

2023 北京日坛中学高二（上）期中

物 理（选考）

一、选择题：本部分共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。把答案用 2B 铅笔填涂在答题卡上。

1. 下列物理量属于矢量的是（ ）

- A. 电势 B. 电容 C. 电场强度 D. 电流强度

2. 比值定义法是定义物理概念常用的方法，下列哪个表达式属于比值定义式（ ）

A. 电场强度 $E = \frac{U}{d}$

B. 电场强度 $E = \frac{F}{q}$

C. 电容 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi kd}$

D. 电流 $I = \frac{U}{R}$

3. 关于各种“电荷”，下列说法中正确的是（ ）

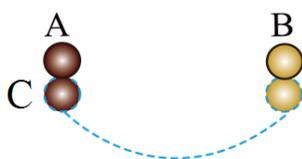
A. 元电荷就是电子

B. 公式 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 中，Q 指的是试探电荷的电荷量

C. 体积很小的带电小球一定可以看成点电荷

D. 检验电荷既要求电量足够小，又要求体积足够小。

4. 如图所示，两个相同的金属球 A、B（可看成点电荷）带等量异种电荷，两球相隔一定距离，两球之间的相互吸引力的大小是 F ，现让另一个相同的不带电的金属小球 C 先后与 A、B 两球接触后移开，这时 A、B 两球之间的相互作用力的大小是（ ）



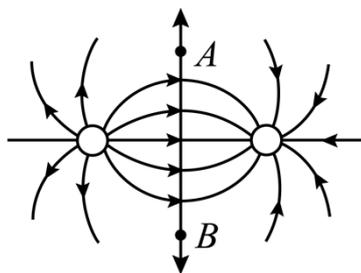
A. $\frac{F}{8}$

B. $\frac{F}{4}$

C. $\frac{3F}{8}$

D. $\frac{3F}{4}$

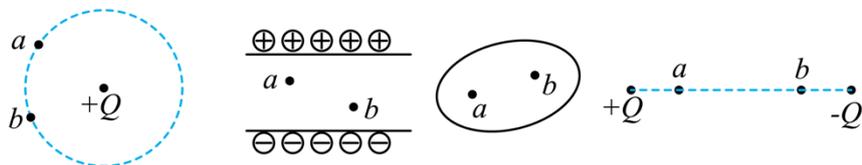
5. 电量值为 q 的点电荷，在如图所示的两个固定的等量异种电荷 $+Q$ 和 $-Q$ 的连线的垂直平分线上从 A 移动到 B，则下列说法正确的是（ ）



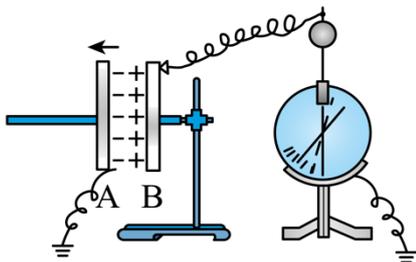
- A. 电场力先做正功后做负功
 B. 电场力先做负功后做正功
 C. 电场力始终不做功
 D. 电场力做功的正负，取决于 q 正负
6. 截面积为 S 的导线中通有电流 I ，已知导线单位体积中有 n 个自由电子，每个自由电子的电荷量是 e ，自由电子定向移动的速率是 v ，则在时间 Δt 内通过导线横截面的电子数是 ()

- A. $nSv\Delta t$ B. $nv\Delta t$ C. $\frac{I\Delta t}{S}$ D. $\frac{I\Delta t}{Se}$

7. 在下列四种情况中， a 、 b 两点电场强度和电势都相同的是 ()



- A. 距离正点电荷等距离的 a 、 b 两点
 B. 带等量异种电荷的无限大平行金属板之间的 a 、 b 两点
 C. 静电平衡状态下的导体中的 a 、 b 两点 (两点都在导体内部)
 D. 等量异号电荷周围的电场，关于两电荷连线的中点对称的 a 、 b 两点
8. 如图所示的实验装置中，已经充好电的平行板电容器，极板 A 接地，极板 B 与一个灵敏的静电计相接。现将 A 极板向左移动，B 板保持不动，则电容器所带的电量 Q 、电容 C 、静电计指针偏角 θ ，电容器两极板间的场强 E 的变化情况是 ()



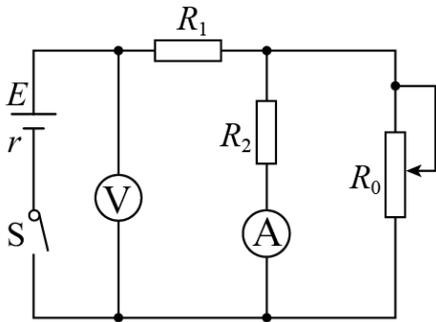
- A. Q 变小， C 不变， θ 不变， E 变小
 B. Q 变小， C 变小， θ 不变， E 不变
 C. Q 不变， C 变小， θ 变大， E 不变
 D. Q 不变， C 变小， θ 变大， E 变小

9. 下列关于电源电动势的说法正确的是 ()

- A. 电源是通过静电力把其它形式的能转化为电能的装置
 B. 在电源内部正电荷从电势高处向低电势处移动
 C. 电源电动势反映了电源内部非静电力做功的本领
 D. 把同一电源接在不同的电路中，电源的电动势也将变化

10. 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 ()

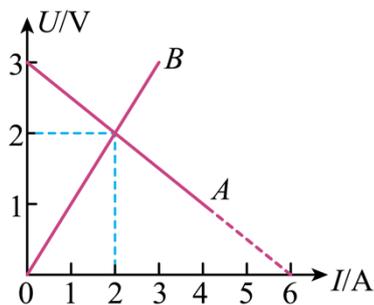




- A. 电压表与电流表的示数都减小
- B. 电压表与电流表的示数都增大
- C. 电压表的示数增大，电流表的示数减小
- D. 电压表的示数减小，电流表的示数增大

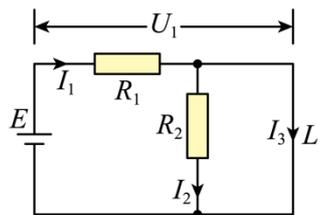


11. 如图所示，直线 A 为电源的 $U-I$ 图线，直线 B 为电阻 R 的 $U-I$ 图线，用该电源和电阻组成闭合电路时，电源的输出功率、电路的总功率及电源的效率分别是（ ）



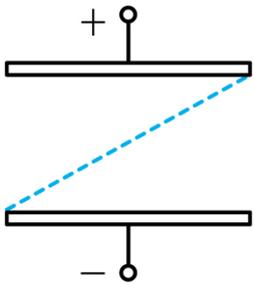
- A. 4W、8W、50.0%
- B. 2W、4W、50.0%
- C. 4W、6W、66.7%
- D. 2W、3W、66.7%

12. 在如图所示的电路中，电源电动势为 E ，内阻为零，电阻 $R_1=2R_2$ ，在 R_2 的两端并联上一段电阻忽略不计的导线 L ，则（ ）



- A. 通过电阻 R_1 和 R_2 的电流 $I_1=I_2$
- B. R_1 两端电压 $U_1 = \frac{2E}{3}$
- C. 导线 L 中通过的电流 $I_L = \frac{E}{R_1 + R_2}$
- D. 使电阻 R_2 断路，通过 R_1 的电流不发生变化

13. 如图所示，水平放置的平行金属板充电后板间形成匀强电场，板间距离为 d ，一个带电的液滴带电量大小为 q ，质量为 m ，从下板边缘射入电场，沿直线从上板边缘射出，则（ ）



①液滴做的是匀速直线运动

②液滴做的是匀变速运动

③两板的电势差为 $\frac{mgd}{q}$

④液滴的电势能减少了 mgd

A. ①③

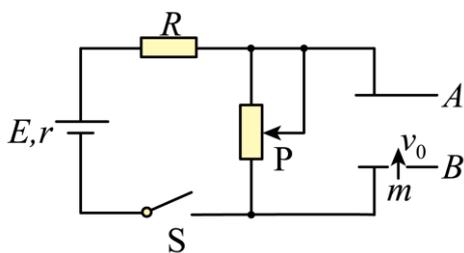
B. ②③

C. ①③④

D. ②③④



14. 如图所示的电路中，两平行金属板 A、B 水平放置，两板间的距离 $d = 40\text{cm}$ 。电源电动势 $E = 24\text{V}$ ，内阻 $r = 1\Omega$ ，电阻 $R = 15\Omega$ 。闭合开关 S，待电路稳定后，将一带正电的小球从 B 板小孔以初速度 $v_0 = 4\text{m/s}$ 竖直向上射入板间，小球恰能到达 A 板。若小球电荷量为 $q = 1 \times 10^{-2}\text{C}$ ，质量为 $m = 2 \times 10^{-2}\text{kg}$ ，不考虑空气阻力。（ g 取 10m/s^2 ）则下列说法正确的是（ ）



A. 将滑动变阻器滑片向上移动，其它条件不变，则小球将不能到达 A 板

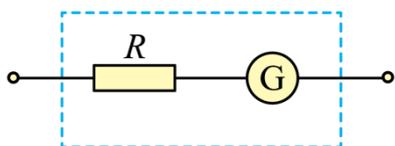
B. 电源的输出功率 $P = 23\text{W}$

C. 路端总电压为 24V

D. 小球的电势能减少了 $8 \times 10^{-2}\text{J}$

二、实验与填空题（共 5 题，18 分）

15. 一个灵敏电流计允许通过的最大电流（满刻度电流）为 $I_g = 1\text{mA}$ ，表头电阻 $R_g = 10\Omega$ ，若将其改装成量程为 0.1A 的电流表，应_____（选填“串联”或“并联”）一个电阻，阻值为_____ Ω ；（保留 3 位有效数字）如图所示，这是某同学改装后的电压表，在使用中发现改装后的电压表的读数总比真实值偏小一些，若要调准，可采用的措施是_____

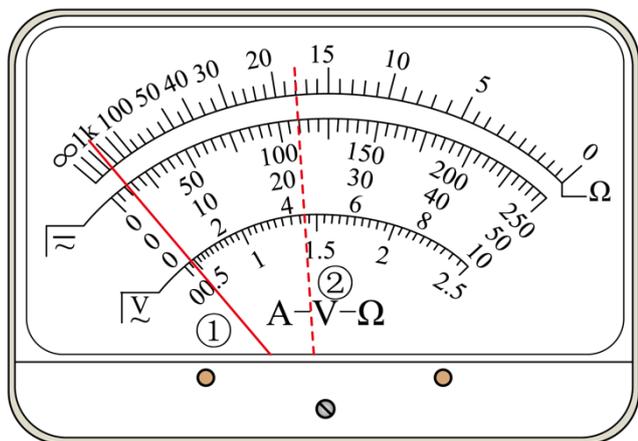


A. 在电阻 R 上并联一个比其大得多的电阻

B. 在电阻 R 上并联一个比其小得多的电阻

- C. 在电阻 R 上串联一个比其大得多的电阻
- D. 在电阻 R 上串联一个比其小得多的电阻

16. 某同学利用多用电表测量一个未知电阻的阻值，第一次将多用电表面板上旋钮旋到 $\times 10$ 档，正确操作后发现指针指到图中虚线①位置，选用的欧姆档不太合适，于是又改换另一欧姆档测量，第二次测量时电表指针所指的位置如图中的虚线②所示，则该同学换用的是欧姆档的_____档。（选填“ $\times 100$ ”或“ $\times 1$ ”）换挡后的测量有关操作：



- A、将两根表笔分别跟被测电阻的两端接触，观察指针的位置
- B、将两根表笔短接，并进行欧姆调零
- C、记下电阻值
- D、将多用电表面板上旋钮旋到“OFF”档

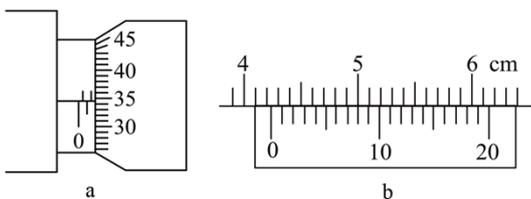
(1) 根据上述有关操作将两次的合理实验步骤按顺序写出（用上述操作项目前面的字母表示，且可以重复使用）_____。

(2) 该电阻的阻值是_____ Ω 。

17. 现有一合金制成的圆柱体，为测量该合金的电阻率，现用伏安法测圆柱体两端之间的电阻，用螺旋测微器测量该圆柱体的直径，用游标卡尺测量该圆柱体的长度。螺旋测微器和游标卡尺的示数如图 a 和 b 所示。

(1) 由上图读得圆柱体的直径为_____ cm，长度为_____ cm。

(2) 若流经圆柱体的电流为 I ，圆柱体两端之间的电压为 U ，圆柱体的直径和长度分别为 D 、 L ，测得 D 、 L 、 I 、 U 表示的电阻率的关系式为 $\rho =$ _____。

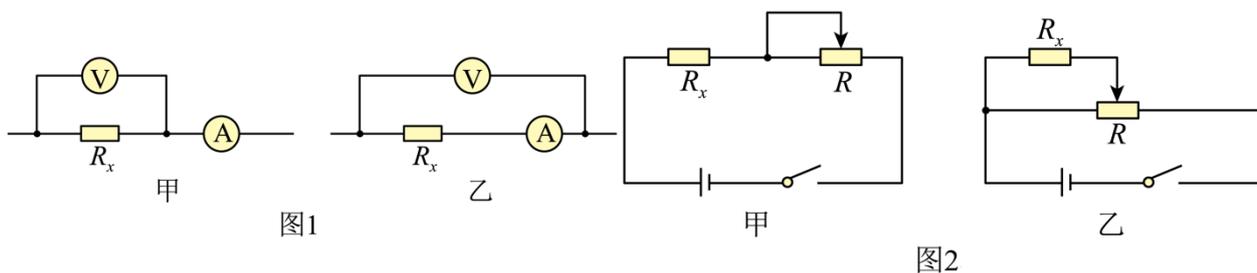


18. 某同学想用电压表和电流表比较精确地测量一个大约为 5Ω 左右电阻的阻值，他找来如下器材：

- A. 电源：电动势 3V，内阻约 0.5Ω ；
- B. 电流表：量程为 0.6A，内阻约为 2Ω ；
- C. 电流表：量程为 3A，内阻约为 2Ω ；
- D. 电压表：量程为 3V，内阻约为 $2K\Omega$ ；

- E. 电压表：量程为 15V，内阻约为 $2k\Omega$ ；
 F. 滑动变阻器：最大阻值 15Ω ，额定电流 1.0A；
 G. 开关一个；导线若干。

(1) 此实验电流表应选择_____，电压表应选择_____（选填器材前的字母）。



(2) 为了减小实验误差，电流表和电压表的连接方法应该选用图 1 中的_____（选填“甲”或“乙”），采用这种方式测量的结果与真实值相比偏_____（选填“大”或“小”）。

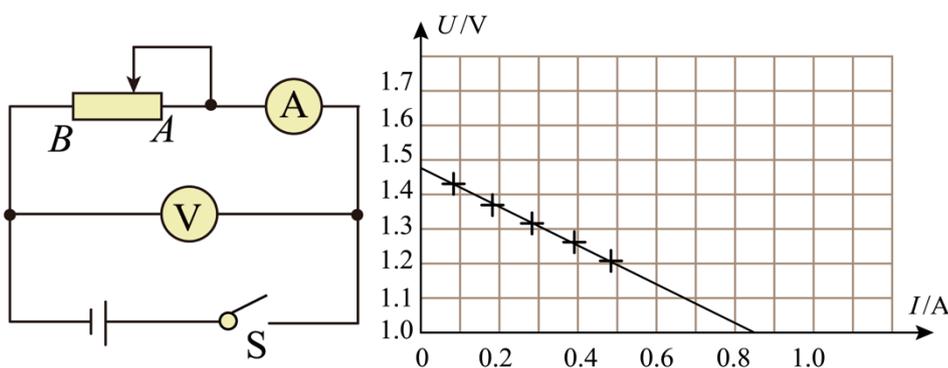
(3) 他在相关实验手册中，看到图 2 所示的两种滑动变阻器的连接方式，他选择了其中一种，经过实验他得到下表中的数据。

电压 U/V	0.10	0.40	0.60	1.00	1.20	1.50	1.70	2.00
电流 I/A	0.02	0.08	0.12	0.19	0.25	0.31	0.34	0.40

由数据可知，他选择的滑动变阻器的连接方式是图 2 中的_____（选填“甲”或“乙”）。你的判断依据是：_____。

19. 在测量一节干电池的电动势 E 和内电阻 r 的实验中，实验电路如图所示，使用下列器材进行了实验

- A. 电流表（0~0.6A，内阻约 0.125Ω ）
 B. 电压表（0~3V，内阻约 $3k\Omega$ ）
 C. 变阻器 R_1 （最大阻值 20Ω ，额定电流 1A）
 D. 待测干电池、电键 S 和导线若干



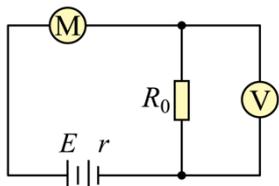
(1) 李明同学所在小组实验测得的几组数据已在 $U-I$ 图中标出，如图丙所示。根据数据点位置完成了 $U-I$ 图线，并由图线求出该电池的电动势 $E =$ _____ V，电阻 $r =$ _____ Ω 。（此空保留 2 位有效数字）

(2) 用这种方法测出的 r 值比真实值_____（选填“偏大”、“偏小”、“相等”）。

三、计算题（共 4 题，40 分）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。

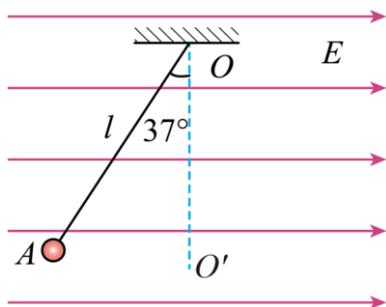
20. 如图所示，电源的电动势是 6V ，内阻是 0.5Ω ，小电动机 M 的线圈电阻为 0.5Ω ，限流电阻 R_0 为 3Ω ，若理想电压表的示数为 3V ，试求：



- (1) 电源的总功率和电源的输出功率；
- (2) 电动机消耗的功率和电动机输出的机械功率。

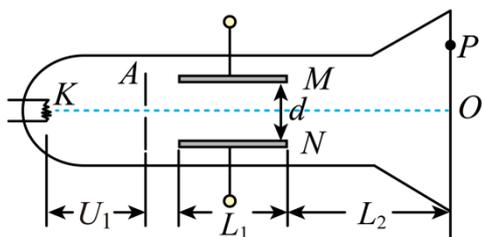
21. 如图所示，长为 l 的绝缘细线一端悬于 O 点，另一端系一质量为 m 、电荷量为 q 的小球。现将此装置放在水平向右的匀强电场中，小球静止在 A 点，此时细线与竖直方向成 37° 角，重力加速度为 g ， $\sin 37^\circ = 0.60$ ， $\cos 37^\circ = 0.80$ 。

- (1) 判断小球的带电性质；
- (2) 求该匀强电场的电场强度 E 的大小；
- (3) 若将小球向左拉起至与 O 点处于同一水平高度且细绳刚好张紧，将小球由静止释放，求小球运动到最低点 O' 时的速度 v 的大小及此时细线对小球的拉力 F 的大小。



22. 如图所示为一真空示波管，电子从灯丝 K 发出（初速度不计），经灯丝与 A 板间的加速电压 U_1 加速，从 A 板中心孔沿中心线 KO 射出，然后进入两块平行金属板 M 、 N 形成的偏转电场中（偏转电场可视为匀强电场），电子进入 M 、 N 间电场时的速度与电场方向垂直，电子经过电场后打在荧光屏上的 P 点。已知加速电压为 U_1 ， M 、 N 两板间的电压为 U_2 ，两板间的距离为 d ，板长为 L_1 ，板右端到荧光屏的距离为 L_2 ，电子的质量为 m ，电荷量为 e 。求：

- (1) 电子穿过 A 板时的速度大小 v_A ；
- (2) 电子从偏转电场射出时的侧移量 y ；
- (3) 电子在偏转电场运动的过程中电场力对它所做的功 W ；
- (4) P 点到 O 点的距离 y' 。



23. 电容器作为储能器件，在生产生活中有广泛的应用。实际中的电容器在外形结构上有多种不同的形式，但均可以用电容描述它的特性。

(1) 在两个相距很近的平行金属板中间夹上一层绝缘物质就组成一个最简单的电容器，叫做平行板电容器。图 1 为一平行板电容器的充电电路，在充电过程中两极板间电势差 u 随电荷量 q 的变化图像如图 2 所示。类比直线运动中由 $v-t$ 图像求位移的方法，在图中画网格线表示当电荷量由 Q_1 增加到 Q_2 的过程中电容器增加的电势能。

(2) 同平行板电容器一样，一个金属球和一个与它同心的金属球壳也可以组成一个电容器，叫做球形电容器。如图 3 所示，两极间为真空的球形电容器，其内球半径为 R_1 ，外球内半径为 R_2 ，电容为

$$C = \frac{R_1 R_2}{k(R_2 - R_1)}$$

其中 k 为静电力常量。请结合 (1) 中的方法推导该球形电容器充电后电荷量达到 Q 时所具有的电势能 E_p 的表达式。

所具有的电势能 E_p 的表达式。

(3) 孤立导体也能储存电荷，也具有电容。

- 导体球看作另一极在无穷远的球形电容器，根据球形电容器电容的表达式推导半径为 R 的孤立导体球的电容 C' 的表达式。
- 金属小球用导线与大地相连，我们会认为小球的电荷量减小为 0。请结合题目信息及所学知识解释这一现象。
- 我们知道，金属导体带电后，尖端特别容易放电，其原因是导体表面突出部分越尖锐的地方电荷的密度（即单位面积的电荷量）越大。请结合 (b) 问中的结论，分析为何在尖端部分电荷密度较大？以下公式可能会用到：球体表面积公式为 $S = 4\pi r^2$ 。

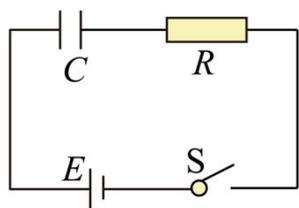


图1

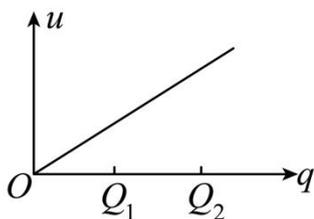


图2

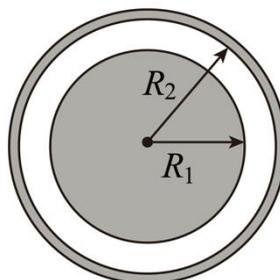


图3



参考答案

一、选择题：本部分共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。把答案用 2B 铅笔填涂在答题卡上。

1. 【答案】C

【详解】矢量：既有大小又有方向，且合成、分解时满足平衡四边形定则。

- A. 电势只有大小没有方向，是标量，A 错误；
- B. 电容只有大小没有方向，是标量，B 错误；
- C. 电场强度既有大小又有方向，且合成、分解时满足平衡四边形定则，因此是矢量，C 正确；
- D. 电流强度虽然有大小和方向，但合成、分解时不满足平行四边形定则，因此是标量，D 错误。

故选 C。

2. 【答案】B

【详解】所谓比值定义法，就是用两个基本的物理量的“比”来定义一个新的物理量的方法，而这个新的物理量与这两个物理量之间没有关系，只是用它们的比求得该物理量。

- A. 在匀强电场中，在沿着电场线方向相同的距离，电势差越大的电场强度越大， E 与 U ， d 有关，因此不是比值定义，A 错误；
- B. 电场强的大小与试探电荷大小及试探电荷所带电荷量无关，是由电场本身的性质决定的，是比值定义，B 正确；
- C. 电容器的大小与两个极板的正对面积成正比，与两板间距离成反比，因此不是比值定义，C 错误；
- D. 根据欧姆定律，电流强度大小与力在电阻两端的电压力成正比，与电阻阻值成反比，因此不是比值定义，D 错误。

故选 B。

3. 【答案】D

【详解】A. 元电荷是质子或电子所带的电荷量，不是电子，A 错误；

B. 公式 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 中， Q 指的是场源电荷的电荷量；B 错误；

C. 点电荷是理想化模型，是指当带电体本身的大小与相互间的距离小的多时，带电体可以看成点电荷，不是体积很小的带电小球一定可以看成点电荷，C 错误；

D. 检验电荷要求体积足够小，电量足够小，D 正确。

故选 D。

4. 【答案】A

【详解】设原来 A、B 所带电荷量分别为 q 、 $-q$ ，距离为 r ，则有

$$F = k \frac{q^2}{r^2}$$

小球 C 先与 A 球接触后，电荷量为



$$q'_A = q_C = \frac{q}{2}$$

小球 C 后与 B 球接触后，电荷量为

$$q'_B = q'_C = \frac{\frac{q}{2} - q}{2} = -\frac{q}{4}$$

则有

$$F' = k \frac{q'_A |q'_B|}{r^2} = \frac{1}{8} k \frac{q^2}{r^2} = \frac{1}{8} F$$

故选 A。

5. 【答案】C

【详解】根据等量异种电荷电势分布可知，等量异种电荷连线垂直平分线是一条等势线，各点电势相等，任意两点电势差为零，根据电场力做功公式

$$W = Uq$$

可知电场力始终不做功。

故选 C。

6. 【答案】A

【分析】

【详解】在时间 Δt 内通过导线横截面的电子数是

$$N = v\Delta tSn$$

或者

$$N = \frac{I\Delta t}{e}$$

故选 A。

7. 【答案】C

【详解】A. 甲图中，与正点电荷等距离的 a 、 b 两点，场强大小相等，但是方向不同；两点的电势相等，故 A 错误；

B. 带等量异种电荷的无限大平行金属板之间的 a 、 b 两点电场强度相同， b 点电势比 a 点电势低，故 B 错误；

C. 处于静电平衡状态下的导体是等势体，内部场强处处为零，即 a 、 b 两点电场强度和电势都相同，故 C 正确；

D. 等量异号电荷周围的电场，关于两电荷连线的中点对称的 a 、 b 两点电场强度相同， b 点电势比 a 点电势低，故 D 错误。

故选 C。

8. 【答案】C

【详解】电容器所带电量不变，A 极板向左移动，B 板保持不动，两板间距增大，根据



$$C = \frac{\varepsilon S}{4\pi kd}, \quad C = \frac{Q}{U}, \quad E = \frac{U}{d}$$

得

$$E = \frac{4\pi kQ}{\varepsilon S}$$

则 C 变小, U 变大, 静电计指针偏角 θ 变大, E 不变。

故选 C。

9. 【答案】C

- 【详解】A. 电源是通过非静电力做功把其它形式的能转化为电能的装置, A 错误;
 B. 电源内部的电流由负极流向正极, 则在电源内部正电荷从电势低处向高电势处移动, B 错误;
 C. 电源电动势反映了电源供电本领, 即反映了电源内部非静电力做功的本领, C 正确;
 D. 电源电动势与电路结构无关, 不会改变, D 错误。

故选 C。

10. 【答案】A

- 【详解】当滑片下移时, 滑动变阻器接入电阻减小, 则外电路总电阻减小, 电路中总电流增大, 电源的内电压增大, 则由闭合电路欧姆定律可知, 电路的路端电压减小, 故电压表示数减小;
 由欧姆定律可知, R_1 上的分压增大, 而路端电压减小, 故并联部分的电压减小, 则通过 R_2 的电流减小。
 故选 A。

11. 【答案】C

【详解】由图可知, 电动势为 3V, 路端电压为 2V, 干路电流为 2A, 电源的输出功率为

$$P = UI = 4W$$

电路总功率为

$$P_{\text{总}} = EI = 6W$$

电源的效率为

$$\eta = \frac{P}{P_{\text{总}}} \times 100\% \approx 66.7\%$$

故选 C。

12. 【答案】D

- 【详解】A. 根据题意 R_2 被短路, 没有电流通过电阻 R_2 , 电阻 R_1 中有电流通过, A 错误;
 BC. R_2 被短路, 电源内阻为零, 则电路中只有电阻 R_1 , 所以其两端电压大小等于电源电动势大小, 根据闭合电路欧姆定律得通过导线 L 中电流为

$$I_L = \frac{E}{R_1}$$

BC 错误;

- D. 此时电阻 R_2 处于被短路状态, 若将电阻 R_2 断开, 电阻 R_2 仍然不接入电路, 电路中电阻无变化, 所以通过 R_1 的电流不发生变化, D 正确。



故选 D。

13. 【答案】 C

【详解】液滴进入竖直方向的匀强电场中，所受的电场力方向竖直向上或竖直向下，因为微粒做直线运动，可知电场力方向必定竖直向上，而且电场力与重力平衡，液滴做匀速直线运动，①A 正确，②错误；

液滴从下极板运动到上极板的过程中，由动能定理有

$$qU - mgd = 0$$

解得

$$U = \frac{mgd}{q}$$

③正确；

液滴进入竖直方向的匀强电场中，重力做功 $-mgd$ ，微粒的重力势能增加，动能不变，根据能量守恒定律得知，微粒的电势能减小了 mgd ，④正确。

故选 C。

14. 【答案】 AB

【详解】A. 初始时，小球恰能到达 A 板，根据动能定理有

$$-mgd - qU_{AB} = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

解得

$$U_{AB} = 8V$$

将滑动变阻器滑片向上移动，其它条件不变，滑动变阻器阻值增大，电容器两板间的电势差增大，则小球将不能到达 A 板，故 A 正确；

B. 根据闭合电路的欧姆定律

$$E = U_{AB} + I(R + r)$$

解得

$$I = 1A$$

电源的输出功率

$$P = EI - I^2r = 24 \times 1W - 1^2 \times 1W = 23W$$

故 B 正确；

C. 路端总电压为

$$U = E - Ir = 24V - 1 \times 1V = 23V$$

故 C 正确；

D. 电场力做功为

$$W = qU_{BA} = 1 \times 10^{-2} \times (-8)J = -8 \times 10^{-2}J$$

根据功能关系可知小球的电势能增加了 $8 \times 10^{-2}J$ ，故 D 错误。

故选 AB。



二、实验与填空题（共 5 题，18 分）

15. 【答案】 ①. 并联 ②. 0.101 ③. A

【详解】[1][2][3]将电流计改装为电路表，应并联一个阻值，由

$$I = I_g + \frac{I_g R_g}{R}$$

并联的阻值为

$$R \approx 0.101\Omega$$

读数偏小，则需要让电流适当大一些，在相同电压下，应使电阻 R 减小一些，可以并联一个比其大得多的电阻。

故选 A。

16. 【答案】 ①. $\times 100$ ②. B ABCD ③. 18

【详解】[1]虚线①位置读书过大，说明倍率较低，则需把 $\times 10$ 档换用 $\times 100$ 档。

(1) [2]实验步骤为：将两根表笔短接，并进行欧姆调零。将两根表笔分别跟被测电阻的两端接触，观察指针的位置，若读数较大，则把 $\times 10$ 档换用 $\times 100$ 档。换档后，重新进行欧姆调零，记下电阻值。实验完毕，将多用电表面板上旋钮旋到“OFF”档。故顺序为 B ABCD。

(2) [3]电阻的阻值是 18Ω 。

17. 【答案】 ①. 0.1844 ②. 4.240 ③. $\frac{\pi D^2 U}{4IL}$

【详解】(1) [1][2]螺旋测微器的精确度为 0.01mm ，圆柱体的直径

$$D = 1.5\text{mm} + 34.4 \times 0.01\text{mm} = 1.844\text{mm} = 0.1844\text{cm}$$

20 分度值的游标卡尺的精确度为 0.05mm ，圆柱体的长度

$$L = 42\text{mm} + 8 \times 0.05\text{mm} = 42.40\text{mm} = 4.240\text{cm}$$

(2) [3]根据欧姆定律，待测电阻

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

根据电阻定律

$$R = \rho \frac{L}{S} = \frac{\rho L}{\frac{1}{4}\pi D^2} = \frac{4\rho L}{\pi D^2}$$

代入数据联立解得

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

18. 【答案】 ①. B ②. D ③. 甲 ④. 小 ⑤. 乙 ⑥. 电表示数几乎从零开始变化

【详解】(1) [1][2]电源电动势为 3V ，待测阻值约为 5Ω 。可知，电流的最大值约为 0.6A ，则电流表选择 B，电压表选择 D。

(2) [3][4]由于



$$R_x^2 < R_V R_A$$

则电压表分流造成的误差较小，电流表采用外接，选择图 1 中的甲。由

$$R_{\text{测}} = \frac{U}{I} < R_{\text{真}} = \frac{U}{I - \frac{U}{R_V}}$$

测量值小于真实值。

(3) [5][6]电表示数几乎从零开始变化，则滑动变阻器采用分压式，连接方式是图 2 中的乙。

19. 【答案】 ①. 1.47 ②. 0.55 ③. 偏小

【详解】(1) [1][2]根据闭合电路欧姆定律

$$E = U + Ir$$

得

$$U = -Ir + E$$

则

$$E = 1.47\text{V}, r = \frac{1.47 - 1.0}{0.85}\Omega \approx 0.55\Omega$$

(2) [3]当电压表为零时，电流值为短路电流，即短路电流是准确的。实际情况是：由于电压表分流，任意电压表示数，干路电流都大于电流表示数，导致斜率变小。即测出的 r 值比真实值小。

三、计算题（共 4 题，40 分）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. 【答案】(1) 6 W; 5.5 W (2) 2.5 W; 2 W

【详解】(1) 在串联电路中，电压表读 R_0 两端的电压，由欧姆定律得 $I = \frac{U}{R_0} = \frac{3\text{V}}{3\Omega} = 1\text{A}$

电源的总功率： $P_{\text{总}} = EI = 6\text{W}$

由能量转化和守恒定律得： $P_{\text{输出}} = P_{\text{总}} - P_r = 5.5\text{W}$

(2) 电源的输出功率为电动机和限流电阻获得功率之和，

$$P_{\text{输出}} = P_M + P_0 \quad P_0 = I^2 R_0 = 3\text{W} \quad P_M = P_{\text{输出}} - P_0 = 2.5\text{W}$$

有 $P_M = P_{\text{机}} + P_{Mf}$ 得 $P_{\text{机}} = P_M - P_{Mf} = 2\text{W}$

21. 【答案】(1) 负电；(2) $E = \frac{3mg}{4q}$ ；(3) $F = \frac{3}{2}mg$

【详解】(1) 由图可知，小球所受电场力与电场强度的方向相反，则小球带负电。

(2) 由平衡得

$$\tan 37^\circ = \frac{qE}{mg}$$

电场强度为



$$E = \frac{3mg}{4q}$$

(3) 根据动能定理

$$mgl - qEl = \frac{1}{2}mv^2$$

得

$$v = \sqrt{\frac{gl}{2}}$$

最低点 O' 时, 根据牛顿第二定律

$$F - mg = m\frac{v^2}{l}$$

得

$$F = \frac{3}{2}mg$$

22. 【答案】(1) $v_A = \sqrt{\frac{2U_1e}{m}}$; (2) $y = \frac{U_2L_1^2}{4U_1d}$; (3) $W = \frac{U_2^2L_1^2e}{4U_1d^2}$; (4) $y' = \frac{U_2L_1(2L_2 + L_1)}{4U_1d}$

【详解】(1) 电子经电压 U_1 加速后的速度为 v_A , 根据动能定理得

$$U_1e = \frac{1}{2}mv_A^2$$

解得

$$v_A = \sqrt{\frac{2U_1e}{m}}$$

(2) 电子以速度 v_A 进入偏转电场后, 垂直于电场方向做匀速直线运动, 沿电场方向做初速度为零的匀加速直线运动. 设偏转电场的电场强度为 E , 电子在偏转电场运动的时间为 t_1 , 电子的加速度为 a , 离开偏转电场时相对于原运动方向的侧移量为 y . 根据牛顿第二定律和运动学公式得

$$Ee = ma$$

又因为

$$E = \frac{U_2}{d}$$

电子在偏转电场中做类平抛运动, 有

$$L_1 = v_A t_1$$

$$y = \frac{1}{2}at_1^2$$

以上联立解得



$$y = \frac{U_2 L_1^2}{4U_1 d}$$

(3) 电子在偏转电场运动的过程中电场力对它所做的功

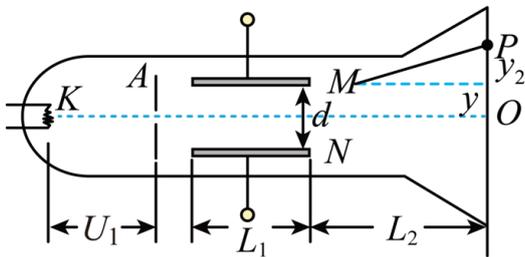
$$W = Eey = \frac{U_2^2 L_1^2 e}{4U_1 d^2}$$

(4) 方法一：设电子离开偏转电场时沿电场方向的速度为 v_y ，根据运动学公式得

$$v_y = at_1 = \frac{U_2 L_1 e}{dmv_A}$$

电子离开偏转电场后做匀速直线运动，设电子离开偏转电场后打在荧光屏上所用的时间为 t_2 ，电子打到荧光屏上的侧移量为 y_2 ，

如图所示



$$y_2 = v_y t_2$$

$$t_2 = \frac{L_2}{v_A}$$

解得

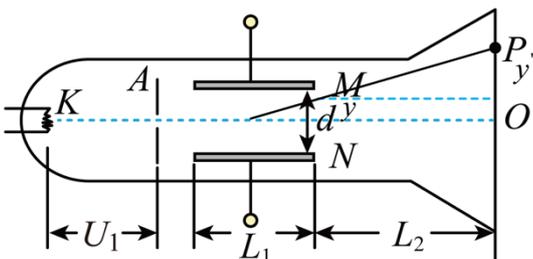
$$y_2 = \frac{U_2 L_1 L_2}{2U_1 d}$$

P 到 O 点的距离为

$$y' = y + y_2 = \frac{U_2 L_1 (2L_2 + L_1)}{4U_1 d}$$

方法二：

根据推论，平抛运动速度的反向延长线交水平位移的中点，如图



$$\frac{y}{y'} = \frac{\frac{L_1}{2}}{\frac{L_1}{2} + L_2}$$

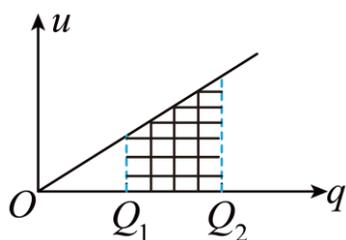


可得

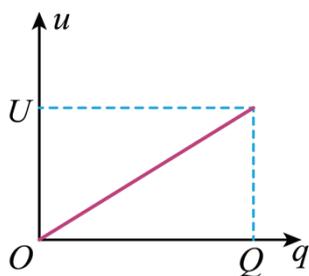
$$y' = \frac{U_2 L_1 (2L_2 + L_1)}{4U_1 d}$$

23. 【答案】(1) 见解析; (2) $E_p = \frac{kQ^2(R_2 - R_1)}{2R_1 R_2}$; (3) a. $C' = \frac{R}{k}$, b. 见解析, c. 见解析

【详解】(1) $v-t$ 图像面积表示位移, 电荷量由 Q_1 增加到 Q_2 的过程中电容器增加的电势能可以用 $u-q$ 图像与坐标轴围成的面积表示, 如图



(2) 因为电容器充电过程中两极板间电势差 u 随电荷量 q 的变化图像所示



所以当电荷量达到 Q 时所具有的电势能 E_p 可以用图线轴围成的面积表示, 即

$$E_p = \frac{1}{2} QU$$

根据电容的定义式

$$C = \frac{Q}{U}$$

可得

$$U = \frac{Q}{C}$$

带入可得

$$E_p = \frac{kQ^2(R_2 - R_1)}{2R_1 R_2}$$

(3) a. 半径为 R 的孤立导体球可作另一极在无穷远的球形电容器, $R_1 = R$, $R_2 \rightarrow \infty$, 带入球形电容器

电容表达式

$$C = \frac{R_1 R_2}{k(R_2 - R_1)}$$

可得

$$C' = \frac{R}{k}$$



b. 地球也可以看成一个球形电容器，且半径越大，电容越大，地球半径远远大于金属小球半径，所以地球的电容远远大于金属小球的电容，用导线将两者连接后电势相同，根据

$$Q = CU$$

可知，地球的带电量远大于小球的带电量，而总的电荷量不变，所以可以认为小球的电荷量减小为 0。

c. 半径为 R 的带点球体电容为

$$C' = \frac{R}{k}$$

设电压为 U ，则所带电量

$$Q = C'U = \frac{RU}{k}$$

单位面积的电荷量为 Q' ，则

$$Q' = \frac{Q}{S} = \frac{\frac{RU}{k}}{4\pi R^2} = \frac{U}{4\pi kR}$$

从上式可知，金属导体带电后，表面电势相等，越突出的地方，曲率半径越小，单位面积的电荷量越大，所以表面突出部分越尖锐的地方电荷的密度越大。