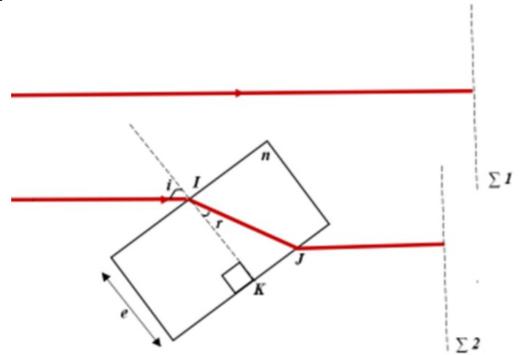


2.1 — INTERFÉROMÉTRIE



► **Notions abordées** : optique (déphasage, interférence, éclairement).

On considère une source lumineuse monochromatique et deux rayons incidents parallèles. Le premier rayon n'est pas dévié, tandis que le second franchit une lame faite d'un matériau transparent d'indice de réfraction n et d'épaisseur e . Le rayon arrive sur la face latérale de la lame selon un angle d'incidence i conformément au schéma ci-contre.



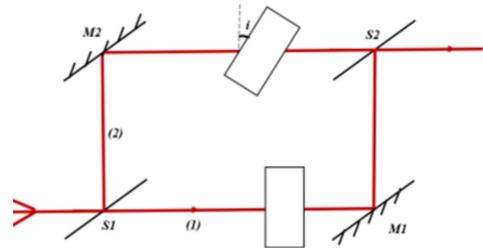
1. Montrer que la différence de marche δ entre les deux rayons s'exprime :

$$\delta = e(n \cos r - \cos i)$$

2. Exprimer la différence de marche à incidence normale δ_0 .

3. Pour des petits angles, montrer que : $\delta - \delta_0 = \frac{i^2}{2n} \delta_0$.

4. On considère désormais la situation schématisée ci-contre, où (M_1) et (M_2) sont des miroirs, (S_1) et (S_2) des séparatrices (épaisseur négligeable). Les deux lames de verre sont d'égale épaisseur, notée e . Établir l'effet d'une augmentation continue de la valeur de l'angle i sur l'éclaircissement en sortie.



2.2 — GUIDE D'ONDE RECTANGULAIRE



► **Notions abordées** : électromagnétisme (équations de Maxwell, ondes électromagnétiques, dispersion).

On considère un guide d'onde rectangulaire de largeur a selon une direction notée (Ox) et de longueur b selon une direction notée (Oy) . On assimile le contenu du guide d'onde au vide et on suppose que le champ électrique \vec{E} régnant à l'intérieur s'exprime :

$$\vec{E} = E_n \sin(\alpha x) \cos(\omega t - Kz) \vec{e}_y$$

1. Donner les équations de Maxwell et en déduire l'équation de propagation vérifiée par \vec{E}

2. Établir la relation de dispersion.

3. En admettant que le champ électrique \vec{E} s'annule au niveau des parois, montrer que le paramètre α prend des valeurs discrètes.

4. Dans le cas où $\alpha = \frac{2\pi}{a}$, tracer l'allure du champ électrique \vec{E} à l'instant $t = 0$ dans le plan $z = 0$.

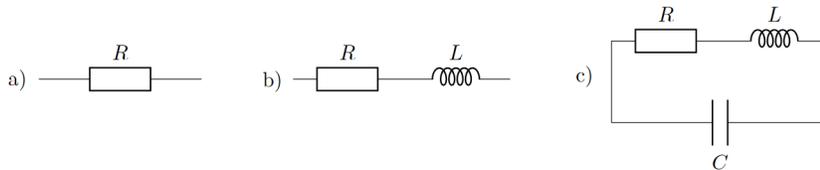
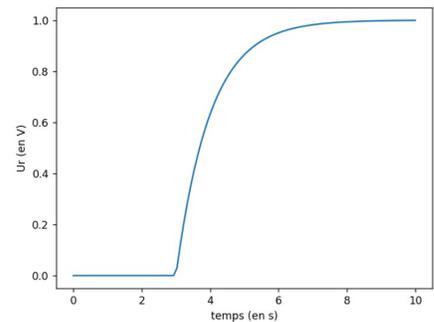
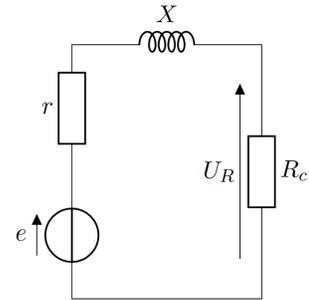
5. Montrer que le guide d'onde agit comme un filtre dont on précisera la nature et les pulsations de coupure associées.

2.3 — RÉPONSE D'UNE BOBINE INCONNUE



► **Notions abordées :** électronique (régimes transitoires, régime forcé).

On considère un dipôle inconnu notée X que l'on cherche à caractériser. Pour cela on effectue un test indiciel sur la bobine X . Les figures ci-contre représente le schéma du montage réalisé (figure supérieure) ainsi que la réponse visualisée à l'aide d'un oscilloscope (figure inférieure). Pour modéliser cette bobine X , on se propose les trois schémas équivalents suivants, dans lesquels tous les dipôles sont idéaux :



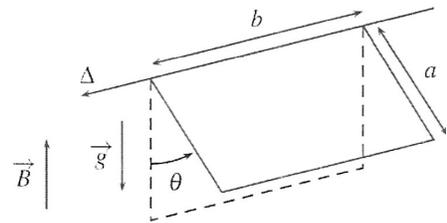
1. D'après la réponse indicielle observée, déterminer le modèle (a, b ou c) correspondant le mieux au comportement de la bobine X .
2. Exprimer les impédances de chacun des trois modèles.
3. Déterminer la réponse temporelle du système et confronter le résultat obtenu à votre choix initial.

2.4 — INDUCTION DANS UN CADRE



► **Notions abordées :** électromagnétisme (induction), mécanique (moment cinétique).

Un cadre conducteur rectangulaire, de largeur a et de longueur b , tourne sans frottement autour d'un axe horizontal (Δ) coïncidant avec l'un de ses grands côtés, conformément au schéma ci-contre. On note m la masse du cadre, R sa résistance électrique et J son moment d'inertie par rapport à l'axe (Δ).



Le cadre est placé dans un champ magnétique uniforme et stationnaire \vec{B} vertical. On néglige son auto-inductance. La position du cadre est repérée par l'angle θ que forme le plan du cadre avec le plan vertical contenant l'axe (Δ). Le cadre est lâché sans vitesse initiale à partir d'une position θ_0 .

1. Établir l'équation différentielle régissant l'évolution de $\theta(t)$. Préciser sa forme si $\theta_0 \ll 1$ rad.
2. Déterminer la valeur de B pour laquelle le mouvement suit un régime d'amortissement critique.

2.5 — ESTIMATIONS



1. Une feuille A4 mesure 0,1 mm d'épaisseur. Estimer le nombre de plis à réaliser pour toucher la Lune.
2. Un terrain de football mesure 100 m \times 75 m. Estimer le nombre de personnes dans une tribune.
3. Une dinde de 1,5 kg est cuite à coeur en 20 min au four. Estimer le temps de cuisson d'une dinde deux fois plus lourde.