

**Mécanique du point, chimie**

Extrait de l'entête des sujets de la banque PT :

« La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la **clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans l'**appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs. »

**Exercice : Fluorure de calcium**

**1)** Donnez la structure électronique du calcium  $\text{Ca}(Z = 20)$  et du fluor  $\text{F}(Z = 9)$ . Dans chaque cas, on justifiera de façon brève la réponse et on placera les électrons sur les orbitales classées par niveau d'énergie croissant. Indiquez les électrons de valence.

**2)** On plonge un morceau de calcium solide dans un ballon contenant du difluorure gazeux. Le métal s'enflamme.

Ecrivez l'équation de réaction correspondante. Quelle est la nature du produit obtenu (type de liaison mis en jeu) ? Justifiez.

**Problème 1 : Viscosimètre à chute libre (Extrait du CAPES Externe de Sciences Physiques)**

*Données (à pression atmosphérique et température normales) :*

- masse volumique de l'acier :  $\rho_1 = 7,86 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
- masse volumique de la glycérine :  $\rho_2 = 1,26 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
- accélération de la pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$
- rayon de la bille :  $r = 5,0 \text{ mm}$

Une bille en acier, sphérique, de rayon  $r$ , est maintenue immergée dans une solution de glycérine à l'aide d'un électroaimant. A l'instant  $t = 0 \text{ s}$ , on lâche la bille qui tombe ensuite verticalement.

On étudie le mouvement dans le référentiel terrestre, supposé galiléen sur la durée de la chute. Les positions du centre d'inertie de la bille seront repérées sur un axe  $Ox$ , orienté vers le bas, muni d'un vecteur unitaire  $\vec{i}$  et ayant pour origine  $O$ , position initiale du centre d'inertie de la bille.

Pour cette expérience, l'expression de la valeur de la force de frottement est donnée par la formule

de Stokes :  $f = 6\pi \cdot \eta \cdot r \cdot v$  avec  $\eta$  : viscosité du fluide  
 $r$  : rayon de la bille (en m)  
 $v$  : vitesse de la bille dans le fluide à l'instant  $t$  (en  $\text{m.s}^{-1}$ )

**1. Bilan des forces**

1.1. Qu'est-ce qu'un référentiel galiléen ?

1.2. Retrouver, par analyse dimensionnelle, l'unité SI de la viscosité du fluide.

1.3. Faire le bilan des trois forces qui s'appliquent sur la bille.

1.4. Donner l'expression vectorielle de chacune de ces forces en utilisant les notations de l'énoncé.

1.5. Représenter ces forces sur un schéma (sans échelle mais en respectant la direction et le sens de leur somme vectorielle).

**2. Equation différentielle du mouvement**

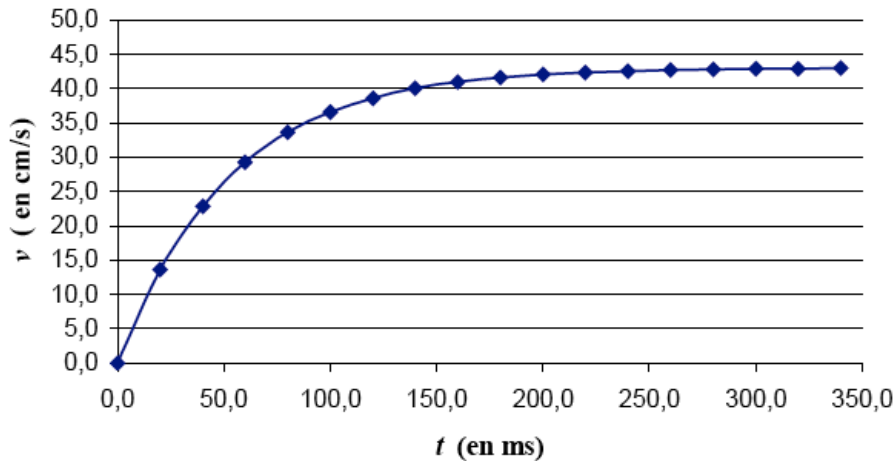
2.1. Montrer que l'équation différentielle régissant le mouvement est du type :  $\frac{dv}{dt} = A + Bv$  où  $A$

et  $B$  sont des constantes. Donner les expressions littérales de ces constantes en fonction des données de l'énoncé.

2.2. Vérifier que  $A = 8,24 \text{ m.s}^{-2}$ .

### 3. Exploitation d'une chronophotographie

Une chronophotographie du mouvement de chute de la bille a permis de tracer l'évolution de la vitesse en fonction du temps (document 1).



Une modélisation ultérieure donne l'évolution de la vitesse de la forme :  $v(t) = v_1 \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$

- 3.1. Décrire la méthode qui permet, à partir d'une chronophotographie, de mesurer la vitesse instantanée d'un mobile.
- 3.2. Définir  $v_1$  et  $\tau$ . Donner leurs unités. Déterminer graphiquement les valeurs de ces deux grandeurs.
- 3.3. Exprimer  $v_1$  et  $\tau$  en fonction de A et B, constantes définies au 2.1.
- 3.4. A partir de la mesure de  $v_1$  et des données de l'énoncé, calculer la viscosité  $\eta$  de la glycérine. Des tables donnent la viscosité de la glycérine égale à :  $\eta_{\text{théorique}} = 0,83 \text{ Pa.s}$ . Comparer les valeurs expérimentale et théorique de cette viscosité (on calculera l'écart relatif). L'unité proposée correspond-elle à l'unité SI déterminée précédemment ?
- 3.5. Déterminer graphiquement la date  $t_1$  à partir de laquelle la vitesse devient constante. Quelle est alors la position  $x(t_1)$  de la bille ? Le régime transitoire est-il facilement observable à l'œil nu ?
- 3.6. Proposer un protocole pour mesurer la viscosité d'un liquide à partir d'une seule mesure de vitesse.

## Problème 2 : Virage

Le virage circulaire d'une route est conçu pour assurer un trafic de voiture à une vitesse de  $60 \text{ km.h}^{-1}$ .

**1)** Si le rayon de courbure de la route est de 150 m, quel angle d'inclinaison doit avoir la route pour que les voitures ne glissent pas (sans la nécessité de coefficient de frottement statique entre les pneus et le bitume) ? Il faudra faire un schéma de la situation avec en particulier le système de coordonnées utilisé et les forces en présence.

**2)** Si la route n'est pas incurvée, quelle doit être la valeur minimale du coefficient de frottement statique entre les pneus et le bitume pour assurer la sécurité du trafic à la vitesse précédente ?

