Établissement ELARAKI pour l'éducation et l'enseignement		Évaluation / Préparation aux examens 2019 - 2020	
Niveau : 2SM	Matière : Physique - chimie	La durée : 4h	Coefficient : 7

Document autorisé

Le sujet comporte cinq exercices

- **Deux exercices de chimie** (6 points)
- **Trois exercices de physique** (14 points)

Exercices de chimie

- Détermination du pourcentage massique de la triméthylamine dans une solution. (3,5 pts)
- Étude d'une pile microbienne. (2,5 pts)

Exercices de physique :

- Étude d'une réaction nucléaire provoquée et d'une réaction nucléaire spontanée. (4 pts)
- Étude d'un circuit d'un circuit RC , LC et rLC . (5,5 pts)
- Mouvement d'un skieur dans le champ de pesanteur. (4,5 pts)

Chimie 1

Détermination du pourcentage massique de la triméthylamine dans une solution.

la triméthylamine de formule $(CH_3)_3N$ est produite à la mort du poisson lors de la décomposition des protéines de l'animal par des bactéries.

L'étiquette d'une bouteille contenant une solution aqueuse S_0 de triméthylamine porte les indications suivantes : la densité : d=0,86; masse molaire : $M(CH_3)_3N) = 59 g.mol^{-1}$.

Pour déterminer le pourcentage massique de la triméthylamine dans la solution S_0 , on dilue cette solution 100 fois pour obtenir une solution S_B .

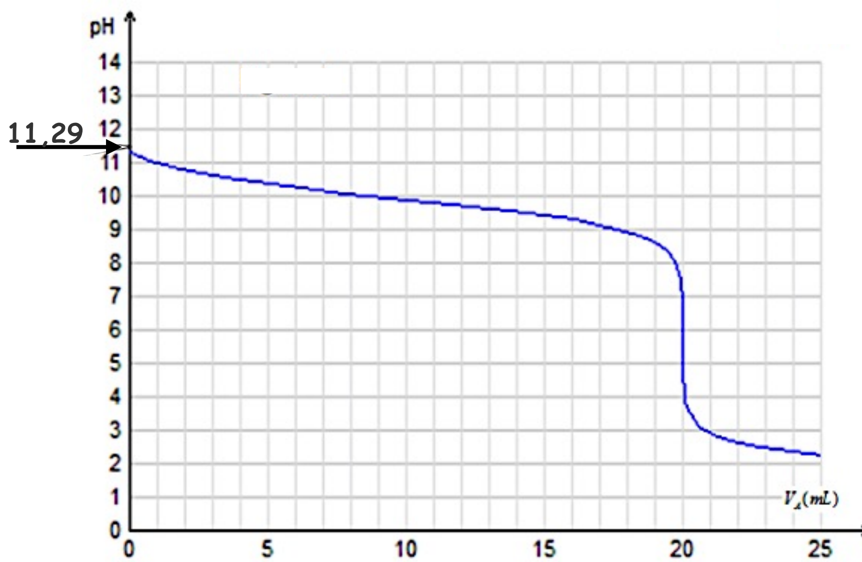
On réalise le dosage pH - métrique d'un volume V_B = 20mL de la solution S_B à l'aide d'une solution S_A d'acide chlorhydrique ($H_3O^+_{aq} + Cl^-_{aq}$) de concentration $C_A = 5.10^{-2}$ mol.L^{-1} .

On mesure le pH du mélange pour chaque volume d'acide ajouté , Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe de dosage pH = f (V_A).

On donne :

*la masse volumique de l'eau $\rho_e = 10^3$g/L.

*Le produit ionique de l'eau ke=10^{-14}.



1-Ecrire l'équation de la réaction du dosage. (0,5pt)

2-Déterminer la concentration C_B de la solution (S_B) . et déduire le pourcentage massique P de $(CH_3)_3N$ dans la solution S_0. (0,5pt) + (0,5pt)

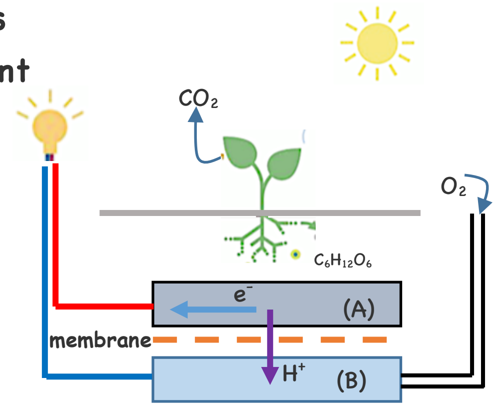
3-Pour un volume $V_A = V_{Aeq}/2$ d'acide chlorhydrique ajouté, exprimer les concentrations $[(CH_3)_3N]$ et $[(CH_3)_3NH^+]$ en fonction de C_A . (1 pt)

4-Déduire, en justifiant, la valeur du pK_A du couple $(CH_3)_3NH^+/(CH_3)_3N$. (0,5pt)

5-par utilisation du tableau d'avancement de la réaction de la triméthylamine avec l'eau, retrouver la valeur de pK_A . (0,5pt)

Chimie 2

Grâce a` la photosynthèse, les plantes sont capables de synthétiser des sucres à partir d'eau, de dioxyde de carbone et de lumière. Ces sucres seront utilisés par la plante, mais 40% à 70% seront relâchés dans le milieu environnant. Ces sucres relargués -appelés exsudats- en grande quantité dans le milieu environnant vont pouvoir être utilisés par les micro-organismes du sol à proximité immédiate des racines du végétal. C'est le principe de pile microbienne alimentée par le végétal, ainsi les micro- organismes se nourrissent des exsudats des plantes, et relarguent des protons H^+, du dioxyde de carbone $CO_{2(g)}$ et des électrons tout au long de la journée.



1) Le glucose $C_6H_{12}O_{6(aq)}$ réagit au niveau l'électrode (A) de la pile et libère le dioxyde de carbone. Écrire la réaction qui a lieu à cet électrode. (0,5pt)

2) À l'autre électrode, la réaction qui a lieu est : $O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \leftrightarrows 2\ H_2O_{(l)}$, Écrire l'équation modélisant le fonctionnement de la pile. (0,5pt)

3) La puissance d'une telle pile est de l'ordre de 3,20 W par m^2 de plantes. Montrer que l'énergie E_1 fournie par 100 m^2 de plantes en une journée serait voisine de $2,8.10^7$ J. (0,5pt)

4) Une telle pile sera utilisée pour fournir du courant utilisable dans la maison. Déterminer la masse de glucose utilisée en une journée avec 100m^2 de plantes. (1pt)

On rappelle que dans une maison, la tension du secteur est U= 220 V.

On donne : Masse molaire du glucose : 180 g/mol , la constante de faraday 1F=96500C/mol.

Physique 1

Données : masse d'un proton : m_p= 1,0073 u ; masse d'un neutron : m_n= 1,0087 u ; masse d'un noyau $^{235}_{92}U$: m_U = 235,0439 u ; masse d'un noyau $^{90}_{36}Kr$: m_{Kr} = 89,9197 u ; masse d'un noyau $^{142}_{Z}Ba$: m_{Ba} =141,9164 u ; masse molaire atomique de $^{235}_{92}U$: M=235 g/mol ; nombre d'Avogadro : N_A= $6,022.10^{23}$ mol^{-1}; 1u = 931,5 MeV/c^2= $1,66.10^{-27}$kg ;1 MeV=$1,610^{-13}$J.

A- Réaction nucléaire provoquée

Suite à la collision avec un neutron thermique, un noyau d'uranium-235 subit la réaction suivante : $^1_0n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{90}_{36}Kr + ^{142}_{Z}Ba + y\ ^1_0n$

1) a) Déterminer y et Z. (0,25pt)

b) Indiquer le type de cette réaction provoquée. (0,25pt)

2) Calculer, en MeV, l'énergie libérée par cette réaction. (0,25pt)

3) tracer un diagramme d'énergie de cette réaction. (0,25pt)

4) Dans un réacteur nucléaire à uranium-235, l'énergie moyenne libérée par la fission d'un noyau est 170 MeV.

a)Déterminer, en joules, l'énergie moyenne libérée par la fission d'un kilogramme d' $^{235}_{92}U$. (0,25pt)

b)La puissance nucléaire d'un tel réacteur est 100 MW. Déterminer la durée Δt nécessaire pour que le réacteur consomme un kilogramme d'uranium $^{235}_{92}U$. (0,25pt)

B- Réaction nucléaire spontanée

1) Le noyau de Krypton $^{90}_{36}Kr$ obtenu est radioactif. Il se désintègre en zirconium $^{90}_{40}Zr$ par une série de désintégrations β^-.

a) Définir une désintégration β^-.(0,25pt)

b) Déterminer le nombre de ces désintégrations β^-. (0,25pt)

c) Préciser, sans calcul, parmi les deux nucléides $^{90}_{36}Kr$ et $^{90}_{40}Zr$, celui qui est le plus stable. (0,25pt)

2) L'uranium $^{235}_{92}U$ est un émetteur α.

a) Écrire l'équation de désintégration d'un noyau d'uranium $^{235}_{92}U$ et identifier le noyau produit. (0,25pt)

On donne :

Actinium $_{89}Ac$	Thorium $_{90}Th$	Protactinium $_{91}Pa$

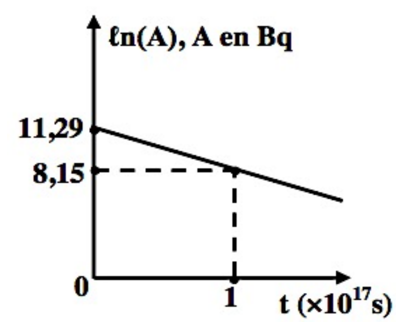
b) Le nombre de noyaux d' $^{235}_{92}U$ restant en fonction du temps est donné par : $N = N_0.e^{-\lambda t}$ avec N_0 le nombre initial de noyau d' $^{235}_{92}U$ et λ sa constante radioactive.

i) Définir l'activité radioactive A d'un échantillon radioactif. (0,25pt)

ii) Écrire l'expression de A en fonction de λ, N_0 et t. (0,25pt)

c) Établir l'expression de ln(A) en fonction de l'activité initiale N_0 , λ et t. (0,25pt)

d) La figure ci-contre représente la variation de ln(A) d'$^{235}_{92}U$ en fonction du temps.



i) Montrer que l'allure de la courbe de la figure ci-contre est en accord avec l'expression de ln(A) en fonction du temps. (0,25pt)

ii) En utilisant la courbe de la figure ci-contre, déterminer, en s^{-1}, la valeur de λ. (0,25pt)

iii) Déduire la demi-vie de l'$^{235}_{92}U$ et le nombre de noyaux initial N_0. (0,25pt)

Physique 2

On considère le circuit représenté sur la figure 1 et qui est constitué de :

* Un générateur idéal de tension de force électromotrice E.
* Une bobine B de coefficient d'induction L et de résistance négligeable.
* Conducteur ohmique de résistance R.
* Un interrupteur K.

* Trois condensateurs initialement déchargés de capacités $C_1=15\mu F$ et $C_3=2C_2$.

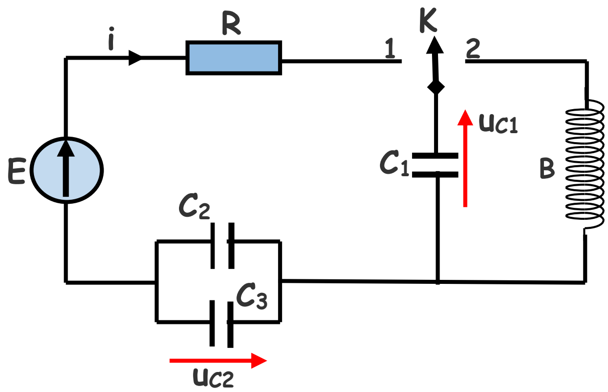


Figure 1

I-Étude du circuit RC

A l'instant t=0s on bascule l'interrupteur K à la position 1.

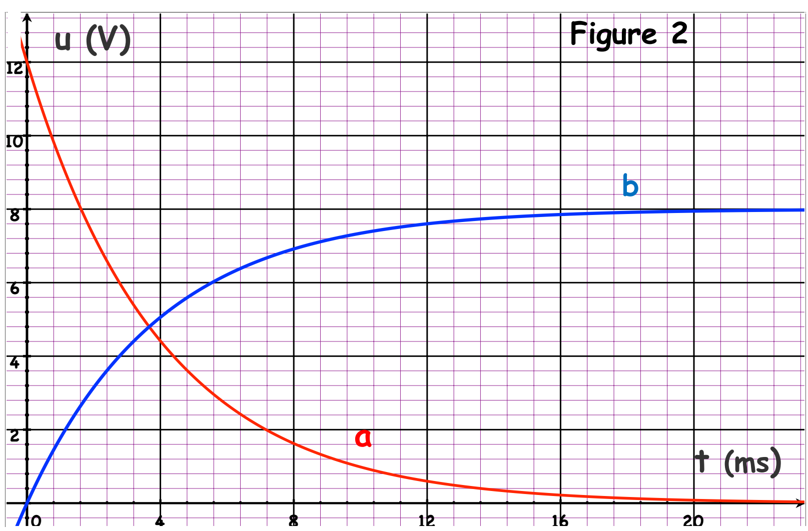
1-Montrer que la relation entre u_{c1} et u_{c2} est $u_{c2}=\frac{C_1}{3.C_2}u_{c1}$. (0,25pt)

2-Montrer que l'équation différentielle vérifiée par l'intensité de courant qui traverse le circuit s'écrit sous forme $i + \tau \frac{di}{dt} = 0$ en déterminant l'expression de τ en fonction de R, C_1 et C_2. (0,5pt)

3- La solution de l'équation précédente s'écrit sous forme $i(t)=A.e^{-\lambda t}$, trouver les expressions de λ et A en fonction des paramètres du circuit. (0,5pt)

4- Déduire les expressions des tensions $u_R(t)$ et $u_{C1}(t)$. (0,5pt)

5- Par un système d'acquisition, on visualise les tensions $u_{C1}(t)$ et $u_R(t)$, on obtient les courbes de la figure 2.



5-1-Identifier les courbes (a) et (b). (0,25pt)

5-2-Déterminer graphiquement les valeurs de E et C_2 . (0,5pt)

5-3-Déterminer la valeur de la constante de temps τ et calculer la valeur de R. (0,5pt)

5-4-Trouver l'expression de t_1 l'instant d'intersection des deux courbes en fonction de τ. (0,5pt)

II- Étude du circuit LC

Après l'établissement du régime permanent, On bascule l'interrupteur K à un instant considéré comme nouvelle origine de temps t=0 , à la position (2).

1- Montrer que l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant i(t) qui traverse le circuit est $\frac{d^2i}{dt^2}+\frac{1}{LC_1}.i=0$. (0,25pt)

2-La solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme $i(t)=I_m\cos(2\pi N_0 t+\varphi)$, déterminer l'expression de $u_{c1}(t)$ et la valeur de la phase φ. (0,5pt)

3-Sachant que l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine prend une valeur maximale pour la première fois à l'instant t_1=2,5ms. Calculer la valeur du coefficient d'induction L de la bobine. (0,5pt)

4-Calculer I_m la valeur maximale de l'intensité de courant qui traverse le circuit. (0,25pt)

III-Étude du circuit RLC

On répète la même expérience précédente , en remplaçant la bobine précédente par une autre de coefficient d'induction L'=0,169H et de résistance r = 5Ω. A l'aide d'un système d'acquisition informatique adéquat, on trace la courbe représentant l'évolution temporelle de l'intensité du courant i(t) .(la droite (Δ) représente la tangente à la courbe à l'instant t_1 (voir figure 3).

1-Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension i(t) s'écrit sous forme:

$\frac{d^2i}{dt^2}+\frac{r}{L'}\frac{di}{dt}+\frac{1}{L'C_1}.i=0.$ (0,25pt)

2-Déterminer la valeur de la tension u_L entre les bornes de la bobine à l'instant t_1 et calculer l'énergie totale du circuit E_T à cet instant. (0,5pt)

3-En déduire l'énergie dissipée par effet joule entre l'instant t_0=0 et l'instant t_1. (0,25pt)

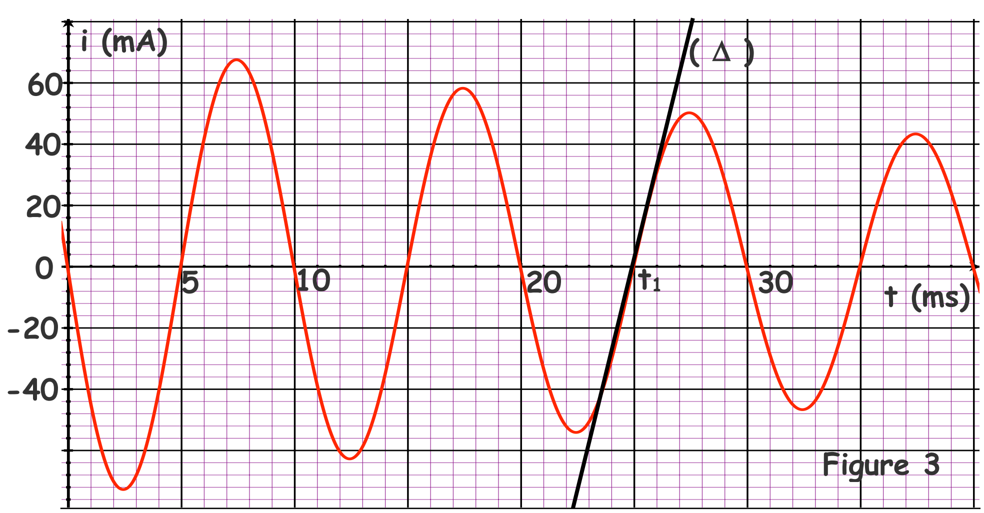
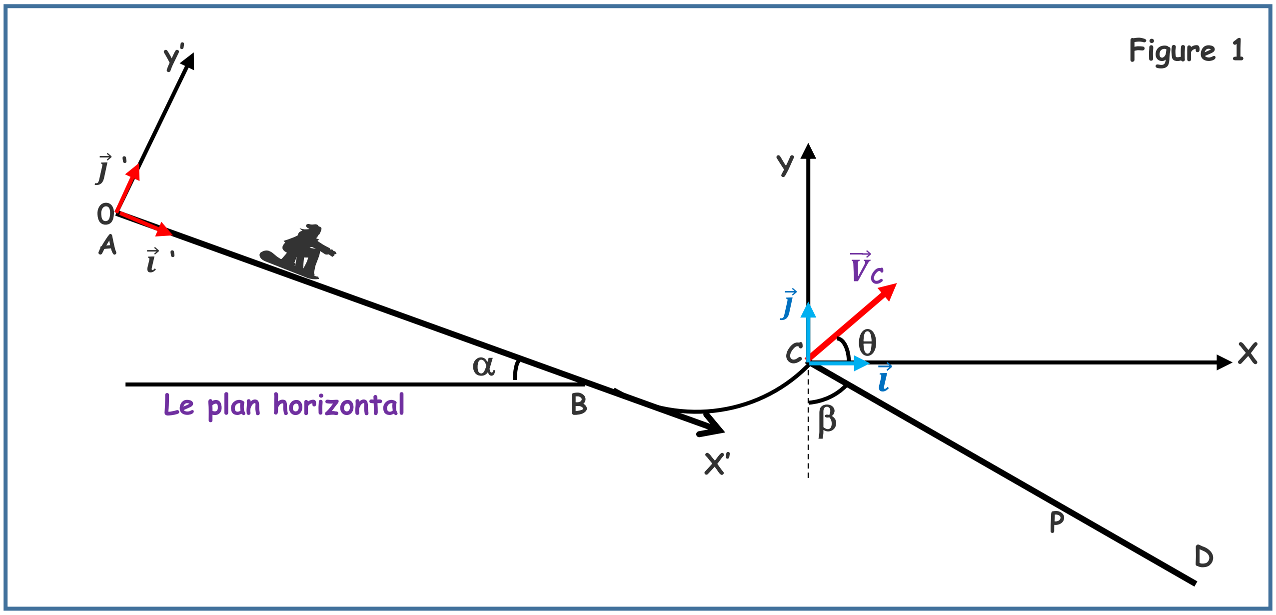


Figure 3

Physique 3

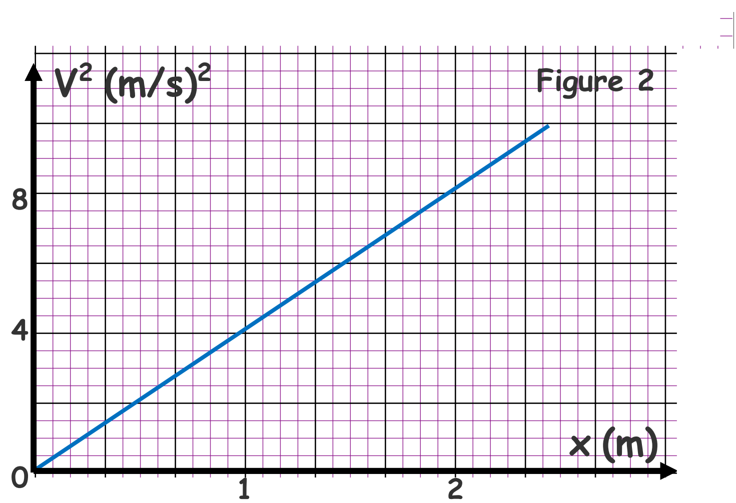
Un skieur glisse sur un plan AB incliné d'un angle $\alpha = 22°$ par rapport au plan horizontal. On modélise le skieur et ses accessoires par un solide (S) de masse m=80kg et de centre d'inertie G. Le skieur part du point A origine du repère R (A, $\vec{i'}$, $\vec{j'}$) sans vitesse initiale à l'instant $t_0=0$. (Figure 1) . Le mouvement est étudié dans un référentiel terrestre supposé galiléen.

On donne $g=9,8m.s^{-2}$



I- On considère sur la partie AB que les frottements ne sont pas négligeables et on les modélise par une force constante $\vec{f}$.

1- Le graphe de la figure 2, représente le carré de la vitesse du centre d'inertie de skieur en fonction de l'abscisse x, sur la portion AB.



Montrer que le mouvement du centre d'inertie du skieur est rectiligne uniformément varié et déterminer son accélération a_G sur la portion AB. (0,5pt)

2-A l'instant t_B=10 s , le skieur passe par le point B avec la vitesse V_B ; Calculer la distance AB, et la valeur de V_B. (0,5pt)

3-En appliquant la deuxième loi de Newton , établir l'expression du coefficient de frottement k en fonction de : a , g et α , puis calculer sa valeur . (0,5pt)

II- A l'instant t=0 que l'on considère comme une nouvelle origine des temps, le skieur quitte la partie BC au point C avec une vitesse v_c dont le vecteur $\overrightarrow{v_c}$ forme l'angle θ avec le plan horizontal. et tombe dans le champ de pesanteur uniforme. on néglige tous les frottements et toutes les actions de l'air.

1. Établir dans le repère (C, $\vec{i}$, $\vec{j}$) les équations horaires du mouvement x(t) et y(t) en fonction de V_C, g, et θ, et en déduire l'expressions littérale de l'équation de la trajectoire. (0,5pt)

2.Sachant que les coordonnées du sommet S de la trajectoire sont : (x_S= 8,68m , y_S=1,26m) calculer les valeurs de θ et v_C. (0,5pt)

3. le skieur tombe au point P , sur un plan CD incliné par rapport à l'axe verticale (Cy) d'un angle β = 30°. déterminer l'expression de la distance CP en fonction de V_C, g, , θ et β .et calculer sa valeur. (0,5pt)

4. pour la même valeur de V_C et β , montrer que la distance CP prend sa valeur maximale pour une valeur de $\theta_0 = \frac{\beta}{2}$. (0,5pt)

5. Pour $\theta=\theta_0$, déterminer les coordonnées du vecteur vitesse $\overrightarrow{V_p}$ au point p et en déduire que la direction de ce vecteur fait un angle φ avec l'horizontal tel que :

$|\tan(\varphi)| = \tan(\theta_0)\left[\frac{2.CP_{max}.g}{V_c^2} - 1\right]$. (0,5pt)