

**BACCALAURÉAT**  
**SESSION 2019**

**Coefficient : 4**  
**Durée : 3h**

# PHYSIQUE-CHIMIE

## SÉRIE : D

*Cette épreuve comporte quatre (04) pages numérotées 1/4, 2/4, 3/4 et 4/4.  
Le candidat ou la candidate recevra une (01) feuille de papier millimétré.  
Toute calculatrice est autorisée.*

### Exercice 1 (5 points)

Au cours d'une kermesse dans un Lycée Moderne, les élèves d'une classe de Terminale D participent à un jeu dénommé "Le Plus Adroit".

Ce jeu consiste à atteindre une cible par un projectile.

Pour cela, ils disposent d'une piste de lancement ABO comportant deux parties :

- AB est une portion rectiligne horizontale de longueur  $\ell$ , munie d'un repère  $(A, \vec{u})$ ,  $\vec{u}$  étant un vecteur unitaire.

- BO est une portion circulaire centrée en C, de rayon  $r$ , d'angle au sommet  $\alpha$ . CB est perpendiculaire à AB.

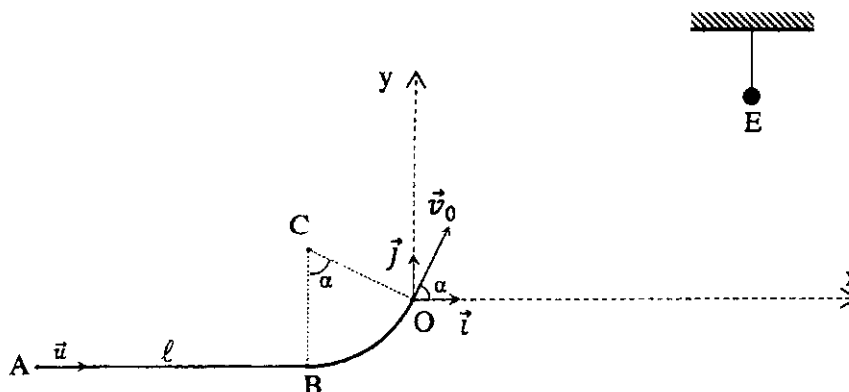
Le projectile, assimilable à un point matériel de masse  $m$  part de A sans vitesse initiale à l'instant  $t = 0$ , sous l'action d'une force  $\vec{F}$ . Cette force, exercée par un concurrent entre A et B, est de direction horizontale.

Avec la vitesse  $\vec{v}_B$  acquise en B, le projectile aborde la portion BO.

À partir de O, le projectile animé d'une vitesse  $\vec{v}_0$  inclinée d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale, effectue une chute dans le champ de pesanteur uniforme  $\vec{g}$ . La cible à atteindre est fixée en un point E de coordonnées  $x_E$  et  $y_E$  dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  (voir figure).

Le vainqueur de cette compétition est celui dont le projectile atteint la cible au sommet de la trajectoire. Dans tout l'exercice, les forces de frottements sont négligeables.

On donne :  $\ell = 5 \text{ m}$ ;  $m = 1 \text{ kg}$ ;  $\alpha = 60^\circ$ ;  $r = 1 \text{ m}$ ;  $x_E = 0,69 \text{ m}$ ;  $y_E = 0,59 \text{ m}$ .



#### 1. Étude du mouvement du projectile sur le parcours AB

##### 1.1. Préciser :

- 1.1.1. le système étudié ;
- 1.1.2. le référentiel d'étude.

##### 1.2. Faire l'inventaire des forces appliquées au système.

##### 1.3. Énoncer le théorème de l'énergie cinétique.

- 1.4. Exprimer la valeur  $v_B$  de la vitesse en B en fonction de  $F$ ,  $\ell$  et  $m$  en appliquant ce théorème.
- 1.5. Calculer la valeur  $v_B$  pour  $F = 2,5$  N.
- 1.6. Énoncer le théorème du centre d'inertie.
- 1.7. Déterminer, en appliquant ce théorème :
  - 1.7.1. la valeur  $a_u$  de l'accélération;
  - 1.7.2. la durée  $t$  du parcours.
2. Étude du mouvement sur le parcours BO
  - 2.1. Montrer que la valeur de la vitesse  $\vec{v}_0$  atteinte par le projectile en O a pour expression :
 
$$v_0 = \sqrt{v_B^2 - 2gr(1 - \cos\alpha)}$$
  - 2.2. Calculer  $v_0$ .
3. Étude du mouvement au-delà du point O

Pour la suite, on prendra  $v_0 = 4m \cdot s^{-1}$ .

  - 3.1. Établir les équations horaires  $x(t)$  et  $y(t)$  du mouvement dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ .
  - 3.2. Dédire de la question précédente, l'équation cartésienne de la trajectoire  $y(x)$ .
  - 3.3. Montrer que  $y = -0,25x^2 + 1,73x$ .
  - 3.4. Déterminer les coordonnées :
    - 3.4.1. de la flèche ;
    - 3.4.2. de la portée.
  - 3.5. Montrer que ce concurrent est le gagnant de la compétition.

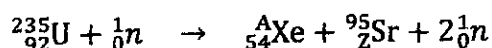
## Exercice 2 (5 points)

L'uranium  ${}^{235}_{92}\text{U}$  est un nucléide qui peut subir une fission ou une désintégration radioactive.

### 1. Étude de la désintégration radioactive de l'uranium ${}^{235}_{92}\text{U}$

L'uranium  ${}^{235}_{92}\text{U}$  est émetteur de particules  $\alpha$ . Sa période est  $T = 7,2 \cdot 10^8$  ans. On rappelle que la loi de décroissance radioactive s'écrit :  $N = N_0 e^{-\lambda t}$ .

- 1.1. Définir la période radioactive  $T$  d'un nucléide.
- 1.2. Calculer la constante radioactive  $\lambda$  de l'uranium  ${}^{235}_{92}\text{U}$ .
- 1.3. On dispose d'une masse  $m_0 = 1$  g d'uranium  ${}^{235}_{92}\text{U}$  à la date  $t = 0$ .
  - 1.3.1. Vérifier que le nombre de noyaux  $N_0$  présents dans la source à la date  $t = 0$  est
 
$$N_0 = 2,56 \cdot 10^{21} \text{ noyaux} .$$
  - 1.3.2. Déterminer le nombre de noyaux  $N(t)$  présents dans la source aux dates  $t = T$ ,  $t = 2T$  et  $t = 3T$ .
  - 1.3.3. Représenter qualitativement la courbe de décroissance radioactive  $N = f(t)$  sur 3 périodes successives (faire figurer les ordonnées des points d'abscisses  $0, T, 2T$  et  $3T$ ).
2. Étude de la fission de l'uranium  ${}^{235}_{92}\text{U}$ 
  - 2.1. Définir la fission nucléaire.
  - 2.2. Par capture d'un neutron, l'uranium  ${}^{235}_{92}\text{U}$  donne la réaction nucléaire suivante :



- 2.2.1. Rappeler les lois de conservation au cours d'une réaction nucléaire.
- 2.2.2. Calculer les valeurs de A et de Z en utilisant ces lois.

Données :  $m({}^{235}_{92}\text{U}) = 3,903 \cdot 10^{-25}$  kg.

### Exercice 3 (5 points)

Le laboratoire d'un Lycée Moderne dispose d'une solution  $S$  de base faible  $B$  de concentration molaire volumique  $C_b$  inconnue.

Un Professeur de Physique-Chimie d'une classe de Terminale D désire identifier cette base par deux méthodes, la méthode pH-métrique (expérimentale) et la méthode théorique.

Il confie cette tâche à un groupe d'élèves. Pour cela, il met à sa disposition :

- une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique  $C_a = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$  ;
- la solution de base ;
- le dispositif nécessaire pour réaliser un dosage pH-métrique et une dilution.

Le groupe réalise le dosage d'un volume  $V_b = 10 \text{ mL}$  de la solution de base par la solution d'acide chlorhydrique. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous :

|            |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $V_a$ (mL) | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8   | 8,3 | 9   | 10  | 11  |
| pH         | 11,8 | 11,3 | 11,0 | 10,9 | 10,8 | 10,7 | 10,5 | 10,2 | 9,3 | 3,0 | 2,5 | 1,9 | 1,6 |

À la température de l'expérience, le produit ionique de l'eau est  $K_e = 10^{-14}$ .

Par la suite, à partir de la solution de base, le groupe prépare une solution  $S'$  de concentration molaire volumique  $C'_b = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , dont le pH est égal à 11,3.

On donne les  $pK_a$  de quelques couples acides/bases dans le tableau ci-dessous :

| Couple acide/base   | $pK_a$ |
|---|--------|
| $(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2^+ / (\text{CH}_3)_2\text{NH}$ | 11,0   |
| $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+ / (\text{CH}_3)_3\text{N}$    | 9,9    |
| $(\text{CH}_3)\text{NH}_3^+ / (\text{CH}_3)\text{NH}_2$   | 10,7   |

#### 1. Identification de la base faible par la méthode pH-métrique

1.1. Faire le schéma annoté du dispositif expérimental.

1.2. Écrire l'équation-bilan de la réaction du dosage.

1.3. Tracer la courbe  $\text{pH} = f(V_b)$ .

- 1 cm pour 1 mL ;
- 1 cm pour 1 unité de pH.

1.4. Déterminer :

1.4.1. les coordonnées du point E à l'équivalence ;

1.4.2. les coordonnées du point F à la demi-équivalence ;

1.4.3. la concentration molaire volumique  $C_b$  de la solution.

1.5. Donner la valeur du  $pK_a$  du couple acide/base étudié.

1.6. Déduire de la question 1.5 le nom de la base et le couple acide/base correspondant.

#### 2. Identification de la base faible par la méthode théorique

Nous supposons qu'il s'agit de la méthylamine.

2.1. Écrire l'équation-bilan de la réaction chimique de la méthylamine avec l'eau.

2.2. Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes en solution.

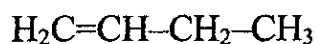
2.3. Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes en solution.

2.4. Calculer le  $pK_a$  du couple acide/base étudié.

2.5. Dire si cette valeur de  $pK_a$  confirme le nom de la base faible trouvé en 1.6.

## Exercice 4 (5 points)

Le Professeur de Physique-Chimie d'un Lycée Moderne demande à un groupe d'élèves d'effectuer des réactions de synthèses de composés organiques à partir de l'hydratation d'un alcène, le but-1-ène de formule semi-développée :



### 1. Hydratation de l'alcène

- 1.1. Donner les noms et les formules semi-développées des produits formés.
- 1.2. Identifier le produit majoritaire. Justifier votre réponse.

### 2. Première synthèse

Le groupe réalise par la suite, l'oxydation ménagée en milieu acide de l'un des produits de l'hydratation, le butan-1-ol, par le dichromate de potassium en excès. Il obtient un produit A.

- 2.1. Donner la fonction chimique de A.
- 2.2. Donner la formule semi-développée et le nom de A.

### 3. Deuxième synthèse

Le composé A réagit avec le chlorure de thionyle pour donner un composé B.

Le composé B réagit avec le butan-2-ol pour donner un composé C.

Le composé B réagit également avec l'ammoniac pour donner un composé D.

3.1. Donner la fonction chimique et le nom :

- 3.1.1 du composé B ;
- 3.1.2 du composé C ;
- 3.1.3 du composé D.

3.2. Écrire l'équation-bilan de la réaction entre le composé B et le butan-2-ol. Donner les caractéristiques de cette réaction.