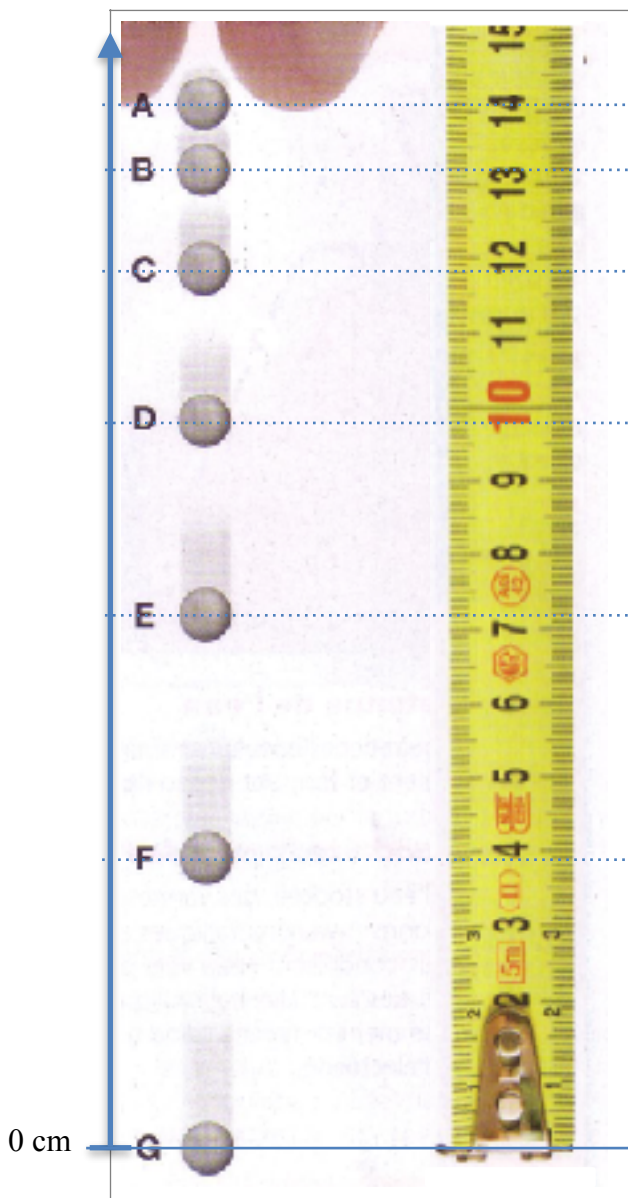


Activité : Un choc à 50 km/h est-il équivalent à une chute du 4^e étage ?

D'après la Sécurité Routière, « sans ceinture de sécurité, le choc d'une voiture roulant à 50 km/h équivaut à une chute du 4^e étage (soit d'une hauteur de 10 mètres). »

Expérience proposée :

On a réalisé la *chronophotographie* de la chute d'une bille. L'intervalle de temps t entre chaque position de la bille (c.à.d. chaque cliché) est de 25 ms. La bille a une masse $m = 10\text{g}$.



- L'énergie potentielle de position E_p est donnée par :

$$E_p = m \times g \times h$$

Masse m de la bille en kg,

Intensité de la pesanteur g , $g = 9,81 \text{ N/kg}$

Altitude h en m

- L'énergie cinétique E_c est donnée par :

$$E_c = (1/2) \times m \times v^2$$

v étant la vitesse de la bille en m/s

- 1) Repère l'altitude en mètre du milieu de la bille aux positions A, B, C, D, etc.
- 2) Calcule, selon la méthode des 4C, les énergies potentielles de position et cinétiques aux positions A et B. ($v_B = AC/2t$)
- 3) Essaie d'expliquer pourquoi on ne peut pas calculer la vitesse au point G. Déduire qu'il faut décaler l'origine de l'axe du point G au point F
- 4) Calcule à l'aide d'un tableur l'énergie potentielle de position E_p de la bille pour les positions A à F corrigées.
- 5) Calcule à l'aide du tableur, la vitesse de la bille pour ces points.
- 6) Calcule l'énergie cinétique E_c de la bille au cours de la chute.
- 7) Affiche les courbes donnant l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de position en fonction du temps. Calcule $E_p + E_c$
- 8) Comment évoluent E_c et E_p au cours de la chute ? Quelle conversion d'énergie se déroule au cours de la chute d'un objet ?
- 9) Quelle est la relation entre l'énergie potentielle de position initiale et l'énergie cinétique finale de la bille ?
- 10) Un choc à 50 km/h est-il équivalent à une chute du 4^e étage ? Pour cela calcule l' E_p d'une personne située au 4^e étage et son énergie cinétique si elle possède une vitesse de 50 km/h. Que permet la ceinture de sécurité du point de vue de l'énergie ?

| Position | Altitude (m) | Altitude corrigée (m) | Energie de position E_p (J) | Distance ($A_{i-1}A_{i+1}$) | Vitesse V (m/s) | Energie cinétique E_c (en J) |
|----------|--------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| A | | | | x | 0 | |
| B | | | | | | |
| C | | | | | | |
| D | | | | | | |
| E | | | | | | |
| F | | 0 | | | | |
| G | 0 | | | x | x | x |

Pour répondre à cette question, nous allons étudier la chute d'une bille depuis une hauteur d'environ 15 cm (voir doc).

Rappel module 4 : D'après la chronophotographie de la chute de cette bille, nous observons

que la trajectoire est une droite donc le mouvement est rectiligne. Nous observons aussi que pour des intervalles de temps successifs et identiques (25 ms), la distance parcourue par la bille augmente. Le mouvement est donc accélééré.

Pour répondre à notre problème, nous devons calculer l'énergie potentielle de position E_p et l'énergie cinétique de la bille E_c pour chacune des positions de la bille.

-Pour la position A :

-Calcul de l' E_p (A) :

$$E_p(A) = m \times g \times h_A$$

avec m en kg, g en N/kg, h_A en m

$$m = 10 \text{ g} = 0,010 \text{ kg} \quad g = 9,81 \text{ N/kg} \quad h_A = 14,1 \text{ cm} = 0,141 \text{ m}$$

$$E_p(A) = 0,010 \times 9,81 \times 0,141$$

$$E_p(A) = 0,0138 \text{ J} = 13,8 \text{ mJ}$$

-Calcul de l' E_c (A) :

$$E_c(A) = 1/2 \times m \times v_A^2$$

avec m en kg, v_A en m/s

$$m = 0,010 \text{ kg} \quad v_A = 0 \text{ m/s par définition (début de la chute)}$$

$$E_c(A) = 0,5 \times 0,010 \times 0^2$$

$$E_c(A) = 0 \text{ J}$$

Règle des 4C

ce que je Cherche
ce que je Connais
je Calcule
je Conclue

-Pour la position B : (faire les calculs selon le modèle de la position A)

-Calcul de l' E_p (B) :

$$E_p(B) = m \times g \times h_B$$

avec m en kg, g en N/kg, h_B en m

$$m = 0,010 \text{ kg} \quad g = 9,81 \text{ N/kg} \quad h_B = 13,2 \text{ cm} = 0,132 \text{ m}$$

$$E_p(B) = 0,010 \times 9,81 \times 0,132$$

$$E_p(B) = 0,0129 \text{ J} = 12,9 \text{ mJ}$$

-Calcul de l' E_c (B) :

$$E_c(B) = 1/2 \times m \times v_B^2$$

avec m en kg, v_B en m/s

$$m = 0,010 \text{ kg} \quad v_B = ?$$

$$v_B = \frac{AC}{2t} \quad AC = h_A - h_C = 0,141 - 0,118$$

$$AC = 0,141 - 0,118$$

Règle des 4C

ce que je Cherche
ce que je Connais
je Calcule
je Conclue

$$AC = 0,023 \text{ m}$$

$$2t = 50 \text{ ms} = 0,050 \text{ s}$$

$$v_B = \frac{0,023}{0,050} \quad v_B = 0,46 \text{ m/s}$$

$$\text{donc } E_c(B) = 0,5 \times 0,010 \times 0,46^2$$

$$E_c(B) = 0,0011 \text{ J} = 1,1 \text{ mJ}$$

Travail sur tablette : utiliser un tableur (appli Numbers) pour effectuer les calculs de E_p et E_c pour les positions C, D, E et F de la bille.

Pour cela reprendre le tableau de la page 2.

Impossible de calculer E_c pour la position G. Du coup on décale le 0 de l'altitude au point F. Cela entraîne qu'il faut soustraire 0,039 m (altitude du point F) aux altitudes des points A, B, C, D, E, F. C'est l'altitude corrigée.

Travail difficile à faire seul si on ne sait pas « étendre » ses calculs aux autres cellules...

Faire une dernière colonne $E_p + E_c$

Nos résultats montrent que, au cours de la chute :

- E_p diminue
- E_c augmente
- E_p (début de chute, A) = E_c (fin de chute, F)
- $E_p + E_c$ est constant

Nous pouvons donc affirmer que, au cours d'une chute, en négligeant les frottements de l'air, l'énergie potentielle de position E_p est convertie en énergie cinétique E_c . (*l' E_p diminue donc cette énergie est passée quelque part... elle s'est convertie en E_c !*)

Calcul de l' E_p d'une personne située au 4^e étage :

$$E_p = mgh$$

$$m = 50 \text{ kg} \quad g = 10 \text{ N/kg} \quad h = 10 \text{ m}$$

$$E_p = 50 \times 10 \times 10$$

$$E_p = 5000 \text{ J}$$

Calcul de l' E_c de la même personne lancée à 50 km/h

$$E_c = 1/2 mv^2$$

$$m = 50 \text{ kg} \quad v = 50 \text{ km/h} = 50 \times 1\text{km}/1\text{h} = 50\,000\text{m} / 3600 \text{ s} = 13,9 \text{ m/s}$$

$$E_c = 0,5 \times 50 \times 13,9^2$$

$$E_c = 4822 \text{ J} = \text{environ } 4500 \text{ J}$$

Conclusion : l'énergie potentielle de position d'une personne située au 4^e étage est équivalente à l'énergie cinétique de la même personne lancée à 50 km/h.

D'autre part, comme l'énergie potentielle au cours d'une chute est convertie en énergie cinétique, on peut donc affirmer que la vitesse d'une personne tombée du 4^e étage atteint environ 50 km/h.

La Sécurité Routière a donc raison en affirmant qu'un choc à 50 km/h équivaut à une chute du 4^e étage.