

Dossier de Physique
Niveau 5^{ème} secondaire

Cinématique Livret de l'élève

Bouquelle Véronique

Diffusé par Scienceinfuse, Antenne de
Formation et de Promotion du secteur
Sciences et Technologies de l'UCL

Objectif

Tu vas approcher par des expériences les lois qui décrivent les mouvements accélérés. Pendant cette séance de laboratoire, tu détermineras ton temps de réaction, tu compareras des mouvements de chute, tu mesureras des temps de parcours, tu expérimenteras l'impesanteur.

Tout le matériel se trouve dans ta mallette. Pour chaque expérience, ne sors que le matériel dont tu as besoin.

Range le tout soigneusement après chaque expérience.

1. La chute libre avec un fil

On montre avec une expérience la relation entre la distance parcourue et le temps de parcours en chute libre.

Matériel

- Une ficelle avec des écrous accrochés à équidistance les uns des autres
- Une ficelle avec des écrous accrochés à des distances dans le rapport 1 : 4 : 9 : 16 : etc. par rapport au premier écrou
- Une boîte de conserve vide

Manipulation

Prends l'une des ficelles, monte sur une chaise et laisse pendre la ficelle avec le premier écrou touchant le fond de la boîte de conserve. Pour la ficelle sur laquelle les écrous ne sont pas à la même distance les uns des autres, le premier écrou est celui qui en a un autre très proche. Lâche le fil et écoute à quel rythme les écrous touchent le fond de la boîte.

Recommence avec l'autre ficelle.

Détermine avec laquelle des deux ficelles on entend les écrous tomber avec le même intervalle de temps entre chaque écrou :

L'intervalle de temps est le même avec

- les écrous équidistants
- les écrous à distance variable, dans le rapport 1 : 4 : 9 : 16 : ...

Avec l'autre ficelle, on entend les écrous toucher le fond avec des intervalles de temps

- de plus en plus petits
- de plus en plus grands

Explication

La relation distance – temps est, pour la chute libre, $d = \frac{1}{2}gt^2$. Pour que les écrous arrivent dans la boîte de conserve à intervalles de temps égaux, c'est-à-dire tels que $t_1 : t_2 : t_3 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots$, il faut que $d_1 : d_2 : d_3 : \dots = 1 : 4 : 9 : \dots$

Si les écrous sont équidistants ($d_1 : d_2 : d_3 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots$), ils arrivent au sol dans des rapports de temps $t = \sqrt{\frac{2d}{g}}$ tels que $t_1 : t_2 : t_3 : \dots = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : \dots$, donc de façon plus rapprochée.

2. Mesure du temps de réaction

Il est impossible d'attraper un billet de banque lâché par quelqu'un si la main de celui qui l'attrape est à mi-hauteur du billet. Notre temps de réaction est en effet trop long ! Tu vas le vérifier en déterminant ton temps de réaction.

Matériel

- Un faux billet de banque
- Une latte de 30 cm

Manipulation

Toi ou ton partenaire tient le billet de banque, l'autre écarte les doigts pour le pincer quand il tombe. Vérifiez que l'on ne parvient pas à attraper le billet s'il est à mi-hauteur des doigts. Echangez les rôles.

Toi ou ton partenaire tient une latte de 30 cm par le haut. L'autre place sa main en pince avec le pouce à hauteur de la graduation 0. Ne pas toucher la latte mais se tenir prêt à la saisir aussi vite que possible dès qu'elle aura été lâchée.

Voici la correspondance entre la distance d lue sur la latte et le temps de réaction t :

d (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t (s)	0,045	0,063	0,078	0,090	0,101	0,111	0,119	0,128	0,135

d (cm)	10	11	12	13	14	15	16	17	18
t (s)	0,143	0,150	0,156	0,163	0,169	0,175	0,181	0,186	0,192

d (cm)	19	20	21	22	23	24	25	26	27
t (s)	0,197	0,202	0,207	0,212	0,217	0,221	0,226	0,230	0,235

Résultats

Mon temps de réaction $t =$

Explication

Ce tableau est construit en utilisant la relation temps – distance de la chute libre : $t = \sqrt{\frac{2d}{g}}$ avec $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (= accélération de la pesanteur ou intensité du champ de pesanteur).

Dans la vie quotidienne, le temps de réaction à un événement **imprévisible** approche la seconde.

3. La table de Galilée

On montre ici l'indépendance des composantes horizontale et verticale d'un mouvement à deux dimensions.

Matériel

- Une table et de quoi soulever deux de ses pieds à la même hauteur
- Une gouttière en plastique
- Deux billes

Manipulation

Inclinez la table de façon stable. L'un d'entre vous tient la bille 1 au bord supérieur de la table, l'autre tient la gouttière avec la bille 2 à son sommet pour que lorsqu'il la lâche, la bille 2 arrive sur la table au même niveau que la bille 1. On lâche d'abord la bille 2. Au moment où elle arrive sur la table, on lâche la bille 1.

Observations

On remarque que les deux billes

La trajectoire de la bille 1 est une

La trajectoire de la bille 2 est une

Explication

Le mouvement horizontal de la bille 2 **sur la table** est un MRU puisqu'il n'y a pas d'accélération suivant l'horizontale. Le mouvement vertical de la bille 2 est un MRUA avec pour accélération, l'accélération de la pesanteur $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, exactement comme pour la bille 1. Les deux billes descendent donc sur la table au même rythme. Comme elles partent de la même hauteur en même temps, elles se cognent.

4. La gravité diluée

Tu vas maintenant montrer que sur un plan incliné, une bille roule avec une accélération qui est plus petite que l'accélération de la pesanteur et tu vas déterminer la valeur de cette accélération.

Matériel

- Une gouttière en plastique avec une marque tous les 10 cm
- Un support en fond de boîte d'allumettes pour supporter la gouttière
- Une bille
- Un chronomètre à incrément
- Une latte de 30 cm

Manipulation

Mesure la longueur totale de la gouttière : $L = \dots\dots\dots$.

Mesure la hauteur atteinte par l'extrémité supérieure de la gouttière sur son support : $h = \dots\dots\dots$.

En utilisant les relations trigonométriques dans les triangles rectangles, détermine le sinus de l'angle de la gouttière avec l'horizontale : $\sin \alpha = \dots\dots\dots$.

Avec la gouttière sur son support, pose la bille sur la gouttière et lâche-la de la marque la plus haute en démarrant en même temps le chronomètre. Incrémente le chronomètre à chaque marque atteinte par la bille.

Si tu n'as pas de chronomètre à incrément, mesure uniquement le temps mis par la bille pour parcourir les 50 cm.

Résultats

temps total t (s)	t^2	distance totale d (m)	d/t^2
		0,10	
		0,20	
		0,30	
		0,40	
		0,50	

Trouve une relation entre d/t^2 , g , $\sin \alpha$ et une éventuelle constante.

La relation est $d/t^2 = \dots\dots\dots$

Explication

Dans une chute libre, l'accélération est g . Sur un plan incliné, la composante de l'accélération de la pesanteur le long du plan incliné est $g \sin \alpha$ et la distance $d = \frac{1}{2} g \sin \alpha t^2$.

5. Course entre deux écrous

On montre encore une fois l'indépendance des composantes horizontale et verticale d'un mouvement à deux dimensions.

Matériel

- Une gouttière en plastique
- Deux écrous

Manipulation

Dispose les deux écrous au bord de la table. Place la gouttière juste derrière le deuxième écrou, de telle façon qu'en pivotant, la gouttière projette les deux écrous en-dehors de la table.

Donne un coup bref à la gouttière pour éjecter les deux écrous.

Observations

On remarque que les deux écrous

La trajectoire de l'écrou 1 est une

La trajectoire de l'écrou 2 est une

Explication

Le mouvement horizontal de l'écrou 2 est un MRU puisqu'il n'y a pas d'accélération suivant l'horizontale. Le mouvement vertical de l'écrou 2 est un MRUA avec pour accélération, l'accélération de la pesanteur $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, exactement comme pour l'écrou 1. Les deux écrous tombent donc au même rythme. Comme ils partent de la même hauteur en même temps, ils arrivent au sol en même temps.

6. Impesanteur en chute libre

Tu vas constater qu'en chute libre, des objets peuvent se comporter comme s'ils n'étaient plus soumis à la pesanteur.

Matériel

- Un pot à fromage blanc percé d'un trou
- Deux billes
- Deux élastiques
- Deux morceaux de ficelle
- Du papier collant
- Un trombone

Manipulation

Les deux élastiques, passés à travers le fond du pot et retenus par un trombone et éventuellement un nœud, sont tendus par les ficelles qui tiennent les billes à l'aide de papier collant. Les deux billes restent en équilibre à l'extérieur du pot. Pour que l'élastique soit correctement tendu, il faut que les billes parviennent juste à franchir le bord du pot quand l'élastique est étiré.

Monte sur une chaise et soulève le pot à bout de bras. Lâche-le.

Observations

Que font les billes pendant la chute ? On remarque que les billes

.....

Explication

Le pot et les billes tombent en chute libre. Ils sont tous soumis à une unique force, la pesanteur, alors que lorsque l'on tient le pot ou qu'il est posé sur la table, le pot est aussi soumis à la résistance du support (mains ou table).

En chute libre, le pot et les billes sont soumis à la même accélération et tombent au même rythme ; les billes ne peuvent plus pendre appui sur le bord du pot, les élastiques les ramènent à l'intérieur du pot.

C'est ce phénomène qui explique pourquoi les astronautes flottent à l'intérieur de la navette en orbite autour de la Terre : ils ne peuvent pas prendre appui sur le plancher de la navette car eux et la navette tombent en chute libre. Leur vitesse tangentielle à l'orbite leur permet néanmoins de ne pas s'écraser au sol !

On peut encore montrer cette apparente absence de pesanteur en chute libre de deux façons :

- laisser tomber une bouteille d'eau pleine et percée proche de sa base : l'eau cesse de s'écouler pendant la chute ;
- laisser tomber une « boîte à meuh » : il n'y a pas de son émis en chute libre !

Source

ANONYME, traduction en français de documents en allemand disponibles sur internet, par exemple à l'adresse <http://www.brg19.at/uploads/dateien/e3cec936435206c6adf4d3e271d53cd6f00827d5.pdf> consultée le 8 novembre 2012.