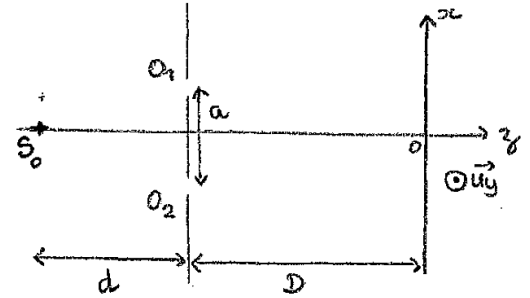


Préparation aux oraux

TD8 – CCINP / CMT / CCS1

1 ➤ Exercice « académique » **CCINP** Amigon 2023 : Trous d'Young

On éclaire des trous d'Young par une source S ponctuelle monochromatique. On considère d'abord la situation où la source S est placée en S_0 .



- 1) Qu'observe-t-on sur l'écran ?
- 2) Donner l'intensité en un point $M(x, y, 0)$.
- 3) Que se passe-t-il si on déplace la source S le long de l'axe (S_0y) ?

La source n'est pas parfaitement ponctuelle, il s'agit en fait d'une fente de largeur ε , orthogonale au plan de la figure. On assimile cette fente à une succession de sources de largeur dY suffisamment faible pour qu'on puisse les considérer comme ponctuelles. L'intensité de chaque source est proportionnelle à dY .

- 4) Déterminer l'intensité en un point $M(x, y, 0)$.
- 5) Que se passe-t-il si l'on considère une fente source de direction (S_0x) ?

2 ➤ Exercice « académique » **CCINP** Ait Slimani 2023 : Cycle de transformations

On considère n mol de gaz parfait subissant un cycle quasi-statique :

- AB : détente isotherme de l'état $A (P_0, V_0, T_0)$ à l'état $B (P_1, V_1, T_0)$
- BC : contraction isobare de l'état $B (P_1, V_1, T_0)$ à l'état $C (P_1, V_2, T_2)$
- CA : transformation isentropique de l'état $C (P_1, V_2, T_2)$ à l'état $A (P_0, V_0, T_0)$

1.a) Représenter le cycle dans un diagramme de Clapeyron.

1.b) S'agit-il d'un cycle moteur ou récepteur ?

On définit $\alpha = \frac{V_1}{V_0}$, $\beta = \frac{T_2}{T_0}$ et $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$

2.a) Déterminer T_f et T_c températures respectives des sources froide et chaude.

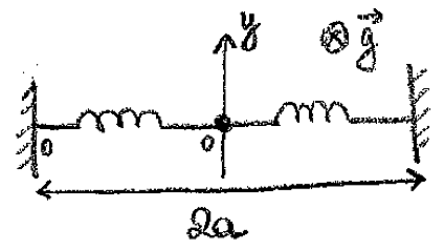
2.b) Exprimer α en fonction de β et γ .

3) Déterminer le coefficient de performance η en fonction de α , β et γ .

3 ➤ Exercice « académique » **CCINP** Fédit 2023 : Oscillateur mécanique

Deux ressorts, de même constante de raideur k et de même longueur à vide l_0 , sont accrochés chacun à support fixe. L'autre extrémité est fixée de part et d'autre d'un bloc de masse m , posé sur un support horizontal, de sorte que les deux ressorts soient étirés. On notera a leur longueur.

Lorsqu'on écarte le bloc de sa position initiale selon la direction perpendiculaire à l'axe des ressorts d'une distance $y_0 \ll a$, le bloc oscille selon l'axe (Oy) .



➤ Déterminer la fréquence des oscillations.

4 ➤ Résolution de problème **CMT Ait Slimani 2023 : Manège**

Les chaises volantes constituent une variante de manège de type carrousel, où des sièges sont suspendus depuis le haut du manège au bout de chaînes métalliques. Lors de la rotation du manège, les chaises sont inclinées vers l'extérieur par la force centrifuge.

On trouve sur internet l'annonce suivante :



Manège voltigeur authentique 1930

*Diamètre à l'arrêt 8 m ;
diamètre en action 16 m ;
hauteur 7 m ;
poids 9 tonnes ;
25 places.*

http://manege-forain.com/location_manege_sensation/locationdemanege_grandesensation.htm

➤ Déterminer la vitesse de rotation du manège.

5 Exercice « académique » **CMT 1/2 : Blocage d'appel**

Une des fréquences utilisées pour la 4G est de 2,6 GHz.

Quelle épaisseur d'aluminium est-il nécessaire pour bloquer les appels du téléphone portable ?

Commenter

Données : $\gamma_{Al} = 37,7 \cdot 10^6 \text{ S.m}^{-1}$

Conductivité électrique :

Épaisseur typique d'une feuille d'aluminium : 0,02 mm

6 Exercice « académique » **CMT 2/2 : Portière mal fermée**

La portière d'une voiture est restée entrouverte au moment où le véhicule se met à freiner avec une décélération constante de norme a .

La portière est modélisée par une plaque verticale, rectangulaire, homogène, de masse m , de largeur l et de hauteur h , de moment d'inertie par rapport à l'axe de rotation $J = \frac{m}{12}(4l^2 + h^2)$.

On repère la position de la portière par l'angle θ qu'elle fait avec l'axe de la voiture.

2.1. La portière va-t-elle s'ouvrir ou se fermer ?

2.2. Établir l'équation différentielle du mouvement dans le référentiel de la voiture.

2.3. Déterminer la vitesse de rotation de la portière quand elle fait un angle de 90° avec l'axe.

7 CCS1 Barthuel 2023 (E3A PSI 2008) : Electrolyse du cobalt

Le procédé industriel le plus couramment utilisé pour obtenir le sulfate de cobalt est le **grillage sulfatant** de sulfures tels la cobaltpentlandite Co_9S_8 ; ces minerais renferment l'élément cobalt, mais aussi les éléments cuivre et fer. Après élimination des autres éléments, le cobalt est obtenu par électrolyse.

La solution à électrolyser renferme de l'acide sulfurique (considéré comme un diacide fort), du sulfate de cobalt et du sulfate de cuivre (qui seront supposés entièrement dissociés).

Avant de réaliser l'électrolyse proprement dite, le cuivre est éliminé par **cimentation** du cuivre par le fer (opération durant laquelle la solution est chauffée au contact de la poudre de fer sous agitation et contrôle du pH).

L'électrolyse est réalisée dans une cuve en ciment revêtue de PVC, en maintenant une température constante entre une anode (A) en graphite et une cathode (C) en aluminium. Le pH de l'électrolyte est stabilisé à une valeur de 3. Une circulation de l'électrolyte est assurée dans la cuve.

La solution initiale à électrolyser ne renferme plus d'ions Fe^{2+} et contient $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ à la concentration massique de 50 g.L^{-1} .

Pour simplifier, les calculs de potentiels seront réalisés dans les conditions standard à 25°C , excepté pour les concentrations en H_3O^+ et Co^{2+} qui seront celles de l'électrolyse (pH = 3).

B1. Quelles sont les réactions chimiques pouvant apparaître à l'anode, puis à la cathode, sachant que l'intervention de l'ion sulfate n'est pas prise en compte ?

Quelle tension minimum faut-il appliquer pour obtenir une électrolyse ?

Pour récupérer du cobalt métal, il convient de considérer les aspects cinétiques.

B3. Représenter schématiquement, en tenant compte des surtensions, l'allure des courbes intensité-potential correspondantes (il est précisé que le couple $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2$ est très lent sur l'aluminium et que le tracé correspondant possède une pente beaucoup plus faible que celle des autres couples).

B4. Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'électrolyse permettant de récupérer du cobalt.

La chute ohmique relative aux électrodes et à l'électrolyte s'élève à 1,1 V.

B5. Déterminer la tension minimale de fonctionnement de la cuve d'électrolyse.

L'électrolyse est réalisée sous une tension de 3,5 V avec une intensité de 10 kA, et une densité de courant j de 400 A.m^{-2} .

La masse de cobalt réellement obtenue journalièrement s'élève seulement à 256 kg.

B7. Définir puis calculer le rendement faradique. Expliquer, en vous appuyant sur les courbes intensité-potential précédemment tracées, pourquoi ce rendement ne peut atteindre 100% .

B8. Déterminer la consommation massique d'énergie, exprimée en kJ.kg^{-1} (énergie nécessaire pour déposer un kilogramme de cobalt).

Données numériques générales :

Masses molaires atomiques (en g.mol⁻¹) : H : 1,0 ; O : 16,0 ; S : 32,1 ; Co : 58,9

Constante des gaz parfaits : R = 8,31 J.K⁻¹.mol⁻¹

Données électrochimiques :

Potentiels standard d'oxydoréduction à 298 K classés par ordre croissant :

Couple	Co ²⁺ /Co	H ₃ O ⁺ /H _{2(g)}	O _{2(g)} /H ₂ O
E°(V)	- 0,29	0,00	1,23

$$\frac{RT \ln 10}{F} = 0,060 \text{ V (à 298 K)} \quad \text{Constante de Faraday : } F = 96\,500 \text{ C.mol}^{-1}.$$

Surtensions aux électrodes :

$\eta_c(\text{H}_2)$, sur Al : - 0,1 V $\eta_c(\text{Co})$, sur Al : - 0,1 V $\eta_a(\text{O}_2)$, sur graphite : 0,7 V