

DEVOIR SURVEILLÉ N°1**Outils de l'Ingénieur & Électrocinétique**

L'usage de la calculatrice graphique est autorisé.

La clarté de la rédaction et la rigueur des justifications seront prises en compte dans la notation (2 points). Mettez vos résultats en valeur en les soulignant d'une autre couleur ou en les encadrant .

I Analyse dimensionnelle (4 points)

1. Déterminer explicitement la dimension d'une force $[F]$ en fonction des dimensions de bases en utilisant la relation reliant l'intensité d'une force F subie par un point matériel de masse m en mouvement circulaire uniforme de rayon R à la vitesse v :

$$F = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

2. Pour estimer la fréquence de vibration fondamentale f d'une corde de guitare de longueur L , soumise à une tension T (assimilable à une force) et possédant une masse linéique μ (masse par unité de longueur), l'étudiant propose le modèle mathématique suivant :

$$f = \frac{1}{2L} \cdot \frac{\mu}{T}$$

Cette formule est-elle physiquement correcte ? Justifier rigoureusement votre réponse à l'aide d'une analyse dimensionnelle.

3. On s'intéresse à la force de frottement fluide F subie par le profil aérodynamique d'un prototype en mouvement. On suppose que cette force dépend uniquement de la surface de contact S du solide, de sa vitesse de déplacement v et de la masse volumique ρ du milieu fluide traversé. On pose l'hypothèse d'une loi de la forme : $F = C \cdot S^\alpha \cdot v^\beta \cdot \rho^\gamma$, où C est une constante sans dimension.

Par une analyse dimensionnelle, déterminer les valeurs des exposants α , β et γ . En déduire l'expression littérale finale de la loi de frottement.

II Calcul d'incertitudes par propagation (3 points)

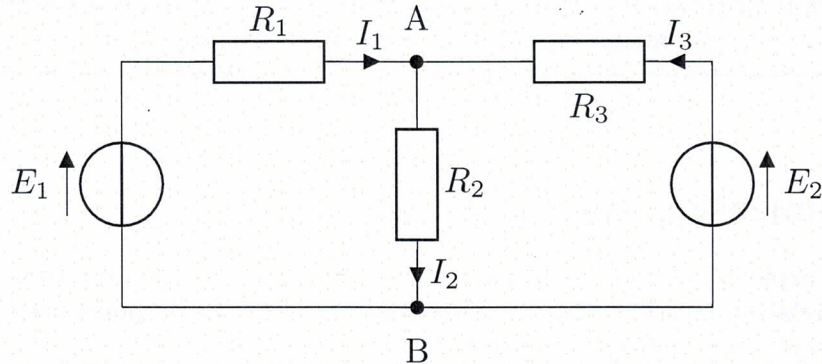
Dans le cadre d'un essai de sécurité routière, un ingénieur mesure l'énergie cinétique $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ d'un chariot de test automatisé. Les capteurs connectés au système fournissent les mesures expérimentales suivantes :

- Masse du chariot : $m = 152,0 \text{ kg}$ avec une incertitude-type $\Delta m = 0,5 \text{ kg}$.
- Vitesse mesurée : $v = 23,4 \text{ m s}^{-1}$ avec une incertitude-type $\Delta v = 0,2 \text{ m s}^{-1}$.

1. Calculer la valeur numérique de l'énergie cinétique E_c du chariot.
2. En utilisant le formulaire fourni en fin de sujet, donner l'expression littérale de l'incertitude relative $\frac{\Delta E_c}{E_c}$.
3. En déduire l'incertitude absolue ΔE_c . Puis présenter le résultat final de la mesure de E_c .

III Électrocinétique : Lois des nœuds et Lois des mailles (3 points)

On considère le réseau électrique suivant, alimenté par deux sources de tension continues de forces électromotrices E_1 et E_2 .

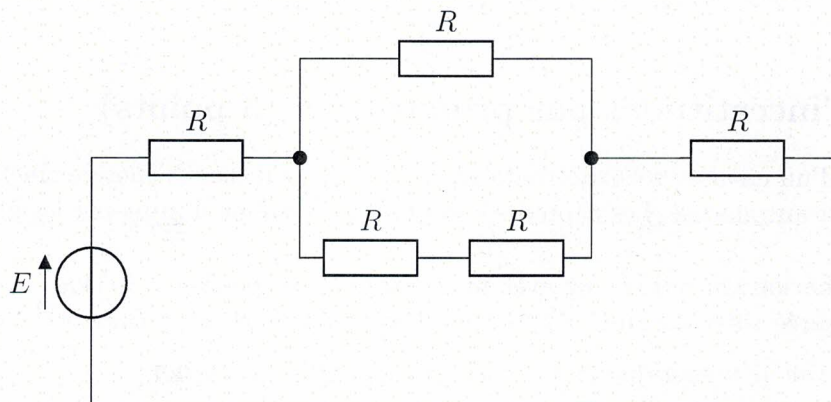


On cherche à déterminer les courants de branche I_1 , I_2 et I_3 .

1. Écrire la relation reliant les courants du circuit.
2. En utilisant la loi des mailles et la loi d'Ohm, établir deux autres équations sur les courants.
3. **Application numérique :** On donne $E_1 = 12\text{ V}$, $E_2 = 6\text{ V}$, $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$ et $R_3 = 2\Omega$. En remplaçant directement les valeurs numériques, résoudre le système linéaire afin de calculer les valeurs numériques exactes des courants I_1 , I_2 et I_3 (les expressions littérales ne sont pas attendues).

IV Électrocinétique : Associations de résistances (4 points)

Afin de limiter le courant global délivré par une source de tension unique $E = 24\text{ V}$, un ingénieur conçoit un réseau de protection passif composé de 5 résistances identiques de valeur $R = 10\Omega$.

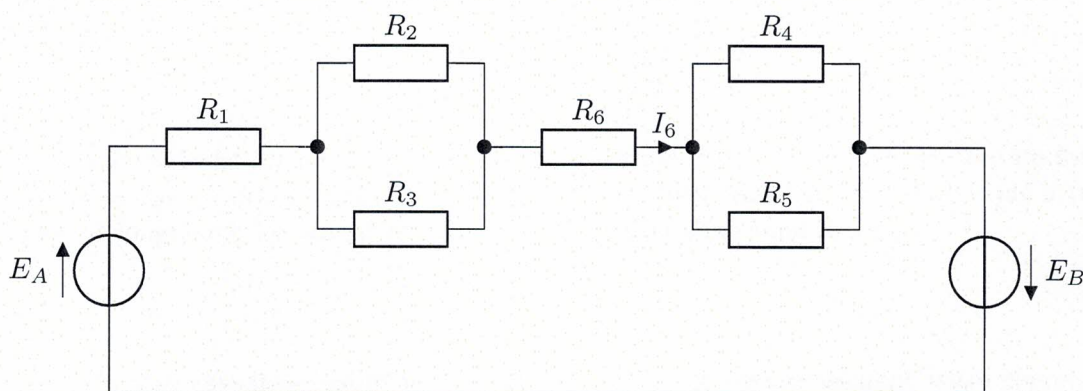


1. Rappeler brièvement et sans démonstration l'expression de la résistance équivalente pour deux résistances quelconques en série, puis pour deux résistances en parallèle.
2. Par des étapes de réduction successives et argumentées, déterminer l'expression littérale complète de la résistance équivalente totale R_{eq} de ce bloc vue par la source E .
3. Calculer la valeur numérique de R_{eq} ainsi que l'intensité du courant total I_{tot} débité par la source.

V Exercice de synthèse : Réseau complexe interconnecté (4 points)

On considère le réseau électrique représenté ci-dessous. Il comporte deux sources idéales de tension continue $E_A = 18\text{ V}$ et $E_B = 6\text{ V}$, alimentant un ensemble de six résistances.

Les valeurs des composants sont les suivantes : $R_1 = 4\ \Omega$, $R_2 = 6\ \Omega$, $R_3 = 3\ \Omega$, $R_4 = 8\ \Omega$, $R_5 = 8\ \Omega$ et $R_6 = 2\ \Omega$.



Par une analyse méthodique, déterminer l'expression analytique littérale puis calculer la valeur numérique exacte de l'intensité du courant I_6 .

ANNEXE : Formulaire d'incertitudes

Pour des grandeurs indépendantes et non corrélées, les formules de propagation des incertitudes sont :

- Pour une somme $Z = X + Y$ (Incertaince absolue) : $\Delta Z = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2}$
- Pour un produit (ou quotient simple) : $Z = X \cdot Y$ ou $(Z = \frac{X}{Y})$
(Incertaince relative) : $\frac{\Delta Z}{Z} = \sqrt{\left(\frac{\Delta X}{X}\right)^2 + \left(\frac{\Delta Y}{Y}\right)^2}$
- Pour une loi de puissance combinée $Z = X \cdot Y^2$
(Incertaince relative) : $\frac{\Delta Z}{Z} = \sqrt{\left(\frac{\Delta X}{X}\right)^2 + (2\frac{\Delta Y}{Y})^2}$