即 F_2 是 t 的一次函数。由题中信息可知, $k = \frac{B^2 L^2 a}{R+r}$, 可以解得

$$a = \frac{k(R+r)}{B^2 L^2}$$

(3) a. 根据能量守恒定律, 导体棒 cd 从开始运动到最终停下来的过程中, 其动能全部转化为内能, 即

$$Q = \frac{1}{2} m v_0^2$$



答图 2

b. 导体棒 cd 两端的电势差 U_{cd} 与位移 x 是线性关系, 其图像如答图 2 所示。

关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（[网址: www.zizzs.com](http://www.zizzs.com)）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国 90% 以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。



 微信搜一搜

 自主选拔在线