

2019 北京四中高二（上）期末

物 理

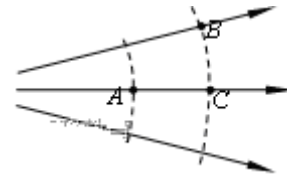
一、单项选择题

1. 两个完全相同的绝缘金属小球 A、B，A 球所带电荷量为+4Q，B 球不带电。现将 B 球与 A 球接触后，移至与 A 球距离为 d 处（d 远大于小球半径）。已知静电力常量为 k，则此时 A、B 两球之间的库仑力大小是

- A. $\frac{2kQ^2}{d^2}$ B. $\frac{2kQ^2}{d}$ C. $\frac{4kQ^2}{d^2}$ D. $\frac{4kQ^2}{d}$

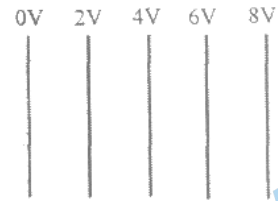
2. 某电场的分布如图所示，带箭头的实线为电场线，虚线为等势面。A、B、C 三点的电场强度分别为 E_A 、 E_B 、 E_C ，电势分别为 φ_A 、 φ_B 、 φ_C ，关于这三点的电场强度和电势的关系，下列判断中正确的是（ ）

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



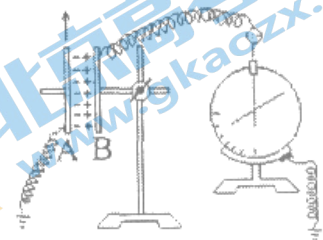
3. 如图为某匀强电场的等势面分布图，每两个相邻等势面相距 2cm，则该匀强电场的场强大小和方向分别为

- A. $E=200V/m$ ，向下
 B. $E=200V/m$ ，向上
 C. $E=100V/m$ ，向左
 D. $E=100V/m$ ，向右



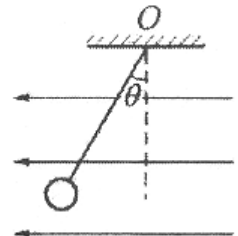
4. 平行板电容器的极板 B 与静电计指针相接，极板 A 接地。若 A 板稍向上移动一点，由观察到的静电计指针张角变化情况，得出平行板电容器电容变小的结论。这个判断的依据是

- A. 两极板间的电压不变，极板上的电量变小
 B. 两极板间的电压不变，极板上的电量变大
 C. 极板上的电量几乎不变，两极板间的电压变小
 D. 极板上的电量几乎不变，两极板间的电压变大



5. 如图所示，质量为 m 的带电小球用绝缘丝线悬挂于 O 点，并处在水平向左的匀强电场 E 中，小球静止时丝线与竖直方向夹角为 θ ，则电场强度大小为

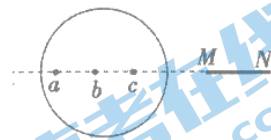
- A. $\frac{mg}{q \sin \theta}$ B. $\frac{mg \sin \theta}{q}$
 C. $\frac{mg}{q \tan \theta}$ D. $\frac{mg \tan \theta}{q}$



6. 电场中 A、B 两点的电势差 $U_{AB} > 0$ ，将一正电荷从 A 点移到 B 点的过程中

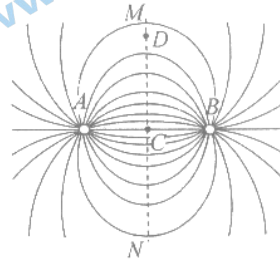
- A. 电场力做正功，电荷的电势能增加
 B. 电场力做正功，电荷的电势能减少
 C. 电场力做负功，电荷的电势能增加
 D. 电场力做负功，正电荷电势能减少

7. 金属球原来不带电，现沿球直径的延长线放置一均匀带电细杆 MN，如图所示。金属球上感应电荷产生的电场在球内直径上 a、b、c 三点的场强大小分别为 E_a 、 E_b 、 E_c 。下列判断正确的是



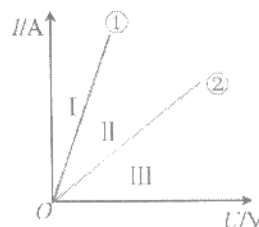
- A. $E_a > E_b > E_c$
 B. $E_b > E_c > E_a$
 C. $E_c > E_b > E_a$
 D. $E_a = E_b = E_c$

8. A、B 两个点电荷在真空中产生电场，电场线（方向未标出）分布如图所示。图中 C 点为两点电荷连线的中点，MN 为两点电荷连线的中垂线，D 为中垂线上的一点，电场线的分布关于 MN 左右对称。则下列说法正确的是



- A. 这两个点电荷是等量异种电荷
 B. 这两个点电荷是等量同种电荷
 C. C、D 两点的电场强度大小相同
 D. C 点电势比 D 点电势大

9. 如图所示是两个不同电阻的 I-U 图象，图象①、②表示的电阻阻值及两电阻串联或并联后的 I-U 图象所在区域分别是



- A. ①表示小电阻值的图象，并联后在区域 III
 B. ①表示大电阻值的图象，串联后在区域 I
 C. ②表示小电阻值的图象，并联后在区域 II
 D. ②表示大电阻值的图象，串联后在区域 III

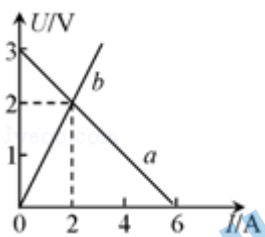
10. 在 1 min 内通过阻值为 5Ω 的导体横截面的电量为 240 C，那么加在该导体两端的电压是 ()

- A. 20 V B. 48 V C. 120 V D. 1 200 V

11. 关于电源和直流电路的性质，下列说法正确的是

- A. 电源短路时，电路电流为无穷大
 B. 电源短路时，路端电压等于电动势
 C. 外电路断路时，路端电压为零
 D. 外电路电阻值增大时，路端电压也增大

12. 如图所示，直线 a 为某电源与可变电阻连接成闭合电路时的路端电压 U 与干路电流 I 的关系图象，直线 b 为电阻 R 两端电压的 U 与通过它的电流 I 的图象，用该电源和该电阻组成闭合电路时，电源的输出功率和电源的效率分别为 ()



- A. 4 W、33.3% B. 2 W、33.3%
 C. 4 W、67% D. 2 W、67%

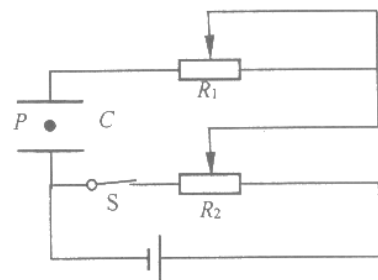
13. 某同学用多用电表的欧姆挡的“ $\times 10\Omega$ ”挡测量一个电阻的阻值，发现表的指针偏转角度很小，如图所示，为了准确测定该电阻的阻值，正确的做法是 ()



- A. 应把选择开关换到“ $\times 100 \Omega$ ”挡，重新进行欧姆调零后再测量
- B. 应把选择开关换到“ $\times 100 \Omega$ ”挡，不用再进行欧姆调零就直接测量
- C. 应把选择开关换到“ $\times 1 \Omega$ ”挡，重新进行欧姆调零后再测量
- D. 应把选择开关换到“ $\times 1 \Omega$ ”挡，不用再进行欧姆调零就直接测量

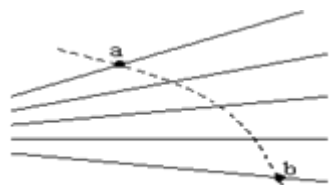
14. 如图所示电路，开关S原来是闭合的，当 R_1 、 R_2 的滑片刚好处于各自的中点位置时，悬在空气平行板电容器C两水平极板间的带电尘埃P恰好处于静止状态。要使尘埃P向下加速运动，下列方法中可行的是

- A. 把 R_1 的滑片向左移动
- B. 把 R_2 的滑片向左移动
- C. 把 R_2 的滑片向右移动
- D. 把开关S断开



二、多项选择题

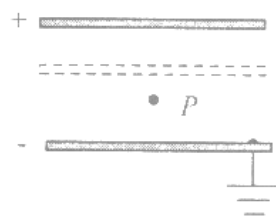
15. 如图，实线是一簇未标明方向的由点电荷产生的电场线，虚线是某一带电粒子通过该电场区域时的运动轨迹，a、b是轨迹上的两点。若带电粒子在运动中只受到电场力作用，据此可判断()



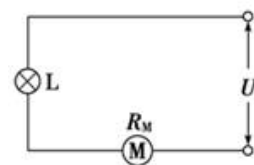
- A. 带电粒子所带电荷的符号
- B. 带电粒子在a、b两点的受力方向
- C. 带电粒子在a、b两点的速度何处较大
- D. 带电粒子在a、b两点的电势能何处较大

16. 一平行板电容器充电后与电源断开，负极板接地，在两极板间有一正电荷（电量很小）固定在P点，如图所示。若保持负极板不动，将正极板移到图中虚线所示的位置，则下列说法正确的是

- A. 电容器的电量保持不变
- B. 两极板间电场强度不变
- C. P点电势不变
- D. P处正电荷的电势能变小



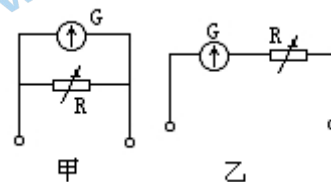
17. 如图所示的电路中，输入电压U恒为12V，灯泡L上标有“6V, 12W”字样，电动机线圈的电阻 $R_M = 0.50 \Omega$ 。若灯泡恰能正常发光，以下说法中正确的是()



- A. 电路的电流为 2A
- B. 电动机的输出功率为 12 W
- C. 电动机的热功率为 2.0 W
- D. 整个电路消耗的电功率为 22 W

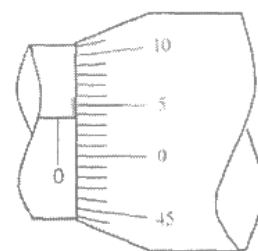
18. 如图中的甲、乙两个电路，都是由一个灵敏电流计 G 和一个变阻器 R 组成，它们之中一个是测电压的电压表，另一个是测电流的电流表，那么以下结论中正确的是

- A. 甲表是电流表，R 增大时量程增大
- B. 甲表是电压表，R 增大时量程增大
- C. 乙表是电流表，R 增大时量程增大
- D. 乙表是电压表，R 增大时量程增大



三、实验题

19. 在“测定金属电阻率”的实验中，用螺旋测微器测量电阻丝直径，如图所示，则该电阻丝直径的测量值 $d =$ _____ mm;



20. 在“测电源电动势和内电阻”的实验中，有以下器材：

待测干电池（电动势约为 1.5V，内阻约为 1Ω ）；

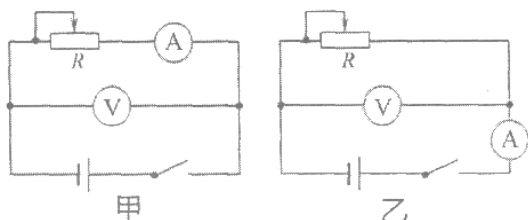
电压表（量程 0~3V，内阻 $3k\Omega$ ）；

电流表（量程 0~0.6A，内阻 1.0Ω ）；

滑动变阻器 R_1 （最大阻值 10Ω ，额定电流 2A）

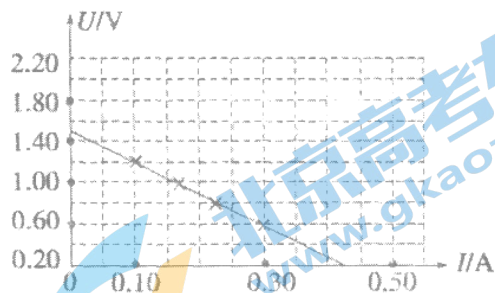
滑动变阻器 R_2 （最大阻值 100Ω ，额定电流 0.1A）

- ① 实验中滑动变阻器应用 _____；（选填“ R_1 ”或“ R_2 ”）
- ② 为了减小误差，应选择电路 _____；（选填“甲”或“乙”）



③ 在实验中测得多组电压和电流值，得到如下图所示的电压与电流关系图线，根据图线求出的电源电动势

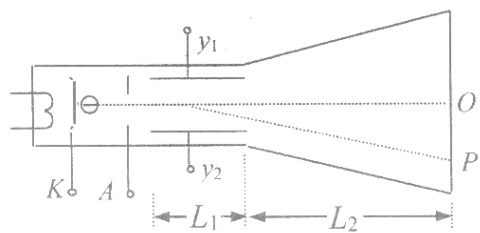
$E =$ _____ V；内阻 $r =$ _____ Ω 。



四、解答题

21. 一个带负电的粒子， $q = -2.0 \times 10^{-9}C$ ，在静电场中由 a 点运动到 b 点，在这过程中，除电场力外，其它力作的功为 $6.0 \times 10^{-5}J$ ，粒子动能增加了 $8.0 \times 10^{-5}J$ ，求 a、b 两点间电势差 U_{ab} 等于多少？

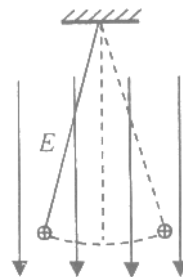
22. 如图为一示波管的示意图。阴极 K 发射电子，阳极 A 与阴极 K 间的加速电压为 U_1 。偏转电极 y_1 和 y_2 间的偏转电压为 U_2 ，两板间距离为 d ，板长为 L_1 ，偏转电极的右端至荧光屏的距离为 L_2 。电子经加速电场加速后，在偏转电场作用下打到荧光屏上的 P 点。求：电子打到 P 点时偏离的距离 OP 。（已知电子电量为 $-e$ ，质量为 m ，不计重力）



五、不定项选择题

23. 单摆在重力作用下小幅摆动周期为 T_1 。若使小球带上一定量的正电荷，并处于竖直向下的匀强电场中，小幅摆动周期为 T_2 。则下列说法正确的是

- A. $T_1 = T_2$
- B. $T_1 > T_2$
- C. $T_1 < T_2$
- D. 无法确定

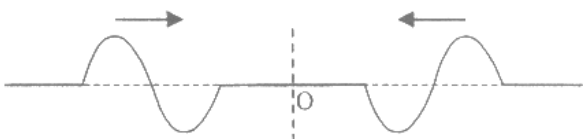


24. 如图，a、b、c、d 是均匀媒质中 x 轴上的四个质点，相邻两点的间距依次为 $2m$ 、 $4m$ 和 $6m$ 。一列简谐横波以 $2m/s$ 的波速沿 x 轴正向传播，在 $t=0$ 时刻到达质点 a 处，质点 a 由平衡位置开始竖直向下运动， $t=3s$ 时 a 第一次到达最高点。下列说法正确的是



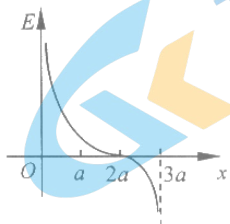
- A. 在 $t=6s$ 时刻波恰好传到质点 d 处
- B. 在 $t=5s$ 时刻质点 c 恰好到达最高点
- C. 质点 b 开始振动后，其振动周期为 $4s$
- D. 当质点 d 向下运动时，质点 b 正向上运动

25. 如图所示为两列相向传播的振幅、波长都相同的横波，它们在 O 点相遇，此后可能出现的状态是



- A.
- B.
- C.
- D.

26. 真空中相距为 $3a$ 的两个点电荷 M、N，分别固定于 x 轴上 $x_1=0$ 和 $x_2=3a$ 的两点上，在它们连线上各点场强 E 随 x 变化关系如图所示，以下判断正确的是

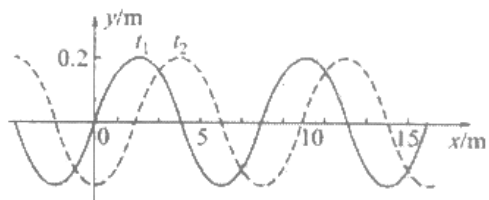


- A. $x=2a$ 处的电场强度为零，电势也一定为零

- B. 点电荷 M、N 一定为同种电荷
 C. 点电荷 M、N 一定为异种电荷
 D. 点电荷 M、N 所带电荷量的绝对值之比为 4: 1

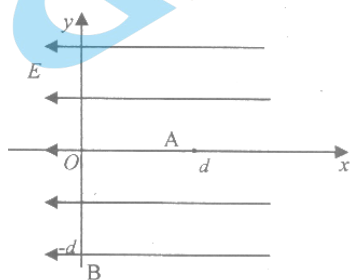
六、解答题

27. 如图所示，实线为一列沿 x 轴传播的简谐波在 $t_1=0$ 时刻的波形，虚线为该波在 $t_2=0.05\text{s}$ 时的波形。



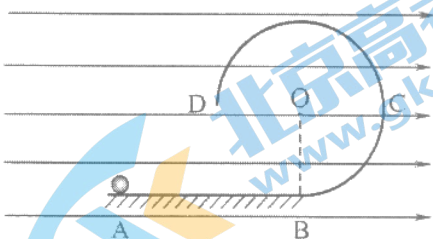
- (1) 若周期小于 (t_2-t_1) ，且波沿 x 轴正方向传播，求波速 v ；
 (2) 若波速为 600m/s ，试分析波的传播方向。

28. 如图所示，匀强电场方向沿 x 轴的负方向，场强大小为 E 。在 A ($d, 0$) 点有一个静止的中性微粒，由于内部作用，某一时刻突然分裂成两个质量均为 m 、速度等大反向的带电微粒，其中电荷量为 q 的微粒 1 沿 y 轴负方向运动，经过一段时间到达 B ($0, -d$) 点。不计重力和分裂后两微粒间的作用。试求：



- (1) 当微粒 1 到达 B 点时，微粒 1 的速度；
 (2) 当微粒 1 到达 B 点时，两微粒间的距离。

29. 如图所示，光滑绝缘轨道由水平段 AB 和圆形轨道 BCD 组成，B 在圆心正下方，轨道上的 C、D 两点与圆心等高，圆轨道半径为 R 。整个装置处在水平向右的匀强电场中，电场强度大小为 $E=\frac{mg}{q}$ 。现将一小球从 A 点由静止释放。已知小球质量为 m ，电量为 q ，且带正电，重力加速度为 g ，不计空气阻力，求：



- (1) 若 $AB=2R$ ，求小球运动到 C 点时对轨道的压力大小；
 (2) 若小球能沿圆轨道运动到 D 点，则 AB 间的距离至少为多大？

2019 北京四中高二（上）期末物理参考答案

一、单项选择题

1.

【答案】C

【解析】

【详解】未接触前，根据库仑定律，得：库仑为零；

接触后两球带电量 $q=4Q$ ，每个球的电荷量为 $2Q$ ，

再由库仑定律，得

$$F = \frac{k \cdot 2Q \cdot 2Q}{d^2} = \frac{4kQ^2}{d^2}, \text{ 故 C 正确。}$$

故选：C。

2.

【答案】B

【解析】

根据电场线的疏密程度表示场强的大小，由图可知 A 处电场线比 B 处密，所以 $E_A > E_B$

根据沿电场线电势越来越低可知： $\varphi_A > \varphi_B$ ，故 B 正确。

点睛：解决本题关键理解电场线的疏密程度表示场强的大小和沿电场线电势越来越低。

3.

【答案】C

【解析】

【详解】根据电场线总是与等势面垂直，而且由高电势指向低电势，可知，电场强度方向水平向左。

两个相邻等势面相距 $d=2\text{cm}$ ，电势差 $U=2\text{V}$ ，则电场强度 $E = \frac{U}{d} = \frac{2}{0.02} \text{V/m} = 100 \text{V/m}$

故选：C。

4.

【答案】A

【解析】

【详解】电容器的 A 极板以及与其相连的静电计均与外界绝缘，所带电荷量几乎不变；B 板与 A 板带总是带等量异种电荷，故而电荷量也几乎不变，即电容器的电荷量几乎不变；

静电计指针偏角变大，说明电势能增加，指针与外壳间的电势差增大，故电容器两极板间的电压变大；

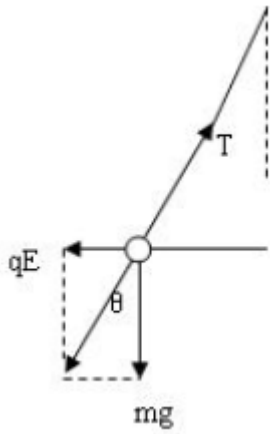
据 $C = \frac{Q}{U}$ 可得，电容器电容变小。故 D 项正确，ABC 三项错误。

5.

【答案】D

【解析】

【详解】小球受重力、电场力和拉力处于平衡，如图所示



由平衡条件可得：

$$qE = mg \tan \theta$$

解得：
$$E = \frac{mg \tan \theta}{q}$$

故选：D。

6.

【答案】B

【解析】

【详解】根据电场力做功公式 $W = qU_{AB}$ ，由于 $q > 0$ ， $U_{AB} > 0$ ，所以电场力做正功，

由功能关系可知，电荷的电势能减小，故 B 正确。

故选：B。

7.

【答案】C

【解析】

【详解】金属球上感应电荷产生的附加电场与带电的细杆 MN 产生的场强大小相等，方向相反，相互抵消。c 点离带电的细杆 MN 最近，带电的细杆 MN 在 c 点处产生的场强最大，则金属球上感应电荷在 c 点处产生的场强最大，即 E_c 最大；而 a 点离带电杆最远，则金属球上感应电荷在 a 点处产生的场强最小，所以 $E_c > E_b > E_a$ ，故 C 正确。

故选：C。

8.

【答案】A

【解析】

【详解】A、B 项：根据电场线的特点：电场线从正电荷出发到负电荷终止，可知 A、B 是一定两个等量异种电荷，故 A 错误，B 正确；

C 项：在两等量异号电荷连线的中垂线上，中间点电场强度最大，也可以从电场线的疏密判断，所以 C 点的电场强度比 D 点的电场强度大，故 C 错误；

D 项：根据平行四边形定则，对中垂线上的场强进行合成，知中垂线上每点的电场方向都水平向右，中垂线和电场线垂直，所以中垂线为等势线，所以 C 点的电势等于 D 点的电势，故 D 错误。

故选：A。

9.

【答案】D

【解析】

【详解】由图线看出图线 1 的斜率大于图线 2 的斜率，根据欧姆定律分析得知，图线①的电阻较小，图线②的电阻较大；

两个电阻并联后，总电阻比任何一个电阻都小，图线的斜率图线 1 还大，所以并联后图线在区域 I；

两电阻串联后总比任何一个电阻都大，图线的斜率比图线②还小，所以串联后图线在区域 III。故 ABC 错误、D 正确。

10.

【答案】A

【解析】

导体的电流为 $I = \frac{q}{t} = \frac{240}{60} \text{A} = 4\text{A}$ ，故导体两端的电压为 $U = IR = 4 \times 5\text{V} = 20\text{V}$ ，A 正确。

11.

【答案】D

【解析】

【详解】A 项：根据 $I = \frac{E}{r}$ 可知，电源被短路时，电路电流比较大，不是无穷大，故 A 错误；

B 项：外电路短路时，电源内电压等于电源电动势，路端电压为零；故 B 错误；

C 项：外电路断路时，路端电压等于电源电动势，故 C 错误；

D 项：根据闭合电路欧姆定律可知，路端电压 $U = E \frac{R}{R+r}$ 当外电路电阻值 R 增大时，路端电压增大，故 D 正确。

故选：D。

12.

【答案】C

【解析】

解：由图象 a 可知电源的电动势 $E=3\text{V}$ ，短路电流为 6A ，该电源和该电阻组成闭合电路时路端电压为 2V ，电流 $I=2\text{A}$ 电源的输出功率即为电阻 R 上消耗的功率，根据 $P=UI$ 得： $P=2 \times 2\text{W}=4\text{W}$ ，

电源的总功率为： $P_{\text{总}}=EI=3 \times 2\text{W}=6\text{W}$

所以效率为： $\eta = \frac{P}{P_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{4}{6} \times 100\% = 67\%$ ；

故选：C。

【点评】根据 U - I 图象 a 正确读出电源的电动势和短路电流，根据 U - I 图象正确读出外电路两端的电压和流过电阻的电流，是解决此类问题的出发点。

13.

【答案】A

【解析】

试题分析：当用多用电表的欧姆挡的“ $\times 10 \Omega$ ”挡测量一个电阻的阻值，表的指针偏转角度很小，说明档位选择

的太低，故应该选择更高的挡位，把选择开关换到“ $\times 100 \Omega$ ”挡，重新进行欧姆调零后再测量，选项 A 正确。

考点：欧姆表的使用。

14.

【答案】B

【解析】

【详解】A 项：尘埃 P 受到重力和电场力而平衡，要使尘埃 P 向下加速，就要减小电场力，故要减小电容器两端的电压；电路稳定时，滑动变阻器 R_1 无电流通过，两端电压为零，故改变 R_1 的电阻值无效果，故 A 错误；

B、C 项：变阻器 R_2 处于分压状态，电容器两端电压等于变阻器 R_2 左半段的电压，故要减小变阻器 R_2 左半段的电阻值，变阻器 R_2 滑片应该向左移动，故 B 正确，C 错误；

D 项：把闭合的开关 S 断开，电容器两端电压增大到等于电源电动势，故 P 向上加速，故 D 错误。

故选：B。

二、多项选择题

15.

【答案】BCD

【解析】

由轨迹的弯曲情况，可知电场力应沿电场线向左，但因不知电场线的方向，故带电粒子所带电荷符号不能确定。设粒子从 a 运动到 b(也可分析从 b 到 a 的情形，两种分析不影响结论)，速度方向与电场力夹角大于 90° ，故速度减小，由电场线的疏密程度知 a 点场强大于 b 点场强，带电粒子在 a 点受电场力较大，从而加速度较大。综上所述，B、C、D 正确。

16.

【答案】ABC

【解析】

【详解】A 项：由题意知：平行板电容器充电后与电源断开，电容器的带电量 Q 不变，故 A 正确；

B 项：由推论公式 $E = \frac{4\pi kQ}{\epsilon S}$ 分析，可知板间电场强度 E 不变，故 B 正确；

C、D 项：则由 $U=Ed$ 知，P 与负极板间的电势差不变，则 P 点的电势不变，正电荷在 P 点的电势能 E_P 不变，故 C 正确，D 错误。

故选：ABC。

17.

【答案】AC

【解析】

试题分析：因灯泡正常发光，则电路的电流为 $I = \frac{P}{U} = \frac{12}{6} A = 2A$ ，选项 A 正确；电动机的热功率 $P_{热} = I^2 R_0 = 4 \times 0.5W = 2W$ ，则电动机的输出功率 $P_2 = P - I^2 R_0 = 12 - 2W = 10W$ 。故 B 错误，C 正确。整个电路消耗的功率 $P_{总} = UI = 12 \times 2W = 24W$ 。故 D 错误。故选 AC。

考点：电功率

【名师点睛】此题是关于电功率的计算问题；对电动机问题，因为不是纯电阻电路，故不适应欧姆定律；解题时

要知道电动机的内阻的发热功率 $P=I^2R_M$ 、电动机的输出功率等于电动机输入功率与内阻上的热功率之差，整个电路消耗的功率 $P_{总}=UI$ 。

18.

【答案】D

【解析】

试题分析：灵敏电流计 G 和变阻器 R 并联时，由于变阻器的分流，测量的电流增大，改装成电流表，而灵敏电流计 G 和变阻器 R 串联时，由于变阻器的分压，测量的电压增大，改装成电压表。甲表中，R 增大时，变阻器分流减小，量程减小。乙表中，R 增大时，变阻器分担的电压增大，量程增大。

由图甲所示可知，G 与电阻 R 并联，甲表是电流表，分流电阻增大时分流电阻分流减小，电流表量程减小；由图乙所示可知，G 与 R 串联，乙是电压表，R 增大时，变阻器分担的电压增大，乙表量程增大，D 正确。

三、实验题

19.

【答案】0.538

【解析】

【详解】由图示螺旋测微器可知，电阻丝直径： $d=0.5\text{mm}+3.8\times 0.01\text{mm}=0.538\text{mm}$ 。

20.

【答案】(1). R_1 ; (2). 甲; (3). 1.50; (4). 3.1

【解析】

【详解】(1) 由题意可知，电源的内阻约为 1Ω ，故为了易于调节，准确测量，滑动变阻器应选小电阻 R_1 ；

(2) 由等效电路可知，甲图电源内阻的测量值为电源内阻与电压表的并联值，乙图电源的测量值为电源内阻与电流表内阻的串联值，由串联、并联特点可知，甲图的测量误差较小，所以为了减小误差，应选择甲图；

(3) 由闭合电路欧姆定律可知： $U=E-Ir$ ；即电动势与电流成一次函数关系，由数学知识可知，

图象与纵坐标的交点为电源的电动势；图象的斜率表示内源内电阻；故由图可知：

$$\text{电动势：} E=1.5\text{V}, \text{ 电源内阻为：} r = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{1.5-0.2}{0.42} \Omega \approx 3.1\Omega$$

四、解答题

21.

【答案】 $1\times 10^4\text{V}$

【解析】

试题分析：电荷由 a 点移至 b 点时，电场力和外力做功，动能变化，根据动能定理列方程求解 a、b 两点间的电势差 U_{ab} 。

设此过程中，电场力对点电荷做的功为 W_{ab} ，由动能定理可知： $W_{外} + W_{ab} = \Delta E_k$

带入数据解得： $W_{ab} = \Delta E_k - W_{外} = 8.0 \times 10^{-5}\text{J} - 6.0 \times 10^{-5}\text{J} = 2.0 \times 10^{-5}\text{J}$

则 a、b 两点间的电势差为： $U_{ab} = \frac{W_{ab}}{q} = \frac{2.0 \times 10^{-5}}{2.0 \times 10^{-9}}\text{V} = 1.0 \times 10^4\text{V}$

点睛：本题主要考查了动能定理及电势差的求法，属于基础题。

22.

【答案】 $\frac{U_2 L_1}{4dU_1}(L_1 + 2L_2)$

【解析】

【详解】电子经过加速电场加速进入偏转电场，设进入偏转电场时速度为 v_0 ，由动能定理：

$$eU_1 = \frac{1}{2}mv_0^2$$

解得： $v_0 = \sqrt{\frac{2eU_1}{m}}$

电子在偏转电场中的加速度： $a = \frac{eU_2}{md}$

在偏转电场中的运动时间： $t = \frac{L_1}{v_0}$

垂直于板面方向偏移的距离： $y = \frac{1}{2}at^2$

由几何关系可知： $\frac{y}{OP} = \frac{\frac{L_1}{2}}{L_2 + \frac{L_1}{2}}$

联立解得： $OP = \frac{U_2 L_1}{4dU_1}(L_1 + 2L_2)$ 。

五、不定项选择题

23.

【答案】 C

【解析】

【详解】小球在重力场中的周期为：

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

小球在重力场与电场复合场中的加速度为：

$$ma = qE + mg$$

解得： $a = g + \frac{qE}{m} > g$

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{a}}, \text{ 所以 } T_1 > T_2, \text{ 故选: C.}$$

24.

【答案】 AC

【解析】

【详解】A项：ad间距离为 $x=12\text{m}$ ，波在同一介质中匀速传播，则波从a传到d的时间为 $t = \frac{x}{v} = \frac{12}{2}\text{s} = 6\text{s}$ ，即在 $t=6\text{s}$

时刻波恰好传到质点d处。故A正确；

B项：设该波的周期为 T ，由题可得， $\frac{3}{4}T = 3s$ ，得 $T = 4s$ 。波从 a 传到 c 的时间为 $t = \frac{x}{v} = \frac{2+4}{2}s = 3s$ ，则在 $t = 5s$ 时刻

质点 c 已振动了 $2s$ ，而 c 起振方向向下，故在 $t = 5s$ 时刻质点 c 恰好经过平衡位置向上。故 B 错误；

C项：质点 b 的振动周期等于 a 的振动周期，即为 $4s$ 。故 C 正确；

D项： bd 相距 $10m$ ；该波的波长 $\lambda = vT = 2 \times 4 = 8m$ ；故 bd 相距 $\frac{10}{8} = 1\frac{1}{4}T$ 则 bd 相当于相距四分之一波长，故有可能 b 、

d 同向运动，故 D 错误。

故选：AC。

25.

【答案】BD

【解析】

【详解】当左列波的波峰和右列波的波谷相遇时，叠加后的图象为 B；当两列波的波峰相遇时，叠加后的图象为 D；而 A 和 C 是不可能出现的。

26.

【答案】BD

【解析】

【详解】A项： $x = 2a$ 处的场强为零，但由于电势与场强无关，则场强为零的地方电势不一定为零，故 A 错误；

B、C项： x 从 0 到 $3a$ ，场强先正方向减少到零又反方向增加，必为同种电荷，故 B 正确，C 错误；

D项： $x = 2a$ 处的合场强为 0 ，由 $E = k\frac{Q}{r^2}$ 得： $k\frac{Q_M}{(2a)^2} = k\frac{Q_N}{a^2}$ ，得 $Q_M : Q_N = 4 : 1$ ，故 D 正确。

故选：BD。

六、解答题

27.

【答案】(1) $v = 40(4n + 1) \frac{m}{s}$ 其中 $n = 1, 2, 3, \dots$ ；(2) 向左传播

【解析】

【详解】(1) 若波沿 x 轴正方向传播，由图象知在 $\Delta t = t_2 - t_1$ 内波向右传播的距离为：

$$\Delta x_1 = \frac{\lambda}{4} + n\lambda, \quad (n = 1, 2, \dots)$$

$$\text{由波速为: } v_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t} = \frac{(4n + 1)\lambda}{4\Delta t}$$

代入 $\lambda = 8 \text{ m}$ ， $\Delta t = 0.05s$

得： $v_1 = 40(4n + 1) \text{ m/s}$ ($n = 1, 2, \dots$)；

(2) 已知波速 $v = 600 \text{ m/s}$ ，故在 Δt 内波传播的距离为：

$\Delta x = v\Delta t = (600 \times 0.05) \text{ m} = 30\text{m} = 3\frac{3}{4}\lambda$ ，所以波向左传播。

28.

【答案】(1) $\sqrt{\frac{5qEd}{2m}}$ ；(2) $2\sqrt{2}d$

【解析】

【详解】设微粒 1 分裂时的速度为 v_1 ，微粒 2 的速度为 v_2 则有：

在 y 方向上有

$$d = v_1 t \quad ①$$

在 x 方向上有 $a = \frac{qE}{m}$

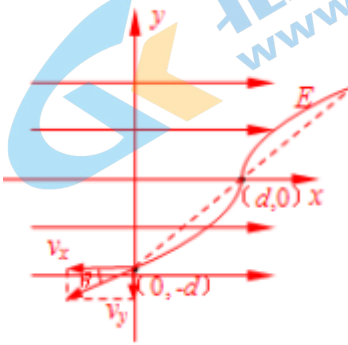
$$d = \frac{1}{2} a t^2 \quad ②$$

$$\text{解得：} v_1 = \sqrt{\frac{qEd}{2m}}$$

由①②可知，微粒在 B 点时 y 轴方向的速度为 x 轴的一半，所以在 B 点的速度为：

$$v = \sqrt{v_1^2 + (2v_1)^2} = \sqrt{\frac{5qEd}{2m}}$$

两微粒的运动具有对称性，如图所示，



当微粒 1 到达 $(0, -d)$ 点时发生的位移

$$s_1 = \sqrt{2}d$$

则当微粒 1 到达 $(0, -d)$ 点时，两微粒间的距离为 $BC = 2s_1 = 2\sqrt{2}d$

29.

【答案】(1) $N = 5mg$ ；(2) $(1 + \frac{3\sqrt{2}}{2})R$

【解析】

【详解】(1) 小球从 A 点到 C 点由动能定理有：

$$qE \times 3R - mgR = \frac{1}{2} m v_C^2$$

在 C 点由牛顿第二定律得：

$$N_C - qE = m \frac{v_C^2}{R}$$

联立解得： $N_C = 5mg$

由牛顿第三定律可知，球运动到 C 点时对轨道的压力大小为 $5mg$ ；

(2) 电场与重力场的合场强与竖直方向成 45° 斜向下，设 AB 的距离为 x ，

球能沿圆轨道运动到 D 点，则在 D 点有：

$$\sqrt{2}mg = m\frac{v_D^2}{R}$$

从 A 到 D 由动能定理得：

$$-mgR(1 + \sin 45^\circ) + qE(x - R\sin 45^\circ) = 0 - \frac{1}{2}mv_D^2$$

联立解得： $x = (1 + \frac{3\sqrt{2}}{2})R$

