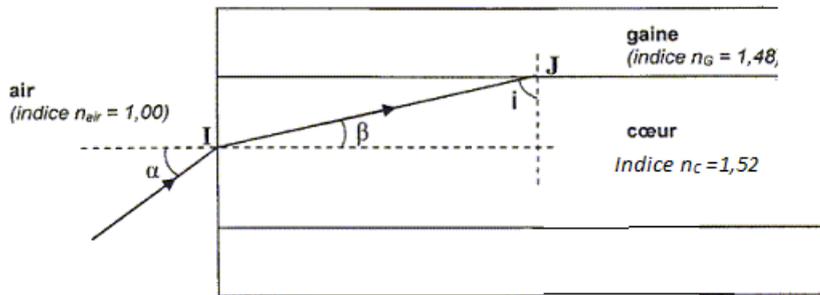


## Exo Optique géométrique PCSI : Fibre optique à saut d'indice



1. Une fibre optique rectiligne est formée d'un cœur en verre d'indice  $n_c = 1,52$  entourée d'une gaine en verre d'indice  $n_G = 1,48$ . Quelle est la valeur maximale de l'angle d'incidence  $\alpha$  pour laquelle la lumière est transmise sans pertes le long de la fibre ?

2. Les rayons lumineux d'inclinaisons différentes n'ont pas le même chemin à parcourir dans la fibre, donc leur temps de parcours est variable. Une impulsion lumineuse de courte durée envoyée dans la fibre subit un élargissement temporel lorsqu'elle ressortira de celle-ci. Ceci limite rapidement le taux maximal de transfert d'informations à grandes distances par ce type de fibre.

2.1. Calculer la différence de temps mis par deux rayons lumineux se propageant dans une fibre optique d'indice  $n_1$  et de longueur  $L$ , l'un sur l'axe de la fibre et l'autre incliné de  $20^\circ$  par rapport à celui-ci (angle à l'intérieur de la fibre).

2.2. Quel nombre d'impulsions peut transférer une telle fibre par unité de temps, sans que les impulsions successives ne se chevauchent en temps ?

Données numériques :  $L=1\text{ m}, 100\text{ m}, 10\text{ km}$

## Exo optique géométrique PCSI : Observation de la Lune avec une lunette de Galilée

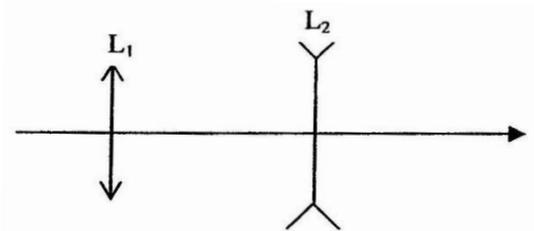
Une lunette de Galilée est formée par l'association :

- d'une lentille convergente  $L_1$ , appelée l'objectif car placée en direction de l'objet ( $f_1' = 20\text{ cm}$ )
- d'une lentille divergente  $L_2$ , appelée l'oculaire car placée contre l'œil ( $f_2' = -5\text{ cm}$ )

Pour observer confortablement à l'œil l'image formée par la lunette, il faut que cette image se situe à l'infini.

1. Le diamètre de la Lune est de l'ordre de 3500 km. Sa distance à la Terre est de l'ordre de 350 000 km. Observée à l'œil depuis la Terre, quelle est le diamètre angulaire  $\alpha$  de la Lune ?

2. On souhaite observer la Lune à l'aide d'une lunette de Galilée. Quel argument physique nous permet de considérer que la Lune est un objet se situant à l'infini ? Pour observer confortablement à l'œil la Lune à travers la lunette, montrer que la lunette doit être un système afocal. Quelle doit être alors la distance séparant les deux lentilles constitutives de la lunette ?



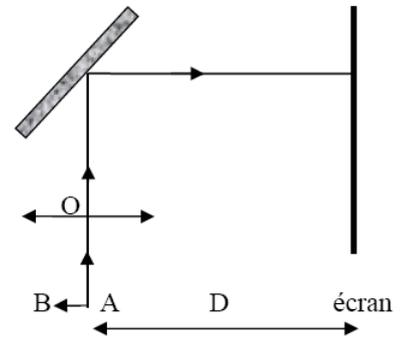
3. A travers la lunette, l'œil observe l'image de la Lune sous un diamètre angulaire apparent  $\alpha'$ . En vous appuyant sur une construction graphique, déterminer le grossissement  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$  de la lunette.

4. Comment adapter cet exercice si les deux lentilles sont convergentes ? Quel est l'avantage d'utiliser un oculaire divergent ?

### Exo Optique géométrique : Rétroprojecteur

Un rétroprojecteur est constitué d'une lentille convergente de distance focale  $f' = 50 \text{ cm}$  et d'un miroir plan incliné à  $45^\circ$  et placé à une distance  $d = 5 \text{ cm}$  de la lentille. On donne  $AB = 30 \text{ cm}$ . Le centre du miroir est situé à une distance  $D = 5 \text{ m}$  de l'écran où l'on souhaite projeter l'image de  $AB$ .

Déterminer la distance  $OA$  pour laquelle on forme une image nette de  $AB$  sur l'écran. Déterminer aussi la taille de l'image obtenue sur l'écran.



### Exo Optique géométrique : appareil photo (écrit Centrale 2015)

#### I Latitude de mise au point et profondeur de champ

On désire photographier un individu, debout, de taille  $1,80 \text{ m}$  à l'aide d'un objectif EF 50 mm 1:1.2 L USM, assimilable à une lentille mince convergente ( $L$ ), de distance focale image fixe  $f' = 50,0 \text{ mm}$ , associée à un diaphragme de rayon  $R$  réglable, supposé placé dans le plan de la lentille mince. Le capteur d'image du boîtier EOS 600D est une matrice contenant 18,7 millions de pixels identiques carrés de côté  $a$  disposés dans une matrice rectangulaire de longueur  $22,3 \text{ mm}$  et de hauteur  $14,9 \text{ mm}$ . Le sujet, photographié de face, est situé à une distance  $D$  du capteur et à une distance  $d$  de la lentille ( $L$ ). Lorsque le photographe effectue la mise au point sur ce sujet, son image occupe toute la hauteur du capteur.

On rappelle :

- la formule du grandissement transversal  $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$  ;
- la relation de conjugaison de Descartes pour une lentille mince  $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$  ;
- la relation de conjugaison de Newton pour une lentille mince  $FA \cdot F'A' = -f'^2$ .

**I.A** – Déterminer numériquement les distances  $d$ ,  $D$  et  $a$ .

**I.B** – La latitude de mise au point est la distance, comptée sur l'axe optique, qui sépare les deux positions extrêmes de la lentille ( $L$ ) entre lesquelles l'image d'un point objet formée sur le récepteur garde une netteté acceptable, c'est-à-dire ici qu'elle soit de taille inférieure à  $a$ , taille caractéristique d'un pixel.

Le nombre d'ouverture  $N_O$  de l'objectif est défini par la relation  $N_O = \frac{f'}{2R}$ . Pour l'objectif considéré, il est variable dans l'intervalle  $[1,2; 16]$ .

**I.B.1)** Comment faire varier  $N_O$  en pratique ?

**I.B.2)** Exprimer littéralement la latitude de mise au point en fonction de  $D$ ,  $f'$ ,  $N_O$  et  $a$ . Calculer sa valeur numérique pour les valeurs minimale et maximale de  $N_O$ . Commenter.

### Exo Optique géométrique PCSI : Principe d'un appareil photo numérique

Le système optique est constitué d'un diaphragme de diamètre  $D$ , placé au niveau d'une lentille convergente de distance focale  $f'$ . C'est un capteur CCD qui reçoit l'image, un pixel de ce capteur est assimilable à un petit disque de diamètre  $g$ .

1. Où faut-il placer le capteur CCP pour enregistrer une image nette d'un objet situé à l'infini ?

On suppose que l'on reste dans ces conditions pour la suite de l'exercice. Le système optique donne en réalité du point objet une image qui est une tache. On considère que l'image est nette si sa taille est inférieure à celle d'un pixel.

On se propose d'évaluer la profondeur de champ de l'appareil photo, ce qui revient ici à déterminer à partir de quelle distance  $H > 0$  en amont de la lentille, un objet lumineux sur l'axe focal donne un enregistrement satisfaisant sur le capteur CCD.

2. Placer sur un schéma les points objet  $A$  et image  $A'$  dans le cas limite.

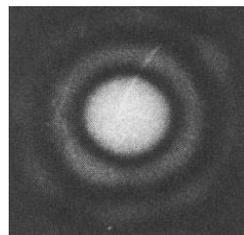
3. Déterminer une relation entre  $g$ ,  $D$ ,  $OA'$  et  $F'A'$ . En déduire  $H$  en fonction de  $f'$ ,  $D$  et  $g$ .

AN :  $f' = 50 \text{ mm}$  ; Nombre d'ouverture  $N = f' / D = 10$  ;  $g = 100 \mu\text{m}$ .

Calculer  $H$  et commenter sa valeur.

4. Pour avoir une profondeur de champ meilleure possible, faut-il travailler avec une lentille de grand ou petit diamètre ?

5. Pour s'affranchir des problèmes de profondeur de champ, un expérimentateur utilise un diaphragme de très faible diamètre. L'image d'un point lumineux situé à grande distance donne l'image ci-contre. Commenter



### Exo Elec PCSI : RLC parallèle en régime libre

Condensateur chargé initialement avec tension  $U_0$ , toutes les autres grandeurs élec sont nulles.  
Déterminer expressions de pulsation propre et facteur qualité.  
Déterminer l'évolution temporelle de la tension  $u(t)$  du circuit.  
Faire un bilan de puissance, puis un bilan d'énergie sur la durée totale du régime transitoire.

### Exo Elec PCSI : RLC série en régime harmonique

RLC série alimenté par tension  $e(t) = E \sin \omega t$ .

Etudier la réponse en courant (amplitude et phase à l'origine) : condition de résonance, pulsation de résonance, acuité de résonance.

Quelle est l'ordre de grandeur des fréquences maximales en TP ? A quelle condition l'ARQS est-elle vérifiée ? Si l'ARQS n'est pas vérifiée, en quoi notre étude de la résonance est-elle incorrecte ?

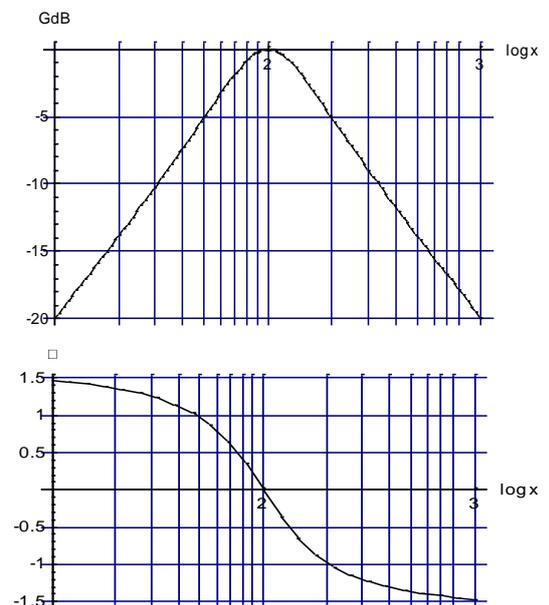
### Exo Elec PCSI : Filtrage passe-bande

**Rq :** L'axe des abscisses représente  $\log(x)$

On donne ci-contre le diagramme de Bode d'un filtre passe-bande, dans lequel  $x = f/f_0$ , avec  $f_0 = 1$  Hz, et dont la fonction de transfert peut s'écrire :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{H_0}{1 + jQ\left(\frac{f}{f_r} - \frac{f_r}{f}\right)}$$

- Calculer  $G_{dB}$  et écrire les équations des asymptotes basse et haute fréquence ; où se croisent-elles ?
- Mesurer son gain maximal  $H_0$  ;
- Mesurer sa fréquence de résonance  $f_r$  ;
- Définir et mesurer ses fréquences de coupure à  $-3$  dB ; en déduire la bande passante. Que vaut le facteur de qualité ?
- Le signal d'entrée du filtre est :  
 $e(t) = E \cdot \cos(2\pi f_1 t)$  avec  $f_1 = 60$  Hz et  $E = 1$  V. Ecrire le signal de sortie  $s(t)$ .



### Exo Meca point PCSI : Vitesse du satellite soumis aux frottements de l'air

Un satellite S est placé sur une orbite circulaire de rayon  $r_0$ .

1. Exprimer  $v_0$ , puis l'énergie totale  $E_0$  de ce satellite, en fonction de  $r_0$ .

L'altitude du satellite étant peu élevée, il subit les frottements des hautes couches de l'atmosphère. Son énergie totale diminue alors avec le temps suivant la loi :  $E = E_0 (1 + \alpha t)$  avec  $\alpha > 0$ , et  $E_0 < 0$ .

On suppose que les frottements sont suffisamment faibles pour que la trajectoire puisse être considérée comme circulaire sur quelques périodes.

2. Déterminer le rayon  $r$  de la trajectoire et la vitesse  $v$  du satellite à l'instant  $t$ . En comparant les énergies, expliquer pourquoi la vitesse du satellite augmente alors qu'il est freiné par l'atmosphère.

### Exo Meca du point PCSI : Retour de mission spatiale

On étudie un véhicule spatial S de masse  $m$  qui rentre sur Terre (masse  $M_T$ ) après une longue mission.

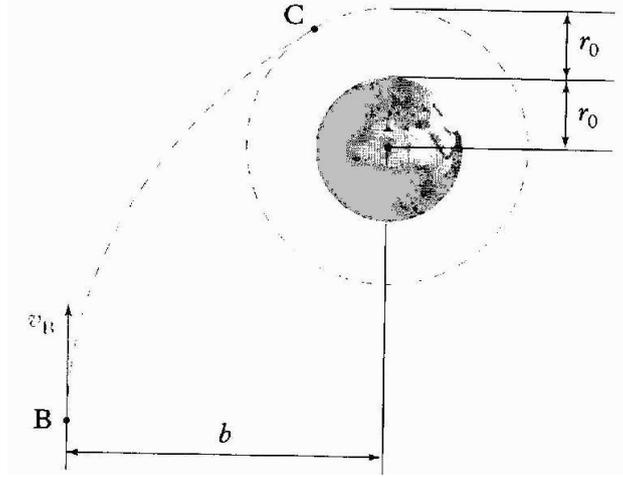
Ce véhicule arrive au point B avec une vitesse  $\mathbf{v}_B$  et présente « un paramètre d'impact »  $b$  (cf. figure).

0. Définir ce qu'est une force centrale conservative.

Obis. Démontrer que l'énergie mécanique peut s'écrire :

$$E_m = \frac{1}{2} m \dot{r}^2 + E_{p_{eff}}(r)$$

Dans le terme  $E_{p_{eff}}(r)$  on fera apparaître le moment cinétique du satellite par rapport au centre de la Terre.



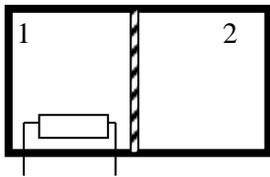
1. Donner la nature de la trajectoire de S, en supposant que le point B est infiniment loin de la Terre.

2. On veut que le véhicule spatial arrive au point C avec une vitesse tangente à l'orbite circulaire passant par C (de rayon  $2r_0$ ). Déterminer puis calculer la distance  $b$  nécessaire.

3. Donner la distance minimale  $b_{min}$  pour que le véhicule spatial évite la Terre.

4. Au point C, on veut que le véhicule spatial passe sur l'orbite circulaire de rayon  $2r_0$ . Que faut-il faire ? Déterminer puis calculer la variation du paramètre impliqué.

### Exo Thdic PCSI : Transformations dans un récipient



Un réservoir parallélépipédique indilatable de volume  $V=2L$  parfaitement calorifugé est séparé en deux compartiments de volume égaux  $V_0$  par un piston mobile parfaitement calorifugé pouvant se déplacer sans frottements. Dans chaque volume se trouve un même gaz parfait, de l'hélium ( $\gamma = 5/3$ ) initialement dans les conditions  $P_0 = 1$  bar et  $T_0 = 273$  K.

Le compartiment 1 reçoit à l'aide d'une résistance chauffante un transfert thermique du milieu extérieur. La transformation s'opère lentement.

- Déterminer les pressions, volumes et températures du gaz dans chaque compartiment, si la pression du gaz contenu dans  $V_1$  devient  $p_1=3p_0$ .
- Déterminer la variation d'énergie interne du gaz dans chaque compartiment et l'énergie fournie par la résistance chauffante.
- Déterminer la variation d'entropie  $\Delta S$  de l'ensemble. La transformation envisagée est-elle réversible ?

Données : Entropie d'un gaz parfait  $S(T, V) = \frac{nR}{\gamma-1} \ln\left(\frac{T}{T_0}\right) + nR \ln\left(\frac{V}{V_0}\right) + S(T_0, V_0)$

### Exo Thdic PCSI : Régime transitoire d'un réfrigérateur

L'intérieur d'un réfrigérateur est assimilé à un système de capacité thermique  $C$  de température  $T_2$  lentement variable. Son isolation thermique étant imparfaite, il échange avec l'extérieur de température  $T_1$  une puissance thermique proportionnelle à l'écart de température (« fuites thermiques ») :

$$P_{fuite} = G(T_1 - T_2)$$

Le compresseur fournit une puissance mécanique  $P_M$ .

On suppose que l'efficacité frigorifique de la machine est égale à celle d'une machine réversible fonctionnant au contact des deux sources de chaleur  $T_1$  et  $T_2$ , affectée d'un coefficient multiplicateur  $\eta$ .

0. Le coefficient  $\eta$  est-il inférieur ou supérieur à 1 ?

1. Sur un réfrigérateur, quel est le milieu jouant le rôle de la source chaude ? froide ? Qui est le système ? Qui fournit le travail mécanique au système ?

2. Le cycle thermodynamique décrit par le fluide caloporteur (isobutane) est réalisé grâce aux 4 organes suivants : - le compresseur, le condenseur, le détendeur, l'évaporateur.

Expliquer le rôle de chacun de ces organes, en spécifiant qualitativement les transformations subies par le fluide à chaque étape.

3. En effectuant un bilan énergétique sur une durée de fonctionnement  $dt$ , établir l'équation différentielle vérifiée par  $T_2(t)$ .

4. Déterminer la valeur de  $T_2$  au bout d'un temps suffisamment long.

## Exo Thdic PCSI : Ballon sonde

Un ballon sonde est constitué d'une enveloppe déformable souple, fermée, renfermant une masse constante d'hélium assimilé à un gaz parfait, de masse molaire  $M = 4 \text{ g.mol}^{-1}$ . Une « nacelle » est suspendue au ballon, pour y déposer le matériel nécessaire au vol. La masse de la nacelle et du matériel qu'elle contient est  $m'$ , celle de l'enveloppe est négligeable (pas celle de l'hélium !). On assimilera l'air à un gaz parfait.

Le volume initial de l'enveloppe au niveau du sol est  $V_0 = 100 \text{ m}^3$ , celui de la nacelle est négligeable. Au niveau du sol, la pression atmosphérique est  $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ , la température de l'atmosphère est uniforme :  $T_0 = 280 \text{ K}$ .

1. Calculer la valeur maximale  $m'_{\text{max}}$  de la masse de la nacelle pour que le ballon puisse décoller. Quelle serait l'accélération du dispositif au décollage si  $m' = 10 \text{ kg}$  ?
2. Le volume du ballon ne peut pas dépasser une valeur notée  $V_1 = 3V_0$  : une fois ce volume atteint, le ballon éclate. Montrer que cela implique l'existence d'une altitude maximale  $h_{\text{max}}$  pour le ballon sonde.

## Exercice : Régulation thermique

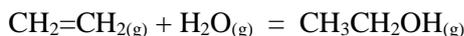
On souhaite réguler la température d'une enceinte de stockage. Pour une température extérieure de  $5^\circ\text{C}$ , les calculs ont montré qu'une puissance de  $1,6 \text{ kW}$  était nécessaire pour maintenir la température intérieure à  $18^\circ\text{C}$ .

1. Déterminer et donner la valeur numérique de la résistance thermique de l'enceinte.
  2. Pour une variation de température extérieure de  $6^\circ\text{C}$ , quelle sera la variation de température intérieure si l'on maintient la puissance thermique fournie constante ?
- On adopte une loi de commande telle que la puissance fournie soit proportionnelle à la différence entre une valeur de consigne choisie par l'utilisateur et la température intérieure de l'enceinte.
3. Sachant que le coefficient retenu est de  $1,5 \text{ kW par } ^\circ\text{C}$ , quelle valeur de consigne faut-il choisir pour obtenir une température intérieure de  $18^\circ\text{C}$  lorsque la température extérieure est  $5^\circ\text{C}$ .
  4. Si La température extérieure varie de  $6^\circ\text{C}$ , quelle sera la variation de température intérieure ? Commenter.
  5. Représenter le schéma bloc de ce système.

---

## Exo Chimie : Synthèse de l'éthanol

On considère la réaction de synthèse de l'éthanol :



La réaction est effectuée à  $300^\circ\text{C}$  sous 70 bars à partir d'un mélange contenant 2 mol d'eau et 2 mol d'éthène.

1. Déterminer les quantités de matière à l'équilibre.
2. Au mélange précédent à l'équilibre, on ajoute 1 mol d'eau, à température et pression constantes. Déterminer l'effet de cet ajout sur l'équilibre.

Données :  $K^\circ = 4.10^{-3}$  à  $300^\circ\text{C}$

## Exo Chimie : Cinétique chimique

On considère la réaction :  $2 \text{Fe}^{3+} + \text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{4+} + 2 \text{Fe}^{2+}$ .

La loi de vitesse est de la forme : 
$$v = \frac{d[\text{Sn}^{4+}]}{dt} = k[\text{Fe}^{3+}]^\alpha [\text{Sn}^{2+}]^\beta$$

- 0) Comment procéder pour rendre la cinétique indépendante de la concentration en ions Fer III ?
- 1) En utilisant cette méthode, on constate alors que le temps de demi-réaction concernant la disparition des ions  $\text{Sn}^{2+}$  est indépendant de leur concentration initiale. Quelle est la valeur de  $\beta$  ?
- 2) On réalise des mélanges stoechiométrique de différentes concentrations  $C_0$  en ion  $\text{Fe}^{3+}$ . On constate que le temps de demi-réaction dépend de  $C_0$  et  $\alpha$ . Déterminer  $\alpha$ , sachant que le temps de demi-réaction est divisé par quatre lorsque  $C_0$  est multiplié par deux.

## Exo Chimie : Dosage de l'eau oxygénée par iodométrie

En milieu acide, l'eau oxygénée  $\text{H}_2\text{O}_2$  oxyde  $\text{I}^-$  à l'état de  $\text{I}_2$ . On opère en présence d'un excès d'ion iodure, de sorte que  $\text{I}_2$  est solubilisé sous forme de  $\text{I}_3^-$ . Dans un bécher, on introduit 200 mL d'acide sulfurique ( $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ ), 15 mL d'iodure de potassium ( $0,6 \text{ mol.L}^{-1}$ ) et 10 mL d'une solution d'eau oxygénée à doser. Après réaction

complète, on dose par une solution de thiosulfate de sodium ( $2 \text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ;  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ ) jusqu'à décoloration de l'iode. Celle-ci est observée pour  $v = 17,8 \text{ mL}$ .

1. Ecrire les équations se produisant au cours de ce dosage.
2. Déterminer la concentration en eau oxygénée dans la prise d'essai.

Données :  $E^\circ(\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,77 \text{ V}$  ;  $E^\circ(\text{I}_2/2\text{I}^-) = 0,62 \text{ V}$  ;  $E^\circ(\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,08 \text{ V}$  ;  $\text{I}_2$ , peu soluble dans l'eau, en présence d'un excès d'ion  $\text{I}^-$  se transforme en  $\text{I}_3^-$ , soluble.

### Exo Chimie : Diagramme E-pH du cuivre

Le diagramme ci-contre présente le diagramme E-pH du cuivre, limité aux espèces suivantes :

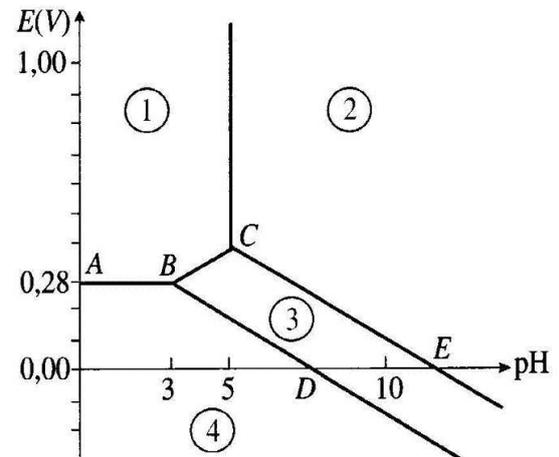
- en solution :  $\text{Cu}^{2+}$
- solides :  $\text{Cu}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$  et  $\text{Cu}(\text{OH})_2$

1. Déterminer le degré d'oxydation du cuivre dans les différentes espèces prises en compte.
2. Déterminer, en justifiant, les espèces numérotées de 1 à 4, majoritaires dans les différents domaines.
3. Rappeler les équations des droites délimitant le domaine de stabilité de l'eau. Donner leur équation avec la convention :  $P_{\text{O}_2} = P_{\text{H}_2} = 1 \text{ bar}$ . Les superposer au diagramme.
4. Discuter de la stabilité des différentes espèces contenant l'élément cuivre en présence d'eau :

- en contact avec une atmosphère neutre (sans  $\text{O}_2$ )
- en contact avec l'air

Données :

$$E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,23 \text{ V} \qquad E^\circ(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2) = 0 \text{ V}$$



### Exo Ipot : Nickelage (écrit CCP PSI 2015)

Le nickel est un métal de couleur gris-blanc à reflets jaunes. Présent dans le manteau terrestre essentiellement sous forme de sulfures, oxydes ou silicates ; il est exploité depuis des siècles pour la fabrication d'armes et de monnaie. Il a été isolé en 1751 par le chimiste Axel Frederik Cronstedt.

Sa haute résistance à la corrosion et à l'usure, son pouvoir lubrifiant et la régularité de l'épaisseur des dépôts le font vite adopter dans les secteurs de l'automobile, de l'aéronautique, du nucléaire... L'activité industrielle autour de ce produit est des plus importantes et la consommation de nickel électrolytique est beaucoup plus élevée que celle des métaux utilisés dans d'autres procédés de dépôts tels que le zinc, le cuivre ou le chrome.



Figure 9 - Pièce nickelée

On se propose ici de recouvrir d'une couche mince de nickel, une électrode de fer. On réalise pour cela l'électrolyse d'une solution de sulfate de nickel ( $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ), de concentration égale à  $1 \text{ mol.l}^{-1}$  et de  $\text{pH} = 5$ . L'autre électrode est une électrode de platine, inattaquable. On utilise un générateur de tension de f.e.m. e.

- 32) Identifier les réactions rédox susceptibles de se produire à l'anode et à la cathode.

## Données

### Constantes physiques universelles

Permittivité diélectrique du vide :  $\epsilon_0 = \frac{1}{36 \cdot \pi \cdot 10^9} \text{ F.m}^{-1}$ .

Accélération de la pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .

Constante des gaz parfaits :  $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ .

Nombre d'Avogadro :  $N = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

Constante de Faraday :  $1 \text{ Faraday} = 96\,500 \text{ C.mol}^{-1} = N \cdot e$  ( $e$  = charge élémentaire d'un proton).

### Potentiels d'oxydo-réduction

$E^\circ(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,000 \text{ V}$  ;  $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,23 \text{ V}_{\text{ESH}}$  ;  $E^\circ(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,23 \text{ V}_{\text{ESH}}$ .

On assimilera  $\frac{RT}{F} \cdot \ln(x)$  à  $0,06 \cdot \log(x)$ .

à l'aide de l'anode, la cathode et le signe de la f.e.m.  $e$ . On précisera les électrolytes.

La tension de potentiel minimale doit être de 0,15 V.

On donnera les tensions anodique et cathodique et la tension  $U_T = 0,15 \text{ V}$ .

b) Quelle est alors la tension délivrée par le générateur ?

36) En considérant le rendement faradique égal à 100 %, quelle masse de nickel peut-on déposer en une heure avec ce courant de 1,8 A ?

37) En réalité, la masse déposée est de 1,75 g. Quelle est la raison de la différence observée ?

38) La figure 10 donne l'allure des courbes intensité-potential obtenues expérimentalement.

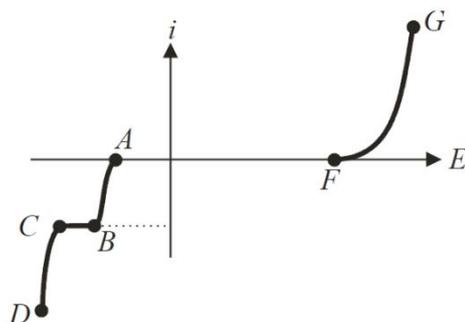


Figure 10 - Allure des courbes intensité-potential.

- Associer à chacune des parties AB, CD et FG une demi-équation rédox.
- Pour améliorer ce rendement, préconisez-vous de légèrement augmenter ou diminuer la tension délivrée par le générateur ?

### Grandeurs associées à quelques corps

Masse molaire de l'hydrogène :  $1 \text{ g.mol}^{-1}$ .

Masse molaire de l'oxygène :  $16 \text{ g.mol}^{-1}$ .

Masse molaire de l'azote :  $14 \text{ g.mol}^{-1}$ .

Masse molaire du nickel :  $58,7 \text{ g.mol}^{-1}$ .

Masse volumique de l'eau liquide :  $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg.m}^{-3}$ .

Viscosité de l'air :  $\eta_{\text{air}} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ Pa.s}$ .

Pour les gaz diatomiques, on donne :  $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1,4$ .

### Pression de vapeur saturante de l'eau en fonction de la température

Température (°C)	Pression de vapeur saturante (Pa)
-10	260
0	610
5	872
10	1 230
15	1 700
20	2 340
25	3 170
30	4 240

## Exo Chimie : Construction d'un binaire par analyse des courbes thermiques

### A. Étude d'un alliage binaire d'aluminium (d'après Mines-Ponts)

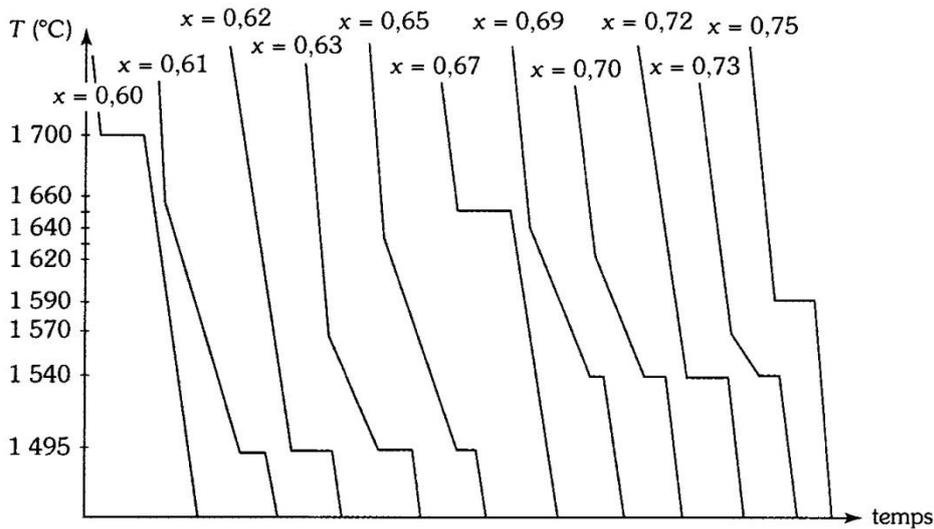
L'aluminium s'allie à de nombreux composés. Sa légèreté et son coût modéré le rendent particulièrement intéressant pour certaines applications où un poids élevé est un handicap, comme en aéronautique.

Le hafnium a la particularité de ne pas laisser passer les neutrons, d'où les applications dans l'industrie nucléaire pour arrêter les réacteurs. Du fait aussi de sa haute température de fusion, il est utilisé dans les briques réfractaires. Avec l'aluminium, il rentre dans la composition de nouveaux alliages, comme les alliages « superplastiques » au zirconium.

On s'intéresse ici au système binaire aluminium/hafnium (de symbole Hf). On désire construire le diagramme isobare de cristallisation de ce système binaire sachant que les solides sont tous non miscibles entre eux et que le liquide est homogène.

Pour cela, on étudie les courbes de refroidissement de différents mélanges aluminium/hafnium avec une fraction molaire d'aluminium comprise entre 0,60 et 0,75.

Les différentes courbes sont rassemblées figure 26.



Courbes de refroidissement de quelques mélanges aluminium/hafnium

Figure 26

a) À l'aide de ces courbes, tracer le diagramme binaire isobare  $T(x)$  du système aluminium/hafnium pour une fraction molaire  $x$  en aluminium comprise inclusivement entre 0,60 et 0,75, et une température comprise entre 1 480 °C et 1 720 °C.

L'échelle sera la suivante :

abscisse : 10 cm = 0,1 pour la fraction molaire ;

ordonnée : 10 cm = 100 °C.

b) Pour chaque domaine du diagramme binaire, donner la nature des phases en présence.

Indiquer le ou les composés définis trouvés dans cette partie du diagramme binaire.

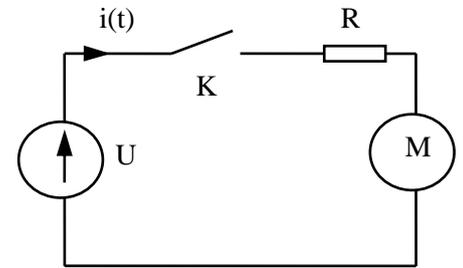
c) Pour  $x = 0,62$  et  $x = 0,72$ , on observe un point particulier.

Comment s'appelle ce point ? Quelle particularité possède le mélange liquide à cette fraction molaire ?

d) Pour les courbes de refroidissement où  $x = 0,60$ ,  $x = 0,62$  et  $x = 0,69$ , décrire ce qui se passe et calculer la variance du système pour chaque partie de ces courbes.

## Exo MCC PSI : Bilan de puissance lors du démarrage d'un MCC

On considère le dispositif ci-contre constitué d'un moteur à vide, d'une résistance de démarrage et d'un interrupteur que l'on ferme à l'instant initial. A  $t < 0$ , la vitesse angulaire est nulle.



On notera  $R$  la résistance équivalente à l'association en série de la résistance de démarrage et de la résistance du bobinage du moteur. On ne tient pas compte de l'inductance du moteur.

Le moment d'inertie est noté  $J$  et la constante électromécanique  $\phi$ . On néglige les frottements et on suppose que le moteur n'est pas chargé.

1. Exprimer  $\omega(t)$  et  $i(t)$  en fonction de  $U$ ,  $\phi$ ,  $J$ ,  $R$  et  $t$ .

2. Effectuer un bilan énergétique.

Exprimer les grandeurs suivantes et donner leur signification :

$$W_g = \int_0^{\infty} U \cdot i \cdot dt ; W_J = \int_0^{\infty} R \cdot i^2 \cdot dt ; \Delta E_c = \frac{1}{2} J \omega_{\infty}^2, \text{ où } \omega_{\infty} \text{ est la valeur finale atteinte par } \omega.$$

## Exo Hacheur PSI : Hacheur série (écrit CCP PSI 2010)

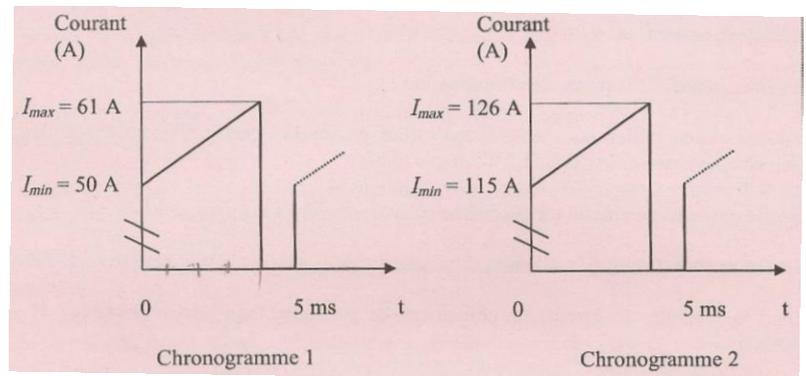
Un véhicule, motorisé par un moteur à courant continu modélisé par l'association série d'une fém  $E = \phi \Omega$  et d'une inductance  $L$ , est alimenté par une source de tension constante  $U = 400 \text{ V}$ , par l'intermédiaire d'un hacheur série, de rapport cyclique  $\alpha$  et de période  $T$ , représenté ci-contre. On a  $E = 276 \text{ V}$  pour  $\Omega = 3000 \text{ tr/min}$ . La commande du transistor  $K$  est la suivante :

$K$  est passant sur l'intervalle  $[0, \alpha T]$

$K$  est bloqué sur l'intervalle  $[\alpha T, T]$ .

Dans les mêmes conditions de frottement, on a relevé les deux chronogrammes de la figure ci-contre.

L'un des deux est obtenu lorsque le véhicule roule sur du plat, l'autre lorsqu'il aborde une montée.



1. Quel chronogramme correspond au fonctionnement du véhicule en montée ? Parmi les courants  $i_K$ ,  $i_D$  et  $i$ , lequel est celui relevé sur les chronogrammes ? Quelle est la fréquence de hachage ? Que vaut approximativement le rapport cyclique  $\alpha$  ?

2. Ecrire l'équation différentielle reliant  $i$ ,  $U$  et  $E$  sur l'intervalle de temps  $[0, \alpha T]$ . En déduire l'ondulation du courant  $\Delta I = I_{\max} - I_{\min}$  en fonction de  $L$ ,  $U$ ,  $E$ ,  $\alpha$  et  $T$ .

3. Ecrire l'équation différentielle reliant  $i$  et  $E$  sur l'intervalle de temps  $[\alpha T, T]$ . En déduire une autre expression de l'ondulation du courant  $\Delta I = I_{\max} - I_{\min}$  en fonction de  $L$ ,  $E$ ,  $\alpha$  et  $T$ .

4. D'après les deux relations précédentes, déterminer la relation entre  $E$ ,  $\alpha$  et  $U$ . Quelle est approximativement la vitesse de rotation de la MCC au cours des deux essais correspondant aux deux chronogrammes ? Quelle est la vitesse de rotation maximale du dispositif étudié ici ?

5. Exprimer  $\Delta i$  en fonction de  $L$ ,  $\alpha$ ,  $T$  et  $U$ . Retrouver à l'aide des chronogrammes précédents la valeur de l'inductance  $L$ .

Réponses : 1°)  $f = 200 \text{ Hz}$  2°)  $\Delta I = (U-E)\alpha T/L$  3°)  $\Delta I = E(1-\alpha)T/L$  4°)  $\Omega_{\max} = 4348 \text{ tr/min}$  5°)  $L = 29,1 \text{ mH}$ .