



# Olympiades académiques 2021

## **Épreuve de présélection**

### QCM de Physique

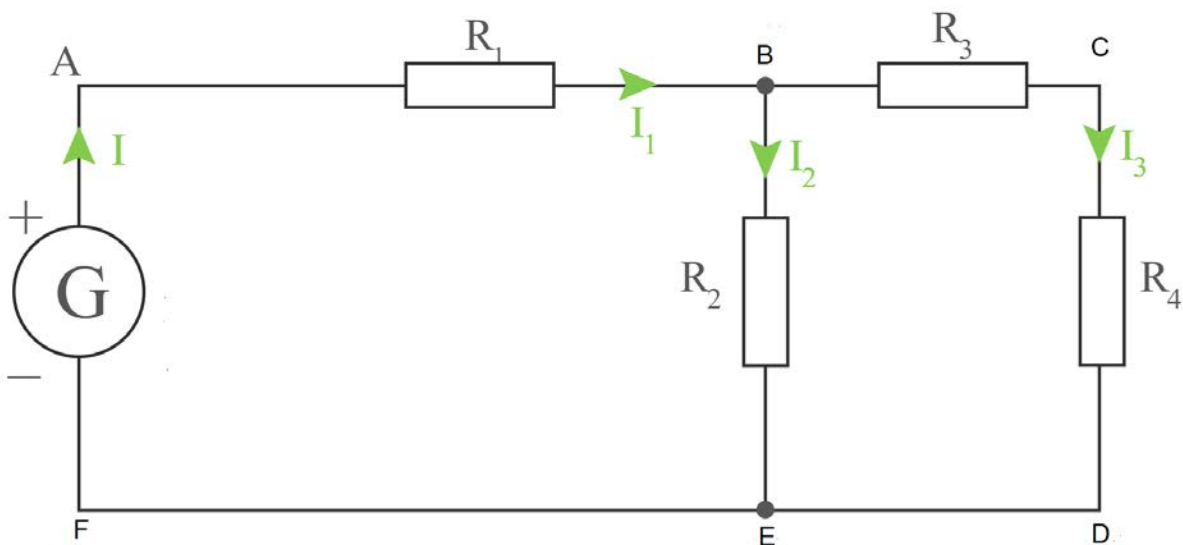
*Durée de l'épreuve : 1h*

#### NOTES IMPORTANTES

- Les candidats sont totalement responsables de la gestion du temps, de l'organisation de leur travail.
- Une fois une réponse validée, ils ne pourront plus revenir sur la question précédente.
- Pour les questions à choix multiples, plusieurs réponses peuvent être possibles et seule la totalité des réponses justes cochées sera comptabilisée.
- Aucun document n'est autorisé.
- Seule la calculatrice de l'ordinateur est autorisée.

### Exercice 1 : Etude d'un circuit électrique

On considère le circuit suivant :



Données :

$$U_{AF}=9V$$

$$I=0,54 \text{ A}$$

$$I_3= 180 \text{ mA}$$

$$U_{AB}= 5.4V$$

$$R_1=10\Omega$$

$$R_3= R_4$$

Question 1 : la tension  $U_{BE}$  a pour valeur :

- A- 4.5V
- B- 9V
- C- 3.6V
- D- 1.8V

Question 2 : l'intensité du courant  $I_2$  a pour valeur :

- A- 0.720A
- B- 360mA
- C- 0.522 A
- D- 126mA

Question 3 : La résistance  $R_3$  a pour valeur :

- A- 10k $\Omega$
- B- 20k $\Omega$
- C- 10 $\Omega$
- D- 20 $\Omega$
- E- 0.5 $\Omega$
- F- 5 $\Omega$

## **Exercice 2 : Saut en parachute**

Lors d'un saut en parachute, Amélie subit 3 étapes distinctes

Etape 1 : « Pendant 10 secondes du saut, le parachute est fermé : elle tombe donc en chute libre (soumise uniquement à son poids). Sa vitesse verticale, qui était nulle au début du saut augmente rapidement et atteint  $160 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  au bout de ces 10 secondes. »

Etape 2 : « Puis le parachute s'ouvre, elle se sent alors freiné. »

Etape 3 : « Elle descend ensuite lentement, à une vitesse constante d'environ  $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  jusqu'à ce qu'elle atteigne le sol. »

### **Données :**

On assimile toutes les forces dues à l'air aux forces de frottements

Intensité de pesanteur  $g=10 \text{ N/kg}$

### **Expression des forces de frottements :**

Les frottements de l'air peuvent être modélisés par une force  $f$  de valeur :  $f = 1/2 C_x \rho S v^2$

où  $C_x$  est le coefficient de traînée :  $C_x = 1.4$  ;

$\rho$  la masse volumique de l'air :  $\rho = 1,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  ;

$S$  la surface du parachute :  $S = 25,0 \text{ m}^2$  .

$v$  la vitesse en  $\text{m/s}$

- 1- Lors de l'étape 1, on peut qualifier le mouvement de :
  - a- Rectiligne
  - b- Curviligne
  - c- Ralenti
  - d- Accélééré
  - e- uniforme
- 2- Lors de l'étape 3, on peut qualifier le mouvement de :
  - a- Rectiligne
  - b- Curviligne
  - c- Ralenti
  - d- Accélééré
  - e- uniforme
- 3- Sachant que lors de l'étape 2, le système (amélie + parachute) est soumis au poids et au frottement de l'air, on peut dire de ses forces que :
  - A- La valeur du poids est supérieure à celle des forces de frottements
  - B- La valeur du poids est inférieure à celle des forces de frottements
  - C- La valeur du poids est égale à celle des forces de frottements
- 4- La valeur des forces de frottements lors de l'étape 3 est de :
  - a- 8400 N
  - b- 117N
  - c- 648 N
  - d- 420N

- 5- La masse du système (Amélie + parachute) est de :
- a- 8400 N
  - b- 11.7 kg
  - c- 64.8 kg
  - d- 648 N
  - e- 420 N
  - f- 84 kg

### Exercice 3 : Détermination de la vergence d'une lentille

Lors d'une séance de travaux pratiques, chaque groupe d'élèves a dû déterminer la distance focale  $f'$  d'une même lentille convergente. Les résultats des différents groupes sont consignés dans le tableau suivant.

groupe	1	2	3	4	5	6	7
$f'$ (cm)	20.3	20.2	19.8	19.7	20.4	19.8	19.9

#### **Vergence d'une lentille :**

La vergence est définie comme l'inverse de la distance focale exprimée en mètres. Son unité est le dioptre  $\delta$ .

#### **Incertitude**

Lorsqu'un même opérateur répète plusieurs fois, dans les mêmes conditions, le mesurage d'une même grandeur, les valeurs mesurées peuvent être différentes. L'incertitude est alors évaluée de la façon suivante :

$$U = \frac{2\sigma}{\sqrt{n}}$$

avec :

$n$  : le nombre de mesures

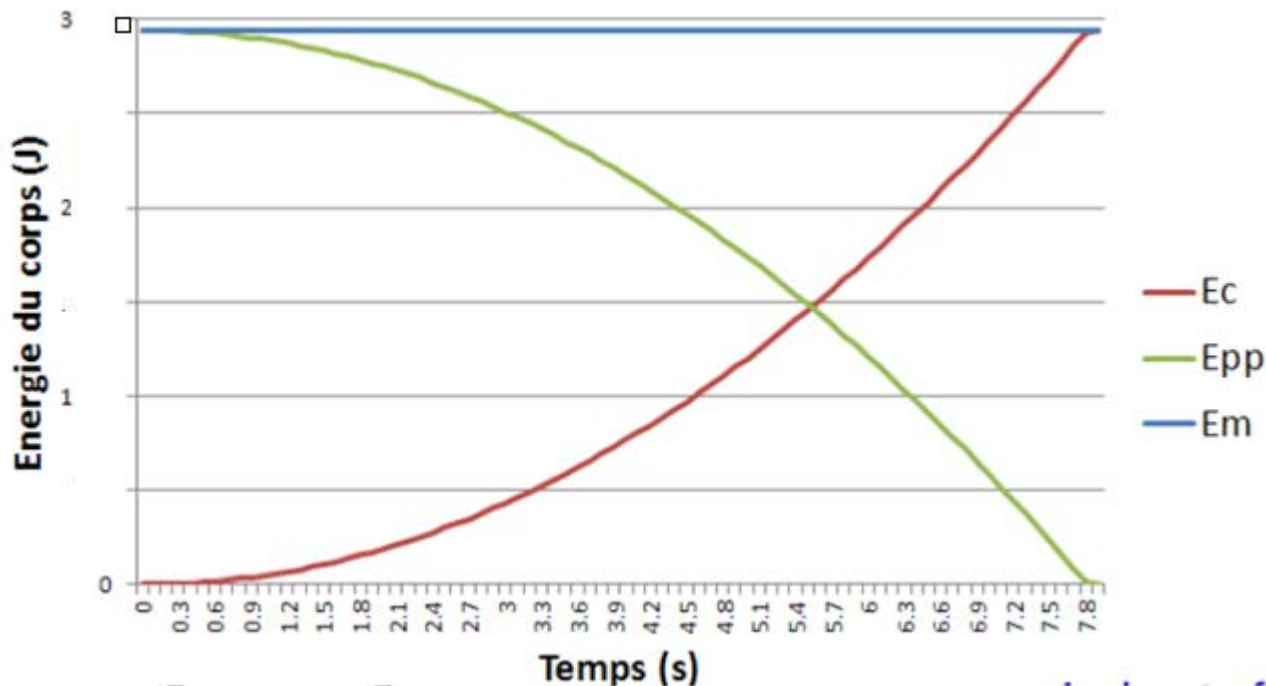
$\sigma$  : l'écart type de la série de mesures  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n}}$

$\bar{x}$  : la moyenne de la série de mesures

- 1- Quelle est la valeur moyenne de cette distance focale ?
- 2- Déterminer la valeur de l'incertitude  $U$  de cette série de mesure
- 3- Les valeurs de la vergence de cette lentille comprises dans l'intervalle de mesure sont :
  - a-  $4.9\delta$
  - b-  $5.0\delta$
  - c-  $4.5\delta$
  - d-  $0.50\delta$
  - e-  $0.45\delta$
  - f-  $0.49\delta$

#### Exercice 4 : Une pomme sur l'arbre

Une pomme de masse  $m = 100 \text{ g}$ , accrochée dans un pommier, se trouve à  $z = 3,0 \text{ m}$  au-dessus du sol. Le sol est choisi comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur. On considère que cette pomme n'est soumise qu'à son poids.



Données :

Intensité de pesanteur  $g=10 \text{ N/Kg}$

Expressions possibles pour calculer une énergie

$E = \frac{1}{2} m v^2$	$E = mgz$	$E = mgz + \frac{1}{2} m v^2$
-------------------------	-----------	-------------------------------

Avec  $m$  : masse du système en kg

$v$  : vitesse du système en m/s

$z$  : altitude en mètre

- 1- Quelle est l'expression permettant de calculer l'énergie cinétique  $E_c$  ?
  - a-  $E = \frac{1}{2} m v^2$
  - b-  $E = mgz$
  - c-  $E = mgz + \frac{1}{2} m v^2$
- 2- Quelle est l'expression permettant de calculer l'énergie potentielle de pesanteur  $E_{pp}$  ?
  - a-  $E = \frac{1}{2} m v^2$
  - b-  $E = mgz$
  - c-  $E = mgz + \frac{1}{2} m v^2$
- 3- Déterminer la vitesse d'impact de la pomme au sol.
- 4- Dans la réalité, la pomme atterrit avec une vitesse plus faible, proposez une explication ( 1 mot )

### Exercice 5 : De la Terre à la Lune

Lors de la mission Apollo XI, de petits miroirs ont été disposés sur la face visible de la Lune. Afin de déterminer la distance Terre-Lune, on envoie une lumière laser vers la Lune. Cette lumière se réfléchit sur les miroirs puis revient sur Terre. La durée mise par la lumière pour effectuer cet aller-retour est mesurée avec précision.



**Donnée** : vitesse de la lumière dans le vide ou dans l'air :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

1- La durée entre l'émission et la réception sur Terre de la lumière laser est de 2,54s. Quelle est la distance en km entre la Terre et la Lune au moment de la mesure ?

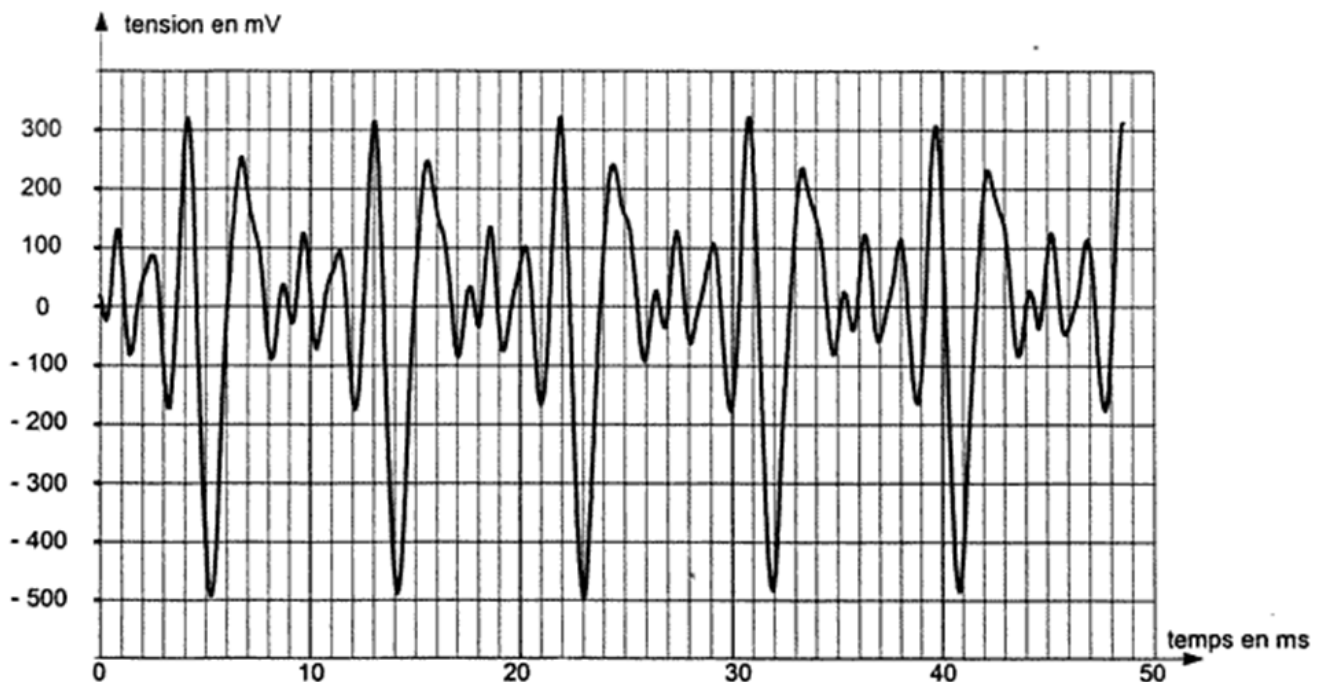
2 - Cette durée est mesurée avec une précision de  $10^{-12}$ s. Quelle est la précision de la mesure de la distance entre la Terre et la Lune avec ce dispositif ?

### Exercice 6 : Son produit par une guitare

La guitare électrique est composée de six cordes métalliques. L'accord traditionnel à vide est, de la note la plus grave à la plus aiguë :  $mi_1 la_1 ré_2 sol_2 si_2 mi_3$ , le chiffre en indice indiquant le numéro de l'octave. Une corde est dite « à vide » lorsqu'elle vibre sur toute sa longueur. Les fréquences des notes produites à vide par les cordes pincées de la guitare sont données dans le tableau suivant :

n° de corde	1	2	3	4	5	6
note	$mi_1$	$la_1$	$ré_2$	$sol_2$	$si_2$	$mi_3$
fréquence (Hz)	82,4	110,0	146,8	196,0	246,9	329,6

La figure suivante représente le signal correspondant au son produit par l'une des 6 cordes « à vide » de cette guitare.



### Données

Si on considère une corde vibrante maintenue entre deux extrémités, la fréquence  $f$  du son émis dépend de la longueur  $L$  (en m) de la corde, de la masse par unité de longueur  $\mu$  (en kg/m) de la corde et de la tension  $T$  (en N) de la corde.

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

1- Quelle est la valeur de la période de ce signal ?

- a- 50ms
- b- 9ms
- c- 300mV
- d- -500mV
- e- 4ms

2- Quelle est la note de musique jouée par cette guitare ?

- a- mi1
- b- la1
- c- ré2
- d- sol2
- e- si2
- f- mi3

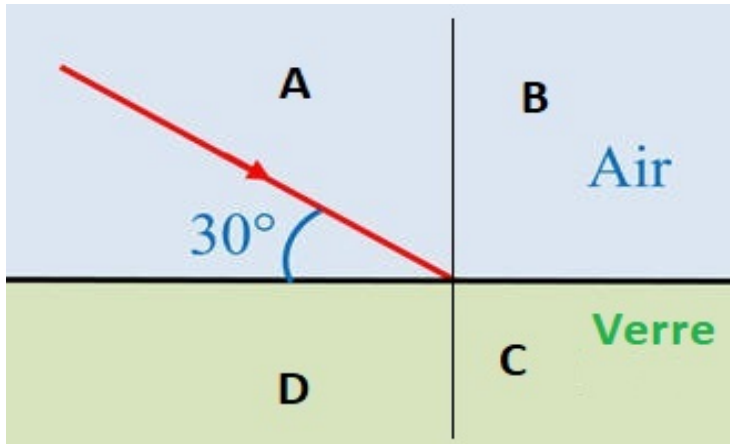
3- Que se passe-t-il si on faisait vibrer une corde de guitare sur une longueur  $L$  deux fois plus petite ? (la tension  $T$  et la masse par unité de longueur  $\mu$  restent inchangées)

- a- Le son émis serait plus grave
- b- Le son émis serait plus aigu
- c- La fréquence du son serait deux fois plus grande
- d- La fréquence du son serait quatre fois plus grande
- e- La fréquence du son serait deux fois plus petite
- f- La fréquence du son serait quatre fois plus petite



**Exercice 7 : Propagation de la lumière**

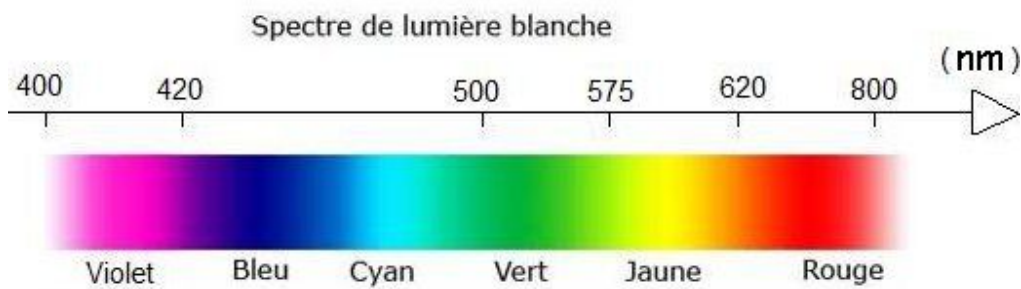
On éclaire la surface d'un bloc de verre avec une lumière laser :



Données :

Indice de réfraction de l'air :  $n_{\text{air}} = 1,000$

Indice de réfraction du verre pour la lumière laser utilisée :  $n_{\text{verre}} = 1,480$



L'indice de réfraction  $n$  du verre dépend de la longueur d'onde  $\lambda$  (en m) de la lumière utilisée selon la loi de Cauchy :

$$n = 1,470 + \frac{5,10 \times 10^{-15}}{\lambda^2}$$

- 1- Quelle est la valeur de l'angle d'incidence ?
  - a- 90°
  - b- 30°
  - c- 60°
  - d- 45°
  - e- 180°
  
- 2- Dans quelle zone se trouve le rayon réfléchi ?
  - a- Zone A
  - b- zone B
  - c- zone c
  - d- zone D

3- Dans quelle zone se trouve le rayon réfracté ?

- a- Zone A
- b- zone B
- c- zone C
- d- zone D

4- Quelle est environ la valeur de l'angle de réfraction ?

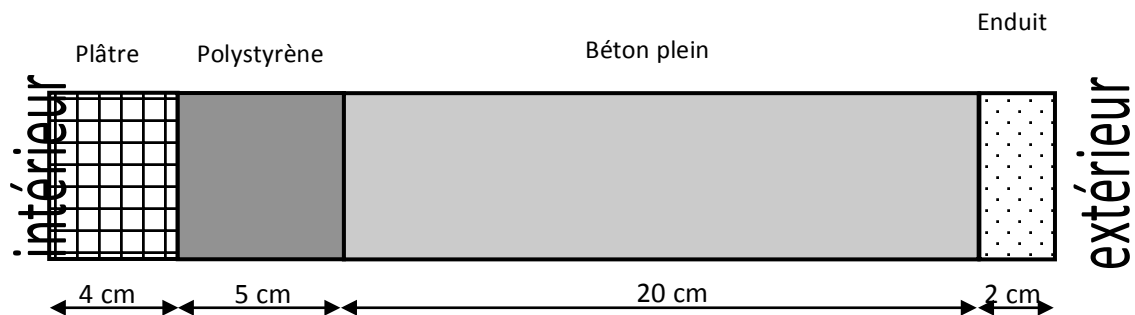
- a-  $30^\circ$
- b-  $45^\circ$
- c-  $20^\circ$
- d-  $36^\circ$
- e-  $60^\circ$

5- Donner la couleur de la lumière laser utilisée dans cette expérience.

- a- Violet
- b- bleu
- c- cyan
- d- vert
- e- jaune
- f- rouge
- g- blanc

### Exercice 8 : résistance thermique

Le schéma ci-dessous représente la coupe d'un des murs du bâtiment précédent.



- 1- Calculer la résistance thermique totale  $R_T$  du mur en  $m^2 \text{ °C/W}$ .
- 2- En déduire le coefficient de transmission thermique  $U$  en  $W/m^2 \text{ °C}$ .  
Arrondir le résultat au dixième.
- 3- On estime que l'isolation est correcte si  $U$  est inférieur à  $0,6 W/m^2 \text{ °C}$ .  
Cette paroi respecte-t-elle cette condition ?
  - a- Oui
  - b- Non

**Données** : La résistance totale est égale à la somme de toutes les résistances.

$$R = \frac{e}{\lambda} \text{ en } m^2 \text{ °C/W} \quad U = \frac{1}{R} \text{ en } W/m^2 \text{ °C}$$

Matériaux	Conductivité thermique $\lambda$ en $w/m \text{ °C}$	Résistance thermique $R$ en $m^2 \text{ °C/W}$
Plâtre	0,35	0,114
Polystyrène	0,037	1,351
Béton plein	1.75	
Mortier pour enduit	1,15	0,017