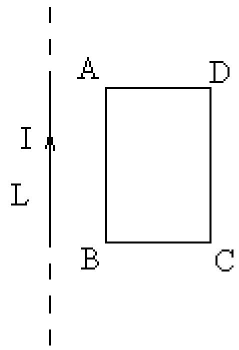
1. 在均匀磁场 $\vec{B}$ 中，平面载流线圈所受合力为_______。若此线圈的磁矩为 $\vec{m}$，则它受的力矩 $\vec{M}$ =________。

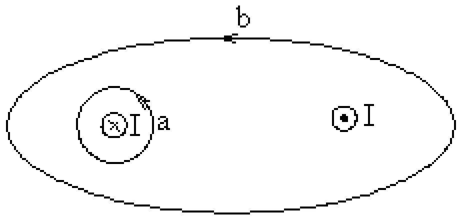
0, $\vec{m}\times\vec{B}$

2. 将一多面体放入非均匀磁场中，已知穿过其中一个面的磁通量为 ϕ，则穿过其它面的磁通量是____________。$-\phi$

3. 如图所示，在一长直导线 L 中通有电流 I，ABCD 为一矩形线圈，它与 L 皆在纸面内，且 AB 边与 L 平行。当矩形线圈在纸面内向右移动时，线圈中感应电动势的方向为__________。若矩形线圈绕 AD 边旋转，当 BC 边已离开纸面正向外运动时，线圈中的感应电动势的方向为______________。顺时针

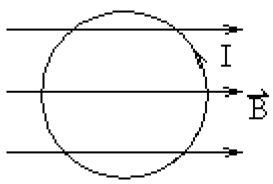


4. 两长直导线通有电流 I，图中有两个环路，在每种情况下，$\int_L \vec{B}\cdot d\vec{l}$ 等于________________（环路 a）；___________；（环路 b）



$-\mu_0 I$, 0

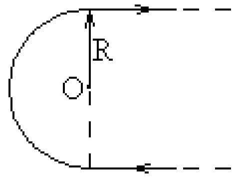
5. 半径为 R，载有电流 I 的刚性圆形线圈，在图示均匀磁场 $\vec{B}$ 中，因电流的磁矩大小为____________，它在磁场中受到的力矩大小为______________。



$\pi R^2 I$, $\pi R^2 IB$

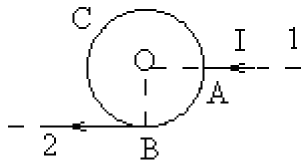
6. 在静电场中，电势不变的区域，场强必定为_____________。0

7. 若通电流为 I 的导线弯成如图所示的形状（直线部分伸向无限远），则 O 点的磁感强度大小为_______________ ，方向是____________。



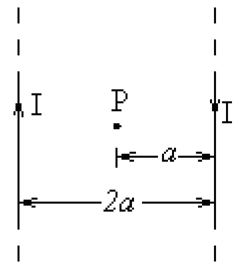
$\frac{\mu_0 I}{4R}+\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$， $\otimes$

8. 如图所示，用均匀细金属丝构成一半径为 R 的圆环 C，电流 I 由导线索流入圆环 A 点，而后由圆环 B 点流出，进入导线 2。设导线 1 和导线 2 与圆环共面，则环心 O 处的磁感强度大小为___________，方向为___________。



$\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$,$\otimes$垂直纸面向里

9. 如图所示，真空中两条相距 2a 的平行长直导线，通以方向相反，大小相等的电流 I，则两条导线距离的中点 P 处的磁场能量密度 w_m =______________。

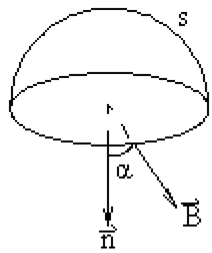


$\frac{\mu_0 I^2}{2\pi^2 a^2}$

10. 一个单位长度上绕有 n 匝线圈的长直螺线管，每匝线圈中通有强度为 I 的电流，管内充满相对磁导率为 μ_r 的磁介质，则管内中部附近的磁感强度 B=_________________，磁场强度 H=_____________。

$\mu_0\mu_r nI$， nI

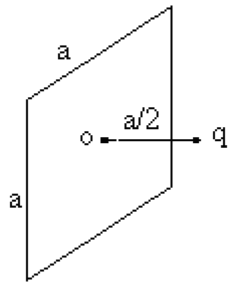
11. 在磁感强度为 B 的均匀磁场中作一半径为 r 的半球面 S，S 边线所在平面的法线方向单位矢量 $\vec{n}$ 与 $\vec{B}$ 的夹角为 α，如图所示，则通过半球面 S 的磁通量为_____________。



$-\pi r^2 B\cos\alpha$

12. 在半径为 R 的半球面的球心处，有一电量为 q 的点电荷，则通过该半球面的电通量为 $\Phi_E=$______________。$\dfrac{q}{2\varepsilon_0}$

13. 如图，边长为 a 的正方形平面的中垂线上，距中心 O 点 $\dfrac{a}{2}$ 处，有一电量为 q 的正电荷，则通过该平面的电场强度通量为________________。

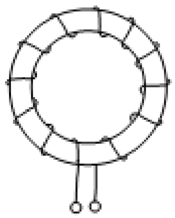


$\dfrac{q}{6\varepsilon_0}$

14. 一用电阻率为 ρ 的物质制成的空心球壳，其内半径为 R_1，外半径为 R_2，则该球壳内、外表面间的电阻 R=____________。

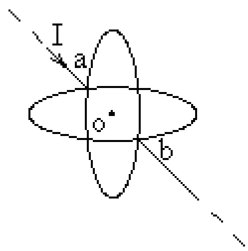
解：$dR=\rho\dfrac{dr}{4\pi r^2}$　　$R=\int_{R_1}^{R_2}\rho\dfrac{dr}{4\pi r^2}=\dfrac{\rho}{4\pi}(\dfrac{1}{R_1}-\dfrac{1}{R_2})$

15. 螺绕环中心线周长 $l=10\,cm$，总匝数 $N=200$，通有电流 $I=0.01A$，环内磁场强度 $H=$______________，磁感应强度 $B=$___________。



$20A/m,\ 2.5\times10^{-5}T$

16. 如图所示，两个半径为 R 的相同的金属环在 a、b 两点接触（ab 连线为环直径），并相互垂直放置，电流 I 由 a 端流入，b 端流出，则环中心 O 点的磁感强度的大小为__________。



0

17. 半径为 R 的均匀带电球面，电量为 Q，设无穷远处的电势为零，则在球面内距球心为 r 处的电场强度 E=_____________；电势 U=_____________。

$E=0,\quad U=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$

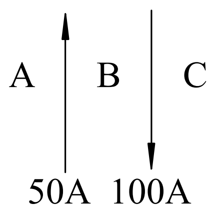
18. 半径为 R 的金属球，带有电量为 Q，设无穷远处的电势为零，则在球内距球心为 r 处的电场强度 E=_____________；电势 U=_____________。

$E=0,\quad U=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$

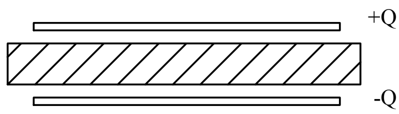
19. 半径为 R 的均匀带细圆环，带有电量 Q，圆环中心的电势 U= __________，圆环中心的电场强度 E= ____________。

$U=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$，$E=0$

20. 两根平行长直细导线分别载有电流 100A 和 50A，方向如图所示，在图示 A、B、C 三个空间内有可能磁感应强度为零的点的区域为____________。A



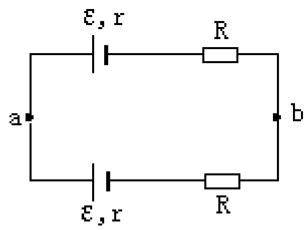
21. 极板面积为 S，极板间距为 d 的空气平板电容器带有电量 Q，现平行插入厚度 $\dfrac{d}{2}$ 的金属板，



则金属板内电场 E= ________，极板间的电势差 U= _________，插入金属板后电容器储能 W= ___________。

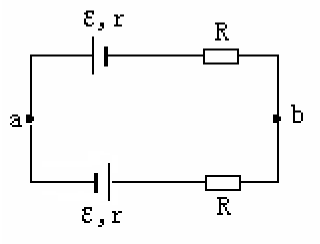
$$E=0,\ U=\frac{Qd}{2\varepsilon_0 S},\ W=\frac{dQ^2}{4\varepsilon_0 S}$$

22. 电路中各已知量已注明，电路中电流 $I=$__________，ab 间电势差 $U_{ab}=$________



$$I=0,\quad U_{ab}=\varepsilon$$

23. 电路中各已知量已注明，电路中电流 $I=$__________，ab 间电势差 $U_{ab}=$________



$$I=\frac{\varepsilon}{r+R},\quad U_{ab}=0$$

24. 电偶极矩 $\vec{p}=$______________，距离电偶极子 r 处的电势 $U=$_________。

$$\vec{p}=q\cdot\vec{l}\qquad U=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{p}{r^2}$$

1. 一个塑料圆盘半径为 R，带电量 q 均匀分布于表面，圆盘绕通过圆心垂直盘面的轴转动，角速度为ω，求：圆盘中心处的磁感应强度B、圆盘的磁矩m。

解：

(1)电荷面密度$\sigma=\dfrac{q}{\pi R^2}$

$$dq=\sigma 2\pi r\cdot dr$$

$$dI=dq/T=dq\cdot\frac{\omega}{2\pi}=\sigma\omega r\cdot dr$$

$$dB=\frac{\mu_0 dI}{2r}=\frac{\mu_0\sigma\omega}{2}\cdot dr$$

$$B=\int dB=\int_0^R\frac{\mu_0\sigma\omega}{2}\cdot dr=\frac{\mu_0\sigma\omega R}{2}=\frac{\mu_0\omega q}{2\pi R}$$

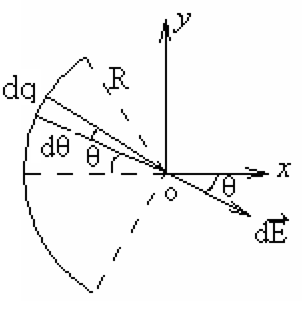
(2) $dm=SdI=\pi r^2 dI=\pi r^2\sigma\omega r\cdot dr=\pi\sigma\omega r^3\cdot dr$

$$m=\int dm=\int_0^R\pi\sigma\omega r^3\cdot dr=\pi\sigma\omega\cdot\frac{R^4}{4}=\frac{1}{4}q\omega R^2$$

2. 总电量为 Q 的均匀带电细棒，弯成半径为 R 的圆弧，设圆弧对圆心所张的角为θ_0，求圆心处的电场强度。

解：由对称性$E_y=0$

$$dE_x=\frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 R^2}\cos\theta=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 Q_0 R^2}\cos\theta d\theta$$

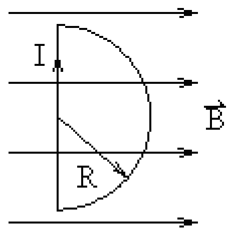


$$E_x=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0\theta_0 R^2}\int_{-\theta/2}^{\theta/2}\cos\theta d\theta$$

$$=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0\theta_0 R^2}[\sin\frac{\theta_0}{2}-\sin(-\frac{\theta_0}{2})]$$

$$=\frac{Q\sin\dfrac{\theta_0}{2}}{2\pi\varepsilon_0\theta_0 R^2}$$

3. 如图所示，一半径为 $R=0.1m$ 的半圆形闭合线圈，载有电流 $I=10\,A$，放在均匀外磁场中，磁场方向与线圈平面平行，磁感强度 $B=0.5T$。试求：线圈的磁矩 $\vec{m}$ 及磁力矩 $\vec{M}$。



解：

(1) $\vec{m}=I\vec{S}=IS\vec{n}$

$$m=IS=I\cdot\frac{1}{2}\pi R^2=0.157\,A\cdot m^2$$ 方向垂直纸面向里

(2) $\vec{M}=\vec{m}\times\vec{B}$

$\because\ \vec{m}\perp\vec{B}\qquad\therefore\ M=0.0785\,N\cdot m$

在此力矩作用下，线圈转到 $\vec{m}$ 与 $\vec{B}$ 方向一致的位置。

4. 一个铁制的密绕细型圆环，其平均周长为 30cm，截面积为 1cm^2，在环上均匀地绕有 300 匝线圈，当导线中的电流为 0.032A 时，环内的磁通量为 $2.0\times10^{-6}Wb$。试计算：

（1）环内磁感应强度。

（2）环内磁场强度。

（3）磁性材料的磁导率 μ 和相对磁导率 μ_r。

解：（1）$B=\dfrac{\phi_B}{S}=2\times10^{-2}T$

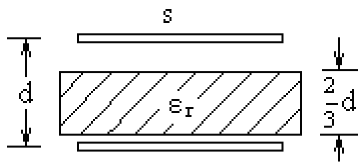
（2）$H\cdot l=NI$

$$H=\frac{N}{l}\cdot I=32\,A/m$$

（3）$\mu=\dfrac{B}{H}=6.25\times10^{-4}N/A^2$

$$\mu_r=\frac{\mu}{\mu_0}=497$$

5. 一平行板电容器，极板面积为 S，两极板相距 d，现在两极板间平行插入一块相对介电常数为 ε_r 的电介质板，介质板厚度为 $\frac{2}{3}d$ ，求该电容器的电容 C。



解：$C_1=\frac{\varepsilon_0 S}{d_1}$ $\quad d_1=\frac{1}{3}d$

$$C_2=\frac{\varepsilon_r\varepsilon_0 S}{d_2} \qquad d_2=\frac{2}{3}d$$

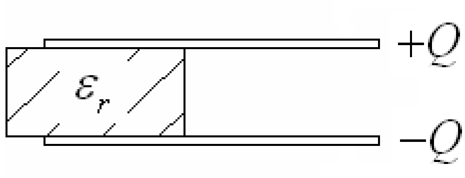
两个电容器串联 $\quad \frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}$

$$C=\frac{3\varepsilon_0\varepsilon_r S}{(2+\varepsilon_r)d}$$

6. 金属平板面积 S ，间距 d 的空气电容器带有电量 $\pm Q$ ，现插入面积 $\frac{S}{2}$ 的电介质板，相对介电常数为 ε_r 。求：

(1) 两极板的电势差；

(2) 介质板内以及空气中的电场强度。



解：(1) $C_1=\frac{\varepsilon_0 S_1}{d}$ $\quad C_2=\frac{\varepsilon_r\varepsilon_0 S_2}{d}$ $\quad S_1=S_2=\frac{S}{2}$

两个电容器并联 $\quad C=C_1+C_2$

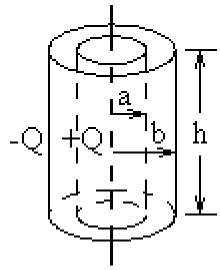
$$C=\frac{\varepsilon_0 S}{2d}+\frac{\varepsilon_r\varepsilon_0 S}{2d}=\frac{\varepsilon_0 S}{2d}(1+\varepsilon_r)$$

$$U=\frac{Q}{C}=\frac{2dQ}{\varepsilon_0(1+\varepsilon_r)S}$$

(2) $E_0=\frac{U}{d}=\frac{2Q}{\varepsilon_0(1+\varepsilon_r)S}$

$$E=E_0=\frac{2Q}{\varepsilon_0(1+\varepsilon_r)S}$$

7. 一圆柱形电容器两极板半径分别为 a 和 b，高为 h，极板带电量为±Q，求该电容器储存的电场能量。



解：

根据高斯定理，两极板间电场 $E=\dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}=\dfrac{Q}{2\pi\varepsilon_0 hr}$

体积元取同轴圆柱面 $dV=2\pi r\cdot h\cdot dr$

$$dW=\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 dV=\frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 h}\cdot\frac{dr}{r}$$

$$W=\int_a^b dW=\frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 h}\ln\frac{b}{a}$$

8. 无限长且半径为 R 的直导线，通有电流 I，电流均匀分布在整个截面上，求：

(1) 距导线中心轴 r 处的磁感强度 B。（r < R）

(2) 单位长度导线内部所储存的磁能与其相应的自感系数（设 $\mu_r=1$）。

解：(1) $\oint\vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_0 I'$，$2\pi rB=\mu_0\dfrac{I\pi r^2}{\pi R^2}$，$\therefore B=\dfrac{\mu_0 Ir}{2\pi R^2}$

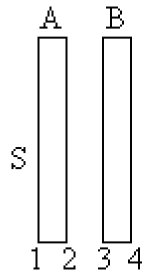
(2) 距导线中心轴 r 处的磁能密度 $\omega_m=\dfrac{B^2}{2\mu_0}=\dfrac{\mu_0 I^2 r^2}{8\pi^2 R^4}$

在导线长度为l的范围内,厚度$r-r+dr$体元内储有磁能

$$dW_m=w_m dV=\frac{\mu_0 I^2 r^2}{8\pi^2 R^4}\times 1\times 2\pi r dr=\frac{\mu_0 I^2}{4\pi R^4}r^3 dr$$

$$W_m=\int dW_m=\frac{\mu_0 I^2}{16\pi}$$

$$W=\frac{1}{2}LI^2 \qquad \Rightarrow \qquad L=\frac{\mu_0}{8\pi}$$



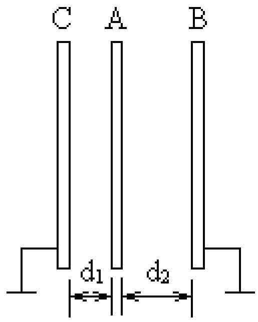
9. 两块充分大的带电导体平板面积均为$S=0.02m^2$，A 板总电量$q_A=6\times10^{-8}C$，B 板总电量$q_B=14\times10^{-8}C$。现将它们平行，靠近放置，求静电平衡时，两导体板四个表面上的电荷面密度为多少？

解：设$\sigma_A=\dfrac{q_A}{S},\sigma_B=\dfrac{q_B}{S}$，

$$\because\begin{cases}\sigma_1+\sigma_2=\sigma_A\\ \sigma_2+\sigma_3=0\\ \sigma_3+\sigma_4=\sigma_B\\ \sigma_1=\sigma_4\end{cases}\quad 求得:$$

$$\sigma_1=\frac{\sigma_A+\sigma_B}{2}=5\times10^{-6}C/m^2,\ \sigma_2=\frac{\sigma_A-\sigma_B}{2}=-2\times10^{-6}C/m^2,$$

$$\sigma_3=\frac{\sigma_B-\sigma_A}{2}=2\times10^{-6}C/m^2,\ \sigma_4=\frac{\sigma_A+\sigma_B}{2}=5\times10^{-6}C/m^2$$



10. 面积均为$S=400cm^2$的三块平行金属板，分别相距$d_1=3mm,d_2=6mm$，其中 A 板带电$q_A=9\times10^{-7}C$，B、C 两板接地，不计边缘效应。

(1) 求 B 板和 C 板上的感应电荷。

(2) 求 A 板的电势（以地为电势零点）。

解：(1) A 板两面上的电荷分别为q_1，q_2

C 板和 B 板上的感应电荷分别为$-q_1$，$-q_2$

$$q_1+q_2=q_A$$

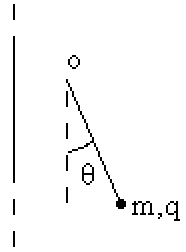
$$C_1=\frac{\varepsilon_0 S}{d_1}\qquad C_2=\frac{\varepsilon_0 S}{d_2}$$

$$U_{AC}=U_{AB}\quad\Rightarrow\quad\frac{q_1}{C_1}=\frac{q_2}{C_2}\quad\Rightarrow\quad q_1\cdot d_1=q_2\cdot d_2$$

$$q_1=-\frac{2}{3}q_A=-6\times10^{-7}C\qquad q_2=-\frac{1}{3}q_A=-3\times10^{-7}C$$

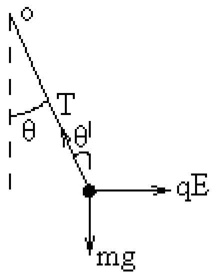
(2) $U_A=\dfrac{q_1}{C_1}=\dfrac{q_1}{\varepsilon_0 S}d_1=5.08\times10^3V$

11. 一竖直的无限大均匀带电平板附近有一固定点 O，一质量 $m=2.0\times10^{-6}\,\mathrm{kg}$，带电量 $q=4.0\times10^{-8}\,\mathrm{C}$ 的小球被用细线悬挂于 O 点，悬线与竖直方向成 $\theta=30^\circ$ 角，求带电平板的电荷面密度 σ。



解：

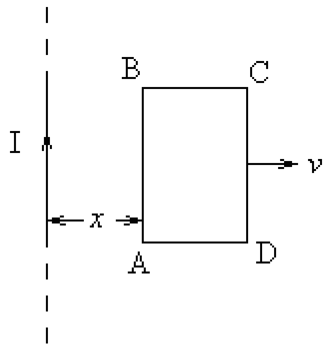
$$\begin{cases} T\sin\theta = qE \\ T\cos\theta = mg \end{cases} \Rightarrow \quad E=\frac{mg\tan\theta}{q}$$



$$E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$\sigma = 5.0\times10^{-9}\,C/m^2$$

12. 如图所示，一直长导线通有电流 I，旁边有一与它共面的长方形线圈 ABCD（AB=l, BC=a）以垂直于长导线方向的速度 v 向右运动，求线圈中感应电动势的表示式。（作为 AB 边到长直导线的距离 x 的函数）



解：方法一

$$\phi_B=\int Bds=\int_x^{x+a}\frac{\mu_0 I}{2\pi r}ldr=\frac{\mu_0 Il}{2\pi}\ln\frac{x+a}{x}$$

$$\varepsilon=-\frac{d\phi_B}{dt}=\frac{\mu_0 Il}{2\pi x}\frac{a}{x+a}\frac{dx}{dt}=\frac{\mu_0 Ilav}{2\pi x(x+a)}$$

方法二

$$\varepsilon=\int_A^B(\bar{v}\times B)d\bar{l}+\int_C^D(\bar{v}\times\bar{B})d\bar{l}=\int_A^B v\frac{\mu_0 I}{2\pi x}dl+\int_C^D -v\frac{\mu_0 I}{2\pi(x+a)}dl$$

$$=\frac{\mu_0 Ilav}{2\pi x(x+a)}$$

13. 直径为 0.254cm 的长直铜导线载有电流 10A，铜的电阻率 $\rho = 1.7\times10^{-8}\,\Omega\cdot m$，求：

（1）导线表面处的磁场能量密度 w_m；

（2）导线表面处的电场能量密度 w_E。

解：(1) 由安培环路定理知，导体表面处的磁感应强度为：$B=\dfrac{\mu_0 I}{2\pi R}$，

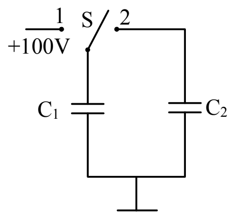
磁场能量密度 $w_m=\dfrac{B^2}{2\mu_0}=\dfrac{\mu_0 I^2}{8\pi^2 R^2}=0.987J/m^3$

(2) 由欧姆定律的微分形式：$\vec{j}=\sigma\cdot\vec{E}$，由于 $\vec{j}$ 处处相同，因此 $\vec{E}$ 处处相同，是一个均匀电场。

$$E=\frac{j}{\sigma}=\rho\cdot\frac{I}{\pi R^2}$$

$$w_E=\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2=\frac{1}{2}\varepsilon_0\frac{I^2}{\pi^2 R^4}\rho^2=4.98\times10^{-15}J/m^3$$

14. 图示电路，开始时 C_1 和 C_2 均未带电，开关 S 倒向 1 对 C_1 充电后，再把开关 S 拉向 2 对 C_2 充电。如果 C_1=5μF，C_2=1μF，求：



(1) 两电容器的电压为多少？

(2) 开关 S 从 1 倒向 2，电容器 C_1 损失的能量为多少？

解：(1) 电容器并联 $C=C_1+C_2=6\mu F$

$$Q=5\times100\,\mu C$$

$$U'=\frac{Q}{C}=83.3V$$

(2) $\Delta W=\dfrac{1}{2}C_1U^2-\dfrac{1}{2}CU'^2=4.168\times10^{-3}J$

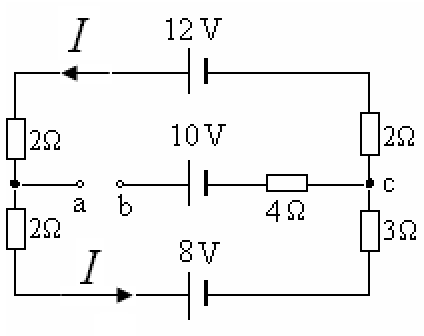
15. 图示电路中各已知量已标明，求：

（1）a、b 两点的电势差；

（2）将 a、b 连接起来，求通过 12V 电池的电流。

解：

(1) 回路绕行方向取逆时针，根据回路电压定律



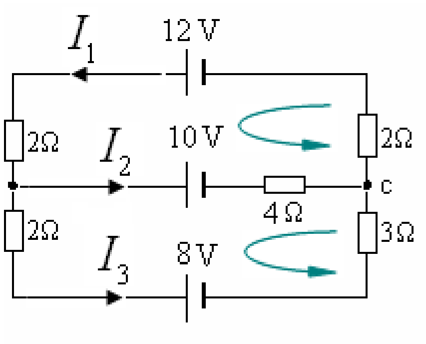
$$(2+2+2+3)I = 12-8 \qquad \Rightarrow \quad I = \frac{4}{9}A$$

$$U_a - U_c = 8 + (2+3)I = \frac{92}{9}\ V$$

$$U_c - U_b = -10\ V$$

$$U_a - U_b = \frac{92}{9} - 10 = \frac{2}{9}\ V$$

(2) 支路电流、回路绕行方向如图所示：



$$I_1 = I_2 + I_3$$

$$(2+2)I_1 + 4I_2 = 12-10$$

$$-4I_2 + (2+3)I_3 = 10-8$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{13}{28} = 0.464\ A$$