$\boxed{1}$ X 10

Un fil reçoit une force $F = aT\left(\frac{l}{l_0} - \frac{l^2}{l_0^2}\right)$, où l_0 est la longueur d'élongation à vide, l la longueur du fil, T la température, et a une constante. On sait par ailleurs que le transfert thermique élémentaire reçu par le fil s'écrit $\delta Q = C\ dT + h\ dl$.

1. Étudier la dépendance de C et de h avec les autres paramètres du problème.
2. Déterminer l'entropie S du fil en fonction de $S(T_0, l_0)$.
3. Que se passe-t-il si le fil subit une transformation isotherme ?

[L'exo est en fait assez calculatoire... NDLM : pas du tout dans l'esprit du programme...]

$\boxed{2}$ X 10

Étude de l'Uranium ($Z = 92$), avec configuration électronique (...), puis étude du cristal UO_2 (même structure que la fluorine CaF_2). On indique que l'uranium forme les ions U^{3+} et U^{4+}.

[Pas vraiment palpitant.]

$\boxed{3}$ Ulm 10

Lorsqu'on frappe sur un ballon de basket avec une barre, on peut entendre un son caractéristique. Expliquez.

[L'examinateur m'a ensuite présenté un graphe de l'intensité du signal sonore correspondant en fonction de la fréquence et m'a demandé de l'expliquer. Finalement, il m'a demandé de retrouver l'équation de propagation du son puis, comme je n'y arrivais pas, d'en donner la forme en faisant apparaître la vitesse du son. NDLM : complètement hors programme...]

$\boxed{4}$ ENS 10

►**QC** : figure de diffraction par une fente.
►**EX** : explication du fonctionnement d'une guitare.

$\boxed{5}$ Centrale 10

Une spire circulaire de rayon a et de résistance r est centrée en O dans le plan (Oyz). Un dipôle magnétique $\overrightarrow{\mathcal{M}}$, de moment d'inertie J, est placé à une distance d de la spire sur l'axe (Ox), et peut tourner autour de $\vec{u}_z$. À $t = 0$, il est lancé à la vitesse angulaire $\dot\theta(t = 0) = \omega$.

1. Déterminer l'équation du mouvement du dipôle magnétique.
2. Quelle relation vérifie l'angle θ lorsque le dipôle s'arrête ?
3. Faut-il choisir r petit ou grand pour que le dipôle tourne le plus longtemps possible ?
4. On suppose que cette condition est vérifiée. Donner une expression approchée de l'angle θ lorsque le dipôle s'arrête.

$\boxed{6}$ X 10

Données à 298 K : les enthalpies standard de formation de $Br_{2(l)}$ (0) et $Br_{2(g)}$ (30,9 $kJ.mol^{-1}$), les entropies molaires standard de $Br_{2(l)}$ (152,2 $J.K^{-1}.mol^{-1}$) et $Br_{2(g)}$ (245,4 $J.K^{-1}.mol^{-1}$) ; $E_1^o = 1,47\ V$ pour BrO_3^-/Br_2 ; $E_2^o = 1,066\ V$ pour $Br_{2(l)}/Br^-$ et $E_3^o = 1,087\ V$ pour $Br_{2(aq)}/Br^-$.

►**EX1** :

1. Quel est l'état standard de Br_2 à 298 K ? Justifier.
2. Une goutte de $Br_{2(l)}$ est en équilibre avec $Br_{2(g)}$. Quelle est la pression du gaz ? Où faut-il se placer pour manipuler le dibrome ?
3. Une goutte de $Br_{2(l)}$ est en équilibre avec $Br_{2(aq)}$. Quelle est la concentration en $Br_{2(aq)}$? Peut-on avoir une concentration en $Br_{2(aq)}$ supérieure ? Que se passerait-il ?

►**EX2** : on travaille en solution aqueuse à 298 K.

1. Calculer la constante de l'équilibre entre Br_2, Br^- et BrO_3^-.
2. On considère 1 L de solution contenant 0,1 mole de KBr, à laquelle on ajoute $0,1\ mol$ de $Br_{2(aq)}$. Calculer la concentration des espèces solubles.
3. Tracer le diagramme potentiel-pH pour le brome. Commenter.

[Il y avait encore 2 exercices supplémentaires que je n'ai pas eu le temps de regarder. Le fait de découvrir l'exo face à l'examinateur est très déstabilisant car il attend qu'on dise qqch rapidement.]

$\boxed{7}$ Centrale 10

►**EX1** : dosage d'une solution de chlorure de fer (II) $FeCl_2$ par du dichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$.

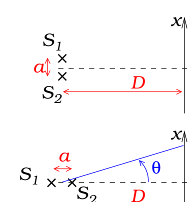
►**EX2** : [sans préparation] donner la définition de l'affinité chimique et ses propriétés. On considère 7 moles de N_2, 1 mole de H_2 et 2 moles de NH_3 à la température $T = 400\ K$ et à la pression $P = 200\ bar$ qui réagissent selon la réaction $N_2 + 3\ H_2 \rightleftharpoons 2\ NH_3$. On donne $K = 1,3.10^{-2}$. Prévoir le sens d'évolution du système. Bilan ?

$\boxed{8}$ X 10

On envoie perpendiculairement sur une lame à faces planes parallèles d'indice n_0 une onde plane. On suppose que les indices à l'entrée et à la sortie sont 1 et n. À quelle(s) condition(s) obtient-on une couche antireflet ?

[Le caractère court de l'énoncé laissait la liberté de faire beaucoup d'hypothèses (onde monochromatique, on ne considère que les deux premiers rayons réfléchis, ...). L'examinateur tapotait sur son ordi et ne m'écoutait qu'à moitié. Pire, alors que je parlais depuis bien 2 min au tableau, je me suis retourné et il n'était plus là. On se sent seul...]

$\boxed{9}$ CCP 10



►**EX1** : on considère S_1 et S_2 2 sources cohérentes de même longueur d'onde λ. On prend M un point à la distance r_1 de S_1 et r_2 de S_2.
On note $\psi_1 = \psi_0 \exp(i(\vec{k} \cdot \vec{r_1} - \omega t))$ et $\psi_2 = \psi_0 \exp(i(\vec{k} \cdot \vec{r_2} - \omega t))$.

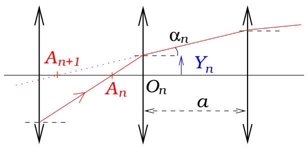
1. Calculer l'intensité en M en fonction de $\vec{r_2} - \vec{r_1}$ et de la longueur d'onde.
2. Calculer l'intensité en M en fonction de D, x et a (cf schéma).
3. Calculer l'intensité $I(M)$ en fonction de l'angle θ (cf schéma).

► **EX2** : on considère un fil chargé linéiquement (λ). Calculer le champ électrique $\vec{E}$ dans tout l'espace. Calculer le potentiel V si on prend l'origine a la distance r_o de l'axe. On considère enfin 2 fils parallèles espacés de $2a$ chargés linéiquement ($+\lambda$ et $-\lambda$). On prend l'origine des potentiels au milieu des 2 fils. Calculer V pour un point M à grande distance (devant a). Donner les équations puis tracer les lignes de champs.

$\boxed{10}$ X 10

1. Donner la structure électronique de Zn ($Z = 30$), de Hg ($Z = 80$), puis de Hg^{2+}.
2. Comment se forment les ions Hg_2^{2+} ?
3. $Hg_{(s)}$ cristallise dans une structure hexagonale compacte. Représenter une maille.
4. Donner, en la redémontrant, la compacité de cette structure.
5. On donne la masse volumique et la masse molaire du mercure : $\rho = 13,6\ g/cm^3$ et $M_{Hg} = 200,6\ g/mol$. Calculer le rayon de l'atome Hg.
6. Le cristal ionique HgS est, comme ZnS, de type $(4,4)$. Représenter une maille.
7. On donne le rayon de l'anion S^{2-} ainsi que la masse molaire de HgS : $r_{S^{2-}} = 1,7.10^{-10}\ m$ et $M_{HgS} = 232,7\ g/mol$. Quel est le rayon du cation Hg^{2+} ?

$\boxed{11}$ Mines 10



On considère un système optique constitué d'un nombre infini de lentilles convergentes identiques (distance focale f') séparées d'une distance a.

1. Après avoir rappelé les conditions de Gauss, trouver une relation entre α_n, Y_n, Y_{n+1} et a.

2. Que représente A_{n+1} pour A_n ? Trouver une relation entre α_{n-1}, α_n, Y_n et f'.

3. Montrer que $Y_{n+1} + Y_{n-1} - 2gY_n = 0$, où g est une constante à déterminer. En posant $Y_n = Az^n$, résoudre l'équation précédente en fonction des valeurs de g. On montrera que :
$$\begin{cases} \text{pour } g^2 > 1 & Y_n = C_1(g + \sqrt{g^2-1})^n + C_2(g - \sqrt{g^2-1})^n \\ \text{pour } g^2 < 1 & Y_n = C_1\cos(n\theta) + C_2\sin(n\theta) \end{cases}$$
Quelle est la condition pour que les rayons restent dans les lentilles sans en sortir ?

4. On suppose $a \ll f'$. Déterminer la trajectoire d'un rayon lumineux.

$\boxed{12}$ X 10

On considère une lentille convergente de centre C et de distance focale f'. En amont de la lentille, on place un filtre ne laissant passer qu'une longueur d'onde λ, ainsi qu'un plan percé de 2 trous T_1 et T_2 d'ouvertures négligeables, et distants de a. On se place dans le plan focal $(F'xy)$, avec $(F'x)$ parallèle à T_1T_2.

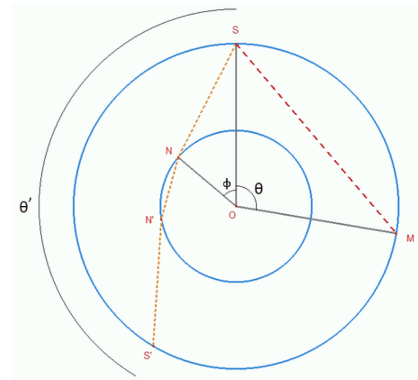
1. On considère que l'étoile E observée est dans la direction de l'axe optique. Calculer l'intensité $I(M)$ obtenue dans le plan focal. Calculer l'interfrange, sachant que $f' = 1,0\ mm$, $\lambda = 600\ nm$ et $a = 6,0\ mm$. Que se passe-t-il si a varie ?

2. On considère maintenant que l'étoile est double : il existe une seconde étoile, de même intensité, dans une direction formant un angle θ avec l'axe optique. Où se forme l'image géométrique de l'étoile ? Quelle figure d'interférences observerait-on si la seconde étoile était seule ? Calculer finalement l'intensité $I(M)$ obtenue avec les 2 étoiles. Pour quelle(s) valeur(s) particulière(s) de a y a-t-il disparition des franges ?

3. Application. On met en œuvre le protocole suivant : on part d'une valeur faible de a pour laquelle on observe les franges d'interférence, puis on augmente a jusqu'à disparition des franges (on a alors $a = 0,52\ mm$ et un contraste nul). Calculer alors la valeur de l'angle θ.

4. En réalité, pour la valeur $a = 0,52\ mm$, les franges ne disparaissent pas, mais on a un contraste minimal $C = 0,1$. Expliquer.

$\boxed{13}$ Centrale 10



On souhaite étudier la propagation des ondes sismiques au sein de la Terre. On modélise la Terre par une boule de rayon $R_T = 6400\ km$ comportant un manteau et un noyau de rayon R_N au centre. Dans un milieu homogène, les ondes sismiques se propagent rectilignement. Elles se propagent à la célérité $c_m = 11\ km/s$ dans le manteau et à la célérité $c_n = 9\ km/s$ dans le noyau.

1. L'angle θ maximal pour lequel l'onde ne traverse pas le noyau est $\theta_{max} = 106°$. Donner la valeur de R_N.

2. Montrer qu'il existe Φ_{max} tel que si l'onde traverse le noyau, alors $\Phi \leq \Phi_{max}$. Donner la valeur de Φ_{max}.

3. Exprimer θ' en fonction de Φ, R_T, R_N, c_m et c_n. Faire le graphe de θ' en fonction de Φ à l'aide du logiciel de calcul formel.

4. On admet que la célérité de l'onde sismique ne dépend que de la masse volumique ρ du milieu et du coefficient de Lamé μ homogène à une force surfacique. Donner l'expression de la célérité en fonction de ρ et μ, puis déterminer l'ordre de grandeur de μ.

5. La période des ondes est de l'ordre de $0,1\ s$. Quelle est leur longueur d'onde ? Quelles irrégularités peuvent diffracter ces ondes ?

$\boxed{14}$ Centrale 10

Au cours d'une expédition polaire, les trois petits cochons décident de construire un igloo de glace de forme hémisphérique. Ils s'accordent sur un rayon intérieur $R_1 = 1,0\ m$ et une épaisseur de glace de $30\ cm$. L'air extérieur est à une température $T_e = -5°C$ supposée constante.

Au moment où l'igloo est achevé, le grand méchant loup surgit. Les trois petits cochons se précipitent à l'intérieur de l'igloo et obstruent l'entrée par un dernier morceau de glace.

Le loup se met à souffler, souffler, mais l'igloo reste en place. Ayant bien remarqué l'absence de cheminée, sa seule chance est de continuer à souffler. Un régime stationnaire de transferts thermiques finit par s'établir entre l'intérieur et l'extérieur de l'igloo. Ajoutons que des transferts thermiques de nature conducto-convective ont lieu d'une part entre l'air intérieur et la paroi intérieure (coefficient $h_i = 5,0\ W.m^{-2}.K^{-1}$), d'autre part entre l'air extérieur et la paroi extérieure (coefficient $h_e = 100\ W.m^{-2}.K^{-1}$ quand le loup souffle, et $h_e = 10\ W.m^{-2}.K^{-1}$ quand il ne souffle plus).

Phase 1 : le loup souffle.

1. Exprimer, puis calculer la résistance thermique de conduction de l'igloo.

2. Sachant qu'un petit cochon libère une puissance de $80\ W$, calculer la température

intérieure qui règne à l'intérieur de l'igloo, ainsi que la température de sa paroi intérieure.
Phase 2 : le loup, fatigué, arrête de souffler mais les trois petits cochons restent enfermés.

3. En se plaçant encore en régime stationnaire, montrer que l'igloo fond. De quel côté ? Sur quelle épaisseur ?

Données : conductivité thermique de la glace ($\lambda = 2,0\ W.m^{-1}.K^{-1}$) ; capacité thermique massique de la glace ($c = 2,1\ kJ.kg^{-1}.K^{-1}$) ; masse volumique de la glace ($\rho = 920\ kg/m^3$).

15 `Ulm 10`

1. Un ressort réel est suspendu par l'une de ses extrémités dans le vide. Déterminer sa longueur à l'équilibre, sous l'effet de son poids.

2. On provoque une perturbation à son extrémité supérieure. Déterminer le temps au bout duquel l'onde aura fait un aller-retour.

[L'examinateur avait apporté un beau ressort ; on avait même le droit de faire joujou avec ! À noter que cet exercice a été reposé au moins 3 fois sur la session...]

16 `Centrale 10`

Il s'agit d'étudier l'influence de la longueur de cohérence sur la visibilité des interférences.

1. Décrire un dispositif interférentiel à 2 ondes, éclairé par une source ponctuelle, et qui permette d'observer des franges d'interférences rectilignes. Comment faire pour observer les interférences à l'infini ?

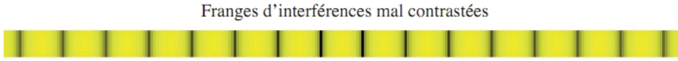
2. On adopte le modèle suivant : une source monochromatique émet des trains d'onde tous identiques, de durée τ, mais à des dates aléatoires. Indiquer dans quelle zone de l'espace on peut espérer observer des interférences. Comment est limitée la zone d'observation sur un écran placé dans le plan focal d'une lentille ?

La simulation proposée permet d'observer l'influence de la durée τ des trains d'onde sur un dispositif interférentiel du type proposé. Un paramètre b réglable permet de modifier les propriétés de la source. Quel est, à votre avis, le lien entre τ et b ?

3. La durée d'observation est très grande devant celle des trains d'onde, elle-même très grande devant la période des ondes. Calculer l'éclairement moyen en un point de l'écran. En déduire le contraste local. Conclure.

Le sujet est accompagné d'un logiciel montrant des franges rectilignes et permettant d'effectuer, sur l'écran, des mesures de position (coordonnées x et y sur l'écran) et d'intensité lumineuse. En particulier, en choisissant les valeurs extrêmes du paramètre b, le candidat affiche respectivement des franges bien ou mal contrastées.

Franges d'interférences mal contrastées



Franges d'interférences bien contrastées

17 `Mines 10`

On considère une corde vibrante tendue (tension T_0) entre $x = 0$ et $x = L$, et fixée en $x = L$. Sa masse linéique est notée μ.

1. Établir les approximations usuelles pour une corde vibrante, ainsi que l'équation de propagation.

2. On cherche une solution en OPPM. Établir la relation de dispersion. En déduire les vitesses de phase et de groupe. Commenter. Quel est le coefficient de réflexion ?

3. On excite la corde en $x = 0$ par la fonction $y(0;t) = e(t)$ donnée par

$$e(t) = \begin{cases} \frac{at}{\tau} & \text{pour} \quad 0 \leq t \leq \tau \\ a & \text{pour} \quad \tau \leq t \leq 3\tau \\ \frac{a}{2\tau}(5\tau - t) & \text{pour} \quad 3\tau \leq t \leq 5\tau \end{cases} \qquad \text{avec } c\tau = 0,1\ L$$

Dessiner la corde à l'instant $t = 6\tau$. Commenter. Donner les vitesses en $x = 0,2\ L$, $x = 0,4\ L$ et $x = 0,55\ L$.

4. Dessiner la corde à $t = 18\tau$.

18 `Centrale 10`

On considère N petits miroirs qui constituent un réseau par réflexion. On envoie en incidence normale un faisceau monochromatique de longueur d'onde λ. On note a le pas du réseau et i l'angle de sortie.

Faire un schéma. Dans quelles directions a-t-on une intensité maximale ?

Exprimer $di/d\lambda$ en fonction de a, λ et p. Comment faut-il régler la largeur l des miroirs pour que la diffraction n'influe pas sur la quantité de lumière envoyée dans une direction (on supposera cette condition vérifiée par la suite) ?

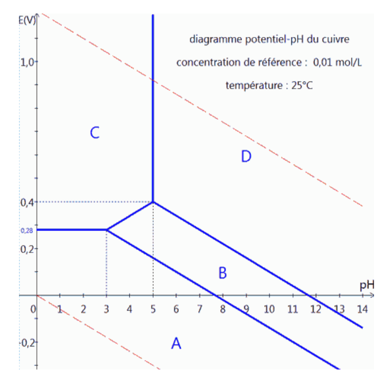
On appelle écart angulaire à la base la quantité Δi telle que : $\sin(i_{max}(p) + \Delta i) = \left(p + \frac{1}{N}\right)\frac{\lambda}{a}$.

Pour deux rayons successifs envoyés suivant un angle $i_{max}(p) + \Delta i$ dans l'ordre p, exprimer leur différence de marche δ. En déduire qu'il n'y a pas de lumière dans cette direction.

On dit que le réseau sépare λ et $\lambda + \delta\lambda$ si les 2 rayons correspondants sont séparés d'un angle δi au moins égal à Δi. Exprimer alors δi_{min}. En déduire le pouvoir de résolution $R = \frac{\lambda}{\delta\lambda}$. Commenter.

[Exercice déjà posé en 2009.]

19 `Centrale 10`



►**EX1** : [avec préparation] sur un ordinateur s'affiche un diagramme muet (cf ci-contre). Identifier les espèces sur le diagramme potentiel pH du cuivre parmi : $Cu_{(s)}$; Cu^+ ; Cu^{2+} ; $Cu_20_{(s)}$; $Cu(OH)_{2(s)}$. Commenter. Retrouver les constantes thermodynamiques correspondantes.

►**EX2** : [sans préparation] on considère la réaction $UF_4 + F_2 \rightleftharpoons UF_6$, réalisée dans une enceinte adiabatique, supposée totale. On connait la température au début de la réaction, les capacités calorifiques molaires des 3 composants, l'enthalpie standard de la réaction.

1. Montrer qu'il s'agit d'une réaction d'oxydoréduction.

2. Quelle est la température à la fin de la réaction ?

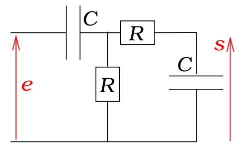
Il y avait une troisième question...

[L'examinatrice était terriblement blasée. Elle se trompait dans les mots à utiliser, aussi.]

20 `X 10`

Un demi-cylindre homogène de masse m et de rayon R est posé sur le sol (du côté courbe) et effectue de petites oscillations sans glisser. Quelle en est la période ?

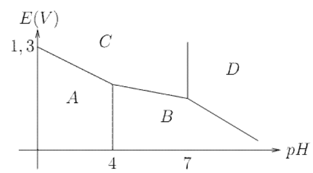
21 `Mines 10`



On considère le filtre ci-contre. On pose $\omega_0 = 1/RC$. Quelle est la nature du filtre ?
Calculer la fonction de transfert. Tracer l'allure du diagramme de Bode. Quel est le facteur de qualité ?
Étudier la réponse du système à un signal carré, puis triangulaire.

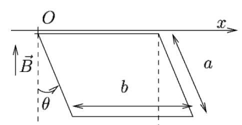
22 `Centrale 10`

►**EX1** : donner la structure électronique du chrome (Cr), qui a pour numéro atomique $Z = 24$. En réalité, on a une couche externe en $3d^5 4s^1$. Expliquer.
Donner la structure de Lewis de CrO_4^{2-}, sachant que l'atome de chrome est au centre et que les oxygènes ne sont pas reliés. Quelle est la géométrie de cet ion ?



►**EX2** : on considère les espèces $Cr(OH)_{3s}$, $Cr_2O_7^{2-}$, CrO_4^{2-} et Cr^{3+}. Donner les nombres d'oxydation. Quelle est le type du couple $Cr_2O_7^{2-}/CrO_4^{2-}$? Placer les espèces dans le diagramme potentiel-pH ci-contre.
Construire celui du fer (no $+II$ et $+III$ seulement), en prenant $E^o(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77\ V$, $pKs(Fe(OH)_{2s}) = 15$ et $pKs(Fe(OH)_{3s}) = 38$. On prendra $c_0 = 1\ mol/L$ comme convention de tracé.
Ajouter la frontière H_2O_2/H_2O ($E^o = 1,77V$).
À une solution de $FeCrO_4$ en milieu basique, on ajoute H_2O_2 en excès. Que se passe-t-il ? Sous quelle forme sont le fer et le chrome ?
Ensuite, on enlève H_2O_2 en chauffant, puis on acidifie pour revenir en milieu acide. Enfin, on dose avec une solution de Fe^{2+} (dosage réalisé pour $0,13\ mol$ de $Fe(II)$). Conclure.

23 `Mines 10`



Un cadre métallique, de côtés a et b, de résistance R, de masse m, de moment d'inertie J_{Ox} est plongé dans un champ magnétique uniforme $\overrightarrow{B} = B\ \overrightarrow{u_z}$. Le cadre rigide peut tourner en pivot parfait autour de Ox.
Trouver l'équation différentielle en $\theta(t)$. La linéariser. Quelle est la condition sur B pour avoir des oscillations amorties ? Résoudre avec un cadre initialement immobile et $\theta(0) = \theta_0$. Calculer et tracer $i(t)$.
Comment relier $\int_0^\infty Ri^2(t)\ dt$ et θ_0 ?

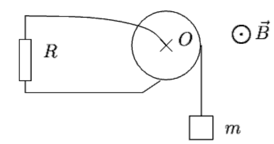
24 `Centrale 10`

Soit un guide d'onde rectangulaire selon $\overrightarrow{u_z}$, de longueur a selon $\overrightarrow{u_x}$, et de largeur b selon $\overrightarrow{u_y}$. Les conducteurs sont parfaits, et on prend $\overrightarrow{E}_n = E_n^0 \sin(n\pi y/b)\cos(\omega t - kz)\overrightarrow{u_x}$.
L'onde est elle TE ? TM ?
Montrer qu'il y a des courants sur les parois, et les calculer sur la face $y = 0$.
Les conducteurs ne sont plus parfaits (conductivité γ), et on supposera que les courants se répartissent sur une épaisseur $\sqrt{\dfrac{2}{\mu_0\gamma\omega}}$ en gardant la même intensité que dans le cas parfait. Montrer que la puissance moyenne dP dissipée sur une longueur dz est de la forme $f(n)E_0^2 dz$. Montrer que la puissance passant au travers du guide est $P(z) = P(0)e^{-z/d_n}$. Conclure sur l'intérêt du mode $n = 1$.

25 `ENS 10`

On étudie l'évaporation d'une gouttelette 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 massique de vaporisation de l'eau, R_0 le rayon initial de la goutte, $R(t)$ son rayon, K la conductivité thermique de l'air, $T_a = 300°C$ 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 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 ?

26 `X 10`



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.

27 `Mines 10`

►**EX** : [15 min de préparation] 4 trous formant un carré de côté a sont percés dans un plan. On éclaire celui-ci en incidence normale. Qu'observe-t-on à l'infini ?
Cas particuliers : cas des trous carrés, puis circulaires.
[J'ai fait un peu n'importe quoi dans la formalisation du problème (l'examinateur me l'a fait sentir mais en même temps il me disait "c'est pas grave, continuez" alors que les calculs étaient inutilement compliqués. . .) et à la fin, voulant avancer un peu, il a posé des questions sur ce que j'aurais dû obtenir dans les cas particuliers.]
►**QC** : [à la fin, sans préparation] dans le chapitre des forces centrales, parlez-moi d'énergie de liaison et d'énergie effective ou efficace.
[Il est sorti 1 min pour me laisser réfléchir (et se prendre un verre d'eau) puis m'a aidé un peu avec des questions comme, quand j'avais un doute sur la constante des aires, "est-ce que c'est normal d'avoir cette dimension ?"]

28 `Centrale 10`

►**EX1** : [avec préparation] on considère une demi-pile (gauche) constituée d'un fil de platine, d'une solution aqueuse de H_2SO_4 dans laquelle barbote du dihydrogène, ainsi qu'une demi-pile (droite) constituée d'un fil de platine, d'une solution aqueuse de H_2SO_4 dans laquelle barbote du dioxygène. Les deux demi-piles sont reliées par un pont salin. On supposera que H_2SO_4 est un diacide fort et on travaille à 298 K.

1. Écrire la notation conventionnelle de la pile. À quoi sert le pont salin ?

2. Montrer que la force électromotrice ΔE de la pile est indépendante de la concentration en H_2SO_4. L'exprimer en fonction de E_1^o, E_2^o, $P(O_2)$, $P(H_2)$ et P^o.

3. Que vaut ΔE pour $P(O_2) = P(H_2) = 2.10^5\ Pa$?

4. On relie les deux électrodes par une résistance. Identifier l'anode et la cathode. Écrire les demi-équations. Quelle est la réaction de fonctionnement de la pile ? On déterminera sa constante de réaction. Que peut-on en déduire ?

5. On considère une pile de puissance 10 kW alimentée en continue en O_2 et H_2 avec $P(O_2) = P(H_2) = 2.10^5\ Pa$. Calculer la charge débitée pendant une heure.

<u>*Données*</u> : potentiel rédox du couple H_2O/H_2 ($E_1^o = 0\ V$), O_2/H_2O ($E_2^o = 1,23\ V$) ; $RT \ln 10/\mathcal{F} = 0,06$ à 298 K ; $e = 1,6.10^{-19}\ C$, $\mathcal{F} = 96500\ C/mol$, $\mathcal{N}_a = 6,023.10^{23}\ mol^{-1}$, $M(O) = 16\ g/mol$, $M(H) = 1\ g/mol$.

[J'ai un peu buté sur la q.5. Il m'a donc demandé si je l'avais trouvée pendant la préparation et je lui ai dit que non. Il m'a alors demandé si j'avais cherché la suite, chose que j'avais faite. Donc il m'a dit de la sauter et de vite faire la suite si je voulais avoir le temps d'exposer tout ce que j'avais fait.]

►**<u>EX2</u>** : [avec préparation] l'atome de zirconium (Zr) occupe un réseau cubique faces centrées. Il peut former la molécule ZrH_x (x représente le nombre de H dans la molécule) par insertion d'atomes d'hydrogène dans des sites interstitiels sans déformer la maille.

1. Sachant que le rayon de l'atome de Zr est $r = 175\ pm$, calculer le paramètre de maille a, le rayon des sites octaédriques et le rayon des sites tétraédriques.

2. Les atomes d'hydrogène occupent tous les sites tétraédriques. En déduire x.

[Il y avait encore deux questions que je n'ai pas eu le temps de traiter.]

►**<u>EX3</u>** : [sans préparation] on considère l'équilibre $2\ X_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons Y_{(s)}$. On donne $\Delta_r H^o = -200\ kJ/mol$, $\Delta_r S^o = -230\ J.K^{-1}.mol^{-1}$ pour cet équilibre à 298 K.

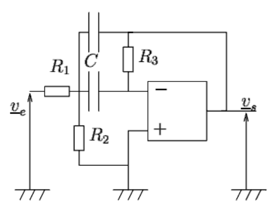
1. Quel est l'effet d'une augmentation de la pression à température constante ?
2. Quel est l'effet d'une augmentation de la température à pression constante ?
3. On ajoute du dioxygène gazeux à température et volume constants. Que se passe-t-il ?
4. On ajoute du Y à température constante. Que se passe-t-il ?
5. On ajoute du diazote gazeux à température et pression constantes. Que se passe-t-il ? Refaire cette question en raisonnant sur l'affinité.

[Il me demandait souvent de répondre uniquement à la question posée. Par exemple j'ai profité de la q.1 pour justifier le signe de $\Delta_r S^o$ mais il n'a pas trop apprécié (cela dit il était plutôt gentil).]

$\boxed{29}$ ENS 10

Une corde de masse linéique μ est suspendue entre deux points. Quelle est sa forme ?

$\boxed{30}$ Centrale 10



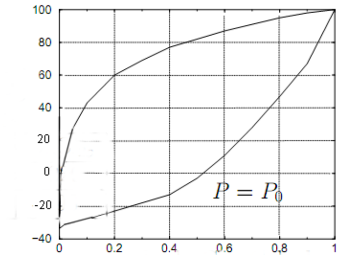
Soit le filtre ci-contre. Montrer que la fonction de transfert peut se mettre sous la forme $\underline{H}(jx) = \frac{H_0}{(1+jQ(x-1/x))}$, avec $x = \omega/\omega_0$. Que valent Q, H_0 et ω_0 ?

Dans la limite $R_1 \ll R_2$, que deviennent Q et ω_0 ? R_2 est variable, quel est alors l'intérêt du montage ?

Tracer l'allure du diagramme de Bode. Trouver l'équation différentielle en $v_s(t)$. Quel est son ordre ?

Que valent $v_s(0^+)$ et $\dot{v}_s(0^+)$ si $v_e = 0$ pour $t < 0$ et V_0 pour $t = 0$, et si les condensateurs sont initialement déchargés ? Quelle est l'allure de $v_s(t)$? Qu'obtient-on en sortie si on envoie un créneau ?

$\boxed{31}$ Centrale 10



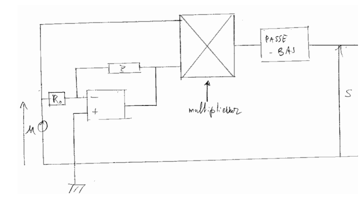
►**<u>EX</u>** : on étudie l'équilibre liquide vapeur du mélange binaire H_2O/NH_3 sous une pression de 1 bar. On dispose du diagramme (massique) ci-contre. On considère un mélange de 240 g d'eau et 160 g d'ammoniac. À quelle température apparaît la première bulle de vapeur et quelle est sa composition ? Conclure.

À 60°C, quelle est la composition du liquide et celle de la vapeur en présence ? Quelles sont les masses de chacune des phases ?

À quelle température s'achève la vaporisation et quelle est la composition de la dernière goutte liquide ?

►**<u>QC</u>** : le plomb est dans la 14^o colonne, 6^o période. Qu'est-ce que cela signifie ? Donner sa configuration électronique. Quels sont les degrés d'oxydation stables ? Oxydes formés ?

$\boxed{32}$ Centrale 10



On rappelle qu'un multiplieur prend en entrée deux tensions e_1 et e_2 et rend en sortie $k.e_1.e_2$, où $k = 0,1\ V^{-1}$ ici. On considère le circuit électrique ci-contre. On impose en entrée un courant sinusoïdal $u(t) = U\ cos(\omega t)$ de fréquence 10 kHz.

Le filtre passe-bas possède une fréquence de coupure de 100 Hz. L'amplificateur opérationnel est supposé parfait, de gain infini et fonctionne en régime linéaire. Les paramètres U et R_0 sont connus de l'utilisateur et peuvent être ajustés.

1. Montrer que la mesure de s permet de trouver $\Re e(\underline{Z})$. [Comment faire pour enlever le signe moins qui relie s et $\Re e(\underline{Z})$?]
2. Que faudrait-il faire pour déterminer $\Im m(\underline{Z})$?

[Je suis tombé dans LE piège qui consiste à dire qu'un multiplieur peut multiplier des grandeurs complexes... Il m'a demandé après la q.1 comment je ferais pour créer un circuit qui effectue la fonction "valeur absolue". Il m'a demandé de lui dire tout de suite si je ne savais pas car c'était non exigible.]

$\boxed{33}$ CCP 10

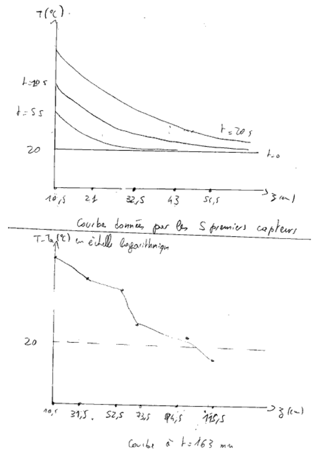
►**<u>QC</u>** : relations de passage du champ électromagnétique à la traversée d'une interface.

►**<u>EX</u>** : on réalise un moteur fonctionnant réversiblement entre deux sources de températures initiales T_f^o et T_c^o. Ces deux sources sont constituées d'une masse M d'eau liquide de capacité thermique massique c.

1. Qu'est-ce qu'une grandeur intensive ?
2. Les deux sources sont-elles des thermostats ? Donner un exemple de thermostat.
3. Que dire de la réversibilité du cycle considéré ? Quand le moteur s'arrête-t-il ? Calculer les températures finales des sources.

4. Quel est le travail récupéré ? Calculer le rendement de ce moteur. Commenter.

34 Centrale 10



On considère un cylindre de cuivre de diamètre 15 mm. On place à une extrémité ($z = 0$) une résistance $R = 15\ \Omega$ alimentée en continu par une tension $U_0 = 10\ V$. On fixe à l'autre extrémité ($z = L$) un tube de refroidissement permettant d'assurer une température de 20°C au bout du tube. Le cylindre se refroidit naturellement par échanges avec l'atmosphère selon la loi $P_s = h[T(z) - T_a]$ (puissance surfacique cédée par le cylindre). 16 capteurs thermiques placés tous les 10,5 cm permettent de tracer les courbes ci-contre.

1.Qu'observe-t-on sur le premier graphique ? Justifier. Quelle valeur de la conductivité du cuivre peut-on en déduire ? [Cette valeur vous semble-t-elle satisfaisante ?]

2. Au bout de 163 min, on observe que les valeurs captées stagnent. Quelle est alors la valeur de h ? Le refroidissement était-il vraiment nécessaire ?

3. Pouvait-on prévoir la durée de l'expérience ? On donne la capacité calorifique massique et la masse volumique du tube.

[Je suis resté bloqué sur la première question pendant toute ma préparation car j'avais besoin de la pente à l'origine des courbes. Or les courbes ne commençaient qu'à $z = 10,5\ cm$. Quand je suis arrivé au tableau et lui ai dit mon souci, l'examinateur m'a dit 'àh oui effectivement, mais on va faire comme si le premier capteur était à $z = 0$". Grrr]

35 Centrale 10

On souhaite chauffer les $m_1 = 200\ g$ d'eau d'un biberon à la température $T_1(t)$ ($T_1(0) = T_F$) à une température $T_B = 45$°C. On le place pour cela dans une enceinte contenant une masse m_2 d'eau à la température $T_2(t)$ que l'on aura au préalable amenée à une température $T_2(0) = T_E$ grâce à un dispositif d'une puissance $P = 1\ kW$. De plus, on ne veut pas que la température du biberon dépasse la température T_F au cours du réchauffement.

On ne tient compte que des transferts thermiques à travers la paroi latérale d'épaisseur e et de conductivité thermique $\lambda = 0,5\ W.K^{-1}.m^{-1}$ du biberon cylindrique de rayon R (R gge) et de hauteur H. Le but du problème est de minimiser le temps nécessaire à chauffer le biberon par ce transfert thermique.

On donne $T_{eb} = 100$°Cdans les conditions de l'expérience où $P = 1\ bar$, ainsi que $c =$? la capacité thermique de la paroi du biberon.

1. Discuter des meilleurs valeurs de T_E et m_2.

2. Donner les valeurs optimales de R et H, sachant que l'on veut pour des raisons pratiques de tenue du biberon $3,5 \leq R \leq 7,5\ cm$. *On choisira ces valeurs pour la suite du problème.*

3. Donner un minorant du temps nécessaire à ce que la température du biberon soit telle que $|T_B - T_1(t)| \leq 1$°C.

[Examinateur qui laisse dans le doute. J'ai traité qualitativement les deux premières questions, puis ai commencé par exposer ma méthode pour la troisième : à chaque fois il disait quelque chose comme "faites donc". Il m'a demandé au passage de justifier pourquoi l'on demande $T_1(t) \leq T_F$ à tout instant.]

36 Centrale 10

►**EX1** : le cristal d'oxyde de zinc (ZnO) est constitué d'un réseau cfc d'ions Zn^{2+} et les ions O^{2-} occupent des sites tétraédriques. Dessiner la maille, quelle est la stœchiométrie ? Calculer la coordinence anion/cation et cation/anion. Exprimer le paramètre de maille en fonction des rayons. Quelle est la masse volumique ?

►**EX2** : soit s la solubilité de ZnS_s en solution aqueuse. Exprimer s en fonction des différentes concentrations, puis $ps = -\log s$ en fonction du pH. Tracé de $ps = f(pH)$.
On donne $pK_{a2}(HS^-/S^{2-}) = 13,6$ et $pK_{a1}(H_2S/HS^-) = 7,0$.

37 X 10

1. On considère un réseau linéaire de N particules chargées $+q, -q, +q, -q, \ldots$ séparées d'une distance a. Calculer l'énergie électrostatique de ce système.

2. Généraliser à un réseau quelconque.

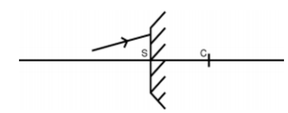
3. Deux charges $+q$ et $-q$ constituent un atome. Tracer le graphe de l'énergie électrostatique en fonction de la distance.

4. Calculer la pulsation des petites oscillations.

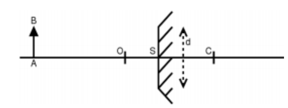
38 CCP 10

►**EX1** : [8 points] 1. Donner une loi de conjugaison d'un miroir sphérique de sommet S, de centre C, de rayon R. On notera A l'objet et A' l'image. En déduire la position du foyer F.

2. On se place pour la suite du problème dans l'approximation de Gauss. Construire de deux manières différentes et sans utiliser d'objet, le rayon réfléchi correspondant au rayon incident tracé.

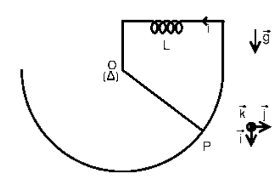


3. Un observateur est placé en O et observe l'objet AB par réflexion sur le miroir.



Le rayon incident passant par B dont le rayon réfléchi passe par O coupe l'axe optique en O'. Déterminer la position de O'.
Quelle est la hauteur maximale de l'objet AB pour laquelle l'observateur voit encore l'objet en entier ?
<u>AN</u> : $AS = 2\ m$, $OS = 10\ cm$, $d = 50\ cm$.

►**EX2** : [12 points] une barre métallique de masse m de moment d'inertie J par rapport à Δ coulisse dans une rigole en hémicycle.



On prendra pour les forces de frottements un couple $\vec{\Gamma} = -\alpha\dot{\theta}\vec{k}$.
On branche entre la barre en O et la goutière une bobine d'autoinductance L.
Initialement, on a $i(t = 0) = 0$, $\theta(t = 0) = 0$ et $\dot{\theta}(t = 0) = \omega_0$.

1. Déterminer la force électromotrice entre O et P : $e = V_P - V_O$.

2. Déterminer une relation entre $\dot{\theta}(t)$ et $i(t)$.
3. Établir l'équation différentielle du mouvement.
4. Dans la suite du problème, on se placera dans le cas des petites oscillations. À quelle condition à-t-on des oscillations amorties ?
5. On suppose que l'on est dans ce cas. Faire un bilan énergétique.

[Le schéma de l'énoncé fixait bien l'orientation des vecteurs, leurs noms, ainsi que l'orientation du circuit ($i(t)$). On s'est arrêtés au 3 ; l'examinateur m'a ensuite demandé de donner la forme générale des oscillations amorties. Il y avait d'autres questions entre 4. et 5.]

39 Centrale 10

▶**EX1** : [avec préparation] on prend $R = 8,314\ J.K^{-1}.mol^{-1}$ et on donne

	$\Delta_f H^o_{298}(kJ.mol^{-1})$	$S^o_{298}(J.K^{-1}.mol^{-1})$
$CaCO_{3(s)}$	-1207	90
$CaO_{(s)}$	-634	40
$CO_{2(g)}$	-394	214

1. Écrire la réaction (1) de décomposition de la calcite $CaCO_{3(s)}$ en oxyde de calcium $CaO_{(s)}$ et dioxyde de carbone.
2. Calculer la constante de réaction à l'équilibre associée à cette réaction.
3. On fixe la pression totale P_t. En supposant que le dioxyde de carbone est le seul gaz présent, peut-il y avoir plusieurs états d'équilibre ?
4. Calculer l'enthalpie et entropie standard de réaction à 298 K. Commenter brièvement le signe de $\Delta_r S^o_{298}$.
5. On se place dans la suite dans l'approximation d'Ellingham.

(a) En supposant que le dioxyde de carbone est le seul gaz présent, déterminer la pression à l'état d'équilibre à $T = 1100\ K$.
(b) On se place dans l'état d'équilibre précédent, puis on maintient la pression P_t à une valeur inférieure. Que se passe-t-il ?
(c) Idem si l'on ajoute à la place un constituant gazeux non actif.

6. On considère la réaction (1) sur un système comportant initialement $n\ mol$ de $CaCO_{3(s)}$ dans une enceinte initialement vide de tout gaz de volume $V = 10\ L$ et à la température $T = 1100\ K$.

(a) On prend $n = 0,01\ mol$. Donner la composition de l'état final et la valeur de l'affinité chimique à l'état final.
(b) Même question pour $n = 0,2\ mol$.
(c) À la fin de la réaction considérée à la question 6b, on rajoute $n_0 = 0,2\ mol$ de dioxyde de carbone. Calculer l'affinité chimique jute après l'ajout, puis à la fin de la réaction, ainsi que la composition du nouvel état final.

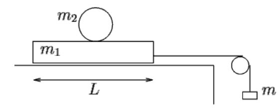
[On n'a pas fait les calculs de la question 6c mais juste évalué qualitativement à l'oral les signes des deux affinités.]

▶**EX2** : [sans préparation] on considère la réaction $2\ NO + 2\ H_2 \rightleftharpoons N_2 + 2\ H_2O$. Est-ce un acte élémentaire ?
On considère le mécanisme suivant :

$$(1)\quad 2\ NO \underset{k_{-1}}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} N_2O_2 \qquad \text{rapide}$$
$$(2)\quad N_2O_2\ +\ H_2 \overset{k_2}{\rightarrow} H_2O +\ N_2O \qquad \text{lente}$$
$$(3)\quad N_2O\ +\ H_2 \overset{k_3}{\rightarrow} N_2 + H_2O \qquad \text{rapide}$$

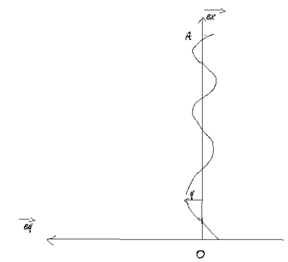
On suppose qu'à chaque instant, les réactions (1) et (-1) sont à l'équilibre. Déterminer la vitesse de formation de H_2O en fonction des concentrations $[NO]$ et $[H2]$.

40 Mines 10



Le socle, de longueur L et de masse m_1, peut glisser sans frottement sur la table. Le cylindre homogène m_2 de rayon a roule sans glisser sur le socle, et est initialement au milieu du socle. La poulie est parfaite. Trouver l'accélération de m_1. Au bout de combien de temps la masse m_2 tombe-t-elle, et de quel côté ?

41 Mines 10



▶**EX1** : [avec préparation] on considère une corde verticale de longueur L, attachée à une extrémité en un point A (cf. figure). On suppose qu'au repos, l'autre extrémité est confondue avec le point O. On impose $y(A) = a\ cos(\omega t)$ avec $a \ll L$, tout en laissant l'autre extrémité sans contrainte. On supposera par ailleurs que y, $\partial y/\partial x$ et $\partial^2 y/\partial x^2$ sont petits et que le mouvement s'effectue uniquement dans la direction de $\overrightarrow{e_y}$.

1. Montrer que $\dfrac{\partial^2 y}{\partial t^2} = g\left(\dfrac{\partial y}{\partial x} + x\ \dfrac{\partial^2 y}{\partial x^2}\right)$.
2. On cherche les solutions sous la forme $y(x,t) = c(x)\cos(\omega t) + d(x)\sin(\omega t)$. Montrer que c et d satisfont à la même équation différentielle.
3. On pose $X = x\omega^2/g$, $A(X) = A_0 c(x)$ et $B(X) = B_0 d(x)$. On supposera $A(0) = 1$. Trouver une équation différentielle vérifiée par A et B.
4. Chercher les solutions de cette équation sous forme de série entière $A(X) = 1 + A_1 X + A_2 X^2 + \ldots$. Exprimer les A_k.
5. Que vaut B_0 ? Exprimer A_0 en fonction de a et de $A(L\omega^2/g)$. Déterminer l'expression de y(x,t).
6. $\underline{AN}$: $L = 1\ m$, $f = 5\ Hz$, $a = 3\ mm$, $g = 9,81\ m/s^2$. Évaluer $L\omega^2/g$. À t fixé, tracer la courbe $y(x,t) = f(x)$. On donne un tableau des valeurs de X, $A(X)$ et $A'(X)$ chaque ligne du tableau vérifie soit $A(X) = 0$ soit $A'(X) = 0$. En particulier A et A' s'annulent 7 fois.

[Il y avait encore 2 questions que je n'ai pas eu le temps de lire. J'ai bien détaillé la première question, ensuite l'examinateur m'a simplement demandé d'écrire mes résultats sans démonstration ce qui est plutôt plaisant.]

▶**EX2** : [sans préparation]

1. On considère un système de deux fentes d'Young constitué de 2 lentilles : une avant (source ponctuelle placée en son foyer objet) et une après (écran placé en son foyer image) le système. Les 2 fentes sont supposées infiniment fines et séparées de a. Calculer l'intensité en un point $M(X)$ de l'écran, représenter $I = f(X)$. $\underline{AN}$: $\lambda = 600\ nm$, $a = 0,25\ mm$,

$f = 1\ m$ (distance focale des lentilles).

2. On ajoute une troisième fente identique F_3 au milieu des deux autres. Calculer $I(X)$ et le tracer.

3. Même question si on suppose que F_3 est deux fois plus large que les deux autres.

42 `Centrale 10`

►**EX** : on considère un moteur majoritairement inductif branché au réseau EDF, consommant une puissance P_1 pour un facteur de puissance φ_1. On branche en dérivation N lampes résistives consommant chacune une puissance P.

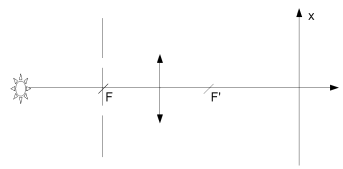
1. Déterminer le facteur de puissance de l'ensemble. $\underline{AN}$: $P_1 = 2\ kW$, $\cos\varphi_1 = 0,8$, $P = 100\ W$, $N = 10$.

2. Quel composant électrique rajouter au circuit pour augmenter le facteur de puissance dans les deux situations (avant et après le rajout des lampes) ? Quel est l'intérêt ?

[L'énoncé continuait pendant encore 2 questions. L'examinateur m'a demandé d'utiliser la méthode de Fresnel, sans la nommer explicitement. On avait accès à un ordinateur avec `Maple` 7 et 9, que je n'ai pas utilisé.]

43 `Mines 10`

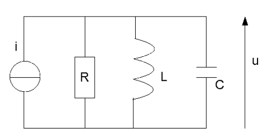
►**EX1** : [avec préparation] on considère une source placée devant deux trous de Young (la source et sur l'axe optique à égale distance des deux trous), et on observe les interférences à travers une lentille de focale f, tq le le milieu des 2 trous soit au foyer objet de la lentille. Le tout est projeté sur un écran à une distance quelconque D de la lentille.



1. Donner la figure d'interférences.

2. Que se passe-t-il si l'on décale la source de l'axe optique ?

►**EX2** : [sans préparation] on considère le circuit électronique composé d'un générateur idéal d'intensité (i), d'une résistance, d'une bobine, et d'un condensateur, tous en parallèle.

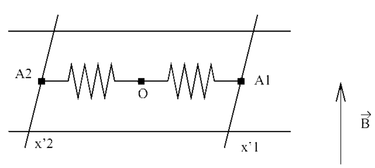


On cherche l'expression de la tension entre les deux branches, suite à un échelon d'intensité ($i = 0$ pour $t < 0$, $i = I$ pour $t \geq 0$). Faire apparaître les deux grandeurs de temps caractéristique du circuit. Graphe ?

[L'examinateur demandait à chaque fois que j'affirmais quelquechose "vous êtes sûr ?", donc j'ai fini par douter de moi. Mais j'ai fini les deux exos malgré le temps qu'il prenait à chaque étape.]

44 `CCP 10`

►**EX1** : O est fixe. Les ressorts sont fixés en A_1 et A_2 à des tiges métalliques posées sur 2 rails. On note $x_i = x'_i - x_i^{éq}$ l'écartement par rapport à la position d'équilibre. On déplace un petit peu A_2, et on abandonne le système.



1. Décrire qualitativement l'évolution du système.

2. Déterminer le courant i dans le circuit en fonction de $\dot{x}_1$ et $\dot{x}_2$.

3. En déduire les équations du mouvement du système. Résoudre les équations, en posant $D = x_1 - x_2$ et $S = x_1 + x_2$.

4. Montrer qu'au bout d'un moment, les tiges vibrent en phase. Que voaut alors le courant i ?

►**EX2** : miroirs de Fresnel.

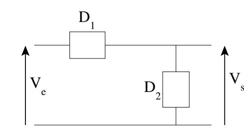
[L'examinatrice était un peu sèche, un peu muette, mais raisonnablement. J'aurais du aller plus vite dans l'ex.1 car elle m'a dit de sauter les questions de la fin et de passer à Fresnel, dommage. . .]

45 `X 10`

On considère une solution diluée d'eau et de sel. On rappelle que le sel et l'eau ne sont pas miscibles sous forme solide. On constate expérimentalement que la température T_{eq} d'équilibre de la glace (pure)avec une solution liquide (eau + sel) dépend de la fraction molaire x_{sel} (supposée petite) dans la phase liquide.
En écrivant la loi de Van't Hoff pour l'équilibre $H_2O_{s)} \rightleftharpoons H_2O_{l)}$, trouver l'évolution de T_{eq} avec x_{sel}.
AN pour de l'eau de mer à $35\ g/L$, avec $L_{fus} = 5,9\ kJ.mol^{-1}$ pour l'eau pure, et $M(NaCl) = 58\ g/mol$.
Application ?

46 `Centrale 10`

►**EX** : un quadripôle est constitué de 2 dipôles D_1 et D_2, et contient une résistance R, une bobine L et un condensateur C.



On relie tout d'abord l'entrée à une pile de f.é.m. $E_0 = 15\ V$ (la sortie étant ouverte), et on mesure au bout d'un temps très long un courant $I_0 = 15\ mA$.
On remplace le générateur continu par un générateur sinusoïdal, et on observe que : on est en présence d'un filtre passe-bande (gain maximal pour une fréquence $f_0 = 1,16\ kHz$), de bande passante $\Delta f = 340\ Hz$.

1. Montrer que le condensateur ne peut pas être en série.

2. Identifier D_1 et D_2, ainsi que la valeur numérique des composants.

3. On envoie en entrée un signal carré. Déterminer le signal de sortie selon que la fréquance est très petite, ou très grande.

4. Idem pour un signal triangle.

[Examinateur peu bavard. Questions notamment sur facteur de qualité, forme usuelle d'un passe- bande.]