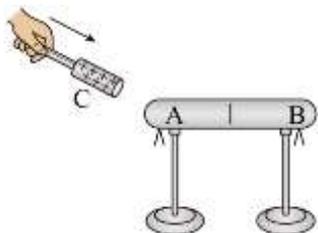


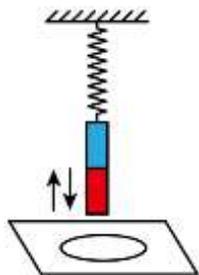
- A. 图 1 中, A_1 与 L_1 的电阻值相同
- B. 图 1 中, 闭合 S_1 , 电路稳定后, A_1 中电流大于 L_1 中电流
- C. 图 2 中, 变阻器 R 与 L_2 的电阻值相同
- D. 图 2 中, 闭合 S_2 瞬间, L_2 中电流与变阻器 R 中电流相等

4. 如图所示, 一对用绝缘柱支撑的导体 A 和 B 彼此接触。起初它们不带电, 手握绝缘棒, 把带正电荷的带电体 C 移近导体 A。下列说法正确的是 ()



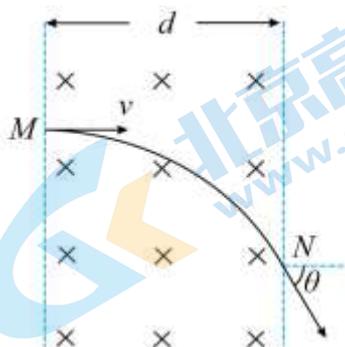
- A. 导体 A 的电势等于导体 B 的电势
- B. 导体 A 带正电, 导体 B 带负电
- C. 导体 A 的电荷量大于导体 B 的电荷量
- D. 导体 A 内部的电场强度大于导体 B 内部的电场强度

5. 如图所示, 弹簧上端固定, 下端悬挂一个磁铁, 在磁铁正下方有一个固定在水平桌面上的闭合铜质线圈。将磁铁竖直向下拉至某一位置后放开, 磁铁开始上下振动。下列说法正确的是 ()



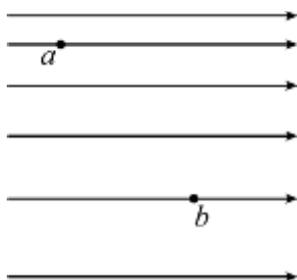
- A. 磁铁振动过程中, 线圈中电流的方向保持不变
- B. 磁铁振动过程中, 线圈对桌面的压力始终大于线圈的重力
- C. 磁铁振动过程中, 弹簧和磁铁组成系统的机械能一直减小
- D. 磁铁靠近线圈时, 线圈有扩张的趋势

6. 如图所示, 一束电子以垂直于磁感应强度 B 且垂直于磁场边界的速度 v 射入宽度为 d 的匀强磁场中, 穿出磁场时速度方向和原来射入方向的夹角为 θ 。根据上述信息不能求出 ()



- A. 电子的动能
B. 电子的比荷
C. 电子在磁场中运动的时间
D. 电子在磁场中运动的轨道半径

7. 有人认为在两个带电导体之间可以存在如图所示的静电场，它的电场线相互平行，间距不等。关于此“静电场”，下列说法正确的是（ ）



- A. 该电场一定存在，是个特殊的匀强电场
B. 该电场一定存在，可以通过两个匀强电场叠加产生
C. 根据图中 a 、 b 两点电场强度方向相同，大小不同，可判断该电场不存在
D. 通过试探电荷沿不同路径从图中 a 点移动到 b 点，电场力做功不同，可判断该电场不存在

8. 某同学将 A、B、C 三个电阻分别接入图 1 所示的电路中，电表均可视为理想电表。他将测得的电阻两端的电压和通过它的电流在 $U-I$ 图像中描点，得到图 2 中的 A、B、C 三个点，这三个点位于一条倾斜的直线上，直线与纵轴的交点为 U_0 ，与横轴的交点为 I_0 ，B 点横坐标为 $0.5I_0$ 。下列说法不正确的是（ ）

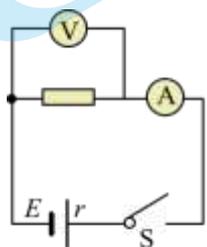


图 1

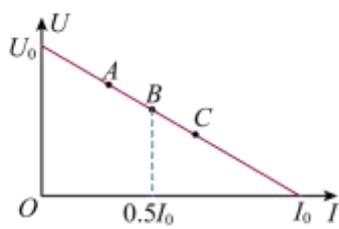
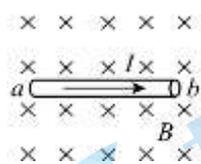


图 2

- A. 电阻 A 的阻值比 B、C 的阻值大
B. 电阻 A 在电路中的电功率比 B、C 的功率大
C. 电源的电动势等于 U_0
D. 电阻 B 的阻值等于电源的内阻

9. 如图所示，在匀强磁场中垂直于磁场方向放置一段导线 ab 。磁场的磁感应强度为 B ，导线长度为 l 、横截面积为 S 、单位体积内自由电子的个数为 n 。导线中通以大小为 I 的电流，设导线中的自由电子定向运动的速率都相同，则每个自由电子受到的洛伦兹力（ ）



- A. 大小为 $\frac{BI}{nS}$ ，方向垂直于导线沿纸面向上
B. 大小为 $\frac{BIl}{nS}$ ，方向垂直于导线沿纸面向上

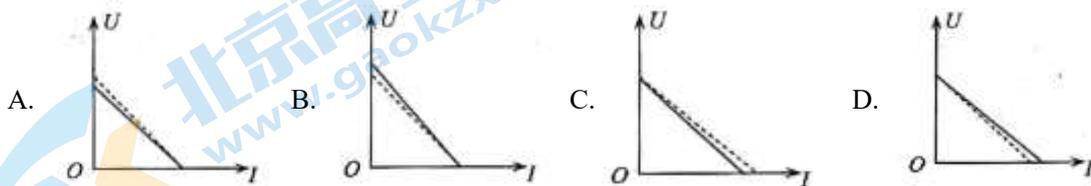
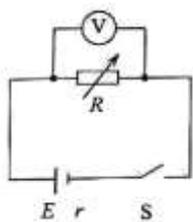
C. 大小为 $\frac{Bl}{nS}$ ，方向垂直于导线沿纸面向下

D. 大小为 $\frac{BlI}{nS}$ ，方向垂直于导线沿纸面向下

10. 某同学用如图所示的实验电路测量某电源的电动势和内阻，其中 R 为电阻箱。在图中，实线是根据实验

数据 $I = \frac{U}{R}$ 描点作图得到的图线；虚线是在忽略电表内阻影响的理想情况下，该电源的路端电压 U 随电流

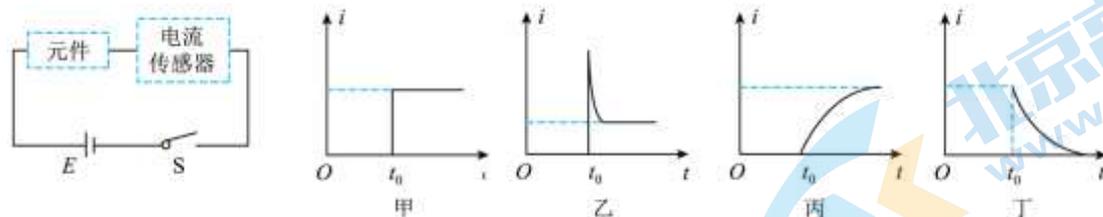
I 变化的图线，其中正确的是 ()



二、多项选择题（本题共 4 小题，每小题 3 分，共 12 分。在每小题给出的四个选项中，有多个选项是符合题意的，全部选对得 3 分，选对但不全得 2 分，错选不得分。）

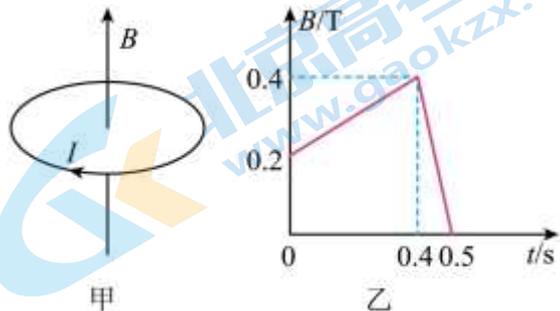
11. 某同学用如图所示的电路，借助电流传感器研究不同元件通电时的电流变化情况，实验室提供的元件

有小灯泡、定值电阻、电感线圈和电容器。 t_0 时刻闭合开关 S，测得通过不同元件的电流随时间变化的图像如图所示，下列说法正确的是 ()



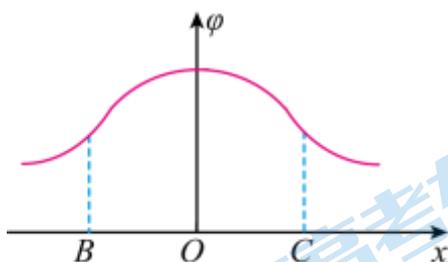
- A. 图甲对应的元件为小灯泡
- B. 图乙对应的元件为定值电阻
- C. 图丙对应的元件为电感线圈
- D. 图丁对应的元件为电容器

12. 在竖直方向的匀强磁场中，水平放置一个 100 匝、面积为 0.01m^2 的圆形导体线圈。规定线圈中电流和磁场的正方向如图甲所示。磁感应强度 B 随时间 t 按图乙变化，下列说法正确的是 ()



- A. 0~0.4s 内线圈中的感应电流方向为负
- B. 0.4~0.5s 内线圈中的感应电流在轴线处的磁场方向向下
- C. 0.4~0.5s 内线圈中的感应电动势大小为 4V
- D. 0~0.4s 内与 0.4~0.5s 内线圈中的感应电流大小之比为 1:8

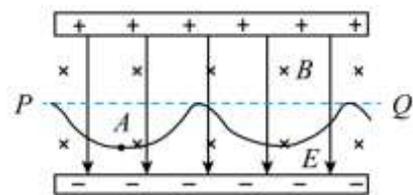
13. 某静电场的电势 φ 在 x 轴上的分布如图所示， B 、 C 是 x 轴上关于坐标原点 O 对称的两点。一个带负电的粒子仅在电场力作用下，以 O 点为中心、沿 x 轴方向在 B 、 C 两点间做周期性往复运动。下列说法正确的是（ ）



- A. 从 B 运动到 C 的过程中，电场力先做正功，后做负功
- B. 从 B 运动到 O 的过程中，粒子的加速度先减小后增大
- C. 粒子在 O 点的电势能最小
- D. 粒子在 O 点的动能最小

14. 如图所示，两平行极板水平放置，两板间有垂直纸面向里的匀强磁场和竖直向下的匀强电场，磁场的磁感应强度为 B 。一束质量均为 m 、电荷量均为 $+q$ 的粒子，以不同速率沿着两板中轴线 PQ 方向进入板间后，速率为 v 的甲粒子恰好做匀速直线运动；速率为 $\frac{v}{2}$ 的乙粒子在板间的运动轨迹如图中曲线所示， A

为乙粒子第一次到达轨迹最低点的位置，乙粒子全程速率在 $\frac{v}{2}$ 和 $\frac{3v}{2}$ 之间变化。研究一般的曲线运动时，可将曲线分割成许多很短的小段，这样质点在每一小段的运动都可以看做圆周运动的一部分，采用圆周运动的分析方法来处理。不计粒子受到的重力及粒子间的相互作用，下列说法正确的是（ ）

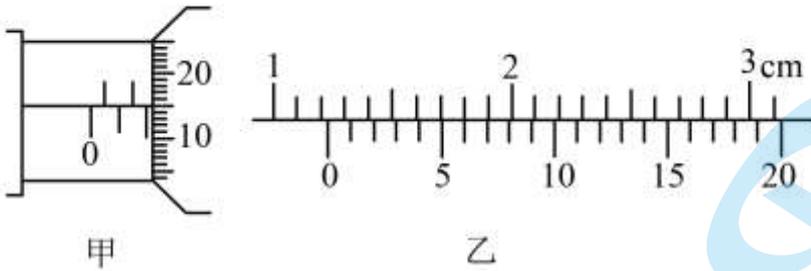


- A. 两板间电场强度的大小为 vB
- B. 乙粒子从进入板间运动至 A 位置的过程中，在水平方向上做加速运动
- C. 乙粒子偏离中轴线的最远距离为 $\frac{mv}{2qB}$
- D. 乙粒子的运动轨迹在 A 处对应圆周的半径为 $\frac{9mv}{2qB}$

三、实验题（本题共 2 小题，共 18 分）

15. 物理实验一般都涉及实验目的、实验原理、实验仪器、实验方法、实验操作、数据分析等。

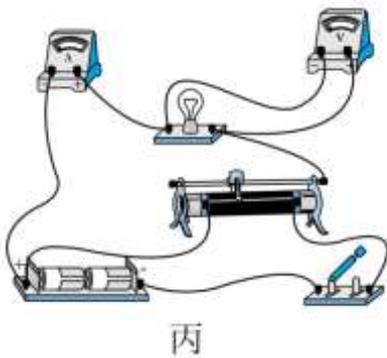
(1) 如图甲所示, 用螺旋测微器测得金属丝的直径 $D=$ _____ mm; 如图乙所示, 用 20 分度游标卡尺测得金属丝的长度 $L=$ _____ mm。



(2) 某同学用多用表欧姆“ $\times 10$ ”挡粗测金属丝的电阻, 发现指针偏转角度过大, 需要进行调整。下列实验步骤正确的操作顺序为 _____ (填各实验步骤前的字母)。

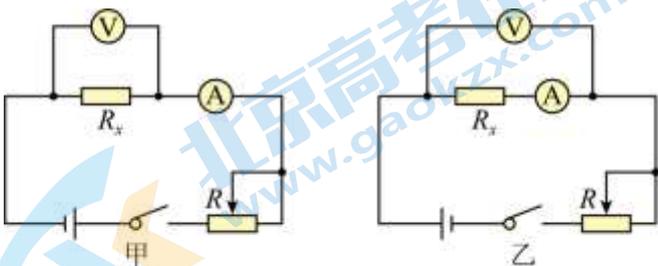
- A. 将选择开关置于“ $\times 1$ ”位置
- B. 将选择开关置于“OFF”位置
- C. 将两表笔分别接触待测电阻两端, 读出其阻值后随即断开
- D. 将两表笔直接接触, 调节欧姆调零旋钮, 使指针指向欧姆零点

(3) 某同学利用图丙所示电路, 通过测绘小灯泡的 $I-U$ 图像来研究小灯泡的电阻随电压变化的规律。在一次实验中, 闭合开关后发现电流表有示数, 电压表示数为零。关于电路的故障, 下列说法正确的是 _____。



- A. 可能是小灯泡发生断路
- B. 可能是小灯泡发生短路
- C. 可能是变阻器的滑片处断路

16. 某同学设计一个实验测量某金属丝 (阻值约为几欧姆) 的电阻率。



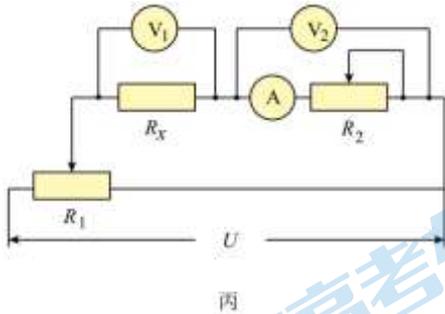
(1) 应选用 _____ (选填“甲”或“乙”) 电路图测量该金属丝的电阻。

(2) 若通过测量可知, 金属丝接入电路的长度为 L , 直径为 D , 通过金属丝的电流为 I , 金属丝两端的电

压为 U ，由此可计算得出金属丝的电率 $\rho = \underline{\hspace{2cm}}$ 。（用题目所给字母表示）

(3) 伏安法测量电阻时，由电压表或电流表的内阻引起的误差属于系统误差。针对 (1) 所选的电路图进行实验，测量金属丝的阻值为 R 。若已知电压表的内阻为 R_V ，电流表的内阻为 R_A ，则电阻丝的阻值 R_x 应该为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(4) 明明同学课后设计了如图丙所示的部分电路图，设想通过调节变阻器 R_1 的滑片在某一位置，再调节变阻器 R_2 ，使两电压表的示数均为 U_0 ，此时电流表的示数为 I_0 。

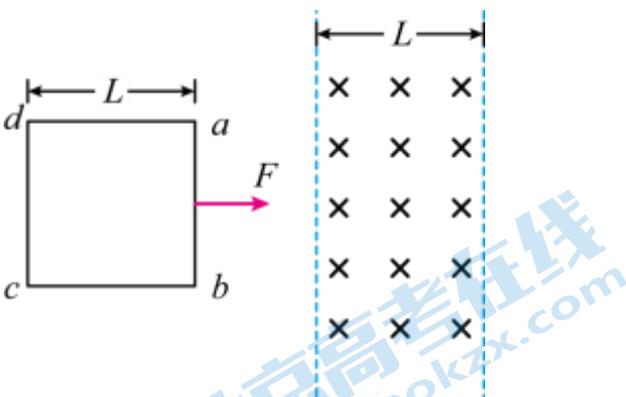


请你说明需要满足哪些条件，利用 $\frac{U_0}{I_0}$ 便可以算出 R_x 的真实电阻值 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

四、计算论述题（本题共 4 小题，共 40 分）解答要求：写出必要的文字说明、方程式、演算步骤和答案。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。

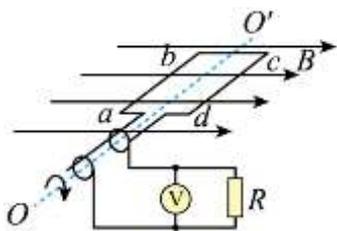
17. 如图所示，光滑水平面上的正方形导线框 $abcd$ ，在水平拉力 F 的作用下进入竖直向下的匀强磁场并完全穿出。线框 ab 边与磁场边界平行。已知 ab 边进入磁场时线框刚好做匀速直线运动，线框电阻为 R ，线框边长和磁场宽度均为 L ，磁场的磁感应强度大小为 B 。空气阻力不计。求：

- (1) ab 边进入磁场时，线框中感应电流的方向；
- (2) 线框进入磁场时的速度大小 v ；
- (3) 线框穿越磁场的过程中，产生的焦耳热 Q 。

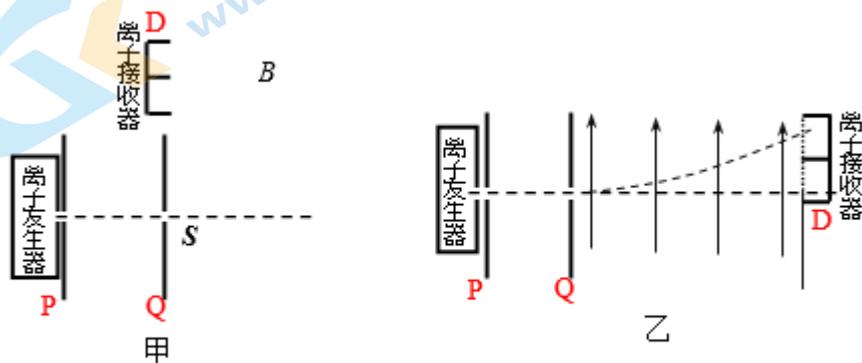


18. 如图为小型旋转电枢式交流发电机的原理图，其矩形线圈 $abcd$ 在匀强磁场中绕垂直于磁场方向的固定轴 OO' 匀速转动，转动角速度 $\omega = 50\text{rad/s}$ ，线圈的匝数 $n = 100$ 、总电阻 $r = 10\Omega$ ，线圈围成的面积 $S = 0.1\text{m}^2$ 。线圈两端经集流环与电阻 R 连接，电阻 $R = 90\Omega$ ，交流电压表可视为理想电表。已知磁场的磁感应强度 $B = 0.2\text{T}$ ，图示位置矩形线圈和磁感线平行。

- (1) 请推导图示位置时, 感应电动势 E_m 的表达式 (用题目中字母表示)。
- (2) 写出从此时开始计时, 通过矩形线圈的感应电动势 e 随时间 t 变化的数学关系式。
- (3) 求电路中交流电压表的示数 U 。



19. 在某项科研实验中, 需要将电离后得到的氢离子(质量为 m 、电量为 $+e$)和氦离子(质量为 $4m$ 、电量为 $+2e$)的混合粒子进行分离. 小李同学尝试设计了如图甲所示的方案: 首先他设计了一个加速离子的装置, 让从离子发生器逸出的离子经过 P、Q 两平行板间的电场加速获得一定的速度, 通过极板上的小孔 S 后进入 Q 板右侧的匀强磁场中, 经磁场偏转到达磁场边界的不同位置, 被离子接收器 D 接收从而实现分离. P、Q 间的电压为 U , 磁场的磁感应强度大小为 B , 方向垂直于纸面向里, 装置放置在真空环境中, 不计离子之间的相互作用力及所受的重力, 且离子进入加速装置时的速度可忽略不计. 求:



- (1) 氢离子进入磁场时的速度大小;
- (2) 氢、氦离子在磁场中运动的半径之比, 并根据计算结果说明该方案是否将两种离子分离;
- (3) 小王同学设计了如图乙所示的另一方案: 在 Q 板右侧空间中将磁场更换为匀强电场, 场强大小为 E , 离子垂直进入电场. 请你论证该方案能否将两种离子分离.

20. 研究表明静电场中有如下一些重要的结论:

- ①均匀带电球壳(或球体)在球的外部产生的电场, 与一个位于球心、电荷量相等的点电荷在同一点产生的电场相同;
- ②均匀带电球壳在空腔内部的电场强度处处为零;
- ③电场线与等势面总是垂直的, 沿电场线方向电势越来越低.

利用上述结论, 结合物理思想方法可以探究某些未知电场的问题.

- (1) 如图 1 所示, 一个静止的均匀带正电球体, 其单位体积的电荷量为 ρ , 半径为 R , 静电力常量为 k .
- a. 在图 1 中求距球心 r 处电场强度的大小 (分 $E_{内}$ 、 $E_{外}$ 解答);
- b. 在图 1 球体中挖掉一个球心为 O' 的小球体, 如图 2 所示. 已知 $OO'=d$, 求空腔体内 OO' 连线上某点的

电场强度大小。

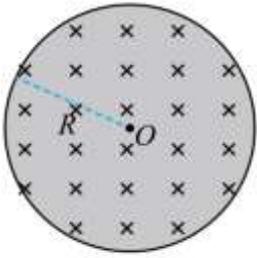


图1

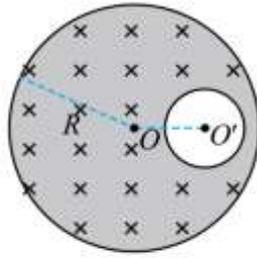


图2

(2) 一球壳均匀带有正电荷， O 为球心， A 、 B 为直径上的两点， $OA = OB$ 。现垂直于 AB 将球壳均分为左右两部分， C 为截面上的一点，移去右半球壳，左半球壳所带电荷仍均匀分布，如图 3 所示。

- a. 分析判断 O 、 C 两点电势关系；
- b. 分析判断 A 、 B 两点的电场强度及电势的关系。

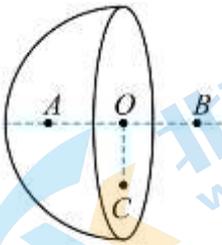


图3

参考答案

一、单项选择题（共 10 个小题，每小题 3 分。在每小题列出的四个选项中，只有一个选项符合题意。）

1. 【答案】C

【详解】等差等势面越密集的地方电场强度越大， A 点的等差等势面比 B 点的更密集，因此

$$E_A > E_B$$

另沿着电场线的方向电势降低，因此有

$$\varphi_A < \varphi_B$$

故选 C。

2. 【答案】C

【详解】A. 根据理想变压器的原、副线圈电压与线圈匝数的关系可得，原、副线圈的匝数之比为

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{22000} = \frac{1}{100}$$

故 A 错误；

B. 输入功率与输出功率之比为 1:1，故 B 错误；

C. 原、副线圈的电流之比为

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{100}{1}$$

故 C 正确；

D. 理想变压器不改变原、副线圈交流电的频率，故原、副线圈交流电的频率之比为 1:1，故 D 错误。

故选 C。

3. 【答案】C

【详解】AB. 断开开关 S_1 瞬间，灯 A_1 突然闪亮，随后逐渐变暗，说明断开开关 S_1 后通过灯 A_1 的电流瞬间大于断开开关 S_1 之前通过灯 A_1 的电流，而断开开关 S_1 之前灯 A_1 与电感线圈 L_1 并联，两端电压相同，断开开关 S_1 之后，电感线圈产生自感电动势，与灯 A_1 串连构成闭合回路，通过灯 A_1 的电流即为通过自感线圈 L_1 的电流，由此可知在开关 S_1 未断开时通过自感线圈 L_1 的电流大于通过灯 A_1 的电流，则灯 A_1 的电阻大于自感线圈 L_1 的电阻，因此当再次闭合 S_1 ，待电路稳定后，通过自感线圈 L_1 的电流大于通过灯 A_1 的电流，故 AB 错误；

C. 由于电路稳定后完全相同的灯 A_2 、 A_3 亮度相同，而 A_2 与自感线圈 L_2 串联， A_3 与变阻器 R 串联，且这两个支路并联，因此可知变阻器 R 与 L_2 的电阻值相同，故 C 正确；

D. 闭合 S_2 瞬间，由于自感线圈 L_2 产生自感电动势阻碍电流通过该支路，因此闭合 S_2 瞬间， L_2 中电流小于变阻器 R 中电流，故 D 错误。

故选 C。

4. 【答案】A

【详解】把带正电荷的带电体 C 移近导体 A，在 A 的左端感应出负电荷，在 B 的右端感应出正电荷，且为等量异种电荷，达到静电平衡后，电荷只分布在外表面，导体是个等势体，内部场强处处为零，故 A 正确，BCD 均错误。

故选 A。

5. 【答案】C

【详解】A. 若磁铁下端为 N 极，磁铁向上振动时，穿过线圈的磁通量减小，根据楞次定律结合安培定则可知，线圈中将产生顺时针（从上往下看）方向的感应电流，而磁铁向下振动时，穿过线圈的磁通量增加，根据楞次定律结合安培定则可知，线圈中将产生逆时针（从上往下看）方向的感应电流，若磁铁下端为 S 极，则磁铁上下振动时在线圈中产生的感应电流的方向与 N 极时相反，由此可知磁铁振动过程中，线圈中电流的方向发生改变，故 A 错误；

B. 若磁铁下端为 N 极，磁铁向上振动时，穿过线圈的磁通量减小，根据楞次定律可知，线圈有向上运动的趋势，此时线圈对桌面的压力小于自身的重力，而当磁铁向下振动时，根据楞次定律可知，线圈有向下运动的趋势，此时线圈对桌面的压力大于自身的重力，同理，若磁铁下端为 S 极时结果相同，故 B 错误；

C. 若磁铁下端为 N 极，磁铁向上振动时，磁铁对线圈的作用力向上，则根据牛顿第三定律可知，线圈对磁铁的作用力向下，由此可知在磁铁向上振动时，线圈对磁铁的作用力对磁铁做负功，而当磁铁向下振动时，磁铁对线圈的作用力向下，根据牛顿第三定律可知，线圈对磁铁的作用力向上，由此可知在磁铁向下振动时，线圈对磁铁的作用力对磁铁做负功，同理，若磁铁下端为 S 极时结果相同，即“来拒去留”，因此，磁铁振动过程中，弹簧和磁铁组成系统的机械能一直减小，故 C 正确；

D. 磁铁靠近线圈时，线圈中的磁通量增大，根据楞次定律可知，线圈有收缩的趋势，即“增缩减扩”，故 D 错误。

故选 C。

6. 【答案】A

【详解】A. 电子做匀速圆周运动，电子动能为

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

由于电子质量未知，无法求出电子动能，故 A 符合题意；

BD. 粒子在磁场中做匀速圆周运动，由几何关系可知

$$R \sin \theta = d$$

解得

$$R = \frac{d}{\sin \theta}$$

又由于

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

可得

$$\frac{q}{m} = \frac{v \sin \theta}{Bd}$$

故可以比荷与半径，故 BD 不符合题意；

C. 粒子在磁场中运动的时间

$$t = \frac{R\theta}{v} = \frac{d \cdot \theta}{\sin \theta \cdot v}$$

电子在磁场中运动的时间可以求出，故 C 不符合题意。

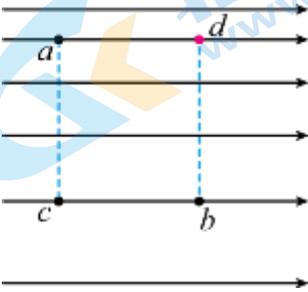
故选 A。

7. 【答案】D

【详解】A. 电场线相互平行，说明电场中各点场强方向相同，而电场线间距不等说明电场中各点场强大小不是处处相等，不是匀强电场，故 A 错误；

B. 将两个匀强电场叠加，获得的电场仍为匀强电场，故 B 错误；

C. 如果存在这样的电场，根据等势面的特点，它的等势面 ac 、 bd 应该如下图所示



a 、 d 两点的电势差 U_{ad} 应该等于 c 、 b 两点的电势差 U_{cb} ，即

$$U_{ad} = U_{cb}$$

从图中可以看出， a 、 d 两点的距离等于 c 、 b 两点的距离， ad 处的场强大于 cb 处的场强。根据

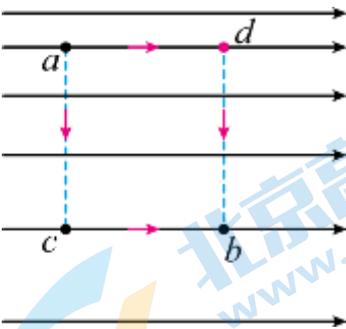
$$U = Ed$$

可得

$$U_{ad} > U_{cb}$$

所以这样的电场不可能存在，但等势面上各点的场强不一定大小相等，故 C 错误；

D. 如下图所示



粒子沿两个不同的路径，从 $a \rightarrow d \rightarrow b$ 和从 $a \rightarrow c \rightarrow b$ ，电场力做功不相同 ($U_{ad} > U_{cb}$)，即电场力做功与路径有关，违背了静电场的基本性质，所以这样的电场不可能存在，故 D 正确。

故选 D。

8. 【答案】 B

【详解】 A. 根据

$$R = \frac{U}{I}$$

可知，电阻 A 的电压最大，对应的电流最小，因此三个电阻的阻值关系为

$$R_A > R_B > R_C$$

故 A 正确；

B. 由题图可知，B 电阻接入电路的电流为 $0.5I_0$ ，则此时电源的输出功率最大，则电阻 B 在电路中的电功率最大，故 B 错误；

C. 根据闭合电路欧姆定律

$$U = E - Ir$$

可知，图线与纵轴交点即为电源电动势，因此电源的电动势等于 U_0 ，故 C 正确；

D. 电阻 B 的阻值为

$$R = \frac{0.5U_0}{0.5I_0} = \frac{U_0}{I_0}$$

电源内阻为

$$r = \frac{U_0}{I_0}$$

因此电阻 B 的阻值等于电源的内阻，故 D 正确。

题目要求选不正确的，故选 B。

9. 【答案】 A

【详解】 设自由电子定向运动的速率为 v ，根据电流的微观表达式，有

$$I = neSv$$

又

$$F_{洛} = evB$$

联立，解得

$$F_{洛} = \frac{BI}{nS}$$

根据左手定则可知，其方向方向垂直于导线沿纸面向上。

故选 A。

10. 【答案】 B

【详解】 当不考虑电压表内阻影响时，则通过电源的电流为

$$I = \frac{U}{R}$$

当考虑电压表内阻影响时，则通过电源的电流为

$$I' = \frac{U}{R} + \frac{U}{R_V} > I$$

而当电路短路时

$$I' = I$$

则图像为 B。

故选 B。

二、多项选择题（本题共 4 小题，每小题 3 分，共 12 分。在每小题给出的四个选项中，有多个选项是符合题意的，全部选对得 3 分，选对但不全得 2 分，错选不得分。）

11. 【答案】CD

【详解】闭合开关后，通过定值电阻的电流不变，应该对应图甲。由于小灯泡的电阻率会随温度的升高而升高，所以通过小灯泡的电流会逐渐减少，但不会为 0，应该对应图乙。电阻线圈由于自感，所以闭合开关瞬间电流为 0，然后慢慢增大，对应图丙。电容器在闭合开关瞬间处于充电状态，然后慢慢减少，充电结束，电流为 0，对应图丁。故 AB 错误，CD 正确。

故选 CD。

12. 【答案】CD

【详解】A. 0~0.4s 内线圈中的磁感应强度增加，根据楞次定律结合安培定则可知，线圈中产生的感应电流如图中所示，即感应电流方向为正，故 A 错误；

B. 0.4~0.5s 内线圈中的磁感应强度减小，根据楞次定律结合安培定则可知，线圈中产生的感应电流与图中所示方向相反，即感应电流产生的磁场与原磁场方向相同，竖直向上，故 B 错误；

C. 根据法拉第电磁感应定律可得 0.4~0.5s 内线圈中的感应电动势大小为

$$E = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = NS \frac{\Delta B}{\Delta t} = 100 \times 0.01 \times \frac{0.4}{0.1} \text{ V} = 4 \text{ V}$$

故 C 正确；

D. 0~0.4s 内线圈中的感应电动势大小为

$$E' = N \frac{\Delta\Phi'}{\Delta t'} = NS \frac{\Delta B'}{\Delta t'} = 100 \times 0.01 \times \frac{0.4 - 0.2}{0.4} \text{ V} = 0.5 \text{ V}$$

设线圈的电阻为 R ，则 0~0.4s 内与 0.4~0.5s 内线圈中的感应电流大小之比为

$$\frac{I'}{I} = \frac{E'}{R} \times \frac{R}{E} = \frac{0.5}{4} = \frac{1}{8}$$

故 D 正确。

故选 CD。

13. 【答案】AC

【详解】ACD. 根据 $\varphi - x$ 图像可知

$$\varphi_O > \varphi_B = \varphi_C$$

而沿着电场线的方向电势降低，则可知电场线从 O 到 B 和从 O 到 C ，又带负电的粒子在电场中所受电场力

的方向与电场线的方向相反，由此可知，带负电的粒子从 B 到 O 电场力做正功，从 O 到 C 电场力做负功，则可知粒子在 O 点的动能最大电势能最小，故 AC 正确，D 错误；

B. $\varphi-x$ 图像的斜率表示电场强度，则根据图像可知，从 B 运动到 O 的过程中，图像的斜率先增大后减小，由此可知电场强度先增大后减小，即粒子从 B 到 O 的过程中电场力先增大后减小，则加速度先增大后减小，故 B 错误。

故选 AC。

14. 【答案】ABD

【详解】A. 速率为 v 的甲粒子恰好做匀速直线运动，则有

$$qvB = Eq$$

可得两板间电场强度的大小为

$$E = vB$$

故 A 正确；

B. 速率为 $\frac{v}{2}$ 的乙粒子在板间的运动轨迹如图中曲线所示，根据左手定则判断知，粒子受到的洛伦兹力总是垂直指向每一小段圆弧的中心，可知乙粒子在水平方向上的合力一直水平向右，所以粒子从进入板间运动至 A 位置的过程中，在水平方向上做加速运动，故 B 正确；

CD. 由于洛伦兹力一直不做功，乙粒子所受电场力方向一直竖直向下，当粒子速度最大时，电场力做的功最多，偏离中轴线的距离最远，根据动能定理有

$$qEy_{\max} = \frac{1}{2}m \times \left(\frac{3}{2}v\right)^2 - \frac{1}{2}m \times \left(\frac{v}{2}\right)^2$$

求得

$$y_{\max} = \frac{mv}{qB}$$

故 C 错误；

D. 由题意，可知乙粒子的运动轨迹在 A 处时为粒子偏离中轴线的距离最远，粒子速度达最大为 $\frac{3}{2}v$ ，根据

$$qv_A B - qE = \frac{1}{2}qvB = m \frac{v_A^2}{r}$$

对应圆周的半径为

$$r_A = \frac{9mv}{2qB}$$

故 D 正确。

故选 ABD。

三、实验题（本题共 2 小题，共 18 分）

15. 【答案】 ①. 2.150 ②. 12.30 ③. ADCB ④. B

【详解】(1) [1]螺旋测微器的精确值为0.01mm，由图甲可知金属丝的直径为

$$D = 2\text{mm} + 15.0 \times 0.01\text{mm} = 2.150\text{mm}$$

[2]20分度游标卡尺的精确值为0.05mm，由图乙可知金属丝的长度为

$$L = 1.2\text{cm} + 6 \times 0.05\text{mm} = 12.30\text{mm}$$

(2) [3]某同学用多用表欧姆“ $\times 10$ ”挡粗测金属丝的电阻，发现指针偏转角度过大，可知金属丝的电阻阻值较小，应将选择开关置于“ $\times 1$ ”位置，接着将两表笔直接接触，调节欧姆调零旋钮，使指针指向欧姆零点，然后将两表笔分别接触待测电阻两端，读出其阻值后随即断开，最后将选择开关置于“OFF”位置。故实验步骤正确的操作顺序为 ADCB。

(3) [4]在一次实验中，闭合开关后发现电流表有示数，电压表示数为零。

- A. 如果是小灯泡发生断路，则电流表示数为零，故 A 错误；
- B. 可能是小灯泡发生短路，则电流表有示数，电压表示数为零，故 B 正确；
- C. 可能是变阻器的滑片处断路，则电流表示数为零，故 C 错误。

故选 B。

16. 【答案】 ①. 甲 ②. $\rho = \frac{\pi UD^2}{4IL}$ ③. $\frac{R_V R}{R_V - R}$ ④. 条件 1，两个电压表的内阻需要相同或者都可看

为理想表；条件 2，电阻 R_2 的总阻值与 R_A 的阻值之和大于等于 R_x 的阻值

【详解】(1) [1]由题知金属丝（阻值约为几欧姆），所以金属丝属于小电阻，所以选择电流表外接法，选择图甲；

(2) [2]根据

$$R_x = \frac{U}{I}$$

$$R_x = \rho \frac{L}{S}$$

$$S = \frac{1}{4} \pi d^2$$

解得

$$\rho = \frac{\pi d^2 U}{4IL}$$

(3) [3]根据图甲，在未消除该系统误差时本实验的电阻丝的测量阻值 R 为

$$R = \frac{R_x R_V}{R_x + R_V}$$

解得

$$R_x = \frac{R_V R}{R_V - R}$$

(4) [4]需要满足的条件为，条件 1：两个电压表的内阻需要相同或者都可看为理想表；条件 2：电阻 R_2 的总阻值与 R_A 的阻值之和大于等于 R_x 的阻值。

四、计算论述题（本题共 4 小题，共 40 分）解答要求：写出必要的文字说明、方程式、演算步骤和答案。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。

17. 【答案】(1) 电流由 $b \rightarrow a$ ；(2) $v = \frac{FR}{B^2L^2}$ ；(3) $Q = 2FL$

【详解】(1) ab 边进入磁场时，由楞次定律可知电流由 $b \rightarrow a$ ；

(2) ab 边进入磁场时线框刚好做匀速直线运动，有

$$F = BIL$$

$$I = \frac{BLv}{R}$$

联立解得

$$v = \frac{FR}{B^2L^2}$$

(3) 线框进磁场时刚好匀速，线框和磁场宽度相同，则出磁场时所受安培力和拉力等大反向，即做匀速直线运动离开磁场，由能量守恒定律可知，拉力所做的功全部转化为电路的焦耳热，有

$$F \cdot 2L - W_{F_{安}} = 0$$

$$W_{F_{安}} = Q$$

可得

$$Q = 2FL$$

18. 【答案】(1) $E_m = nB\omega S$ ；(2) $e = 100 \cos 50t \text{V}$ ；(3) $45\sqrt{2} \text{V}$

【详解】(1) 设 $ab=cd=l_1$ ， $bc=ad=l_2$ ，则图示位置时，感应电动势

$$E_m = 2nBl_1v$$

其中

$$v = \omega \frac{l_2}{2}$$

解得

$$E_m = 2nBl_1\omega \frac{l_2}{2} = nB\omega S$$

(2) 因为

$$E_m = nB\omega S = 100 \times 0.2 \times 50 \times 0.1 \text{V} = 100 \text{V}$$

从此时开始计时，通过矩形线圈的感应电动势 e 随时间 t 变化的数学关系式

$$e = E_m \cos \omega t = nB\omega S \cos \omega t = 100 \cos 50t (\text{V})$$

(3) 因电动势有效值

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 50\sqrt{2} \text{V}$$

电路中交流电压表的示数

$$U = \frac{E}{R+r} R = 45\sqrt{2}V$$

19. 【答案】(1) $v = \sqrt{\frac{2Ue}{m}}$ (2) $r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$; 可以分开 (3) 不能将两种正离子分离

【详解】解：(1) 粒子在电场中加速，由动能定理有： $Ue = \frac{1}{2}mv^2$

解得： $v = \sqrt{\frac{2Ue}{m}}$

(2) 电荷量为 q 、质量为 m 的正离子在磁场中做匀速圆周运动时，洛伦兹力提供向心力，则： $Bqv = m \frac{v^2}{r}$

解得： $r = \frac{mv}{Bq} = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$

氢、氦离子在磁场中运动的半径之比为 $r_1:r_2=1:\sqrt{2}$

由上可见，粒子在磁场中运动的半径与粒子的比荷有关，它们到达离子接收器的位置不同，可以分开；

(3) 电荷量为 q 、质量为 m 的正离子垂直进入匀强电场中后，在入射方向上做匀速直线运动，当在水平方向

上运动位移为 x 时，其运动时间为 $t = \frac{x}{v}$

粒子在电场方向做匀加速运动，加速度 $a = \frac{Eq}{m}$

沿电场方向的偏转位移为： $y = \frac{1}{2}at^2$

由(1)(3)(4)(5)联立解得： $y = \frac{Ex^2}{4U}$

由此可见，该两种离子在电场运动过程中，侧向位移 y 与离子的比荷无关，即离子在电场中运动的轨迹相同，所以该方案不能将两种正离子分离

20. 【答案】(1) a. $E_{内} = \frac{4}{3}k\pi\rho r$, $E_{外} = \frac{4k\pi\rho R^3}{3r^2}$; b. $E = \frac{4}{3}k\pi\rho d$, 方向向右; (2) a. 两点电势相

等; b. A 点的电场强度与 B 点的电场强度相同, A 点电势高于 B 点电势

【详解】(1) a. 球外距球心 r 处电场强度大小

$$E_{外} = k \frac{Q}{r^2} = \frac{4k\pi\rho R^3}{3r^2}$$

球内距离球心为 r 处的电场强度

$$E_{内} = k \frac{Q'}{r^2} = \frac{4}{3}k\pi\rho r$$

b. 将此带电体看做带 $+\rho$ 的完整大球体和带 $-\rho$ 的小球体的组合，在空腔体内 OO' 连线上任取一点，设其距

离 O 点为 r , $+\rho$ 在该点的电场强度大小为

$$E_1 = \frac{4}{3}k\pi\rho r$$

方向向右; $-\rho$ 在该点的电场强度大小为

$$E_2 = \frac{4}{3}k\pi\rho(d-r)$$

方向向右。所以该点的电场强度为

$$E = E_1 + E_2 = \frac{4}{3}k\pi\rho d$$

方向向右。

(2) a. 由于球壳内部的场强为零, 补全以后可知左右侧球壳在 C 点的合场强为零, 因左右球壳的电场具有对称性, 要想合场强为零只能是两部分球壳在 C 点的场强都是水平方向, 则可以知道左侧球壳在 C 点的合场强水平向右, 同理 OC 上其他点的场强都是水平向右, 因此 OC 是等势线, 两点电势相等。

b. 将题中半球壳补成一个完整的球壳, 且带电均匀, 设左、右半球在 A 点产生的电场强度大小分别为 E_1 和 E_2 ; 由题干可知, 均匀带电球壳内部电场强度处处为零, 则有

$$E_1 = E_2$$

根据对称性, 左右半球在 B 点产生的电场强度大小分别为 E_2 和 E_1 , 且

$$E_1 = E_2$$

在图示电场中, A 的电场强度大小为 E_2 , 方向向右, B 的电场强度大小为 E_1 , 方向向右, 所以 A 点的电场强度与 B 点的电场强度相同。根据电场的叠加原理可知, 在 AB 连线上电场线方向均向右, 则从 A 到 B 电势降低, 故 A 点电势高于 B 点电势。

关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 50W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承“精益求精、专业严谨”的建设理念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数千场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。

推荐大家关注北京高考在线网站官方微信公众号：**京考一点通**，我们会持续为大家整理分享最新的高中升学资讯、政策解读、热门试题答案、招生通知等内容！

