

Préparation aux oraux MP/MPI

TD6 – Thèmes variés

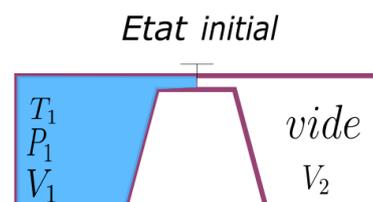
1 Question de cours **ENSEA** El Khamlichi Drissi 2024

Induction et rails de Laplace

2 **CCINP** Mopty 2024 : Détente de Joule Gay-Lussac

- 1) Quelle(s) hypothèse(s) doit-on faire sur les molécules d'un gaz pour que celui-ci soit considéré comme un gaz parfait ?

Au XIX^e siècle, Joule et Gay-Lussac imaginaient le dispositif suivant pour étudier les propriétés des gaz. Deux compartiments aux parois calorifugées et indéformables communiquent par un robinet. Ce robinet, initialement fermé, sépare le compartiment (1), de volume V_1 , initialement rempli d'une quantité n de gaz en équilibre à la température T_1 , du compartiment (2), de volume V_2 , dans lequel on a fait le vide.



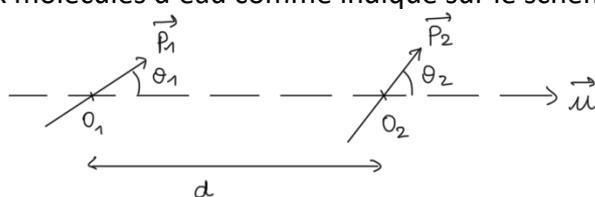
On ouvre le robinet et on attend l'établissement d'un nouvel équilibre du gaz à la température T_f .

- 2) Montrer que l'énergie interne finale est égale à l'énergie interne initiale. Que peut-on dire de la variation de température ?

On note \vec{p} le moment dipolaire électrique d'une molécule d'eau.

- 3) Donner l'ODG de $\|\vec{p}\|$.

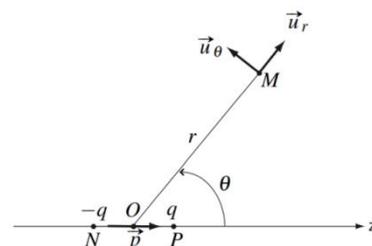
On place deux molécules d'eau comme indiqué sur le schéma :



- 4) Déterminer θ_1 pour que la norme du champ électrostatique du dipôle 1 soit max en O_2 .

Dans la suite, le dipôle 1 conserve cette orientation.

- 5) Comment \vec{p}_2 doit être orienté pour avoir un équilibre stable ?
 6) En gardant ces orientations, comment varie l'énergie potentielle si on écarte les deux molécules.
 7) Lors de la détente de Joule Gay-Lussac, comment varie la température ?



Donnée en plus du formulaire :

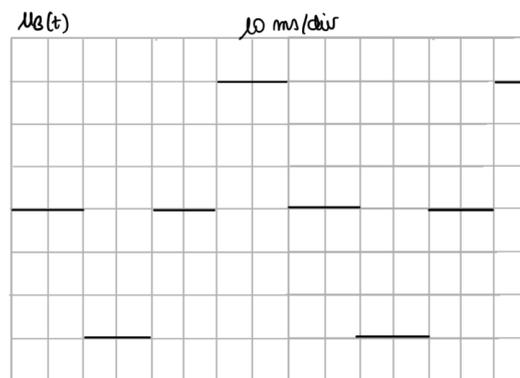
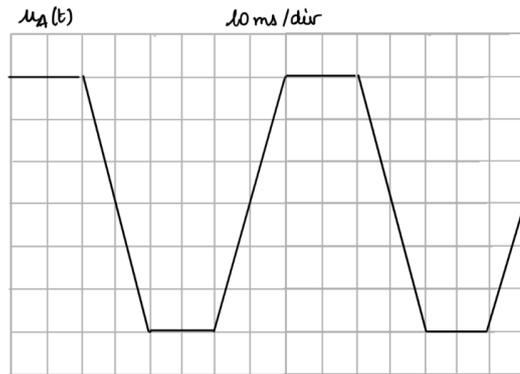
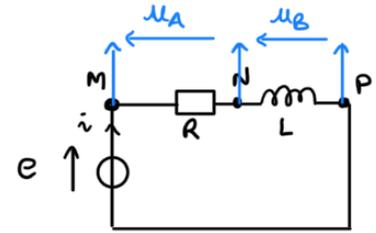
Expression du champ électrique créé par un dipôle électrique placé en O :

$$\vec{E}(M) = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 r^3} (2\cos\theta\vec{u}_r + \sin\theta\vec{u}_\theta)$$

3 CCINP Peynon 2024 : Etude de signaux électriques

On étudie le circuit ci-contre avec $R = 20 \Omega$ mais $L = ?$.

Un oscilloscope mesure les tensions u_A et u_B .



Les sensibilités verticales des deux oscillogrammes sont les mêmes.

- 1) Donner la relation entre u_{MN} et i .
- 2) Donner la relation entre u_{NP} et u_{MN} .
- 3) Interpréter le signal collecté à la voie B (en le comparant au signal collecté à la voie A).
- 4) En déduire la valeur de l'inductance L .

4 CCS2 : Constante de gravitation universelle

Il sera accordé une grande importance aux qualités d'exposition. Le candidat est invité, dès le début de son passage au tableau, à présenter le sujet préparé de manière ordonnée et argumentée.

1. Dans le manteau terrestre, la masse volumique de la Terre s'exprime selon $\rho(r) = \frac{g_0}{2\pi r G}$, où $g_0 = 9,8 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$, r est la distance au centre de la Terre et G la constante de gravitation universelle.

En déduire l'expression du champ gravitationnel $g(r)$ dans le manteau terrestre. On néglige l'effet de la rotation de la Terre sur elle-même ainsi que l'influence des autres astres.

2. Expliquer la mesure du couple de torsion de la balance de torsion, puis exploiter les données suivantes pour déterminer la constante de gravitation universelle
 - longueur de tige : 2 m ;
 - masses fixées à la tige : 10,105 kg ;
 - période du dispositif constitué : 271,5 s ;
 - un miroir est disposé dans l'axe de la tige ; il est éclairé par un spot lumineux et la lumière réfléchie est projetée sur un écran situé à 2,5 m ;
 - des masses $M = 158 \text{ kg}$ distantes de 200 mm des masses de la tige (et disposées selon la **figure 1**) provoquent un déplacement de 2,42 mm du spot lumineux sur l'écran.

Loi locale vérifiée par le champ de gravitation \vec{g} en un point P quelconque : $\text{div}(\vec{g}) = -4\pi\rho G$.

Le principe de la balance de torsion

Charles Augustin Coulomb (1736–1806) fut l'un des premiers à utiliser ce système. Pour démontrer que la force entre deux sphères chargées est en $1/R^2$, il utilise une balance qui établit l'équilibre entre la force électrique et la force de torsion. Pour les expériences de Cavendish (1798) et de Boys (1895), c'est l'attraction gravitationnelle qui est compensée par la force de torsion. Ce phénomène entraîne une torsion du fil qui maintient le système en équilibre.

Initialement, les petites sphères sont dans une position stable. Lorsque l'on approche les grosses sphères des plus petites, la force d'attraction gravitationnelle entre les deux types de sphères va produire un couple tendant à faire tourner la tige. Les petites sphères s'approchent des plus grosses jusqu'à ce que la torsion du fil équilibre le couple gravitationnel.

À la nouvelle position d'équilibre, il y a égalité entre le moment du couple de torsion et le moment provoqué par la force d'attraction. Cette condition va permettre d'obtenir une relation qui sera utilisée pour la détermination de la valeur de G . Lors du changement de positions des grosses sphères, le fléau va passer d'un état d'équilibre à un autre. Il y aura rotation du fléau. La mesure de l'angle de rotation permettra de remonter au couple de torsion. Cependant ce couple fait intervenir les caractéristiques mécaniques du fil de suspension. Pour déterminer ces caractéristiques, il suffira de mesurer la période d'oscillation de la balance. Ainsi, la mesure de la période d'oscillation et la mesure de l'angle de rotation du fléau permettent d'obtenir la force d'attraction.

NB : Pour la situation représentée ci-dessus, le fil de torsion de constante C exerce sur le système un couple de rappel de moment $-C\alpha$.

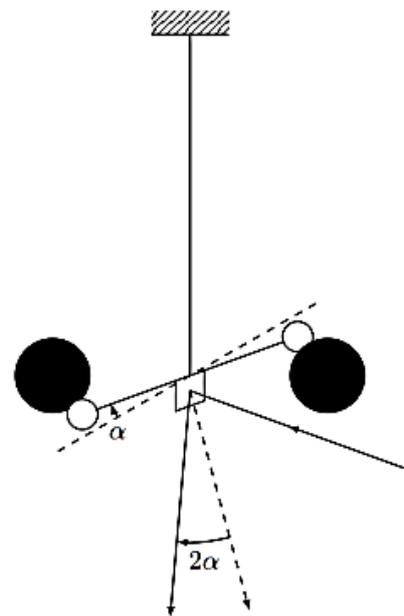


Figure 1

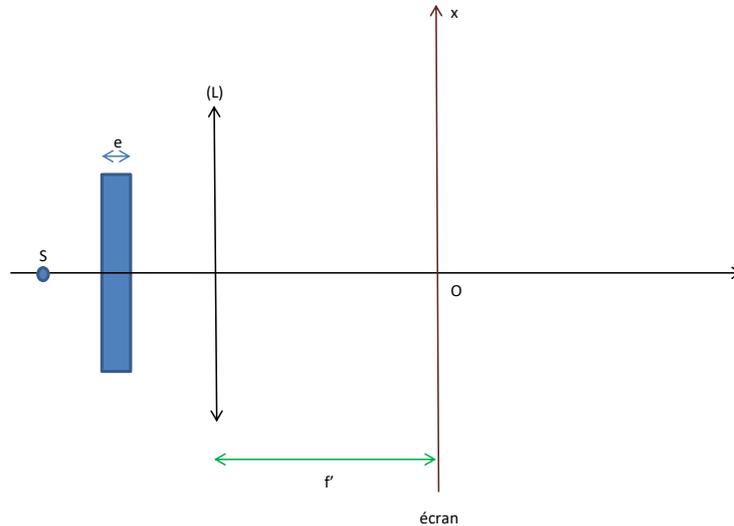
5 CCS1 : lame de verre

On a une lame de verre d'épaisseur e et d'indice $n = 1,5$. Le but est de calculer e .

On dispose d'une source ponctuelle monochromatique S de longueur d'onde λ_0 et d'une lentille convergente (L) de distance focale f' connu. On les dispose selon le schéma ci-dessous.

On considère qu'après deux réflexions internes dans la lame de verre, l'intensité du faisceau émergent est tellement faible qu'on la considère nulle.

- 1) Justifier qualitativement qu'il se formera des interférences circulaires sur l'écran.
- 2) Comment déterminer e ?



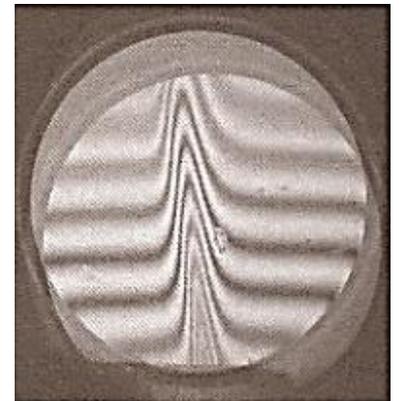
6 CCS1 Montoloy 2022 : Mesure de l'indice optique d'un gaz

On considère un interféromètre de Michelson réglé en coin d'air et éclairé avec une lampe au sodium qui émet une lumière considérée comme monochromatique de longueur d'onde $\lambda_0 = 589 \text{ nm}$.

On place un écran à une distance $D = 80 \text{ cm}$ du miroir (M1) et une lentille convergente entre les deux telle que le grandissement transversal $|\gamma| = 5$.

On émet un jet de gaz avec un briquet au voisinage d'un miroir.

On obtient alors sur l'écran la figure ci-contre (à l'échelle).



- 1) Décrire le montage expérimental.
- 2) Déterminer l'interfrange i de la figure d'interférences dont l'image est observée sur l'écran.
- 3) Déterminer la distance focale image de la lentille.
- 4) Déterminer l'indice optique du gaz du briquet.