DS N°2 de physique-chimie

Durée : 3h

L'usage de calculatrices est autorisé.

AVERTISSEMENT

La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la **rédaction, la clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans **l'appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs.

Données :

Relation de conjugaison de Descartes :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

Relation de conjugaison de Newton :

$$\overline{F'A'} \times \overline{FA} = -f'^2$$

Relation de grandissement transversal :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

Exercice n°1 : Montage potentiométrique

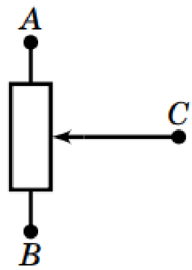
Un potentiomètre est un système permettant d'obtenir une résistance variable en déplaçant un curseur sur une piste résistive.

On dispose alors de trois pôles : l'entrée A et la sortie B qui donne la résistance totale R_{AB} = R, et le pôle C qui permet de récupérer une partie de la résistance $R_{CB} = \alpha \times R$ (avec $0 < \alpha < 1$).

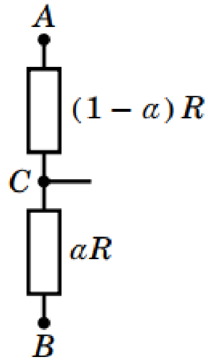
On les trouve dans de nombreux dispositifs (variateurs de lumière, tables de mixage…).

Potentiomètre rotatif

Potentiomètre rectiligne



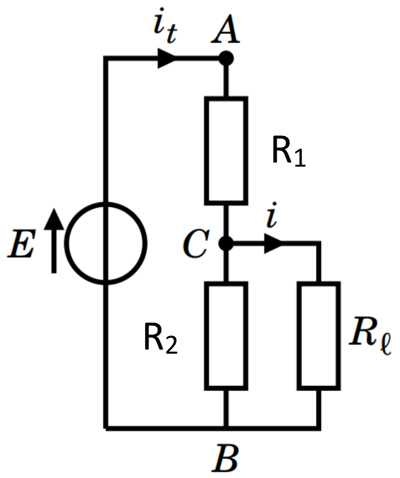
Symbole usuel



Circuit équivalent

On souhaite utiliser un potentiomètre (de résistance totale $\boldsymbol{R}$ **= 50 Ω**) dans un montage pour piloter l'intensité lumineuse émise par une lampe de salon (de résistance $\boldsymbol{R_\ell}$ **= 10 Ω**).

Partie n°1 : Questions de cours



1. Compléter les deux tableaux sur l'annexe n°1 à rendre. (maximum 10 min)

Partie n°2 : Etude d'un point de fonctionnement

Dans cette partie, on étudie le montage lorsque le potentiomètre est dans une position tel que $\boldsymbol{\alpha = 0{,}20}$.

2. Exprimer puis calculer les résistances R_1, R_2 en fonction de R et α.

3. Exprimer sans calculer la résistance totale équivalente R_{eq} à l'ensemble des trois résistances du circuit en fonction de R_1, R_2 et R_ℓ

4. Montrer que le courant i_t s'exprime en fonction de E, R_1, R_2 et R_ℓ :

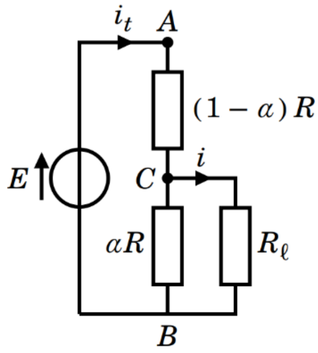
$$i_t = \frac{E \times (R_2 + R_l)}{R_1 R_2 + R_1 R_l + R_2 R_l}$$

5. Exprimer i, en fonction de i_t, R_1, R_2 et R_ℓ puis en fonction uniquement de R_ℓ, R_1, R_2 et E.

6. Déterminer les expressions de la puissance P_R reçue par la lampe modélisée par une résistance R_ℓ, et la puissance P_F fournie par la source de tension E en fonction de R_ℓ, R_1, R_2 et E.

7. Exprimer puis calculer le rendement η du montage à ce point de fonctionnement.

Partie n°3 : Etude générale



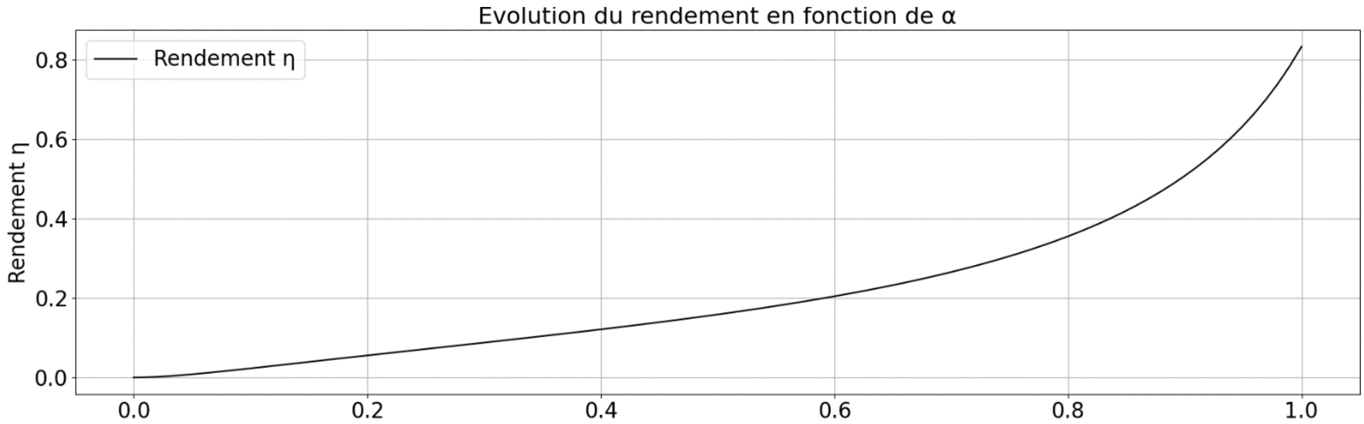
Dans cette partie, on considère le montage en toute généralité. Le paramètre α varie entre 0 et 1.

8. Exprimer la résistance totale R_{eq} en fonction de R, R_ℓ et α.

9. En déduire l'expression de l'intensité i en fonction de α, R, R_ℓ et E.

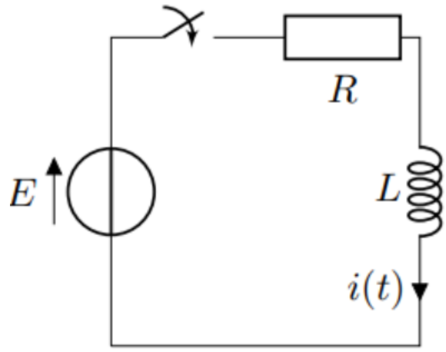
10. Exprimer le rendement du montage η en fonction de α, R, R_ℓ. (*Question très calculatoire*)

On a tracé sur le graphique ci-dessous l'évolution du rendement η du montage en fonction de α



11. A partir du graphique, expliquer si l'utilisation du montage potentiométrique est pertinente ou pas pour l'application proposée.

Exercice n°2 : Charge d'un circuit RL



On considère le circuit ci-contre, composé d'une résistance R et d'une bobine d'inductance L en série (circuit appelé RL). A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur du circuit. Le générateur fournit une tension constante de valeur E.

On cherche à déterminer l'intensité i(t). La méthode sera identique à la méthode présentée dans le cas d'un circuit RC.

Partie n°1 : Résolution analytique de l'équation différentielle

1. Orienter les tensions aux bornes de la résistance et de la bobine (on fera ensuite attention de conserver les conventions pour tout l'exercice).

2. Rappeler les relations intensité-tension aux bornes d'une résistance et d'une bobine.

3. Appliquer la loi des mailles au circuit RL. En déduire une équation différentielle portant sur i(t).

On mettra cette équation sous la forme :

$$\frac{di(i)}{dt} + \frac{1}{\tau} i(t) = K$$

On exprimera la constante de temps τ en fonction de R et L, et la constante K en fonction de E et L.

4. Exprimer la solution particulière de cette équation différentielle, notée i_p, pour laquelle l'intensité est stationnaire (elle ne varie plus dans le temps).

5. Exprimer la solution homogène $i_H(t)$ de cette équation différentielle.

6. Exprimer la solution totale de l'équation différentielle, somme des deux membres précédents : $i(t) = i_H(t) + i_p$

7. Déterminer la condition initiale i(t = 0) grâce à la relation de continuité de la bobine. En déduire la valeur de la constante d'intégration donnée dans la question 3.

8. Exprimer la solution i(t).

9. Représenter graphiquement i(t) en distinguant le régime transitoire du régime permanent. Représenter les valeurs particulières : valeur de i en régime permanent, temps caractéristique τ .

10. On donne : L = 100 mH et R = 1,3 kΩ. Effectuer l'application numérique de τ.

11. Etablir le bilan de puissance du circuit. Interpréter chacun des termes de l'équation obtenue.

Partie n°2 : Résolution numérique de l'équation différentielle

12. Ecrire la relation de récurrence explicite issue du schéma d'Euler pour l'équation différentielle du circuit précédent, reliant l'intensité $i(t_{i+1})$ à un instant t_{i+1} à l'intensité $i(t_i)$ à un instant t_i.

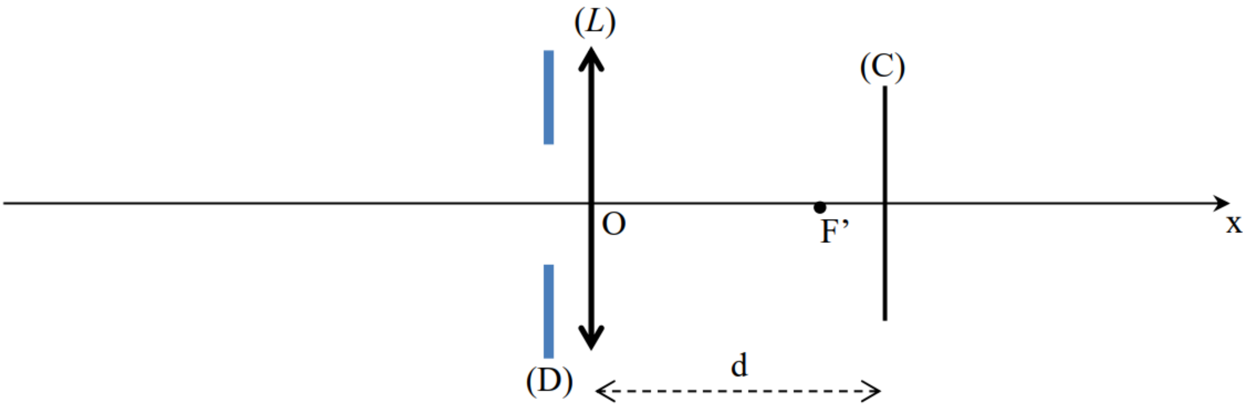
13. Compléter alors la ligne 21 de l'annexe n°2 pour implémenter le schéma d'Euler dans le script Python présenté.

Exercice n°3 : Optique de l'appareil photo

Partie n°1 : Etude du dispositif

On modélise un appareil photo par l'association d'une lentille mince (L) de focale $f' = \overline{\mathrm{OF'}}$ appelée " objectif ", d'un capteur (C) sur lequel on souhaite récupérer l'image et d'un diaphragme (D) placé devant la lentille.

La distance *d* entre la lentille (L) et le capteur (C) est réglable, grâce à un mécanisme lié à l'objectif, elle est comprise entre d_{min} et d_{max}.



À l'aide de cet appareil de focale $\boldsymbol{f' = 50}$ **mm**, on souhaite former sur le capteur l'image d'un arbre de hauteur $\boldsymbol{h = 5}$ **m** situé à une distance $\boldsymbol{L = 20}$ **m** devant l'objectif.

1. La lentille mince est utilisée dans les " conditions de Gauss ".
   - **a.** Préciser en quoi elles consistent.
   - **b.** Quelle partie de l'appareil permet d'assurer que ces conditions sont remplies ?

2. Faire un schéma soigné de la situation en notant $\overline{AB}$ l'objet et $\overline{A'B'}$ son image sur le capteur (A est sur l'axe et $\overline{AB}$ appartient à un plan orthogonal à l'axe). Positionner les foyers principaux et tracer au moins deux rayons lumineux issus de B pour justifier la position de l'image $\overline{A'B'}$.

3. Exprimer la taille $\overline{A'B'}$ de l'image de l'arbre sur le capteur en fonction de *h*, *f '* et *L* puis effectuer l'application numérique.

On pourra simplifier l'expression obtenue en considérant $f' \ll L$.

4. Quelle est la valeur de *d* lorsque l'objet est situé à l'infini ?

Partie n°2 : Changement d'objectif

On souhaite obtenir une image de l'arbre sur le capteur plus grande sans changer de place (donc en gardant la même valeur pour *L*). On change donc l'objectif et on le remplace par un objectif de focale $\boldsymbol{f'_1 = 10}$ **cm**. La distance d est toujours réglable.

5. **a.** Quelle sera la taille de l'image de l'arbre sur le capteur ?

   b. Le capteur fait 24 mm $\times$ 36 mm , est-il possible de voir l'arbre en entier sur la photo obtenue ?

Partie n°3 : Utilisation d'un téléobjectif

Pour agrandir davantage la taille de l'image sur le capteur, on peut utiliser un téléobjectif ou " objectif de longue focale ".

On souhaite réaliser un tel dispositif en utilisant deux lentilles : une lentille (L_1) convergente et une lentille (L_2) divergente, séparées par une distance ***e* = 8 cm**. La distance *L* entre (L_1) et l'arbre n'a pas changé.

La lentille (L_1), de focale ***f '₁* = 10 cm**, donne de l'arbre $\overline{AB}$ une image intermédiaire $\overline{A_1B_1}$ qui joue le rôle d'objet pour la lentille (L_2), de focale ***f '₂* = -5 cm**, qui en donne une image finale $\overline{A'B'}$.

6. Exprimer la position de l'image intermédiaire à partir du centre le lentille L_1 : $\overline{O_1A_1}$ en fonction de f'_1 puis à partir du centre de la lentille L_2 : $\overline{O_2A_1}$ en fonction de f'_1 *et e.*

On fera l'hypothèse que l'arbre est situé à l'infini pour la lentille L_1.

7. En déduire l'expression de la distance *d* en fonction de *L, e,* f'_1 *et* f'_2. Effectuer l'application numérique.

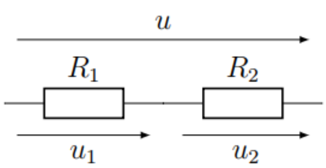
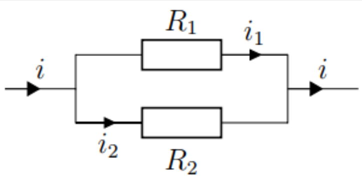
8. Calculer la taille de l'image $\overline{A'B'}$ de l'arbre sur le capteur.

Annexe n°1 : Question de cours d'électrocinétique

NOM : ____________________ Prénom : ____________________

Q1

Dipôle	Conducteur ohmique	Bobine	Condensateur
Schéma électrique en convention récepteur			
Relation en convention récepteur			
Puissance électrique algébriquement reçue			
Énergie stockée			
Grandeur sans discontinuité			
Comportement en régime permanent			

	Série	Dérivation
Schéma		
Expression de $R_{éq}$		
Relation du pont diviseur	de tension :	de courant :

Annexe n°2 : Script Python

```
import numpy as np       # Pour les tableaux et les calculs
import matplotlib.pyplot as plt  # Pour tracer les courbes

# --- Paramètres physiques ---
R = 1300      # Résistance en ohms (Ω)
L = 0.1       # Inductance en henry (H)
E = 5.0       # Tension de la source en Volt (V)

# --- Paramètres numériques ---
dt = 10**-5
t_max = 10**-3

# --- Initialisation ---
n_points = int(t_max/dt)
t = np.linspace(0,t_max,n_points)
I=np.zeros(n_points)
I[0]=0.0

# --- Méthode d'Euler ---
for k in range(n_points -1):
    I[k+1] =

# --- Méthode d'Euler ---
plt.figure(figsize=(8,5))
plt.plot(t,I, 'rx', label ="Méthode d'Euler")
plt.title("Charge d'une bobine dans un circuit RL")
plt.xlabel("Temps (s)")
plt.ylabel("Courant (A)")
plt.grid()
plt.legend()
```