Mouvement d'accélération régulier

MESURE DE LA VITESSE INSTANTANEE EN FONCTION DE LA DISTANCE PARCOURUE

- Etude de mouvements d'accélération régulier en fonction de la masse d'accélération.
- Etude de mouvements d'accélération régulier en fonction de la masse accélérée.

UE1030250

10/16 MEC

NOTIONS DE BASE GENERALES

A accélération constante, la vitesse *v* et la distance parcourue *s* augmente au cours du temps *t*. Par conséquent, plus la distance parcourue est longue, plus la vitesse augmente.

Au bout du temps *t* la vitesse instantanée s'élève à

$$v(t) = a \cdot t \qquad (1)$$

et la distance parcourue à

$$s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \qquad (2)$$

Par conséquent

$$v(s) = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} \qquad (3a)$$

ou

$$v^2(s) = 2 \cdot a \cdot s \qquad (3b)$$

Ce rapport est utilisé dans le cadre de l'expérience sur le calcul de l'accélération constante *a* d'un chariot se déplaçant sur un rail à chariot. Le chariot de masse m_2 subit une accélération régulière parce que le poids constant

$$F = m_1 \cdot g \qquad (4)$$

avec $g = 9{,}81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

exerce une traction sur lui via un fil dévié.

Il faut néanmoins tenir compte du frottement du chariot sur le rail. La force de frottement

$$F_{fr} = \mu \cdot m_2 \cdot g \qquad (5)$$

est proportionnelle au poids du chariot et approximativement constante.

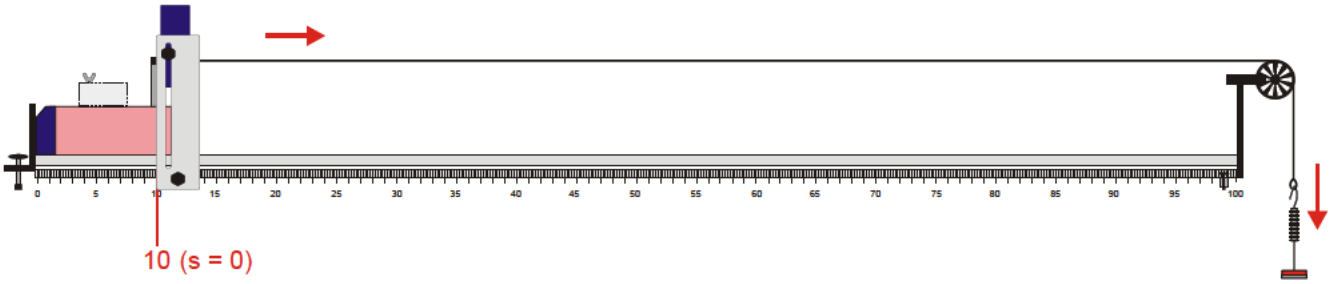

Fig. 1 :Position de départ du chariot sur le rail

A vrai dire, la masse m_1 est également accélérée. Elle peut néanmoins être laissée de côté dans le cadre de la comparaison avec m_2. Il en résulte donc :

$$F - F_{fr} = m_2 \cdot a \qquad (6)$$

ou

$$a = \left(\frac{m_1}{m_2} - \mu \right) \cdot g \qquad (7)$$

Pour la mesure de la vitesse instantanée

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \qquad (8)$$

un interrupteur fixé sur le chariot de largeur connue Δs interrompt une barrière photoélectrique au cours de l'expérience. Le temps d'interruption Δt est mesuré à l'aide d'un compteur numérique.

LISTE DES APPAREILS

1 Rail à chariot	1003318 (U35000)
1 Jeu de masses à fente	1003227 (U30031)
1 Ficelle	1001055 (U8724980)
1 Barrière photoélectrique	1000563 (U11365)
1 Compteur numérique (230V)	1001033 (U8533341-230)
ou	
1 Compteur numérique (115V)	1001032 (U8533341-115)
1 Paire de câbles de sécurité	1002849 (U13812)

MONTAGE

- Effectuer le montage de l'expérience selon le schéma de la fig. 1.
- Ajuster le rail à chariot à l'horizontale et fixer la roue à rayons qui sert de poulie de renvoi à l'extrémité droite de ce dernier.
- Utiliser le chariot sans aimants mais avec 4 supports d'aimants.
- Monter l'interrupteur long d'un diamètre de Δs = 9 mm sur le chariot et positionner celui-ci au début du rail.

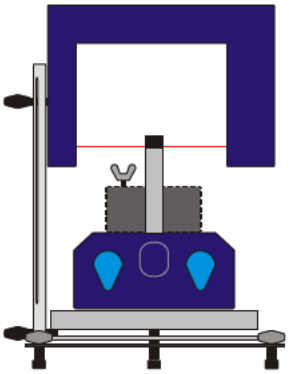

Fig. 2 Réglage de la barrière photoélectrique

- Fixer la barrière photoélectrique à l'aide du support au repère de 10 cm de l'échelle graduée du rail et la régler en hauteur de telle manière que le rayon lumineux ne soit interrompu que par l'interrupteur et pas par la vis moletée de la masse supplémentaire, lorsque le chariot se déplace, cf. fig. 2.
- Connecter la barrière photoélectrique avec la douille « A » du compteur numérique.
- Sur le compteur numérique, connecter les douilles « OUT START » (jaune) et « IN STOP » (rouge) à l'aide d'un câble d'expérimentation.
- Régler le sélecteur sur Δt_{AB} (0,0 ms).
- Régler la position de l'interrupteur sur le chariot de telle manière que la barrière photoélectrique ne soit pas encore interrompue.
- Poser la masse supplémentaire devant le chariot pour l'empêcher d'avancer.
- Couper la ficelle à une longueur de 130 cm, en fixer une extrémité à l'interrupteur et faire passer l'autre extrémité au-dessus de la poulie de renvoi, puis accrocher le plateau du jeu de masses à fente.
- Veiller à ce que la ficelle se déroule à l'horizontale du chariot vers la poulie de renvoi.

REALISATION

- Déplacer la barrière photoélectrique sur le repère de 20 cm (s = 10 cm).
- Lâcher le chariot et le laisser se déplacer à travers la barrière photoélectrique.
- Relever le temps d'interruption Δt et le noter dans le tableau 1.
- Déplacer la barrière photoélectrique sur le repère de 30 cm (s = 20 cm).
- Faire démarrer le chariot au début du rail et mesurer le temps d'interruption Δt.
- Augmenter la distance parcourue s par pas de 10 cm en déplaçant la barrière photoélectrique et renouveler les mesures.
- Ce faisant, veiller à ce que la masse d'accélération ne touche pas le sol, avant que la barrière photoélectrique ne soit interrompue.

Modification de la masse d'accélération m_1 :

- Poser la masse à fente de 10 g sur le plateau pour augmenter la masse d'accélération à m_1 = 20 g.
- Renouveler la série de mesures et noter les valeurs dans le tableau 1.

Modification de la masse d'accélération m_2 :

- Monter la masse supplémentaire de 500 g sur le chariot pour augmenter la masse d'accélération à m_2 = 1 000 g.
- Renouveler les séries de mesure en augmentant m_1 jusqu'à 40 g et notez les valeurs dans le tableau 2.

EXEMPLE DE MESURE

Tab. 1 : m_2 = 500 g

s / cm	m_1 = 10 g Δt / ms	m_1 = 20 g Δt / ms
10	52,4	34,0
20	38,1	25,0
30	31,4	20,6
40	27,6	17,6
50	24,4	16,3
60	22,3	14,4
70	20,9	13,8

Tab. 2 : m_2 = 1 000 g

s / cm	m_1 = 10 g Δt / ms	m_1 = 20 g Δt / ms	m_1 = 30 g Δt / ms	m_1 = 40 g Δt / ms
10	89,8	54,5	40,4	35,4
20	68,9	39,5	29,3	25,6
30	55,1	31,9	24,4	20,9
40	46,4	27,9	21,2	17,9
50	40,0	24,3	18,3	16,5
60	35,9	21,8	16,6	15,2
70	34,6	21,1	16,0	14,2

EVALUATION

- Calculer respectivement $v^2 = \left(\frac{9\text{mm}}{\Delta t}\right)^2$, inscrire les valeurs dans les tableaux 3 et 4 et tracer les résultats sous forme de points dans un diagramme v^2-s.

Tab. 3 : m_2 = 500 g

s / cm	m_1 = 10 g v^2 / m²/s²	m_1 = 20 g v^2 / m²/s²
10	0,030	0,070
20	0,056	0,130
30	0,082	0,191
40	0,106	0,261
50	0,136	0,305
60	0,163	0,391
70	0,185	0,425

Tab. 4 : m_2 = 1 000 g

s / cm	m_1 = 10 g v^2 / m²/s²	m_1 = 20 g v^2 / m²/s²	m_1 = 30 g v^2 / m²/s²	m_1 = 40 g v^2 / m²/s²
10	0,010	0,027	0,050	0,065
20	0,017	0,052	0,094	0,124
30	0,027	0,080	0,136	0,185
40	0,038	0,104	0,180	0,253
50	0,051	0,137	0,242	0,298
60	0,063	0,170	0,294	0,351
70	0,068	0,182	0,316	0,402

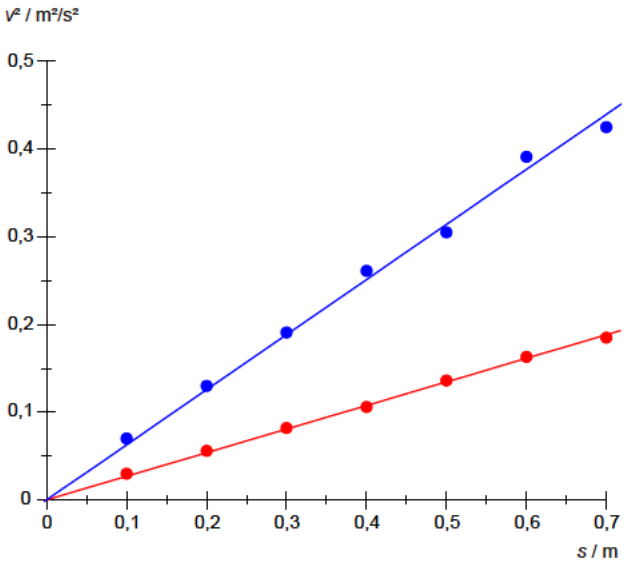

Fig. 3 Diagramme v^2-s pour m_2 = 500 g. m_1 = 10 g (●), 20 g (●)

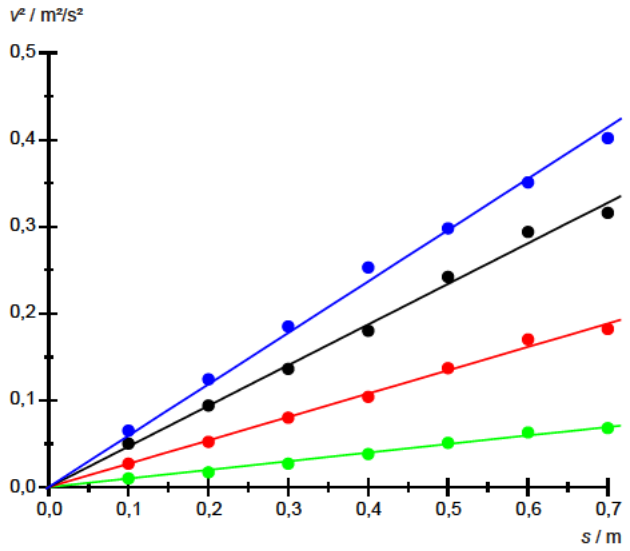

Fig. 4 Diagramme v^2-s pour m_2 = 1 000 g.
m_1 = 10 g (●), 20 g (●), 30 g (●), 40 g (●)

- Adapter les origines aux points de mesure sur les fig. 3 et 4.
- Calculer les accélérations a à partir des pentes des origines et inscrire les valeurs dans le tableau 5.
- Tracer les valeurs dans un diagramme et adapter les droites selon l'équation (7).

Tab. 5: Valeurs calculées à partir des pentes des droites des figures 3 et 4 pour l'accélération a

m_1 / g	m_2 / g	m_1/m_2	a / m/s²
10	500	0,02	0,134
20	500	0,04	0,314
10	1 000	0,01	0,049
20	1 000	0,02	0,135
30	1 000	0,03	0,234
40	1 000	0,04	0,296

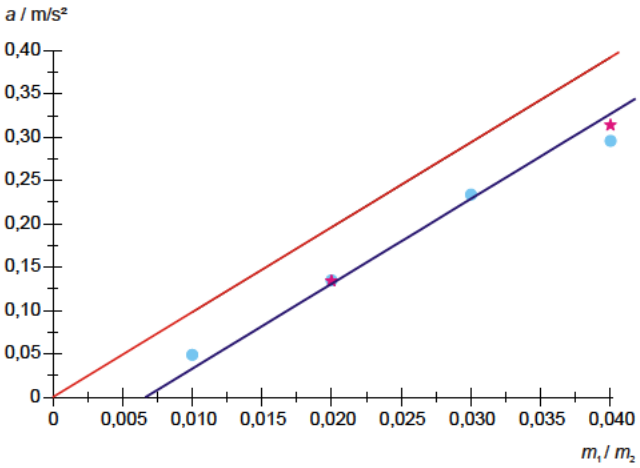

Fig. 5 Accélération a en fonction du rapport de masse m_1/m_2.
$a = m_1/m_2 * g$ (▬),
$a = (m_1/m_2 - \mu) * g$ (▬), m_2 = 500 g (★), 1 000 g (●)

La fig. 5 montre la fonction existant entre l'accélération et le rapport de masse m_1/m_2. Les valeurs de mesure se situent approximativement sur celles d'une droite calculée selon l'équation (7) avec μ = 0,0069.

RESULTAT :

A accélération constante, le carré de l'accélération instantanée est proportionnel à la distance parcourue. Dans le cadre d'une évaluation quantitative, il est également nécessaire de tenir compte du frottement. A des vitesses réduites, il est approximativement constant et proportionnel au poids du chariot sur rail.

© Copyright 2016 3B Scientific GmbH