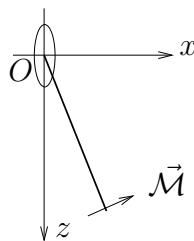


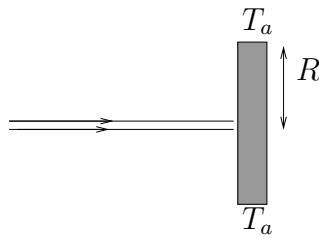
Oraux X-ENS 2008-2011

Attention, nombreuses coquilles probables...

- 1. Évaporation d'une goutte.** (*ENS, Centrale*) On étudie l'évaporation d'une goutelette d'eau dans l'air ambiant immobile. On appelle Φ_s le flux thermique à la surface de la goutte, ρ la masse volumique du liquide, L_v l'enthalpie de vaporisation de l'eau, R_0 le rayon initial de la goutte, $R(t)$ son rayon, K la conductivité thermique de l'air, $T_0 = 300^\circ\text{C}$ la température de l'air ambiant au loin, T_l la température du liquide, supposée uniforme (100°C). On suppose que le problème est à symétrie sphérique et que les transferts thermiques en jeu sont suffisamment lents pour que l'on puisse se placer en régime quasi stationnaire. On prendra aussi une pression de p_0 . Quelle est la forme de la température dans l'air ? Trouver une équation en $R(t)$? Au bout de combien de temps la goutte disparaît-elle ?
- 2. Deux charges et un dipôle.** (*X*) Un dipôle est astreint à se déplacer dans le plan $z = 0$ en restant orienté perpendiculairement à ce plan. On fixe symétriquement de chaque côté du plan deux charges $+q$ et $-q$, à la distance d . Quelles sont les positions d'équilibre du dipôle et leur stabilité ? Décrire les trajectoires.
- 3. Mouvement non linéaire.** (*X*) Une tige homogène de masse m et longueur l peut osciller sans frottement autour de l'axe Oy . À son extrémité est attaché un dipôle $\vec{\mathcal{M}}$ compris dans le plan xOy et orthogonal à la tige. Enfin, on place en O une spire d'axe Ox , de rayon a et de résistance R . On supposera $l \gg a$. Décrire le mouvement de la tige.



- 4. Chauffage par laser.** (*ENS*) On éclaire un cylindre (rayon $R = 1$ cm, épaisseur $d = 1$ mm) rempli d'un solide partiellement transparent ($\rho = 2 \text{ kg.m}^{-3}$, $\lambda = 0,6 \text{ W.K}^{-1}.\text{m}^{-1}$, coefficient d'aborbance $\alpha = 100 \text{ m}^{-1}$) par un laser de puissance $P = 5 \text{ W}$ et de rayon $r = 0,25 \text{ mm}$. Les faces avant et arrière du cylindre sont calorifugées, et la surface latérale thermostatée à $T_a = 25^\circ\text{C}$. Trouver la température en régime stationnaire.

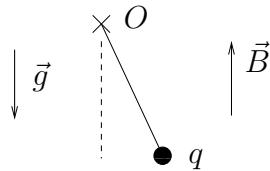


- 5. Atome soumis à une onde électromagnétique.** (*X*) Un électron est en orbite circulaire autour d'un proton. Déterminer sa vitesse angulaire ω_0 et sa période T en fonction du rayon r_0 . Donner des ordres de grandeur.

On envoie sur l'atome une onde plane progressive monochromatique polarisée rectilignement dans le plan de la trajectoire. Cette onde est dans le domaine du visible. Comparer la pulsation de l'onde et ω . Quelle va être l'influence de l'onde ? La calculer perturbativement.

- 6. Ailette de refroidissement.** (*X*) Une barre cylindrique de section S et de longueur L ($L^2 \ll S$) est mise en contact à ses extrémités avec des thermostats de température T_1 et T_2 . Latéralement, la barre est au contact avec de l'air à la température T_e . Déterminer la température dans la barre en régime stationnaire. Cas d'une barre courte ? D'une barre longue ? Réaliser un bilan d'entropie.

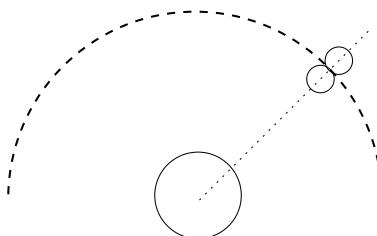
- 7. Charge dans champ magnétique.** (*X*) Une tige sans masse est attachée au point O . À l'autre bout est fixée une charge q de masse m . Le tout baigne dans le champ magnétique uniforme et constant \vec{B} . Quel est le mouvement de la charge pour de petites oscillations ?



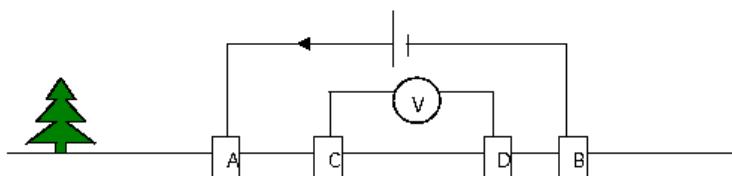
- 8. Chauffage et thermalisation.** (*ENS*) On envoie dans un milieu transparent deux faisceaux laser cohérents, faisant un angle de 2α . Quelle est la figure d'interférences ? Le milieu aborde partiellement la puissance des lasers pendant un temps assez long. Quelle répartition de température peut-on proposer ? On coupe les lasers à l'instant $t = 0$. Quelle est l'évolution ultérieure ?

- 9. Disque conducteur.** (*ENS*) Un disque conducteur homogène (masse M , rayon R , épaisseur h , conductivité γ) est mis en rotation autour de (Oz) à la vitesse initiale ω_0 . On impose $\vec{B}(t) = Ct\vec{u}_z$. Que dire de l'évolution de la vitesse angulaire ?

- 10. Limite de Roche** (*X*) Soit une planète considérée fixe de rayon R et masse volumique uniforme ρ_p . On considère un satellite formé de deux boules accolées, de rayon d , de même masse volumique ρ uniforme. On supposera que le mouvement du barycentre du satellite est circulaire uniforme de rayon r et que les centres des trois boules restent toujours alignés. Donner la vitesse angulaire de parcours de l'orbite. À quelle condition le satellite ne se disloque-t-il pas ?



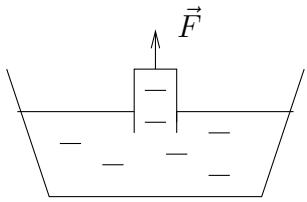
- 11. Résistance du sol.** (*ENS*) Un courant I circule entre les deux électrodes A et B . Que mesure le voltmètre sachant que $AB = BC = CD = a$? À quoi sert ce dispositif ?



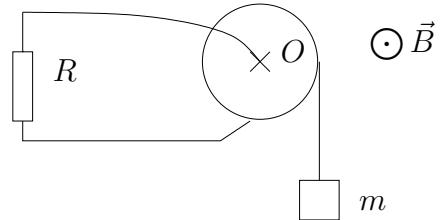
- 12. Étude d'une détente.** (*X,ENS*) Deux récipients identiques, de volumes fixes V_0 , communiquent par un robinet initialement fermé. Au début de l'expérience, le premier récipient contient un gaz parfait à P_0 et T_0 alors que le second est vide. On entrouvre légèrement le robinet et on le referme quand les pressions dans deux compartiments sont égales. Calculer les températures finales ainsi que le nombre de moles dans chaque compartiment.

- 13. Règle sur deux doigts.** (*ENS*) Une règle (longueur l , masse m) est tenue en équilibre sur 2 doigts. Initialement, l'un des doigts est sur une extrémité et l'autre à la distance $a_0 < l/2$ de son centre. Ensuite, ils se mettent tous les deux en mouvement à la même vitesse v_0 en se rapprochant. Décrire les différentes phases du mouvement.

- 14. Équilibre d'un verre.** (*ENS*) Un verre cylindrique plein d'eau est retourné et maintenu partiellement immergé. Quelle est la force \vec{F} à appliquer pour maintenir cet équilibre ? Quelle est la masse apparente du verre ? Peut-on prendre des "verres" aussi hauts que l'on désire ? Donner un ordre de grandeur de la pression de vapeur saturante de l'eau à température ambiante. Quelle est l'application bien connue de ce genre de dispositif ?



15. Roue de Barlow. (*X*) Une roue parfaitement conductrice peut tourner sans frottement autour d'un axe. Le contact entre la périphérie de la roue et le fil électrique est parfaitement glissant. Une masse m est attachée par une ficelle inextensible enroulée sur la roue de Barlow. On lâche le tout. Expliquer qualitativement et quantitativement le phénomène.



16. Fluide en rotation. (*ENS*) Un récipient contenant un fluide est mis en rotation à la vitesse angulaire ω . On suppose que le phénomène est stationnaire dans le référentiel tournant. Quelle est la forme de la surface libre du liquide ? Proposer deux méthodes. On ajoute une bille en bois. Que se passe-t-il ? Et une bille en fer ? Donner les trajectoires en cas de flottaison.