



北京·西城

普通高中课程标准实验教科书学习指导

学习·探究·诊断

北京市西城区教育研修学院 编

物理

选修 3-2

(理科)

测试卷及参考答案

高中物理

$$Q = \frac{Q_1}{I_1} \sqrt{\frac{2Dm}{BdI_1 - \mu mg}}$$

(2) 滑块第一次与挡板碰撞后沿斜面上滑的高度最大, 设为 h_1 , 根据动能定理,

$$-(mg+qE)h_1 - f \frac{h_1}{\sin 37^\circ} = -\frac{1}{2}mv_1^2,$$

代入数据解得 $h_1 = 0.10\text{m}$

(3) 滑块最终将静止在斜面底端。因此重力势能和电势能的减少等于克服摩擦力做的功, 即等于产生的热能,

$$Q = (mg+qE)h = 0.96\text{J}$$

20. (10分) 解: (1) 因为线圈中产生的感应电流变化的周期与磁场变化的周期相同, 所以由图象可知, 线圈中产生交变电流的周期为 $T = 3.14 \times 10^{-2}\text{s}$ 。

所以线圈中感应电动势的最大值为 $E = 2\pi n B_m S / T = 8.0\text{V}$

(2) 根据欧姆定律, 电路中电流的最大值为 $I_m = \frac{E_m}{R+r} = 0.80\text{A}$

通过小灯泡电流的有效值为 $I = I_m / \sqrt{2} = 0.40\sqrt{2}\text{A}$,

灯泡消耗的电功率为 $P = I^2 R = 2.88\text{W}$

(3) 在磁感应强度变化 $1/4$ 周期内, 线圈中感应电动势的平均值 $\bar{E} = nS \frac{\Delta B}{\Delta t}$

通过灯泡的平均电流 $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r} = \frac{nS\Delta B}{(R+r)\Delta t}$

通过灯泡的电荷量 $Q = \bar{I}\Delta t = \frac{nS\Delta B}{R+r} = 4.0 \times 10^{-3}\text{C}$

21. (10分) 解: (1) 当通过金属棒的电流为 I_2 时, 金属棒在导轨上做匀加速运动, 设加速度为 a , 根据牛顿第二定律,

$$BdI_2 - \mu mg = ma,$$

设金属棒到达 NQ 端时的速度为 v , 根据运动学公式, $v^2 = 2aL$,

由以上两式解得: $v = \sqrt{\frac{2(BdI_2 - \mu mg)L}{m}}$

(2) 当金属棒静止不动时, 金属棒的电阻 $r = \frac{U_1}{I_1}$, 设金属棒在导轨上运动的时间为 t ,

电流在金属棒中产生的热量为 Q , 根据焦耳定律, $Q = I_2^2 rt$,

根据运动学公式, $L = \frac{v}{2}t$, 将 (1) 的结果代入, 解得

$$Q = I_2^2 \frac{U_1}{I_1} \sqrt{\frac{2Lm}{BdI_2 - \mu mg}}$$

11. BD 12. BC 13. AB 14. ACD 15. AC

二、本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。

16. A, $a \rightarrow b$ 17. 向左, 向左 18. U_1/I_1 , 增大 19. 2:1, 25V

三、本题共 4 小题，共 39 分。

20. (9 分) 解:

(1) 根据闭合电路欧姆定律，通过电阻 R 的电流

$$I = \frac{E}{R+r} = \frac{6.0}{5.0+1.0} \text{A} = 1.0 \text{A}$$

(2) 电源输出的功率即 R 上消耗的电功率

$$P = \left(\frac{E}{R+r} \right)^2 R = \frac{E^2}{R + \frac{r^2}{R} + 2r}$$

当 $R=r=1.0\Omega$ 时，电源输出的功率最大

$$P = \frac{E^2}{4r} = 9.0 \text{W}$$

21. (9 分) 解:

(1) 带电粒子在磁场中所受洛伦兹力

$$f = qvB$$

(2) 带电粒子在磁场中做匀速圆周运动，设其半径为 R ，由牛顿第二定律

$$qvB = m \frac{v^2}{R}$$

带电粒子做匀速圆周运动的半径

$$R = \frac{l}{2}$$

$$\text{解得 } m = \frac{qBl}{2v}$$

22. (9 分) 解:

(1) 金属棒 MN 切割磁感线，产生动生电动势

$$E_1 = B \cdot 2R \cdot v_0 = 0.8 \text{V}$$

等效电路如图所示

流过灯 L_1 的电流

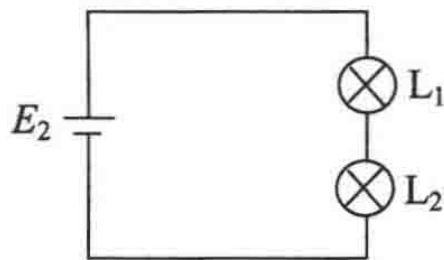
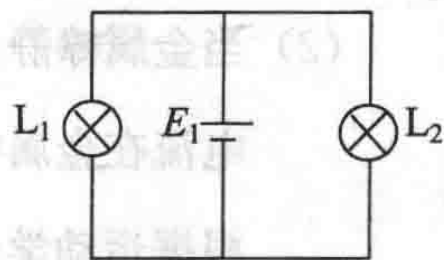
$$I_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{E_1}{R_0/2} = 0.4 \text{A}$$

(2) 撤去金属棒 MN 后，磁场随时间均匀变化，回路中产生感生电动势

$$E_2 = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \pi R^2 = 0.64 \text{V}$$

等效电路如图所示

L_1 的功率



二、本题共 6 小题，在每小题给出的四个选项中，至少有一个选项是符合题意的。

11. ABCD 12. BC 13. AD 14. CD 15. AD 16. AC

三、填空题

17. 4×10^{-4} 18. 4×10^{-4} , 8×10^{-3} , 1.6 19. 10^{-10} , a

四、计算题

20. 0.05N 21. 0.5V, 0.1N 22. (1) 0.4m; (2) 0.4m/s; (3) 0.0392J

23. (1) $E = BLv = BL \sqrt{2gh}$; (2) $U = I \left(\frac{3}{4} R \right) = \frac{3}{4} E = \frac{3}{4} BL \sqrt{2gh}$; (3) $h = \frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}$

第五章交变电流检测题

一、本题共 9 小题，在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题意的。

1. C 2. B 3. D 4. A 5. D 6. C 7. D 8. C 9. B

二、本题共 4 小题，在每小题给出的四个选项中，至少有一个选项是符合题意的。

10. BC 11. AB 12. BD 13. AC

三、填空题

14. 311V 15. 1320, 72 16. $2 \sin 8\pi t$ V, 1

四、计算题

17. (1) $E_m = 200$ V (2) $U = 90\sqrt{2}$ V (3) $Q = 1.08 \times 10^4$ J

18. 1 : 16, 190 : 11

高中物理选修 3-2 模块检测题

一、本题共 10 小题，在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题意的。

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

二、本题共 5 小题，在每小题给出的四个选项中，至少有一个选项是符合题意的。

11. AD 12. CD 13. AC 14. AD 15. ABD

三、填空题

16. 0, $BS\omega$ 17. 1 : 20, 0.91 18. 有, 有 19. 左, $\frac{q}{BLC}$

四、计算题

20. (1) 2.4A; (2) 0.144N 21. (1) 1V; (2) 0.05W

22. (1) 1.2×10^6 W 或 1.2×10^3 kW; (2) 9.0×10^2 kW; (3) 适当增大输电线的横截面积或再把输电电压提高等

23. (1) 12m/s; (2) 3.5 m/s^2 ; (3) $I_0 = \sqrt{\frac{2mgss \sin \theta - mv^2}{2Rt}}$

高中物理选修 3-1、3-2 模块综合检测题 (一)

一、本题共 15 小题，每小题 3 分，共 45 分。

1. CD 2. A 3. C 4. D 5. AB 6. C 7. C 8. D 9. AD 10. B

参考答案

第四章 电磁感应

第一节 划时代的发现

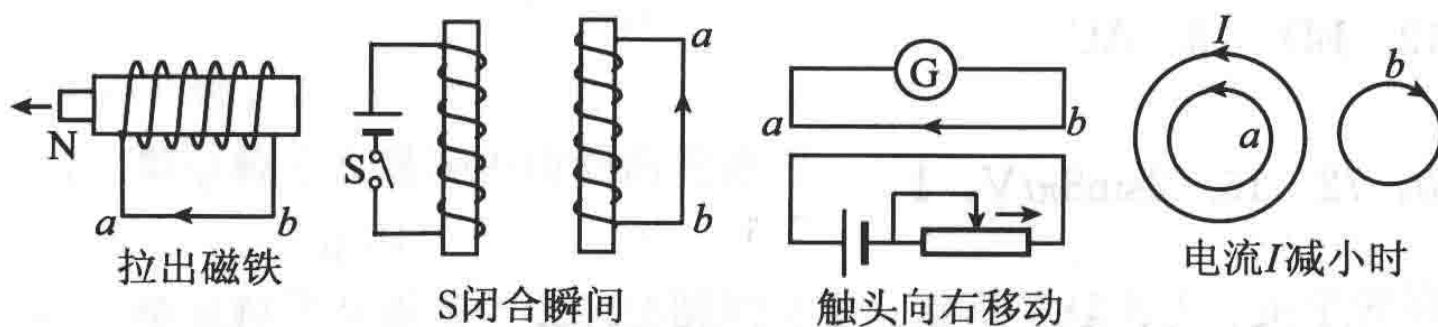
第二节 探究感应电流的产生条件

1. D 2. ACD 3. BCD 4. 无, 无, 无, 无, 无, 有 5. $2L/v$

第三节 楞次定律

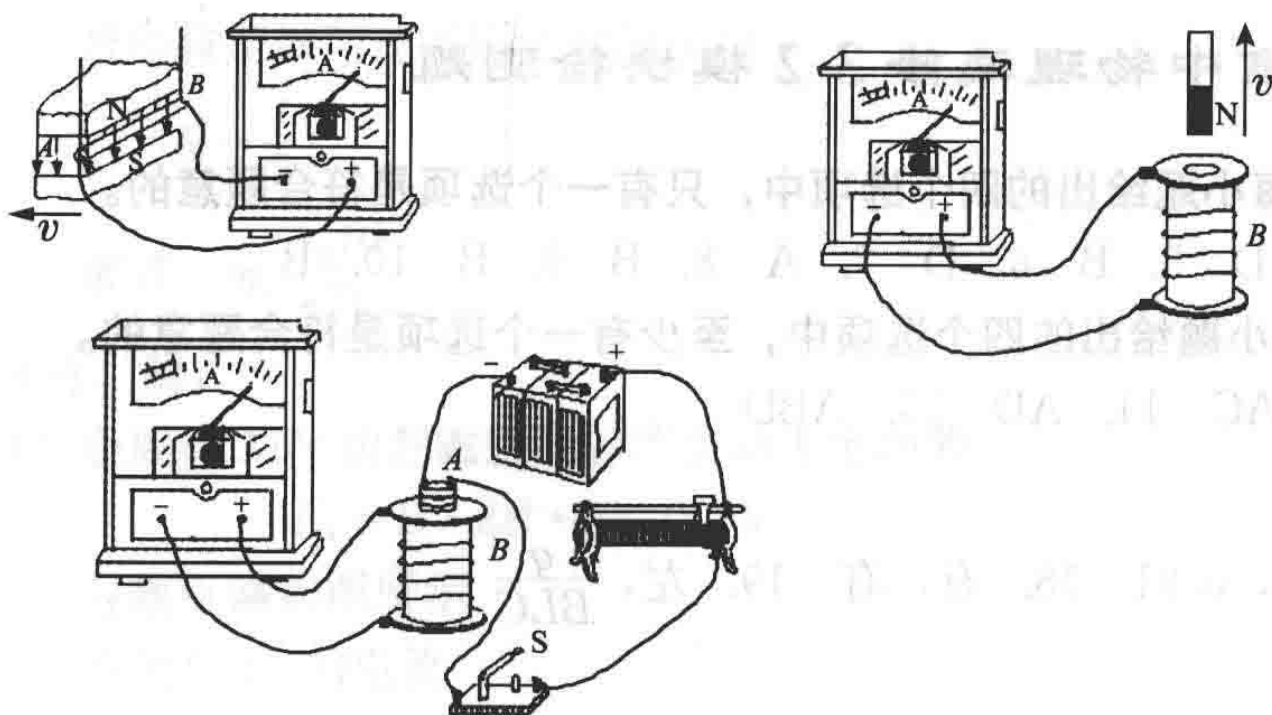
1. CD 方向均为顺时针

2.



3. C 4. ABC 5. A 6. A 7. B 8. AD 9. B

10.



第四节 法拉第电磁感应定律

1. C

2. 175V, 0.175A

3. ab , a , 0.016N, 0.064W

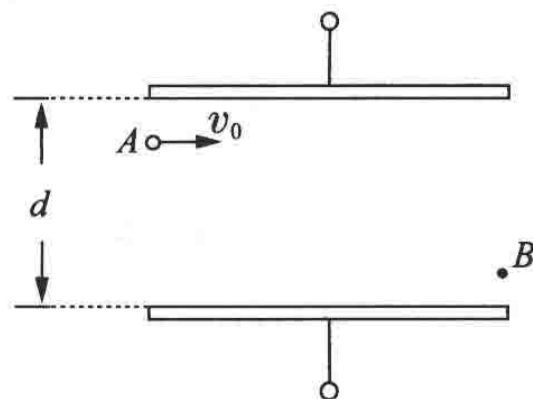
4. $\frac{2Bdv}{\sqrt{3}R}$, $a \rightarrow b$ 5. C 6. C 7. 0.1A 8. (1) 0.4A (2) 0.12V

17. (6分) 如图所示, 两块相同的金属板正对着水平放置, 板间距离为 d 。当两板间加电压 U 时, 一个质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的带电粒子, 以水平速度 v_0 从 A 点射入电场, 经过一段时间后从 B 点射出电场, A 、 B 间的水平距离为 L 。不计重力影响。求:

(1) 带电粒子从 A 点运动到 B 点经历的时间 t ;

(2) A 、 B 间竖直方向的距离 y ;

(3) 带电粒子经过 B 点时速度的大小 v 。

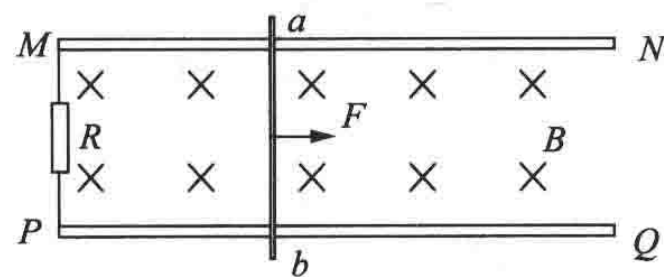


18. (6分) 两根平行光滑金属导轨 MN 和 PQ 水平放置, 其间距为 0.60m , 磁感应强度为 0.50T 的匀强磁场垂直轨道平面向下, 两导轨之间连接的电阻 $R=5.0\ \Omega$ 。在导轨上有一电阻为 $1.0\ \Omega$ 的金属棒 ab , 金属棒与导轨垂直, 如图所示。在 ab 棒上施加水平拉力 F 使其以 10m/s 的水平速度匀速向右运动。设金属导轨足够长。求:

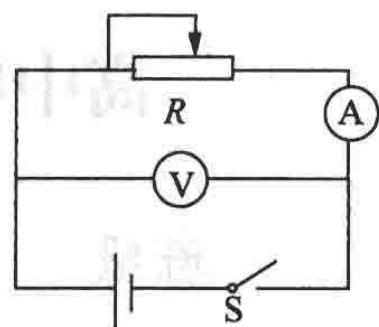
(1) 金属棒 ab 两端的电压;

(2) 拉力 F 的大小;

(3) 电阻 R 上消耗的电功率。



14. (6分) 在用电压表和电流表测电源的电动势和内电阻的实验中, 采用如图所示的电路, 闭合开关 S 后, 当滑动变阻器 R 的滑动触头处于某一位置时, 电流表和电压表的读数分别为 I_1 和 U_1 ; 改变滑动变阻器的滑动触头位置后, 电流表和电压表的读数分别为 I_2 和 U_2 。



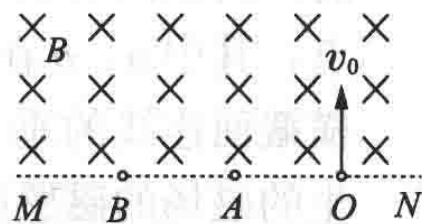
- (1) 若忽略电流表和电压表的电阻对实验的影响, 则由测量得到的数据可以得到电源的电动势 E 的表达式为 $E = \underline{\hspace{2cm}}$, 电源内电阻 r 的表达式为 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- (2) 若考虑到电流表和电压表自身电阻对测量结果的影响, 所得到的电源电动势 E 的测量值与真实值相比较, 是偏大还是偏小? 答: $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
15. (6分) 有一个纯电阻用电器的电阻约为 $20\ \Omega$, 试设计一个能较精确地测量该用电器电阻的电路, 要求使该用电器两端的电压变化范围尽可能的大。可选用的器材有:
- 电源: 电动势为 10V , 内电阻为 $1.0\ \Omega$;
- 电流表: 量程 0.6A , 内阻 R_A 为 $0.50\ \Omega$;
- 电压表: 量程 10V , 内阻 R_V 为 $10\text{k}\ \Omega$;
- 滑动变阻器: 最大电阻值为 $5.0\ \Omega$;
- 开关一个、导线若干。



- (1) 在右边的方框内画出实验电路图。
- (2) 用该电路可以使用电器两端的电压变化范围约为 $\underline{\hspace{2cm}}$ V 。
- (3) 若实验中在用电器正常工作的状态下电流表的示数为 I , 电压表的示数为 U , 考虑到电表内阻的影响, 用测量值及电表内阻计算用电器正常工作时电阻值的表达式为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

三、本题共 6 小题, 共 48 分。(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, 有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位)

16. (6分) 如图所示, 在虚线 MN 的上方存在磁感应强度为 B 的匀强磁场, 方向垂直纸面向内, 质子和 α 粒子以相同的速度 v_0 由 MN 上的 O 点以垂直 MN 且垂直于磁场的方向射入匀强磁场中, 再分别从 MN 上 A 、 B 两点离开磁场。已知质子的质量为 m , 电荷为 e , α 粒子的质量为 $4m$, 电荷为 $2e$ 。忽略带电粒子的重力及质子和 α 粒子间的相互作用。求:



- (1) A 、 B 两点间的距离;

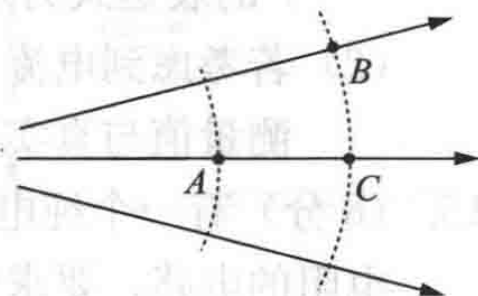
- (2) α 粒子在磁场中运动的时间。

高中物理选修 3-1、3-2 模块综合检测题 (二)

班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 得分 _____

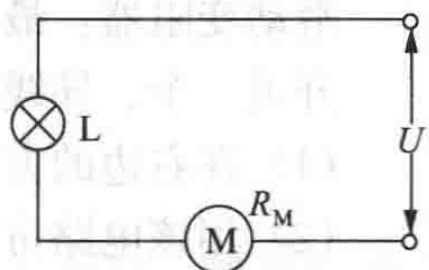
一、本题共 12 小题，每小题 3 分，共 36 分。(在每小题给出的四个选项中，有的小题只有一个选项是正确的，有的小题有多个选项是正确的。全部选对的得 3 分，选对但不全的得 2 分，有选错或不答的得 0 分)

1. 某电场的分布如图所示，带箭头的实线为电场线，虚线为等势面。A、B、C 三点的电场强度分别为 E_A 、 E_B 、 E_C ，电势分别为 φ_A 、 φ_B 、 φ_C ，关于这三点的电场强度和电势的关系，下列判断中正确的是 ()



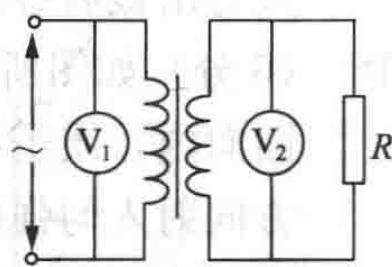
- A. $E_A < E_B$, $\varphi_B = \varphi_C$ B. $E_A > E_B$, $\varphi_A > \varphi_B$
 C. $E_A > E_B$, $\varphi_A < \varphi_B$ D. $E_A = E_C$, $\varphi_B = \varphi_C$

2. 在如图所示的电路中，输入电压 U 恒为 12V，灯泡 L 上标有“6V 12W”字样，电动机线圈的电阻 $R_M = 0.50 \Omega$ 。若灯泡恰能正常发光，下列说法中正确的是 ()



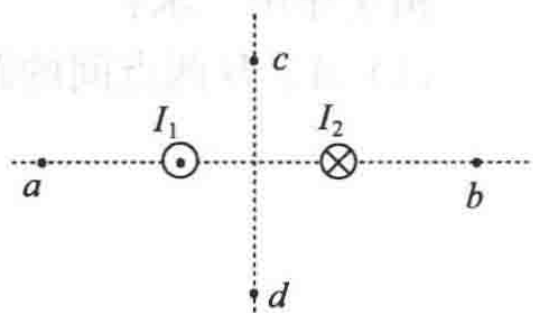
- A. 电动机的输入功率为 12W
 B. 电动机的输出功率为 12W
 C. 电动机的热功率为 2.0W
 D. 整个电路消耗的电功率为 22W

3. 如图所示，理想变压器的初级线圈接交流电源，次级线圈接阻值为 R 的负载电阻。若与初级线圈连接的电压表 V_1 的示数为 U_1 ，与次级线圈连接的电压表 V_2 的示数为 U_2 ，且 $U_2 < U_1$ ，则以下判断正确的是 ()



- A. 该变压器的输入电流与输出电流之比为 $U_1 : U_2$
 B. 该变压器的输入功率与输出功率之比为 $U_2 : U_1$
 C. 通过负载电阻 R 的电流 $I_2 = \frac{U_2}{R}$
 D. 通过初级线圈的电流 $I_1 = \frac{U_2^2}{U_1 R}$

4. 两根通电的长直导线平行放置，电流分别为 I_1 和 I_2 ，电流的方向如图所示，在与导线垂直的平面上有 a 、 b 、 c 、 d 四点，其中 a 、 b 在导线横截面连线的延长线上， c 、 d 在导线横截面连线的垂直平分线上。则导体中的电流在这四点产生的磁场的磁感应强度可能为零的是 ()

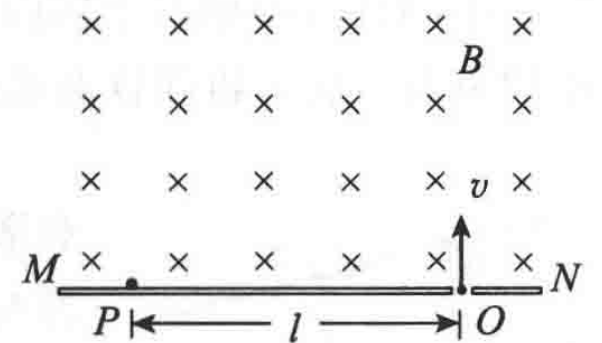


- A. a 点 B. b 点
 C. c 点 D. d 点

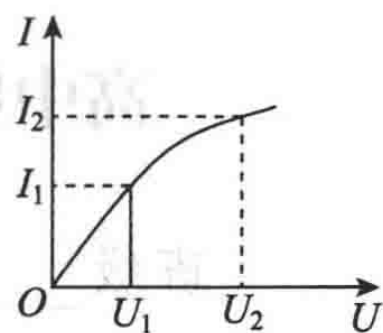
21. (9分) 如图所示, MN 表示真空室中垂直于纸面放置的感光板, 它的一侧有匀强磁场, 磁场方向垂直于纸面向里, 磁感应强度大小为 B 。一个电荷量为 q 的带电粒子从感光板上的狭缝 O 处以垂直于感光板的初速度 v 射入磁场区域, 最后到达感光板上的 P 点。经测量 P 、 O 间的距离为 l , 不计带电粒子受到的重力。求:

(1) 带电粒子所受洛伦兹力的大小;

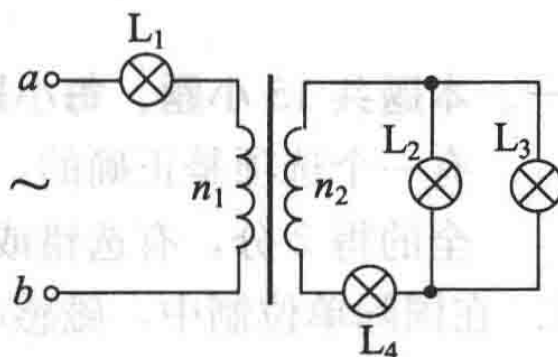
(2) 带电粒子的质量。



18. 在“测绘小灯泡的伏安特性曲线”的实验中，某同学根据测得的数据，画出了如图所示的 $I-U$ 图象。从图象中可以看出：当小灯泡两端的电压为 U_1 时，通过灯丝的电流为 I_1 ，则此时灯丝的电阻为_____；小灯泡两端的电压从 U_1 增大到 U_2 的过程中，随着电压的增大，灯丝的电阻_____（填“增大”“减小”或“不变”）。



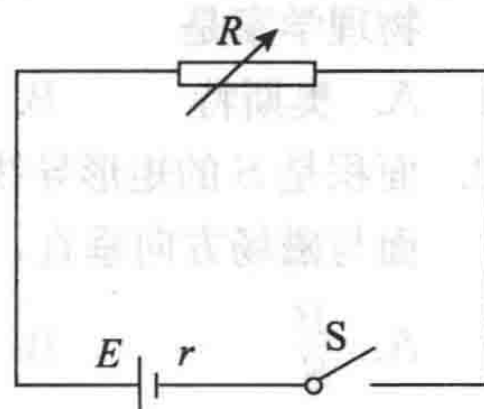
19. 如图所示为理想变压器，三个灯泡 L_1 、 L_2 、 L_3 都标有“5V, 5W”， L_4 标有“5V, 10W”，若它们都能正常发光，则变压器原、副线圈匝数比 $n_1 : n_2 =$ _____， ab 间电压为_____。



三、本题共 4 小题，共 39 分。（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，有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位）

20. (9 分) 在如图所示的电路中，电源的电动势 $E=6.0\text{V}$ ，内电阻 $r=1.0\Omega$ ，外电路上有一可变电阻器 R 。闭合开关 S 。

- (1) 当 $R=5.0\Omega$ 时，通过电阻 R 的电流多大？
- (2) 当 R 为多大时，电源输出的功率最大，最大值是多少？



高中物理选修 3-1、3-2 模块综合检测题 (一)

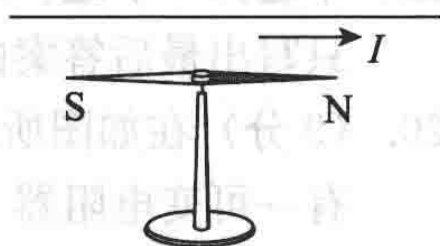
班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 得分 _____

一、本题共 15 小题，每小题 3 分，共 45 分。(在每小题给出的四个选项中，有的小题只有一个选项是正确的，有的小题有多个选项是正确的。全部选对的得 3 分，选对但不全的得 2 分，有选错或不答的得 0 分)

1. 在国际单位制中，磁感应强度单位的符号是 ()

- A. N/C B. V/m C. T D. Wb/m²

2. 如图所示，把一根导线平行地放在磁针的上方附近，当导线中有电流通过时，磁针会发生偏转。首先观察到这个实验现象的物理学家是 ()

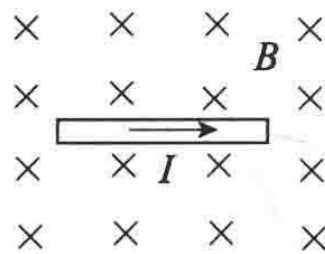


- A. 奥斯特 B. 安培 C. 法拉第 D. 库仑

3. 面积是 S 的矩形导线框，放在一磁感应强度为 B 且范围足够大的匀强磁场中，线框平面与磁场方向垂直，则穿过导线框所围面积的磁通量为 ()

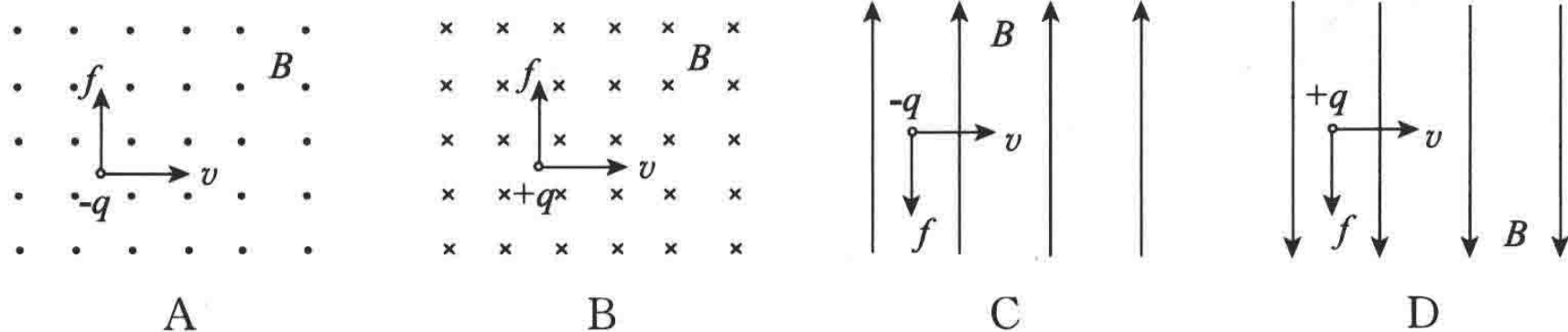
- A. $\frac{B}{S}$ B. $\frac{S}{B}$ C. BS D. 0

4. 如图所示的匀强磁场，磁感应强度为 0.2T ，通电直导线与磁场方向垂直，导线长度为 0.2m ，导线中电流为 1A 。该导线所受安培力的大小为 ()



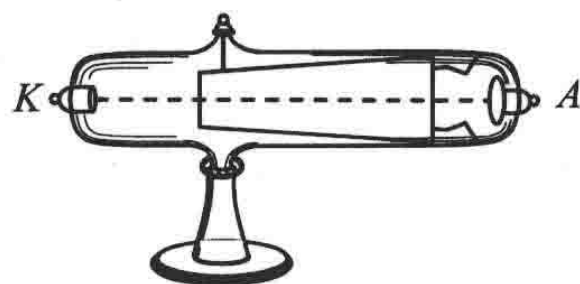
- A. 0.01N B. 0.02N C. 0.03N D. 0.04N

5. 在如图所示的四个图中，标出了匀强磁场的磁感应强度 B 的方向、带电的粒子在磁场中速度 v 的方向和其所受洛伦兹力 f 的方向，其中正确表示这三个方向关系的图是 ()



6. 如图是阴极射线管的示意图。接通电源后，会有电子从阴极 K 射向阳极 A ，并在荧光屏上形成一条亮线。要使荧光屏上的亮线向下偏转，下列措施中可行的是 ()

- A. 加一方向平行纸面向上的磁场
 B. 加一方向平行纸面向下的磁场
 C. 加一方向垂直纸面向里的磁场
 D. 加一方向垂直纸面向外的磁场



- (1) 求线圈中感应电动势的大小；
 (2) 在 $t=0.03\text{s}$ 时，圆盘刚好转到使细光束通过扇形 b 照射光敏电阻 R ，求此时光敏电阻的电功率大小。

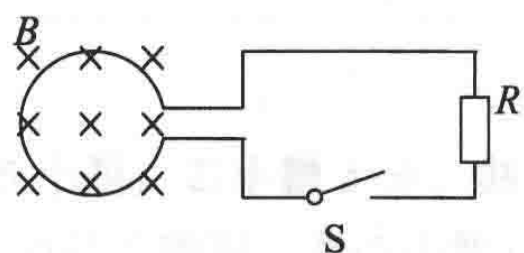


图 1

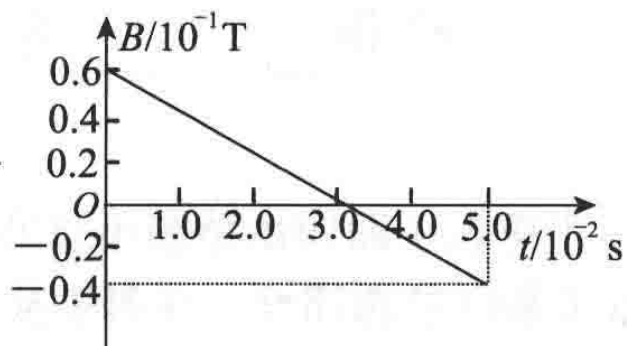
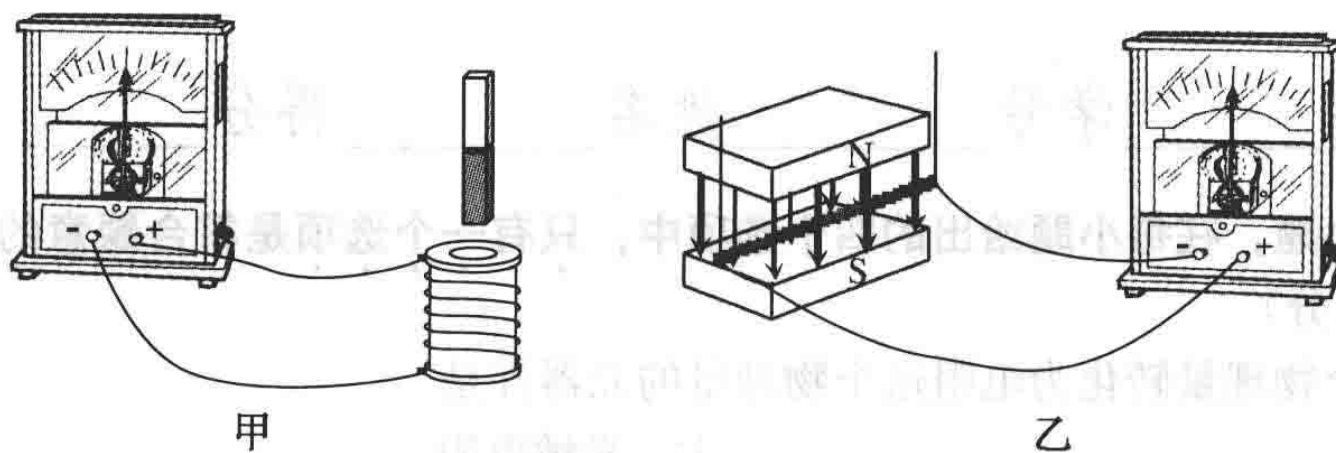


图 2

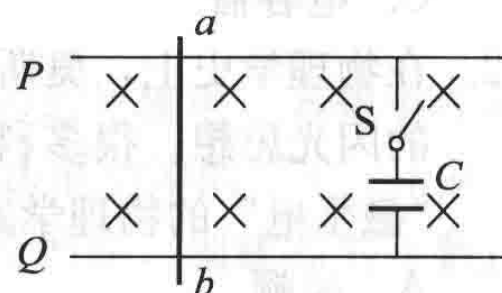
22. (9分) 一风力发电厂总装机容量为 $1.2 \times 10^5 \text{kW}$ ，若采用 110kV 的电压向远处的某地输电。已知从发电厂到某地的输电线电阻为 1Ω 。

- (1) 求输电导线损耗的功率；
 (2) 若为了降低损耗，把输电电压提高为 220kV ，求提高输电电压后比原来少损耗的功率；
 (3) 为了进一步节约能源，请你为输电环节提出一条改进措施。

法是物理学中重要的研究方法，即归纳法。



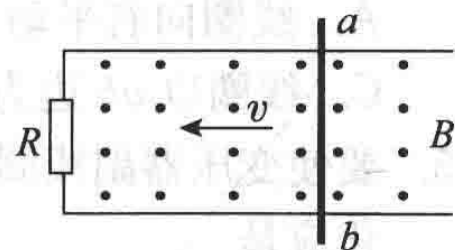
19. 如图所示，水平面中的平行导轨 P 、 Q 相距 L ，它们的右端与电容为 C 的电容器的两极板分别相连，直导线 ab 放在 P 、 Q 上与导轨垂直相交且沿导轨滑动，磁感应强度为 B 的匀强磁场竖直向下穿过导轨面。闭合开关 S ，若发现与导轨 P 相连的电容器极板上带负电荷，则 ab 向_____沿导轨滑动（填“左”或“右”）；如电容器的带电荷量为 q ，则 ab 滑动的速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



四、计算题。（共 34 分）

解题要求：写出必要的文字说明、方程式、演算步骤和答案。有数值计算的题，答案必须明确写出数值和单位。

20. (8 分) 如图所示，光滑的金属导轨放在磁感应强度 $B = 0.2\text{T}$ 的匀强磁场中。平行导轨的宽度 $d = 0.3\text{m}$ ，定值电阻 $R = 0.5\ \Omega$ 。在外力 F 的作用下，导体棒 ab 以 $v = 20\text{m/s}$ 的速度沿着导轨向左匀速运动。导体棒和导轨的电阻不计。求：
- (1) 通过 R 的感应电流大小；
 - (2) 外力 F 的大小。



21. (8 分) 如图 1 所示，用导线绕成面积 $S = 0.5\text{m}^2$ 的圆环，圆环与某种半导体材料制成的光敏电阻 R 连接成闭合回路。圆环全部处于按如图 2 所示的变化磁场中。 P 为一圆盘，由形状相同、透光率不同的三个扇形 a 、 b 和 c 构成，它可绕垂直于盘面的中心轴转动。当细光束通过扇形 a 、 b 、 c 照射光敏电阻 R 时， R 的阻值分别为 $10\ \Omega$ 、 $20\ \Omega$ 、 $40\ \Omega$ 。不计回路中导线和开关的电阻。

电源、输电、变压器

卷长

卷数

学号

姓名

18. 交流发电机的输出功率为 100kW ，输出电压为 250V ，欲向远处输电，若输电线的电阻为 $8.0\ \Omega$ ，要求输电时输电线上损失的电功率不超过输送电功率的 5% ，并向用户输送 220V 的电压，求输电所需的升压变压器和降压变压器的原、副线圈的匝数比分别为多少？（仅考虑输电线电阻造成的电压损失，忽略其电感、电容的影响）



第五章交变电流检测题

班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 得分 _____

一、本题共 9 小题，在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题意的。（每小题 4 分，共 36 分）

1. 关于交变电流的几种说法正确的是 ()

- A. 使用交变电流的电气设备上所标的电压电流值是指峰值
- B. 交流电流表和交流电压表测得的值是电路中的瞬时值
- C. 跟交变电流有相同热效应的直流电的值是交流的有效值
- D. 通常照明电路的电压是 220V，指的是峰值

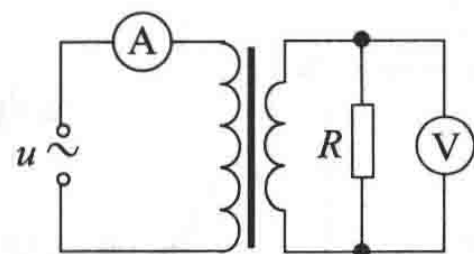
2. 一根电阻丝接入 100V 的电路中，在 1min 内产生的热量为 Q ，同样的电阻丝接入通有正弦式电流的电路中，在 2min 内产生的热量也为 Q ，则该交流电路中的电压峰值为 ()

- A. 141.4V
- B. 100V
- C. 70.7V
- D. 50V

3. 一只矩形线圈在匀强磁场中转动产生的交流电动势 $e=10\sin 4\pi t$ (V)，则 ()

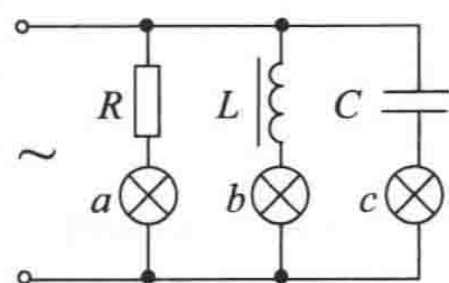
- A. 交流的频率是 4π Hz
- B. 当 $t=0$ 时线圈平面跟磁感线平行
- C. 当 $t=0.5$ s 时， e 有最大值
- D. 交流的周期是 0.5s

4. 如右图所示，理想变压器的原线圈接在 $u=220\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V) 的交流电源上，副线圈接有 $R=55\ \Omega$ 的负载电阻。原、副线圈匝数之比为 2:1。电流表、电压表均为理想电表。下列说法中正确的是 ()



- A. 原线圈中电流表的读数为 1A
- B. 原线圈中的输入功率为 $220\sqrt{2}$ W
- C. 副线圈中电压表的读数为 $110\sqrt{2}$ V
- D. 副线圈中输出交流电的周期为 50s

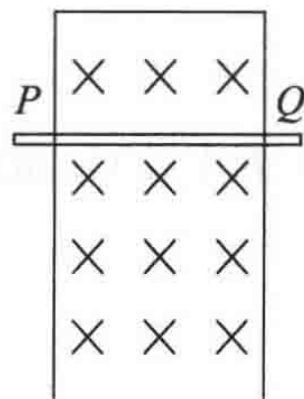
5. 如右图所示，三只完全相同的灯泡 a, b, c 分别与电阻 R 、电感 L 、电容 C 串联，再将三者并联，接在交变电路中，三只灯泡亮度相同。若保持交变电流有效值不变，仅频率增大，则 ()



- A. 三只灯泡亮度不变
- B. 三只灯泡都将变亮
- C. a 亮度不变， b 变亮， c 变暗
- D. a 亮度不变， b 变暗， c 变亮

22. 竖直放置的光滑 U 形导轨宽 0.5m，电阻不计，置于很大的磁感应强度是 1T 的匀强磁场中，磁场垂直于导轨平面，如图所示，质量为 10g，电阻为 $1\ \Omega$ 的金属杆 PQ 无初速度释放后，紧贴导轨下滑（始终能处于水平位置）。问：

- (1) 当通过 PQ 的电量达到 0.2C 时，PQ 下落了多大高度；
- (2) 若此时 PQ 正好到达最大速度，此速度多大；
- (3) 以上过程产生了多少热量？



23. 均匀导线制成的单匝正方形闭合线框 $abcd$ ，每边长为 L ，总电阻为 R ，总质量为 m 。将其置于磁感强度为 B 的水平匀强磁场上方 h 处，如图所示。线框由静止自由下落，线框平面保持在竖直平面内，且 cd 边始终与水平的磁场边界平行。当 cd 边刚进入磁场时：

- (1) 求线框中产生的感应电动势大小；
- (2) 求 cd 两点间的电势差大小；
- (3) 若此时线框加速度恰好为零，求线框下落的高度 h 所应满足的条件。

