COMMENT INTERVIENT LA MASSE DANS LES EXPRESSIONS RESPECTIVES DES ENERGIES CINETIQUE , POTENTIELLE(de pesanteur) ET MECANIQUE ?

Le problème : Lors de l'étude cinématique de la chute libre, il a été établi la relation entre vitesse et hauteur de chute soit entre deux points M_1 (z_1, v_1) et M_2 (z_2, v_2) : $\quad v_2^2 - v_1^2 = 2 \cdot g_z \cdot (z_2 - z_1) \qquad (1)$

Que l'on peut écrire sous la forme : $\quad v_2^2 - 2 \cdot g_z \cdot z_2 = v_1^2 - 2 \cdot g_z \cdot z_1 \qquad (2)$

A partir de cette relation, on peut déduire que, en chaque point M pendant la chute, il existe une « ***grandeur qui se conserve*** » : $\frac{1}{2}\, m \cdot v^2 - m \cdot g_z \cdot z = Constante$. C'est cette grandeur que l'on appelle l'énergie mécanique dont

l'expression est: $\quad E_m = \frac{1}{2}\, m \cdot v^2 - m \cdot g_z \cdot z \qquad (3) \quad$ permettant ainsi de définir

l'énergie cinétique : $\quad E_k = ½\ m \cdot v^2$

et l'énergie potentielle (*de pesanteur*) $E_p = - m \cdot g_z \cdot z + K$ ***(g_z : projection de $\vec{g}$ sur l'axe vertical z'z et K = Cste)****

Cependant le passage de la relation ***(2)*** à la relation ***(3)*** fait intervenir arbitrairement la masse ***m***.

Objectifs : On se propose d'étudier dans cette activité expérimentale l'influence de la masse dans les expressions respectives des énergies cinétique, potentielle (de pesanteur) et mécanique.

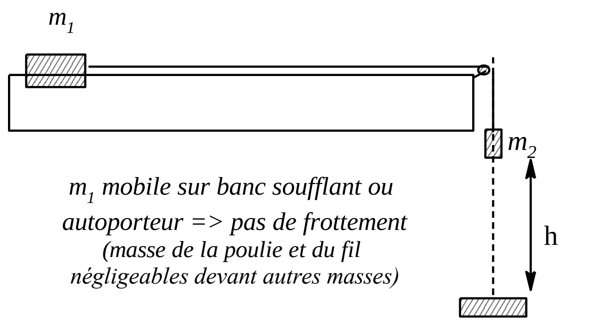
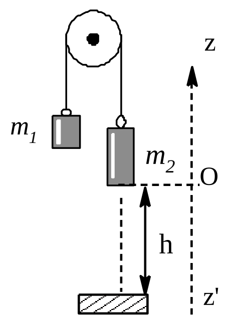
L'idée : Lors de l'étude de la chute libre, c'est ***la même masse m*** dont on étudie la variation de la vitesse et dont l'altitude varie si bien que lors de l'étude de la conservation de E_m, cette grandeur peut se simplifier :

$$E_m = \frac{1}{2}\, m \cdot v^2 - m \cdot g_z \cdot z = Cste \;\Leftrightarrow\; \frac{1}{2}\, v^2 - g_z \cdot z = Cste$$

Pour montrer l'influence de la masse dans chacune des expressions de E_k et E_p , il faut donc ***deux masses différentes*** qui interviennent respectivement dans E_k et E_p et dans ce cas : $E_m = \frac{1}{2}\, m \cdot v^2 - m' \cdot g_z \cdot z$

Dispositifs

Soient les deux dispositifs suivants, dans chaque cas , répondre aux questions ci-dessous

Dispositif 1	***Dispositif 2***
	

Questions

masse(s ?) en mouvement : ………………	masse(s ?) en mouvement : ………………
masse(s ?) dont la hauteur varie : ………………	masse(s ?) dont la hauteur varie : ………………
d'où expression de :	d'où expression de :
énergie cinétique : E_k = ………………	énergie cinétique : E_k = ………………
énergie potentielle (avec g_z) : E_p = ………………	énergie potentielle (avec g_z) : E_p = ………………
(avec g) : E_p = ………………	(avec g) : E_p = ………………
énergie mécanique totale : E_m = ………………………	énergie mécanique totale : E_m = ………………………

**** si z est l'altitude, donc axe dirigé vers le haut, l'expression de E_p devient $E_p = m \cdot g \cdot z + K$***

Manipulation

On se propose d'étudier collectivement le ***dispositif 2*** en fixant les masses m_1 = 200 g et m_2 = 210 g et en chronométrant $\boldsymbol{\Delta t}$ la durée correspondant à différentes hauteurs de chute $\boldsymbol{h}$.
La manipulation est faite collectivement, chaque binôme chronométrant la chute, la valeur retenue étant la moyenne des durées chronométrées par chaque binôme.

Tableau de résultats

h = 20,0 cm

mesure n°	1	2	3	4	5	6	7	8
Δt_{20}								
mesure n°	9	10	11	12	13	14	15	16
Δt_{20}								

..

h = 40,0 cm

mesure n°	1	2	3	4	5	6	7	8
Δt_{40}								
mesure n°	9	10	11	12	13	14	15	16
Δt_{40}								

..

h = 60,0 cm

mesure n°	1	2	3	4	5	6	7	8
Δt_{60}								
mesure n°	9	10	11	12	13	14	15	16
Δt_{60}								

..

h = 80,0 cm

mesure n°	1	2	3	4	5	6	7	8
Δt_{80}								
mesure n°	9	10	11	12	13	14	15	16
Δt_{80}								

..

h = 100,0 cm

mesure n°	1	2	3	4	5	6	7	8
Δt_{80}								
mesure n°	9	10	11	12	13	14	15	16
Δt_{100}								

..

Faire les calculs de moyenne et écart-type

1) ***Sur votre calculatrice***
2) ***dans Excel*** ***(Avant d'introduire les valeurs, préparer le tableau – voir le modèle ci-après- afin que tous les calculs soient faits de façon automatique !)***
3) ***Mettre les valeurs définitives dans le tableau Résumé ci-après***

Modèle du tableau Excel :

h / m	0,20		0,40		0,60		0,80		1,00	
mesure n°	Δt retenu	Δt écarté	Δt retenu	Δt écarté	Δt retenu	Δt écarté	Δt retenu	Δt écarté	Δt retenu	Δt écarté
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
moyenne										
ecart-type										
moy - 2 σ										
moy + 2σ										
nb_mes										
u(Δt)										

Faire les calculs (moyenne, écart-type) avec toutes les valeurs mesurées, puis retirer les valeurs qui s'écartent ***de plus de ± 2 σ de la moyenne***, (placer les valeurs retirées dans la colonne contigüe) puis refaire le calcul de moyenne et d'écart-type et de u(**Δ*t***) (et recommencer si nécessaire jusqu'à ce que toutes les valeurs se trouvent dans l'intervalle)

Remarque : les valeurs à écarter peuvent être calculée automatiquement par Excel avec une fonction SI ()
Voir la syntaxe de cette fonction dans l'aide en ligne d'Excel

Résumé

h / m	0,200	0,400	0,600	0,800	1,00
Δt_{moy}/s					
σ_{n-1} *écart-type sur* **Δt** /s					
$u(\Delta t) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$ /s					

Exploitation des résultats

Pour établir la relation entre v et h, la hauteur de chute, on se propose d'abord de calculer en opérant par analogie avec les résultats obtenus lors de l'étude cinématique de la chute libre.

Lois cinématique de la chute libre : $\begin{cases} z = a \cdot t^2 \\ v = a' \cdot t \end{cases}$ avec a' = 2. a => $v = \frac{2 \cdot z}{t}$ (*attention* $v \neq \frac{d}{t}$ *parce v varie avec t* !)

1) Calcul de v

Par analogie avec la chute libre, calculer v suivant la relation $v = \frac{2 \cdot h}{t}$ puis v^2

h / m	0,200	0,400	0,600	0,800	1,00
$\Delta t_{moy}/s$					
$v\ /\ m.s^{-1}$					
$v^2\ /\ m^2.s^{-2}$					

2) Etude de la relation $v^2 \Leftrightarrow h$

- Tracer le graphe (avec Excel, et si possible avec Regressi) $v^2 = f(h)$ (*à fournir avec le compte rendu !*

Rappel : Regressi permet d'accéder aux incertitudes sur les paramètres d'une régression linéaire

- Si le graphe est une droite, déterminer par régression linéaire l'équation de la droite en précisant les unités de chaque paramètre ainsi que la valeur de R^2 :
  a = …………………….. b = …………………….. R^2 = ……………………..
- Suivant les conditions de traitement du graphe (*avec Excel ? avec Regressi ?... à préciser*), donner les incertitudes sur a et b et écrire chacune de ces grandeurs sous la forme X = Xe ± U(X)

  a = …………………………………….. b = ……………………………………..

3) Confrontation entre la théorie et l'expérience

D'après l'étude faite à la page 1 et admettant que l'énergie mécanique totale du système se conserve, déterminer la relation entre v^2 et h et en déduire les expressions théoriques de a et b en fonction des masses m_1 et m_2

Expression littérale : a_{theo} = …………………….. b_{theo} = ……………………..

Valeurs théoriques : a_{theo} = …………………….. b_{theo} = ……………………..

Ecart entre la théorie et l'expérience (en %)

$$\frac{|a_{theo} - a|}{a_{theo}} \times 100 = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Conclusion (*discuter l'écart relatif obtenu, l'incertitude sur a* ***<u>et les sources d'incertitude possibles</u>*** *!)*