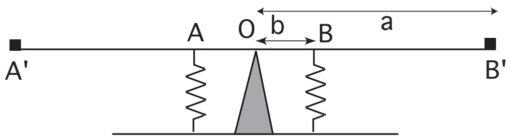
TD n°1 Révisions Oraux

1 Mécanique (Centrale)

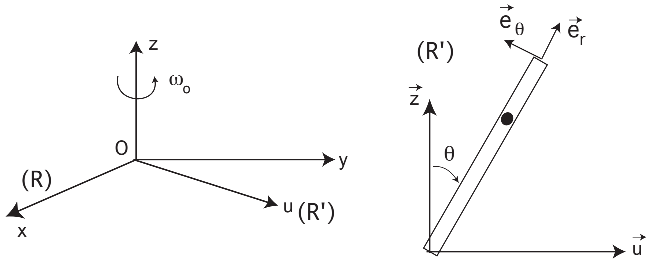


On considère une balançoire liée à un axe horizontal fixe Ox en O. Deux ressorts identiques sont fixés en A et B, de même constante de raideur k et de même longueur à vide ℓ_0. Le moment d'inertie de la balançoire par rapport à Ox est $J = \dfrac{Ma^2}{3}$. Un enfant de masse m se place en A'. La balançoire retrouve l'équilibre quand A' est descendu de 15 cm.

1. Calculer la constante de raideur k des ressorts avec $a = 1{,}20$ m et $b = 50$ cm.
2. Un autre enfant de même masse m s'assoit en B'. Quelle force faut-il appliquer en A' pour que la balançoire retrouve la position du 1) ?

2 Mécanique (CCP)

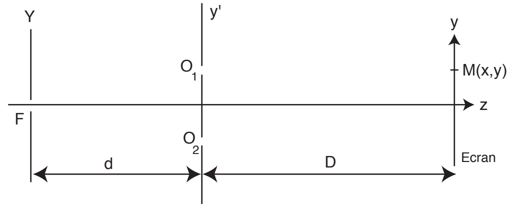
On considère le système ci-dessous. Une bille coulisse sans frottement dans un tube incliné d'un angle θ fixe par rapport à Oz. (R) est en rotation avec la vitesse angulaire constante ω_0 autour de l'axe Oz de (R) galiléen. La position de la bille dans le tube est notée : $r(t)\,\vec{e_r}$.



1. Bilan des forces exercées sur la bille dans le référentiel (R').
2. Équation différentielle vérifiée par $r(t)$.
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.

3 Trous d'Young (Centrale)

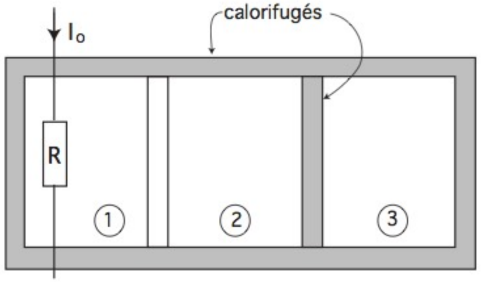
Soit le dispositif des trous d'Young ci-dessous. On considère F ponctuelle.



1. Qu'observe-t-on sur l'écran ?
2. Déterminer l'intensité I en un point M de l'écran sachant que $D \gg a$.
3. F est maintenant de largeur ε. On considère F comme une multitude de sources ponctuelles de largeur $\mathrm{d}Y$, incohérentes et d'intensité uniforme.

a) Déterminer l'éclairement sur l'écran.
b) Quelle est la première valeur de ε pour laquelle on a un brouillage ?

4 Thermodynamique (CCP)

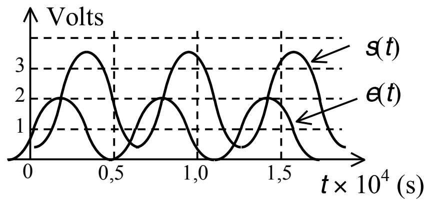


À l'état initial, les trois compartiments contiennent chacun n moles de gaz parfait à (T_0, P_0, V_0). Le système subit une transformation lente. Le piston séparant les compartiments (1) et (2) est diathermane. Dans le compartiment (3), la température finale est $T_3 = aT_0$.

1. Quelle est la pression finale P_1 dans le compartiment (1) ?
2. Déterminer V_3 final dans (3).
3. Déterminer V_1 final dans (1).
4. Déterminer le travail électrique W_e fourni
5. Déterminer ΔS du système puis l'entropie créée.

5 Filtre (Centrale)

Soit un filtre de transfert : $\underline{H} = \dfrac{G}{1 + 2\xi\, j\, \omega/\omega_0 - (\omega/\omega_0)^2}$. Le signal d'entrée est : $e(t) = E_0 + E_1 \sin(\omega t)$ avec $E_0 = E_1 = 1$ V. La sortie $s(t)$ est observée à l'oscilloscope. Déterminer G, ξ et ω_0.



Réponses : G = 2, $\xi = 2/3 \approx 0{,}67$ et $\omega_0 = 1{,}0 \times 10^5$ rad/s.

6 Câble coaxial (CCP)

Un câble coaxial est formé d'un cylindre intérieur de rayon a porté au potentiel V_1 et de charge linéique λ, et d'un cylindre extérieur de rayon b porté au potentiel V_2. Entre les deux se trouve un matériau isolant (la gaine) dont la permittivité sera assimilé à celle du vide ε_0. On se place en coordonnées cylindriques.

1. Donner la loi locale de Maxwell-Gauss dans la gaine et en déduire le théorème de Gauss liant le flux de $\vec{E}$ et λ.
2. Étude des symétries et invariances de $\vec{E}$.
3. Calculer $\vec{E}$ en tout point de la gaine.
4. Calculer $V_1 - V_2$ et en déduit la capacité linéique du câble.
5. La calculer avec $\lambda = 1$nC/m, $\varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12}$ F/m, $a = 0{,}5$ mm et $b = 1{,}75$ mm.

7 Dissociation de PCl_5 (CCP)

La dissociation de $PCl_{5(g)}$ est décrite par l'équation - bilan ci dessous :

$$\mathrm{PCl}_{5(g)} = \mathrm{PCl}_{3(g)} + \mathrm{Cl}_{2(g)}$$

pour laquelle $\Delta_r H^0 = 87{,}9$ kJ.mol^{-1} et $\Delta_r S^0 = 170$ kJ.K^{-1}.mol^{-1}, supposées indépendantes de la température.

1. Déterminer l'enthalpie libre standard $\Delta_r G^0(237°\mathrm{C})$ de cette réaction à la température de 237°C.
2. Dans un récipient initialement vide, on introduit 1,0 mol de $\mathrm{PCl}_{5(g)}$, 2,0 mol de $\mathrm{PCl}_{3(g)}$ et 1,0 mol de $\mathrm{Cl}_{2(g)}$. La pression totale étant maintenue à la valeur $P = P^0$ constante et la température étant de 237°C, déterminer $\Delta_r G$ dans l'état initial. En déduire le sens d'évolution de ce système.
3. On note α le coefficient de dissociation de PCl_5 à l'équilibre. Calculer α.
4. Quelle est la chaleur échangée entre le milieu réactionnel et le milieu extérieur au cours de sa mise à l'équilibre.

8 Cristallographie (Centrale)

L'or cristallise selon un réseau cubique à faces centrées. On donne M(Au) = 197 g/mol, $\mathrm{N}_A = 6{,}02.10^{23}$ mol^{-1}.

1. Un cube d'or d'une masse $m = 1$ kg a une arête L = 3,72 cm. Calculer le paramètre a de maille.
2. En déduire le rayon R(Au). Quelle est la compacité ?
3. Position des sites octaédriques. Quel est le rayon maximal R_M d'un motif pouvant être inséré dans un site octaédrique sans déformation ?

Réponses : $a = 407$ pm, 2. R(Au) = 144 pm et C = 0,74, 3. $R_O \approx 60$ pm

9 Guide d'onde (CCP)

On considère deux plans métalliques parfaits parallèles entre eux et situés en $x = 0$ et $x = a$. Une onde électromagnétique se propage entre ces deux plan, le milieu étant assimilé au vide. Le champ électrique de l'onde est donné par :

$$\vec{E} = E_n \sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right) \exp(i\,(\omega t - kz)\,)\,\vec{u}_y$$

1. Déterminer le champ $\vec{B}$ associé à cette onde.
2. Quelle équation $\vec{E}$ vérifie-t-il ? Déterminer la relation de dispersion.
3. On ferme le guide par une paroi parfaitement conductrice en $z = L$. Que devient le champ électrique ? Commenter le résultat obtenu.

Réponses : 1. $\vec{B} = -E_n \frac{k}{\omega} \sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right) \exp(i\,(\omega t - kz))\,\vec{u}_x + E_n \frac{in\pi}{a\omega} \cos\left(\frac{n\pi x}{a}\right) \exp(i(\omega t - kz))\vec{u}_z$, 2. $k^2 = \frac{\omega^2}{c^2} - \frac{n^2\pi^2}{a^2}$, 3. $\vec{E} = -2\,E_n \sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right) \sin(kL - kz)\,\sin(\omega t - kL)\,\vec{u}_y$.

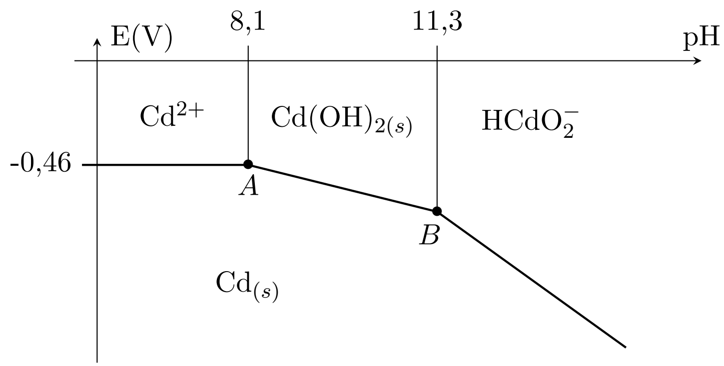
10 Conductivité thermique. Mines

On se place en régime stationnaire. On considère un long fil de cuivre de rayon $R_1 = 0{,}7$ mm et de conductivité thermique $\lambda_{Cu} = 390$ W.K^{-1}.m^{-1}. On note T_0 la température sur son axe et T_1 la température à sa surface. Il y a une puissance volumique $P_v = 650$ kW.m^{-3} cédée à l'intérieur du fil.

1. Déterminer $T_0 - T_1$. A.N.
2. On ajoute une couche d'isolant de sorte que le diamètre extérieur est R_2 =1,2mm, de conductivité thermique $\lambda_p = 0{,}5$ W.K^{-1}.m^{-1}. On note T_2 la température sur la surface extérieure du plastique. Déterminer et calculer $T_1 - T_2$.

11 Diagramme potentiel-pH du cadmium

On donne le diagramme potentiel-pH du cadmium pour une concentration de tracé $C_{tra} = 1{,}0.10^{-2}$ mol.L^{-1}



a) Déterminer le potentiel standard $E^0(Cd^{2+}/Cd)$.
b) Écrire les équations bilan des réactions entre Cd^{2+} et $Cd(OH)_{2(s)}$, puis entre $Cd(OH)_{2(s)}$ et $HCdO_2^-$. Calculer leur constante d'équilibre.
c) Quelle est la pente du segment AB ?
d) Le cadmium peut-il réagir sur l'eau ?

12 Cinétique chimique (ENSTIM)

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

1. Quelle est la relation entre la concentration initiale C_0 de A et la pression initiale, puis entre la concentration $C(t)$ de A et la pression totale $P(t)$?
2. La réaction est d'ordre 1 par rapport à A. Établir l'équation différentielle vérifiée par $P(t)$.
3. On donne :

t(min)	0	4	10	15	20	30	40	50	100
P(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.