Liban 2022 Sujet 2 CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/	
CLASSE : Terminale **VOIE :** ☒ Générale **DURÉE DE L'EXERCICE :** 1h45	**EXERCICE 1** : commun à tous les candidats (10 points) **ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ:** PHYSIQUE-CHIMIE **CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui « type collège »

EXERCICE 1 commun à tous les candidats
(10 points)

Partie 1. La balance capacitive

1. Domaine d'utilisation de la balance

1.1.

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{e}$$

$$C_0 = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{e_0}$$

Avec $S = l \times L$

$$C_0 = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{l \times L}{e_0}$$

$$C_0 = 8{,}85.10^{-12} \times 1{,}0 \times \frac{3{,}0.10^{-2} \times 4{,}0.10^{-2}}{1{,}0.10^{-2}}$$

$$C_0 = 1{,}1.10^{-12}\ \mathrm{F}$$

1.2.

Lorsqu'on pose une masse sur le plateau, la distance e entre les 2 armatures diminue.

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{e}$$

La capacité est inversement proportionnelle à e l'écartement entre les deux armatures, ainsi la capacité du condensateur augmente lorsque l'on place une masse sur le plateau.

1.3.

1.3.1.

Système : objet de masse M

Référentiel : terrestre supposé galiléen

Lorsque l'objet de masse M est à l'équilibre sur le plateau, d'après la première loi de Newton :

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$$

$$\vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$$

Or $\vec{F}$ dirigée vers le haut et $\vec{P}$ vers le bas.

En projetant :

$$-P + F = 0$$

$$-Mg + k(D_0 - D) = 0$$

$$-Mg = -k(D_0 - D)$$

$$M = \frac{-k(D_0 - D)}{-g}$$

$$M = \frac{k(D_0 - D)}{g}$$

1.3.2.

Il y a une petite butée de hauteur h = 0,50 mm

Au maximum $D = h = 0{,}50\ \mathrm{mm}$

$$M_{max} = \frac{k(D_0 - h)}{g}$$

$$M_{max} = \frac{kD_0}{g}$$

$$M_{max} = \frac{980 \times (1{,}0.10^{-2} - 0{,}50.10^{-3})}{9{,}8}$$

$$M_{max} = 0{,}95\ \mathrm{kg}$$

2. Mesure de la masse à peser

2.1.

D'après la loi d'additivité des tensions ou loi des mailles :

$$U_C(t) + U_R(t) = E$$

or $U_R(t) = R \times i$

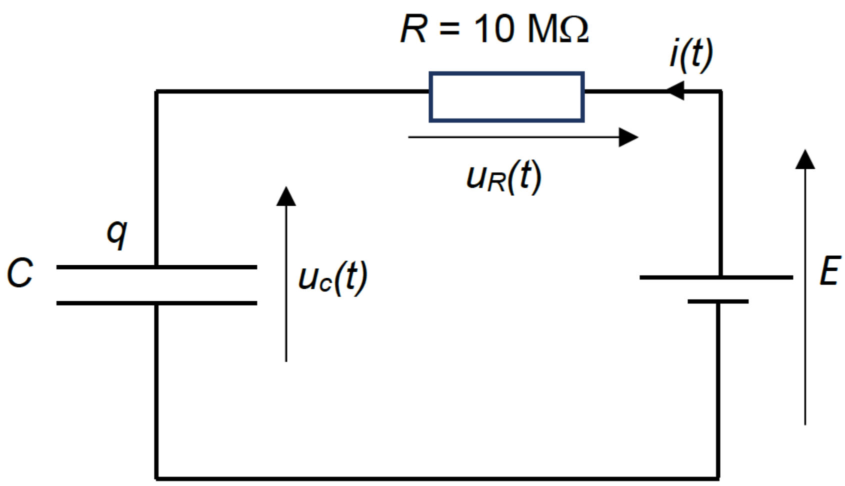
$$U_C(t) + R \times i = E$$

Or $i(t) = \frac{dq_{(t)}}{dt}$

$$U_C(t) + R \times \frac{dq_{(t)}}{dt} = E$$

Or $q(t) = C \times U_C(t)$

$$U_C(t) + R \times \frac{dC \times U_C(t)}{dt} = E$$



$$U_C(t) + RC\frac{dU_C(t)}{dt} = E$$

$$RC\frac{dU_C(t)}{dt} + U_C(t) = E$$

2.2.

Vérifions que les solutions de cette équation différentielle sont de la forme :

$$U_C(t) = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

-Dérivons $U_C(t)$:

$$\frac{dU_C(t)}{dt} = \frac{E}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}$$

-Remplaçons $U_C(t)$ et $\frac{dU_C(t)}{dt}$ dans l'équation :

$$RC\frac{dU_C(t)}{dt} + U_C(t) = E$$

$$RC \times \frac{E}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} + E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = E$$

$$RC \times \frac{E}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} + \cancel{E} - Ee^{-\frac{t}{\tau}} = \cancel{E}$$

$$Ee^{-\frac{t}{\tau}}\left(\frac{RC}{\tau}-1\right)=0$$

Un produit de facteur est nul si un de ses facteurs est nul :

$$\frac{RC}{\tau}-1=0$$

$$\frac{RC}{\tau}=1$$

$$RC=\tau$$

$$\tau=RC$$

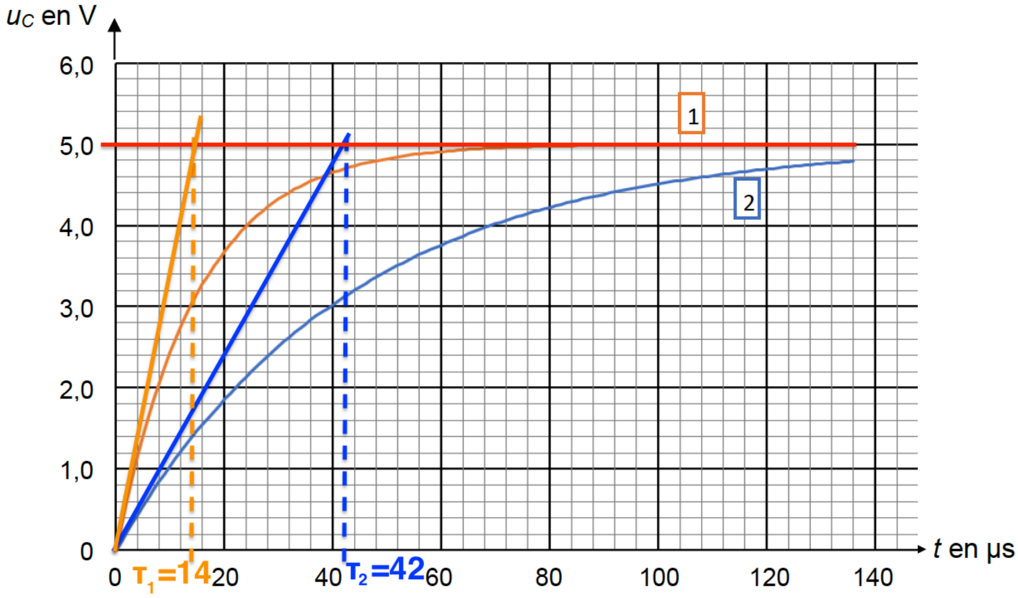
2.3.

$$\tau=RC$$

$$RC=\tau$$

$$C=\frac{\tau}{R}$$

C et τ sont proportionnels. Ainsi la valeur de la capacité du condensateur est la plus élevée pour τ le plus elevé.

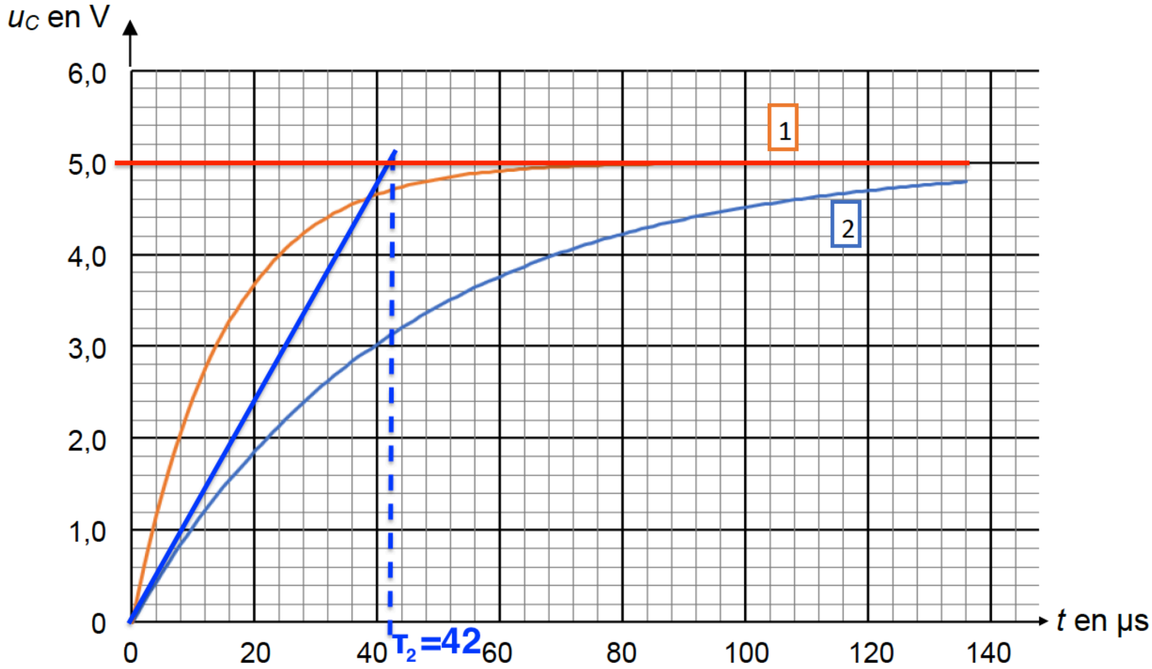


$\tau_2>\tau_1$

$C_2>C_1$

Ainsi la valeur de la capacité du condensateur est la plus élevée pour la deuxième courbe.

2.4.



$$C_2 = \frac{\tau_2}{R}$$

$$C_2 = \frac{42.10^{-6}}{10.10^6}$$

$$C_2 = 4{,}2.10^{-12}\ \mathrm{F}$$

$$\frac{1}{C_2} = \frac{1}{4{,}2.10^{-12}}$$

$$\frac{1}{C_2} = 2{,}4.10^{11}\mathrm{F}^{-1}$$

Pour $\frac{1}{C_2} = 2{,}4.10^{11}\mathrm{F}^{-1}$, graphiquement M=740g.

Partie 2. Accélérateur linéaire de particules

1. Modélisation par un condensateur plan

1.1.

1ère méthode:

Le proton est accéléré vers la plaque B. Or, les charges de signes opposés s'attirent. Le proton est chargé positivement donc la plaque B est chargée négativement.

2nd Méthode :

$U_{AB} = V_A - V_B > 0$

$V_A - V_B > 0$

$V_A > V_B$

Donc la plaque A est positive et la plaque B est négative

1.2.

$F_e = q \times E$

Or $E = \frac{U_{AB}}{d}$

$F_e = q \times \frac{U_{AB}}{d}$

1.3.

Non demandé mais bon a savoir-faire :

$W_{OS}(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{OS}$

$W_{OS}(\vec{F}) = q \times \vec{E}.\overrightarrow{OS}$

$W_{OS}(\vec{F}) = q \times E \times OS \times \cos(\alpha)$

$W_{OS}(\vec{F}) = q \times E \times d \times 1$

$W_{OS}(\vec{F}) = q \times \frac{U_{AB}}{d} \times d$

$W_{OS}(\vec{F}) = q \times U_{AB}$

Théorème de l'énergie cinétique : La variation d'énergie cinétique entre deux points O et S est égale a la somme des travaux des forces :

$\Delta E_C = \Sigma W_{OS}(\vec{F})$

$E_{C\ finale} - E_{C\ initiale} = W_{OS}(\vec{F})$

$E_C(S) - E_C(O) = q \times U_{AB}$

$\frac{1}{2} \times m_p \times v_S^2 - \frac{1}{2} \times m_p \times v_O^2 = q \times U_{AB}$

$\frac{1}{2} \times m_p \times v_S^2 - 0 = q \times U_{AB}$

$v_S^2 = \frac{2 \times q \times U_{AB}}{m_p}$

$v_S = \sqrt{\frac{2 \times q \times U_{AB}}{m_p}}$

1.4.

$$v_S = \sqrt{\frac{2 \times q \times U_{AB}}{m_p}}$$
$$v_S = \sqrt{\frac{2 \times 1{,}60 \times 10^{-19} \times 1 \times 10^3}{1{,}67 \times 10^{-27}}}$$
$$v_S = 4 \times 10^5\ \mathrm{m.s^{-1}}$$

2. Constitution de l’accélérateur linéaire de particules

2.1.

$$\vec{F} = q \times \vec{E}$$
$$\vec{F} = e \times \vec{E}$$

Pour être accéléré, il faut que $\vec{F}$ soit dans le sens de l'axe x (vers la droite sur notre schéma).

Or $\vec{F}$ et $\vec{E}$ ont la même direction et le même sens.

$\vec{E}$ est dirigé de la plaque positive vers la plaque négative.

Ainsi:

- lorsque le proton est dans la cavité 1 (entre A et B), la plaque A doit être positive et B négative pour être accéléré.
- lorsque le proton est dans la cavité 2 (entre B et C), la plaque B doit être positive et C négative pour être accéléré.

D'ou la nécessité de changer le signe de la tension entre les blocs B et C lors du passage de la particule de la première cavité à la deuxième.

2.2.

" le générateur délivre une tension $u_a(t)$ alternative de période T = 5,0×10^{-7} s."

Or le signe de la tension change entre les blocs B et C lors du passage de la particule de la première cavité à la deuxième.

Donc la particule doit arriver à la cavité suivante lors du changement de signe soit pour :

$$\Delta t = \frac{T}{2}$$
$$\Delta t = \frac{5{,}0.10^{-7}}{2}$$
$$\Delta t = 2{,}5.10^{-7}\mathrm{s}$$

2.3.

Le proton accélère dans chaque intervalle.

D’après le texte : « Dans un bloc, le mouvement d’une particule est supposé rectiligne uniforme. »

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$
$$d = v \times \Delta t$$

Δt est constant et v augmente à chaque intervalle ainsi d augmente à chaque tube.

C'est pourquoi les blocs sont de plus en plus longs dans l’accélérateur linéaire.

2.4.

"On considère que le gain en énergie cinétique est identique pour toutes les cavités."
Calculons le gain d'énergie cinétique dans la première cavité :

Théorème de l’énergie cinétique : La variation d’énergie cinétique entre deux points A et B est égale a la somme des travaux des forces:

$\Delta E_C = \Sigma W_{AB}(\vec{F})$

$\Delta E_C = W_{AB}(\vec{F})$

$\Delta E_C = q \times U_{AB}$

$\Delta E_C = e \times U_{AB}$

$\Delta E_C = 1{,}60.10^{-19} \times 1.10^3$

$\Delta E_C = 1{,}60.10^{-16}$ J

$$\Delta E_C = \frac{1{,}60.10^{-16}}{1{,}60.10^{-19}} = 1.10^3 \text{ev}$$

1 cavité	1.10^3ev
N cavités	$8{,}0.10^6$ev

$$N = \frac{8{,}0.10^6 \times 1}{1.10^3}$$

$N = 8.10^3$

Il faut 8.10^3 cavités accélératrices pour qu’un proton atteigne une énergie égale à 8,0 MeV.