

Ne rien inscrire dans ce cadre



Concours GEIPI-POLYTECH

Epreuves communes
ENI-GEIPI-POLYTECH
Mercredi 6 mai 2009



NOM :	PRENOM :
-------	----------

Date de naissance :	N° Inscription :
---------------------	------------------

SUJET DE PHYSIQUE-CHIMIE

Nous vous conseillons de répartir équitablement les 3 heures d'épreuves entre les sujets de mathématiques et de physique-chimie.

La durée conseillée de ce sujet de physique-chimie est de 1 h 30.

Il est noté sur 20 points.

L'usage d'une calculatrice est autorisé.

Tout échange de calculatrices entre candidats, pour quelque raison que ce soit, est interdit.

Aucun document n'est autorisé.

L'usage du téléphone est interdit.

Vous ne devez traiter que trois exercices sur les quatre proposés.

Si vous traitez les quatre exercices, seules seront retenues les trois meilleures notes.

Ne rien inscrire
ci-dessous

1	
2	
3	
4	

TOTAL

--

EXERCICE I

Le 26 avril 1986 un réacteur de la centrale nucléaire de Tchernobyl s'emballe et explose. Le panache ainsi rejeté dans l'atmosphère a disséminé des éléments radioactifs importants sur le plan sanitaire tels que l'iode 131 et le césium 137.

I-1- Donner la définition de l'activité d'un radioélément et l'unité dans laquelle elle s'exprime.

L'iode 131 de demi-vie $t_{1/2} = 8$ jours, est radioactif β^- .

I-2- Ecrire son équation de désintégration en précisant les lois de conservation utilisées. Nommer les produits de cette désintégration.

I-3- Rappeler la définition de la demi-vie.

Calculer la constante radioactive λ et la constante de temps τ de la loi de décroissance de l'iode 131.

L'activité A_0 de l'iode 131 relâchée par l'explosion de Tchernobyl est évaluée à **1 760 PBq**. ($1\text{PBq} = 10^3 \text{TBq} = 10^6 \text{GBq}$).

I-4- Exprimer son activité actuelle A , 23 ans plus tard.

Le césium 137 est aussi un émetteur β^- mais avec une constante de temps τ' de 43,3 ans. La contamination des sols à la suite de l'explosion est principalement due à cet élément. Selon le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements atomiques (UNSCEAR) une surface S d'environ **10 000 km²** de territoire de l'ex-Union Soviétique ont été contaminés en 1986 avec du césium 137 produisant une radioactivité supérieure à **555 kBq m⁻²**. Ces territoires sont appelés zones de contrôle spécial.

I-5- Evaluer le nombre N de noyaux de césium 137 correspondant au seuil A_{seuil} de **555 kBq**.

I-6- Quelle est donc la masse minimale $m_{\text{césium}}$ de césium 137 qui a été déposée sur ces zones de contrôle spécial ? On note M la masse molaire de cet élément.

I-7- Si on suppose que la décroissance radioactive est la seule cause de décontamination et qu'il n'y a pas de nouvel apport de césium 137, à partir de quelle année les territoires qui présentaient en 1986 une radioactivité de **555 kBq m⁻²** pourraient-ils avoir une activité inférieure à **37 kBq m⁻²**, limite inférieure de la contamination selon l'UNSCEAR ?

Le césium 137 est habituellement mesuré par spectrométrie γ .

I-8- Qu'est-ce que le rayonnement γ ? Par quel nucléide est-il émis lors de la mesure du césium 137 ?

Données : Nombre d'Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Quelques éléments suivant leur numéro atomique Z :

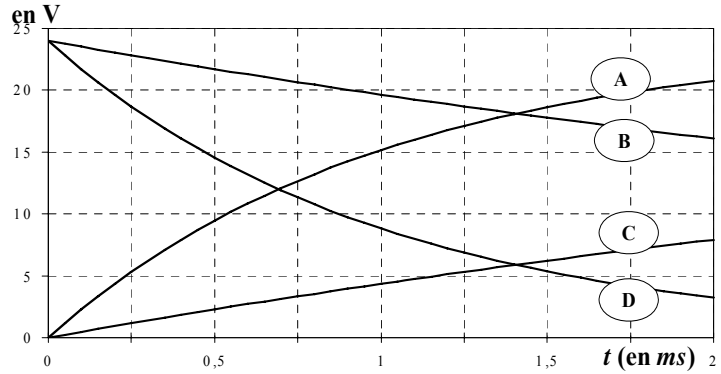
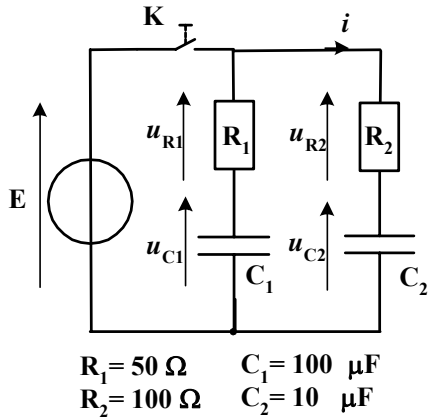
Z	51	52	53	54	55	56
Symbole	Sb	Te	I	Xe	Cs	Ba
Nom	Antimoine	Tellure	Iode	Xénon	Césium	Baryum

REponses A L'EXERCICE I

I-1.	Définition de l'activité :
	Unité :
I-2.	Equation :
	Lois de conservation :
	Nommer les produits :
I-3.	Définition de la demi-vie :
	Constante radioactive $\lambda =$
	Constante de temps $\tau =$
I-4.	Activité actuelle A :
	Expression littérale A =
	Application numérique A =
I-5.	Nombre de noyaux N :
	Expression littérale N =
	Application numérique N =
I-6.	Masse minimale $m_{\text{césium}}$:
	Expression littérale $m_{\text{césium}} =$
	Application numérique $m_{\text{césium}} =$
I-7.	Année :
I-8.	Rayonnement γ :
	Nucléide :

EXERCICE II

A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur **K** durant une durée $t_0 = 2 \text{ ms}$. On charge alors 2 condensateurs idéaux (sans résistance de fuite) à l'aide d'un générateur de tension **E**. On enregistre les 4 courbes ci-dessous.



- II-1-** Relier les tensions u_{R1} , u_{C1} , u_{R2} , u_{C2} à leurs courbes respectives.
II-2- Déterminer la valeur de la tension **E**.
II-3- A $t_0 = 2 \text{ ms}$, calculer :
 l'énergie E_{C1} emmagasinée par le condensateur C_1 ,
 l'énergie E_{C2} emmagasinée par le condensateur C_2 ,
 la charge Q_1 portée par l'armature positive de C_1 ,
 la charge Q_2 portée par l'armature positive de C_2 .

A l'instant $t = t_0$, on ouvre l'interrupteur **K**. On s'intéresse au régime permanent qui s'installe ensuite.

- II-4-** Comment va évoluer la charge totale Q_T portée par les 2 condensateurs ?
II-5- On mesure l'intensité du courant $i(t)$ pour $t > t_1 = 100 \text{ ms}$; on constate qu'elle est nulle. Pourquoi ?
II-6- Pourquoi a-t-on pour $t > t_1$: $u_{C1} = u_{C2}$?
 En déduire u_{C1} pour $t > t_1$, en fonction de Q_T , C_1 et C_2 .
II-7- Calculer l'énergie totale E_{CT} emmagasinée par C_1 et C_2 pour $t = t_1$.
II-8- Comparer les résultats **II-7-** et **II-3-** et analyser la différence.

REponses A L'EXERCICE II

II-1.	<i>(entourer les réponses exactes)</i>			
u_{R1} :	courbe A	courbe B	courbe C	courbe D
u_{C1} :	courbe A	courbe B	courbe C	courbe D
u_{R2} :	courbe A	courbe B	courbe C	courbe D
u_{C2} :	courbe A	courbe B	courbe C	courbe D
II-2.	Tension E =			

<p>II-3. Expressions littérales générales :</p> <p>$E_c =$</p> <p>$Q =$</p>	<p>Applications numériques :</p> <p>$E_{c_1} =$ $E_{c_2} =$</p> <p>$Q_1 =$ $Q_2 =$</p>
<p>II-4. Evolution de la charge Q_T : <i>(entourer la réponse exacte)</i></p> <p> $Q_T = Q_2 - Q_1$ $Q_T = (Q_1 + Q_2) / 2$ $Q_T = 0$ $Q_T = Q_1 + Q_2$ $Q_T = Q_1 - Q_2$ </p>	
<p>II-5. Explication $i(t) = 0$ pour $t > t_1$:</p>	
<p>II-6. Explication $u_{C1}(t) = u_{C2}(t)$ pour $t > t_1$:</p> <p>Expression littérale : Application numérique :</p> <p>$u_{C1}(t_1) =$ $u_{C1}(t_1) =$</p>	
<p>II-7. Expression littérale : Application numérique :</p> <p>$E_{c_T} =$ $E_{c_T} =$</p>	
<p>II-8. Comparaison :</p> <p>Analyse :</p>	

EXERCICE III

Réaction chimique :

On sait par expérience que le cuivre métallique est attaqué chimiquement s'il est plongé dans une solution d'ions Fe^{3+} . L'analyse chimique au cours de la réaction met en évidence l'apparition d'ions ferreux et cuivriques (respectivement Fe^{2+} et Cu^{2+}).

III-1- Ecrire l'équation-bilan de cette réaction.

III-2- Préciser parmi les espèces chimiques présentes celles qui jouent le rôle d'oxydant / le rôle de réducteur lors de la réaction.

On connaît la valeur de la constante d'équilibre de la réaction à température ambiante : $K = 4.10^{14}$.

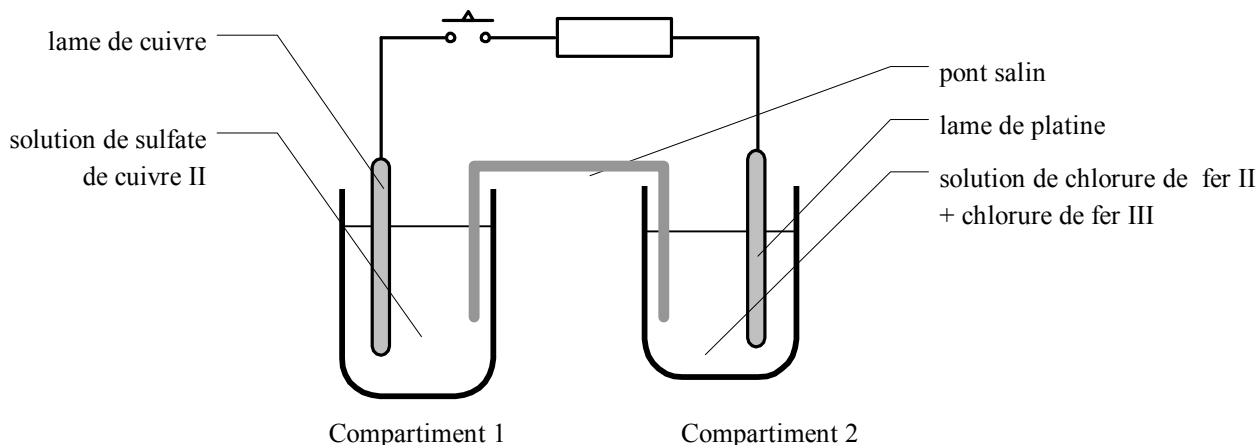
III-3- Donner l'expression littérale de K en fonction des concentrations des réactants à l'équilibre.

Réalisation d'une pile :

On réalise maintenant le dispositif expérimental suivant, dans lequel les concentrations sont :

- compartiment 1 : solution de sulfate de cuivre : $[\text{CuSO}_4] = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$
- compartiment 2 : solution de chlorure de fer II $[\text{FeCl}_2] = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ + chlorure de fer III $[\text{FeCl}_3] = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$.

Le pont salin est quant à lui constitué d'une solution gélifiée de chlorure de potassium de concentration massique $[\text{KCl}] = 75 \text{ g L}^{-1}$.



III-4- Calculer la concentration molaire de la solution du pont salin.

III-5- Déterminer le quotient réactionnel Q du système au début de l'expérience (interrupteur ouvert).

Fonctionnement de la pile :

On ferme l'interrupteur.

III-6- Compléter le schéma en précisant :

- la polarité + / - des deux électrodes
- s'il existe, le sens du courant dans le conducteur ohmique
- s'il existe, le sens du courant dans le pont salin
- la nature des électrodes : anode ou cathode : compartiment 1 - compartiment 2
- les réactions électrochimiques : compartiment 1 - compartiment 2

Après 60 minutes, on peut mesurer que la masse électrode de cuivre a diminué de **88,9 mg** ;

III-7- Quelle quantité (en mol) de cuivre métal a été consommée ?

III-8- Quelle est la quantité d'électricité (en C) échangée pendant ces 60 minutes ?

III-9- Quelle a été l'intensité moyenne du courant électrique débité par la pile pendant ce temps (*I moyenne sur 60 minutes*) ?

III-10- Au bout d'un temps très long, l'intensité du courant décroît et finit par s'annuler. Donner alors la valeur du quotient réactionnel du système.

Données :

$M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{K}) = 39,1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$;

Nombre d'Avogadro $\mathcal{N}_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$; charge élémentaire $e = 1,60.10^{-19} \text{ C}$; faraday : $1 \mathcal{F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$.

REPONSES A L'EXERCICE III

III-1. Equation :

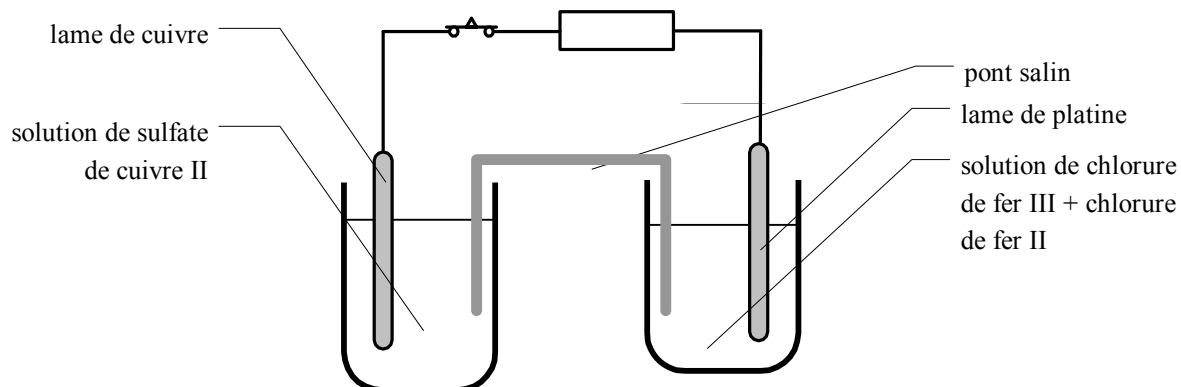
III-2. Oxydant :
Réducteur :

III-3. Expression littérale : $K =$

III-4. Concentration molaire $c_M =$

III-5. Quotient réactionnel : $Q =$

III-6. Compléter le schéma avec les sens des courants dans le conducteur ohmique et dans le pont salin.



Compartiment 1

Compartiment 2

Electrode :

Electrode :

Polarité :

Polarité :

Réaction :

Réaction :

III-7. Quantité de cuivre : $n_{Cu} =$

III-8. Charge électrique : $Q =$

III-9. Intensité $I_{moy} =$

III-10. Quotient réactionnel final : $Q_{final} =$

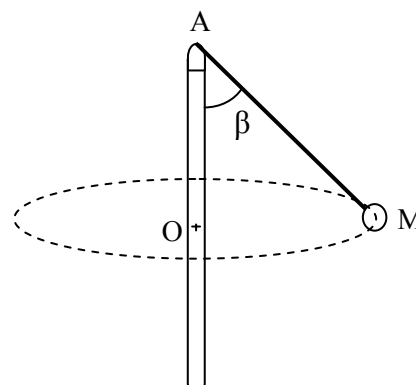
EXERCICE IV

Dans une attraction de fête foraine, une nacelle de masse m est attachée à un câble, lui-même relié au sommet d'un mât. On donne à la nacelle un mouvement circulaire uniforme autour du mât, caractérisé par :

- sa vitesse v_0
- la longueur $L = AM$ du câble
- l'angle β entre le câble et la verticale

On se propose d'étudier quelques caractéristiques mécaniques de cette situation. On néglige tous les frottements.

Donnée : accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$



IV-1- Exprimer le rayon OM de la trajectoire en fonction des données, et en déduire la période T du mouvement de la nacelle.

IV-2- Donner les caractéristiques de l'accélération de la nacelle M (direction, sens et module).

IV-3- Préciser quelles forces s'exercent sur la nacelle.
Représenter ces forces sur le schéma du document réponse.

IV-4- Exprimer la composante horizontale F_H de la tension du câble en fonction des données.

IV-5- Exprimer la composante verticale F_V de cette tension.

IV-6- En déduire une relation entre l'angle β , la vitesse v_0 , la longueur L et g .

La nacelle de masse $m = 80 \text{ kg}$ est fixée par un câble de longueur $L = 6 \text{ m}$.

IV-7- Calculer la vitesse v_0 permettant d'obtenir un angle β égal à 30° .
En déduire la période T du mouvement.

IV-8- Déterminer la norme F de la tension du câble.

REPONSES A L'EXERCICE IV

IV-1.	Rayon $OM =$	Période $T =$
IV-2.	Accélération :	
	Direction :	Sens : Norme :
IV-3.	Forces :	
IV-4.	Composante horizontale $F_H =$	
IV-5.	Composante verticale $F_V =$	
IV-6-	Relation :	
IV-7-	Applications numériques :	
	Vitesse $v_0 =$	
	Période $T =$	
IV-8-	Expressions littérales :	Applications numériques :
	Norme $F =$	$F =$