






## PHYSIQUE

### SUJET « A »

Qui peut utiliser ce sujet de PHYSIQUE ?

- Profil Violet **OUI** 
- Profil Jaune **OUI** 
- Profil Vert **NON** 

## CONCOURS AVENIR – Samedi 04 mai 2024 – Epreuve de Sciences

Données : Intensité de la pesanteur sur Terre  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$   
 Masses volumiques :  $\rho_{\text{acier}} \approx 8 \text{ kg.L}^{-1}$   $\rho_{\text{air}} \approx 1,3.10^{-3} \text{ kg.L}^{-1}$   
 Capacité calorifique massique de l'eau liquide :  $c_{\text{eau}} = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$   
 Conductivité thermique de quelques matériaux :

Matériau	Air	Polystyrène	Béton	Laine de bois	Bois
Conductivité thermique $\lambda$ ( $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ )	0,025	0,035	1,8	0,040	0,15

Résistance thermique d'une paroi de surface  $S$ , d'épaisseur  $e$  constituée d'un matériau de conductivité  $\lambda$  :  $R_{th} = \frac{e}{\lambda.S}$

Flux thermique cédé par une paroi de surface  $S$  et de température  $T$  vers un fluide extérieur de température (loin de la paroi)  $T_f$  :  $\Phi = h.S(T - T_f)$  où  $h$  est une constante appelée coefficient de Newton et  $S$  la surface d'échange.

Demi-vie (ou période radioactive) du strontium 90 :  $t_{\frac{1}{2}}(^{90}_{38}\text{Sr}) \approx 29 \text{ jours}$

Le sol Terrestre est choisi comme origine des énergies potentielles et des altitudes.  
 La célérité de la lumière dans le vide est une constante supposée connue par le candidat.  
 La célérité du son dans l'air est une constante supposée connue par le candidat.

$1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$   
 La constante de Planck vaut  $6,63.10^{-34} \text{ J.s}$

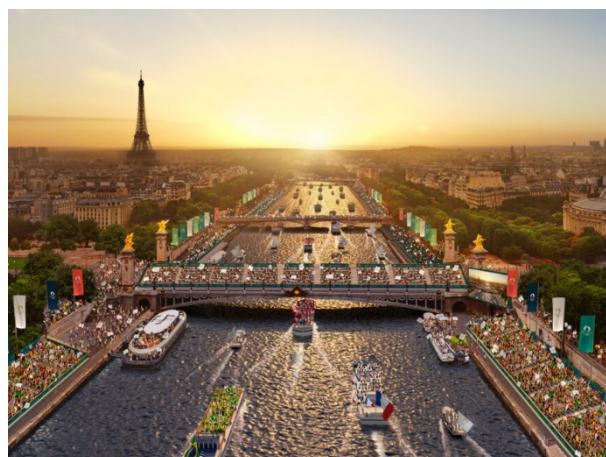
$\ln(a^b) = b.\ln(a)$   $\ln(a.b) = \ln(a) + \ln(b)$   
 $\sqrt{6} \approx 2,4$   $\sqrt{7} \approx 3,3$   
 $\text{Log}(2) \approx 0,3$   $\ln(2) \approx 0,7$   $\text{Log}(5) \approx 0,7$   $\ln(5) \approx 1,6$   $\text{Log}(3) \approx 0,5$   $\ln(3) \approx 1,1$   
 $\sin 40^\circ \approx \frac{2}{3}$   $\sin 50^\circ \approx \frac{3}{4}$   $\cos 40^\circ \approx \frac{3}{4}$   $\cos 50^\circ \approx \frac{2}{3}$   
 $\pi \approx 3,14$   
 $\frac{81}{256} = 0,32$  et  $\frac{27}{8} = 3,4$

### JEUX OLYMPIQUES DE PARIS 2024

Les jeux olympiques de Paris sont l'évènement mondial majeur de cette année 2024.

L'ingénierie des infrastructures de ces jeux respectant les normes environnementales, les analyses extrêmement fines des paramètres des performances des athlètes mais aussi de celles de leur matériel sont autant de domaines mettant en évidence la prépondérance de la physique dans le monde moderne.

Ce sujet s'intéressera à l'étude de certains de ces phénomènes physiques utilisés (ou subits !) lors de ces jeux olympiques.



**NORMES ECOLOGIQUES ET BASSES EMISSIONS DES CONSTRUCTIONS**

Pour les jeux olympiques, la France a construit de nombreux bâtiments, comme ceux du village olympique. Ces bâtiments seront entre autres réutilisés par la suite pour loger des étudiants.

Les constructeurs ont donc eu pour objectif de les rendre économes en énergie, et de chercher des énergies alternatives pour chauffer ou climatiser ces bâtiments.

Dans l'objectif de rendre les bâtiments économes en énergie, les constructeurs ont massivement recours au bois pour les structures.

On compare la résistance thermique d'un pilier parallélépipédique en bois et d'un pilier en béton de même épaisseur  $e = 18 \text{ cm}$  et dont la surface d'échange est  $S = 2,5 \text{ m}^2$ .

On considère que le flux thermique à travers le pilier est égal au flux thermique à la surface du pilier en contact avec l'air.

**1) La résistance thermique du pilier en béton vaut :**

- A)  $40 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$
- B)  $25 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$
- C)  $25 \text{ mK} \cdot \text{W}^{-1}$
- D)  $40 \text{ mK} \cdot \text{W}^{-1}$

**2) Un jour d'hiver où la température de la paroi extérieure du pilier en béton est à  $-1^\circ\text{C}$  et celle de la paroi intérieure à  $19^\circ\text{C}$ , le flux thermique  $\Phi$  au travers du pilier en béton est alors :**

- A)  $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ W}$
- B)  $5,0 \cdot 10^{-3} \text{ W}$
- C)  $500 \text{ W}$
- D)  $5 \text{ W}$

**3) Le coefficient d'échange (appelé également coefficient de Newton)  $h$  avec l'air extérieur à  $-6^\circ\text{C}$  (température loin de la paroi) dans ce cas vaut :**

- A)  $40 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
- B)  $2,5 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
- C)  $2,5 \text{ mW} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}$
- D)  $40 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}$

**4) Si le pilier avait été en bois, à épaisseur et surface d'échanges égales, la perte thermique aurait été environ :**

- A) 10% plus faible
- B) 60% plus faible
- C) 75% plus faible
- D) 90% plus faible

Afin de limiter l'impact environnemental de ces bâtiments, les constructeurs se sont tournés vers les sources d'énergie décarbonées. Ils se sont donc logiquement tournés vers l'énergie électrique, qui pose cependant le problème des déchets radioactifs car cette énergie vient majoritairement du nucléaire en France.

Afin de limiter la consommation d'énergie électrique, les constructeurs ont également décidé d'utiliser la géothermie et le photovoltaïque comme sources d'énergies alternatives.

**5) Un des déchets radioactifs principaux de la fission de l'uranium est le strontium 90 dont la demi-vie est de 29 jours. Pour un échantillon contenant initialement  $N_0 = 10^{30}$  noyaux de strontium, au bout de 87 jours il restera :**

- A)  $10^{10}$  noyaux
- B)  $2,5 \cdot 10^{10}$  noyaux
- C)  $2,5 \cdot 10^{29}$  noyaux
- D)  $1,25 \cdot 10^{29}$  noyaux

- 6) La disparition progressive des noyaux radioactifs est appelée décroissance radioactive. La loi de décroissance radioactive décrivant l'évolution du nombre de noyaux au cours du temps en fonction de la constante radioactive  $\lambda$  est :
- A)  $N = N_0 e^{-\lambda.t}$
  - B)  $N = \frac{N_0}{2} e^{\lambda.t}$
  - C)  $N = \frac{N_0}{2} e^{-\lambda.t}$
  - D)  $N = N_0 e^{-\frac{t}{\lambda}}$
- 7) Pour que l'échantillon soit inoffensif, on considère que le pourcentage de noyaux désintégrés doit être de 99%. Pour l'échantillon de strontium cela correspond à :
- A) 308 jours
  - B) 274 jours
  - C) 193 jours
  - D) 128 jours

Le chauffage des bâtiments grâce à la géothermie sera permis par le transfert de chaleur de la terre vers un fluide caloporteur. Ce transfert permettra l'élévation de température du fluide caloporteur.

- 8) On considère l'élévation de température, sans changement d'état, d'une masse  $m = 100\text{kg}$  de fluide caloporteur incompressible de capacité thermique massique  $c = 4\text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  de la température  $T_1 = 10^\circ\text{C}$  à la température  $T_2 = 20^\circ\text{C}$ . Son énergie interne a augmenté de :
- A) 4 MJ
  - B) 2,5 kJ
  - C) 4 kJ
  - D) 2,5 mJ
- 9) Le fluide caloporteur va ensuite parcourir des tuyaux et des radiateurs qui réchaufferont l'air en contact avec eux, permettant ensuite le chauffage des bâtiments grâce à des courants de :
- A) Conduction
  - B) Foucault
  - C) Bernoulli
  - D) Convection

Des panneaux photovoltaïques seront également utilisés pour permettre de couvrir une partie des besoins électriques des bâtiments.

Les cellules photovoltaïques utilisent l'effet photoélectrique pour lequel une onde peut arracher un électron à la matière à condition que son énergie soit suffisante.

Lorsque la cellule est en silicium, l'énergie minimale du photon pour pouvoir arracher un électron, appelée travail d'extraction, vaut 4,8 eV.

- 10) La fréquence minimale de l'onde pour arracher des électrons à une cellule en silicium vaut environ :
- A)  $5,1 \cdot 10^{-52}\text{ Hz}$
  - B)  $1,2 \cdot 10^{15}\text{ Hz}$
  - C)  $4,5 \cdot 10^{52}\text{ Hz}$
  - D)  $8,6 \cdot 10^{-16}\text{ Hz}$
- 11) La longueur d'onde du photon doit donc être :
- A) Supérieure à 250 nm
  - B) Inférieure à 250 nm
  - C) Inférieure à 360 nm
  - D) Inférieure à 2,5  $\mu\text{m}$

12) Pour un rayonnement ultraviolet de longueur d'onde  $\lambda = 0,1 \mu m$  l'énergie cinétique des électrons arrachés au silicium vaut :

- A)  $1,2 eV$
- B)  $2,0 \cdot 10^{-15} J$
- C)  $2,0 \cdot 10^{-18} J$
- D)  $7,6 eV$

Les cellules placées sur les toits des bâtiments du village olympique recevront un éclairage d'environ  $1000 W/m^2$ . Les panneaux au silicium utilisés, de surface  $S = 1,5 m^2$  chacun, posséderont un rendement de 20%. On considère l'éclairage constant tout au long de la journée.

13) Pour 10h d'ensoleillement moyen par jour, on pourra donc espérer obtenir une énergie électrique par panneau de :

- A)  $3 kW.h$
- B)  $3000 J$
- C)  $7,5 kW.h$
- D)  $7500 J$

### FRAUDE A L'ASSISTANCE ELECTRIQUE LORS DES EPREUVES CYCLISTES

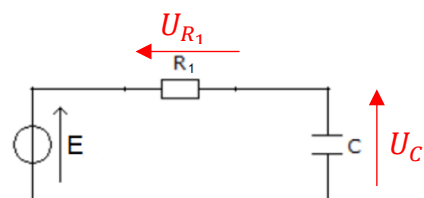
Le programme des jeux olympiques comporte de nombreuses épreuves cyclistes : course sur route, VTT, BMX...

Lors de ces épreuves, le règlement olympique est très strict et interdit toute assistance.

Les commissions de courses devront donc s'assurer que les vélos ne sont pas équipés de moteurs électriques permettant une augmentation de puissance pour les coureurs.

Une des solutions possibles pour alimenter ces moteurs est d'utiliser des supercondensateurs, qui peuvent récupérer de l'énergie lors des descentes et la restituer lors des montées ou des sprints.

On étudie tout d'abord la phase de récupération d'énergie : le circuit électrique peut alors être assimilé à un circuit en série comportant un générateur de courant continu de tension  $E = 24V$ , un condensateur de capacité  $C = 10000 \mu F$  et une résistance  $R_1 = 1,5 k\Omega$ .



14) La constante de temps  $\tau$  de ce circuit vaut :

- A)  $150 s$
- B)  $6,7 s$
- C)  $15 s$
- D)  $67 s$

15) La loi des mailles appliquée à ce circuit est :

- A)  $U_{R_1} + U_C + E = 0$
- B)  $U_{R_1} - U_C + E = 0$
- C)  $U_{R_1} - U_C - E = 0$
- D) Aucune de ces réponses n'est correcte

16) Sachant que le condensateur était initialement déchargé, l'intensité du courant  $i(t)$  vérifie alors l'équation :

- A)  $i(t) = \frac{E}{R_1} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$
- B)  $i(t) = E(1 - e^{\tau \cdot t})$
- C)  $i(t) = E \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$
- D)  $i(t) = \frac{E}{R_1} \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$

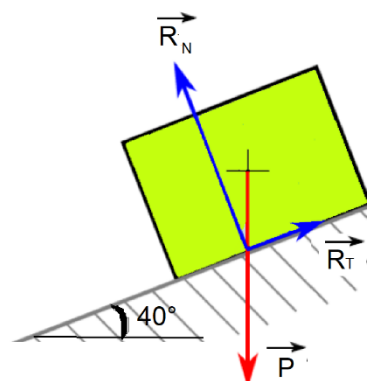
17) Lors d'une descente, le condensateur initialement déchargé se charge pendant 105 s. L'intensité moyenne du courant de charge sur cette durée vaut environ :

- A) 34 mA
- B) 20 mA
- C) 16 mA
- D) 2,3 mA

18) Au bout de cette durée de 105 s, le condensateur :

- A) A atteint les  $\frac{3}{4}$  de sa charge
- B) A atteint 80% de sa charge
- C) A atteint 90% de sa charge
- D) Est totalement chargé

Après une longue descente ayant permis de recharger totalement le condensateur, l'ensemble {coureur + vélo} de masse  $m_{CV} = 100 \text{ kg}$  se présente alors face à une montée. Il effectue la montée d'une pente rectiligne inclinée à  $40^\circ$  par rapport à l'horizontale. La montée est effectuée à vitesse constante  $v = 18 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Lors de cette montée on considèrera que le coureur est uniquement soumis à 3 forces : son poids  $\vec{P}$ , la réaction normale de la route  $\vec{R}_N$  et la réaction tangentielle de la route  $\vec{R}_T$  (celle qui permet au coureur d'avancer) ; ces trois vecteurs sont représentés ci-contre sans aucun souci d'échelle.



On étudie le mouvement du coureur dans un repère (xOz) dont l'axe (Ox) est parallèle à la route, dirigé vers la droite, et l'axe (Oz) orthogonal à la route et dirigé vers le haut.

19) Les coordonnées du poids dans le repère (xOz) sont :

- A)  $\begin{cases} P_x = 0 \\ P_z = -m \cdot g \end{cases}$
- B)  $\begin{cases} P_x = -\frac{2}{3} \cdot m \cdot g \\ P_z = -\frac{3}{4} \cdot m \cdot g \end{cases}$
- C)  $\begin{cases} P_x = -\frac{3}{4} \cdot m \cdot g \\ P_z = -\frac{2}{3} \cdot m \cdot g \end{cases}$
- D)  $\begin{cases} P_x = \frac{2}{3} \cdot m \cdot g \\ P_z = -\frac{3}{4} \cdot m \cdot g \end{cases}$

20) On peut alors affirmer que les coordonnées des deux autres forces sont telles que :

- A)  $R_{Nz} = \frac{3}{4} \cdot m \cdot g$  et  $R_{Tx} = \frac{3}{4} \cdot m \cdot g$
- B)  $R_{Nz} = \frac{3}{4} \cdot m \cdot g$  et  $R_{Tx} = -\frac{2}{3} \cdot m \cdot g$
- C)  $R_{Nz} = -\frac{3}{4} \cdot m \cdot g$  et  $R_{Tx} = \frac{3}{4} \cdot m \cdot g$
- D)  $R_{Nz} = \frac{3}{4} \cdot m \cdot g$  et  $R_{Tx} = \frac{2}{3} \cdot m \cdot g$

**21) Sachant que la longueur de la montée est de 3 km, le travail du poids lors de cette montée vaut environ :**

- A)  $-7,5 \text{ MJ}$
- B)  $7,5 \text{ MJ}$
- C)  $-2 \text{ MJ}$
- D)  $-7,5 \text{ kJ}$

**22) En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, on peut alors dire que la somme des travaux des forces  $\vec{R}_N$  et  $\vec{R}_T$  :**

- A) Est nulle
- B) Est égale au travail du poids
- C) Est égale à l'inverse du travail du poids
- D) Est égale à l'opposé du travail du poids

Le coureur arrive alors dans la dernière ligne droite et déclenche le système d'aide (on prendra cet instant pour origine des temps). Le condensateur est initialement chargé tel que  $U_C(0) = E$ . Dans cette configuration, le circuit électrique peut alors être assimilé à un circuit en série comportant uniquement le condensateur de capacité  $C = 10000 \mu\text{F}$  et le moteur, que l'on assimilera à une résistance  $R_2 = 500 \Omega$ .

**23) La tension aux bornes du condensateur est alors donnée par :**

- A)  $U_C(t) = E \cdot e^{-\frac{C}{R_2}t}$
- B)  $U_C(t) = E \cdot (1 - e^{R_2 \cdot C \cdot t})$
- C)  $U_C(t) = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R_2 \cdot C}}\right)$
- D)  $U_C(t) = E \cdot e^{-\frac{t}{R_2 \cdot C}}$

**24) Le moteur n'est en mesure de fonctionner que si la tension d'alimentation (donc la tension aux bornes du condensateur) est supérieure à 18 V. Le coureur va donc bénéficier de l'aide du moteur électrique pendant :**

- A) 1,5 s
- B) 15 s
- C) 0,15 mn
- D) 1,5 mn

### **EPREUVE DE SAUT EN HAUTEUR**

Le saut en hauteur est un sport olympique depuis 1896. Le principe est simple : sauter le plus haut possible au-dessus d'une barre placée horizontalement.

Le record du monde est détenu par le Cubain Javier Sotomayor avec le franchissement d'une barre à 2,45 m le 27 juillet 1993.

Lors de sa course d'élan rectiligne à vitesse constante  $v_{\text{élan}} = 6,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , il pousse un cri pour s'encourager. Ce cri est assimilable à une onde sonore (vitesse du son dans l'air  $c = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) de fréquence  $f_E = 440 \text{ Hz}$

**25) Les spectateurs percevront alors le cri avec une fréquence :**

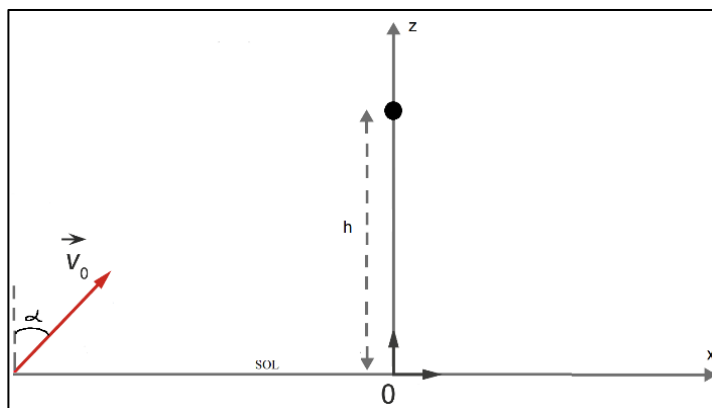
- A) 449 Hz
- B) 431 Hz
- C) 352 Hz
- D) 528 Hz

Après sa course d'élan, le sauteur passe à la phase de saut.

Dans l'étude du mouvement du saut dans le référentiel terrestre supposé galiléen, toute autre force que le poids du sauteur sera négligée. L'étude sera faite dans un repère (xOz) dont l'origine est prise au niveau du sol à la verticale de la barre, et dont les axes (Ox) et (Oz) sont respectivement dirigés vers la droite et vers le haut.

On considère un sauteur en hauteur, assimilé à son centre de gravité G, de masse  $m = 80 \text{ kg}$

animé d'une vitesse initiale  $\vec{V}_0$  de valeur  $8 \text{ m.s}^{-1}$  et faisant un angle  $\alpha = 40^\circ$  avec la verticale. A l'instant  $t = 0 \text{ s}$  le sauteur se trouve au niveau du sol, à une distance  $d = 3,0 \text{ m}$  de l'origine du repère. Il essaye alors de franchir la barre située à une altitude  $h = 2,20 \text{ m}$ .



**26) Les coordonnées de l'accélération du sauteur en hauteur sont :**

- A)  $\begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = g \end{cases}$
- B)  $\begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases}$
- C)  $\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$
- D)  $\begin{cases} a_x = -g \\ a_z = 0 \end{cases}$

**27) Les coordonnées de la vitesse du sauteur en hauteur sont alors :**

- A)  $\begin{cases} v_x = V_0 \cdot \cos\alpha \\ v_z = g \cdot t + V_0 \cdot \sin\alpha \end{cases}$
- B)  $\begin{cases} v_x = V_0 \cdot \cos\alpha \\ v_z = -g \cdot t + V_0 \cdot \sin\alpha \end{cases}$
- C)  $\begin{cases} v_x = V_0 \cdot \sin\alpha \\ v_z = g \cdot t + V_0 \cdot \cos\alpha \end{cases}$
- D)  $\begin{cases} v_x = V_0 \cdot \sin\alpha \\ v_z = -g \cdot t + V_0 \cdot \cos\alpha \end{cases}$

**28) Les coordonnées de la position du sauteur en hauteur sont alors :**

- A)  $\begin{cases} x = V_0 \cdot \sin\alpha \cdot t - d \\ z = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + V_0 \cdot \cos\alpha \cdot t \end{cases}$
- B)  $\begin{cases} x = V_0 \cdot \sin\alpha \cdot t - d \\ z = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + V_0 \cdot \cos\alpha \cdot t + h \end{cases}$
- C)  $\begin{cases} x = V_0 \cdot \cos\alpha \cdot t \\ z = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + V_0 \cdot \sin\alpha \cdot t + h \end{cases}$
- D)  $\begin{cases} x = V_0 \cdot \cos\alpha \cdot t \\ z = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + V_0 \cdot \sin\alpha \cdot t \end{cases}$



**29) Lors de ce saut le sauteur passe :**

- A) Au-dessus de la barre
- B) En dessous de la barre
- C) Exactement au niveau de la barre
- D) En dessous du niveau du sol

**EPREUVE DE LANCER DE MARTEAU**

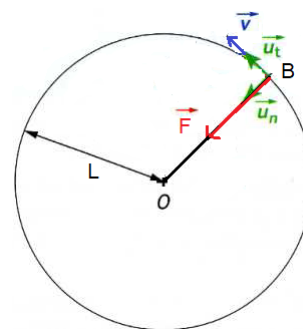
Le lancer de marteau est un sport apparu aux jeux olympiques de Paris en 1900. Le principe est simple : lancer le plus loin possible un boulet de masse  $m_1 = 7 \text{ kg}$  pour les hommes, et  $m_2 = 4 \text{ kg}$  pour les femmes. Le boulet est relié à une poignée par un filin, de masse négligeable par rapport à celle du boulet et de longueur  $L = 1,2 \text{ m}$  ce qui permet au lanceur de le faire tourner puis de le lancer. Le record de lancer de marteau masculin est de  $86,74 \text{ m}$  et féminin de  $82,98 \text{ m}$ .

La technique de lancer a subi de nombreuses évolutions, mais comporte toujours trois phases :

- La mise en rotation du boulet, pendant laquelle le mouvement du boulet est circulaire accéléré dans le référentiel terrestre
- Une phase de stabilisation pendant laquelle le mouvement est circulaire uniforme dans le référentiel terrestre
- La phase d'expulsion pendant laquelle le mouvement est curviligne accéléré dans le référentiel terrestre

Le référentiel terrestre est supposé galiléen.

Au cours de la phase de stabilisation, le poids du boulet ainsi que toute autre force est négligeable devant la force appliquée par le filin. On peut donc considérer que le boulet n'est soumis qu'à la seule force du filin  $\vec{F}$ , de valeur  $F = 14000 \text{ N}$ , représentée ci-contre et supposée constante lors de ce mouvement.



**30) On considère le lancer d'un boulet de masse  $m$  au cours duquel la vitesse du boulet lors de la phase de stabilisation a pour valeur constante  $v = 45 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Lors de cette phase, dans le repère de Frenet (B,  $\vec{u}_n$ ,  $\vec{u}_t$ ) représenté ci-dessus, l'accélération :**

- A) Est nulle
- B) A pour expression  $\vec{a} = \frac{v^2}{L} \vec{u}_n$
- C) A pour expression  $\vec{a} = \frac{F}{m} \vec{u}_t$
- D) A pour expression  $\vec{a} = \frac{v^2}{L} \vec{u}_n + \frac{F}{m} \vec{u}_t$

**31) L'expression de la période de rotation  $T$  du boulet lors de la phase de stabilisation est alors :**

- A)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m \cdot L}{F}}$
- B)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{F}{m \cdot L}}$
- C)  $T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m \cdot L}{F}}$
- D)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{F \cdot L}}$

**32) Les 3 tours effectués par le boulet de masse  $m_1 = 7 \text{ kg}$  lors de cette phase dureront environ :**

- A) 10 s
- B) 0,5 s
- C) 5 s
- D) 1 s

On étudie le lancer du boulet après la phase d'expulsion. À la fin de la phase d'expulsion, le boulet est éjecté à l'instant  $t = 0$  s d'une hauteur  $H = 1,8$  m et avec une vitesse initiale  $\vec{v}_i$  de valeur  $v_i = 27$  m.s<sup>-1</sup> et faisant un angle  $\beta = 45^\circ$  avec l'horizontale. On étudie le vol du boulet soumis à l'unique force exercée par la Terre dans le référentiel terrestre supposé galiléen et muni d'un repère orthonormé (xOz).

**33) L'équation de la trajectoire du boulet est :**

- A)  $z(t) = -\frac{g}{2 v_i^2 \cos^2 \beta} x^2 + H$
- B)  $z(t) = -\frac{g}{2 v_i^2 \cos^2 \beta} x^2 + \tan \beta . x + H$
- C)  $z(t) = -\frac{g}{2 v_i^2 \sin^2 \beta} x^2 + H$
- D)  $z(t) = \frac{g}{2 v_i^2 \cos^2 \beta} x^2 + \tan \beta . x + H$

**34) La portée du lancer, c'est-à-dire la distance pour laquelle le boulet atteint le sol, est donnée par :**

- A)  $x_P = \frac{v_i \sin \beta}{g} (v_i \sin \beta + \sqrt{(v_i \sin \beta)^2 + 2 \cdot g \cdot H})$
- B)  $x_P = \frac{v_i \tan \beta}{g} (v_i \sin \beta + \sqrt{(v_i \sin \beta)^2 + 2 \cdot g \cdot H})$
- C)  $x_P = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + v_i \tan \beta \cdot t + H$
- D)  $x_P = \frac{v_i \cos \beta}{g} (v_i \sin \beta + \sqrt{(v_i \sin \beta)^2 + 2 \cdot g \cdot H})$

**35) En réalité la portée sera différente de la portée théorique. Cette portée**

- A) **est plus grande** quand on ne prend en compte que le poids et la poussée d'Archimède, et est aussi **plus grande** quand on ne prend en compte que le poids et les forces de frottements
- B) **est plus faible** quand on ne prend en compte que le poids et la poussée d'Archimède, et est aussi **plus faible** quand on ne prend en compte que le poids et les forces de frottements
- C) **est plus grande** quand on ne prend en compte que le poids et la poussée d'Archimède, mais est **plus faible** quand on ne prend en compte que le poids et les forces de frottements
- D) **est plus faible** quand on ne prend en compte que le poids et la poussée d'Archimède, mais est **plus grande** quand on ne prend en compte que le poids et les forces de frottements

Le boulet en acier de volume  $V = 9 \cdot 10^{-4}$  m<sup>3</sup> se déplace dans l'air.

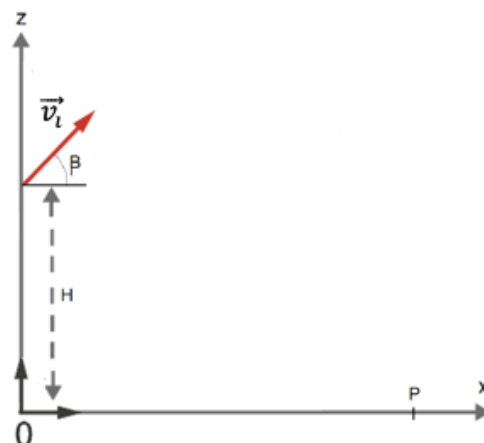
**36) La poussée d'Archimède exercée sur le boulet au cours du mouvement vaut environ :**

- A)  $1,2 \cdot 10^{-2}$  N
- B) 72 N
- C) 1,2 N
- D) 0,072 N

### **EPREUVES DE VOILE**

Les jeux olympiques de Paris comportent plus de 10 épreuves de voile. Lors de ces épreuves, les organisateurs doivent surveiller la houle afin d'assurer la sécurité des athlètes.

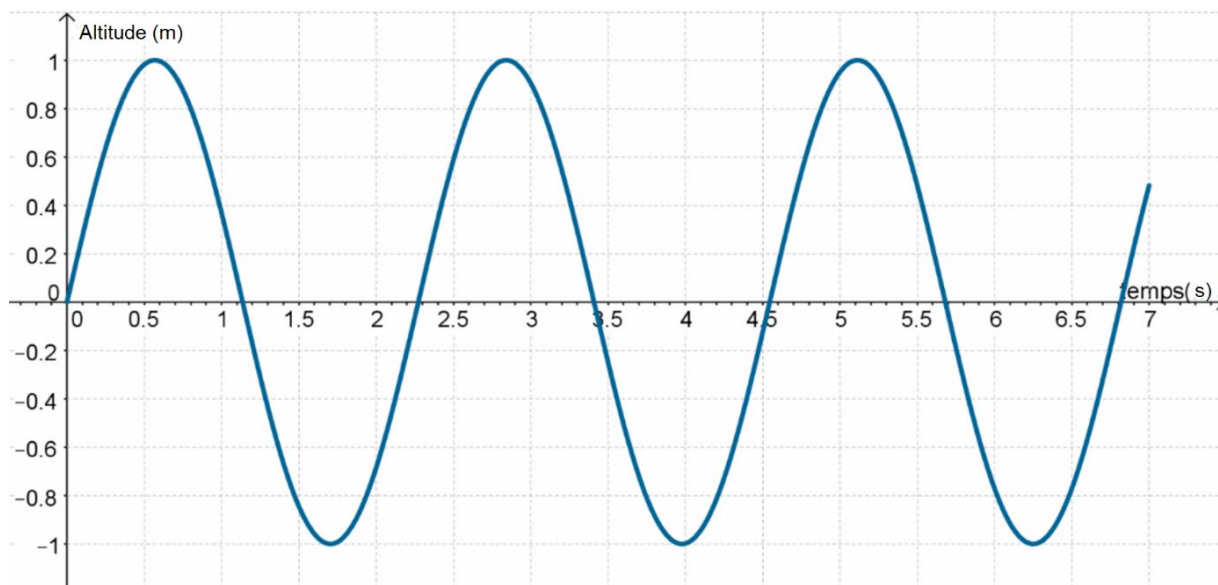
La houle est un phénomène provoqué par le vent, créant des vagues à la surface de l'eau. Ces vagues verticales se déplacent horizontalement à la surface.



37) La houle est donc une onde :

- A) Électromagnétique transversale
- B) Mécanique longitudinale
- C) Mécanique transversale
- D) Électromagnétique longitudinale

Une balise placée à la surface de l'eau enregistre la position d'un point au cours du temps :



38) La fréquence de la houle enregistrée vaut environ :

- A) 440 Hz
- B) 0,44 Hz
- C) 225 Hz
- D) 0,225 Hz

39) Cette houle se déplace horizontalement à la vitesse de  $36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , sa longueur d'onde vaut alors environ :

- A) 23 m
- B) 75 m
- C) 2,3 m
- D) 7,5 m

40) Si cette onde rencontre l'ouverture rectangulaire d'un port de largeur  $a = 46 \text{ m}$ , elle subira une diffraction avec un écart angulaire  $\theta$  qui vaudra environ :

- A)  $30^\circ$
- B) 0,05 rad
- C)  $5^\circ$
- D) 0,25 rad

• • • FIN • • •

Ce sujet est la propriété intellectuelle exclusive du Concours Avenir. Il ne doit en aucun cas être emporté par les candidats à la fin de l'épreuve. Il doit être rendu à l'équipe surveillante en même temps que sa grille réponse associée.