

Ne rien inscrire dans ce cadre



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

Centre d'écrit :	N° Inscription :
------------------	------------------

SUJET DE PHYSIQUE-CHIMIE

Mercredi 11 mai 2011

Epreuves communes ENI-GEIPI-POLYTECH

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 1h30.

L'usage d'une calculatrice est autorisé. Les résultats numériques doivent être donnés avec le nombre de chiffres significatifs compatible avec les valeurs fournies.

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 3 exercices sur les 4 proposés.

Chaque exercice est noté sur 10 points. Le sujet est donc noté sur 30 points.

Si vous traitez les 4 exercices, seules seront retenues les 3 meilleures notes.

Ne rien inscrire
ci-dessous

1	
2	
3	
4	

TOTAL

--

EXERCICE I

Lorsqu'on trempe une lame métallique de zinc dans une solution de dibrome, une réaction chimique intervient entre le métal et le dihalogène, qui produit des ions bromure et des ions zinc II. La constante d'équilibre de cette réaction vaut : $K = 5 \cdot 10^{61}$.

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

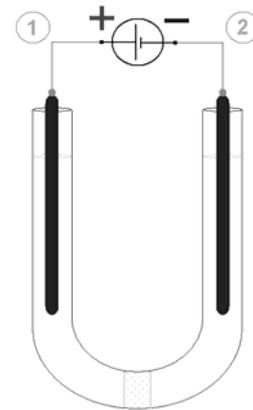
On dissout **22,6 g** de bromure de zinc ($ZnBr_2$) dans **500 mL** d'eau pure.

I-2- Calculer les concentrations des ions Zn^{2+} et Br^- en solution.

On verse **100 mL** de la solution dans un tube en U, muni en son milieu d'une paroi poreuse perméable aux ions.

Deux électrodes de graphite disposées à chaque branche du tube sont reliées par un générateur de **f.e.m. = 2,5 V**, selon le schéma ci-contre :

L'intensité peut être mesurée à l'aide d'un ampèremètre intégré au générateur (non représenté sur la figure).



I-3- Indiquer sur le schéma le sens du courant (si courant il y a) dans les différentes parties du montage :

- conducteur métallique (entre le générateur et les électrodes),
- solution aqueuse.

Au bout de quelques minutes, la solution dans la branche (1) prend une teinte brunâtre.

I-4- Préciser les équations des réactions électrochimiques qui interviennent à chaque électrode.

I-5- Préciser la nature (en fonction de leur rôle électrochimique) des électrodes.

I-6- Donner le bilan de l'électrolyse et préciser la constante d'équilibre K' .

Au bout d'une heure d'électrolyse, on débranche le générateur. La pesée de l'électrode de la branche (2) montre qu'elle a gagné : $\Delta m = m_{\text{finale}} (\text{électrode (2)}) - m_{\text{initiale}} (\text{électrode (2)}) = 122 \text{ mg}$.

I-7- Calculer les quantités des produits de l'électrolyse au bout d'une heure.

I-8- Quelle a été l'intensité moyenne du courant pendant l'heure qu'a duré l'électrolyse ?

Après une heure d'électrolyse, on remplace le générateur par un résistor de résistance R .

I-9- Cocher les cases sur le document réponse se rapportant au système dans cette nouvelle situation.

I-10- Au bout de plusieurs dizaines de minutes, l'intensité finit par s'annuler. Déterminer alors les concentrations des ions en solution.

Données : $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$, $M(\text{Br}) = 79,9 \text{ g.mol}^{-1}$,
 1 Faraday = 96500 C, $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$, $N_A = 6,023.10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

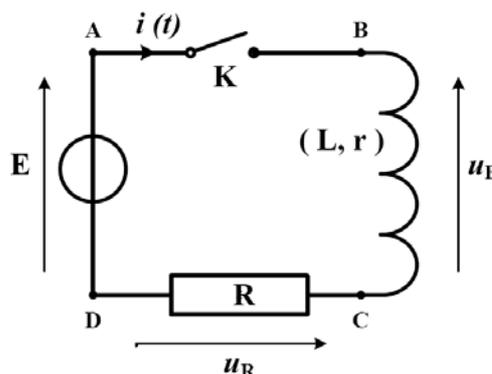
REPONSES A L'EXERCICE I

I-1-	Equation-bilan :	
I-2-	$[\text{Zn}^{2+}] =$ $[\text{Br}^-] =$	I-3-
I-4-	Equation électrode (1): Equation électrode (2) :	
I-5-	Electrode (1) :	Electrode (2) :
I-6-	Equation-bilan :	$K' =$
I-7-	$n(\text{Zn}) =$	$n(\text{Br}_2) =$
I-8-	$I_{\text{moyenne}} =$	
I-9-	<i>(Cocher les réponses exactes)</i>	
	<input type="checkbox"/> Electrode (1) = pôle (+) <input type="checkbox"/> Electrode (1) = anode <input type="checkbox"/> L'électrode (1) est le siège d'une réduction <input type="checkbox"/> Le système est à l'équilibre <input type="checkbox"/> Le résistor est traversé par un courant allant de (2) vers (1) <input type="checkbox"/> Le courant qui circule est alternatif <input type="checkbox"/> $[\text{Br}^-]$ augmente globalement au cours du temps <input type="checkbox"/> $[\text{Zn}^{2+}]$ augmente globalement au cours du temps	
I-10-	$[\text{Zn}^{2+}] =$	$[\text{Br}^-] =$

EXERCICE II

Afin de déterminer la résistance d'une bobine, on réalise un circuit série comprenant :

- un générateur de tension continue E de **4,50 V** et de résistance interne négligeable,
- la bobine d'inductance $L = 150 \text{ mH}$ de résistance r inconnue,
- une résistance étalonée R de **10,0 Ω** ,
- un interrupteur K .



On branche aux bornes de la résistance R une carte d'acquisition informatisée permettant de visualiser les variations de la tension $u_R(t)$ après la fermeture de l'interrupteur K à $t = 0$.

II-1- Indiquer les points où doivent être branchés la masse M et la voie d'entrée Y de la carte d'acquisition.

II-2- Donner l'expression de la tension aux bornes de la bobine $u_B(t)$ en fonction de $i(t)$.

II-3- Justifier qu'en introduisant la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor R , l'équation différentielle suivie par $u_R(t)$ s'écrit sous la forme : $E = \left(1 + \frac{r}{R}\right) u_R + \frac{L}{R} \frac{du_R}{dt}$.

La solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_R(t) = A + B \exp(-t / \tau)$.

II-4- Donner les expressions de A et τ en fonction des éléments du circuit.

II-5- Déterminer l'expression de B à partir de la condition initiale sur la valeur de u_R à la fermeture de l'interrupteur K .

II-6- A partir de l'enregistrement de $u_R(t)$, déterminer, en indiquant précisément la méthode utilisée, la valeur numérique de τ . En déduire la valeur de la résistance r de la bobine.

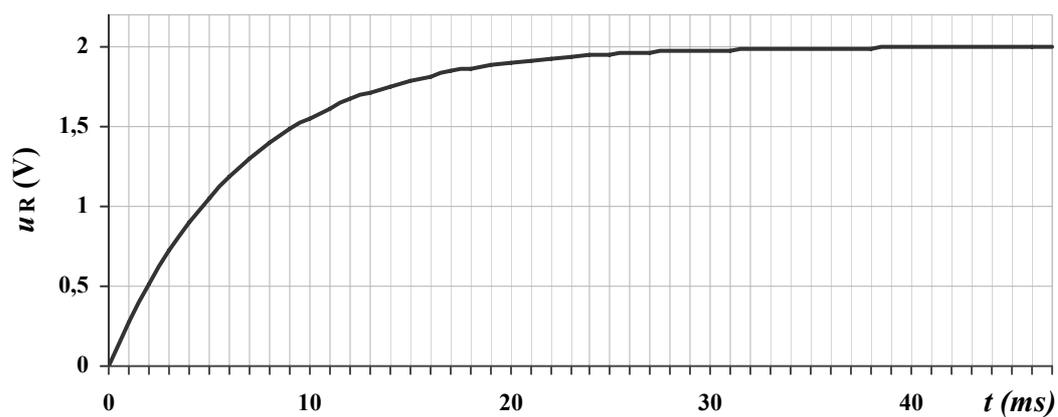
Après un temps suffisamment long Δt , le régime permanent est atteint et on branche aux bornes B et C de la bobine un voltmètre numérique qui indique **2,494 V** pour la tension u_B .

II-7- Calculer l'ordre de grandeur de la valeur minimale de Δt .

II-8- Donner l'expression de la tension u_B en régime permanent

II-9- Donner l'expression et calculer la valeur de r à partir de la valeur de la tension lue sur le voltmètre.

II-10- Donner l'expression et calculer l'énergie W_B emmagasinée dans la bobine.



REPONSES A L'EXERCICE II

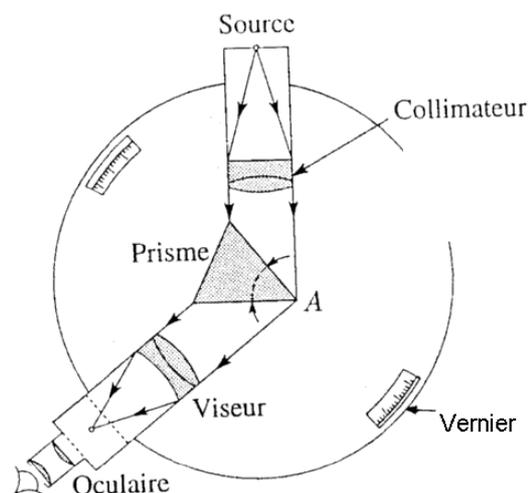
II-1- Masse M :	Entrée Y :
II-2- Tension : $u_B(t) =$	
II-3- Justification :	
II-4- Expressions : $A =$	$\tau =$
II-5- Condition initiale : $u_R(t=0) =$	Expression : $B =$
II-6- Méthode :	
Constante : $\tau =$	Résistance : $r =$
II-7- Durée $\Delta t =$	
II-8- Expression : $u_B =$	
II-9- Expression : $r =$	Application numérique : $r =$
II-10- Expression : $W_B =$	Application numérique : $W_B =$

EXERCICE III

La spectrométrie est une technique de mesure des longueurs d'ondes correspondant aux raies émises par une source lumineuse. Comme chaque atome (ou chaque molécule) est caractérisé par un ensemble de raies d'émission occupant des positions bien précises dans le spectre, on peut donc déterminer la composition chimique d'une source à partir de l'analyse de la lumière qu'elle émet : ceci est réalisé couramment en astrophysique pour connaître les éléments qui constituent certaines étoiles.

On envoie sur un prisme un faisceau lumineux. Le rayon traverse le prisme, puis y sort en étant dévié vers sa base. En mesurant à l'aide d'un goniomètre le minimum de déviation, on peut ainsi déterminer l'indice n du verre crown constituant ce prisme.

On notera $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ la célérité de la lumière dans le vide.



III-1- La propriété fondamentale à l'origine de la spectroscopie à prisme est que son indice de réfraction dépend de la longueur d'onde. Comment qualifie-t-on un tel milieu ?

La dépendance de l'indice du prisme vis-à-vis de la longueur d'onde est correctement décrite par la loi empirique de Cauchy : $n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}$. Sans indication particulière, les longueurs d'ondes données sont considérées mesurées dans le vide ou l'air.

On utilise une lumière bleue de longueur d'onde $\lambda_1 = 486,1 \text{ nm}$. On mesure $n_1 = 1,522$.

Puis, on utilise une lumière rouge de longueur d'onde $\lambda_2 = 656,3 \text{ nm}$. On trouve $n_2 = 1,514$.

III-2- Quelle est la fréquence f_1 de la lumière bleue avant son passage dans le prisme ?

III-3- Quelle est sa fréquence f_1' dans le prisme ?

III-4- Calculer sa longueur d'onde λ_1' dans le prisme.

III-5- Calculer les valeurs de A et B (B en nm^2).

On souhaite maintenant déterminer la longueur d'onde d'un laser Argon.

III-6- Quelle est la nature de l'onde associée au laser ?

Pour plus de précision, on remplace le prisme précédant par un nouveau en verre flint, caractérisé par

$$n(\lambda) = A' + \frac{B'}{\lambda^2} \text{ avec } A' = 1,666 \text{ et } B' = 12\,040 \text{ nm}^2.$$

On mesure alors pour ce laser un indice optique $n_3 = 1,712$.

III-7- Pourquoi les mesures avec ce nouveau prisme seront-elles d'une meilleure précision qu'avec le prisme en verre crown ?

III-8- En déduire la longueur d'onde λ_3 de ce laser.

III-9- Quelle est sa couleur ?

REPONSES A L'EXERCICE III

III-1-	Qualificatif :		
III-2-	Expression : $f_1 =$		Application Numérique : $f_1 =$
III-3-	Expression : $f_1' =$		Application Numérique : $f_1' =$
III-4-	Expression : $\lambda_1' =$		Application Numérique : $\lambda_1' =$
III-5-	A =	B =	nm^2
III-6-	<i>(cocher les réponses exactes)</i>		
	<input type="checkbox"/> Mécanique	<input type="checkbox"/> Monochromatique	
	<input type="checkbox"/> Electromagnétique	<input type="checkbox"/> Polychromatique	
	<input type="checkbox"/> Acoustique	<input type="checkbox"/> Lumineuse	
III-7-	Explication :		
III-8-	Expression : $\lambda_3 =$		Application Numérique : $\lambda_3 =$
III-9-	<i>(cocher la réponse exacte)</i>		
	<input type="checkbox"/> Blanc	<input type="checkbox"/> Rouge	
	<input type="checkbox"/> Infrarouge	<input type="checkbox"/> Ultra-Violet	
	<input type="checkbox"/> Orange	<input type="checkbox"/> Vert	
	<input type="checkbox"/> Rayons X	<input type="checkbox"/> Violet	

EXERCICE IV



Le thermomètre de Galilée est un instrument de mesure de la température ambiante T . Il est constitué d'un tube cylindrique en verre scellé contenant un liquide transparent dans lequel sont plongés des boules numérotées de masses différentes mais de volume identique V . Dans toute l'étude, on suppose chaque boule parfaitement sphérique et de densité homogène (en réalité, les boules ont deux extrémités en pointe, un petit médaillon indiquant la température étant accroché à l'extrémité inférieure).

La particularité du thermomètre provient du fait que la masse volumique du liquide $\rho(T)$ diminue sensiblement quand la température T (en degrés Celsius) augmente.

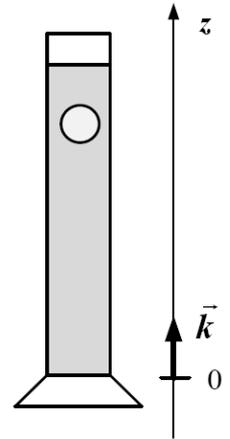
Données :

$$\rho(20^\circ) = 1001 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$\rho(21^\circ) = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$\text{Volume boule : } V = 10^{-6} \text{ m}^3 = 1 \text{ cm}^3$$

$$\text{Accélération de la pesanteur : } g = 10 \text{ m.s}^{-2}$$



\vec{k} vecteur unitaire

A $T = 20^\circ\text{C}$, la boule **A**, complètement immergée, est en équilibre dans le liquide.

A $T = 21^\circ\text{C}$, c'est la boule **B** qui est en équilibre dans le liquide.

On note respectivement ρ_A et ρ_B les masses volumiques des boules **A** et **B**.

Etude en statique :

IV-1- Nommer les forces qui s'exercent sur la boule **A**.

IV-2- Par application de la première loi de Newton, écrire l'équation vectorielle d'équilibre s'appliquant au centre de gravité de la boule **A**, immobile, en équilibre dans le liquide, en fonction de g , $\rho(20^\circ)$, ρ_A , V et \vec{k} .

IV-3- En déduire la masse volumique ρ_A de la boule **A**. Quelle est alors la masse volumique ρ_B de la boule **B** ? Calculer la différence de masse des boules **A** et **B**, soit $\Delta m = m_A - m_B$, exprimée en milligramme.

IV-4- La température ambiante est de 21°C . On suppose que le tube ne contient que les deux boules **A** et **B**. Représenter sur un schéma les positions respectives des 2 boules.

Etude en dynamique :

La température ambiante est maintenant de 20°C . La boule **B** est maintenue au fond du tube jusqu'à l'instant $t_0 = 0 \text{ s}$. A l'instant $t_0 = 0 \text{ s}$, elle est libérée et se met alors en mouvement pour remonter dans le liquide. Soit v sa vitesse en m.s^{-1} et t le temps en seconde. La force de frottement subie par la boule **B** dans sa remontée est représentée par $\vec{F} = -\lambda v \vec{k}$ avec $\lambda = 10^{-4} \text{ kg.s}^{-1}$.

IV-5- Par application de la deuxième loi de Newton, écrire l'équation vectorielle s'appliquant au centre de gravité de la boule **B** en fonction de g , $\rho(20^\circ)$, ρ_B , V , λ , v , dv/dt et \vec{k} .

La vitesse $v(t)$ de la boule **B** obéit alors à une équation différentielle de la forme $\frac{dv}{dt} = \alpha - \beta v$ (I):

IV-6- Quelles sont les unités respectives de α et β ?

IV-7- Exprimer α et β en fonction de g , $\rho(20^\circ)$, ρ_B , V et λ . Calculer α et β .

IV-8- Exprimer la vitesse limite v_{lim} de la boule **B** et calculer sa valeur.

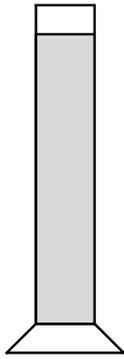
On se propose maintenant d'appliquer la méthode numérique d'Euler à la résolution de l'équation différentielle (I). Cette méthode permet de calculer, pas à pas, les valeurs de la vitesse de la boule **B** à différents instants. Δt est le pas de calcul en temps. A l'instant $t_0 = 0\text{s}$, $v(t_0) = 0\text{ ms}^{-1}$ et $\left(\frac{dv}{dt}\right)_{t=t_0} = \alpha$.

Les formules donnant la vitesse aux instants t_1 , t_2 , et t_3 sont :

$$v(t_1) = v(t_0 + \Delta t) = v(t_0) + \Delta t \left(\frac{dv}{dt}\right)_{t_0} \quad v(t_2) = v(t_1) + \Delta t \left(\frac{dv}{dt}\right)_{t_1} \quad v(t_3) = v(t_2) + \Delta t \left(\frac{dv}{dt}\right)_{t_2}$$

IV-9- On pose $\Delta t = 5\text{ s}$. Calculer les vitesses $v(t_1)$, $v(t_2)$ et $v(t_3)$.

REPONSES A L'EXERCICE IV

IV-1- Bilan des forces :		
IV-2- Equation :		
IV-3-	IV-4- Placer les boules A et B	
$\rho_A =$		
$\rho_B =$		
$\Delta m = \quad mg$		
IV-5- Equation :		
IV-6- Unité :	α en	β en
IV-7- Expressions littérales :	Applications numériques :	
$\alpha =$	$\alpha =$	
$\beta =$	$\beta =$	
IV-8- $v_{lim} =$	$v_{lim} =$	
IV-9- $v(t_1) =$	$v(t_2) =$	$v(t_3) =$