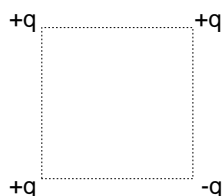


EXERCICES D'ELECTROSTATIQUE ENONCES

Exercice 1A : Champ électrostatique crée par des charges

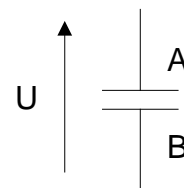
Quatre charges ponctuelles sont placées aux sommets d'un carré de côté a :



Déterminer les caractéristiques du champ électrostatique régnant au centre du carré.
Application numérique : $q = 1 \text{ nC}$ et $a = 5 \text{ cm}$.

Exercice 4A : Principe du microphone à condensateur

Considérons un condensateur constitué de deux armatures planes et parallèles.
La distance entre les deux armatures est $d = 2 \text{ mm}$.
L'aire de la surface de chacune des armatures est $S = 100 \text{ cm}^2$.



- 1- Calculer la capacité électrique C du condensateur.
- 2- On charge le condensateur avec un générateur de tension continue : $U = +6 \text{ V}$.
Calculer la charge des armatures Q_A et Q_B .
- 3- On suppose que le champ électrostatique entre les deux armatures est uniforme.
Calculer son intensité E .
- 4- Calculer l'énergie emmagasinée par le condensateur W .
- 5- On déconnecte le condensateur du générateur de tension puis on écarte les deux armatures (distance d').

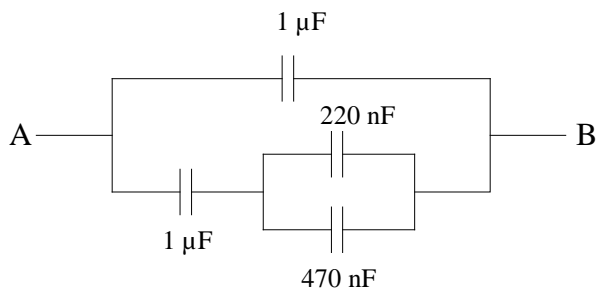
Montrer que la tension aux bornes du condensateur est maintenant : $U' = U \frac{d'}{d}$

Montrer que l'énergie emmagasinée est maintenant : $W' = W \frac{d'}{d}$

- 6- D'où provient l'énergie $W' - W$?

Exercice 5A : Capacité équivalente

Quelle est la capacité C_{AB} du condensateur équivalent à toute l'association ?



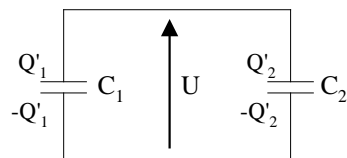
Exercice 7 : Décharge de condensateurs



1- La tension aux bornes d'un condensateur de capacité $C_1 = 1 \mu\text{F}$ est $U_1 = 10 \text{ V}$.
Calculer la charge Q_1 du condensateur.

2- La tension aux bornes d'un condensateur de capacité $C_2 = 0,5 \mu\text{F}$ est $U_2 = 5 \text{ V}$.
Calculer la charge Q_2 .

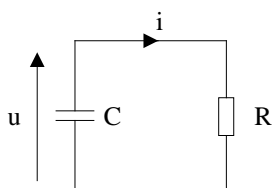
3- Les deux condensateurs précédents sont maintenant reliés :



Montrer que la tension qui apparaît aux bornes de l'ensemble est :
$$U = \frac{C_1 U_1 + C_2 U_2}{C_1 + C_2}$$

Faire l'application numérique.

Exercice 8 : Décharge électrostatique du corps humain



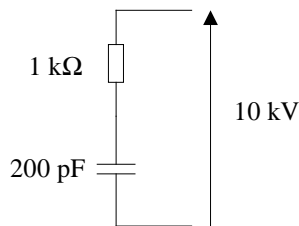
1- Montrer que $i(t)$ satisfait à l'équation différentielle :

$$i + RC \frac{di}{dt} = 0$$

2- Vérifier que $i(t) = I_0 e^{-\frac{t}{RC}}$ est solution de l'équation différentielle.

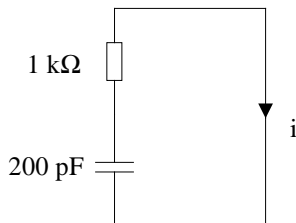
On note U_0 la valeur de la tension à l'instant $t=0$: $u(t=0) = U_0$.
Exprimer I_0 en fonction de U_0 .

3- Application : décharge électrostatique du corps humain



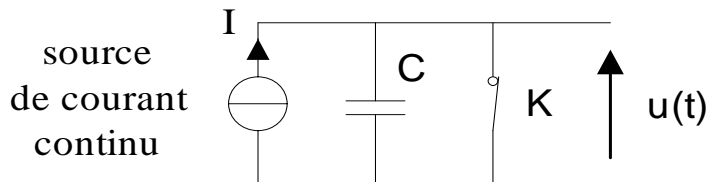
Le corps humain est équivalent à un condensateur de capacité $C = 200 \text{ pF}$ en série avec une résistance $R = 1 \text{ k}\Omega$.
Un corps humain chargé est le siège d'une différence de potentiels de l'ordre de 10 kV .

Tracer l'allure du courant de décharge $i(t)$:



Commentaires ?

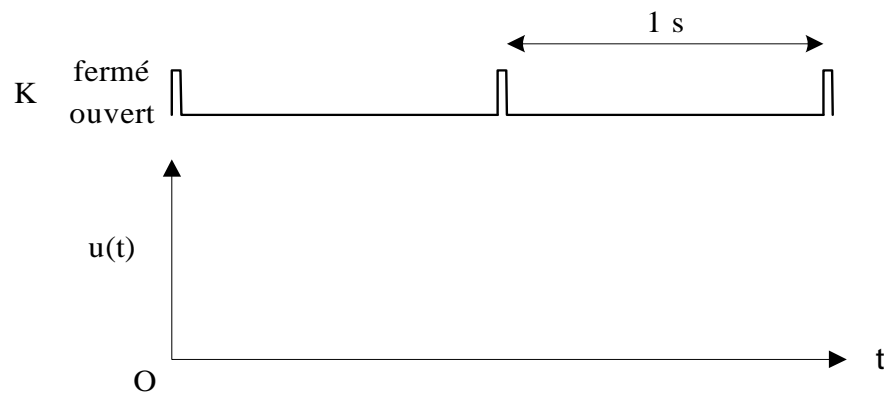
Exercice 9 : Générateur de rampe



A l'instant $t = 0$, on ouvre l'interrupteur K .

Montrer que la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur augmente linéairement avec le temps.

Compléter le chronogramme $u(t)$:



On donne : $I = 100 \mu\text{A}$ $C = 10 \mu\text{F}$

ELEMENTS DE CORRECTION

Exercice 1A

$$E = \frac{1}{\pi \epsilon_0} \frac{q}{a^2} = 14\,400 \text{ V/m}$$

Exercice 4A

1- $C = \epsilon_0 \frac{S}{d} = 44,25 \text{ pF}$

2- $Q_A = CU = +265 \text{ pC}$
 $Q_B = -Q_A = -265 \text{ pC}$

3- $E = U/d = 3000 \text{ V/m}$

4- $W = \frac{1}{2} CU^2 = 7,965 \cdot 10^{-10} \text{ J}$

5- La charge du condensateur est inchangée :

$$Q = CU = C'U'$$

$$U' = U \frac{C}{C'} = U \frac{\epsilon_0 \frac{S}{d}}{\epsilon_0 \frac{S}{d'}} = U \frac{d'}{d}$$

$$W = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{1}{2} QU$$

$$W' = \frac{1}{2} C'U'^2 = \frac{1}{2} QU'$$

d'où :

$$W' = W \frac{U'}{U} = W \frac{d'}{d}$$

6- C'est l'énergie mécanique qu'il a fallu fournir pour écarter les deux armatures.

Exercice 5A

$$C_{AB} = 1,408 \text{ } \mu\text{F}$$

Exercice 7

1- $Q_1 = C_1 U_1 = 10 \text{ } \mu\text{C}$

- 2- $Q_2 = C_2 U_2 = 2,5 \mu C$
 3- Conservation de la charge : $Q_1 + Q_2 = Q'_1 + Q'_2$
 $Q'_1 = C_1 U$
 $Q'_2 = C_2 U$
 d'où : $U = \frac{C_1 U_1 + C_2 U_2}{C_1 + C_2}$
 A.N. $U = 8,33 V$

Exercice 8

1- Relation entre tension et courant dans le condensateur : $i = -C \frac{du}{dt}$

Relation entre tension et courant dans la résistance : $u = Ri$

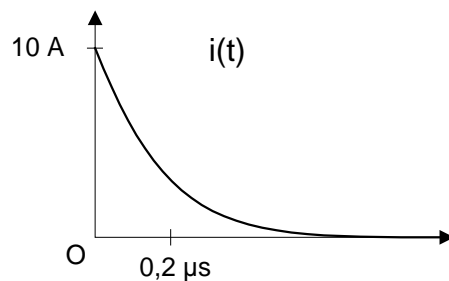
d'où : $i + RC \frac{di}{dt} = 0$

2-

$$i + RC \frac{di}{dt} = I_0 e^{-\frac{t}{RC}} + RC \frac{d}{dt} \left(I_0 e^{-\frac{t}{RC}} \right) = I_0 e^{-\frac{t}{RC}} - RC \frac{I_0}{RC} e^{-\frac{t}{RC}} = 0$$

$I_0 = i(t=0) = u(t=0)/R = U_0/R$

3-



- Courant maximal : $I_0 = U_0/R = 10 kV / 1 k\Omega = 10 A !$
- Constante de temps : $\tau = RC = 0,2 \mu s$

La décharge est brève et intense.

Exercice 9

$$\frac{du}{dt} = \frac{I}{C} = \text{constante}$$

donc la tension aux bornes du condensateur augmente linéairement avec le temps.

$$\frac{du}{dt} = \frac{100 \mu A}{10 \mu F} = 10 V/s$$

