MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE LA PÊCHE ET DE L'ALIMENTATION
CONCOURS DE RECRUTEMENT DE PROFESSEURS
DE LYCÉE PROFESSIONNEL AGRICOLE - 2ème grade

SESSION 1996

Concours : EXTERNE

Section : MATHÉMATIQUES - SCIENCES PHYSIQUES

ÉPREUVE N° 2

COMPOSITION DE PHYSIQUE - CHIMIE

(Coefficient : 2 - Durée : 3 heures)

Il est recommandé aux candidats de partager également le temps entre la physique et la chimie.

La composition comporte quatre exercices, tous ***indépendants***. Les candidats peuvent donc les résoudre dans l'ordre qui leur convient ; ils sont cependant tenus de ***respecter la numérotation de l'énoncé***.

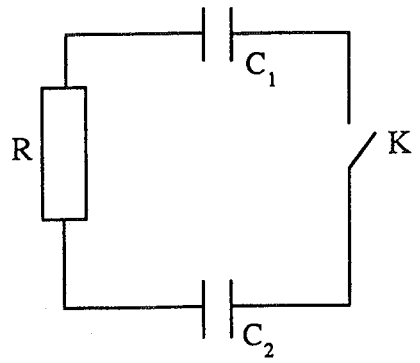
Si au cours de l'épreuve un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre pour cela.

Les correcteurs tiendront le plus grand compte des qualités de soin et de présentation.

PHYSIQUE

Premier exercice : **Étude d'un circuit RC** **(10 points)**

On considère le circuit électrique dont le schéma figure ci-dessous.



Ce circuit comporte :

- un condensateur de capacité C_1
- un dipôle résistif de résistance R
- un condensateur de capacité C_2
- un interrupteur K.

Initialement le condensateur de capacité C_1 porte une charge Q_0 et le condensateur de capacité C_2 est déchargé. A l'instant t = 0 on ferme K.

1- Décrire qualitativement le phénomène qui se produit.

2- On désigne par Q_1 et Q_2 les charges correspondant respectivement à C_1 et C_2 lorsque l'état d'équilibre final est atteint.

21- Écrire en les justifiant deux équations entre les grandeurs Q_1 et Q_2.

22- Calculer les expressions de Q_1 et Q_2 en fonction de Q_0, C_1 et C_2.

3- Déterminer l'énergie des deux condensateurs, à l'état initial et à l'état final.
Effectuer un bilan énergétique.
Commenter le résultat obtenu.

4- On note q_1 et q_2 les charges instantanées portées par les deux condensateurs.

41- Établir une équation différentielle en q_2, permettant de décrire l'évolution du circuit.
On introduira la constante : $\tau = R\, C_1\, C_2 / (C_1 + C_2)$.

42- En déduire, en fonction du temps t et des paramètres Q_0, τ, R, C_1, l'expression q_2 (t).
Proposer une vérification de ce résultat.

43- Déterminer l'expression de l'intensité i(t) du courant qui traverse le dipôle résistif R.

44- En déduire la valeur de l'énergie dissipée par effet Joule pendant le passage du courant, depuis la fermeture du circuit jusqu'à l'instauration de l'état d'équilibre.
Proposer une vérification de ce résultat.

45- Décrire les conséquences d'une augmentation de la résistance R du dipôle résistif, les valeurs de C_1 et de C_2 étant données.

<u>Deuxième exercice</u> : Étude des détentes d'un gaz parfait (10 points)

On dispose d'un gaz parfait monoatomique à la température T_1 = 1000 K et à la pression $P_1 = 10^6$ Pa.
On lui fait subir à partir de cet état initial, les détentes 1, ou 2, ou 3, décrites ci-dessous, qui l'amènent de la pression P_1 à la pression $P_2 = 10^5$ Pa.

On donne :
- la constante des gaz parfaits $R = 8{,}32\ J.mol^{-1}.K^{-1}$
- le rapport des chaleurs massiques γ à pression et volume constants $\gamma = \dfrac{C_p}{C_v} = \dfrac{5}{3}$

1- Détente adiabatique réversible

11- Déterminer la température T_2 du gaz parfait dans l'état final en fonction de T_1, P_1, P_2 et γ.

12- Calculer numériquement T_2.

13- Calculer la variation d'entropie relative à une mole de gaz parfait.

2- Détente adiabatique irréversible

21- Montrer que la température T'_2 dans l'état final est de la forme :

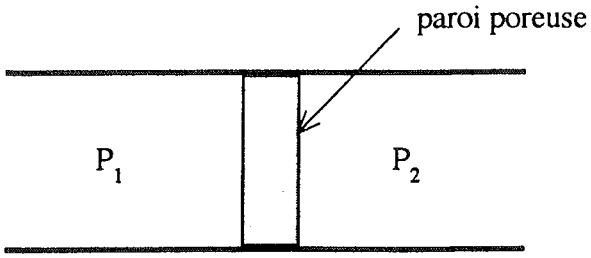
$$T'_2 = \frac{T_1}{\gamma}\ \left[1 + (\gamma - 1)\frac{P_2}{P_1}\right].$$

22- Calculer numériquement T'_2.

23- Calculer la variation d'entropie relative à une mole de gaz parfait .
Commenter ce résultat.

3- Détente isenthalpique

On détend adiabatiquement le gaz parfait en le faisant circuler sans vitesse notable dans un tube comportant une paroi poreuse (c. f. schéma ci-après).



Les grandeurs intensives P et T sont supposées uniformes de part et d'autre de la paroi quand le régime permanent est établi.

31- Montrer que cette transformation est isenthalpique.

32- Déterminer la température T''_2 du gaz parfait après passage de la paroi.

33- Calculer la variation d'~~enthalpie~~ d'entropie relative à une mole de gaz parfait qui subit cette détente.
Commenter le résultat. erreur de

CHIMIE

Premier exercice : Étude de quelques propriétés complexantes d'une solution d'ammoniac (10 points)

Données valables pour tout l'exercice

pKa du couple NH_4^+ / NH_3 : 9,25

Potentiels standard d'oxydoréduction

Couples	E° en V
Cu^+ / Cu	0,52
Cu^{2+} / Cu^+	0,16

Constante de dissociation de l'ion complexe diammine argent (I) : $6{,}31.10^{-8}$

1- Propriétés complexantes

11- On mélange 20 mL d'une solution de nitrate d'argent de concentration $0{,}1 mol.L^{-1}$ et 40 mL d'une solution d'ammoniac à $0{,}1 mol.L^{-1}$.

titre initial 1 mol.L⁻¹

111- Écrire l'équation de la réaction qui se produit.

112- Exprimer sa constante d'équilibre.

113- Calculer la concentration des différentes espèces en solution.
Remarque : pour ces calculs on négligera le caractère acidobasique de l'ammoniac après avoir justifié cette approximation légitime.

12- Calculer le pH du mélange précédent.

13- On dissout 0,02 mol de nitrate d'argent dans 50 mL d'une solution de chlorure d'ammonium de concentration $1 mol.L^{-1}$.

131- Calculer la constante d'équilibre de la réaction :

$$Ag^+ + 2\,NH_4^+ \rightleftarrows [Ag(NH_3)_2]^+ + 2\,H^+$$

132- En déduire la concentration des espèces en solution ainsi que le pH.

2- Influence sur les potentiels d'oxydoréduction

On ajoute de la poudre de cuivre à une solution de sulfate de cuivre (II) de concentration 0,01 mol.L^{-1}.

21- Calculer la concentration en ions Cu^+ à l'équilibre .
Conclure sur la stabilité du cuivre (I) en solution aqueuse.

22- Calculer le potentiel standard du couple Cu^{2+} / Cu.

23- Calculer le potentiel d'une solution d'ions Cu^{2+} de concentration 0,01 mol.L^{-1}, dans laquelle trempe une lame de cuivre.

24- A 100 mL de la solution précédente on ajoute 0,1 mole d'ammoniac. Il y a formation du complexe $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ et le potentiel de la solution varie de 0,5 V.

241- Préciser dans quel sens s'effectue cette variation de potentiel.
242- En déduire la nouvelle concentration en ions Cu^{2+} et la constante de formation du complexe.

<u>Deuxième exercice</u> : Étude de solutions tampon (10 points)

1- Définitions

11- Citer les propriétés d'une solution tampon.

12- Donner un exemple de milieu biologique tamponné.
Préciser un des couples acide base contribuant à tamponner le milieu.

13- On considère le mélange d'un acide faible AH (dont le pKa est égal à 4) et de sa base conjuguée A^-.
Dans ce mélange, la concentration de AH sera représentée par [AH] et celle de A^- sera notée $[A^-]$.
On définit C par la relation $C = [AH] + [A^-]$ et on appelle x la proportion de A^- dans le mélange.
On ajoute un volume Va d'un acide fort de concentration Ca, à un volume V du mélange précédent. On précise que Va << V.

On note da la grandeur $\dfrac{Ca.Va}{Va + V}$

da représente la variation de concentration de l'acide ajouté.

131- Écrire l'équation de la réaction qui se produit lors de l'introduction de l'acide fort.

132- Calculer la constante d'équilibre de cette réaction.
Commenter le résultat obtenu.

133- Exprimer d[AH] et d[A^-] en fonction de da.

Remarque : d[AH] et d[A^-] représentent respectivement la variation de la concentration en acide AH et en base A^- lors de l'introduction de l'acide fort.

14- On définit le pouvoir tampon β par la relation $\beta = -\frac{da}{dpH}$

141- Exprimer β en fonction de C et de x.

142- La concentration C étant fixée, calculer pour quelle valeur de x le pouvoir tampon est maximum.

2- Préparation d'une solution tampon.

On dispose de 4 solutions de concentration identique et égale à 0,1 mol.L^{-1}.

solution A : Chlorure d'hydrogène
solution B : Acide méthanoïque (pKa = 3,75)
solution C : Méthanoate de sodium
solution D : Hydroxyde de sodium

On veut préparer 100 mL d'une solution tampon de pH = 4,1.

21- Montrer de façon qualitative, qu'il existe différentes possibilités d'arriver à ce résultat en mélangeant à chaque fois deux solutions convenablement choisies parmi les quatre solutions précédentes.

22- Parmi les solutions ainsi préparées, indiquer celle qui aura le pouvoir tampon le plus important.

23- On considère la solution S obtenue par le mélange B + C :

231- Calculer les volumes Vb de B et Vc de C à ajouter pour obtenir S.

232 - Calculer le pouvoir tampon de S.

3- Variation de pH de solutions aqueuses

On ajoute 0,1 mL d'une solution de chlorure d'hydrogène de concentration 1 mol.L^{-1} :
- d'abord à la solution S précédente
- puis à 100 mL d'une solution de méthanoate de sodium de concentration 0,1 mol.L^{-1}.

Calculer dans les deux cas la variation de pH obtenue.