

JEULIN**CHUTE LIBRE**

ACCESSOIRES POUR ETUDE DE LA CHUTE LIBRE

Référence : 332 003

- Déclenchement de l'horloge au départ du mobile (et non à la coupure de l'électro-aimant dont les effets d'induction sont, par ailleurs, annulés grâce à un dispositif diode-résistance).
- Absence de rémanence : le noyau de l'électro-aimant n'est pas en contact avec le mobile.
- Arrêt de l'horloge à la rupture du circuit entre deux contacts en argent, provoquée par le choc amorti du mobile.

PRINCIPE-DESCRIPTION**1. PRINCIPE**

Un électro-aimant sous tension, maintient une bille dans une position de repos. Cette pièce ferme le contact du circuit départ de l'horloge électrique ou électronique.

Quand on ouvre le circuit de l'électro-aimant, le mobile est libéré simultanément, le contact étant rompu, l'horloge démarre.

Celle-ci s'arrête quand la bille, après avoir parcouru la distance étudiée, rencontre une plaque montée sur potence aimantée : sous le choc cette dernière glisse verticalement sur une lame en acier (absorbant une partie de l'énergie cinétique du mobile) et ce déplacement ouvre aussitôt les contacts argentés du circuit arrêt de l'horloge.

2. COMPOSITION

- Colonne en alliage léger, sérigraphiée sur toute sa longueur. Elle porte une échelle formée de plages de 5 cm alternativement noires et claires. Cette colonne se fixe verticalement sur un socle en fonte, à vis calantes. Une échelle transparente, graduée au millimètre, permet de repérer la position exacte du mobile à l'arrêt de l'horloge.
- Dispositif départ-horloge constitué d'un électro-aimant solidaire d'un bloc en altuglass, et d'un système de serrage sur la colonne.

Remarque : Une pièce supplémentaire vient s'enficher sous l'électro-aimant. C'est une plaquette munie d'un trou servant au positionnement de la bille (ou d'une masse à extrémité sphérique) qui ferme les deux contacts en cuivre reliés au départ-horloge.

- Dispositif arrêt-horloge constitué d'une plaque formant "panier" avec couvercle percé d'un trou.
- 1 bille en acier nickelé \varnothing 16 mm.
- 1 fil à plomb
- Accessoires :
 - . 1 jeu de fils de connexions (un rouge et un noir, deux marrons, deux blancs avec fiches bananes et cosses plates)
 - . 1 socle à vis calante
 - . 1 colonne avec trou vissé
 - . 1 électro-aimant sur support
 - . 1 plaquette céloron
 - . 1 support arrivée
 - . 1 panier de réception
 - . 1 fil à plomb
 - . 1 plaque d'arrêt des surcharges
- Accessoires complémentaires :
 - . 1 compteur de temps : Chronocompteur numérique Réf. 351 030
 - . 1 source de courant pour alimentation de l'électro-aimant Réf. 281 080.

3. MISE EN SERVICE

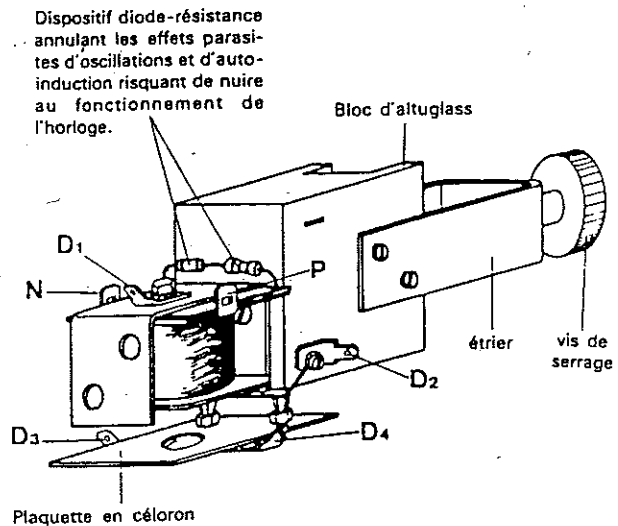
Montage et réglage de la verticalité de la colonne (à faire avec soin)

- Montez les vis calantes dans les trous taraudés du socle en fonte, puis la colonne sur le socle, en serrant l'écrou à l'aide d'une clé de 17.
- Placez le dispositif d'arrivée avec le panier de réception, couvercle fermé, vers la position 125 cm.
- Introduisez, au sommet de la colonne, l'électro-aimant, avec la plaquette de céloron disposé en dessous. Mettez-la sous tension en faisant attention aux polarités.
- Disposez la partie cylindrique du fil à plomb dans le trou de la plaquette, et agissez sur les vis calantes du socle pour amener la pointe au milieu du trou du couvercle.

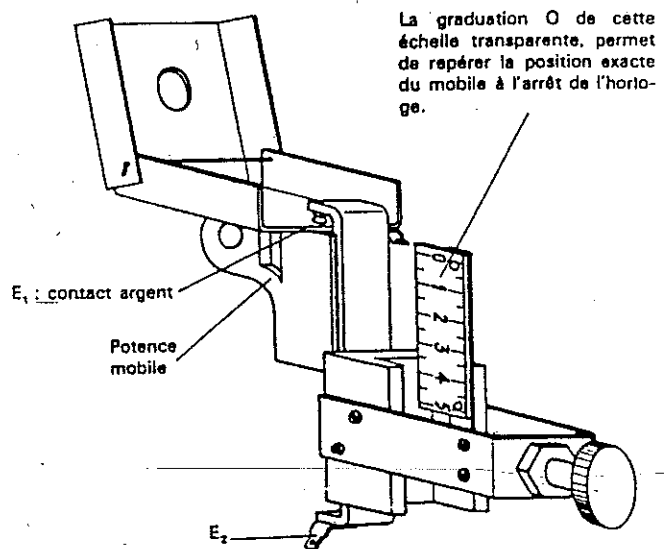
Branchements électriques

- Alimentation de l'électro-aimant : Utilisez des fils de connexion rouge et noir. N et P vers alimentation 6 V.
Attention : Respectez les polarités sous peine de détruire le dispositif diode-résistance.

- 7 Dispositif départ-horloge :
Utiliser les fils de connexion marrons D₃ , D₄ vers bornes de départ-horloge pour utilisation en chute libre.



- Dispositif arrêt-horloge :
Utiliser les fils de connexion blancs.
Contacts argentés fermant le circuit arrêt de l'horloge.
Assurez-vous bien, avant chaque manipulation, que ces 2 plots sont en contact.



Maintenance en cas de non déclenchement de l'horloge :

- Vérifiez que la bille ou la partie hémisphérique du cylindre, ou le levier-frein, ferme bien le circuit départ-horloge, sinon, passez un chiffon (ou un pinceau) doux, imprégné de solvant (trichloréthylène ou alcool).
- Assurez-vous que le panier de réception, ou la plaque arrêt, bute bien contre le contact argenté du support arrivée.
- Vérifiez enfin qu'aucun parasite ne se fait entre la plaque arrêt, ou celle du panier de réception, et les plots en acier de l'aimant de la potence.

MANIPULATIONS

1. BUT

Vérifiez que le mouvement est uniformément accéléré.
Calculez g .

2. MATERIEL NECESSAIRE

- Chute libre Réf. 332 003
- Alimentation 6V= Réf. 281 080
- Chronocompteur Réf. 351 030

3. MODE OPERATOIRE

- Introduisez :
 - . le support arrivée, l'échelle transparente disposée vers le haut et en avant de la colonne.
 - . l'électro-aimant, la plaquette de celoron encliquetée vers le bas, la vis de serrage étant du même côté que celle du support arrivée.
- Positionnez soigneusement le panier de réception sur le support arrivée
- Banchements électriques :
 - . électro-aimant (attention aux polarités)
 - . système départ-horloge (fiche de la plaquette en celoron)
 - . le système arrêt-horloge.
- Réglez la position de l'électro-aimant de manière que la partie inférieure de la bille corresponde au zéro de l'échelle lorsqu'elle est maintenue par l'électro-aimant.
Pour cela, amenez le fond du panier de réception (couvercle ouvert), les plots argentés en contact, à toucher la bille retenue par l'électro-aimant/panier de réception avec son support, jusqu'à ce que la graduation 0 de l'échelle transparente soit sur la position 0 de la colonne.
- Vissez le support arrivée, puis celui de l'électro-aimant que l'on ne déplacera plus.
- Réglez la verticalité de la colonne
- Disposez le panier de réception à diverses hauteurs (entre 30 et 135 cm) et notez la durée de la chute correspondante.

5. RESULTATS

e (mètre)	0,400	0,800	1,200
t (seconde)	0,286	0,402	0,494
t ² (s ²)	0,0818	0,1616	0,2440
2e/t ² (m s ⁻²)	9,78	9,82	9,84

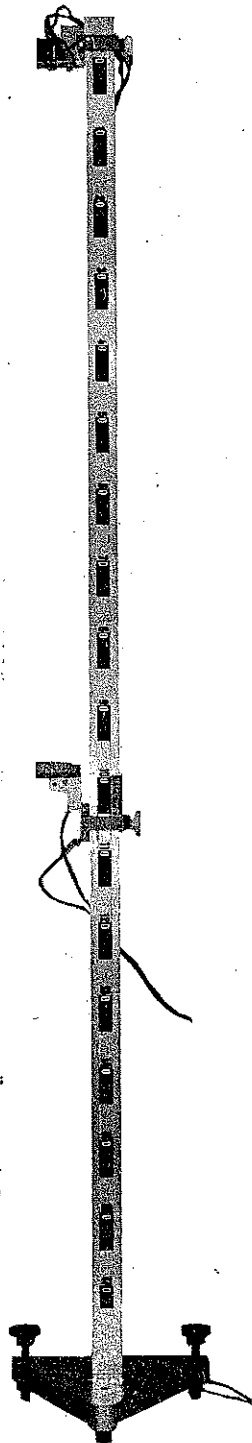
- Précision des mesures : - Incertitude sur e : 1 mm
 - Incertitude sur t : 0,001 à 0,002 s.
 - Précision sur g : 0,5 à 1 %

Au lieu de calculer g , on peut tracer la courbe $e = f(t^2)$ et déduire de la pente de la droite, la valeur de l'accélération.

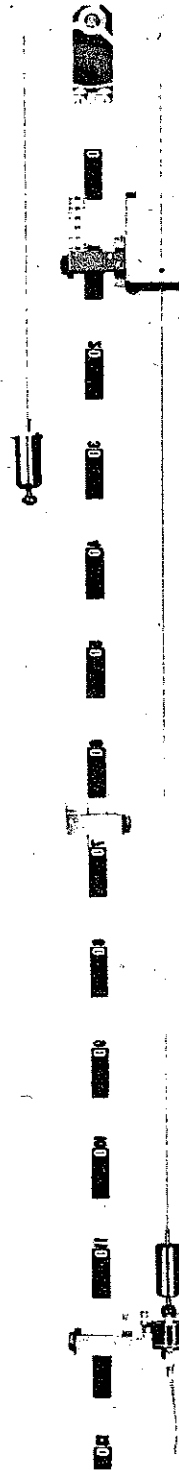
ENSEMBLE POUR L'ÉTUDE

- de la chute libre
- de la chute ralentie
- de la dynamique de la rotation

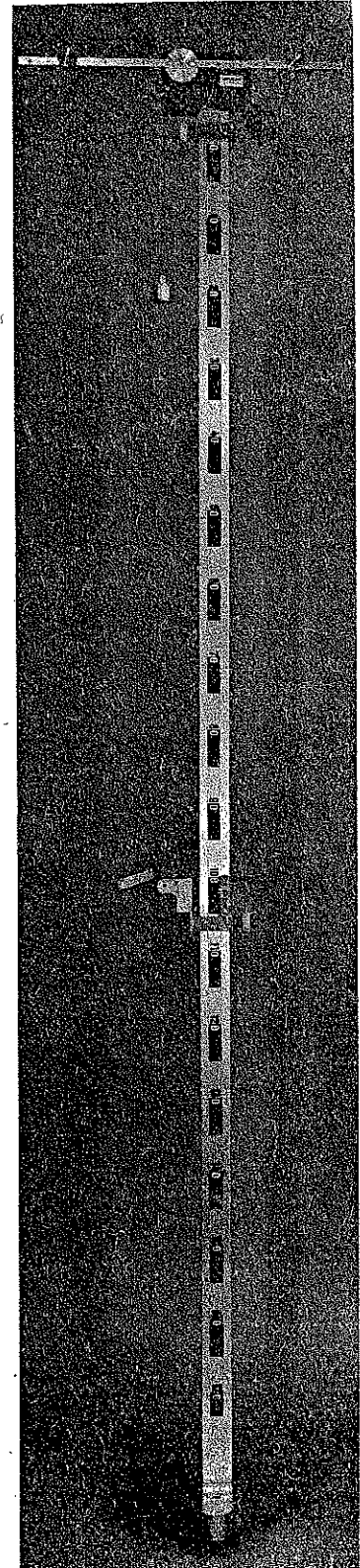
M 2015 — M 2016 — M 2017



M 2015



M 2015+M 2016



M 2015 + M 2017

I COMPOSITION :

	Matériel nécessaire pour l'étude de la chute libre	Mat. nécessaire pour l'étude de la chute ralentie	Mat. nécessaire pour l'étude de la dynamique de la rotation
Ensemble Réf. M2015			
1 socle à vis calante.	x	x	x
1 colonne en alliage léger.	x	x	x
1 électroaimant sur support	x	x	x
1 support interrupteur d'arrivée.	x	x	x
1 panier de réception.	x	x	x
1 fil à plomb.	x	x	x
1 bille.	x		
6 fils avec fiches bananes et cosses plates.	x	x	x
1 plaque d'arrêt des surcharges		x	x
Ensemble Réf. M2016			
2 masses de 200 g. avec hémisphère et ressort.		x	
1 fil de liaison des masses.		x	
5 surcharges de 10 g.		x	
1 poulie évidée avec plaque support.		x	
2 vis moletées.		x	
Ensemble Réf. M2017			
1 plaque d'arrêt interrupteur.		x	
1 bloc dynamique de la rotation.			x
1 jeu de masses.			x
1 masse de 200 g.			x
1 fil de liaison.			x
2 vis moletées.			x

ACCESSOIRES COMPLÉMENTAIRES NÉCESSAIRES POUR LA RÉALISATION DES EXPÉRIENCES :

- E 4015 : Générateur 6 V continu ,
- E 1021 : Interrupteur ordinaire,
- Di 154 : Horloge électrique.

II - ÉTUDE DE LA CHUTE LIBRE.

1) - Montage des éléments.

- Monter les vis calantes dans les trous taraudés du socle en fonte,
- Vissez la colonne sur le socle à l'aide d'une clé de 17 (l'écrou nécessaire est vissé en bout de colonne).
- Introduire le support-interrupteur d'arrivée sur la colonne, la languette de contact étant disposée vers le bas.
- Introduire au sommet de la colonne l'électroaimant sur son support, la partie en céloron supportant la bille vers le bas.
- Positionner le panier de réception, couvercle ouvert, sur l'interrupteur d'arrivée.

2) - Branchements électriques :

a) Electroaimant :

- Utilisez les connexions rouges et noires,
- Relier la connexion rouge au repère + de l'électroaimant et à la borne positive d'un générateur continu 6 V. (E 4015 par exemple) par l'intermédiaire d'un interrupteur (E 1021 par exemple),
- La connexion noire repère reliera le pôle - du générateur au repère - de l'électroaimant.

Important :

L'électroaimant comportant un système diode résistance annulant les effets parasites d'oscillation et d'auto-induction il est important, sous peine de destruction du système de respecter les polarités.

b) Système départ :

- Utiliser les connexions bleues,
- Relier les 2 cosses plates de la partie en céloron supportant la bille aux 2 bornes « départ » du système de comptage, (horloge électrique Di 154 ou horloge électronique Di 160).
- La bille en quittant son support coupe le circuit qui déclenche le système de comptage.

c) Système arrivée :

- Utiliser les connexions rouges,
- Elles seront disposées, l'une à la cosse plate du panier de réception et l'autre à celle de l'interrupteur d'arrivée et relieront les bornes « arrivée du système de comptage ».

Important :

Bien remonter le panier récepteur en butée contre la pastille en argent de l'interrupteur d'arrivée pour fermer le circuit.

3e) Mise en position de l'électroaimant.

Pour une lecture directe de la hauteur de chute de la bille il est nécessaire que l'électroaimant soit positionné de telle façon que la partie inférieure de la bille corresponde au « zéro » de l'échelle lorsqu'elle est maintenue par l'électroaimant.

Pour cela, remonter le support interrupteur d'arrivée, le couvercle du panier de réception étant ouvert, afin que le fond du panier touche la bille attirée par l'électroaimant puis déplacer l'ensemble constitué par l'électroaimant et le panier de réception jusqu'à ce que l'index du support interrupteur d'arrivée soit sur la position « zéro ».

On ne déplacera plus alors l'électroaimant.

4) Réglage de verticalité :

Descendre l'interrupteur d'arrivée sur la position 1,25 m, accrocher la partie hémisphérique du fil à plomb à la place de la bille, l'électroaimant étant sous tension, le fil à plomb indiquera la verticale, agir sur les vis calantes pour amener la pointe de ce dernier au milieu du panier de réception.

5) Maintenance :

En cas de non déclenchement du système de comptage divers contrôles doivent être effectués sur l'appareil.

- a) S'assurer que la bille ferme bien le circuit départ, sinon frotter avec une toile fine la bille et sa base de départ en laiton.
- b) S'assurer que le panier de réception est bien remonté en butée contre la pastille en argent.
- c) S'assurer qu'aucun grain de limaille de fer ne fait pas de contact parasite sous les pôles de l'aimant du panier de réception.

III - MACHINE D'ATWOOD.

1) Montage des éléments.

(On suppose la colonne démunie de tous ses accessoires).

- a) Introduire l'ensemble électroaimant, la partie en céloron étant orienté vers le haut, jusqu'au niveau 100 cm de l'échelle.
- b) Introduire l'interrupteur d'arrivée de telle sorte que le plat d'acier nickelé soit du même côté de la colonne que l'électroaimant, la languette de contact étant orientée vers le haut.
- c) Fixer l'interrupteur vers la position 50.
- d) Introduire éventuellement la plaque d'arrêt des surcharges au sommet de la colonne (position 0 de l'échelle) de telle sorte que la vis de serrage soit du même côté de l'électroaimant par rapport à la colonne.
- e) Fixer la poulie au sommet de la colonne en utilisant les 2 vis moletées et les écrous (bien serrer).
- f) Placer la plaque d'arrêt interrupteur sur l'interrupteur d'arrivée, la plaque vers le bas en butée contre le contact en argent.
- g) Monter les 2 masses de 200 g avec leur fil de liaison, ce dernier passant dans le trou de la plaque d'arrêt.
- h) Utiliser une des masses pour régler la verticalité.
- i) Les surcharges seront placées sous les masses, sauf dans le cas de l'étude du mouvement uniforme (dans ce cas, sur les masses).

2) Branchements électriques :

Les branchements sont identiques à ceux effectués pour la chute libre (le panier de réception est remplacé par la plaque d'arrêt interrupteur). On se reportera donc aux pages précédentes.

IV - DYNAMIQUE DE LA ROTATION :

A) Mise en oeuvre.

1) Montage des éléments :

(On suppose la colonne démunie de tous ses accessoires).

- a) Introduire l'interrupteur d'arrivée, le plateau en acier nickelé étant à gauche de l'échelle, la languette de contact étant orientée vers le bas et le fixer vers la position 70 de l'échelle.
- b) Placer le panier de réception, couvercle ouvert sur l'interrupteur.
- c) Introduire la plaque index, plaque à gauche et l'amener sur la position 10.
- d) Introduire l'ensemble électroaimant au sommet de la colonne, l'électroaimant se trouvant à droite de l'échelle et les languettes de contact étant orientées vers le bas, ôter la partie en céloron utilisée pour la chute libre et la machine d'Atwood.
- e) Visser au sommet de la colonne l'ensemble dynamique de la rotation, la masse motrice descendant à gauche de l'échelle.
- f) Remonter le bloc électroaimant juste sous l'ensemble dynamique de la rotation.

2) Branchements électriques :

a) Electro-aimant.

Le montage est identique à celui décrit dans le paragraphe « chute libre ».

b) Système départ.

Le contact est établi par le levier frein entre le noyau et l'aiguille ressort située à une extrémité de l'électroaimant. On utilisera donc les connexions bleues pour relier la cosse située en haut du noyau de fer de l'électroaimant et la cosse située sur le côté du bloc en altuglas (contact aiguille) aux 2 bornes « départ » du système de comptage (l'horloge électrique, D: 154 suffit).

c) Système arrivée.

(Voir paragraphe « chute libre »).

3) Mise en position de l'électroaimant.

L'électroaimant étant sous tension, descendre ce dernier jusqu'à la limite de rupture du contact départ afin d'optimiser l'efficacité du système de freinage destiné à immobiliser l'ensemble lorsque l'électroaimant est sous tension.

Attention : Le réglage de position de l'électroaimant influe directement sur la précision des résultats.

4) Réglage de verticalité

Bloquer la masse motrice juste au-dessus du panier récepteur et agir sur les vis calantes pour régler la verticalité.

5) Précaution en cours de manipulation.

Il est important de bien réembobiner conjointement le fil sur la poulie. Un chevauchement du fil, provoque une différence appréciable sur la mesure du temps.

On prendra garde également à n'utiliser le frein que pour maintenir en position départ l'ensemble - Il ne faut pas tourner le bras, le frein étant mis en place sous peine de détruire rapidement le joint torique. Ce dernier peut être échangé sur simple demande.

COMPTE-RENDU DE TRAVAUX PRATIQUES RÉALISÉS AVEC LES ENSEMBLES M 2015 - M 2016 - M 2017.

Compte-rendu de travaux pratiques réalisés avec les ensembles M 2015 - M 2016 - M 2017.

I – ETUDE DE LA CHUTE LIBRE :

But de la manipulation :

- Tracer les courbes du mouvement : $e = f(t)$, $e = f(t^2)$ et vérifier que le mouvement est uniformément accéléré.
- Calculer g .

Montage.

Procédez comme indiqué plus haut. On rappelle qu'on bloque l'électroaimant dans une position telle que la bille étant fixée sous l'électroaimant, celui-ci n'étant pas alimenté elle soit en contact avec le panier récepteur, il se trouve en face de la graduation zéro. On descend ensuite le panier récepteur de 5 cms en 5 cms et on mesure les temps de chute.

Le tableau ci-dessous nous donne les résultats trouvés.

e	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
t	0,102	0,143	0,175	0,202	0,226	0,247	0,286	0,319
t ²	0,0104	0,02074	0,03062	0,0409	0,05108	0,0611	0,08178	0,1017
$\frac{2e}{t^2}$	9,610	9,780	9,796	9,780	9,789	9,835	9,780	9,827

La valeur moyenne est $g = 9,82 \text{ m/s}^2$ soit une erreur de 1 %.

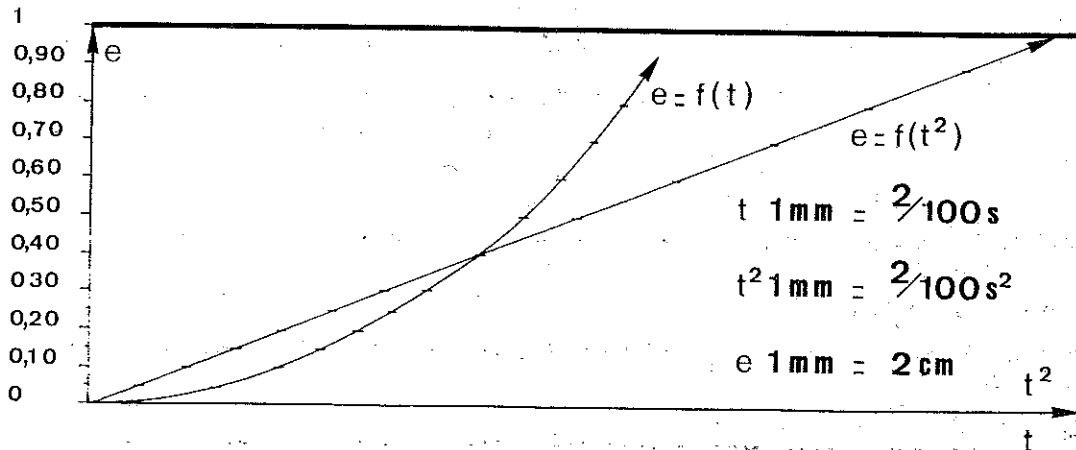
Le mouvement est uniformément accéléré.

Si $\Delta e = 1 \text{ mm}$ et $\Delta t = \dots, 1/1000 \text{ s}$ on a

Nous pouvons également tracer les graphes $e = f(t)$ et $e = f(t^2)$.

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta e}{e} + \frac{2 \Delta t}{t} = 5,5/1000 \text{ soit } \Delta g = 0,065 \text{ m/s}^2.$$

Nous pouvons également tracer les graphes $e = f(t)$ et $e = f(t^2)$.



L'accélération se déduit de la droite.

$e = f(t^2)$

Le point $e = 0,980 \text{ m}$. nous donne $\gamma = \frac{2e}{t^2} = 9,80/\text{s}^2$.

$t^2 = 2 \text{ s}^2$

II - ETUDE DE LA CHUTE RALENTIE

BUT.

Une machine d'atwood est principalement constituée par deux solides A et B de masses égales M qui sont reliées par un fil inextensible et de masse négligeable passant sur une poulie de moment d'inertie J et de rayon R.

Les solides A et B peuvent porter des surcharges de masses m_A et m_B .

Posons : $m = m_A - m_B$ (On suppose $m_A > m_B$)

On montre que l'ensemble est alors soumis à une accélération :

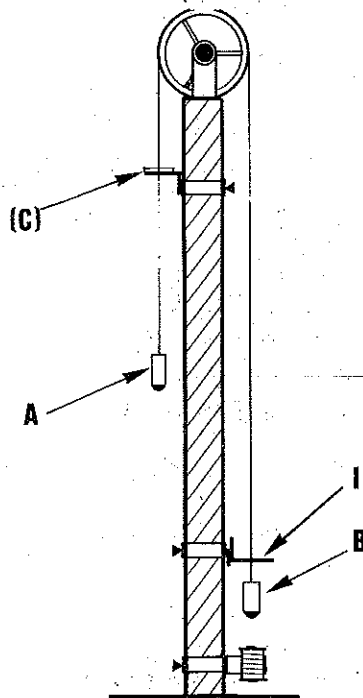
$$\gamma g = \frac{m}{2M + m + \frac{J}{R^2}}$$

Nous nous proposons de vérifier cette formule en montrant :

- 1.— Que le mouvement est uniformément accéléré.
- 2.— Que l'accélération est proportionnelle à la masse des surcharges m.
- 3.— Que si les surcharges sont ôtées au cours de la chute, le mouvement devient uniforme.

MONTAGE :

(Voir figure 1).



Descendre l'électro-aimant le plus bas possible. Amener le cylindre C_1 en contact avec l'électro-aimant.

Placer l'interrupteur I à la graduation 120, et, modifier la position de l'électro-aimant de façon que le sommet de la masse B touche I.

La graduation 120 représentera donc le zéro des espaces.

On fera varier l'espace parcouru en modifiant la position de 1, le curseur évidé n'est pas utilisé : on le place vers la graduation 60 cm.

PREMIERE EXPERIENCE :

On place sous A une surcharge de 10 g et on place successivement l'interrupteur à 5 (115...) - 10 (110...) etc... - 50 graduations 70 cm).

On note les temps correspondants.

e	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
t_s	0,95	1,35	1,65	1,905	2,125
t^2	0,9025	1,822	2,722	3,629	4,516
$\gamma = \frac{2e}{t^2}$	0,2216	0,2195	0,2204	0,2204	0,2214

La valeur moyenne de γ est donc :

$$\gamma_m = 0,2206 \text{ m/s}^2.$$

$$\text{et : } \frac{\Delta \gamma}{\gamma} = \frac{10}{2.206} = 0,5\%$$

$$\text{soit encore : } \frac{\Delta \gamma}{\gamma} = \frac{\Delta e}{e} + \frac{2 \Delta t}{t} \quad \text{or } \Delta e = 2 \text{ mm ; } \Delta t = \frac{5 \text{ s}}{1000}$$

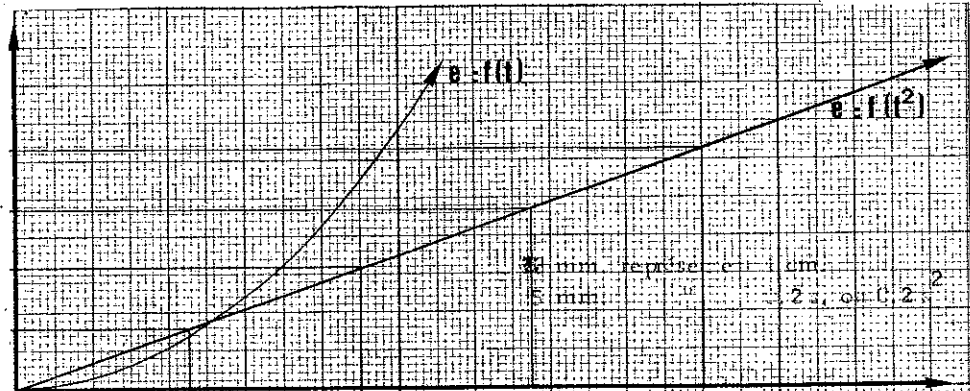
$$\frac{\Delta \gamma}{\gamma} = \frac{2}{500} + 2 \cdot \frac{5}{2.125} = 0,9\%$$

Le mouvement est donc uniformément accéléré ; nous vérifions le principe de la force constante.

Remarque :

Nous pouvons aussi tracer les graphes : $e = f(t)$ et :

$e = f(t^2)$



$e = f(t^2)$ est une droite ; l'accélération s'en déduit, soit : $\gamma = 0,221$.

SECONDE EXPÉRIENCE :

On place 3 surcharges sous A ($m_A = 30 \text{ g}$) et 2 sur B ($m_B = 20 \text{ g}$).

Puis 4 surcharges sous A ($m_A = 40 \text{ g}$) et 1 sur B ($m_B = 10 \text{ g}$).

5 surcharges sous A ($m_A = 50 \text{ g}$) et 0 sur B ($m_B = 0$).

On réalise ainsi plusieurs forces motrices, la masse totale entraînée restant constante.

On mesure le temps mis pour parcourir 50 cm.

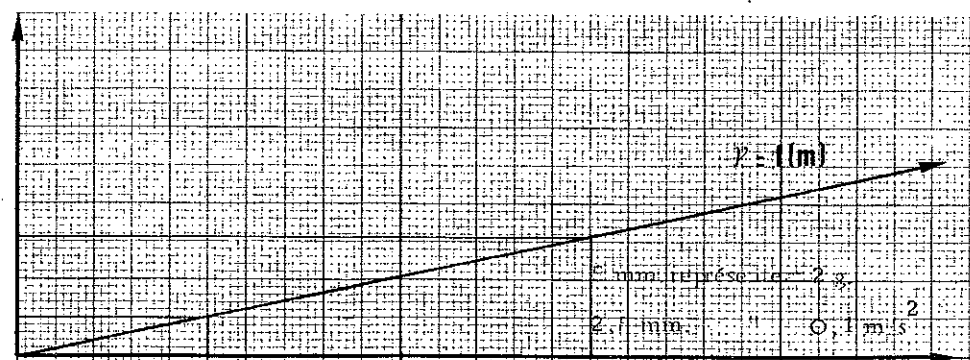
Résultats obtenus.

m_A	kg	0,03	0,04	0,05
m_B		0,02	0,01	0
$m = m_A + m_B$		0,01	0,03	0,05
t s		2,143	1,241	0,969
γ m/s ²		0,2177	0,6493	1,065
$\frac{\gamma}{m}$		21,77	21,64	21,30

Posons $\frac{\gamma}{m} = a$; la valeur moyenne de $\frac{\gamma}{m}$ est donc : $a_m = 21,57 \text{ m/s}^2 \text{ kg}^{-1}$.

$$\text{Et : } a = \frac{\Delta a}{a} = 1\%$$

Nous pouvons tracer la courbe $\gamma = f(m)$, m représente la masse de traction. Nous obtenons une droite.



La proportionnalité de l'accélération à la masse de traction est donc vérifiée.

TROISIEME EXPERIENCE : (mouvement uniforme).

On place 4 surcharges sur la masse A ; la position de l'électroaimant est inchangée.

Plaçons I à la graduation 110 et amenons B au contact de 1.

On règle alors le curseur évidé (C) de façon telle que les surcharges s'effleurent.

En effectuant une première mesure, nous obtenons le temps t_1 du parcours uniformément accéléré, la masse de traction étant de 40 g.

Plaçon I à 105. On note le temps t_2 .

Le mouvement se décompose en un mouvement uniformément accéléré de 10 cm. (Les surcharges sont arrêtées par le curseur évidé) et en un mouvement sans force de traction de 5 cm = e.

Le temps mis pour parcourir ces 5 cm, est donc : $t_2 - t_1 = t$.

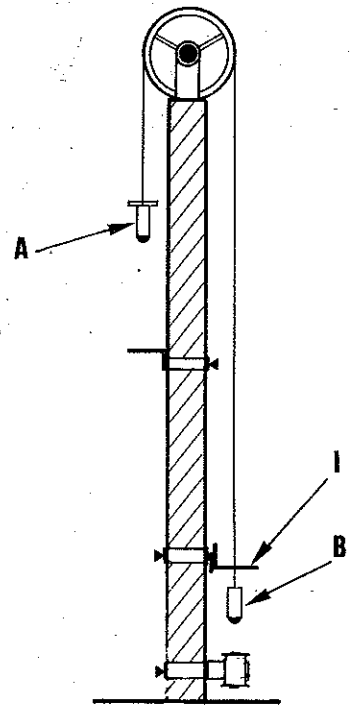
On reprend alors la même mesure en plaçant I à 100 cm..

On obtient le tableau de mesure suivant :

e = espace parcouru sans force de traction.

t = temps mis pour parcourir e = $t_2 - t_1$.

e_m	0,05	0,1	0,15	0,20	0,30
t s	0,120	0,240	0,365	0,485	0,730
$\frac{e}{t}$	0,4167	0,4167	0,4110	0,4124	0,4110



Valeur moyenne de $\frac{e}{t} = 0,4135$ m/s.

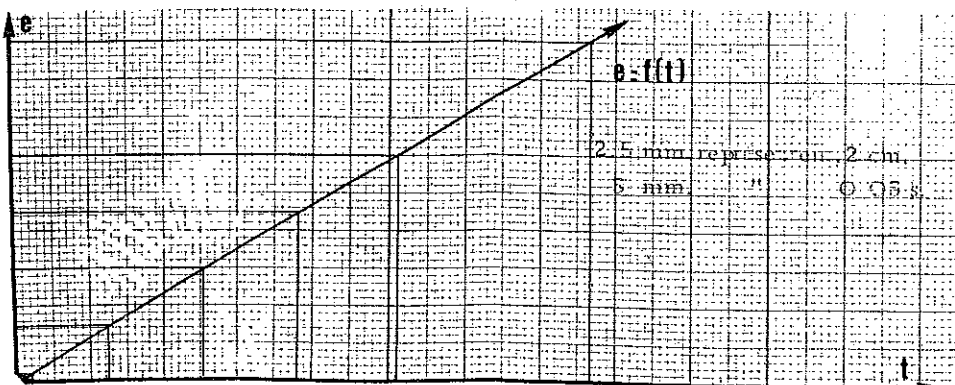
soit : $\Delta \left(\frac{e}{t} \right) = \frac{0,0032}{0,4135} = 0,8\%$

ou encore : $\frac{\Delta \left(\frac{e}{t} \right)}{\frac{e}{t}} = \frac{\Delta e}{e} + \frac{\Delta t}{t}$

$= \frac{2}{200} + \frac{5}{1000} = \frac{10}{1000} + \frac{10}{1000} = 2\%$

$\frac{e}{t}$ peut donc être considéré comme constant : le mouvement est donc rectiligne uniforme.

REMARQUE : Nous pouvons tracer la courbe $e = f(t)$; nous obtenons une droite ce qui confirme le résultat précédent.



III - ETUDE DE ROTATION

BUT :

L'appareil constitué par les références M 2015 et M 2017 comprend principalement un solide de révolution qui peut tourner autour de son axe horizontal Δ ; il soutient un solide S de masse M = 200 g. par l'intermédiaire d'une corde de masse négligeable enroulée sur une poulie.

Ce solide porte une tige t perpendiculaire à Δ ; des masses égales m peuvent être placées sur t, symétriquement par rapport à Δ .

Le système étant abandonné sans vitesse initiale, on se propose de déterminer la nature du mouvement de S, (donc du solide en rotation) et les influences des masses m et de leurs distances d par rapport à Δ .

REMARQUE :

r rayon des cylindres de masse m, r rayon de la poulie.

J_0 moment d'inertie du solide de révolution et de la tige t.

Le moment d'inertie de l'ensemble en rotation est alors :

$$J = J_0 + m r^2 + 2 m d^2$$

Et l'accélération γ de S liée à l'accélération angulaire O'' du solide de révolution par la relation $\gamma = r O''$ est :

$$= \frac{M}{M + \frac{J}{r^2}} g$$

On en déduit :
$$\frac{1}{\gamma} = \frac{1}{g} + \frac{1}{g} \frac{J}{MR^2} = \frac{1}{g} + \frac{1}{g} \frac{J_0}{MR^2} + \frac{1}{g_0 MR^2} (MR^2 + 2Md)^2$$

Si m = 0
$$\frac{1}{\gamma} = \frac{1}{g} + \frac{1}{g} \frac{J_0}{MR^2}$$

Si d constante
$$\frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\gamma_0} + k = k' d^2$$

PREMIERE EXPERIENCE :

Le solide en rotation sans ses masses additionnelles est soumis à l'action d'une force constante qui est le poids de la masse tombante.

On place l'interrupteur à la distance 20 cm. et on y fait retomber la masse tombante. L'extrémité supérieure de cette masse pourra être repérée à l'aide du curseur évidé, (plaque d'arrêt des surcharges) afin de faciliter la remise au zéro du système.

Placer ensuite successivement l'interrupteur à 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, et 60 cm. du zéro du système c'est-à-dire à 25 cm.....

Noter les temps correspondants à ces parcours.

Le tableau ci-dessous nous donne les résultats obtenus.

e_m	$5,10^{-2}$	0,1	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
t_s	0,315	0,445	0,550	0,635	0,770	0,900	1,005	1,105
t^2	0,09922	0,1980	0,3025	0,4032	0,593	0,810	1,01	1,221
$\frac{2e}{t^2}$	1,0080	1,0100	0,9917	0,9920	1,0120	0,9877	0,9900	0,9843

La dernière rangée nous donne une valeur moyenne.

$$\gamma = 0,997 \text{ m/s}^2$$

Le mouvement est donc uniformément accéléré et on a $\frac{\Delta \gamma}{\gamma} = \frac{15}{997} = 1,5 \%$.

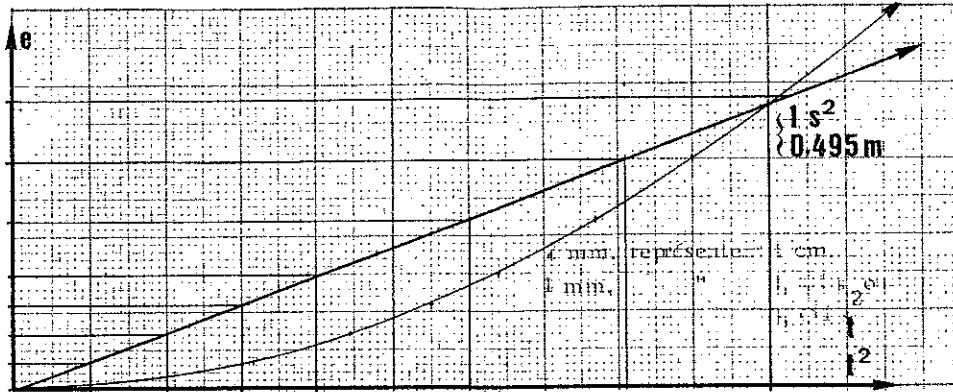
ou encore :
$$\frac{\Delta \gamma}{\gamma} = \frac{\Delta e}{e} + a \frac{2\Delta t}{t} \quad \Delta e = 2 \text{ mm} \quad \Delta t = 5/1000 \text{ s}$$

$$= \frac{2}{500} + \frac{2 \times 5}{1.000} = 1,4 \%$$

REMARQUE :

Nous pouvons également tracer les graphes $e = f(t)$ et $e = f(t^2)$.

L'accélération se déduit du second graphe qui est une droite : $\gamma = 0,990 \text{ m/s}^2$.



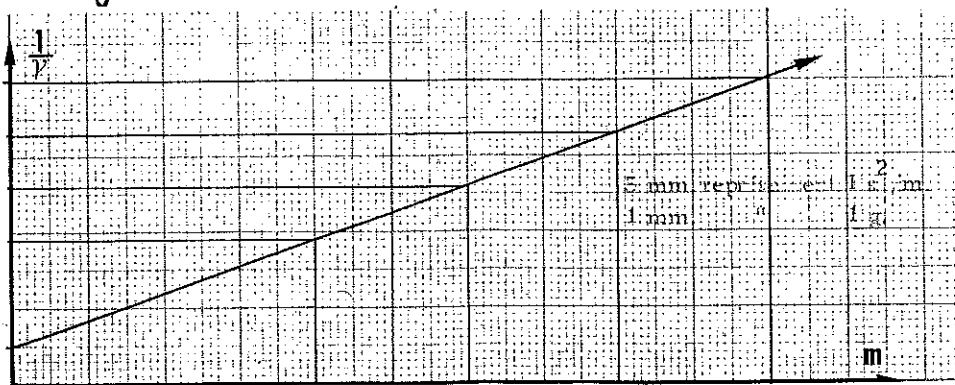
DEUXIEME EXPERIENCE :

On place l'interrupteur à 50 cm. (70 cm), du zéro des abscisses et on fixe successivement différentes masses m à 20 cm. de Δ sur la tige t .

Le tableau ci-dessous nous donne les différents temps de parcours obtenus.

m kg	0,040	0,060	0,080	0,100
t	1,950	2,275	2,555	2,815
t^2	3,803	5,175	6,530	7,925
$\frac{1-t^2}{\gamma 2e}$	3,803	5,175	6,530	7,925

On trace le graphe $\frac{1-t^2}{\gamma} = f(m)$.



On obtient une droite qui coupe l'axe des ordonnées au point $1 \text{ s}^2/m$

Ainsi $\frac{1}{\gamma}$ est proportionnel à m et coupe l'axe des ordonnées, au point $1 \text{ s}^2/m$.

On vérifie ainsi que $\frac{1}{\gamma_0} \approx 1 \text{ s}^2/m$.

TROISIEME EXPERIENCE.

On opère comme dans la 2e expérience mais avec $m = 0,1$ kg et en faisant varier la distance des masses additionnelles à l'axe. On prend successivement $d = 5, 10, 15, 20$ centimètres.

Le tableau ci-dessous nous donne les résultats obtenus.

d_m	0,05	0,10	0,15	0,20
t	1,225	1,665	2,225	2,815
t^2	1,501	2,772	4,950	7,925
$\frac{t}{2} = \frac{1}{\delta}$	1,501	2,772	4,950	7,925
d^2 m^2	0,0025	0,01	0,0225	0,04

On trace le graphe $\frac{1}{\delta} = f(d^2)$. On obtient une droite. $\frac{1}{\delta}$ est donc proportionnel à d^2 .

