



session 2025

FORCES ARMEES SENEGALAISES

CONCOURS UNIQUE D'ENTREE DANS LES GRANDES ECOLES MILITAIRES (CUGEM)

EPREUVE DE PHYSIQUE-CHIMIE

DUREE 4H /COEFFICIENT : 6

SUJET 1

EXERCICE 01 (4 points)

L'eau oxygénée est un puissant oxydant très polyvalent. Il est utilisé en médecine pour la désinfection, en industrie pour le traitement de l'eau et à la maison pour l'hygiène et le nettoyage

Un groupe d'élèves tente d'étudier la cinétique de décomposition de l'eau oxygénée.

Par addition d'un catalyseur convenable, il déclenche la décomposition du peroxyde d'hydrogène (**eau oxygénée**) à l'instant $t = 0$. Le volume de l'eau oxygénée est $V = 1 \text{ L}$ et sa concentration molaire initiale est $[H_2O_2]_0 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$. L'équation-bilan de la réaction de décomposition s'écrit :



Par une méthode appropriée, il mesure le volume V_{ox} du dioxygène dégagé à différents instants t , ce qui conduit au tableau suivant :

$t \text{ (h)}$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0		
$V_{ox}(\text{L})$	2,51	4,53	5,86	7,37	8,36	9,16		
$n \text{ (mol)}$							$[H_2O_2]$	

n représente le nombre de moles d'eau oxygénée disparues à l'instant. On prendra le volume molaire $V_m = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$.

1.1- L'équation (1) est une réaction d'oxydoréduction, donner les couples rédox mis en jeu, puis les demi-équations électroniques correspondantes. **(0,75pt)**

1.2- Exprimer n en fonction de V_{ox} . **(0,25pt)**

1.3- Montrer que la concentration molaire $[H_2O_2]$ d'eau oxygénée à l'instant t est donnée par la relation : $[H_2O_2] = 1 - n$. **(0,5pt)**

1.4- Compléter le tableau ci-dessus, puis tracer la courbe $[H_2O_2] = f(t)$. On choisira une échelle convenable **(1pt)**

1.5- Donner la définition de la vitesse de disparition du peroxyde d'hydrogène à l'instant t .

Puis déterminer graphiquement les vitesses de disparition de H_2O_2 aux instants $t_1 = 1 \text{ h}$ et $t_2 = 3 \text{ h}$.

Conclure **(1pt)**

1.6- Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$, puis déterminer graphiquement sa valeur. **(0,5pt)**

EXERCICE 02 (4points)

Les acides alpha-aminés sont indispensables à la vie : sans eux, pas de protéines, pas d'enzymes, pas de vie cellulaire. Ils sont donc essentiels à la structure, au fonctionnement, et à la régulation des organismes vivants.

L'analyse d'un composé organique de formule **C_xH_yO_zN** donne les pourcentages massiques suivants : %C = 32 ; %H = 6,67 et %N = 18,67.

2.1- Déterminer la formule brute de ce composé. Ecrire les formules semi-développées

possibles.

(0,5pt)

CUGEM.....2025

2.2- Le composé est en fait un acide

α

aminé, donner son nom dans la nomenclature officielle.(0,5pt)

2.3- Dans la solution aqueuse de l'acide

α

aminé, quel ion particulier trouve-t-on ? Donner les deux couples acide-base correspondant à cet ion et écrire les demi-équations protoniques. (1pt)

2.4- On dispose de solutions de l'acide

α

aminé, d'acide chlorhydrique et d'hydroxyde de sodium de même concentration C = 0,10 mol. L⁻¹.

2.4.1 On prélève 5 mL de la solution d'acide

α

aminé que l'on mélange avec 2,5 mL de solution chlorhydrique, le pH du mélange est 2,4. Sachant que le pH isoélectrique de l'acide

α

aminé est 6, déterminer les valeurs pKa1 et pKa2 des deux couples acide-base de la question précédente. (0,5pt)

2.4.2 Quel est le pH d'un mélange de 5 mL de la solution d'acide

α

aminé avec 2,5 mL de la solution de soude ?

(0,75pt)

2.4.3 Préciser l'espèce majoritaire dans la solution d'acide

α

aminé lorsque son pH prend les valeurs 1,5 puis 6,0 et enfin 11. Justifier les calculs.

(0,75pt)

EXERCICE 03 (4points)

Les condensateurs (ou capacités) jouent un rôle fondamental en électronique et en électrotechnique.

Ce sont des composants passifs qui stockent l'énergie sous forme de champ électrique. Ils peuvent emmagasiner et libérer rapidement de l'énergie. En physique, ils aident aussi à modéliser des systèmes et des phénomènes (temps de charge/décharge exponentiel, etc.). Ils sont aussi utilisés dans les écrans tactiles, les défibrillateurs et les mémoires informatiques.

Afin de déterminer la valeur de la capacité C de leur téléphone portable un groupe d'élèves réalise le circuit électrique représenté à la figure 1.

La force électromotrice du générateur est : $E = 6 \text{ V}$, la valeur de la résistance est $R = 2 \text{ k}\Omega$.

A la date t = 0, le condensateur étant non chargé, on ferme L'interrupteur K. L'intensité instantanée i du courant est comptée positivement dans le sens du courant débité par le générateur. **FIGURE 1**

3.1- Etablir l'équation différentielle liant la charge q de

l'armature positive, sa dérivée première par rapport au temps (

$\frac{dq}{dt}$

) et les constantes R, E et C.**(0,75pt)**

3.2- Vérifier que

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

est solution de cette équation différentielle. Donner l'expression de la tension uC aux bornes du condensateur en fonction du temps. **(0,5pt)**

3.3 On mesure la tension uC aux bornes du condensateur en fonction du temps, on obtient les valeurs suivantes :

t(s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
uC(V)	0	1,60	2,75	3,80	4,20	4,70	5,00	5,30	5,50	5,60	5,75

3.3.1- Tracer alors le graphe uC = f(t). Echelles : 1 cm pour 10 s et 1 cm pour 0,5 V. **(0,5pt)**

3.3.2- Quelle est l'ordonnée de l'asymptote horizontale ? Justifier. **(0,25pt)**

3.3.3- Donner la signification physique de

T

puis déterminer graphiquement sa valeur numérique.

(0,5pt)

3.4- Soit t1 le temps au bout duquel uC atteint 10% de sa valeur maximale et soit t2 le temps au bout duquel uC atteint 90% de sa valeur maximale.

Exprimer, en fonction de

T

, le temps de montée td défini par $td = t_2 - t_1$.

En déduire la valeur de

T

Comparer cette valeur à celle obtenue graphiquement. **(1pt)**

CUGEM..........**2025**

3.5-Détermine la valeur de la capacité du condensateur du téléphone portable. **(0,5pt)**

EXERCICE 04 (4points)

Les satellites jouent un rôle crucial dans de nombreux domaines de la vie moderne. Ils sont utilisés pour la surveillance de l'environnement (déforestation, désertification, qualité de l'air). Dans la télécommunication ils servent à transmettre les émissions de télévision et de radio.

4.1- Dans un repère géocentrique supposé galiléen, on considère un satellite de centre d'inertie S dont la trajectoire est une orbite circulaire située dans le plan équatorial à l'altitude h autour de la Terre. On considère que la Terre est sphérique et homogène de masse MT, de centre d'inertie O, de rayon RT. On admet que toute action mécanique autre que l'interaction gravitationnelle entre le satellite et la Terre est négligeable.

Données : RT = 6370 km, constante de gravitation K = 6,67.10-11m3.kg-1. s-2, valeur du champ de gravitation à la surface de la Terre G0 = 9,8 m.s-2

4.1.1- Faire un schéma (sans respecter l'échelle) sur lequel apparaîtront la force exercée par la Terre sur le satellite, le vecteur champ de gravitation créé en S et le vecteur unitaire

$$\vec{u}_{OS}$$

(dirigé de O vers S). **(0,75pt)**

4.1.2- A partir de la loi de gravitation universelle, établir l'expression du champ de gravitation Gh à l'altitude h en fonction de G, MT , RT et h. **(0,25pt)**

4.1.3- En déduire l'expression de Gh en fonction de G0, h et RT.

(0,25pt)

4.2- Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.

(0,25pt)

4.3- Etablir l'expression de la vitesse V du satellite dans le référentiel géocentrique en fonction de G0, RT, h. En déduire l'expression de la période T et de la vitesse angulaire

ω

(0,5pt)

4.4 L'expression de l'énergie potentielle du satellite est :

$$Ep = -\frac{KMm}{r}$$

+ Cte.

Déterminer la valeur de la constante en considérant que la référence est à l'infini.

(0,25pt)

Quelle serait la valeur de cette constante si la référence était prise à la surface de la Terre. (0,25pt)

4.5 On considère maintenant un satellite en orbite basse à l'altitude h = 780 km.

4.5.1- Calculer V, T et

ω

(0,75pt)

4.5.2- Le satellite se déplace dans le même sens que la Terre. Déterminer la durée T' qui sépare deux passages successifs du satellite à la verticale d'un point donné de l'équateur. On rappelle que la période de rotation de la Terre sur elle-même est T0=24 heures. (0,25pt)

4.5.3- Le satellite se déplace vers l'Ouest. Déterminer la durée T'' qui sépare deux passages successifs du satellite à la verticale d'un point donné de l'équateur. (0,25pt)

4.5.4- Le satellite se déplace vers l'Est ? Déterminer l'angle dont à tourner le satellite pendant trois rotations complètes de la Terre. (0,25pt)

EXERCICE 05 (4 points)

L'étude de la structure de l'atome est fondamentale en physique, en chimie et dans d'autres sciences. Elle permet de comprendre la nature de la matière et les lois qui régissent l'univers.

5.1- Dans la théorie de BOHR de l'atome d'hydrogène, les énergies des différents niveaux sont données par la formule :

$$En = -\frac{13,6}{n^2} (eV)$$

;

n

est un nombre entier positif. Le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène contient trois raies visibles : (orangée) :

λ_1

= 656,3nm ; (bleue) :

λ_2

= 486,1nm ; (indigo) :

λ_3

= 434,1nm.

On donne les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène dans le diagramme énergétique simplifiée représenté à la figure 2.

5.1.1 -Quel est le niveau correspondant à l'état fondamental ? (0,25pt)

5.1.2- Calculer en eV, l'énergie d'un photon des radiations lumineuses de longueur

d'où

λ_1

;

λ_2

;

λ_3

(0,75pt)

CUGEM.....2025

5.1.3- Montrer que chacune de ces trois raies correspond à une transition du niveau n=2 à un niveau excité p que l'on précisera. (0,75pt)

5.1.4- Quelle est l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène ? Quelle est la longueur d'onde correspondant à l'ionisation de l'atome d'hydrogène (pris d'abord à l'état fondamental ensuite au premier état excité). (0,75pt)

5.2- Une source de lumière composée de ces trois radiations

λ_1

,

λ_2

,

λ_3

est utilisée pour éclairer une cellule photoélectrique au potassium. L'énergie d'extraction d'un électron du métal potassium est

$W_0 = 2,2 \text{ eV}$. A l'aide de filtres appropriés on peut isoler chacune des radiations précédentes afin d'étudier leur effet.

5.2.1 Quelles sont parmi ces trois radiations celle qui provoquent une émission d'électrons ? Justifier la réponse. (0,75pt)

5.2.2 Calculer la vitesse maximale d'émission des électrons pour chacun des cas où l'émission est possible. (0,75pt)

