*MP** *Juin 2012*

Préparation aux oraux

X 2011

1. **Chimie :** Je vais essayer au mieux de retranscrire mon exercice, j'ai peut-être oublié une question. Ne me souvenant plus de l'énoncé exact des questions (comportant bien trop de termes chimiques, alors inconnus de mon vocabulaire), je n'en ai tiré que l'essentiel.
L'exercice porte sur le mercure de nombre d'oxydation 0, I, et II.
On nous donne tout plein de données. Il s'agit de repérer les seules vraiment utiles.Voilà celles que j'ai utilisé et dont je me souviens. (Elles suffisent à répondre aux questions suivantes).

Couples	$Hg(OH)_2/Hg(l)$	Hg^{2+}/Hg_2^{2+}	$Hg^{2+}/Hg(l)$	$Hg_2^{2+}/Hg(l)$
$E°$	??	0,91	0,85	0,80

Couples	O_2/H_2O	$Zn/Zn(OH)_2$
$E°$	>1 (~1,23 ?)	??

Questions :
1/ On se place en solution aqueuse acide et on cherche la demi-équation du couple Hg^{2+}/Hg_2^{2+}
2/ On a une solution contenant du Hg_2^{2+} à pH = 0 dans laquelle se dissout l' O_2 de l'air, Justifier qualitativement l'oxydation de Hg_2^{2+}et écrire l'équation de la réaction d'oxydation de Hg_2^{2+}par O_2 .
3/ Industriellement pour compenser cette oxydation, on rajoute du mercure liquide dans la solution de Hg_2^{2+} .
A/ Écrire la réaction qui se passe alors.
B/ Donner la valeur de la constante d'équilibre de cette réaction.
4/ Application : On a une solution contenant 0,1 mol/L de Hg_2^{2+} . Hg_2^{2+} s'oxyde au contact de l'air et lorsque tout l' O_2 a disparu on a 0,02 mol/L de Hg^{2+} .
a/ Calculer la concentration restante de Hg_2^{2+} dans le mélange.
b/ On ajoute quelques gouttes de mercure liquide dans la solution. Donnez la concentration de Hg^{2+} restante dans le mélange sachant qu'il reste du mercure liquide à la fin de la réaction. Donnez le pourcentage de Hg^{2+} disparu.
Commence ici une seconde partie dont je n'aurais eu le temps que d'aborder la première question :
On s'intéresse ici à la pile « bouton » :
Hg(l) | $Hg(OH)_2$ | solution de Na_+ et Cl_- | $Zn(OH)_2$ | Zn(l)
La première question commençait par le calcul des potentiels des deux demi-piles en fonctions du pH et des pKs, que je n'ai pas eu le temps de finir. (NDLR : pKs(Hg(OH)$_2$ = 17,0 et pKs(Zn(OH)$_2$ = 16,0 à 298 K).
Il restait deux questions (je crois) avant la fin du sujet.

2. ADS : J'ai passé hier mon ADS de physique ; vous aviez été bien inspiré en nous préparant avec un ADS concernant Planck et le rayonnement du corps noir. Pour ma part, j'ai hérité de Fourier et de son étude thermodynamique des

variations de température à la surface de la Terre et en profondeur ! Le texte était accessible, pas de grosses difficultés, seulement quelques erreurs de signe de ci de là, comme me l'a fait remarquer mon examinateur.
Seulement, dans l'entretien qui a suivi et en particulier à la toute fin, il m'a demandé de lui préciser comment l'on pouvait savoir que la loi de Stefan était en T^4 sans connaître la loi de rayonnement de Planck et il m'a fait faire des calculs pour tenter de le retrouver. En s'appuyant sur la thermo de première année (la manière dont on détermine l'équation d'état du gaz parfait, par une approche microscopique), il m'a fait évaluer la pression de radiation de photons emprisonnés dans une boîte où il n'y avait qu'une ouverture dS (le corps noir typique). On en déduisait la relation P=(1/3)nE où P est la pression de radiation, n le nombre de photons par unité de volume et E l'énergie d'un photon, de sorte que nE soit l'énergie volumique. Et à partir de là, en utilisant seulement la définition macroscopique de T, il voulait que je trouve une énergie volumique en T^4. Je me suis penché à nouveau sur le problème depuis et j'avoue que je n'arrive pas à voir comment l'on va trouver une telle loi...

3. On considère une enceinte cylindrique de section S, contenant 1 g d'hélium, fermée par un piston de masse m. Le piston est parfaitement mobile, et l'ensemble est calorifugé. A l'état initial, l'ensemble est à l'équilibre.
1) On appuie brusquement sur le piston de façon à le faire descendre d'une hauteur d. Déterminer le nouvel état du gaz.
2) Calculer la variation d'entropie.
3) A partir de la position précédente avec d petit, on lâche le piston. Déterminer la période des oscillations.

Impressions :
Samy et moi (Etienne) avons eu le même exercice à la même heure.
Samy : on ne peut pas appliquer la loi de Laplace (qu'il faut éviter d'appeler Fourier, soit dit en passant) à la première question car la transformation n'est pas réversible. Et il faut mieux ne pas oublier le poids dans le bilan des forces…
Etienne : j'ai perdu un peu de temps sur la première question, car je n'ai pas tout de suite percuté que la pression exercée par le piston était celle du gaz à l'état final. Du coup j'avais introduit la force F qui abaissait le piston, que j'avais parvenu à éliminer entre les équations. Mais le résultat ne satisfait pas l'examinateur car on ne voyait pas tout de suite que Pf > Pi .

4. Chimie : Je vais parler comme Etienne : l'objet de mon mail est assez révélateur de ce qu'il contient !
Alors, je sors juste de mon oral et voilà à chaud ce qu'il contenait :
On dispose de (Hg)2+ et de (I)- qui peuvent soit donner un précipité HgI2 soit un complexe (HgI4)2- et les deux constantes étaient données (pKs=10^(-28) et K=10^(-30) pour la formation du complexe). Il fallait caractériser les différents équilibres.
Puis on disposait d'une solution de volume 10 mL dans lequel (Hg)2+ était à une concentration de 10^(-2) mol/L et on rajoutait n mol de (I)- ; caractériser, en fonction de n, l'équilibre existant.
C'est tout pour l'énoncé ; l'examinateur, même s'il n'était pas très causant, me relançait à l'oral sur la justification de telle ou telle réaction ou concentration. Et puis il rajoutait une question de temps à autre, du genre "à quelle condition 99 pour cent du mercure va-t-il être précipité ?" . Mais je pense surtout qu'il ne me

disait jamais si je faisais des erreurs et que du coup, j'ai dû en accumuler... Bref, un peu mitigé sur ce que ça va donner.

5. Chimie : Quelques configurations électroniques (H et O, on a vu pire) et schéma de Lewis de H2O2.
Ensuite des calculs de potentiels de Nerst, et puis le tracé du diagramme E-pH de l'eau oxygénée H2O2. Je ne me souviens plus trop des valeurs, mais je ne crois pas que ce soit très intéressant puisque c'était très similaire aux exemples du cours. Il y avait encore d'autres questions que je n'ai pas eu le temps de lire.

Addendum : Pour la chimie, j'ai eu comme Etienne. Pour la physique j'ai eu à redémontrer la troisième loi de Kepler $T^2/a^3=cte$ dans le cas circulaire. J'ai aussi parlé du problème à deux corps.

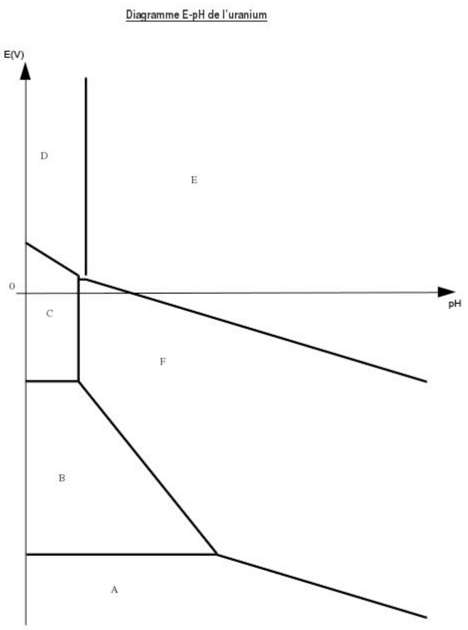
6. Soit un atome d'hydrogène.

1) Calculer le moment magnétique de l'atome
2) On place l'atome dans un champ **B** uniforme, décrire le mouvement

questions a posteriori : Êtes vous sur de pouvoir utiliser la formule **M=m^B** ?
réponse : le moment magnétique est une approximation à grande distance, l'atome étant petit, on peut appliquer la formule. Pouvez-vous redémontrer ce résultat ?

7. Chimie
Le sujet porté sur le diagramme E-pH de l'uranium (E-pH.png). Un diagramme était donné. On considère les éléments suivants : U, U^{2+}, U^{4+}, $U(OH)_{3}(s)$, $U(OH)_{4}(s)$, UO_{2}^{2+}, $UO_{2}(OH)_{2}$.

1) Quel est le nombre d'oxydation de l'uranium dans UO_{2}^{2+} et $UO_{2}(OH)_{2}$?



2) Déterminer le pH des frontières entre les éléments de même degré d'oxydation.
3) Déterminer E=f(pH) pour les frontières entre les espèces de nombre d'oxydation IV et VI.
4) Attribuer à chaque domaine du diagramme l'espèce chimique correspondant.
5) Calculer E° pour U^{4+}/U.
6) Calculer l'équation de la frontière en les domaines F et A.

8. 1) On considère un réseau ayant n0 fentes par unité de longueur qui sont de longueur a et espacées de d. On l'éclaire sous incidence normale avec un faisceau de largeur D. Calculer l'intensité en sortie.
2) On dispose un deuxième réseau parallèle au premier et identique à celui-ci à une distance de L. Calculer l'intensité en sortie.
3) (Je n'ai pas réussi à faire la question précédente mais l'examinateur a continué a me poser des questions) Le but est de retrouver un faisceau parallèle à la sortie. Est-ce possible?
4) Que ce passe-t-il s'il y a deux longueurs d'ondes?
5) Quel est l'intérêt d'un tel montage?

9. On considère un cylindre de rayon a, d'axe horizontal. On place au fond (au point de moindre altitude) de ce cylindre un mobile assimilé à un point matériel de masse m. Le contact entre le cylindre et le mobile est modélisé par des frottements solides de coefficients fs et fd supposés différents. On fait maintenant tourner le cylindre autour de son axe à la vitesse angulaire fixe. Décrire le mouvement du mobile.

10. On modélise l'atome d'hydrogène comme un proton autour duquel orbite un electron selon une trajectoire circulaire.
Cet atome a-t-il un moment magnétique ? Le determiner. (Le rayon de Bohr est donné)
On soumet l'atome à un champ magnétique constant, étudier le mouvement. Que se passe-t-il lorsque l'on ajoute des frottements ?
(*NDLR : variante de l'exo6*)

ENS

1. On prend une barre de métal de longueur L qui relie deux thermostats à T_0 et T_L. La barre est de conductivité $K(T)=K_0+b(T-T_0)$ $K_0=80$ SI b=-.1 SI
Exprimer le flux de chaleur dans la barre en fonction des données
pour quel écart de température a-t-on un écart de 10% avec le cas linéaire?
Décrire qualitativement le profil de température dans la barre.

2. On considère un fil de longueur *L*, de diamètre *D*, de conductivité thermique κ

et électrique γ , parcouru par un courant d'intensité I. Il est plongé dans un milieu extérieur de température T_∞ , avec lequel il peut échanger de la chaleur par convection, avec h le coefficient associé. Les deux extrémités du fil sont enfin fixées à la température T_e . Déterminer le profil de température en régime permanent.
Autres questions posées au cours de l'oral : existe-t-il une intensité I telle que T soit uniforme dans le fil ? Donner la tension à appliquer aux bornes du fil pour que I atteigne cette valeur. Si l'on modifie I, discuter du sens dans lequel se font les transferts thermiques au niveau des extrémités du fil.

3. On considère un enroulement de fils de rayon d autour d'un cylindre de diamètre D et de longueur L, avec d<<D<<L. Un courant d'intensité I parcourt les fils.
1) Calculer B.
2) Le cylindre est composé d'un matériau de permittivité magnétique "mu". B?
3) On est maintenant en régime variable: I=I(t). On suppose que l'on est dans l'ARQS. Montrer que cela crée un champ électrique dans le matériau.
4) Le matériau a une conductivité électrique "gamma". Que se passe-t-il?

4. L'examinateur a pris son téléphone portable. On imagine qu'on le lâche sur la table. Décrire les différents chocs qu'il se produit.

5. - Evaluer la masse de la tour Eiffel.

- Je me réveille, au pied de mon lit une corde pend, elle ne touche pas le sol et semble être accrochée haut dans le ciel. Où suis-je ? La corde est-elle plus longue que la tour Eiffel ?
  - Pourquoi le ciel est bleu ?

6. 1.1 Première partie
1. Que savez-vous des phénomènes irréversibles ?
2. Pouvez-vous en donner des exemples ?
3. Pourquoi y a-t-il diffusion thermique ?
4. Donner l'expression de la loi de Fourier. Expliquer le sens physique des différents termes présents.
1.2 Deuxième partie
1. Donner la loi de Biot et Savart. Expliquer le sens physique des termes intervenant dans l'expression.
2. On considère maintenant une bande sans épaisseur, de largeur e très petite devant sa longueur, parcourue par un courant I dans le sens de la longueur. Exprimer B dans le plan médian de la bande (perpendiculaire à la bande, la coupant en deux dans le sens de la longueur).
3. Enfin, on considère deux telles bandes appartenant au plan (Oxz), symétriques par rapport au plan (Oyz). Montrer que le champ B sur le plan (Oyz) est dirigé selon x.

7. On considère un condensateur dont les deux armatures sont reliées par un ressort. Peut-il avoir une capacité négative ?

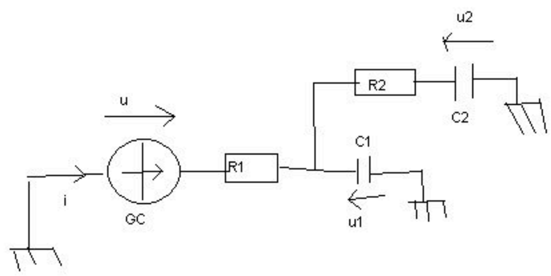
Précisions au cours de l'oral :
Contrairement à ce que je pensais au début, on ne fait pas osciller le ressort, on se place à l'équilibre. A ce moment-là la capacité est évidemment positive puisque c'est $\varepsilon_0 S/e$ *avec e l'écart entre les plaques. L'examinateur a donc introduit une « capacité dynamique »* du/dq *qui peut effectivement être négative si l'on choisit bien* q .

Centrale 2011

1. Je vais essayer de retranscrire au mieux l exo. L énonce etait long. On considère le soleil assimile a un corps noir de rayon Rs et de température Ts (je me souviens plus des valeurs numérique) soit a=1,5.10^11m la distance terre-soleil. Soit l image sur une feuille du soleil a travers une loupe assimile a une lentille convergente parfaite de rayon r=2cm et de focale f'=10cm. On considère que seul taux=0,6 de la puissance du soleil arrive sur la lentille en raison de d l atmosphère. On considère un transfert conducto-convectif entre la feuille et l air de température To=298k et hcc=20W.m-2.k-1. La feuille absorbe epsilon=0,2 de la lumière du soleil et émet alpha=0,6 de la puissance diffusée par un corps noir. La température d inition de la feuille vaut Ti=500k. La feuille s enflamme -t-elle? Donnée: sigma=5,67.10-8.   Élément de réponse : calculer le flux surfacique arrivant sur la lentille. Phi=taux.sigma.Ts^4.(Rs/a)^2. Calculer rayon de l image du soleil sur la feuille en utilisant le rayon apparent du soleil téta=Rs/a puis r'=f'Rs/a. Utiliser la conservation de la puissance pour déduite phi' la puissance arrivant sur la feuille. Phi'=phi.(r/r')^2. Effectuer un bilan thermodynamique local sur la feuille et en déduire T. Résoudre epsilon.phi'-2hTo=2apha.sigma.T^4-2h.T. J ai fait des erreurs de signe sur le flux conducto convetif donc j ai pas pu avoir le temps d avoir le bon résultat final. Je pense que T est au alentour de 1500K.

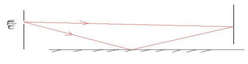
2. Physique2 :
un circuit (schema joint) generateur GC delivre intensite i0 pour tension u<=u0, sinon delivre u=u0 condensateurs commencent decharges

1)caracteristique u/i du generateur (peut etre vue sur la photo du generateur au debut de l'exo)
2)condition sur R1 pour commencer avec le generateur en mode i=i0
3)Dans ce cas, formules pour u1(t), u2(t) pendant la phase i=i0
Role de R1?
4) tracer les courbes avec Maple pour donnees numeriques :
u0=15V, i0=50mA, R1=R2=100 Ohm, C1=C2=0,1microFarad
5)continuer l'etude sur la phase u=u0



3. Soit un système optique compose d un objectif et d un oculaire distant de 20cm avec des focales respectives de 30cm et 10cm et bien sur ayant le même axe optique note Oz.
1) Considérons que l objectif a un diamètre utile de 5cm. Mq tous les rayons passant par l objectif traversent un cercle C de rayon minimum. Calculer son diamètre
Étudier quantitativement la diffraction des rayons passant par C.
2) Définir et déterminer les foyers images et objets du système optique. Sont-il réel ou virtuel? (question complémentaire: système convergent ou divergent?).
3) Soit (Ri) les rayons arrivants sur le système parallèlement a Oz.
Mq tous les rayons (Ri) et leur rayons émergeants respectifs se coupent dans un même plan perpendiculaire a Oz. On notera H' l intersection de ce plan avec Oz.
Soit (Ri)' les rayons sortants sur le système parallèlement a Oz.
Mq tous les rayons (Ri)' et leur rayons "objets" respectifs se coupent dans un même plan perpendiculaire a Oz. On notera H l intersection de ce plan avec Oz.
Quel est l image de H par le système? Que vaut le grandissement associe.

4. Un diaphragme en forme de fente de largeur a est placé devant une source monochromatique (lambda= 589 nm). Ce diaphragme est vertical. La lumière éclaire un miroir placé à l’horizontale. On observe l’intensité sur un écran placé à 1m.



La lumière est polarisé rectilignement, son vecteur d'onde appartenant au plan du miroir. De plus la lumière est razante par rapport. La diffraction est négligée.

1. La fente est t-elle horizontale ou verticale ?
2. Sur maple est tracé ce qu'on peut voir sur l'écran : des franges horizontale (on peut relever la valeur de l'interfrange i= 0,01mm. Déterminer s la valeur de la distance centre du diaphragme-miroir.
3. Modifier la valeur la valeur de a (ce qu'on observe sur maple est modifié). Expliquer qualitativement ce qui se passe.
4. En fait la lumière n'est pas parfaitement monochromatique mais comporte deux longueurs d'onde lambda 1 et lambda 2… Je ne me souvient plus de la question.
5. Pourquoi choisit-on d'utiliser une lumière polarisée rectilignement ?

5. Chimie :

Premier exercice : dosage des ions hypochlorites de l'eau de javel.

La réaction de dosage est exothermique , la valeur de la température est relevée après chaque volume de solution dosante versé. Pour un certain volume versé la température n'augmente plus. On est à l'équivalence.

Deuxième exercice : un hétéroazéotrope.

6. Tp : Étude d'une thermistance

Une résistance sensible à la température.On la place dans un bécher mis dans un bain marie rempli de glaçons. Une sonde permet de connaître la température de l'eau dans le bécher. On branche la résistance à un ohmmètre. Relever de R en fonction de T. Tracer la courbe. On nous propose une relation entre R et T. La vérifier, déterminer les constantes.

Une application.

7. Étude d un filtre inconnu entre 1khz et 20khz.
1) diagrammes de bode. Type de filtre. Bande passage a -3db et gain Max. Pente.
2) entrée carre et triangulaire. Sortie?
3) interpréter les mesures faites.
Éléments de réponses.

Au final on avait un passe bande d ordre 8 ou 9 je pense donc c etait perturbant de trouver des phases a -700 degrés et des pentes a - 160 db pat décade avec résonance a 9khz. Après au final le filtre ne gardait que le fondamental donc on avait tjr en sorti un signal sinusoïdale. Il fallait étudier a basse fréquence au alentour de 3khz pour voir les harmoniques amplifee et la disparition du fondamentale. Donc tp un peu perturbant mais au final il faut le traiter comme un passe bande du second ordre classique.

8. On considère des rails de Laplace. (Oui oui, deux exos d'induction sur deux oraux) A la barre mobile (homogène de masse m, de longueur L, de résistance R), on accroche un ressort de raideur k (dans le même plan que la vitesse de la barre). Ce circuit est parcouru par un courant I(t) et est soumis à un champ B(t) instationnaire perpendiculaire à la surface décrite par le circuit (j'essaye d'être clair sans schéma, c'est pas gagné...). On note x l'abscisse de la barre.
On admet que l'intensité et le champ vérifient l'équation différentielle :
$RI(t) + L\, dB/dt\, (x + a) + l\, B\, dx/dt=0$ (il me semble) où a est une constante (inconnue).

1) Déterminer une équation différentielle vérifiée par B et x.
2) On suppose que le champ B se met sous la forme $B(t)=b0 + b1 \sin(wt)$. On suppose $b1 << b0$ et $x << a$. En déduire l'équation différentielle vérifiée par x. Commenter.
3) Y a-t-il résonance ? En déduire la valeur de xmax/a.
4) Quel phénomène a-t-on négligé ?

9. Ex.1 : Moteur à trois sources thermiques.

N moles de gaz parfait effectuent le cycle suivant : - de A à B détente isotherme à T1, Vb=k1*Va

- de B à C détente adiabatique

- de C à D détente isotherme à T2, Vd=k2*Vc

- de D à E détente adiabatique

- de E à F compression isotherme à T3, Vf=k3*Ve

- de F à A compression adiabatique

Chaque étape est supposée réversible.

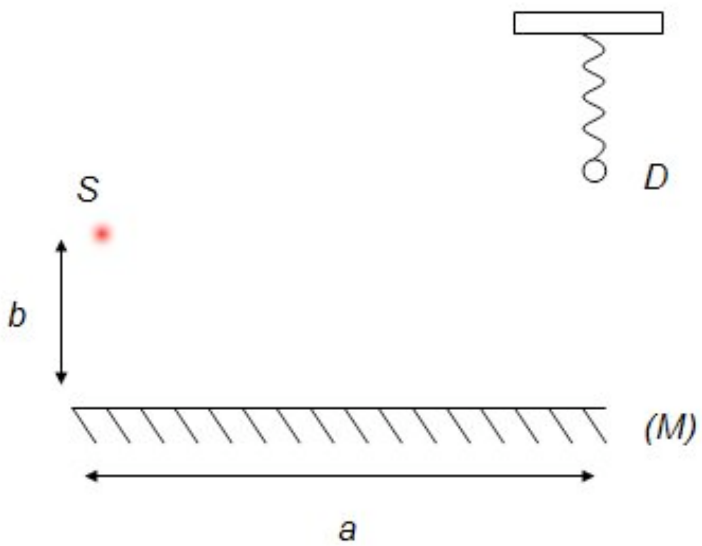
1. Tracer le diagramme de Clapeyron. Quel est le sens du parcours ? Quelles sont les sources chaudes et froides ?
2. Trouver une relation entre k1, k2 et k3.
3. Exprimer le rendement en fonction de k1, k2, T1, T2 et T3

4. Tracer le diagramme entropique. Quel est son avantage par rapport au diagramme de Clapeyron ? Retrouver la valeur du rendement.

Ex 2 : A chaque sommet d'un triangle équilatéral est placée une charge positive. Tracer les lignes de champ, sans faire de calculs.

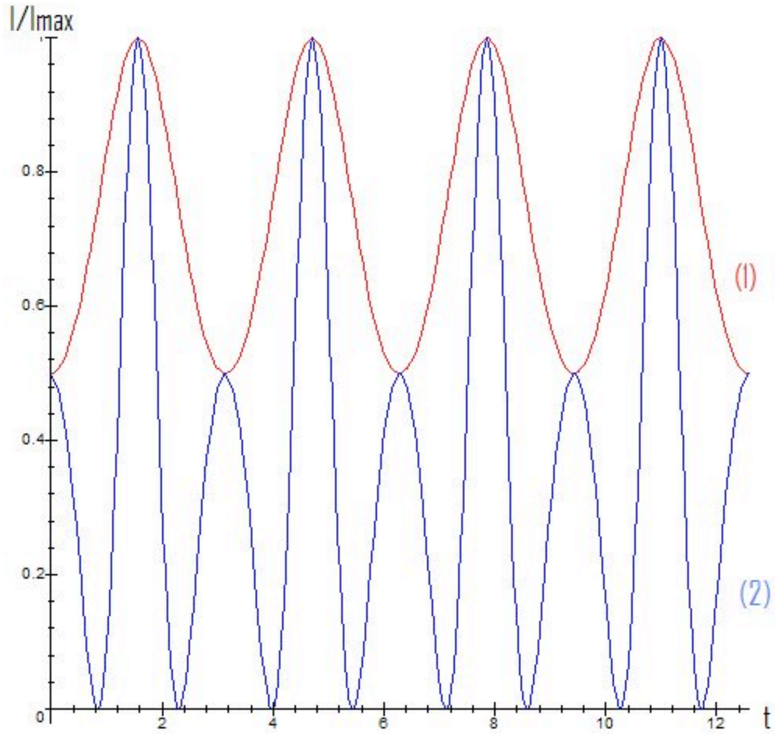
10. Exercice, Préparé.
On plonge une plaque d'épaisseur 2d, de longueur infini en y et z dans un fluide à température $T f$.
Soit ρ, λ et c la masse volumique, la conductivité et chaleur massique à pression constante du matériau. On pose $\theta = T - T f$
1/ De quelles variables dépend θ ?
2/Établir l'équation différentielle que vérifie θ. On posera $a=\lambda/\rho c$ donner son unité.
3/On cherche θ sous la forme $f(x)g(t)$, résoudre l'équation différentielle en introduisant une constante k homogène à l'inverse d'une longueur intervenant par son carré.
4/On note h le coefficient de conducto-convection à l'interface. Exprimer h en fonction de k, λ et d. On posera n = kd et B = hd/λ, quel est le sens physique de B ?
Montrer graphiquement grâce à un logiciel de calcul formel qu'il y a une infinité de solutions pour n.
5/ Une dernière question utilisant le calcul formel, que je n'ai pas eu le temps de faire...

11. Soit le dispositif suivant, où *S* est une source ponctuelle de lumière monochromatique, *(M)* un miroir plan, et *D* un détecteur accroché au bout d'un ressort de raideur *k*.



1) Décrire les caractéristiques de la figure d'interférence dans le plan perpendiculaire au miroir, à droite.
2) On considère qu'à l'équilibre, *D* est à l'altitude z=0, en un maximum

d'intensité. On lâche D depuis une altitude $z_1 > 0$ et on enregistre la courbe (1), puis on lâche D depuis une altitude $z_2 > 0$ et on enregistre la courbe (2).



Expliquer ce qui se passe, et calculer k, z_1 et z_2 .

12. TP : Goniomètre à prisme. Mise en évidence de la loi de Cauchy ($n = A + B/\lambda^2$). Application : identification d'une lampe à vapeur inconnue d'après ses raies.

13. ADS : La mécanique analytique de Lagrange.
14. chimie : cristallo, redox, thermo… cf : http://gkentertainment.olympe-network.com/Pages/Planches%202011.html

15. TP : résonance d'un circuit RLC à : http://gkentertainment.olympe-network.com/Pages/Planches%202011.html

16. méca et électrostatique : http://gkentertainment.olympe-network.com/Pages/Planches%202011.html

17. induction : **http://gkentertainment.olympe-network.com/Pages/Planches%202011.html**

18. Chimie :
Exercice 1 Avec préparation
Thermodynamique chimique : on nous donne les valeurs des $\Delta_f H°$ et $S°$ des différents composés étudiés (que je n'ai pas retenues) et on étudie la formation de nickel solide selon les deux étapes suivantes :

(1) : $NiCO_3$ (s) = Ni(s) + CO_2 (g)

(2) : $NiO(s) + H_2(g) = Ni(s) + H_2O(g)$

1. Première étape

1.1. Calculer $\Delta_r H_1°$. Commentaire ?
1.2. Déterminer l'influence d'une augmentation de la température à pression constante sur la dissociation de $NiCO_3$.
1.3. Qu'en est-il d'une augmentation de la pression à température constante ?
1.4. Calculer l'enthalpie libre standard de (1) à 298 K. Commenter.
1.5. Exprimer $K_1°(T)$ et le calculer pour T=298 K.
1.6. On considère une enceinte vide de volume V=3L maintenue à T=298 K et on introduit initialement 0.02 mol de $NiCO_3(s)$.
a- Calculer la pression de $CO_2(g)$ et la composition des différents éléments à l'équilibre.
b- Déterminer le volume V à partir duquel on a disparition totale de $NiCO_3(s)$?
c- Représenter alors l'évolution de la pression P dans l'enceinte en fonction de V si on imagine que le volume varie de 3 à 20L.

2. Deuxième étape

2.1. On travaille à T=700K et sous P= $P°$=1 bar. Déterminer les fractions molaires du gaz à l'équilibre.
2.2. Discuter de l'influence :
a- D'une augmentation de la température à pression constante.
b- De l'introduction de NiO(s) à température et pression constantes.

Exercice 2 Sans préparation
On considère un triacide (dont j'ai oublié le nom) AH_3^+.

1. Les pK_A des différents couples acide-base sont : $pK_{A1} = 3{,}9$, $pK_{A2} = 4{,}5$ et $pK_{A3} = 9{,}2$ (je crois).

- Associer à chaque pK_{Ai} le couple correspondant.
- Tracer le diagramme de prédominance de cet acide.
- Donner la forme prédominante à pH=7.

2. On réalise le dosage pH-métrique de par de la soude. On observe sur la courbe pH = f($V_{versé}$) deux sauts de pH.

a- Ecrire les trois réactions possibles et calculer les constantes d'équilibre associées.
b- Pourquoi observe-t-on seulement deux sauts de pH ?
c- Calculer la concentration initiale d' acide (non traitée).

19.
Les deux multiplieurs sont identiques : la tension de sortie est $p(t) = k^*e_1(t)^*e_2(t)$

Le dipôle D vérifie les conditions suivantes :
- si $s(t) > 0$ alors $i(t) = 0$
- si $s(t) = 0$ alors $i(t) > 0$

L'AO est supposé idéal et fonctionne en régime linéaire

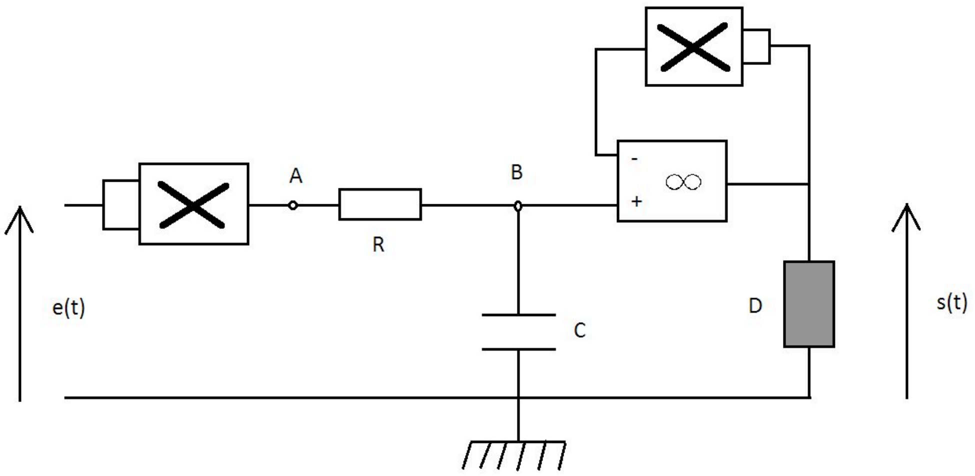
On envoie un signal de la forme $e(t) = \sqrt{2}E\sin(\omega t)$.

1) Trouver une condition sur ω, R et C pour que la composante sinusoïdale du signal au point B soit atténuée de 40 dB par rapport à celle du signal en A.

On se place désormais sous cette condition.

2) Déterminer $s(t)$. A quoi sert le dipôle D ?

3) Expliquer en quoi le dispositif peut être utilisé comme un voltmètre. En quel mode ? Cela fonctionne-t-il toujours pour un signal non périodique ?



20. On considère un guide d'onde rectangulaire, d'axe *(Oz)*, de dimensions a selon (Ox) et b selon (Oy). Le conducteur le constituant est supposé parfait. A l'intérieur, on introduit un champ électrique : $\vec{E}(x,y,z,t) = \begin{pmatrix} E_x(x,y) \\ E_y(x,y) \\ 0 \end{pmatrix} \exp j(\omega t - kz)$

1) Écrire les relations de passage aux bords du guide d'onde.

2) On donne $E_y = E_0 \sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right)\cos\left(\frac{m\pi y}{b}\right)$. Déterminer Ex.

3) Calculer $\vec{B}$. Quelles sont les similitudes et différences entre le champ électromagnétique dans le vide illimité, et celui-ci ?

4) Écrire la relation de dispersion. Mettre en évidence un ensemble de pulsations $\omega^c_{n,m}$. Calculer les $\lambda^c_{n,m}$ associées. Interprétation physique ?

5) Dessiner l'allure du champ électrique dans le guide d'onde (on fera des coupes $x=cste$ et $y=cste$).

6) Calculer le vecteur de Poynting. Conclure.

21. Chimie

Exercice avec préparation :

On considère la réaction de synthèse du trioxyde de soudre :

2 SO2 (g) + O2 (g) = 2 SO3 (g)

Données : R = 8,314 S.I.

Tableau des $\Delta_f H°$, $S°_m$ et $c°_{p,m}$ à $T° = 298\ K$

1) Donner l'expression de $\Delta_r H°$, $\Delta_r S°$, et $\Delta_r G°$ à $T = 696\ K$. Les calculer.

2) Calculer $K°$.

3) a) Décrire l'évolution de la réaction lorsque l'on augmente la température de manière isobare.

b) Décrire l'évolution de la réaction lorsque l'on augmente la pression de manière isotherme.

4) On ajoute une petite quantité de dioxygène. A l'aide de l'affinité chimique, décrire l'évolution de la réaction.

5) On considère 100 mol de gaz sous les proportions suivantes : 6,5% de *SO2* , 11,5% de *O2* et le reste de *N2.* On réalise la synthèse de *SO3* avec ce gaz. Exprimer la quantité de *SO3* produite à l'aide de $K°$ et de P, pression totale du gaz.

6) On définit le taux de conversion τ comme le rapport entre la quantité de *SO3* produite et la quantité initiale de *SO2.* Calculer τ.

Ensuite, on nous donnait un graphique T(τ) et on où nous demandait dans quelle intervalle il valait mieux se placer pour produire du trioxyde de soufre. (+ 5 ou 6 questions supplémentaires).

Brève :

Ag^+ ($pK_A = 9{,}3$) se complexifie avec CN^- pour donner $[Ag(CN)_2]^-$

1) Schéma de Lewis de CN^-
2) Diagramme de prédominance associé à Ag^+ ?

Une pile constituée de deux béchers ; dans le bécher 1 : 20 mL de Ag^+, Cl^- à 10^{-2} mol/L ; dans le bécher 2 : 20 mL de Ag^+, Cl^- à 2.10^{-2} mol/L et 40 mL de K^+, CN^- à 3.10-2 mol/L.

3) Calculer $[CN^-]$, $[Ag(CN)_2^-]$ et $[Ag^+]$ à l'équilibre, en supposant que la constante de formation $\beta_2 >> 1$.

Et une quatrième question...

22. TP : TP physique Résistance thermique à coefficient négatif

On dispose d'une résistance thermique, c'est-à-dire d'une résistance qui dépend de la température. On admet que la résistance R_T a une dépendance en la température absolue T sous la forme : $R_T(T) = A \exp(B/T)$ où A et B sont des constantes à déterminer.

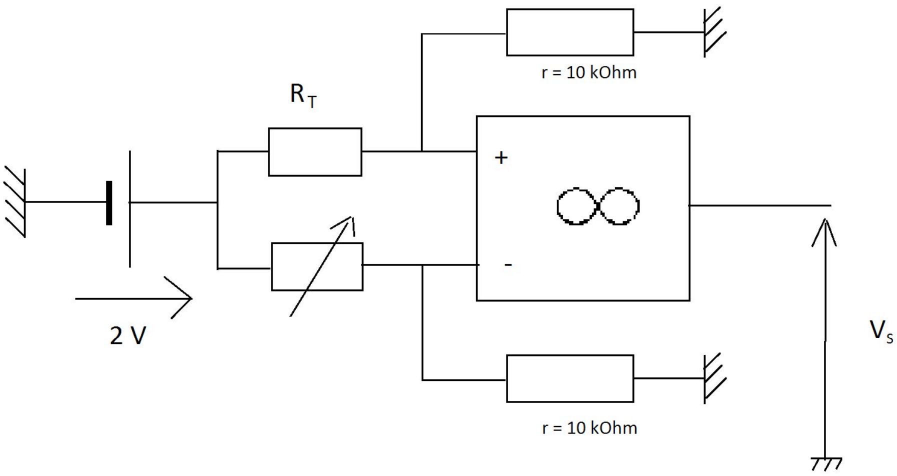
On dispose d'un bain marie, de glaçons, d'une résistance thermique, d'un thermomètre, d'un multimètre, d'une pile, d'un A.O idéal, d'un générateur +15/-15 V, de résistances variables...

1) ***Détermination des constantes A et B.***

Proposer un montage simple permettant de mesurer $R_T(T)$.

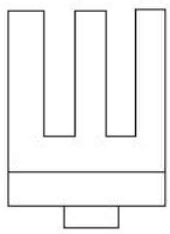
Etablir un graphique grâce auquel on pourra facilement déterminer A et B (on choisira des axes pertinents). Commenter les valeurs. Précision des mesures ?

2) ***Coefficient de température***
Proposer une définition du coefficient de température de la résistance thermique. Le calculer. Commenter. Appeler l'examinateur.
3) ***Application***
On dispose d'un thermostat contenant la même résistance thermique que celle précédemment étudiée. On désire connaître la température du thermostat. Pour cela, on considère le montage électrique suivant :



a) intérêt du montage ?
b) calculer T
c) Précision des mesures ? Commenter.
Appeler l'examinateur.
4) Un autre montage
Pas eu le temps...

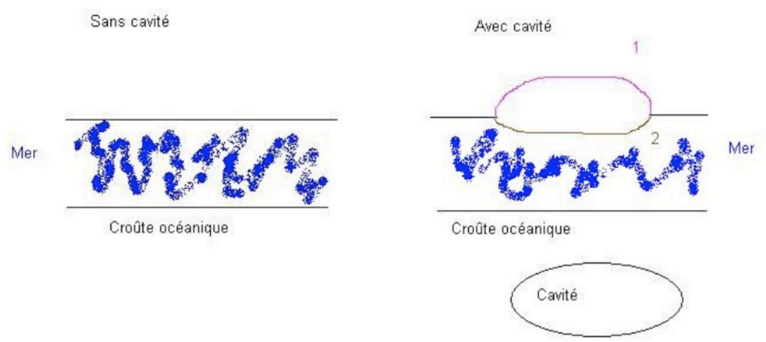
23. - Thermodynamique pour commencer :
Le coeur d'un microprocesseur est protégé par une plaque en cuivre nommée IHS (Integrated Heat Spreader, si ma mémoire est bonne), qui est prolongée par un système de refroidissement à ailettes. Le schéma est tel qu'il se trouvait sur ma feuille, il n'y avait aucune annotation dessus. On donnait l'épaisseur e de ce microprocesseur (3cm, je crois), sa surface en contact avec l'IHS (quelques cm2) et la puissance qu'il dégageait (700W ??).



Etablir, dans le cadre d'une propagation unidimensionnelle, le profil de

température, afin de calculer le ΔT au niveau du coeur du microprocesseur, avec ou sans IHS.
On donne la conductivité thermique du cuivre, 400 W/(mK).
L'écart expérimental est de 5°C ; commentaires.

- Exercice ouvert pour la suite



On creuse une cavité dans la croûte océanique dans laquelle règne le vide. Laquelle des configurations, la 1 ou la 2, représente celle de la surface libre de la mer ?

24. (Strioscopie)
On considère une fente dans le plan (xOy) longue selon la direction y et de largeur b selon x. Le profil de transparence est le suivant :
t(x) = 1 si x appartient à {-b/2 ; -d/2}U{d/2 ; b/2} ; t(x)= exp(-jΦ) si x appartient à {-d/2 ; d/2} où abs(Φ)<< p
1) Justifier comment obtenir un déphasage pur de la sorte ?
2) Exprimer l'amplitude diffractée dans le plan (xOz), pour des rayons formant un angle i avec la normale au plan de la fente. En déduire l'éclairement en un point d'un écran plan (P) situé dans le plan focal image d'une lentille (L).
3) On place devant la lentille un cache long selon y et de largeur selon x égale à (2λf')/b, où f' désigne la focale de (L). Décrire ce que l'on voit sur l'écran plan (E), conjugué du plan de la fente par (L).
4) Donner l'utilité pratique d'un tel dispositif.

25. Deux cylindres de masse négligeable sont posés sur deux rails écartés d'une longueur L et placés dans un champs **B** uniforme. On applique sur chaque cylindre une force valant respectivement f=a*cos(wt) et f=a*cos(wt+Phi)

1) Déterminer sans calcul Phi pour que :
i=0
i soit d'amplitude maximal

2) Donné l'expression de l'amplitude de i en fonction de w et Phi. Retrouver le résultat précédent

3) Je ne me rappelle plus de la question, qui ne fut pas traité car remplacée par une question sur les filtres basse bas d'ordre 2

26. Soit un disque homogène de masse m et de centre O, on place une masse m en A tel que : OA=R et **OA.g**=0

1) déterminer dans le cas d'un mouvement sans frottement, la période des oscillations

2) Même question dans le cas d'un mouvement de roulement sans glissement

27. On considère deux cylindres homogènes d'axe Oz, de rayon a, le premier posé sur le deuxième. Les cylindres ont des masses respectives m_1 et m_2, une même capacité calorifique massique c et des moments d'inerties par rapport à Oz égaux à $1/2m_ia^2$. Ils peuvent tourner sans frottements autour de Oz. On néglige les transferts thermiques entre les cylindres et l'air environnant. Les frottements entre les deux cylindres sont modélisés par des frottements solides surfaciques (de coefficient f) sur la surface de contact.On démarre l'expérience avec le premier cylindre tournant à la vitesse angulaire ω_{10} et porté à la température T_{10}, le deuxième idem (en remplaçant 10 par 20). On suppose $\omega_{10} > \omega_{20}$.

1. Décrire qualitativement ce qui va se passer.
2. Calculer T_∞ la température du système quand $t \to \infty$ et ω_f la vitesse de rotation finale du système.
3. Calculer les actions de frottement de contact.
4. Déterminer ! $\omega_1(t)$ et $\omega_2(t)$.

28. On considère un modèle de conducteur métallique dans lequel le courant électrique a deux origines: l'inhomogénéité du potentiel, et l'inhomogénéité de la charge volumique. On pose donc: $\vec{j_1} = -\gamma \overrightarrow{grad} V$ et $\vec{j_2} = -D \overrightarrow{grad} \rho$ où γ et D sont deux réels strictement positifs.

1. Justifier brièvement les signes - dans les deux équations.
2. On se place en régime permanent et statique. Montrer que V et ρ vérifient tous deux la même équation différentielle (à une constante près):

$$\frac{Cte}{r^2}\frac{d}{dr}\left(r^2\frac{df}{dr}(r)\right) = f(r)$$

(Il y avait un formulaire d'analyse vectorielle, on remarque que c'est $\Delta f(r)$ en sphériques). Quel sens donner à $l = \varepsilon_0 D/\gamma$? Et à $\tau = \varepsilon_0/\gamma$?

3. On considère une sphère homogène, de charge totale Q_0, de rayon R. Montrer que, moyennant un changement d'échelle, on a: $\frac{1}{r^2}\frac{d}{dr}\left(r^2\frac{df}{dr}(r)\right) = f(r)$.

Calculer $V(r)$ et $\rho(r)$ en fonction de Q_0. (Sous maple il était indiqué que les solutions de l'équation différentielle sont les $A\frac{\sinh(r)}{r} + B\frac{\cosh(r)}{r}$).

A quelle condition les charges sont-elles quasiment surfaciques? On se place dans ce cadre-là pour la suite de l'exercice.

4. Trouver une relation simple entre Q_0 et le champ électrique à la surface de la sphère. Comparer avec ce que vous connaissez.

29. Lentille et diffraction

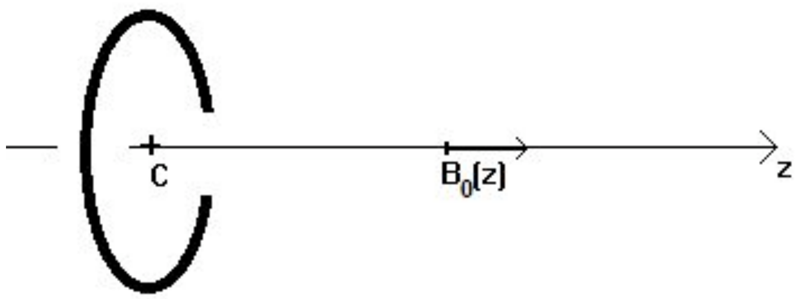
On prend une lentille plan-convexe de sommet S et de rayon de courbure R. On définit PS comme étant le plan perpendiculaire à l'axe de la lentille comprenant S.

1. Rappeler le principe de Huygens-Fresnel. Trouver qualitativement la nature de la lentille.
2. Soit un rayon parallèle à l'axe optique, à une distance r de celui-ci. Il traverse la surface plane en A, sort de la lentille en B et coupe PS en C. On fait l'approximation que la lentille est mince. Cela se manifeste par : A, B et C sont alignés. Soit A_0 l'amplitude d'un même rayon passant par l'axe optique, en S. Calculer l'amplitude A(r) du premier rayon en C en fonction de A_0, R et r.

3. En appliquant le principe de Huygens-Fresnel, calculer l'intensité lumineuse en tout point de l'axe optique. En déduire la distance focale.
Avec quelle précision la trouve-t-on ? (taille de la tache).
4. Applications numériques avec : R = 40 cm, n = 1.5 et λ = 500 nm

2 Question subsidiaire
Soit une plaque infinie avec au milieu un trou circulaire. La plaque passe d'une température T_0 à une température T_1 ($T_1 > T_0$). Le diamètre du trou augmente ou diminue ?

30. Dans un référentiel galiléen (*K*), on considère un champ électrique nul et un champ magnétostatique avec une symétrie d'axe (*Oz*) tel que $\vec{B} = B_r(r,z)\vec{e_r} + B_z(r,z)\vec{e_z}$. Dans cet espace, on place un anneau métallique supraconducteur de résistance nulle, de masse *m*, de rayon *a* et d'inductance propre *L*. Son centre *C* est à tout instant sur l'axe (*Oz*), et l'anneau est à tout instant contenu dans (*Cxy*). On note $\vec{v} = z'(t)\vec{e_z}$ sa vitesse. Cet anneau à une vitesse initiale $\vec{v_0}$ vers les *z* croissants.
On note $B_z(0; z) = B_0(z)$ et on a $B_0(z) > 0$ et $(dB_0/dz)(z)<0$.



1. Que vaut $B_r(0; z)$? Qu'elle est l'allure des lignes de champ du champ magnétique ?
2. Donner l'expression du champ $\left[\vec{E'},\vec{B'}\right]$ dans le référentiel (*K'*) lié à (*C, x, y, z*).
3. Exprimer de deux manières différentes la force électromotrice induite dans l'anneau. On pourra poser $F(z) = \int_0^a B_z(r,z)rdr$.
En déduire une équation aux dérivées partielles liant B_r et B_z. Peut-on la déduire d'une équation de Maxwell ?
4. Ecrire la loi d'évolution de *z'(t)*. On prendra $F(z) = F(0)(1- z/l)$. A quel endroit l'anneau s'arrête-t-il ? Faire un bilan d'énergie.
5. Une autre question.

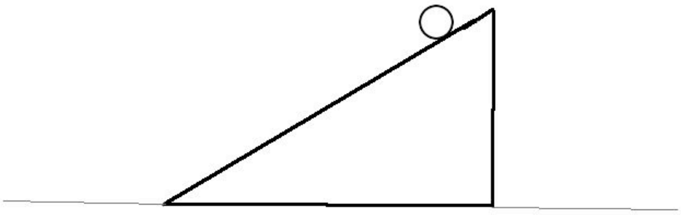
31. Titre : « Un manomètre optique ? » (c'est important vous verrez)
On considère un Michelson éclairé par une source ponctuelle située au foyer objet d'une lentille convergente (éclairage parallèle quoi). Les miroirs sont disposés en coin d'air. J'appelle alpha l'angle entre les 2.

Devant le 2eme miroir on place une cuve de largeur d remplie d'air dont on fait varier la pression avec une seringue. Au début l'air est à la même pression que l'air extérieur. On dispose une lentille et un écran après le Michelson de façon à observer les franges sur l'écran.
1) On veut un grandissement de 5 en valeur absolue. Sachant que l'écran est à 1.5m du 1er miroir, calculer f' de la lentille.
2) Décrire les franges. Trouver alpha pour que l'interfrange sur l'écran soit de l'ordre de 1mm (surtout bien lire « sur l'écran » et ne pas oublier le grandissement contrairement à moi...)
3) On augmente la pression avec la seringue. On donne la loi n-1= K Rho où K est une constante et Rho la masse volumique du fluide. Calculer la sensibilité en pression de l'appareil. Commenter. (c'est là que lire le titre de l'exo s'avère utile : alors que je disais à l'examinatrice que c'était pas trop mal, elle m'a hautement suggéré de lire le titre et en particulier le point d'interrogation... Bref lisez les titres, c'est une bonne idée !)
4)Discussion sur la brutalité de la compression : suivant si elle est lente ou brutale, qu'est-ce que ça change ?
Donnée : n-1=2.5 10^-4 (je crois) à P0=1bar et T0=273 K
Je ne me souviens plus de la valeur de d. Quelques cm je crois.

32. On étudie la propagation d'une onde plane dans un métal. On applique un champ magnétique B_0 selon u_z et on cherche à caractériser la propagation de l'onde suivant cette direction. Un électron de charge –e et de masse m est régi par l'équation : $m\left(\frac{d\vec{v}}{dt}+\frac{\vec{v}}{\tau}\right)=-e\left(\vec{E}+\vec{v}\wedge\vec{B}\right)$, où τ est le temps entre 2 collisions.

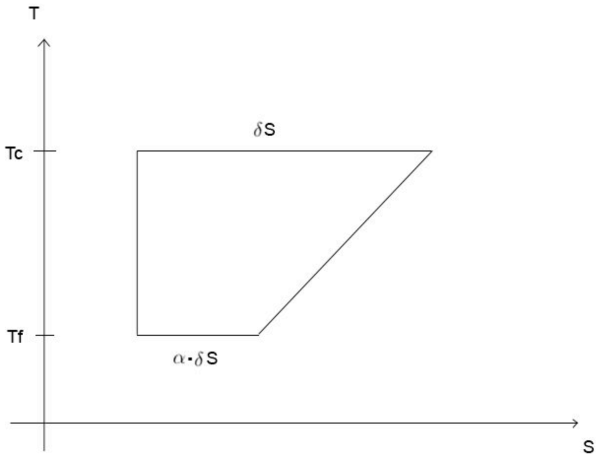
On pose $\omega_c=\frac{eB_0}{m}$.
1) Sens physique de mv/τ ? De quelles collisions s'agit-il ? Sens physique de ω_c ?
2) Relier j à E. (*maple avait résolu l'équation et donnait vx et vy en fonction de Ex et Ey ; on a donc j= M.E, où M est une matrice*)
Cas B_0=0 ? Montrer que l'on a alors la loi d'Ohm locale (avec conductivité complexe).
3)Avec des valeurs numériques, il fallait comparer $1/\tau$ à ω et ω_c. C'était le cas où $1/\tau \ll \omega$ et $1/\tau \ll \omega_c$. L'onde pénètre-elle dans le métal ? Distance caractéristique ?
4) Cette fois-ci, on avait $\omega \ll 1/\tau \ll \omega_c$. Simplifier la relation entre j et E.
Avec les équations de Maxwell, relier Ex et Ey. Montrer que l'onde est polarisée circulairement. A droite ou à gauche?
Trouver la relation de dispersion. On pourra introduire la pulsation plasma. Commenter.

33. On pose un cylindre sans vitesse initiale sur un coin immobile. Le cylindre a une masse m, un rayon a et un moment d'inertie de 1/2ma^2. Le coin a une masse M une hauteur h et forme un angle alpha avec le sol. Le cylindre roule sans glisser sur le coin et il n'y a pas de frottements entre le coin et le sol.
1) Déterminer l'accélération du coin.
2) Calculer le temps de chute du cylindre.



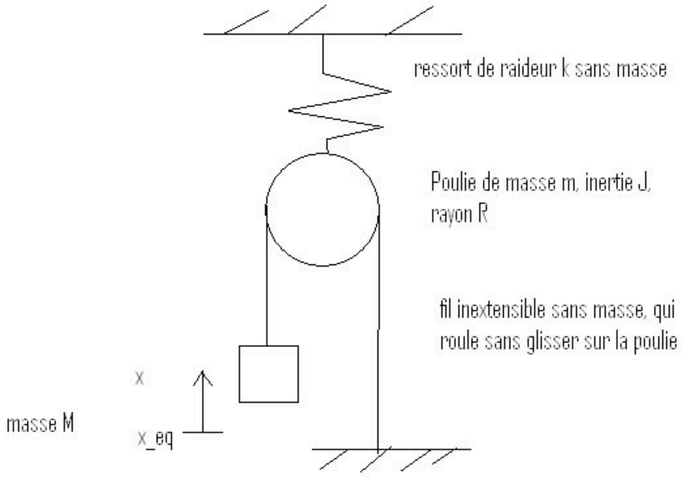
34. On considère une centrale électrique qui est assimilé à une machine ditherme. Un liquide caloporteur circule entre la source chaude (le réacteur) qui est à une température Tc=1100K et la source froide qui est un canal de refroidissement. Le liquide dans le canal a une température constante Tf=290K mais (attention la partie physique arrive!) du fait des échanges thermiques il y a une différence de température petitdeltaT entre l'entrée et la sortie du canal. Le débit massique dans le canal est noté D et la capacité thermique massique du fluide cp=4,2.10^3J/k/kg. Le coefficient de conversion électromécanique de la centrale est noté eta et la centrale produit une puissance électrique Pelec=10GW.

1) Évaluer le débit massique D minimale pour que deltaT<1K dans les cas suivant:
a) Le cycle décrit par la centrale est un cycle de Carnot
b) Le cycle est donné par le diagramme diagrammeTS (alpha=0.3)



2) (Je n'ai pas eu trop le temps de bien lire la question mais je crois qu'il s'agissait a peut près de ceci:)
Le canal à une longueur L. On note k la conductivité thermique du fluide et h le coefficient de Newton associé à la diffusion thermique latérale. Évaluer le profil de température dans le canal.

35.



1) Energie cinétique ?
2) Equation du mouvement ?
3) Forces de tension sur chaque brin

36. Soit un condensateur cylindrique infini (rayon du cœur a, de la gaine b). On applique entre les deux électrodes une tension $U = V_b - V_a > 0$.

1) Calculer le potentiel électrostatique puis le champ électrique entre les armatures.
2) On applique un champ magnétique constant et uniforme, parallèle à l'axe du condensateur. Comment faire pour réaliser un tel champ ?
3) Un électron est émis sans vitesse initiale sur l'électrode interne. Quel champ magnétique minimal doit-on appliquer pour qu'il n'atteigne pas l'armature externe ?

Mines

1. On considère une couronne cylindrique de rayon interne a et externe b, de hauteur h, de conductivité gamma. On applique de plus un champ magnétique B selon l'axe du cylindre.
1)Calculer la résistance R de la couronne pour B=0.
2)Idem pour B différent de 0.
déterminer (R'-R)/R'

Pendant l'exo l'examinateur m'a demandé les ordres de grandeur de toutes les quantités que j'utilisais; et il m'en a fait retrouvé certaines comme: le temps de collision, la conductivité, la vitesse instantanée et moyenne d'un électron dans le métal..

Puis il m'a posé une question de cours: couplage de 2 circuits filiformes, énergie magnétique.. et il m'a laissé deux minutes pour préparer le temps d'aller chercher le candidat suivant et de faire une petite pause.

2. 1) plein de filtres, des calculs dans tous les sens, étude de filtres passe haut et passe bas. Rien d'extraordinaire à part l'opportunité de montrer à l'examinateur que l'on sait faire des fautes de calcul.
2)De la thermo : un conducteur cylindrique parcouru par un courant I, de rayon r1, de conductivité électrique gamma et de conductivité thermique K1, entouré d'une gaine cylindrique de rayon r2, de conductivité thermique K2, et qui échange avec l'air extérieur de la chaleur avec une constante h. Calculer T(r) dans le conducteur puis dans la gaine. Calculer T(0), T(r1) et T(r2).

3. On considère une planète de rayon R, de masse M, et une masse ponctuelle m à l'infini qui se rapproche à la vitesse v_0. On note b la distance entre la droite portée par v_0 passant par m et la droite parallèle passant par le centre de la planète. La masse est déviée quand elle passe à proximité de la planète. Soit r_{min} la distance minimale atteinte au cours du mouvement entre le centre de la planète et la masse.
1) Exprimer b en fonction de G (constante gravitationnelle universelle), M, r_{min} et v_0.
2) Montrer que la masse heurte la planète ssi:
$b^2 < R^2 (1 + (v_l/v_0)^2)$ où v_l est la vitesse de libération.
3) On considère qu'à grande distance, l'espace est rempli d'une densité n de masses m toutes animées de la même vitesse v_0 (vectorielle).
Calculer dN/dt le nombre de masses heurtant la planète par unité de temps.
4) On considère que chaque masse s'ajoute à la planète par accrétion, qui reste sphérique et homogène. Trouver et résoudre l'équation différentielle satisfaite par R(t) (résoudre d'abord dans le cas $v_l << v_0$, puis $v_l >> v_0$)
Pourquoi le modèle est-il faux?

4. QC: démontrer la loi de Laplace pour un gaz parfait.
+ pendant le passage: cycle de Carnot, rendement.

Exo: On considère un barreau homogène de masse m, de longueur l fixé à une extrêmité en un point O et tournant autour de l'axe vertical passant par O à vitesse angulaire omega constante. On note alpha l'angle entre le barreau et la verticale. Déterminer les différentes positions d'équilibre et discuter de leur stabilité.

+ pendant le passage: interprétations physiques des différentes grandeurs qui apparaissaient.

5. Question de cours : Forces centrales, états liés et états de diffusion.
Exercice :
L'ionosphère est un plasma dans lequel nous supposerons les ions fixes et la densité locale de charge nulle. On considère de plus que règne dans ce plasma un champ magnétique stationnaire et uniforme B0 dirigé selon uz (champ magnétique terrestre). On s'intéresse à la propagation d'un champ électromagnétique[E ; B] dans ce plasma selon une direction perpendiculaire au champ magnétique terrestre. On notera n le nombre d'électrons par unité de

volume.
1) Ecrire les équations de Maxwell dans le plasma et donner une interprétation physique pour chacune de ces équations.
2) Réécrire ces équations dans le domaine des complexes.
3) Etablir l'équation du mouvement d'un électron.
4) Montrer que le terme faisant intervenir B est négligeable dans l'équation précédente (on précise que k reste de l'ordre de _/c).
5) Etablir l'expression du vecteur densité de courant dans le plasma.
6) Donner deux relations entre j, E et k (où k est le vecteur d'onde).
7) On suppose que k est dirigé selon uy. Projeter ces équations selon Ox, Oy et Oz.
8) 1er Cas : Ez est non nul :
_ Déterminer la polarisation de l'onde.
_ Etablir la relation de dispersion.
9) 2nd Cas : Ez=0 :
_ Déterminer la polarisation de l'onde.
_ Etablir la condition nécessaire pour que l'onde se propage dans le plasma sans s'atténuer. ….une autre question que je n'ai pas eu le temps d'aborder.

6. Ex 1
On prend un fil infini chargé (distrib linéique lambda) suivant u_z qui se déplace avec vitesse v suivant u_z. On a: I = lambda * v.
1) Le fil est coupé sur une longueur epsilon de z1 = v*t à z2 = v*t - epsilon. On prend un contour C de centre O de rayon a sur xOy, et il rappelait le théorème d'Ampère (valable si epsilon -> 0). On nous parlait ensuite du flux du vecteur densité de courant dans la surface intérieur(C) dans l'endroit ou c'est coupé. Pour 0 < t < v/epsilon, que se passe-t-il en O? (Alors j'ai pas très bien compris ce qui était demandé, apparemment il y aurait continuité de E, ou fallait parler de d/dt(int(int(E.dS)) de Maxwell-Ampère)
2) Calculer pour un epsilon, faire tendre epsilon vers 0. (Calculer, mais quoi? je crois que c'est encore le fameux flux de la densité de courant...)

Un petit schéma maison:
| î z
|
| ________z1 = v*t
.O
      ________z2 = v*t - epsilon
|
|
... Un grand moment de solitude cet exercice, n'ayant pas compris ce qui était attendu aux questions très vagues.

Ex 2:
Poutre de section carrée (carré de côté a), masse volumique ro_s, flotte (donc en équilibre) sur l'eau de masse volumique ro_f, on pose r = ro_s/ro_f.
1) relations entre alpha et a?

y

```
   /\                                      /
  /   \ <--------------- ceci est un carré (on dirait du Magritte)            /        î
z
/       \                                  \        |
\____/________________________niveau de l'eau             \
 \|<----------angle alpha                             x
   \/
```

2) Et quand alpha = Pi/4 ?

6. Ex.1 : On dispose deux miroirs plans formant un dièdre d'arête *Oz*, tels que les angles respectifs formés par M_1 et M_2 avec l'axe *Ox* valent α et $\pi-\alpha$. Le repère (*x'Oy'*) forme un angle de 45° avec le repère (*xOy*). On envoie une onde plane progressive harmonique de vecteur d'onde $\vec{k} = -k\overrightarrow{u_{y'}}$, et on observe les phénomènes sur un écran perpendiculaire à l'axe *Ox'* et distant de *D* du point *O*. On prend λ = 600 nm, *D* = 2m, et $\alpha = 10^{-4}$ rad.

1. Qu'observe-t-on sur l'écran ?
2. Donner l'expression de l'éclairement.
3. Application numérique.

Ex.2 : Sur un plan incliné formant un angle α par rapport au sol, on pose une pièce de masse m. Le coefficient de frottement est noté f. La pièce a une vitesse initiale V_0 dirigée vers le haut du plan incliné.
1. Décrire le mouvement selon la valeur de α.
2. Calculer le rapport V/V_0 où V est la vitesse lorsque la pièce repasse par sa position de départ.

7. Question de cours : Interféromètre de Michelson en lame d'air
Exercice 1:
Un satellite de masse m est en orbite circulaire, de rayon *r* 0 , autour de la terre, de masse M, à
vitesse *v*0 .
1/ Exprimer *v*0 et *Em* en fonction de *r* 0 (Remontrer la formule de *Em* fournie dans les
données pour le cas circulaire)
2/ On augmente la vitesse de satellite de _*v*0 avec _*v*0 très petit et très petit devant *v*0 .
Quelle est la nouvelle trajectoire ? Exprimer sa période.
Données : *Em*=_*Gm M*
2*a* pour une trajectoire elliptique.
Exercice 2:
Un laser de puissance P envoie une onde plane progressive.
Comment obtenir l'amplitude du champs électrique et magnétique.

8. Exercice 1.
On considère une corde, de masse négligeable, liée en O (origine d'un repère (O, ex, ey)) fixe et en un point A de l'axe Ox, où est suspendue une masse M.

Cette corde est plombée par deux petites masses m1 et m2, très petites devant M. Au repos, on appelle M1 et M2 les points de l'axe O x où sont environ les masselottes. On note l1 = OM1, l0 = M1M2 et l2 = M2A. On suppose de plus que pour de petites oscillations, les mouvements des masselottes sont verticaux, et qu'au repos, leurs ordonnées sont quasi-nulles. Regarder le schéma.

1. Déterminer l'équation qui donne les pulsations propres des petites oscillations des masselottes.

2. Que dire si m1=m2=m et l1=l0=l2 et :

a) y1(0)=a=-y2(0) et dy1/dt (0)= dy2/dt (0)=0 ;

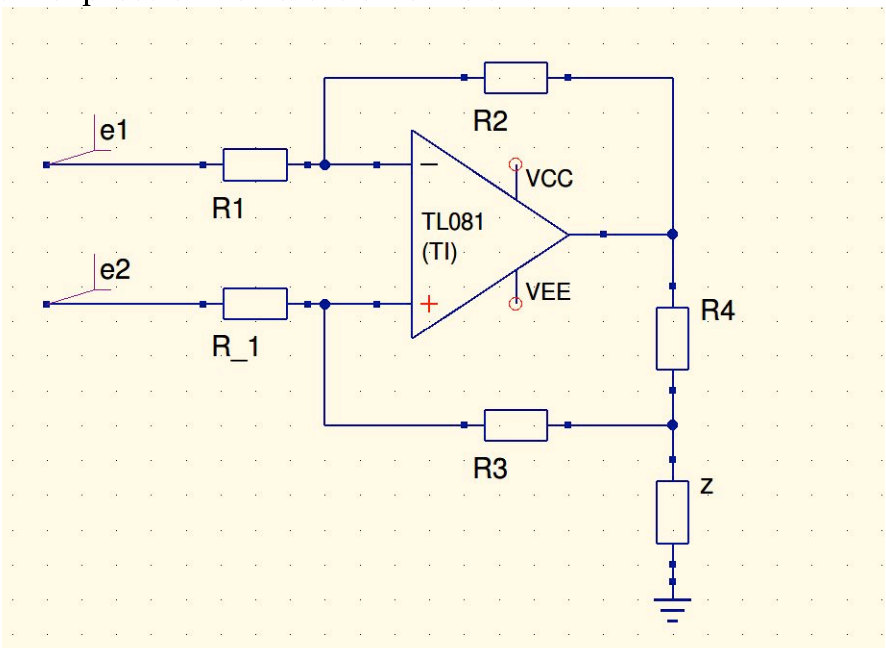
b) y1(0)=a= y2(0) et dy1/dt (0)= dy2/dt (0)=0 ;

Exercice 2.

On considère le schéma en fichier joint. Le circuit est alimenté par deux tensions e1 et e2. On appelle i l'intensité qui circule à travers l'impédance z. R1 et R_1 désignent la même résistance (mon logiciel étant un peu bête, il ne veut pas leur donner un même nom). L'amplificateur opérationnel est supposé idéal.

1. Montrer que ce circuit se comporte comme une source de courant i pour une relation entre R1, R2, R3 et R4 que l'on déterminera.

2. Quelle est l'expression de i alors obtenue ?



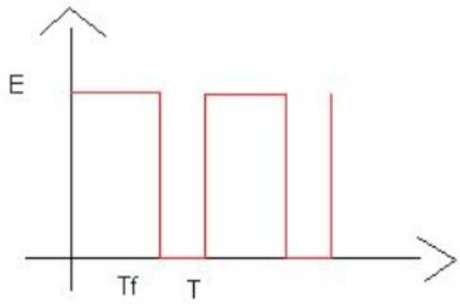
9. Question de cours : Poussée d'Archimède

Exercice : Electricité ! J'avais le schéma d'un filtre RLC classique, qui était un passe-bas du second ordre, avec les notations usuelles w0 et Q0 .

Plusieurs questions ont suivi : quelle condition sur Q0 pour que le module de la fonction de transfert connaisse un maximum, à quelle pulsation et quel est ce maximum ?

Les diagrammes asymptotiques et réels de gain et de phase étaient également demandés.

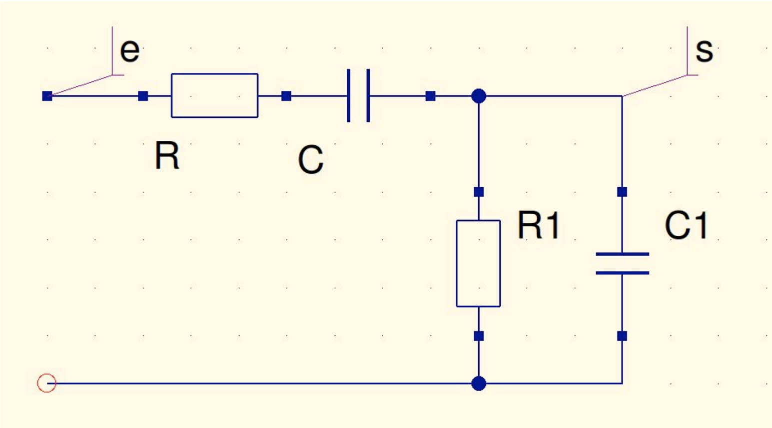
Par la suite, on imposait une tension d'entrée de type créneau non symétrique comme dans le schéma joint ; on note a=Tf/T.



Il fallait donner la valeur moyenne du signal et puis les amplitudes du fondamental et du premier harmonique non nul. Puis considérer que ce signal est seulement la superposition de sa composante continue et du fondamental.
Donner alors valeur moyenne et amplitude du fondamental du signal de sortie.
Enfin, applications numériques.
En bref, beaucoup de calculs et pas beaucoup de sens physique…
L'examinateur était assez pointilleux et il cherchait à savoir si je maîtrisais bien mon cours, en me demandant souvent tout plein de détails comme les définitions de fondamental, harmonique, etc.

C'est dommage que l'exercice n'ait pas été plus court car même en allant le plus vite que je pouvais (ce qui entraînait quelques erreurs de calcul…), je n'ai pas eu le temps d'en aborder un autre.

10. Exercice 1.
On considère le circuit donné en annexe (pont de Wien, R et C en série puis R/2 et C en parallèle).

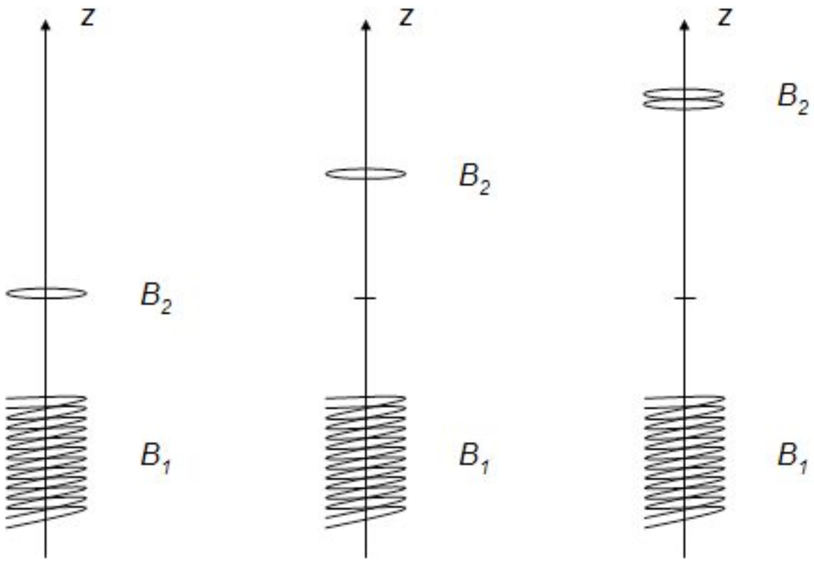


On l'attaque en entrée par une tension donnée par :
e(t)=10 sin (wt)+10/3*sin (3wt) +10/5*cos (5wt), avec f =10 kHz, que l'on visualise sur un oscilloscope (cf dessin). On obtient en sortie s(t).
On prend R=2k et C =120nF.
1. Commenter l'allure des courbes.
2. Etudier la nature du filtre.
3. Calculer l'expression de s(t).
4. Fréquence de coupure ?

Exercice 2.
Un gaz parfait de volume V passe d'un récipient (1) dans un récipient (2) (de volume V) initialement vide, à travers une ouverture de section S.
1. Exprimer la variation de température.
2. On note N_1 le nombre de particules dans le récipient (1) [resp. N_2 dans (2)], $N_1°$ le nombre de particules initiales.
Trouver une équation différentielle satisfaite par $N_1(t)$, sachant qu'à travers l'ouverture, les molécules se déplacent selon la direction Ox.
3. Donner l'allure du graphe de $N_1(t)$ et $N_2(t)$.
4. On donne : $S = 1\,\text{mm}_2$, $T = 60_o$ et $V = 10\text{L}$. Calculer le temps caractéristique de la détente.
5. Question subsidiaire : Variation d'entropie ?

Exercice 3.
Soit le circuit constitué de la mise en série d'un dipôle et d'une résistance R_0 réglable. On note u_1 la tension aux bornes du dipôle, u_2 celle aux bornes de la résistance, et $u_3=u_1+u_2$. U_{1eff},U_{2eff}, U_{3eff} sont données.
1. Calculer la puissance P qui traverse le dipôle.
2. Valeurs numériques...

11. I) On considère une bobine B_1 fixe parcourue par un courant d'intensité $i_1(t) = I\cos(\text{w}t)$. A l'aide d'une deuxième bobine B_2 , on réalise les deux expériences suivantes :



B_2 fixe

Expérience 1 : on lâche B_2 qui comporte une seule spire

Expérience 2 : on lâche B_2 qui comporte deux spires

On admet : $F_{1/2} = i_2 \dfrac{\partial \Phi_{1/2}}{\partial z}$. Exprimer $\left\langle F_{1/2} \right\rangle$ dans les 3 cas suivants :
i) $L_2 = 0$ et $R_2 \neq 0$
ii) $L_2 \neq 0$ et $R_2 = 0$
iii) $L_2 \neq 0$ et $R_2 \neq 0$.

Déterminer le cas le plus fidèle à l'expérience.
Retrouver enfin la loi admise par un calcul direct.

II) **Question de cours :** échanges thermiques conductifs

12. 1) La Terre est assimilée dans un premier temps à une sphère homogène de centre O, de rayon R_T et de masse M_T. Déterminer le champ gravitationnel créé par la Terre.
2) La Terre tourne sur elle-même à une vitesse de rotation ω autour de l'axe fixe *(Oz)*.
Définir le vecteur intensité de pesanteur. L'exprimer en fonction de la latitude λ.
Exprimer $g(\lambda)$ à l'ordre 1 en fonction de $\varepsilon = \dfrac{\omega^2 R_T^3}{GM_T}$. Commenter.
3) Dorénavant, la Terre est assimilée à un fluide homogène de masse volumique ρ. On se place dans le plan *(xOz)*. En considérant que $\vec{g}(\lambda)$ est inchangé, montrer qu'il existe deux constantes K_1 et K_2 telles que, si l'on note P la pression à l'intérieur de la Terre :$\partial P/\partial x = -K_1 x$ et $\partial P/\partial z = -K_2 z$.
On exprimera K_1 et K_2 en fonction des données.
On note $P_0 = P(0,0,0)$ et $Patm$ la pression atmosphérique. Montrer que la surface de la Terre définit sur le plan considéré une courbe d'équation :$x^2/a^2 + z^2/b^2 = 1$.
On exprimera a et b en fonction des données et de K_1 et K_2.
Déterminer enfin l'écrasement relatif $(a\text{-}b)/a$ au premier ordre en ε.

Question de cours :
Onde plane progressive monochromatique polarisée rectilignement en incidence normale sur un condensateur parfait.

13. Exo 1 :

Soit un solénoïde de longueur L très grande devant son rayon a, parcourue par un courant i vérifiant di/dt = cste et de résistance négligeable.

1) Donné l'expression du champ éléctromagnétique [**E**,**B**] à l'intérieur puis à l'extérieur du cylindre. Calculer le vecteur de Poynting. Remarques ?

2) je ne me rappelle plus l'intitulé exact de cette question, mais je crois me souvenir qu'on voyait une discontinuité du vecteur de Poynting et qu'il fallait expliquer quel en était la cause.

Exo 2:

Soit l'humidité x de l'air, x = Pvap/Psat(T)
On fait passer de l'air d'humidité x à la température T dans un coton imbibé d'eau, il ressort avec une humidité de 100%, à la température T' et à la pression Psat(T'). La capacité thermique de l'eau est négligée devant celle de l'air.

Calculer la température finale T' en fonction de Pvap, Psat(T), Psat(T'), x, Cair, T, T'

indice : reconnaissez vous une détente de thermodynamique ?

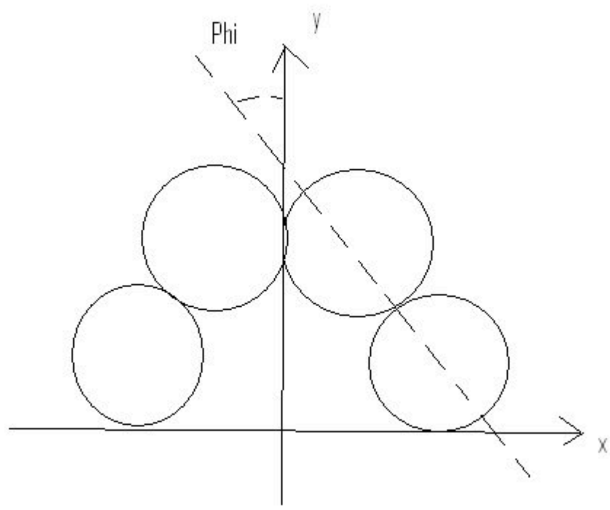
14. 1er exercice :

On considère la propagation d'une onde en courant et tension dans des cellules comprises entre z et z+dz avec indutances L et capacités C linéiques (bref, la même chose que dans le cours, je refais pas le schéma).

1) Déterminer l'équation de propagation.
2) On cherche une solution sous la forme
Um = Um+ * e^j(wt-kz) + Um- * e^j(wt+kz). Justifier cette forme.
3) On pose Rc = racine(L/C) [on découvre plus tard l'utilité de cette notation]
Le circuit est bouclé en z=d avec une résistance R (je crois).
Trouver l'impédance d'entrée (U(z=0)/i(z=0)) du circuit.
4) Montrer que ce montage coupe certaines fréquences.

2er exercice : un cycle thermodynamique, il y avait beaucoup de données, je ne me suis pas rappelé de beaucoup de choses désolé.

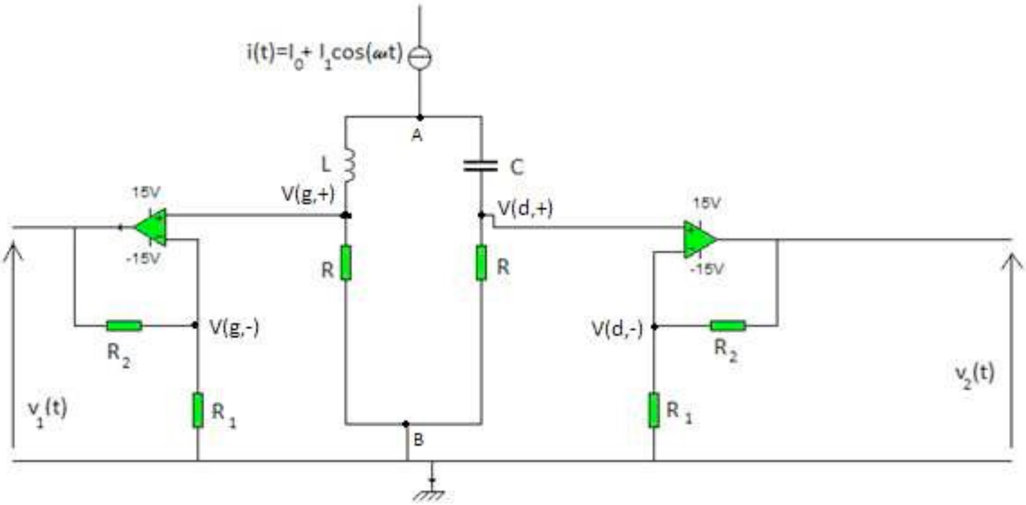
15.



On considère 4 cylindres identiques (moment d'inertie $mR^2/2$). Il n'y a pas glissement. L'angle initial vaut φ_0. Calculer la durée de la chute.

TPE – EIVP

1.

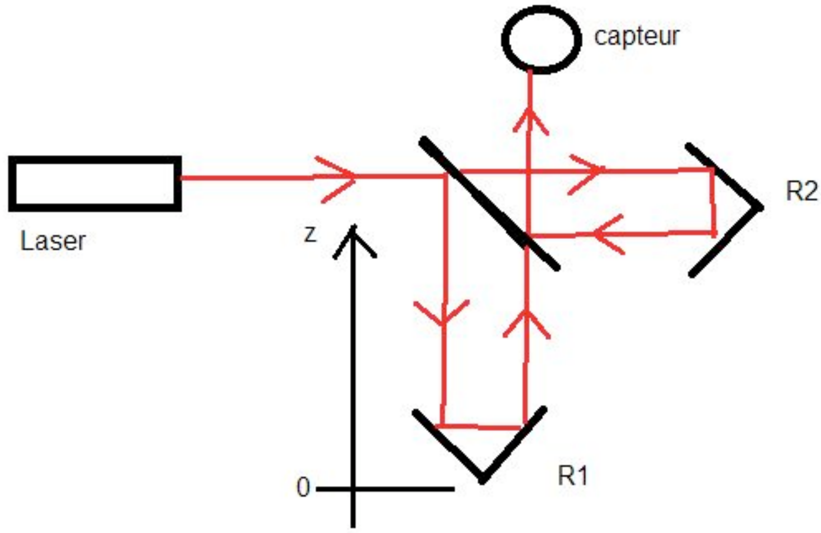


On veut modéliser le dipôle AB par une résistance pure à une pulsation ω donnée. Les AO sont supposés idéaux et fonctionnent en RL.

1) à quelle condition le fontionnement recherché peut-il être atteint ?
2) trouver $v_1(t)$ et $v_2(t)$.

2. ex 1 : On dispose un dipôle magnétique *M* dans un champ *Bext* de même direction que *M* et de sens opposé.
Calculer le champ total *B* qui s'exerce sur tout point M de l'espace (champ proche de la source,
pas champ rayonnée dans la ZR). Monter qu'il existe une ligne de champ circulaire de centre 0 et de
rayon R, calculer R puis exprimer *B* en fonction de r, R, theta et M.
On dispose un dipôle magnétique *M* dans une sphère supraconducteur de rayon R, l'extérieur se caractérisant par un champ magnétique nul, monter qu'à l'intérieur le champ correspond à la situation précédente puis calculer j.
Je n'ai pas eu le temps de voir la suite.

ex 2 : On réalise le montage optique suivant puis on lance vers le haut le réflecteur 1 (R1) à vitesse v0. On mesure le temps t pour lequel R1 retombe à sa position initiale et N, nombre de piques d'intensité captées. Montrer qu'on peut ainsi trouver g, l'exprimer en fonction de t, N et lambda.


capteur
Laser
z
R2
R1
0