



Demi-finale (FR)

11.02.2025

Consignes :

- Indiquer votre nom complet et Lycée sur chaque feuille.
- Indiquer clairement la sous-/question à laquelle vous répondez.
- Commencer une nouvelle question sur une nouvelle feuille.
- Expliquer les étapes de votre raisonnement et indiquer vos calculs intermédiaires.
- Numérotter les pages.

Recueil d'équations

Cinématique (MRUV)

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

$$v = at + v_0$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$$

Forces

$$F = ma$$

$$F_f \leq \mu N$$

Travail, Énergie et Puissance

$$W = Fd \cos \theta$$

$$E_{cin} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_{pes} = mgh$$

$$E_{el} = \frac{1}{2}kx^2$$

$$P = \frac{W}{t} = Fv$$

Quantité de mouvement

$$p = mv$$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

Calorimétrie

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$Q = mL$$

Gaz idéal

$$p = \frac{F}{A}$$

$$pV = nRT = Nk_B T$$

$$E_K = \frac{3}{2}k_B T$$

Oscillations et ondes

$$T = \frac{1}{f}$$

$$c = f\lambda$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Électricité

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$F = k \cdot \frac{|q_1q_2|}{r^2}$$

$$U = \frac{W}{q}$$

$$E = \frac{F}{q}$$

$$U = RI$$

$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$\rho = \frac{RA}{L}$$

Électro-magnétisme

$$F = qvB \sin \theta$$

$$F = BIL \sin \theta$$

Mouvement circulaire

$$v = \omega r$$

$$a = \frac{v^2}{r}$$

Gravitation

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

$$g = \frac{F}{m}$$

Physique quantique

$$E = hf$$

$$\lambda = \frac{hc}{E}$$

Optique

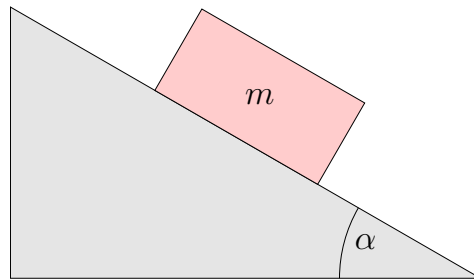
$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

$$\frac{1}{q} + \frac{1}{p} = \frac{1}{f}$$

Question 1 : Mécanique (20 points)

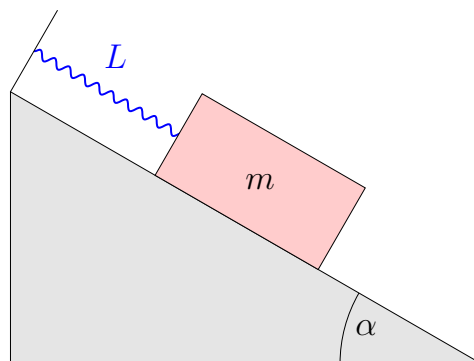
Nous considérons un bloc de masse $m = 2 \text{ kg}$, qui est placé sur un plan incliné sans frottement qui fait un angle de $\alpha = 30^\circ$ avec l'axe horizontal. Le bloc est attaché à un ressort dont la constante est k , de sorte que la force de rappel est $F_{\text{spring}} = kL$, où L est la longueur du ressort. L'autre extrémité du ressort est fixée au sommet de la pente. Supposons que l'accélération gravitationnelle $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ agisse sur le bloc.

Pour les parties 1 et 2, nous ignorons la présence du ressort.



- 1) Calculer la force gravitationnelle F_G agissant sur le bloc ainsi que la composante de la force F parallèle au plan incliné. (4)
- 2) Déterminez l'accélération a du bloc lorsqu'il glisse sur le plan incliné sans frottement. Faites un dessin montrant les directions des forces \vec{F}_G et \vec{F} , et l'accélération \vec{a} . (4)

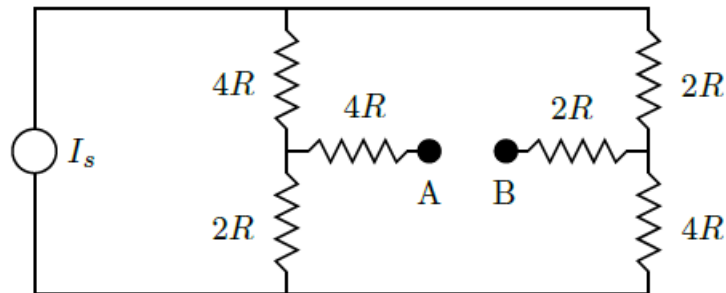
Nous examinons maintenant l'effet du ressort.



- 3) Supposons que le bloc soit relâché au sommet du plan incliné ($L = 0$), qu'il commence à glisser et qu'il étire le ressort à une longueur de $L = 0,1 \text{ m}$ lorsqu'il s'immobilise. Utilisez ceci pour calculer la constante du ressort k et l'énergie potentielle stockée dans le ressort. (6)
- 4) En supposant que le bloc se trouve maintenant sur un plan incliné rugueux avec un coefficient de frottement $\mu = 0,2$, calculez la distance L_2 sur laquelle le bloc glisse avant de s'immobiliser lorsqu'il est relâché à partir de la même position initiale. (6)

Question 2 : Source de courant constant (20 points)

Considérons le circuit illustré ci-dessous. I_s est une source de **courant constant**, ce qui signifie que quel que soit le dispositif connecté entre les points A et B, le courant fourni par la source de courant constant est le même.



1) Un voltmètre idéal est connecté entre A et B.

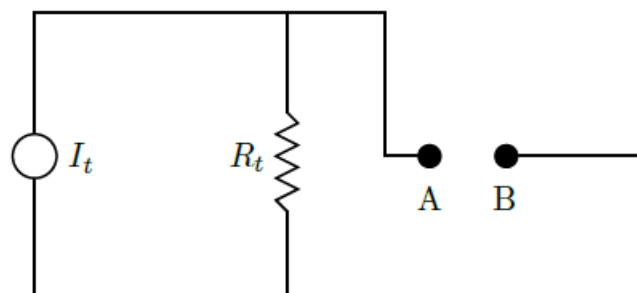
Sachant qu'un voltmètre idéal a une résistance infinie

- Déterminez la lecture de la tension en fonction de l'un ou de l'ensemble des R et I_s et **expliquez votre raisonnement**. (5)
- Expliquez la signification du signe dans la formule trouvée sous a). (1)

2) Un ampèremètre idéal est connecté entre A et B à la place du voltmètre.

Sachant qu'un ampèremètre idéal a une résistance nulle, déterminez le courant en fonction de l'un ou de l'ensemble des R et I_s et **expliquez votre raisonnement**. (8)

3) Il est possible de remplacer le circuit ci-dessus par un nouveau circuit comme suit :

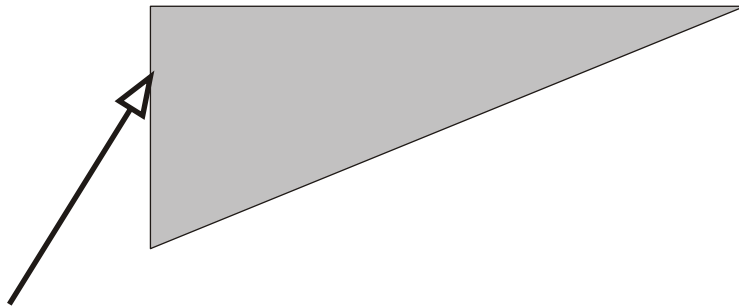


Du point de vue de toute résistance passive connectée entre A et B, les circuits sont identiques. Il n'est pas nécessaire de prouver cette affirmation (théorème de Norton).

- Expliquez ce que l'on entend par résistance passive. (1)
- Trouvez I_t et R_t en fonction de l'un ou de l'ensemble des R et I_s et **expliquez votre raisonnement**. (5)

Question 3 : Trajet de la lumière à travers un prisme (20 points)

Un prisme entouré d'air est formé d'un corps transparent triangulaire ($n = 1,3$), voir figure. Supposons que l'angle au sommet soit 90° et que le rayon incident forme un angle de $\alpha = 60^\circ$ par rapport à la normale de la surface.



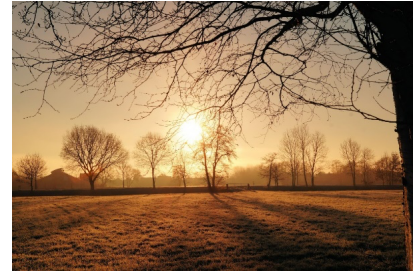
La relation entre les angles incident et réfracté s'écrit (loi de Snell) :

$$\sin \alpha_1 = n \sin \alpha_2$$

- 1) Tracer qualitativement le trajet de la lumière dans le prisme. (2)
- 2) Quel est l'angle par rapport à la normale de la surface après que le rayon a été réfracté ? (3)
- 3) Quelle est la distance parcourue par le rayon dans le prisme lorsque le rayon incident frappe le prisme à une distance de 5 mm de son sommet à angle droit ? (4)
- 4) En combien de temps la lumière traverse-t-elle le prisme ? (2)
- 5) Quand la lumière atteint l'autre surface, quel angle forme-t-elle avec la normale de cette surface ? (2)
- 6) Quel est l'angle de sortie (dans l'air) de la lumière par rapport à la normale de la seconde surface ? (3)
- 7) Quel est l'angle incident minimal α_{\min} pour lequel la lumière peut sortir du prisme à travers la seconde surface (pour un angle plus petit, elle serait complètement réfléchi) ? (4)

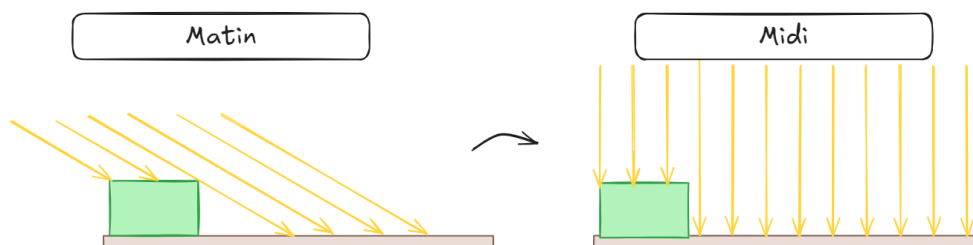
Question 4 : Calorimétrie (20 points)

Lors d'un jour très froid en hiver, une couche de glace s'est formée sur l'herbe. Lorsque le soleil se lève, des surfaces exposées au soleil commencent à fondre alors que les surfaces à l'ombre restent gelées. Ceci crée une délimitation entre les deux régions. Or, la région ensoleillée comprend une région gelée.



- 1) Expliquez brièvement cette observation. (2)
- 2) On suppose que la température initiale de la glace est de -5 °C . Calculez l'énergie qu'il faut fournir à 1 kg de glace pour la fondre complètement. (3)
($c_{\text{glace}} = 2,06\text{ kJ}/(\text{kg K})$; $c_{\text{eau}} = 4,18\text{ kJ}/(\text{kg K})$; $L_f = 334\text{ kJ}/\text{kg}$)
- 3) À midi, on suppose que le Soleil fournit une puissance lumineuse de $500\text{ W}/\text{m}^2$ et que la glace sur 1 m^2 d'herbe fond en 1 minute. Déterminez la masse de la glace présente. (3)
- 4) Sachant que l'épaisseur de cette couche de glace est de $0,05\text{ mm}$, calculez la surface effective de l'herbe. (1)

On étudie maintenant comment l'ombre et la partie couverte de glace évoluent au cours de la matinée. On utilise un modèle simplifié où le soleil passe exactement au zénith de l'endroit considéré à midi. Une forêt, approximée par un bloc rectangle opaque de hauteur $h = 20\text{ m}$, projette l'ombre sur champ plat horizontal. Le point M marque la délimitation de l'ombre et la partie illuminée.



- 5) Exprimez la vitesse du point M en fonction de $h, t, \omega = \omega_{\text{Soleil}}$ où $t = 0$ correspond au lever du soleil (à 6h00). (6)
- 6) En utilisant les données de l'exercice ci-dessus, estimez la largeur de la bande ensoleillée mais gelée à 9h00. Tenez compte du fait que la puissance rayonnante change avec l'angle d'incidence. (5)