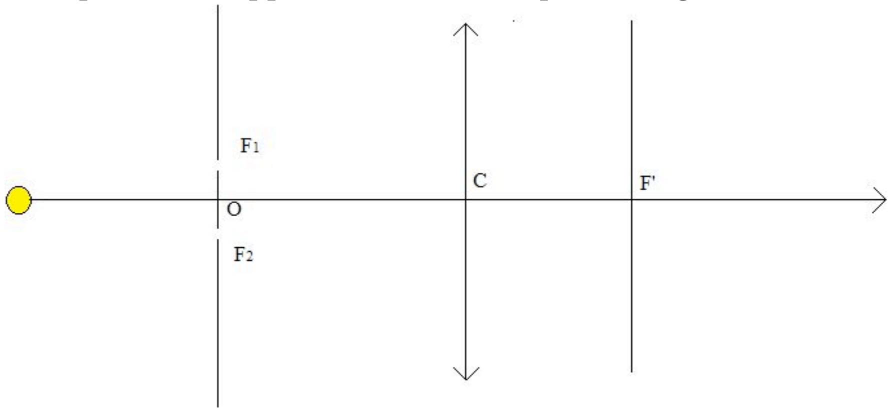
X 2010

1. **1.** On considère une lentille biconvexe de rayons R1 et R2, retrouver sa formule de conjugaison en supposant qu'elle agit localement comme un prisme.

2. **2.** On considère une table percée d'un petit trou. On fait passer une ficelle de longueur 2L et de masse négligeable par le trou, et on accroche à chaque extrémité une masse m. A t=0, les deux brins ont une longueur L, et on donne une vitesse V_0 perpendiculairement au fil à la masse posée sur la table. Que se passe-t-il ? (Ce qu'il m'a demandé : trouver l' équation du mouvement et son éventuelle solution dans le cas où le mouvement de la masse posée sur la table est circulaire).

3. On éclaire un dispositif de fentes d'Young (de largeur a' et distantes de a) avec une étoile non ponctuelle (de diamètre apparent 2ε) et on observe la figure obtenue dans le plan focal d'une lentille convergente de focale f'. On dispose de plus d'un filtre qui ne fait apparaître à l'écran que la longueur d'onde λ.



1. Qu'observe-t-on sur l'écran ? On pourra assimiler l'étoile à une source de lumière carrée d'intensité uniforme.
2. Il y avait une deuxième question mais je n'ai eu le temps ni de la lire, ni de la faire. Je crois qu'il s'agissait de considérer une deuxième étoile.

4. On considère un biberon cylindrique plein de lait et en verre de rayon interne R1 et externe R2, placé dans un four micro-ondes.

Le micro-ondes délivre une puissance volumique P. L'ensemble biberon et lait et initialement à une température T0. Le verre et le lait ont les capacités thermiques massiques respectives Cv et Cl et les coefficient de diffusion Kv et Kl. On suppose l'épaisseur du verre faible devant R1 et R2. On pose T(R2)=Ts

1 donner le profil de température dans le biberon
2 Quelles précautions faut il prendre?
3 Estimer la puissance du four.

A la question 1,j'ai pensé qu'on recherchait l'évolution du profil de température en fonction du temps. Alors que j'étais bloqué par mon incapacité à résoudre l'équation de la chaleur en cylindrique, l'examinateur m'a dit qu'on ne s'intéressait qu'au régime permanent, alors que l'énoncé avec les données capacités thermique et de la température initiale suggère le contraire.

Pour la question 2, je n'ai aucune idée de la réponse attendue par l'examinateur.

5. On considère un ressort (de raideur k et de longueur a vide l_0) accroché verticalement auquel on suspend une masse m. A l'aide d'un générateur idéal de courant, on fait circuler un courant I à partir de l'instant t = 0 dans le ressort alors considéré comme étant un solénoïde (de longueur a et possédant N spires) en fermant un interrupteur (voir schéma ci-contre).
Déterminer les nouvelles positions d'équilibre.

Chimie 1 : cf Mines-Ponts 2009 « l'or », questions 1 à 8, 17 à 23 (traité en DS en 2009-2010 !)

Chimie 2 :

- **Chimie :**

➢ Exercice :

L'exercice portait sur l'étude de l'arsenic, de numéro atomique 33 et de nombre de masse 75.
1) a) Donner le nombre de proton et de neutron de l'arsenic.
1) b) Donner la configuration électronique de l'arsenic dans son état fondamental.
1) c) Sur quelle ligne et dans quelle colonne se trouve l'arsenic ?
1) d) Expliquer les nombres d'oxydation III et V.
2) a) Donner la représentation de Lewis et la configuration spatiale via la méthode VSEPR de la molécule d'arsine AsH_3.
2) b) L'angle entre deux hydrogène dans cette molécule est de 91,2°. Justifier.

2) c) et 2) d) Non lues (a fortiori non traitées), l'examinateur m'ayant demandé de passer à la suite.
On étudie maintenant la réaction suivante d'ordre 1 en arsine et de constante de réaction k : AsH_3 $_{(g)}$ -> $As_{(s)}$ + 3/2 $H_{2\,(g)}$
3) a) Exprimer $P(AsH_3)$ en fonction de k, t et P_0, pression à l'instant initial.

ENS 2010

Planche 1 :

1. On considère deux faisceaux laser cohérents qui se croisent. Donner le profil d'intensité
à l'intersection des deux faisceaux.
2. On suppose qu'on place de l'eau à l'endroit où les deux faisceaux se coupent. L'eau
va chauffer, et ce d'autant plus que l'intensité est forte. Une fois un régime permanent
atteint, on coupe les lasers. Déterminer l'évolution du profil de température dans l'eau.
3. Ensuite, l'examinateur m'a demandé pourquoi j'avais cassé ma craie au début de l'oral
lorsqu'elle crissait et si je pouvait expliquer physiquement ce qui se passe.
4. Enfin, il m'a demandé de calculer la masse de l'atmosphère terrestre.

Planche 2 :

- à l'oral commun, j'ai eu purement et simplement du cours (effet de peau)
- l'oral spécifique d'Ulm était plus intéressant, mais bien plus difficile (d'autant plus que l'examinateur semblait déterminé à ne pas me donner la moindre indication). Celui-ci (l'examinateur) s'est approché de moi, a posé sur le bureau un ressort, en a saisi une extrémité, et soulevé icelle jusqu'à ce que l'autre décolle du bureau. Il m'a alors demandé la longueur qui était alors celle du ressort. Puis, il a donné une petite tape sous le ressort : on voit alors une perturbation se propager de bas en haut puis de haut en bas. Il m'a alors demandé de déterminer le temps nécessaire à l'aller-retour. Comme je ne savais pas trop comment m'y prendre pour la seconde question, il m'a conseillé de commencer par le cas où le ressort est horizontal, posé sur la table, ce que j'ai réussi à traiter (on avait vu en cours un exercice semblable : j'ai assimilé le ressort à une succession de N oscillateurs, puis déterminé la relation de dispersion ...). Il m'a finalement expliqué que dans le cas vertical, le temps d'aller-retour est le même : dans les zones les plus élevées du ressort, les spires sont plus écartées, donc la distance à parcourir augmente mais la vitesse de propagation également, les deux se compensant.

Planche 3 :

Deux faisceaux laser cohérents sont intialement parallèles. L'un d'entre eux traverse un objet d'indice n, dont l'épaisseur varie au cours du temps : e = e(t).
Un dispositif à miroirs situé en aval fait converger les rayons dans une zone de l'espace, les deux faisceaux formant alors l'angle α.

Etudier les interférences dans la zone de recouvrement des deux faisceaux. Cas où e(t) = a.t . Qu'observe-t-on ?

Question supplémentaire : « au cours de l'épreuve, à deux reprises vous avez fait crisser la craie et vous l'avez cassée. Pourquoi ? Expliquer le phénomène mis en jeu, bien que le fait de casser la craie ne serve à rien, même si ça marche souvent… »

CENTRALE 2010

Physique :

Exercice d'électronique : on a un signal sinusoïdal et on veut construire un signal constant qui permette de mesurer la valeur efficace. Pour ça on dispose d'un oscilloscope, d'une résistance (dont la valeur est à choisir parmi 2 valeurs), d'un condensateur (dont la valeur est à choisir parmi 2 valeurs) est d'un multiplieur (circuit auquel on fournit deux signaux u1 et u2 et qui sort k*u1*u2). l'énoncé nous dit en plus que le courant en sortie du multiplieur ne peut pas dépasser une certaine valeur donnée (toutes les données numériques étaient fournies par l'énoncé mais je ne m'en rappelle plus).

1) proposer un montage
2) montrer qu'un seul choix pour le couple (R,C) convient
3) calculer le rapport entre l'amplitude de la composante continue du signal de sortie et celle de la composante sinusoïdale
4) et si le signal n'est plus sinusoïdal mais juste périodique?

réponses :

1) en gros on multiplie le signal d'entrée avec lui même pour avoir un signal en sortie du multiplieur avec une composante continue puis on effectue un filtrage passe bas d'ordre 1 pour ne garder que la composante continue (donc avec un circuit RC)
2) pour choisir le couple RC, il faut réunir deux conditions :

- la pulsation de coupure doit être inférieure à la pulsation de la composante sinusoïdale de la sortie du multiplieur
- la résistance doit être assez grande pour qu'on ai un courant faible en sortie du multiplieur

Avec ces deux conditions on vérifie qu'un seul couple (R,C) convient.
3) il suffit de calculer la fonction de transfert pour la pulsation de la composante sinusoïdale et pour la pulsation nulle et d'en faire le rapport.
4) Dans ce cas on décompose en série de Fourier, le problème est que la multiplication n'est pas vraiment une opération linéaire... Mais on peut s'en sortir en utilisant le théorème de Parseval et alors tout rentre dans l'ordre!

Sinon pendant l'oral l'examinateur me posait des questions un peu plus expérimentales sur l'électronique en général.

Chimie :
Un exercice de cinétique : on suit la cinétique d'une réaction, pour ça, on prélève à des instants réguliers une partie du mélange qu'on dose ensuite. Il fallait vérifier des ordres qu'on nous donnait en faisant une régression linéaire avec un logiciel (Graph2D).
Brève : un déplacement d'équilibre (on modifie en même temps T et P et il faut trouver le rapport dP/dT pour lequel l'équilibre est inchangé).

Physique 1:

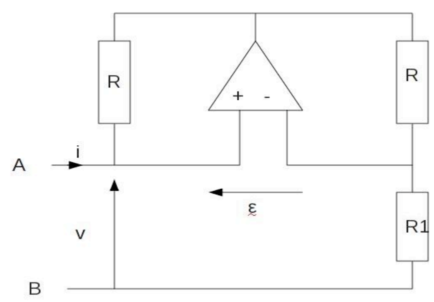
On considère un milieu de conductivité thermique λ délimité par deux plans parallèles infinis orthogonaux à l'axe Oz et distants de e. Le plan d'équation z=-e/2 est à la température T1, le plan d'quation z=e/2 à la température T2 <T1.

1. Quel est le profil de température en régime stationnaire ? Calculer la densité volumique de courant thermique j_0. Tracer quelques lignes de courant et des surfaces isothermes.
2. Quelles analogies peut-on faire avec les grandeurs thermiques et les grandeurs électrostatiques ?
3. On suppose a présent que le matériau possède une inhomogénéité modélisée par une cavité de centre O et de rayon a << e. Quelles sont les conditions aux limites pour la densité de courant thermique volumique ?
4. Montrer que ce problème est équivalent à un problème d'électrostatique où l'on superpose le champ $E = E_0\, \mathbf{e_z}$ du problème précédent avec le champ d'un dipôle électrostatique de moment dipolaire $p= -2\pi\varepsilon_0 a^3 E_0\, \mathbf{e_z}$. Tracer alors les surfaces isothermes les lignes de courant thermique.
5. Quel est le point de la surface de la cavité à la plus forte température ? Comparer sa température avec celle qu'il aurait sans la cavité.

Physique 1 : Etude d'un modèle de moteur asynchrone:

Je vais essayé de retranscrire au mieux les nombreuses imprécisions du sujet ;-)
1) Cours : champ créé sur l'axe d'une bobine vue sous un angle de Pi/4, composée de 100 spires
2) On place 2 bobines, une selon ex, l'autre selon ey toutes deux du coté négatifs (ie une a gauche de l'origine, l'autre en dessous)
Sachant qu'elles sont parcourues par un courant I harmonique avec un déphasage de Pi/2 entre les deux, trouver le champ à l'origine
3) On rajoute une plaque mince centré à l'origine.
- Montrer qu'elle tourne
- Justifier les termes "asynchrone"

Physique 2 :



On suppose que les courants d'entrée dans l'ampli sont négligeables.
Et l'ampli vérifie l'équa diff suivante :
1/w_0*dVs/dt + vs(t) = μ_0*epsilon(t)
De plus V(B)=0

1) Donner une équation différentielle entre i et v
2) Et si on permute les entrées de l'ampli ?
3) On relie entre A et B :
  a) Un générateur de tension continue V_0
  b) Un générateur de courant continu I_0
  c) Un générateur de Thévenin (fém E, résistance interne Rg)
Décrire ce qu'il se passe dans chaque cas.

Physique 2 : On place une tablette de chocolat dans un four micro-ondes émettant une puissance volumique $P(x) = P_0 \cos^2 (\pi x / a)$. On veut montrer pourquoi la température de cette tablette n'est pas uniforme à la sortie du four en explicitant sa température T(x ,t). À l'origine la tablette est à la température atmosphérique T_a . Elle a une conductivité thermique λ. Les transferts thermiques sont exclusivement conductifs.

1. Etablir l'équation régissant T(x,t).
2. Des simulations numériques (Les résultats étaient donnés par l'examinateur qui m'a dit, sur un ton dissuasif, que si j'avais le temps je pourrais les retrouver en faisant les simulations sur Maple. Bien sur je n'ai pas eu le temps...) donnent, quand $t \rightarrow \infty$: $\partial T/\partial t$ uniforme et T(x,t) sinusoïdal. On cherche T(x,t) sous la forme $T(x,t)=f(t)+\theta(x,t)$ avec $\theta(x,t)$ de

moyenne spatiale nulle).
Expliciter f. Déterminer les propriétés de symétrie de θ . Donner θ (x,t) sous forme d'un développement à préciser.

3. On cherche maintenant à expliquer la forme proposée pour la puissance délivrée par le four. Celle-ci est délivrée par l'intermédiaire d'ondes stationnaires de fréquence f = 2,45 GHz créées entre deux plans conducteurs parfaits espacés d'une distance d.
Déterminer la condition imposée pour la valeur de d.
4. Exprimer le paramètre a en fonction de d.

Questions subsidiaires : Quelle est alors la taille minimale de notre four ? La plaque trouée sur la porte du micro-onde permet-elle l'établissement de ces ondes stationnaires ? Pourquoi faire des trous dans la plaque ?

Chimie :
Avec préparation :

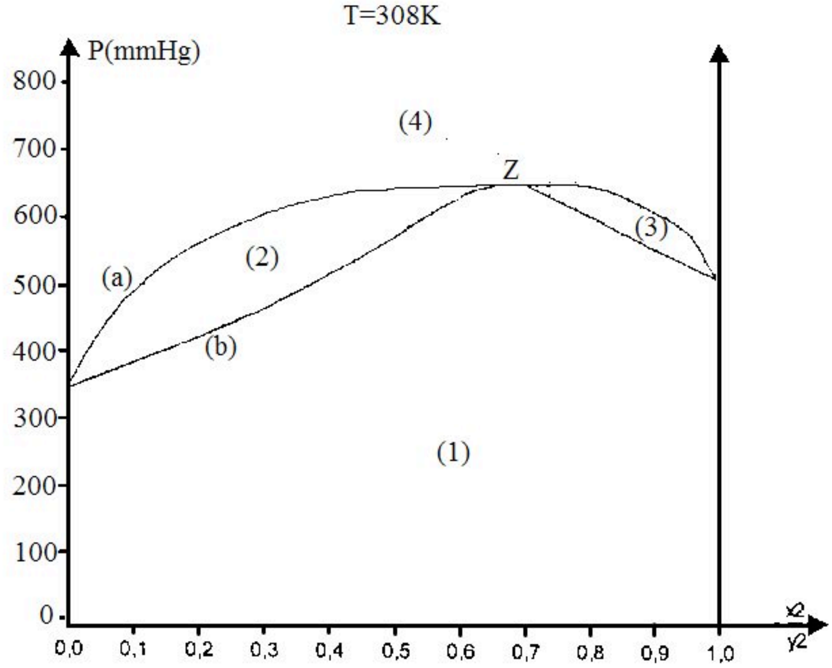
1.a. Donner la configuration électronique du soufre (Z=16).
1.b. L'ion $S^{-}{}_{2}$ est particulièrement stable. Pourquoi ?
1.c. Donner la formule de Lewis et la représentation VSEPR de la molécule CS_2

Le diagramme binaire isotherme liquide-vapeur de la propanone (notée 1) et du sulfure de carbone (noté 2) est donné ci-dessous (Figure 1). La composition est exprimée en fraction molaire en CS_2, on note x_2 la fraction molaire en CS_2 dans la phase liquide et y_2 la fraction molaire en CS_2 dans la phase vapeur.
2.a. Indiquer le nombre et la nature des des phases présentes dans les domaines numérotés (1), (2), (3) et (4) sur la figure.
2.b. Nommer les courbes (a) et (b). Quel est le nom donné au mélange liquide de composition égale à celle du maximum Z ? Quelles sont les propriétés de ce mélange ?

3. A T = 308 K, un mélange liquide de propanone et de sulfure de carbone commence à bouillir sous la pression P = 440 mmHg. En déduire :
3.a. la composition du mélange liquide et celle de la première bulle de vapeur qui apparaît.
3.b. la composition de la dernière goutte de liquide qui disparaît.
4. A T = 308 K, on considère un mélange obtenu en mélangeant 4,0 mol de CS_2 et 6,0 mol de CH_3COCH_3 :
4.a. Calculer les quantités de matière n_L et n_V de liquide et de vapeur en équilibre sous la pression P = 580 mmHg.
4.b. Calculer la quantité de matière $n_1{}^{L}$ de propanone liquide présente dans ce système.

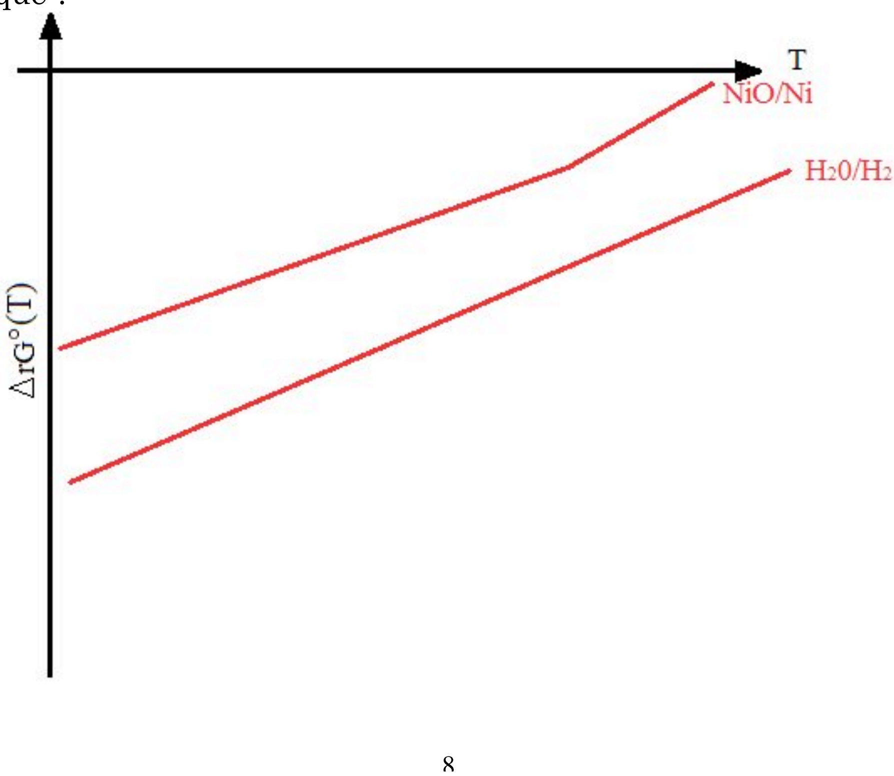
5.a Indiquer lequel des 2 constituants possède la température d'ébullition la plus élevée. Justifer brièvement la réponse.
5.b Représenter l'allure du diagramme binaire isobare (P = P_Z = 658 mmHg) liquidevapeur du système binaire propanone-sulfure de carbone.
5.c On réalise, sous la pression P = P_Z = 658 mmHg, la distillation fractionnée

d'un mélange contenant de la propanone et du sulfure de carbone. Indiquer la nature du distillat et la nature du résidu de distillation dans les 2 cas suivants :
Cas 1 : la fraction molaire en CS_2 du mélange liquide initial est égale à $x_2 = 0:3$.
Cas 2 : la fraction molaire en CS_2 du mélange liquide initial est égale a $x_2 = 0.8$.

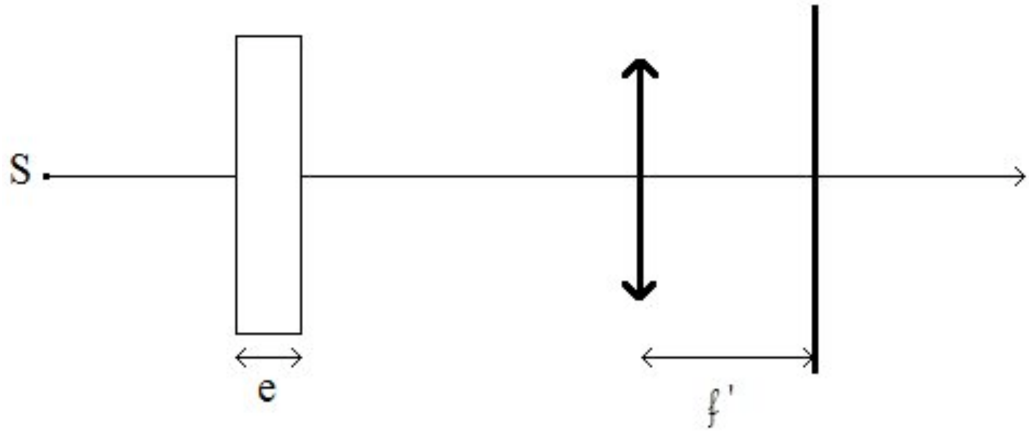


Sans préparation : On s'intéresse aux diagrammes d'Ellingham du nickel et de l'eau.

1. Rappeler l'approximation d'Ellingham et ses conséquences.
2. Expliquer la rupture de pente.
3. Peut-on réduire NiO avec H_2 ? La réaction est elle endothermique ou exothermique ?



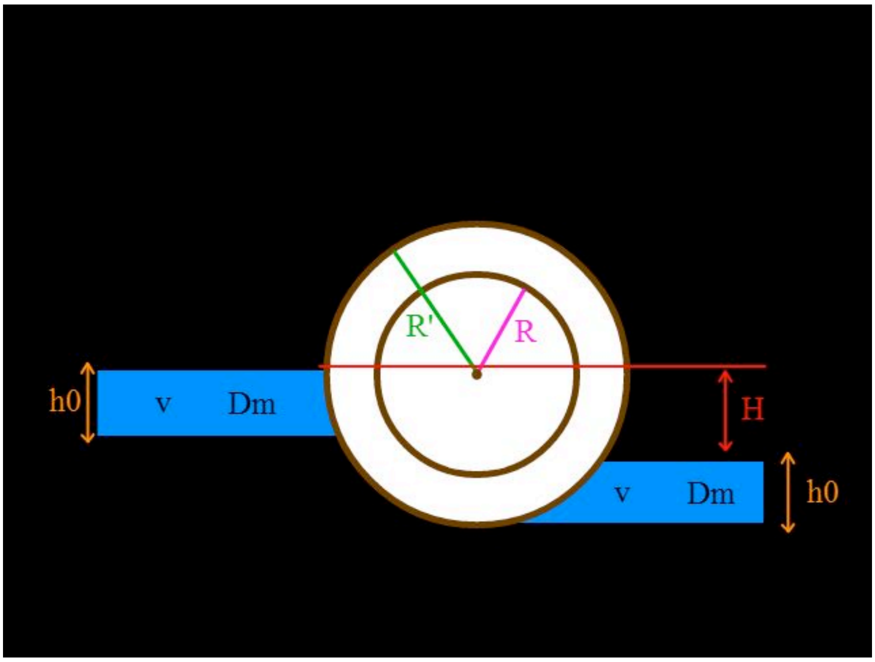
Physique 1 : On éclaire une lame de verre d'épaisseur e et d'indice n à l'aide d'une source ponctuelle monochromatique S et on récupère l'image formée à l'infini grâce à une lentille convergente de distance focale f_0 comme indiqué sur le schéma suivant :



On suppose que l'intensité de la lumière devient négligeable au delà de 2 réflexions dans la lame de verre.
1. Justifier qualitativement l'observation d'interférences sur l'écran. Expliquer pourquoi elles sont circulaires.
2. Peut-on utiliser une source étendue ?
3. On donne les valeurs numériques suivantes : λ_0 =546,1 nm ; n = 1,5 ; e = 1 mm ; f' = 1 m. Evaluer le rayon du premier anneau brillant.
4. En fait, la source n'est pas parfaitement monochromatique mais présente une largeur $\Delta\lambda$ telle que $\Delta\lambda / \lambda = 10^{-4}$ .Le premier anneau est-il toujours visible ?

Physique 1 : Soit une voiture de masse m = 1000kg assimilée à un point qui se déplace sur un axe horizontal. Cette voiture est animée par un moteur de puissance P = 92kW et subit une force de frottements fluides $f_{frottements} = -\ mCv_2$.
On sait que sa vitesse maximale est v_{max} = 160Km.$h_{/1}$.
1 - Déterminer x en fonction de v.
2 - Déterminer la distance parcourue (départ arrêté) pour que la voiture atteigne sa vitesse maximale à 1% près.
3 - A pleine vitesse, on coupe le moteur. Calculer la distance d'arrêt.

Physique 2 : Il s'agit d'une roue à aubes constituée de N pales, de rayons extérieur R_0 et intérieur R. Le canal d'alimentation et de sortie sont les mêmes : de hauteur h_0, de profondeur d. La différence de niveau entre les deux canaux est H. La vitesse de l'eau dans les canaux est v. On note θ l'angle de la roue et ω sa vitesse angulaire.



1 - Déterminer le débit massique Dm du système.
2 - Déterminer ω en fonction de v
3 - Trouver une condition sur $h0$, R et $R0$ pour que la vitesse moyenne d'une pale soit égale à v
4 - Déterminer les champs de pression dans les canaux

Physique 2 : optique géométrique (hé oui...)
Un zoom constitué d'une lentille (D) divergente de focale f(>0) en amont et d'une lentille (C) convergente de focale F en aval. L'écran d'observation se situe à 2F de la lentille (C).
1) a) Où placer (D) pour observer l'image d'un point situé à l'infini.
b) Et s'il se situe à une distance d ?
2) a) Quelle est la dimension de l'image d'un objet placé à l'infini vu sous l'angle alpha ?
b) Que vaut f' focale équivalente du système ?
3) a) Avec Maple : si on fait varier un peu la position de (C) : montrer que les rayons convergent à proximité du plan d'observation.
b) A quoi sert la lentille (C)

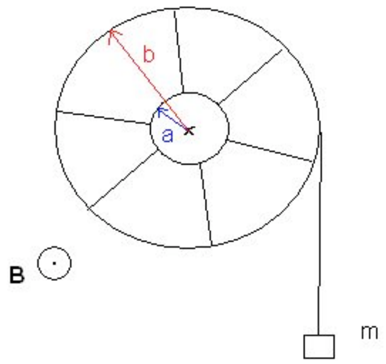
Indication : même si j'ai pu retrouver les relations de conjugaison et de grandissement, l'examinateur aurait apprécié que je les eusse connu (j'aurais apprécié aussi, ça m'aurait laissé plus de temps).

1) L'image par la première lentille se trouve dans le plan du foyer image de celle-ci. Puis (relation citées ci-dessus ou géométrie) D1=2F-f
b) Même outils, on calcule les positions respectives de l'image par (D) puis par (C).
2) Toujours avec un peu de géométrie, tanalpha=df
Puis f'=f
3) a) Un calcul est déja écrit sous Maple : 1/(F-x)+1/(F+x+y)=1/F
=> y=un terme en x^2+o(x^2)
Il fallait comprendre que x était la variation de position de (C) et y celle de l'image par le système. Donc quand x varie peu, y varie très peu...

b) La lentille (C) ne sert à rien puisque f'=f et que sa position n'influe presque pas, sauf à faire varier la taille de l'image.

Physique 1 : On considère une roue formée de 6 rayons de longueur b-a, de diametre d et de conductivité gamma qui relient un conducteur intérieur de rayon a à un conducteur extérieur de rayon b. Les rayons sont les seuls éléments de résistance non négligeable. Un fil relie les deux conducteurs. Il existe un champ B orthogonal au plan de la roue. Enfin, un fil est enroulé autour de la roue et une masse m y est accrochée, le fil ne glisse pas sur la roue. (voir le schéma)
A l'instant initial on lache la masse sans vitesse initiale.

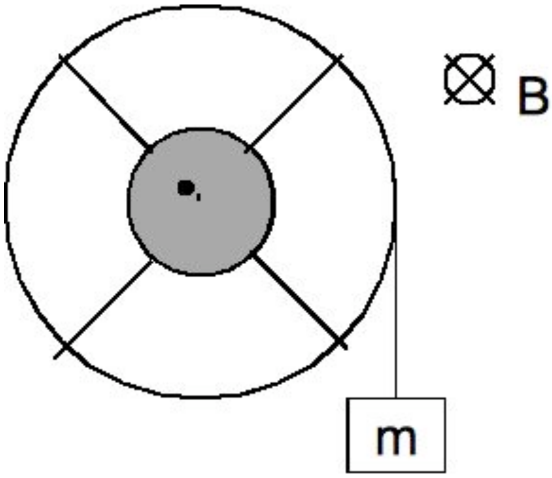
1 - Étude qualitative puis quantitative du mouvement.
2 - Bilan énergétique.



Chimie :
Exo 1 : Molécule A : CH3-CN
Molécule B : CCl4
On donne un tableau de valeurs, T fixée et donnée, du type (x : fraction molaire) : xB^L et xB^V pour diverses valeurs de P.
1) Représentation de Lewis de A et B. Géométrie.
2) Quel est le plus volatil ?
3) Tracer le diagramme (sur Graph2D). Définir les différents domaines. Nom des courbes.
4) Nom et coordonnées de l'extremum commun. Propriété fondamentale ?
5) Soit un mélange aqueux tel que nA = 1,60 mol et nB = 0,40 mol
a) P et composition à la 1ere ébullition
b) idem à la dernière ébullition
c) nl et nv et composition à P donnée
6) Même genre de question avec wA (titre massique) donné.

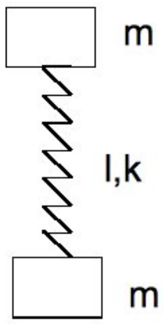
Exo2 : Cinétique chimique classique :
1) Donner le nom de la réaction en chaine
2) Trouver la vitesse de réaction

Physique 1:
On prend un axe de rayon a et de résistance nulle, libre de tourner. Un cerceau de rayon b aussi de résistance nulle est autour de l'axe relié à l'axe par quatre barres de longueur b-a, chacun de résistance R. Cet ensemble de moment d'inertie I est placé dans un champ magnétique uniforme parallèle à l'axe. Un autre fil de résistance R relie le cerceau à l'axe en passant en dehors du champ . Un fil est enroulé sur le cerceau, une masse m est accrochée à ce fil.



A l'instant t=0 on lache la masse m. décrire son mouvement.

Physique 2
Deux masses m identiques sont reliées par un ressort de longueur à vide l_0 et de raideur k. L'ensemble est posé verticalement comme sur la figure ci dessous.



On comprime le ressort d'une longueur Δl et on installe une ficelle reliant les deux masses pour maintenir cette position. On brûle cette ficelle qui cède à t=0.

1) Calculer de deux manières différentes, la valeur minimale deΔl, Δl_{min} , pour laquelle la masse du bas décolle.

2)Pour $\Delta l > \Delta l_{min}$, calculer de deux méthodes différentes la hauteur maximale atteinte par le centre de masse au cours du mouvement.

3)vérifier l'homogénéité de la formule de Larmor $P=\mu_0 q^2 /(6\pi c)*<(z'')^2>$. (???????)

Physique 1 :

On considère un long solénoïde de rayon b parcouru par un courant I(t).
On étudie le comportement d'une spire de rayon a = 0,5 cm (<< b) située à la hauteur h par rapport au solénoïde. Elle a une masse m = 0,87 g, une inductance propre $L = 10^{-8}$ H et une résistance $R = 10^{-4}$ W.

I(t) évolue selon un fréquence de 1 kHz, on suppose alors que les objets, à cette fréquence subissent les effets des forces moyennées.
On donne le champ au voisinage de l'axe : $B= -r/2.dB(z)/dz.\cos(wt).u_r + B(z).\cos(wt).u_z$.
De plus : $dB(h)/dz = \mu_0.k'.I_m$ et $B(h) = \mu_0.k.I_m$
Avec $k = 5.10^2\ m^{-1}$ et $k' = - 9.10^4\ m^{-2}$
1) Calculer I_m telle que la spire lévite.
2) L'équilibre est-il stable ?

I(t)

- **TP de physique :**

➢ Epreuve :

Convoqué à Supoptique, j'ai étonnement passé une épreuve… d'optique !
J'avais à régler un Michelson et à étudier les franges en coin d'air pour évaluer l'angle entre les miroirs. Dans une troisième partie, on utilisait l'interféromètre au contact optique pour évaluer l'angle entre les deux surfaces d'une lame qu'on disposait dans l'un des deux bras. Le matériel supplémentaire à disposition était une lentille de 500mm de focale.
En gros, le TP était le suivant :

I) Réglage du Michelson :
1) A l'aide d'une feuille, cacher l'un des miroirs. Qu'observe-t-on à travers l'interféromètre et quel réglage cela permet-il de faire ? Effectuer ce réglage.

2) Retirer la feuille. Qu'observe-t-on à travers l'interféromètre et quel réglage cela permet-il de faire ? Effectuer ce réglage.
3) Régler l'interféromètre au contact optique par la méthode de votre choix. Appeler l'examinateur.

II) Etude des franges en coin d'air :
1) A l'aide des vis de réglage fin, incliner l'un des miroirs. Quelles franges peut-on observer et où sont-elles localisées ? Quel matériel fournit peut-on utiliser pour faciliter les observations ?
2) Où placer l'oeil par rapport au matériel précédent pour que le maximum de lumière y rentre ?
3) Comment faire pour régler les miroirs avec un angle de 8'', quelle est la précision ?
4) Quelle est la précision du réglage du contact optique ?

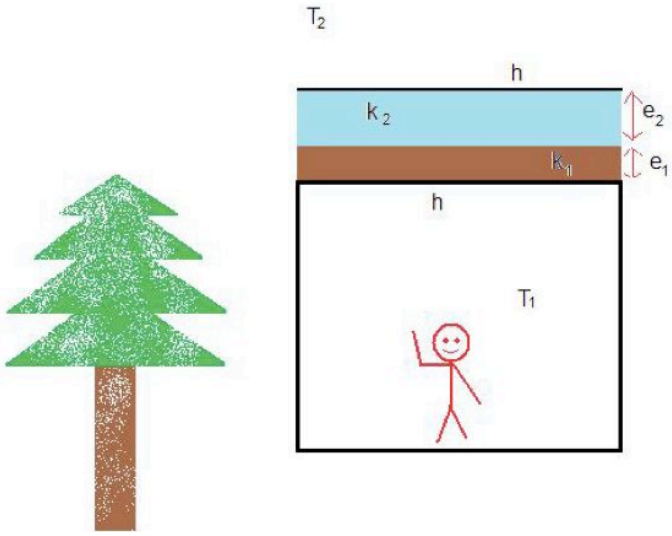
III) Etude d'une lame :
1) Insérer une lame d'indice n= 1,5 sur un bras de l'interféromètre, qu'observe-t-on ? La lame présente-t-elle un défaut prismatique ?
2) Si la lame présente un défaut prismatique, évaluer l'angle entre les deux faces.
3) Comment faire pour étaler au maximum les franges à la surface de la lame ?
4) Quel défauts restent-ils sur la lame et pourquoi ?

- Eléments de réponse :

I) 1) On peut régler la compensatrice (on observe les deux points les plus lumineux).
I) 2) On peut régler les miroirs (on observe les deux points les moins lumineux).
I) 3) Oui…
II) 1) La réponse est dans le titre… Il faut utiliser le seul matériel à disposition, à savoir la lentille, et la placer de telle sorte que le miroir soit à sa distance focale.
II) 2) Il faut placer l'oeil à la distance focale.
II) 3) Les miroirs mesurant 4cm, connaissant l'interfrange, il faut calculer le nombre de franges à mettre sur le miroir.
II) 4) On est au contact optique lorsqu'une seule couleur est présente sur le miroir : on est alors avec au maximum la moitié d'un interfrange sur le miroir (sinon on verrait à la fois du sombre et du clair). On calcul alors l'angle correspondant…
III) 1) Les franges en coin d'air sont observées sur la lame. La lame est donc prismatique.
III) 2) Avec le nombre d'interfrange observé, on peut remonter à l'angle entre les deux faces (il s'agit de la même formule pour le calcul de la différence de marche).
III) 3) On cherche à faire un contact optique « sur la lame » en inclinant le miroir pour contrebalancer l'effet de la lame.
III) 4) Je ne sais pas trop.

Physique 1 :

On considère le toit d'une maison. Ce toit est plat, d'une surface S=15m_. Il est constitué d'une plaque de bois d'épaisseur e_1=6 cm et recouvert d'une couche de glace d'épaisseur e_2=15 cm. On note k_1=0,35W/(K.m) et k_2=2,1W/(K.m) les conductivités thermiques de la glace et du bois. La température extérieure vaut T_2 =263K, la température dans la maison vaut T_1. On considère que loin des interfaces, la température de l'air est constante. On donne le coefficient de Newton associé aux échanges thermiques aux interfaces air/bois et air/glace : h=40W/(m_.K). On donne également la température de fusion de la glace et son enthalpie de fusion. On négligera tous les effets de bord.



1) Déterminer les expressions littérales des résistances thermiques R, R_1 et R_2 associées respectivement aux interfaces, à la couche de bois et à la couche de glace.

2) A quelle condition sur T_1 est-on sûr que la glace ne fondra pas?

3) On suppose que lors de la fusion de la glace, l'eau liquide est instantanément évacuée (par exemple, le toit est en pente). A quelle condition sur T_1 la couche de glace va-t-elle fondre entièrement?

4) On impose T_1=373K (pourquoi pas)
Calculer la puissance à fournir pour maintenir la pièce à T_1 dans les cas suivants :

-La glace est en train de fondre

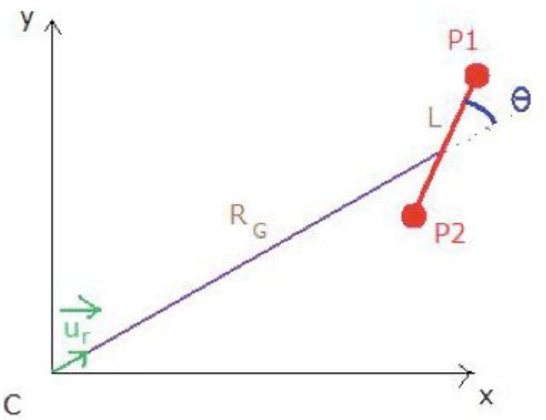
-La glace est entièrement fondue

Est-ce la même situation qui est la plus rentable quelle que soit T_1?

Physique 2 :

On a un satellite dont le centre de gravité G est en rotation circulaire à la distance RG autour de la terre de centre C.

Le satellite est constitué de deux points matériels P1 et P2 de masses m reliés par une barre indéformable indestructible de longueur 2L. On note r1 la distance CP1, r2 la distance CP2, R le rayon terrestre et M la masse de la terre.



1) exprimer le champ gravitationnel **G** créé par la terre en un point situé à une distance r de C.

Déterminer la force **F** exercée sur le satellite en fonction de R,m,g0 (champ gravitationnel à la surface de la terre), r1 et r2. Exprimer son terme principal.

2) En déduire U la vitesse de rotation du satellite autour de la terre.

3) Exprimer le moment **M** exercé par la terre sur le satellite en G ; effectuer un développement limité à l'ordre le plus bas en L/RG

4) Pour quelles valeurs de téta ce moment est-il nul? Stabilité de ces positions d'équilibre?

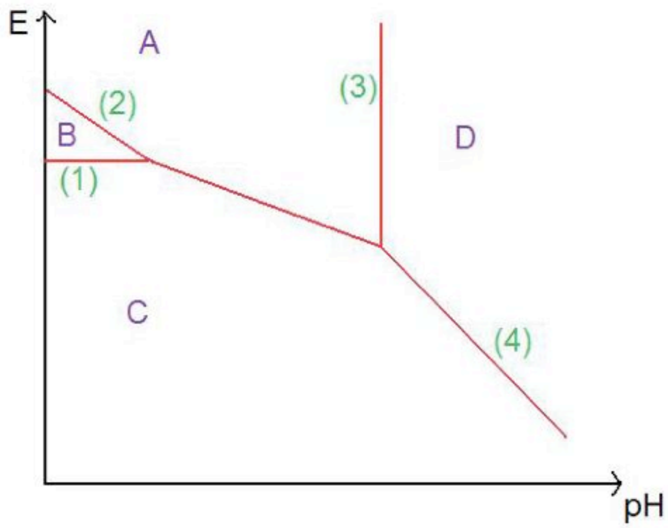
5) Déterminer la période des petites oscillations autour d'une position d'équilibre stable.

6) Il y avait un logiciel bizzard qui sortait les portraits de phases quand on rentrait les conditions initiales des oscillations. La question était un truc du genre « que remarque-t-on ».Je ne sais pas trop ce qu'il aurait fallu faire, de toutes façons je n'ai pas eu le temps de la préparer et on s'est arrêté avant à l'oral.

Chimie :

<u>Exercice à préparer : diagramme E-pH du chlore</u>

On a le diagramme E-pH suivant sur graph-2D, avec la possibilité de connaître les coordonnées de n'importe quel point ou l'équation de n'importe quelle droite.



Il s'agit du diagramme de différentes formes du chlore ; à la frontière entre deux espèces, la concentration totale en atome de chlore est égale à Co=0,1 mol/L et les atomes de chlore sont également répartis entre les deux espèces.

1)Les espèces en présence sont Cl_2,Cl^-,HClO et ClO^-. Donner les différents nombres d'oxydation du chlore, et attribuer les domaines A,B,C et D.

2)Quel phénomène est mis en évidence par l'intersection des droites (1) et (2)?

3)Déterminer le potentiel standard des couples (A/B) et (B/C). En déduire le potentiel standard du couple (A/C).

4)Écrire la réaction mise en jeu entre A et D. Déterminer sa constante d'équilibre.

5)Déterminer la pente de la droite (4). La retrouver par lecture du diagramme.

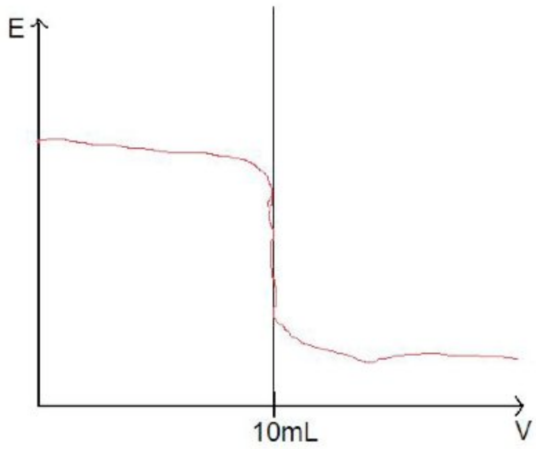
6)L'eau de Javel est composée de chlorure de sodium et de NaClO. Que se passe-t-il si on la mélange avec un détergent acide ? Quelle conclusion pratique en tirer?

On veut à présent doser une solution de 10 mL de ClO^- à la concentration c1 par une solution de NaH_5^+ de concentration c2=0,01 mol/L. On maintient le pH de la solution à 10 grâce à une solution tampon.

7) On veut suivre le potentiel de la solution. Quels électrodes utiliser? Décrire le dispositif expérimental.

8)a)Écrire l'équation de la réaction de dosage, calculer sa constante d'équilibre (données : $E_{0,Na^+/NaH_5^+}$=? ; $E_{0,ClO^-/Cl^-}$=1,73V)

b)On donne cette courbe :



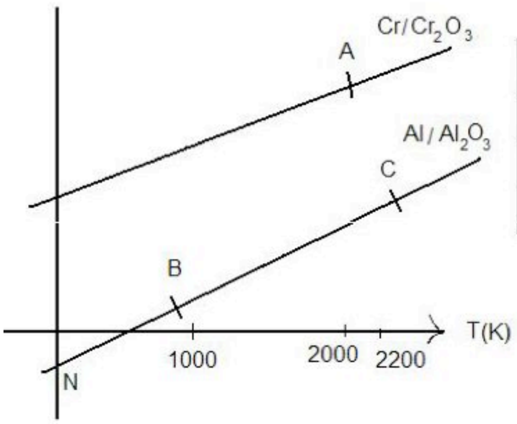
Déterminer c1.

<u>Exercice sans préparation :</u>

On étudie les couples Cr_2O_3/Cr et Al_2O_3/Al

1)Écrire les réactions de formations des oxydes

2) Le tableau et le graphe suivant étant donné, donner le sens physique des points A,B et C, et retrouver les pentes des droites NB et BC



	$Al_{(s)}$	$Al_2O_{3\,(s)}$	$Cr_{(s)}$	$Cr_2O_{3\,(s)}$	$O_{2(g)}$
$\Delta_f H°$ (kJ/mol)	0	-1700	0	-1140	0
$S^°_m$ (J/(K.mol))	27	51	24	81	205
ΔH_{fus} (kJ/mol)	10	110	20		
T_{fus} (K)	933	2323	2183	2713	

MINES 2011

Planche 1 :

-ex1 : Deux plaques parallèles infinies de températures T1 et T2 sont séparées par le vide et assimilés à des corps noirs.
1)puissance reçue par chacune des plaques par unité de surface
2)on met une troisième plaque en corps noir entre les deux. Température d'équilibre de cette plaque? utilité de cette plaque?
3)on note Cs la capacité thermique par unité de surface de la plaque, temps caractéristique d'évolution en régime transitoire?

sol : pour la température d'équilibre, ne pas oublier que la plaque du milieu rayonne 2sigmaT^4. pour l'utilité, il faut recalculer la puissance reçue par les plaques sur les cotés, et voir qu'elle est plus faible (et que donc c'est moins dur de les garder à T constante).
pour le régime linéaire, linéariser autour de Teq

-ex2 : Deux plaques parallèles infinies, distantes de L, sont séparées par le vide sont séparées par le vide et assimilées à des conducteurs parfaits.
on dit que l'axe des z est celui perpendiculaire aux plaques.
1)on cherche à étudier les caractéristique d'un champs **E**(t,z) monochromatique entre les deux plaques (type d'onde, dépendance en (z,t), pulsations possibles)
2)On considère que l'onde est polarisée selon ux ; trouver **B**, déterminer la densité d'énergie moyenne et la densité surfacique de courants.

sol : considérer des ondes planes stationnaires. La composante selon ez est nulle parceque cette onde est la superposition de 2 OPPH qui sont transverses.

Planche 2 :

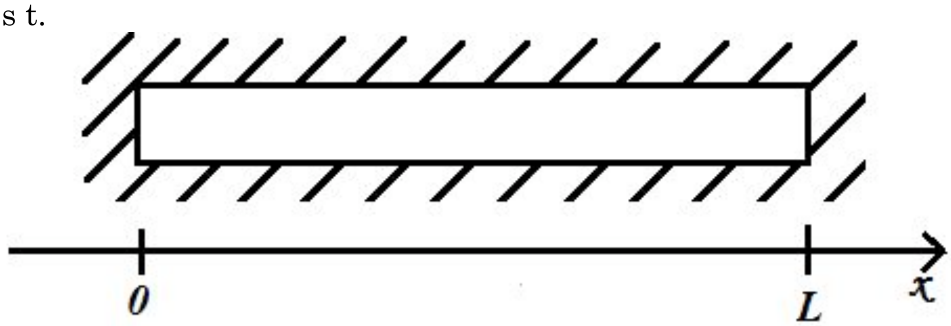
J'ai eu en premier exercice, le calcul du potentiel au voisinage du fil fini uniformément chargé, puis celui du potentiel vecteur au à l'intérieur d'une spire de longueur finie, un énoncé long avec plusieurs questions intermédiaires. L'examinateur m'a demandé de comparer avec le champ dans un solénoïde fini, dont il m'a reproché de ne pas connaître l'expression par coeur.

Le deuxième exercice plus intéressant est le suivant :
Une plaque de masse M, glisse sans frotter sur un plan, une boule de masse mu et de rayon R est posé dessus. Une autre boule de rayon r<R et de masse m est en contact avec la grosse boule tel que son centre de gravité soit à la même hauteur que celui de la grosse boule (voir figure en document joint). On suppose qu'il y a roulement sans glissement aux contact entre la plaque et la boule et entre les deux boules. Quelle force F faut il exercer sur la plaque pour que la petite boule reste à la même hauteur?

résolution : j'ai écris les deux conditions de roulement sans glissement, le théorème du centre de masse à la petite boule à l'ensemble des deux boules et à la plaque et le théorème du moment cinétique à chaque boule. J'obtiens un système dont les 7 inconnues sont les accélérations angulaires des deux boules, les accélérations des boules et de la plaque, les composantes tangeantielles deux actions de contact et la force F recherchée. Le système se résoud bien et on obtient F=(7/2M+mu+m)g

Planche3 :

Ex. 1 : On considère une barre entièrement calorifugée de longueur L, de capacité thermique massique c, de conductivité thermique _, de section _ et de masse volumique _. On suppose que la température T ne dépend que de l'abscisse x et du temps t.



1. Établir l'équation de di_usion en fonction de D = _

_c .

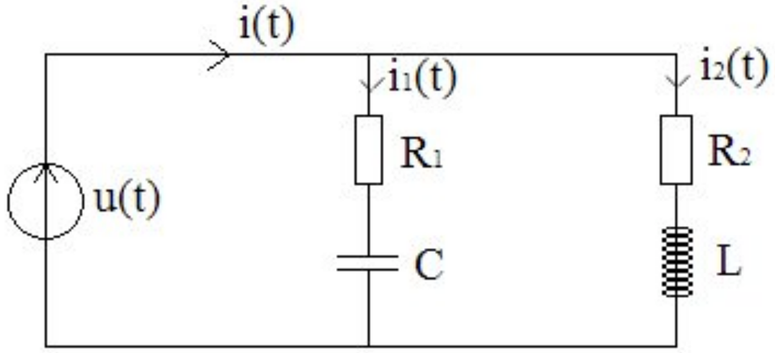
2. Établir les conditions aux limites.
3. On suppose maintenant que $T(x; 0) = T_0 + T_1 \cos(kx)$.

3.a Expliciter k.

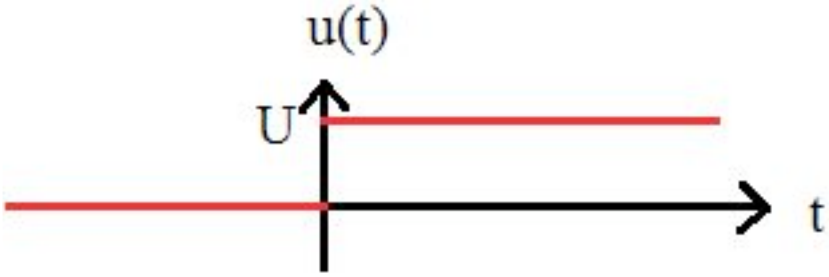
3.b. Déterminer T(x; t).

4. Plus généralement on suppose que T(x; 0) = f(x) , f satisfaisant les conditions aux limites. Déterminer T(x; t).

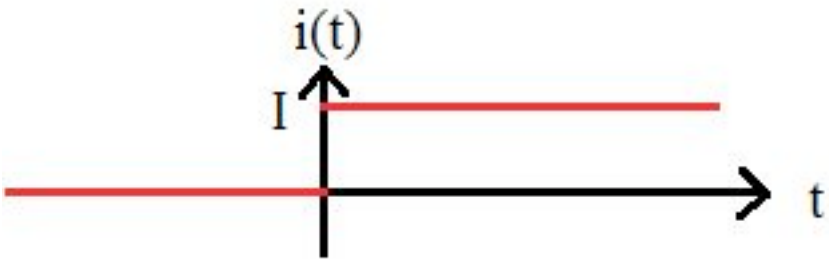
Ex. 2 :



On impose une tension u(t) ayant l'allure suivante :



On observe alors l'intensité i(t) suivante :

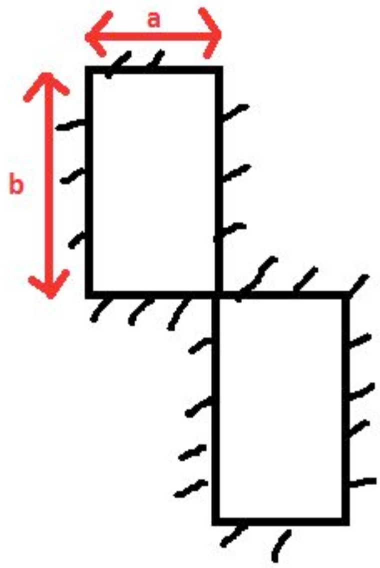


1. Donner la ou les relations reliant R_1, R_2, C et L.
2. Exprimer I en fonction de U et des données nécessaires.
3. Tracer l'allure de $i_1(t)$ et $i_2(t)$.

Planche 4. (va falloir imaginer..) 4 cylindres de rayon R sont disposés de telle sorte que 2 soient sur le sol écartés l'un de l'autre et les 2 autres soient dessus en équilibre (chaque cylindre du dessus est en contact avec un cylindre du bas et l'autre du dessus, le problème étant symétrique par rapport à la verticale (Oz))
Il y a roulement sans glissement en chaque point de contact. On pose l'angle phi entre (Oz) et l'axe passant par les centres d'un cylindre en bas et d'un en haut (les 2 cylindres de gauche par exemple).
Calculer le temps de chute.

Planche 5 :
Exercice 1 : On éclaire en incidence normale une surface percée de deux trous rectangulaires de 2mm sur 1mm, contigus en un sommet par de la lumière de longueur d'onde λ=0,6 µm. Quelle est la figure de diffraction sur un écran placé

dans le plan focal image d'une lentille (f'=3m) ?



Exercice 2 : On considère une boule homogène de rayon R et de masse m, que l'on lâche sans vitesse linéaire mais avec une vitesse de rotation, sur un plan incliné d'un angle α avec l'horizontale.
Le coefficient de frottement solide est *f*.
1) Jusqu'à quelle valeur limite de α la boule ainsi lâchée monte-t-elle la pente ?
2) Jusqu'où monte-t-elle ?
3) Quelle est sa vitesse quand elle repasse par son point de départ ?

Planche 6 :
Ex. 1 : cf. ci-dessus (diffraction)
Ex. 2 : On considère un point matériel A de masse m en orbite circulaire de rayon R0 autour d'un astre O de masse M>>m.

a) Calculer W la vitesse angulaire de A en fonction de G, M et R0.

b) On considère à présent une tige (AB) de masse négligeable qui tourne autour de O à la vitesse W, telle que la tige reste toujours dans le plan défini par W et (OA), et telle que la droite (AB) forme un angle a avec l'horizontale (= la droite (OA)).
On place un anneau de masse μ (assimilé à point matériel P) à une distance s de A, sans vitesse initiale. L'anneau glisse sans frotter le long de la tige. L'anneau est-il éjecté?

Indications : a) PFD : on trouve W=(G.M/(R0^3))^(1/2).

b) Il s'agit d'un calcul d'énergie potentielle : le point P est soumis à l'attraction de O et à une force centrifuge, les deux dérivant d'une énergie potentielle. Le signe de la dérivée seconde de l'énergie potentielle ainsi obtenue renseigne sur la stabilité de l'équilibre. (L'examinateur, par ailleurs fort sympathique, m'a épargné les calculs de DL, jugeant que la "physique" de l'exercice avait été faite)

Planche 7 : On considère un astre fluide de masse m et de rayon R vérifiant $P=cp^2$ où P est la pression, p la masse volumique et c une constante.
Trouver une équation différentielle vérifiée par p. (elle était donnée, et liait p", p' et p) *->utiliser la relation de la statique des fluide dans le cas général (grad(P)=mG..) puis calculer G avec le théorème de Gauss gravitationel.*
On en déduisait p (*sinus cardinal*).
Puis, dans le cas d'un gaz parfait, trouver la température du fluide (*toujours un sinus cardinal*)

Il m'a ensuite demandé l'ordre de grandeur de la température à la surface du soleil (*utiliser la loi de Wien, en supposant que le soleil émet dans le visible*), puis au centre du soleil (*aucune idée...)*

Examinateur sympa, heureusement vu ma prestation...
J'ai ensuite eu une question de cours : "incidence normale d'une onde plane progressive harmonique polarisée rectilignement sur un conducteur parfait plan" **->nécessité d'une onde réfléchie, onde incidente+onde réfléchie=onde stationnaire, vecteur de pointing.**

Planche 8 :
Exercice 1

On considère une barre cylindrique de rayon a, de longueur L et de conductivité thermique lambda. On place à une extrémité un élément massique de température T_0. Le tout étant dans l'air de température T_a.

On se place en régime permanent et on donne le coefficient conducto-convectif h_cv. On considère la température uniforme sur une section perpendiculaire à l'axe.

1) Déterminer le profil de température dans la barre en la considérant infinie.
2) Discuter cette hypothèse dans le cas suivant :
a=10cm, L=40cm, h_cv=50 USI, lambda=100
3) Exprimer et comparer les puissances thermiques masse/barre et barre/air

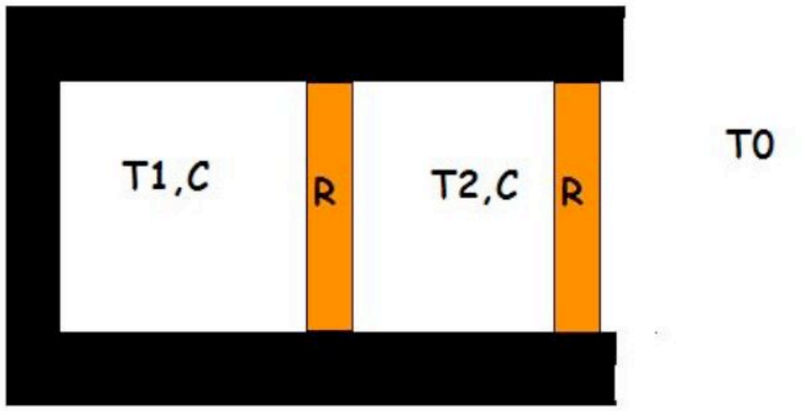
Exercice 2

On considère un plasma d'hydrogène ionisé sous la forme d'un cylindre de rayon R d'axe Oz parcourut par
un courant I, vecteur densité de courant j uniforme et j=jez
On se place dans le vide et en régime stationnaire.

1) Trouver le profil de pression p(r) et de densité volumique de particules n(r).
2) Discuter de l'influence des paramètres sur ces profils.

Planche 9 :

thermique: résistance R d'une plaque d'épaisseur l et de conductivité lambda? R est celle calculée précédemment, calculer et tracer T1(t) et T2(t), T1(0)=T0, T2(0)=T20>T0 (on obtient un système différentiel un peu long à résoudre qui donne aussi dT1/dt(0) en fonction des CI)



Mécanique : N ressort (k,l0) accrochés verticalement les aux autres par l'intermédiare d'une masse m. Longueur totale à l'équilibre du système? Equation vérifiée pa up up-1 et up+1, où up est le déplacement de la masse d'indice p par rapport à l'équilibre?

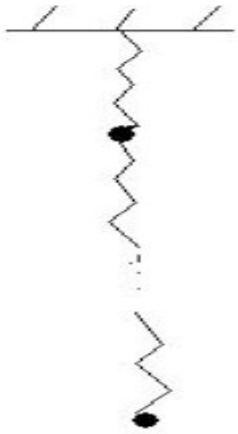


Planche 10 :

Ex. 1 : cf planches 5 et 6

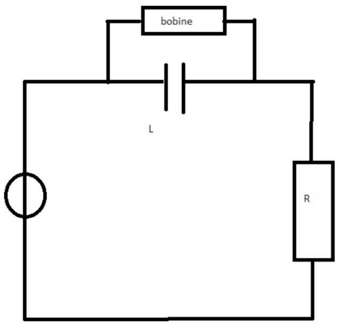
Ex. 2 : Soit une échelle homogène de longueur L et de masse m posée contre un mur qui forme à l'instant initial un angle θ_0 avec le sol. On suppose qu'elle glisse sans frottements. Déterminer l'angle θ_1, à partir duquel l'échelle se détache du mur.

Planche 11 :

Exercice 1 :

Electrocinétique : circuit avec un générateur de tension délivrant un échelon, un condensateur, une bobine et une résistance (cf schéma).

Déterminer le profil de la tension aux bornes de la résistance.



Exercice 2 :
On considère un fil cylindrique infini dont on connait la masse volumique les conductivités thermique et électrique. Il est parcouru par un courant électrique constant I uniformément réparti dans le fil.
"Parlez-moi de la température".

Planche 12 :
Exercice 1 : Soit un satellite à basse altitude autour de la Terre. Le centre de la Terre est O, celui du satellite est M. On connaît la masse m du satellite (1 tonne) et le champ de pesanteur à la surface de la Terre ($g = 9{,}81\ m.s^{-2}$). On donne le rayon de la Terre (R=6400 km).

1. On considère qu'il effectue une trajectoire circulaire. Calculer au premier ordre en z/R sa vitesse v et son moment cinétique en O.
2. On introduit une force de frottement fluide $vect(F)= - \pi a^2 \rho v.vect(v)$ et on donne la loi $\rho(z)=\rho(0)\exp(- z/H)$. Calculer le temps de chute pour une altitude initiale de 180 km.

Question de cours : potentiels et champs générés par un dipôle magnétique.
Je ne connaissais que l'expression de A, donc j'ai dû calculer celle de B.
Voyant que c'était laborieux, il m'a donné un autre exercice...

Exercice 2 : Le système est cylindrique de rayon a. Les sections 1 et 3 sont des matériaux conducteurs de conductivité. La section 2 est un corps noir de longueur L qui émet seulement sur sa surface extérieure (pas vers les matériaux conducteurs). De chaque côté la température des conducteurs est T_0.

Calculer L pour que $T=T_0/2$.

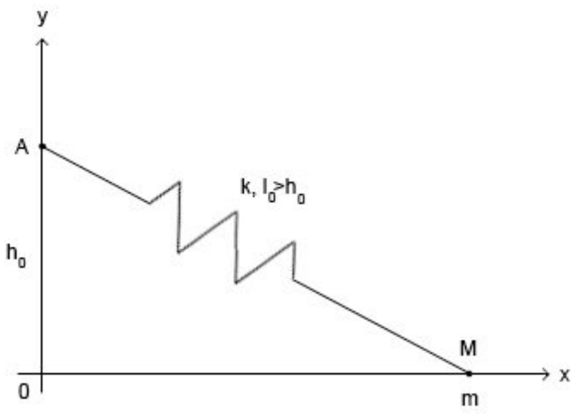
Planche 13 :

Question de cours : Relations de passage du champ électromagnétique lors de la traversée d'un plan ayant une densité surfacique de charge et de courant.

Exercice 1 :

Le point A est fixe et situé à une hauteur h_0. Le point M, de masse m, peut se déplacer selon l'axe (Ox). Il est relié à A par un ressort de coefficient de raideur k et de longueur à vide $l_0 > h_0$.

Trouver les positions d'équilibre et déterminer la pulsation des oscillations autour des positions d'équilibre stable.



Exercice 2 :

On considère deux tubes de verre de rayons R_1 et R_2. On remplit le tube central avec un liquide rouge. Entre les deux tubes, il y a du verre d'indice n=1,5.

Trouver la limite du rapport R_1 / R_2 tel que l'on observe le deuxième tube tout rouge.

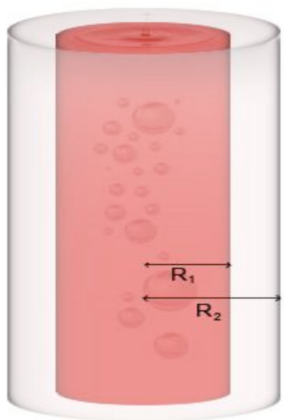


Planche 14 :

1) On considère une infinité de cylindres posés par deux sur des planches horizontales disposés comme ci-dessous :

a

Les planches sont sans épaisseur et de masse nulle (en fait, on se rend compte en résolvant l'exercice qu'ils ne servent qu'à maintenir le système). Les cylindres ont une masse m et un moment d'inertie $b.m.r^2$. Ils roulent sans glisser sur les planches.

On tire sur la planche du bas de telle sorte qu'elle ait une accélération a.

Trouver a_1, accélération du premier cylindre.
Indication :
On posera a_n l'accélération du n-ième cylindre et w_n sa vitesse angulaire. On notera F_n la projection horizontale de la force exercée par le cylindre n – 1 sur le cylindre n.
On appliquera le principe fondamental de la dynamique au cylindre n, puis le théorème du moment cinétique. Enfin on appliquera les conditions de non glissement des cylindres.
On déduira alors une relation de récurrence sur (a_n, ω_n) [ici, il y avait une erreur d'énoncé : (a_n, ω'_n)].

2) a) On considère un plan Oxy parcouru par des courants surfaciques $j_s = j_{s0}.\cos(w.t).\ u_y$. Sachant que les temps d'évolution sont lents, quel est le champ B au voisinage du plan ?
b) Le plan rayonne alors une OPPH. D'après la disposition du problème, quelle est le sens de propagation ? Calculer alors E au voisinage du plan.
c) On prend deux plaques, l'une parcourue par j_s en z = a/2 et l'autre parcourue par – j_s en z = – a/2. Calculer E entre les armatures.
d) On va tenter d'expliquer comment en réalité on peut obtenir une telle situation. Les courants surfaciques sont obtenues avec des fils resserrés de courant dans une bobine de hauteur b >> a et de longueur l avec n spires par unité de longueur. On sait de plus qu'en électromagnétisme, les seules énergies en jeu sont : $1/2.L.i^2$ et $1/2.C.u^2$. Il n'y a jamais de $1/2m.v^2$: on suppose en effet que la masse des électrons est nulle. Pour éviter qu'ils aient une accélération infinie, il faut donc qu'ils subissent une force résultante nulle. Ainsi, on dispose les plaques d'un condensateur en a/2 et – a/2. Quelle tension appliquer de telle sorte que – grad(V) compense le champ E calculé en c) ?

TPE 2011

Planche 1 :
Exercice 1

On considère une sphère, de masse m, de rayon r, de moment d'inertie autour de son axe J=2/5*m*r^2
On cherche son accélération lorsqu'elle roule :
 - sans glisser sur un plan faisant un angle alpha avec l'horizontale;
 - dans une cornière (avec un angle droit, symétrique par rapport à la verticale) incliné du même angle alpha;
 - dans une cornière (avec un angle droit dont l'axe de symétrie est décalé d'un angle beta par rapport à la verticale) toujours incliné d'un angle alpha avec l'horizontale;
 - dans une cornière (avec un angle gamma, symétrique par rapport à la verticale) idem pour l'inclinaison par rapport à l'horizontale.

 Rq : une cornière est une gouttière dont la section n'est pas un demi-cercle mais un triangle comme suit :

```
\   /
 \ /
  \/
```

Dans le 2e point, ces deux segments forment un angle droit et la verticale est une axe de symétrie.
Pour le 3e, on conserve l'angle droit, mais on tourne le système de sorte que son axe de symétrie fasse un angle beta avec la verticale
Et dans le dernier cas, on restaure la symétrie verticale, mais l'angle entre les segments n'est plus droit, il vaut gamma.

Exercice 2

Modélisation thermoélectrique d'un câble électrique
courant thermique : Jq = L_11*grad(1/T) - L_12*grad(V)/T
courant électrique : Je = L_21*grad(1/T) - L_22*grad(V)/T
Avec L_21=L_12

1) Retrouver la loi d'ohm (et la conductivité électrique) lorsque que grad(T)=0, puis la loi de Fourier (et la conductivité thermique) quand grad(V)=0

Pour la suite, je ne suis plus sûr car je ne l'ai pas traitée. En effet l'examinateur et moi avons eu une discussion épique sur l'expression de grad(T) en fonction de grad(1/T)....
Mais il s'agissait, en gros, de trouver la tension aux bornes d'un voltmètre sachant que ce dernier est relié en A et B à deux fils de nature différente et que les fils sont soudés à leur autre extrémité.

C ----- A -Voltmètre- B ------------ C

Avec les températures des fils en A et B identiques, et une température en C différente.

Planche 2 :

<u>Ex 1</u>: Une bobine plate de résistance R, d'inductance L, de surface S de centre O subit une rotation autour de l'axe Oz à vitesse angulaire constante oméga_r et est plongée dans un champ d'intensité B_0 généré par un stator tournant à la vitesse angulaire omega_s.
1) flux traversant la bobine?
2)équa diff sur i(t)

<u>Ex 2:</u> Un cylindre de rayon R, de hauteur H contient un gaz parfait de masse molaire M, de température T_0, de pression P_0. Il tourne autour de Oz à oméga constant.
1)Exprimer P(r,z)
2)Retrouver l'expression de l'énergie potentielle de la force d'inertie d'entraînement et l'exprimer sous forme de facteurs de Boltzmann.