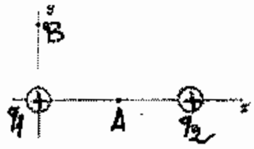
Examen de Physique 2
Semestre 2-2009/2010

Exercice 1

Deux charges positives sont disposées selon l'axe des x :

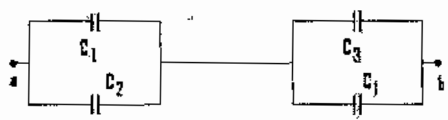


La charge $q_1 = 2\ \mu C$ se trouve à l'origine ($x = 0$) et la charge $q_2 = 0,5\ \mu C$ se trouve à à $x = 6\ m$.

1. Calculer le vecteur champ électrique au point A de l'axe des x de coordonnées ($x = 3\ m, y = 0$).
2. En quel point M sur l'axe des x, le vecteur champ électrique est égal à zéro ?
3. Calculer le vecteur champ électrique au point B de l'axe des y de coordonnées ($x = 0, y = 3\ m$). Dessiner ce vecteur sur la figure.

Exercice 2

1. On considère le groupement de condensateurs suivant :



   (a) Déterminer en fonction de C_1, C_2 et C_3 la capacité du condensateur équivalent entre a et b.

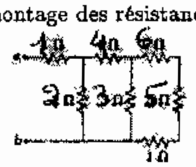
   (b) Calculer sa valeur numérique pour $C_1 = 3\mu F$, $C_2 = 6\mu F$ et $C_3 = 2\mu F$.

2. On crée entre les points a et b une différence de potentiel $E = 3$ Volts. On attend jusqu'au chargement total de tous les condensateurs.

   (a) Calculer alors la charge électrique porté par chaque condensateur et les différences de potentiel entre les bornes de chaque condensateur.

Exercice 3

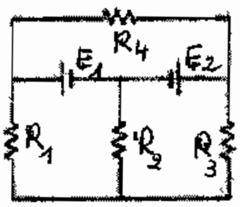
Soit le montage des résistances suivant :



1. Determiner la résistance équivalente entre les points a et b.
2. Si la résistance de $5\ \Omega$ est parcourue par un courant de $1\ A$, quelle est la différence de potentiel entre les points a et b ?

Exercice 4

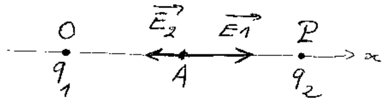
En appliquant les lois de Kirchoff sur le circuit électrique suivant, déterminer la valeur du courant électrique dans chacune des quatre résistances :



Faire l'application numérique pour $E_1 = 4\ V$, $E_2 = 8\ V$, $R_1 = 4\ \Omega$, $R_2 = 2\ \Omega$, $R_3 = 6\ \Omega$ et $R_4 = 8\ \Omega$.

Exercice 1

1 -



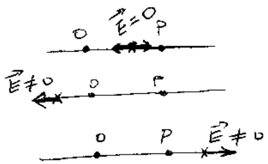
Le champ electrique au point A est la superposition de 2 champs electriques : - celui créé par q_1 : $\vec{E_1}$
et : - celui créé par q_2 : $\vec{E_2}$

$$\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2} = \left[+ k \frac{|q_1|}{OA^2} - k \frac{|q_2|}{AP^2} \right] \vec{i}$$
$$= 1500 \ (N/C)$$

2 - A un point M de l'axe Ox (entre O et P), tel que $OM = x$, le champ electrique est :

$$\vec{E} = \left[k \frac{q_1}{x^2} - k \frac{q_2}{(OP-x)^2} \right] \vec{i}$$

Le champ electrique sera nul si :



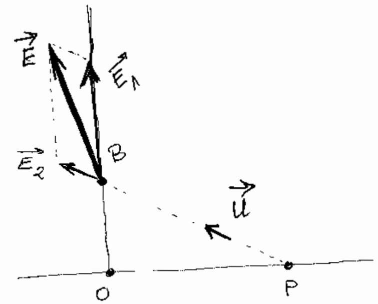
$$\frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(OP-x)^2} \Rightarrow \frac{2}{x^2} = \frac{1}{2(6-x)^2}$$
$$\Rightarrow 4(6-x)^2 = x^2$$
$$\Rightarrow 2(6-x) = \pm x$$

$\Rightarrow$ deux solutions possibles :
$x = 4$ et $x = 12$

Seul $\boxed{x = 4}$ est entre O et P.

Pour un point qui n'est pas entre O et P, le champ electique ne peut pas être nul.

3 -



Au point B, $\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$ avec :

$$\vec{E_1} = \frac{k q_1}{OB^2} \vec{j} = 2000 \vec{j}$$

$$\vec{E_2} = \frac{k q_2}{PB^2} \vec{u} = 100 \vec{u}$$

$\vec{u}$ est le vecteur unitaire dans la direction PB,

$$\vec{u} = \frac{(-2\vec{i} + \vec{j})}{\sqrt{2^2 + 1^2}} = \frac{1}{\sqrt{5}} (-2\vec{i} + \vec{j})$$

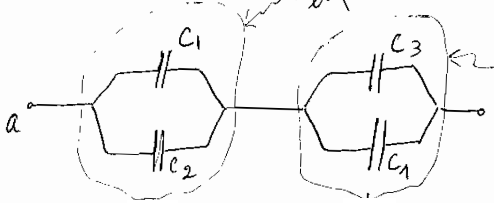
$$\Rightarrow \vec{E_2} = \frac{100}{\sqrt{5}} (-2\vec{i} + \vec{j})$$

Finalement :

$$\vec{E} \simeq -90 \vec{i} + 2045 \vec{j} \quad (N/C)$$

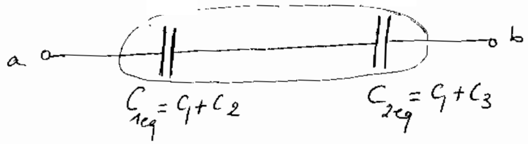
Exercice 2

1.



2 condensateurs en parallèles

2 condensateurs en parallèles

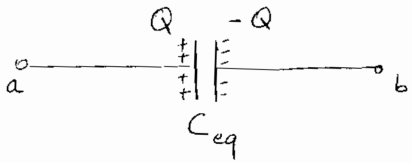


2 condensateurs en série

$$\boxed{C_{eq} = \frac{(C_1+C_3)(C_1+C_2)}{2C_1+C_2+C_3}}$$

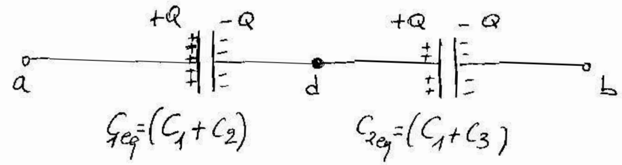
AN : $\left.\begin{array}{l} C_1 = 3\mu F \\ C_2 = 6\mu F \\ C_3 = 2\mu F \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{C_{eq} = 3{,}21\ \mu F}$

2 - On sait que $V_a - V_b = U = 3$ Volts.



La charge porté par le condensateur C_{eq} est :

$$Q = C_{eq} \cdot U = \frac{(C_1+C_2)(C_1+C_3)\,U}{(2C_1+C_2+C_3)} = 9{,}64\,\mu C$$



Connaissant $C_{1eq} = C_1 + C_2$, on peut calculer la difference de potentiel entre a et d :

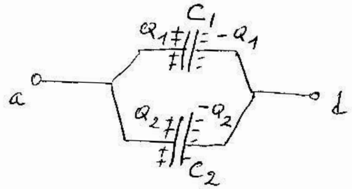
$$V_a - V_d = \frac{Q}{C_{1eq}} = \frac{(C_1+C_3)U}{2C_1+C_2+C_3} = 1{,}07\,V$$

De même :

$$V_d - V_b = \frac{Q}{C_{2eq}} = \frac{(C_1+C_2)U}{2C_1+C_2+C_3} = 1{,}93\,V$$

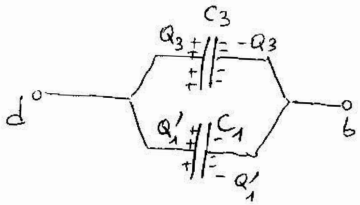
On a bien : $1{,}07 + 1{,}93 = 3$ Volts.

On peut alors calculer les charges des condensateurs C_1, C_2, C_1 et C_3.



$$Q_1 = C_1(V_a - V_d) = \frac{C_1(C_1+C_3)U}{2C_1+C_2+C_3} = 3{,}2\,\mu C$$

$$Q_2 = C_2(V_a - V_d) = \frac{C_2(C_1+C_3)U}{2C_1+C_2+C_3} = 6{,}4\,\mu C$$

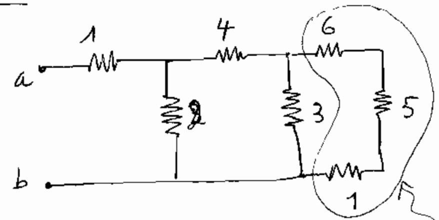


$$Q_3 = \frac{C_3(C_1+C_2)U}{2C_1+C_2+C_3} = 3{,}8\,\mu C$$

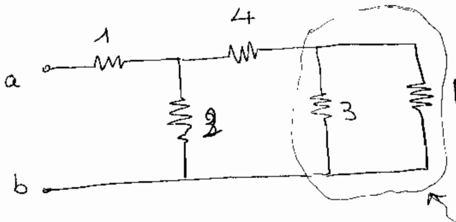
$$Q'_1 = \frac{C_1(C_1+C_2)U}{2C_1+C_2+C_3} = 5{,}8\,\mu C$$

Exercice 3

1. on procède par étapes :

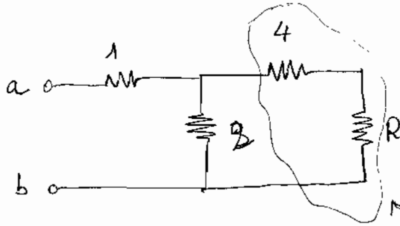


3 résistances en série



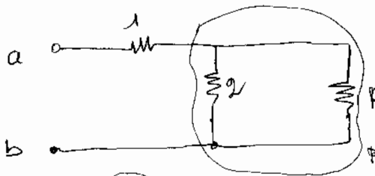
$R_{eq} = 12$

2 résistances en parallèle



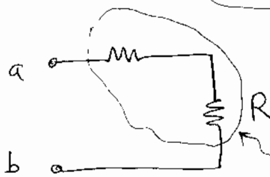
$R_{eq} = \frac{12}{5}$

2 résistances en séries



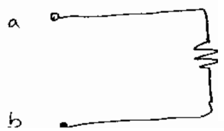
$R_{eq} = \frac{32}{5}$

parallèle



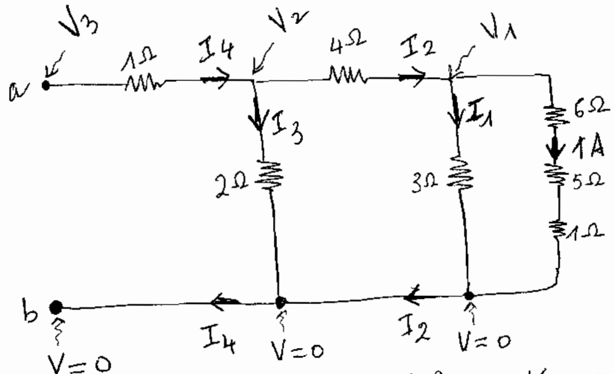
$R_{eq} = \frac{32}{21}$

série



$$\boxed{R_{eq} = \frac{53}{21}\,\Omega}$$

2 -



on suppose qu'au point (b), $V = 0$: origine du potentiel.
on calcul successivement :

$$V_1\ ,\ I_1\ ,\ I_2\ ,\ V_2\ ,\ I_3\ ,\ I_4\ ,\ V_3 .$$

$$V_1 = (6+5+1)\cdot 1 = 12 \text{ Volts}$$

$$I_1 = \frac{12}{3} = 4 \text{ Ampères}$$

$$I_2 = I_1 + 1 = 5 \text{ Ampères}$$

$$V_2 - V_1 = 4\, I_2 \Rightarrow V_2 = 4.5 + 12 = 32 \text{ Volts}$$

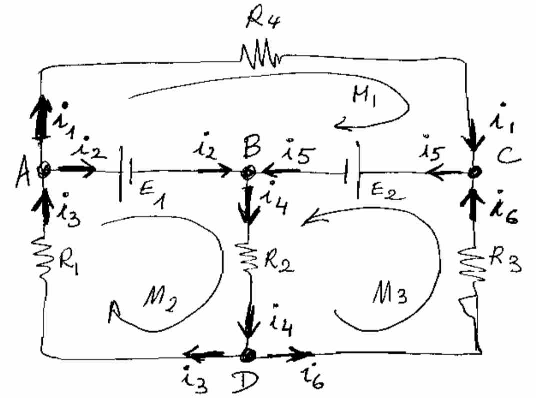
$$I_3 = \frac{32}{2} = 16 \text{ Ampèrs}$$

$$I_4 = I_3 + I_2 = 21 \text{ Ampères}$$

$$V_3 - V_2 = 1.\, I_4 \Rightarrow V_3 = 32 + 21 = 53 \text{ Volts}$$

Donc, $\boxed{V_a - V_b = V_3 = 53 \text{ Volts}}$

Exercice 4



1- Il y a 6 branches dans ce circuit.

On choisit pour chaque branche du circuit un sens positif pour le courant electrique : i_1, i_2, i_3, i_4, i_5 et i_6.

2 - Dans le circuit, il existe 4 nœuds (A, B, C et D). La loi des nœuds donne :

- A : $i_3 = i_1 + i_2$ (1)
- B : $i_2 + i_5 = i_4$ (2)
- C : $i_1 + i_6 = i_5$ (3)
- D : $i_4 = i_3 + i_6$ (4)

3 - On peut choisir les 3 mailles representées sur la figure (toutes les branches ont été prises en compte). La loi des mailles donne :

- M_1 : $R_4 i_1 + E_2 - E_1 = 0$ (5)
- M_2 : $E_1 + R_2 i_4 + R_1 i_3 = 0$ (6)
- M_3 : $R_3 i_6 + E_2 + R_2 i_4 = 0$ (7)

On remplace $E_1, E_2, R_1 \ldots R_4$ par les valeurs numériques ; on a alors les 7 equations suivantes à résoudre :

$$\begin{cases} i_3 = i_4 + i_2 & (1) \\ i_2 + i_5 = i_4 & (2) \\ i_1 + i_6 = i_5 & (3) \\ i_4 = i_3 + i_6 & (4) \\ 8i_1 + 8 - 4 = 0 & (5) \\ 4 + 2i_4 + 4i_3 = 0 & (6) \\ 6i_6 + 8 + 2i_4 = 0 & (7) \end{cases}$$

(5) $\Rightarrow i_1 = -\frac{1}{2}$, ...

$i_2 = \frac{3}{22}$, $i_3 = -\frac{4}{11}$, $i_4 = \frac{-14}{11}$, $i_5 = \frac{-31}{22}$

$i_6 = \frac{-10}{11}$; (en ampéres)