

Devoir Surveillé n°4

Consigne de rédaction :

- chaque réponse doit être précédée du **raisonnement** qui la justifie.
- les résultats devront être encadrés **à la règle**

I Mouvement d'un anneau sur une piste circulaire [ATS 2004]

On considère le dispositif de la figure ci-après, où un anneau assimilable à un point matériel M de masse m se déplace solidairement à une piste fixe formée de deux parties circulaires (1) et (2) de rayon R_1 et R_2 , de centre C_1 et C_2 , dans un plan vertical. On supposera $R_2 > R_1$.

La verticale est ascendante, d'origine l'altitude du point B .

On repère la position de l'anneau par un angle θ pris à partir de C_1 pour son mouvement sur la partie (1), et à partir de C_2 pour son mouvement sur la partie (2).

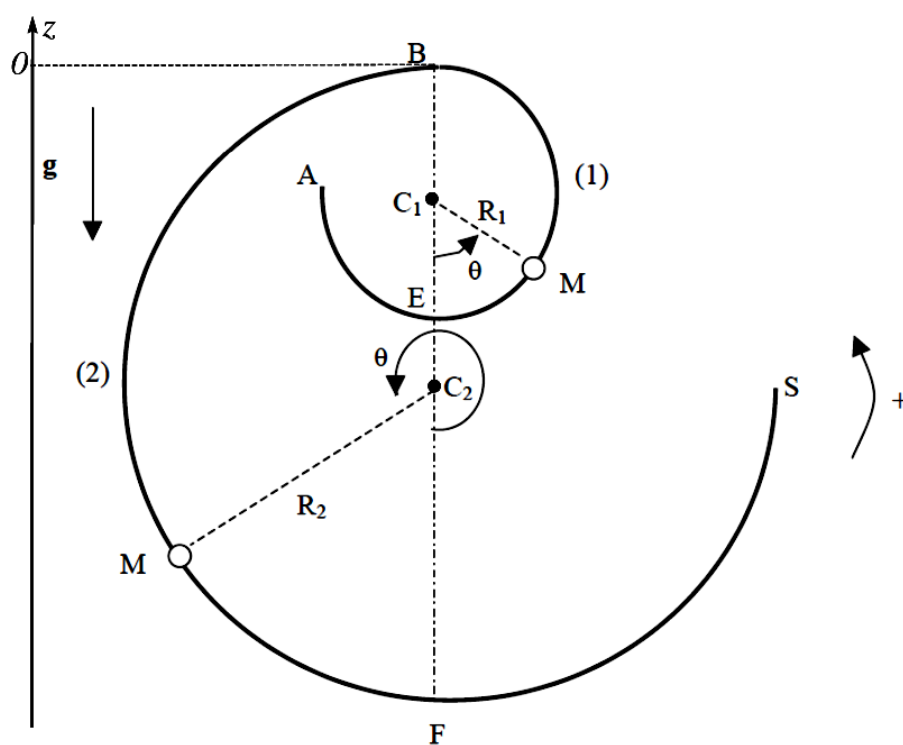
Sur la partie (1), θ varie entre $-\frac{\pi}{2}$ et π .

Sur la partie (2), θ varie entre π et $\frac{5\pi}{2}$.

On note g l'intensité du champ de pesanteur terrestre.

Dans tout le problème, on suppose le mouvement de l'anneau s'effectue sans frottements.

On suppose dans un premier temps que le mouvement de l'anneau s'effectue sur la partie (1) du dispositif.



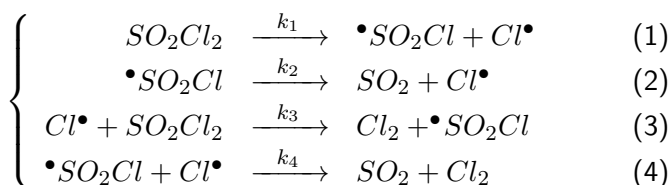
Lorsque l'anneau est au point E ($\theta_E = 0$), il a une vitesse angulaire positive $\dot{\theta}_E = \left(\frac{d\theta}{dt}\right)_E > 0$.

- 1) En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, exprimer $\dot{\theta}^2$ à un instant quelconque en fonction de θ_E , R_1 , g et θ
 - 2) Exprimer l'énergie potentielle de pesanteur \mathcal{E}_{pg} de l'anneau M en supposant $\mathcal{E}_{pg}(B) = 0$ au point B ($\theta = \pi$). On distinguera les cas $-\frac{\pi}{2} < \theta < \pi$ et $\pi < \theta < \frac{5\pi}{2}$.
 - 3) Tracer l'allure de \mathcal{E}_{pg} en fonction de θ . Préciser les points correspondants sur le graphe de \mathcal{E}_{pg} .
 - 4) Déduire graphiquement de la question précédente qu'il existe trois positions angulaires d'équilibre de l'anneau, et préciser leur stabilité.
 - 5) Vérifier l'existence et la nature de ces trois positions d'équilibre par le calcul.
- L'anneau étant initialement en A ($\theta_A = -\frac{\pi}{2}$), il est lancé avec une vitesse v_0 sur le support fixe.

- 6) À quelle condition sur la vitesse v_0 , g et R_1 l'anneau peut-il atteindre le point F ?
- 7) Cette condition étant remplie, donner l'expression de sa vitesse v_F en F ($\theta_F = \pi$), en fonction des données du problème.
- 8) La condition de la question 6) étant toujours remplie, y a-t-il une condition supplémentaire sur v_0 pour que l'anneau sorte de la piste en S ($\theta_S = \frac{5\pi}{2}$) ? Déterminer v_S .

II Mécanisme de décomposition du chlorure de sulfuryle

Le chlorure de sulfuryle SO_2Cl_2 peut se décomposer en phase gazeuse, selon le mécanisme réactionnel suivant :



- 1) Montrer qu'il s'agit d'une réaction en chaîne en identifiant les différentes phases du mécanisme.
- 2) Donner l'équation chimique de la réaction de décomposition du chlorure de sulfuryle. L'écriture de cette équation chimique donne-t-elle un renseignement sur l'ordre de cette réaction ?
- 3) Identifier les intermédiaires réactionnels et donner leur charge.
- 4) Que signifie le sigle AEQS ? En donner l'énoncé complet, et préciser à quelles espèces on peut l'appliquer dans ce mécanisme.
- 5) En résolvant le mécanisme dans le cadre de l'AEQS, établir que la réaction de décomposition de SO_2Cl_2 est une réaction d'ordre 1. Exprimer la constante de vitesse k en fonction des différentes constantes k_i du mécanisme.
- 6) On suppose que les vitesses des actes élémentaires de la phase de propagation sont très grande devant les vitesse de la phase de terminaison ou d'initiation (approximation des « longues chaînes »). Donner alors l'expression simplifiée de v et donc de k dans le cadre de cette approximation.

• Les actes élémentaires suivent tous la loi d'Arrhénius. On note \mathcal{E}_{ai} l'énergie d'activation de l'acte élémentaire (i).

- 7) Montrer que, dans l'approximation des longues chaînes, la constante de vitesse de la réaction de décomposition du chlorure de sulfuryle suit la loi d'Arrhénius, et exprimer son énergie d'activation \mathcal{E}_a comme combinaison linéaire des différentes \mathcal{E}_{ai} du mécanisme.

- 8) L'énergie de liaison $S-Cl$ est légèrement supérieure à l'énergie de liaison $Cl-Cl$: on note $\Delta\chi = \mathcal{E}_l(SCl) - \mathcal{E}_l(ClCl)$. En déduire un profil énergétique plausible pour l'acte élémentaire (3) du mécanisme.

On y fera apparaître :

- les grandeurs portées en abscisse et en ordonnée, écrites en toutes lettres
- la grandeur $\Delta\chi$
- l'énergie potentielle d'activation \mathcal{E}_{a3}

