

Date : \_\_\_\_\_

Nom : \_\_\_\_\_

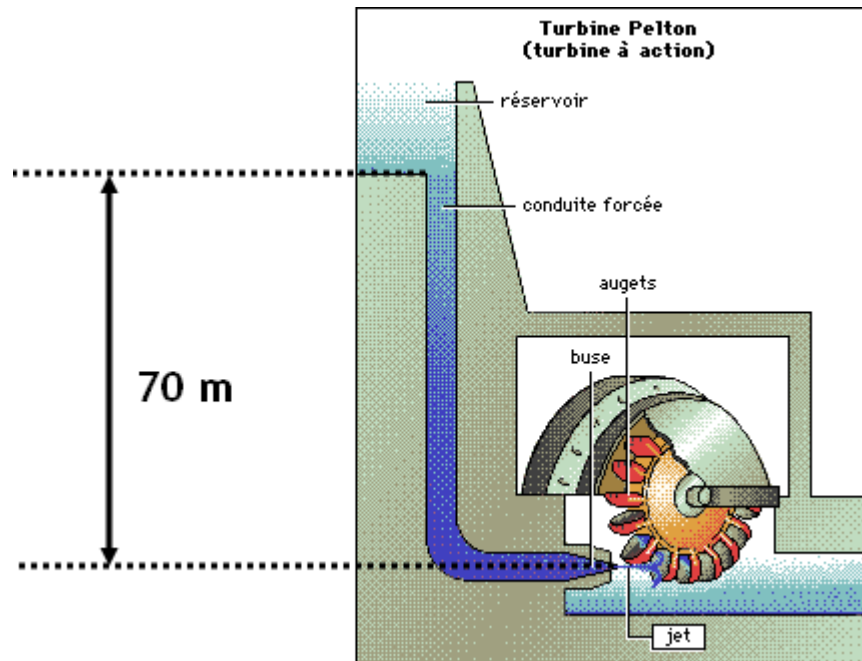
Groupe : \_\_\_\_\_

Résultat : \_\_\_\_\_ / 70

## Exercices sur l'énergie mécanique Module 3 : Des phénomènes mécaniques

### Objectif terminal 6 : Énergie potentielle et énergie cinétique

1. Une application importante de l'énergie potentielle gravitationnelle est le barrage hydroélectrique. On place une turbine sous le niveau d'un réservoir d'eau afin de transformer l'énergie potentielle de l'eau en énergie de mouvement capable de faire tourner la turbine qui produira de l'électricité. Quelle énergie, en kilojoules, peuvent fournir 10 l d'eau (1 l d'eau pèse 1 kg) dans une centrale électrique si la turbine est disposée 70 m sous le niveau du réservoir d'eau?



Réponse : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ / 4

2. On ne se sert pas que de l'énergie potentielle de l'eau pour produire de l'électricité, on se sert aussi de l'énergie cinétique du vent, grâce à une éolienne. Quelle énergie cinétique possède  $1 \text{ m}^3$  d'air se déplaçant à une vitesse de 50 km/h? La masse de  $1 \text{ m}^3$  d'air est de 1,29 kg.



Réponse : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ / 4

3. Une pomme de 500 g est située à 2,8 m du sol dans un pommier.

\_\_\_\_\_ / 6

- a) Quelles énergies potentielle et cinétique possède-t-elle à ce moment? (2 points)

Énergie potentielle : \_\_\_\_\_

Énergie cinétique : \_\_\_\_\_



b) La pomme fait une chute et se retrouve au sol au pied du pommier. Quelles énergies potentielle et cinétique possède-t-elle au moment précis où elle touche le sol? (2 points)

Énergie potentielle : \_\_\_\_\_

Énergie cinétique : \_\_\_\_\_

c) Quelles énergie potentielle, énergie cinétique et vitesse possédait la pomme au milieu de sa chute? (2 points)

Énergie potentielle : \_\_\_\_\_

Énergie cinétique : \_\_\_\_\_

Vitesse : \_\_\_\_\_

4. On se plaît souvent à imaginer que Newton aurait élaboré sa théorie de la gravité après avoir reçu une pomme en chute libre sur la tête. Si cette pomme trônait à 1,8 m au dessus de la tête de Newton, à quelle vitesse a-t-elle frappé son crâne?

Réponse : \_\_\_\_\_ / 4

5. Une motocyclette roulant à 70 km/h possède une énergie cinétique de 90 kJ. Quelle serait son énergie cinétique si elle circulait dans une zone scolaire à 30 km/h?

Réponse : \_\_\_\_\_ / 4

6. Quelle énergie mécanique totale, par rapport au sol, possède un aigle de 7 kg planant à 400 m d'altitude selon une vitesse de 35 km/h (négligez le frottement)?

Réponse : \_\_\_\_\_ / 4

7. Lors d'une compétition de planche à neige, une planchiste descendant une pente à une vitesse de 45 km/h prend un saut de 2 m de haut.

\_\_\_\_\_ / 8

a) Si son saut est parfaitement vertical, de quelle hauteur maximale peut-elle penser dépasser le saut (négligez le frottement)? (4 points)

Réponse : \_\_\_\_\_

b) À quelle hauteur maximale la planchiste, dont la vitesse était de 45 km/h, peut-elle espérer atteindre si le saut qu'elle prend possède une hauteur de 2 m et une inclinaison par rapport à l'horizontale de 55° (négligez le frottement)? (4 points)

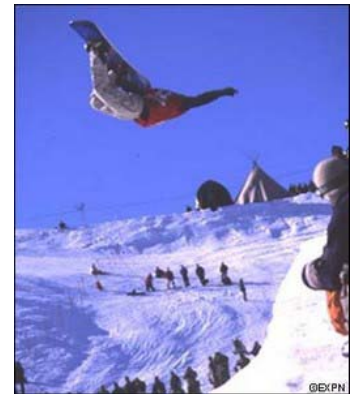
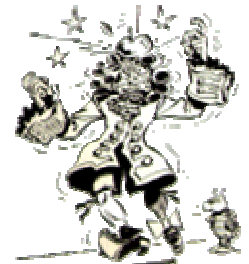
Réponse : \_\_\_\_\_

8. Quelle force de frottement permettrait à une cycliste de réduire sa vitesse de moitié sur une distance de 300 m lorsqu'elle arrête de pédaler? Sa vitesse initiale est de 35 km/h et sa masse totale de 72 kg.

Réponse : \_\_\_\_\_ / 4

9. Quelle énergie thermique serait obtenue en parcourant une planche de 3 m de long avec un papier sablé qui produit une force de frottement de 4 N avec le bois?

Réponse : \_\_\_\_\_ / 2



10. Au cirque, un clown dont la masse est de 62 kg, se lance d'une hauteur de 4 m sur un trampoline puis rebondit à une hauteur de 2,7 m. Quelle quantité d'énergie a été perdue lors du rebond?

Réponse : \_\_\_\_\_ / 4

11. À quelle vitesse initiale devrait être lancé verticalement un objet de 800 g pour atteindre une hauteur de 20 m si le frottement entre l'objet et l'air est de 1,2 N?

Réponse : \_\_\_\_\_ / 4

12. On construit une rampe pour la planche à roulettes de 15 m de long et inclinée à  $18^\circ$ . Une deuxième section est ajoutée à la suite de cette descente, il s'agit d'une section horizontale de 5 m de long. La dernière section est un saut de 1,6 m de long incliné à  $40^\circ$ . À quelle hauteur maximale, par rapport au sol, un planchiste peut-il espérer sauter s'il s'élance à partir du repos (négligez le frottement)?

Réponse : \_\_\_\_\_ / 4

13. On accroche une boule d'acier à une grue mécanique par une chaîne de 3 m de long afin de détruire un bâtiment. Si la grue permet à la boule un mouvement de balancier de  $40^\circ$  de part et d'autre de la verticale, à quelle vitesse maximale, en km/h, la boule d'acier peut-elle frapper le mur à démolir?

Réponse : \_\_\_\_\_ / 4

14. À quelle profondeur dans un arbre, en cm, pénétrerait un projectile d'arme à feu de 20 g propulsé à une vitesse de 300 km/h si la force de frottement entre le projectile et le bois est de 750 N?

Réponse : \_\_\_\_\_ / 4

15. Au curling, l'équipe qui a placé une de ses pierres le plus près du piton au centre de la cible remporte le bout et marque des points. Sachant qu'une pierre de curling pèse 20 kg, à quelle vitesse doit-elle être lancée pour s'arrêter sur le piton, situé à une distance de 28,35 m? On suppose que la trajectoire de la pierre est rectiligne et que le frottement entre la pierre et la glace est de 3,3 N.



Réponse : \_\_\_\_\_ / 4

16. On laisse tomber une balle de 1,5 kg d'une hauteur de 1 m sur un ressort de matelas dont le comportement est parfaitement élastique. À quelle hauteur rebondira cette balle?

Réponse : \_\_\_\_\_ / 2

17. Un train de montagne russe initialement au repos descend une pente vertigineuse et prend une boucle de 9 m de hauteur. Au sommet de cette boucle, le train possède une vitesse de 42 km/h. Quelle était la hauteur de la pente de départ?



Réponse : \_\_\_\_\_ / 4

## Corrigé

### Exercices sur l'énergie mécanique Module 3 : Des phénomènes mécaniques Objectif terminal 6 : Énergie potentielle et énergie cinétique

1. **6,86 kJ**

Données

$$\rho = 1 \text{ kg/l}$$

$$V = 10 \text{ l}$$

$$h = 70 \text{ m}$$

Résolution

*Masse d'eau*

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho V$$

$$m = 1 \text{ kg/l} \times 10 \text{ l}$$

$$m = 10 \text{ kg}$$

*Énergie potentielle gravitationnelle*

$$E_p = mgh$$

$$E_p = 10 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 70 \text{ m}$$

$$E_p = 6860 \text{ J} = 6,86 \text{ kJ}$$

2. **124,4 J**

Données

$$\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$$

$$V = 1 \text{ m}^3$$

$$v = 50 \text{ km/h} = 13,8 \text{ m/s}$$

Résolution

*Masse d'air*

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho V$$

$$m = 1,29 \text{ kg/m}^3 \times 1 \text{ m}^3$$

$$m = 1,29 \text{ kg}$$

*Énergie cinétique*

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \times 1,29 \text{ kg} \times (13,8 \text{ m/s})^2$$

$$E_k = 124,4 \text{ J}$$

3.

a)  $E_p = 13,72 \text{ J}$  et  $E_k = 0 \text{ J}$

Données

$$m = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$$

$$h = 2,8 \text{ m}$$

$$v = 0 \text{ m/s}$$

Résolution

*Énergie potentielle*

$$E_p = mgh$$

$$E_p = 0,5 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 2,8 \text{ m}$$

$$E_p = 13,72 \text{ J}$$

*Énergie cinétique*

La pomme étant immobile, elle ne peut posséder d'énergie associée à son mouvement, son énergie cinétique est donc nulle.

b)  $E_p = 0 \text{ J}$  et  $E_k = 13,72 \text{ J}$

Résolution

Comme aucune énergie n'a été perdue en chaleur (on néglige le frottement de l'air) lors de la chute, l'énergie potentielle initiale de la pomme due à sa hauteur s'est entièrement transformée en énergie cinétique au moment où la pomme touche le sol. En effet, la pomme ne possédant plus de hauteur, son énergie potentielle est nulle, et l'énergie mécanique totale de la pomme est donc sous forme cinétique.

c)  $E_p = 6,86 \text{ J}$ ,  $E_k = 6,86 \text{ J}$  et  $v = 5,24 \text{ m/s}$

Données

$$m = 0,5 \text{ kg}$$

$$h = 1,4 \text{ m}$$

$$E_T = 13,72 \text{ J}$$

Résolution

*Énergie potentielle*

$$E_p = mgh$$

$$E_p = 0,5 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 1,4 \text{ m}$$

$$E_p = 6,86 \text{ J}$$

*Énergie cinétique*

$$E_T = E_p + E_k$$

$$E_k = E_T - E_p$$

$$E_k = 13,72 \text{ J} - 6,86 \text{ J}$$

$$E_k = 6,86 \text{ J}$$

Vitesse

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$
$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$$
$$v = \sqrt{\frac{2 \times 6,86 \text{ J}}{0,5 \text{ kg}}}$$
$$v = 5,24 \text{ m/s}$$

4. **5,94 m/s**

Données

$$h_1 = 1,8 \text{ m}$$

Résolution

$$E_{p1} = E_{k2}$$
$$mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2$$
$$gh_1 = \frac{1}{2}v_2^2$$
$$v_2^2 = 2gh_1$$
$$v_2 = \sqrt{2gh_1}$$
$$v_2 = \sqrt{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 1,8 \text{ m}}$$
$$v_2 = 5,94 \text{ m/s}$$

5. **16,5 kJ**

Données

$$v_1 = 70 \text{ km/h} = 19,4 \text{ m/s}$$
$$E_{k1} = 90 \text{ kJ}$$
$$v_2 = 30 \text{ km/h} = 8,3 \text{ m/s}$$

Résolution

*Masse de la motocyclette*

$$E_{k1} = \frac{1}{2}mv_1^2$$
$$m = \frac{2E_{k1}}{v_1^2}$$
$$m = \frac{2 \times 90 \times 10^3 \text{ J}}{(19,4 \text{ m/s})^2}$$
$$m = 476,08 \text{ kg}$$

*Énergie cinétique de la motocyclette à 30 km/h*

$$E_{k2} = \frac{1}{2}mv_2^2$$
$$E_{k2} = \frac{1}{2} \times 476,08 \text{ kg} \times (8,3 \text{ m/s})^2$$
$$E_{k2} = 16\,540 \text{ J} = 16,5 \text{ kJ}$$

6. **27,8 kJ**

Données

$$m = 7 \text{ kg}$$

$$h = 400 \text{ m}$$

$$v = 35 \text{ km/h} = 9,7\bar{2} \text{ m/s}$$

Résolution

$$E_T = E_p + E_k$$

$$E_T = mgh + \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_T = 7 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 400 \text{ m} + \frac{1}{2} \times 7 \text{ kg} \times (9,7\bar{2} \text{ m/s})^2$$

$$E_T = 27\,440 \text{ J} + 331 \text{ J}$$

$$E_T = 27\,771 \text{ J} = 27,8 \text{ kJ}$$

7.

Données

$$v_1 = 45 \text{ km/h} = 12,5 \text{ m/s}$$

a) **5,97 m**

Résolution

$$E_{k1} = E_{p2}$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2$$

$$\frac{1}{2}v_1^2 = gh_2$$

$$h_2 = \frac{v_1^2}{2g}$$

$$h_2 = \frac{(12,5 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$h_2 = 7,97 \text{ m}$$

La planchiste peut parcourir une distance verticale de 7,97 m, comme les deux premiers mètres sont atteints sur le saut, elle s'élèvera de 5,97 m au dessus de ce dernier. (Cette hauteur considérable s'explique par l'absence complète de frottement dans cette situation et par le fait que l'énergie est entièrement utilisée pour produire un déplacement vertical, sans déplacement horizontal.)

b) **3,35 m**

Résolution

*Recherche de la composante verticale de la vitesse<sup>1</sup>*

$$\begin{aligned}\sin\theta_{saut} &= \frac{v_y}{v} \\ v_y &= v \sin\theta_{saut} \\ v_y &= 12,5 \text{ m/s} \times \sin 55^\circ \\ v_y &= 10,24 \text{ m/s}\end{aligned}$$

*Recherche de la hauteur atteinte par la planchiste*

Verticalement :

$$\begin{aligned}E_{k,y1} &= E_{p2} \\ \frac{1}{2}mv_y^2 &= mgh \\ h &= \frac{v_y^2}{2g} \\ h &= \frac{(10,24 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2} \\ h &= 5,35 \text{ m}\end{aligned}$$

La planchiste peut atteindre une distance verticale de 5,35 m, comme les deux premiers mètres sont atteints sur le saut, elle s'élèvera de 3,35 m au dessus de ce dernier. (En considérant le frottement entre la neige et la planche, la hauteur atteinte serait inférieure.)

8. **8,5 N**

Données

$$\begin{aligned}\Delta s &= 300 \text{ m} \\ v_i &= 35 \text{ km/h} = 9,72 \text{ m/s} \\ v_f &= v_i / 2 = 4,86 \text{ m/s} \\ m &= 72 \text{ kg}\end{aligned}$$

---

<sup>1</sup> On peut décomposer l'énergie cinétique d'un projectile selon deux composantes orthogonales comme on le fait pour la vitesse. L'énergie cinétique est cependant une quantité scalaire et non vectorielle, comme l'est la vitesse.

$$\begin{aligned}E_k &= E_{k,x} + E_{k,y} \\ \frac{1}{2}mv^2 &= \frac{1}{2}mv_x^2 + \frac{1}{2}mv_y^2 \\ v^2 &= v_x^2 + v_y^2\end{aligned}$$



### Résolution

Variation de l'énergie cinétique de la cycliste

$$\Delta E_k = E_{k1} - E_{k2}$$

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_2^2)$$

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} \times 72 \text{ kg} \times [(9,72 \text{ m/s})^2 - (4,86 \text{ m/s})^2]$$

$$\Delta E_k = 2551 \text{ J}$$

Force de frottement

$$\Delta E_k = F\Delta s$$

$$F = \frac{\Delta E_k}{\Delta s}$$

$$F = \frac{2551 \text{ J}}{300 \text{ m}}$$

$$F = 8,5 \text{ N}$$

9. 12 J

Données

$$F = 4 \text{ N}$$

$$\Delta s = 3 \text{ m}$$

Résolution

$$E_f = F_f \Delta s$$

$$E_f = 4 \text{ N} \times 3 \text{ m}$$

$$E_f = 12 \text{ J}$$

10. 790 J

Données

$$h_1 = 4 \text{ m}$$

$$h_2 = 2,7 \text{ m}$$

$$m = 62 \text{ kg}$$

Résolution

$$\Delta E = E_{p1} - E_{p2}$$

$$\Delta E = mgh_1 - mgh_2 = mg(h_1 - h_2)$$

$$\Delta E = 62 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times (4 \text{ m} - 2,7 \text{ m})$$

$$\Delta E = 790 \text{ J}$$

11. 21,3 m/s

Données

$$m = 800 \text{ g} = 0,8 \text{ kg}$$

$$h = 20 \text{ m}$$

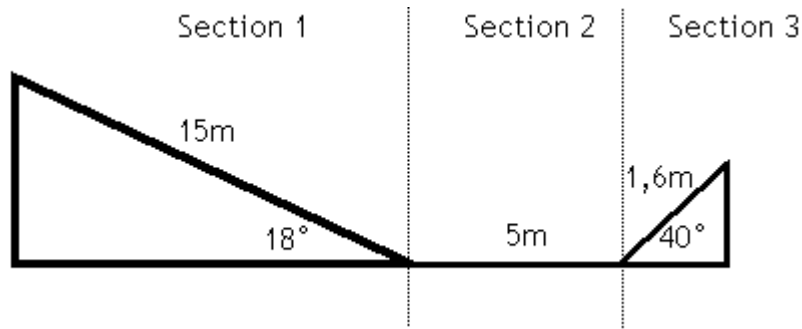
$$F_f = 1,2 \text{ N}$$

### Résolution

$$\begin{aligned}E_{p2} &= E_{k1} - E_f \\mgh_2 &= \frac{1}{2}mv_1^2 - F_f h_2 \\\frac{1}{2}mv_1^2 &= mgh_2 + F_f h_2 \\v_1^2 &= 2gh_2 + \frac{2F_f h_2}{m} \\v_1 &= \sqrt{2h_2 \left( g + \frac{F_f}{m} \right)} \\v_1 &= \sqrt{2 \times 20 \text{ m} \times \left( 9,8 \text{ m/s}^2 + \frac{1,2 \text{ N}}{0,8 \text{ kg}} \right)} \\v_1 &= 21,3 \text{ m/s}\end{aligned}$$

12. 1,49 m

### Schéma de la rampe



### Résolution

Hauteur de la section 1

$$\begin{aligned}\sin 18^\circ &= \frac{h_1}{15 \text{ m}} \\h_1 &= 15 \text{ m} \times \sin 18^\circ \\h_1 &= 4,64 \text{ m}\end{aligned}$$

Hauteur de la section 3

$$\begin{aligned}\sin 40^\circ &= \frac{h_2}{1,6 \text{ m}} \\h_2 &= 1,6 \text{ m} \times \sin 40^\circ \\h_2 &= 1,03 \text{ m}\end{aligned}$$

Vitesse en haut du saut

$$\begin{aligned}E_{T1} &= E_{T2} \\E_{p1} &= E_{p2} + E_{k2} \\mgh_1 &= mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \\\frac{1}{2}mv_2^2 &= mgh_1 - mgh_2 \\\frac{1}{2}mv_2^2 &= mg(h_1 - h_2) \\\frac{1}{2}v_2^2 &= g(h_1 - h_2) \\v_2 &= \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \\v_2 &= \sqrt{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times (4,64 \text{ m} - 1,03 \text{ m})} \\v_2 &= 8,41 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Composante verticale de la vitesse en haut du saut ( $v_y$ )

$$\begin{aligned}\sin \theta &= \frac{v_y}{v} \\v_y &= v \sin \theta \\v_y &= 8,41 \text{ m/s} \times \sin 40^\circ \\v_y &= 5,41 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Hauteur maximale

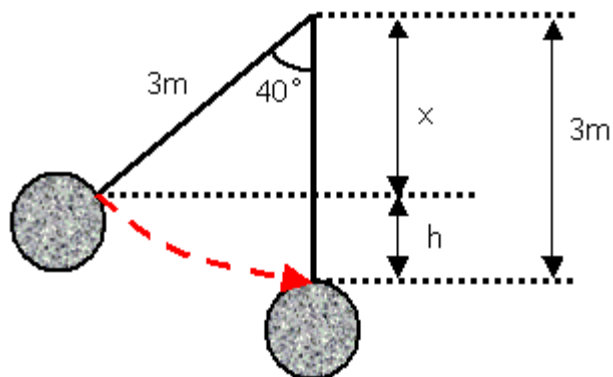
Verticalement :

$$\begin{aligned}E_{k,y1} &= E_p \\\frac{1}{2}mv_y^2 &= mgh \\h &= \frac{v_y^2}{2g} \\h &= \frac{(5,41 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2} \\h &= 1,49 \text{ m}\end{aligned}$$

Comme on a considéré la vitesse en haut du saut, la hauteur obtenue ci-dessus est la hauteur atteinte au-dessus du saut.

13. 13,3 km/h

Schéma du problème



Résolution

La vitesse maximale sera obtenue au point le plus bas que peut atteindre la boule d'acier, car ce sera le point où un maximum d'énergie potentielle aura été transformé en énergie cinétique. Le schéma ci-dessus représente le point le plus haut et le point le plus bas atteint par la boule d'acier durant son balancement. La quantité  $x$  représente la hauteur entre ces deux points.

*Recherche de la hauteur  $h$*

$$x + h = 3 \text{ m}$$

$$h = 3 \text{ m} - x$$

$$\cos 40^\circ = \frac{x}{3 \text{ m}}$$

$$x = 3 \text{ m} \times \cos 40^\circ$$

$$x = 2,3 \text{ m}$$

$$h = 3 \text{ m} - 2,3 \text{ m}$$

$$h = 0,7 \text{ m}$$

*Recherche de la vitesse maximale*

$$E_{p1} = E_{k2}$$

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v^2 = 2gh$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$v = \sqrt{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,7 \text{ m}}$$

$$v = 3,7 \text{ m/s} = 13,3 \text{ km/h}$$

14. 9,3 cm

Données

$$m = 20 \text{ g} = 0,02 \text{ kg}$$

$$v = 300 \text{ km/h} = 83,3 \text{ m/s}$$

$$F_f = 750 \text{ N}$$

Résolution

$$\begin{aligned}E_{k1} &= E_f \\ \frac{1}{2}mv^2 &= F_f \Delta s \\ \Delta s &= \frac{mv^2}{2F_f} \\ \Delta s &= \frac{0,02 \text{ kg} \times (83,3 \text{ m/s})^2}{2 \times 750 \text{ N}} \\ \Delta s &= 0,0926 \text{ m} = 9,26 \text{ cm}\end{aligned}$$

15. **3,06 m/s**

Données

$$\begin{aligned}m &= 20 \text{ kg} \\ F_f &= 3,3 \text{ N} \\ \Delta s &= 28,35 \text{ m}\end{aligned}$$

Résolution

$$\begin{aligned}E_f &= E_k \\ F\Delta s &= \frac{1}{2}mv^2 \\ v &= \sqrt{\frac{2F\Delta s}{m}} \\ v &= \sqrt{\frac{2 \times 3,3 \text{ N} \times 28,35 \text{ m}}{20 \text{ kg}}} \\ v &= 3,06 \text{ m/s}\end{aligned}$$

16. **1 m**

Résolution

Un rebond parfaitement élastique signifie qu'il n'y a aucune perte d'énergie, la balle peut donc retrouver toute l'énergie potentielle qu'elle possédait initialement.

17. **15,94 m**

Données

$$\begin{aligned}v_1 &= 0 \text{ m/s} \\ h_2 &= 9 \text{ m} \\ v_2 &= 42 \text{ km/h} = 11,6 \text{ m/s}\end{aligned}$$

1<sup>ère</sup> méthode de résolution (niveau de référence au sol)

$$E_{T1} = E_{T2}$$

$$E_{p1} = E_{p2} + E_{k2}$$

$$mgh_1 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$gh_1 = gh_2 + \frac{1}{2}v_2^2$$

$$h_1 = h_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$h_1 = 9 \text{ m} + \frac{(11,6 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$h_1 = 15,94 \text{ m}$$

2<sup>e</sup> méthode de résolution (niveau de référence au haut de la boucle)

$$E_{T1} = E_{T2}$$

$$E_{p1} = E_{k2}$$

$$mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$h_1 = \frac{v_2^2}{2g}$$

$$h_1 = \frac{(11,6 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$h_1 = 6,94 \text{ m}$$

Cette hauteur représente la hauteur au-dessus du niveau de référence, il faut ajouter à cette hauteur la partie de la rampe sous le niveau de référence qui correspond à la hauteur de la boucle, soit 9 m.

$$h_{rampe} = h_1 + h_2$$

$$h_{rampe} = 6,94 \text{ m} + 9 \text{ m}$$

$$h_{rampe} = 15,94 \text{ m}$$