

## Planche d'exercices n°2

### Exercice 1 : Détermination expérimentale de frottements fluides *CCinP*

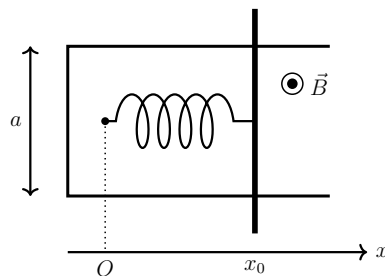
On plonge une boule de masse volumique  $\rho$  et de rayon  $R$  dans un fluide de coefficient de viscosité  $\eta$ . Cette boule est accrochée au couvercle du récipient par un ressort de raideur  $k$  et de longueur à vide  $\ell_0$ . La force de frottements fluides s'appliquant sur la boule est  $\vec{f} = -6\pi\eta R\vec{v}$ .

- Q.1** Déterminer  $\ell_e - \ell_0$ , l'allongement du ressort à l'équilibre.
- Q.2** On pose  $z$  l'allongement du ressort par rapport à la position d'équilibre définie plus tôt.
- Déterminer l'équation du mouvement.
  - Déterminer la condition nécessaire à l'observation d'une faible atténuation.
  - Déterminer dans ce cas la pseudo-période  $T$ .
- Q.3** On se place maintenant dans le cas où le fluide est l'air (les frottements sont négligés).
- Trouver la période  $T_0$  des oscillations.
  - En déduire le coefficient de viscosité  $\eta$  du fluide précédent.

### Exercice 2 : Rail de Laplace avec ressort *CCinP*

Une barre est plongée dans un champ magnétique constant et uniforme  $\vec{B} = B_0\vec{u}_y$ . Le ressort qui la relie au châssis est de longueur nulle au repos. Cette barre est lâchée sans vitesse à l'instant initial  $t = 0$  depuis la position  $x_0 > 0$ .

- Q.1** Prévoir qualitativement l'évolution du système (évolution de la position de la barre et sens du courant)
- Q.2** Déterminer l'équation électrique.
- Q.3** Déterminer l'équation mécanique.
- Q.4** Quelles sont les conditions de pseudo-oscillations ?
- Q.5** Établir l'équation du mouvement.
- Q.6** Étudier le système d'un point de vue énergétique.



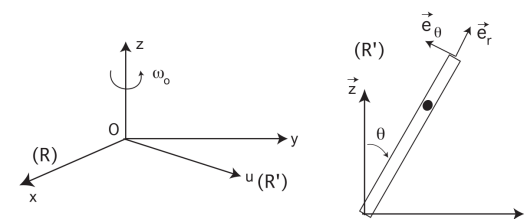
### Exercice 3 : Association de lentilles *CCinP*

On considère un système optique centré utilisé dans les conditions de Gauss et composé de deux lentilles convergentes identiques, de centres respectifs  $O_1$  et  $O_2$ , de même distance focale image  $f'$  et distantes de  $e = 2f'$ .

- Q.1** Déterminer la distance  $\overline{O_1F}$ , où  $F$  est le foyer objet du système constitué par les deux lentilles.
- Q.2** Déterminer la distance  $\overline{O_2F'}$ , où  $F'$  est le foyer image du système constitué par les deux lentilles.
- Q.3** Construire l'image d'un objet à l'infini, situé dans une direction  $\alpha$  par rapport à l'axe optique. Déterminer sa position et sa taille  $d$  par le calcul.
- Q.4** Mêmes questions si  $e = \frac{2}{3}f'$ .

### Exercice 4 : Bille dans un tube *CCinP*

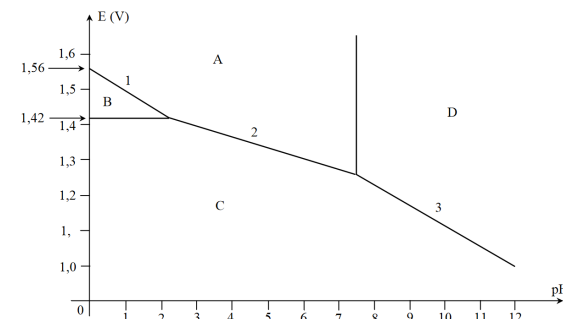
On considère une bille qui coulisse sans frottement dans un tube incliné d'un angle  $\alpha$  fixe par rapport à  $Oz$ .  $(\mathcal{R}')$  est un référentiel en rotation avec la vitesse angulaire constante  $\omega_0$  autour de l'axe  $Oz$  de  $(\mathcal{R})$  galiléen. La position de la bille dans le tube est notée  $r(t)\vec{e}_r$ .



- Q.1** Faire un bilan des forces exercées sur la bille dans le référentiel  $(\mathcal{R}')$ .
- Q.2** Quelle est l'équation différentielle vérifiée par  $r(t)$  ?
- Q.3** À l'instant  $t = 0$ , la bille est au repos par rapport au tube, à la distance  $r_0$ . Déterminer l'expression du temps  $t_1$  que met la bille à sortir du tube.

### Exercice 5 : Oxydo-réduction du chlore *CCinP*

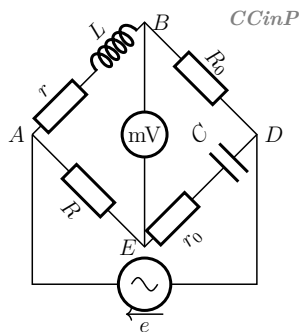
On donne le diagramme E-pH du chlore, avec pour convention de tracé  $C_l = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  :



- Q.1** Ce diagramme contient les quatre espèces suivantes :  $\text{HClO}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Cl}^-$  et  $\text{ClO}^-$ . Placer ces espèces dans le diagramme.
- Q.2** Déterminer, grâce au diagramme, le pKa du couple  $\text{HClO}/\text{ClO}^-$ .
- Q.3** Déterminer, grâce au diagramme, le potentiel standard du couple  $\text{HClO}/\text{Cl}_2$ .
- Q.4** Tracer sur ce diagramme les deux droites délimitant le domaine de stabilité de l'eau. Le dichlore est-il stable dans une solution aqueuse ?
- Q.5** Quelle est la seule espèce chlorée qui peut exister de manière stable en solution aqueuse ?

**Exercice 6 : Détermination d'une inductance**

On considère le montage ci-dessous. La capacité  $C$  et la résistance  $r_0$  sont réglables et réglées de telle façon qu'on ne mesure aucune différence de potentiel au niveau du millivoltmètre. On note  $Z$  l'impédance de la branche  $AB$  et  $Z_0$  celle de la branche  $ED$ .



- Q.1 Déterminer  $U_{AB}$  en fonction de  $Z$ ,  $R_0$  et  $\underline{\epsilon}$ .
- Q.2 Déterminer  $U_{AE}$  en fonction de  $Z_0$ ,  $R$  et  $\underline{\epsilon}$ .
- Q.3 Déterminer une relation entre  $Z$ ,  $Z_0$ ,  $R$  et  $R_0$ .
- Q.4 Déterminer l'inductance  $L$  de la bobine en fonction de  $\omega$  et d'autres paramètres.

**Exercice 7 : Réseau optique**

On considère un réseau constitué de  $N$  fentes, espacées les unes des autres d'une distance  $a$ . On envoie sur ce réseau un faisceau lumineux constitué de rayons tous parallèles entre eux, monochromatiques de même longueur d'onde  $\lambda$ . Chaque rayon forme un angle d'incidence  $i_0$  avec le réseau et ressort avec un angle  $i_p$ .

- Q.1 Établir la relation liant  $i_0$ ,  $i_p$ ,  $a$ ,  $\lambda$  et l'ordre  $p$ .
- On considère maintenant que le faisceau est constitué de deux longueurs d'onde  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$ . On se place dans le cas  $i_0 = 0$  et on observe les interférences sur un écran (E) placé dans le plan focal image d'une lentille convergente de distance focale  $f$ .
- Q.2 En quels points de l'écran observe-t-on les raies dues aux deux longueurs d'onde ? Quelle est la distance que sépare ces raies ?
- Q.3 À quelles conditions les raies correspondant aux deux longueurs d'onde sont-elles séparées ?

**Exercice 8 : Câble coaxial**

On considère un câble coaxial d'axe  $(Oz)$ . Il est constitué de deux cylindres : une âme de rayon  $a$  au potentiel  $V_1$ , parcourue par un courant  $I$  et une gaine de rayon  $b > a$  au potentiel  $V_2$ , parcourue par le même courant  $I$  dans l'autre sens. On se place dans la base locale cylindrique  $(\vec{e}_\rho, \vec{e}_\theta, \vec{e}_z)$ .

- Q.1 a) Par analyse des surfaces équipotentielles, trouver la direction du champ électrique  $\vec{E}$ .
- b) En appliquant le théorème de Gauss à un cylindre de hauteur  $h$  bien choisi, déterminer  $\vec{E}(M_{int})$  pour  $M_{int}(\rho, \theta, z)$  entre les deux armatures.
- c) Exprimer ce champ inter-armatures  $\vec{E}(M_{int})$  en fonction de  $(V_1 - V_2)$ ,  $a$ ,  $b$  et  $\rho$ .
- Q.2 Déterminer le champ magnétique  $\vec{B}(M)$  en tout point de l'espace, en fonction de  $I$  et de  $\rho$ .
- Q.3 Calculer le flux du vecteur de Poynting à travers le câble, commenter.

**Exercice 9 : Tasse de café**

On considère une tasse de grès cylindrique remplie de café de température  $T_c = 80^\circ\text{C}$ . Quelle doit être l'épaisseur  $e$  du grès pour ne pas se brûler ?

Donnés : rayon intérieur de la tasse  $a = 5\text{ cm}$ , conductivité thermique du grès  $\lambda = 2\text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ , coefficient conducto-convectif à l'interface air-grès  $h = 10\text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ , température maximale acceptable  $T_m = 50^\circ\text{C}$ , température de l'air  $T_0 = 20^\circ\text{C}$ .

**Exercice 10 : Cinétique chimique**

On effectue la réaction :  $A_{(g)} \longrightarrow 2B_{(g)} + C_{(g)}$  dans un réacteur isochore et isotherme.

- Q.1 Quelle est la relation entre la concentration initiale  $C_0 = \frac{n_{A,0}}{V}$  de A et la pression initiale, puis entre la concentration  $C(t)$  de A et la pression totale  $P(t)$  ?
- Q.2 La réaction est d'ordre 1 par rapport à A. Établir l'équation différentielle vérifiée par  $P(t)$ .
- Q.3 On mesure :

$t$ (en min)	0	4	10	15	20	30	40	50	100
$P(t)$ (en bar)	1	1,15	1,36	1,52	1,66	1,90	2,10	2,26	2,73

En déduire la constante de vitesse  $k$ .