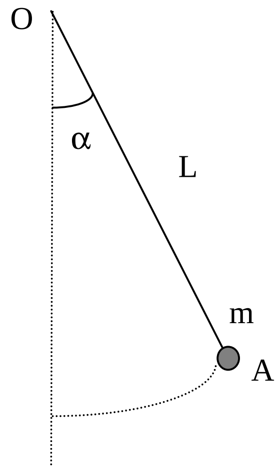
ETUDE D'UN PENDULE SIMPLE (Correction)

I LE PENDULE SIMPLE

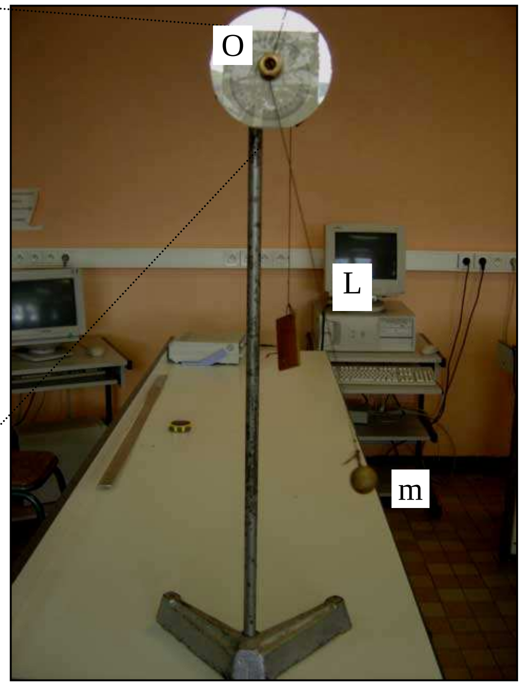
1) Dispositif expérimental

• Un pendule simple est constitué d'un fil inextensible de masse négligeable et de longueur **L** auquel est accroché un objet considéré comme ponctuel de masse **m**.



• Écarté de sa position initiale d'un petit angle **α** et lâché sans vitesse initiale, il effectue un mouvement périodique d'allée et venue, d'une durée **T** appelée **période**.

Cercle gradué pour mesurer α



Pendule simple au cours d'oscillations

a) La période **T** du pendule simple s'exprime en seconde (s).

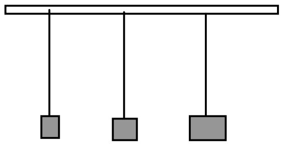
b) On peut mesurer précisément la période **T** du pendule en chronométrant la **durée Δt de plusieurs périodes**. Par exemple pour 5 périodes: Δt = 5.T donc T = Δt / 5.

2) Réglage du dispositif

• Régler la longueur **L** du fil à **L = 50 cm** entre le centre de la masse **m** et le point d'attache du fil.
• La durée Δt débute lors du passage du pendule simple **par la position d'équilibre** (α = 0°).

On mesure de Δt = 6,95 s pour 5 périodes donc: **T** = Δt / 5 = **1,39 s**.

II RECHERCHE EXPERIMENTALE DE L'EXPRESSION DE LA PERIODE T



1) Influence de la masse

• Faire osciller trois pendules de masse **m** différentes mais de même longueur **L** et ayant même angle initial α. Observation.

Les trois pendules ont même longueur L mais des masses différentes: 50 g, 200 g et 100 g.

Les trois pendules oscillent avec la même période.

• La **période T** ne dépend donc pas de la masse **m** de l'objet.

2) Influence de l'angle α

• On mesure, au chronomètre, une durée **Δt** égale à 5 périodes **Δt = 5.T** pour les différentes valeurs de α du tableau.

α	10	20	30
Δt (s)	7,01	7,25	7,16
T (s)	1,40	1,45	1,43

• On constate que les périodes sont identiques (à 4 % près).

• La période **T** ne dépend pas de l'angle α (pour $\alpha < 30°$).

3) Influence de la longueur du fil

• Pour **α = 20°,** on mesure la durée de **5 périodes Δt = 5.T** pour les différentes valeurs de L du tableau.

L (m)	0,20	0,40	0,50	0,60	0,80
Δt (s)	4,40	6,15	6,95	7,65	8,80
T (s)	0,880	1,23	1,39	1,53	1,76
T^2 (s^2)	0,774	1,51	1,93	2,34	3,10

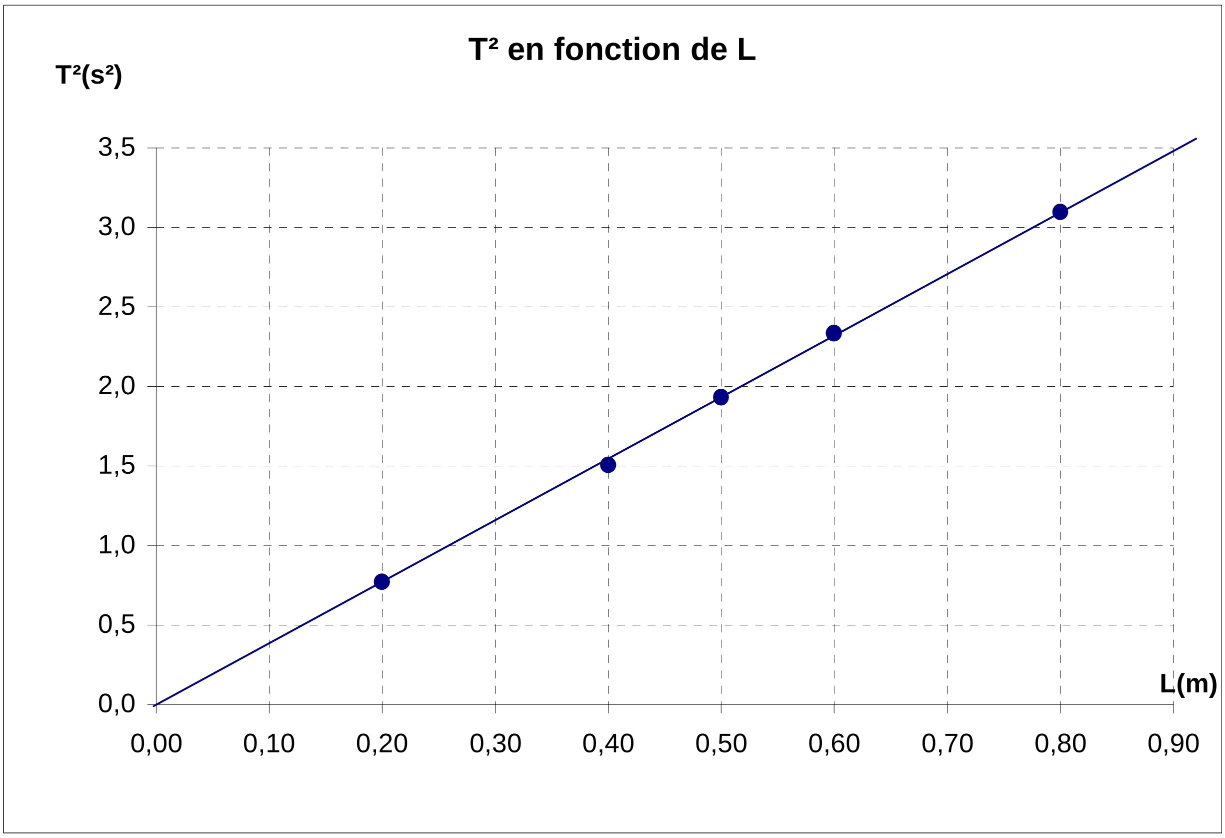
a) Lorsque **L** augmente la période **T** augmente.

b) Graphe $T^2 = f(L)$: voir page suivante.

c) Le graphe $T^2 = f(L)$ est une droite passant par l'origine. La période T^2 est donc proportionnelle à la longueur L du pendule.

d) On a alors: $T_o^2 = a \times L$ où a est la coefficient directeur du graphe tel que:

a = (3,1 – 0) / (0,80 –0) = **3,9 (s^2/m).**



e) On a: $\dfrac{4\pi^2}{g} = 4{,}02$ (S.I) avec g = 9,81 N.kg^{-1}.

f) On a un écart relatif de 3 % environ entre a = 3,9 s²/m et $\dfrac{4\pi^2}{g} = 4{,}02$ (S.I).

Donc à 3 % près on vérifie la relation: $T^2 = \dfrac{4\pi^2}{g} \times L$

soit finalement: $\boxed{T = 2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}}}$

4) Mesure de la masse de la Terre

• En identifiant le poids et la force de gravitation exercée par la Terre sur un objet de masse m, on a:

$$P = F \quad \Leftrightarrow \quad m.g = G.\frac{m.M_T}{R_T^2}$$

soit: $g = G.\dfrac{M_T}{R_T^2}$

• D'autre part: $g = \dfrac{4\pi^2}{T^2} \times L = \dfrac{4\pi^2}{a}$

• Donc par identification entre les deux relations, il vient: $G.\dfrac{M_T}{R_T^2} = \dfrac{4\pi^2}{a}$

Finalement: $\boxed{M_T = \dfrac{4\pi^2}{a}.\dfrac{R_T^2}{G}}$

Application numérique: $\mathbf{M_T} = 4 \times (3{,}14)^2 \times (6{,}4.10^6)^2 / (3{,}9 \times 6{,}67.10^{-11}) = \mathbf{6{,}3.10^{24}\ kg}$

La valeur admise aujourd'hui est: **5,98.10^{24} kg** soit un écart relatif de 5 %.