CLASSE : Terminale	**EXERCICE A :** au choix du candidat (5 points)
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT : physique-chimie**
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui sans mémoire, « type collège »

EXERCICE A au choix du candidat

L'épaisseur du matelas du saut à la perche (5 points)

A. Étude de la phase ascendante

A.1.

$E_{pp} = m \times g \times z$

$E_{pp(0)} = m \times g \times z_0$

Or $z_0 = 1\ m$

$E_{pp(0)} = 79{,}0 \times 9{,}81 \times 1$

$E_{pp(0)} = 7{,}7.10^2 J$

Initialement l'énergie de la courbe B est $7{,}7.10^2 J$. La courbe B représente l'énergie potentielle de pesanteur.

$E_{c(0)} = \frac{1}{2} m \times v_0^2$

Or $v_0 = 10{,}063\ m.s^{-1}$

$E_{c(0)} = \frac{1}{2} \times 79{,}0 \times 10{,}063^{\ 2}$

$E_{c(0)} = 4{,}0.10^3 J$

Initialement l'énergie de la courbe A est $4{,}0.10^3 J$. La courbe A représente l'énergie cinétique.

A.2.

Ligne 27 Ec[i]= 0,5*m*v[i]**2 # A compléter
Ligne 28 Epp[i]= m *g*z[i] # A compléter

A.3.

Vitesse initiale d'Armand Duplantis : $v_0 = 10{,}063\ m.s^{-1}$

A.4.

à t = 0,9 s , l'énergie potentielle élastique est maximale.
Or l'énergie potentielle élastique augmente avec la déformation de la perche.
Ainsi la déformation de la perche est maximale à t = 0,9 s : Situation 2.

A.5.

La valeur de l'altitude maximale z_A, est atteinte pour $E_{pp(A)}$ max.

Graphiquement : $E_{pp(A)} = 4750\ \mathrm{J}$

$$E_{pp(A)} = m \times g \times z_A$$

$$m \times g \times z_A = E_{pp(A)}$$

$$z_A = \frac{E_{pp(A)}}{m \times g}$$

$$z_A = \frac{4750}{79{,}0 \times 9{,}81}$$

$$z_A = 6{,}13\ \mathrm{m}$$

B. La vitesse d'impact sur le tapis de réception

B.1.

D'après le texte : « On négligera l'action de l'air. »

L'athlète ne tient plus la perche, il n'est soumis qu'a son poids : il est en chute libre.

B.2.

Méthode 1 : Théorème de l'énergie cinétique

$$\Delta E_C = \Sigma W_{AB}(\vec{F})$$

$$E_{C\,(B)} - E_{C\,(A)} = W_{AB}(\vec{P})$$

Or "Au moment du franchissement de la barre, le centre de masse de l'athlète se situe à l'altitude z_A et sa vitesse est considérée comme nulle." $E_{C\,(A)} = \frac{1}{2} \times m \times v_A^2 = 0$

$$E_{C\,(B)} = W_{AB}(\vec{P})$$

$$\frac{1}{2} \times m \times v_B^2 = m \times g \times (z_A - z_B)$$

$$v_B^2 = \frac{2 \times m \times g \times (z_A - z_B)}{m}$$

$$v_B^2 = 2 \times g \times (z_A - z_B)$$

$$v_B = \sqrt{2 \times g \times (z_A - z_B)}$$

Méthode 2 : Loi de conservation de l'énergie mécanique : nous sommes en chute libre, il n'y a pas de frottements, l'énergie mécanique se conserve.

$$E_{m(B)} = E_{m(A)}$$

$$E_{C\,(B)} + E_{pp(B)} = E_{C\,(A)} + E_{pp(A)}$$

$$\frac{1}{2} \times m \times v_B^2 + m \times g \times z_B = \frac{1}{2} \times m \times v_A^2 + m \times g \times z_A$$

$$\frac{1}{2} \times m \times v_B^2 + m \times g \times z_B = m \times g \times z_A$$

$$\frac{1}{2} \times m \times v_B^2 = m \times g \times z_A - m \times g \times z_B$$
$$\frac{1}{2} \times m \times v_B^2 = m \times g \times (z_A - z_B)$$
$$v_B^2 = \frac{2 \times m \times g \times (z_A - z_B)}{m}$$
$$v_B^2 = 2 \times g \times (z_A - z_B)$$
$$v_B = \sqrt{2 \times g \times (z_A - z_B)}$$

B.3.

$$v_B = \sqrt{2 \times g \times (z_A - z_B)}$$

D'après le texte : « On donne $z_B - z_A = 5{,}31\ \mathrm{m}$. » c'est une erreur de l'énoncé : en effet $z_A > z_B$, donc $z_B - z_A < 0$. Il faut lire $z_A - z_B = 5{,}31\ \mathrm{m}$.

$$v_B = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times 5{,}31}$$
$$v_B = 10{,}2\ \mathrm{m.s^{-1}}$$

C. Épaisseur du matelas

C.1.

Bilan des forces s'exerçant sur Armand Duplantis :

- Le poids $\vec{P}$
- l'action du matelas sur l'athlète $\vec{F}_T$

D'après la 2nd Loi de Newton :

$$\Sigma\vec{F}_{ext} = m\vec{a}$$
$$\vec{P} + \vec{F}_T = m\vec{a}$$

Projetons sur l'axe Z :

$$-P + F_T = ma_z$$
$$F_T = ma_z + P$$
$$F_T = m \times 10g + mg$$
$$F_T = 11 \times m \times g$$

$$F_T = 11 \times 79{,}0 \times 9{,}81$$
$$F_T = 8{,}52.10^3\ \mathrm{N}$$
$$F_T = 8{,}52\ \mathrm{kN}$$

C.2.

$a_z = 10 \times g$

Or $a_z = \frac{dv_z}{dt}$

Par intégration :

$v_z = 10 \times g \times t + C_1$

Pour trouver la constante, on utilise v_0

$C_1 = v_{0z}$

$v_z(t) = 10 \times g \times t + v_{0z}$

Or $v_z(t) = \frac{dz(t)}{dt}$

Par intégration :

$$z(t) = \frac{1}{2} \times 10 \times g \times t^2 + v_{0z} \times t + C_2$$

Pour trouver les constantes, on utilise z_0

$C_2 = z_0 = z_B$

d'ou

$z(t) = 5 \times g \times t^2 + v_{0z} \times t + z_B$

C.3.

La durée de la phase de réception : temps pour lequel $v_z(t_{reception}) = 0$, il faut que l'athlète s'arrête.

$v_z(t_{reception}) = 10 \times g \times t_{reception} + v_{0z}$

$0 = 10 \times g \times t + v_{0z}$

$10 \times g \times t_{reception} + v_{0z} = 0$

$10 \times g \times t_{reception} = -v_{0z}$

$$t_{reception} = \frac{-v_{0z}}{10 \times g}$$

$$t_{reception} = \frac{-(-10{,}2)}{10 \times 9{,}81}$$

$t_{reception} = 0{,}104 \text{ s}$

C.4.

Calculons $z(t_{reception})$:

$z(t_{reception}) = 5 \times g \times t_{reception}^2 + v_{0z} \times t_{reception} + z_B$

$z(t_{reception}) = 5 \times 9{,}81 \times 0{,}104^2 + (-10{,}2) \times 0{,}104 + 82.10^{-2}$

$z(t_{reception}) = 0{,}290\ \mathrm{m}$

$z(t_{reception}) > 0$, cette épaisseur est donc suffisante pour que l'athlète ne soit pas blessé par le sol.