

Mécanique, chimie

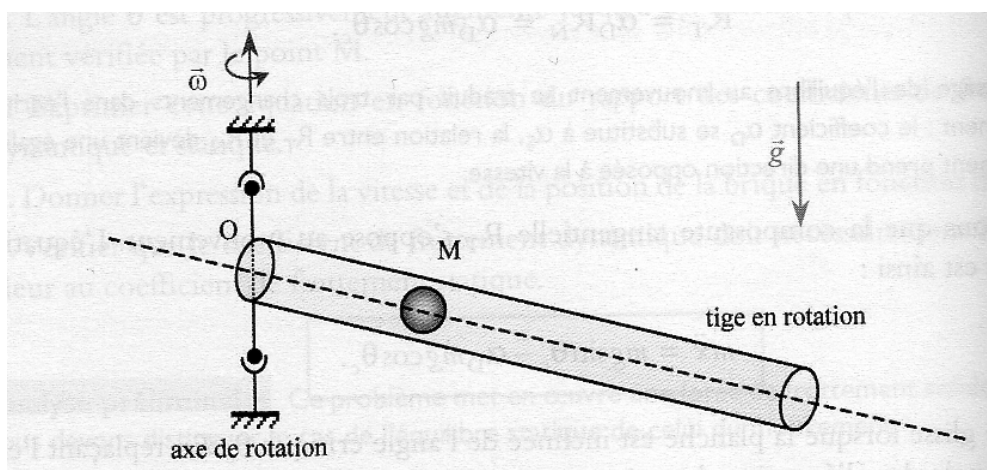
Extrait de l'entête des sujets de la banque PT :

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.

CONSIGNES :

- Composer lisiblement sur les copies avec un stylo à bille à encre foncée : bleue ou noire.
- L'usage de stylo à friction, stylo plume, stylo feutre, liquide de correction et dérouleur de ruban correcteur est interdit.

Problème 1 : Bille dans un tube en rotation



On étudie le mouvement d'une bille astreinte à se déplacer sur un support rectiligne. Le système est constitué d'un tube creux qui tourne à la vitesse angulaire ω **constante** autour de l'une de ses extrémités. Le référentiel d'étude est celui du laboratoire, supposé galiléen.

L'axe de rotation étant vertical, le tube tourne dans le plan horizontal. La bille de masse m est assimilée à un point matériel M . A l'instant initial $t = 0$, elle est lâchée sans vitesse initiale (par rapport à la tige en rotation), à la distance r_0 de l'axe vertical. **Elle se déplace sans frottement.**

a) Menez l'étude cinématique en coordonnées polaires dans la base mobile $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_z)$, (on fera un schéma clair) c'est-à-dire exprimez $\vec{OM}(t)$, $\vec{v}(t)$ et $\vec{a}(t)$ dans la base précédente.

b) Menez l'étude physique, c'est-à-dire faire le bilan des forces qui s'applique au système et complétez le schéma précédent. On notera la réaction du support $\vec{R} = R_r \vec{u}_r + R_\theta \vec{u}_\theta + R_z \vec{u}_z$.

c) Appliquez le principe fondamental de la dynamique et identifiez l'équation du mouvement dans le système d'équation obtenu.

d) Résoudre cette équation pour déterminez $r(t)$. Tracez son allure.

e) Tracez l'allure de la trajectoire globale.

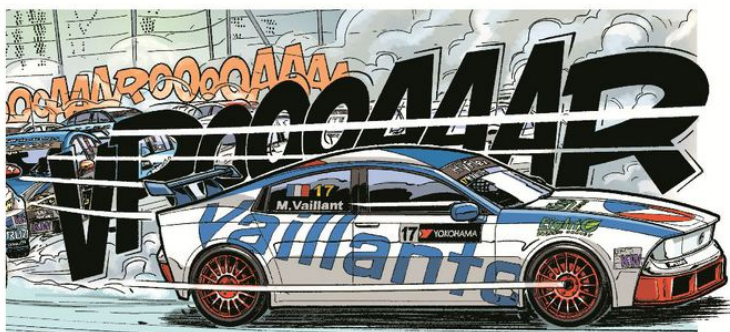
f) Donnez l'expression complète de $\vec{R}$ de la force exercée par le tube sur la bille. Conclusion.

Problème 2 : Virage

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

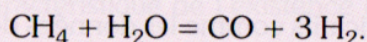
a) Si le rayon de courbure de la route est de 150 m, quel angle d'inclinaison doit avoir la route pour que les voitures ne glissent pas (sans la nécessité de coefficient de frottement statique entre les pneus et le bitume) ? Il faudra faire un schéma de la situation avec en particulier le système de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

b) 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 ?



Problème 3 : Synthèse du dihydrogène

Un mode de préparation industrielle du dihydrogène met en jeu la réaction en phase gazeuse, d'équation suivante :



La réaction se déroule sous une pression totale constante $P = 10 \text{ bar}$.

La température du système demeure constante et telle que la constante d'équilibre K^0 est égale à 15.

Initialement, le système contient 10 moles de méthane, 30 moles d'eau, 5,0 moles de monoxyde de carbone et 15 moles de dihydrogène.

- Exprimer la constante d'équilibre en fonction des pressions partielles des constituants et de $P^0 = 1 \text{ bar}$.
- Exprimer le quotient de réaction Q_r en fonction de la quantité de matière de chacun des constituants, de la pression totale P et de P^0 . Calculer la valeur de Q_r à l'instant initial.
- Le système est-il en équilibre thermodynamique ? Justifier la réponse.
- Si le système n'est pas en équilibre, dans quel sens se produira l'évolution ? Justifier brièvement la réponse.
- Dans un nouvel état initial, le système ne contient que 10 moles de méthane et 10 moles d'eau. Déterminer la composition du système à l'équilibre, en partant de ce nouvel état initial. La pression totale reste égale à 10 bar.