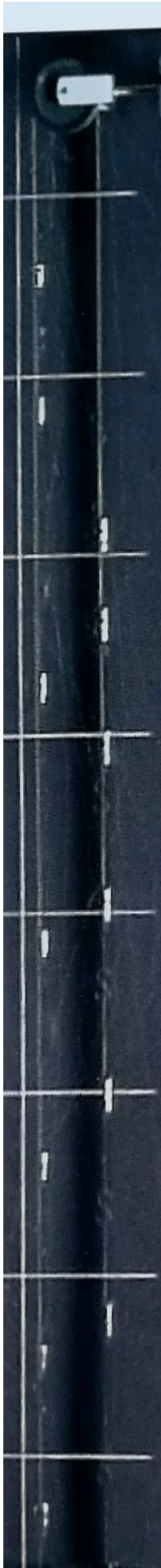


PROBLEMAS CON IMAGEN

MAQUINA DE ATWOOD***



Fotografía1

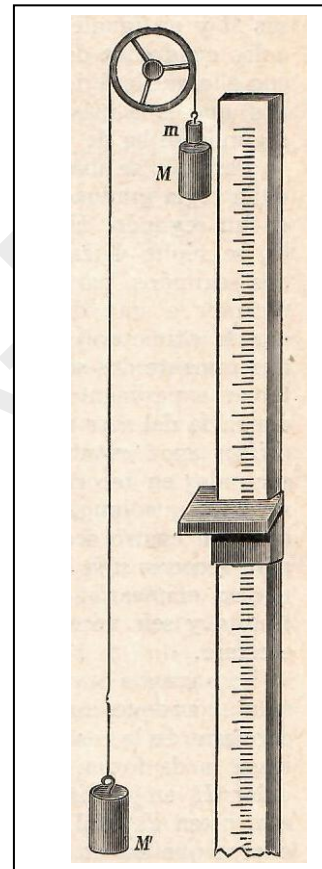
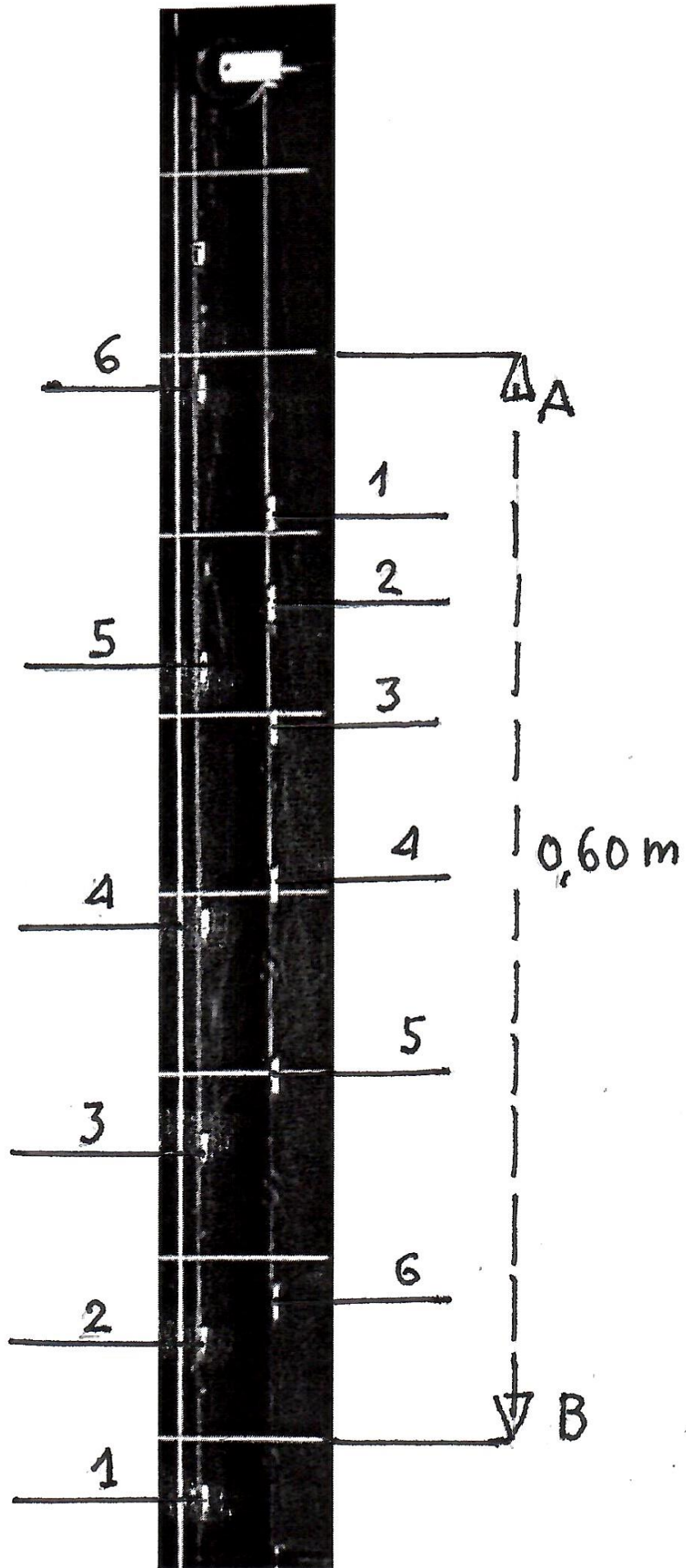


Figura 1



Fotografía 2

La figura 1 es la representación de la máquina de Atwood. Por la garganta de una polea pasa un hilo que se considera inextensible. Por un extremo se colocan las masas M y m y por el otro M . Como $M+m > M$, las masas se desplazan con movimientos uniformemente acelerados. Las masas $M+m$ se mueven en sentido vertical descendente y la masa M en sentido vertical ascendente, puesto que el hilo es inextensible las aceleraciones son iguales.

$$M = \frac{0,1417}{2} \text{ kg} \quad \text{y} \quad m = 0,0305 \text{ kg}$$

La fotografía 1 es una foto estroboscópica en que las manchas brillantes corresponden al movimiento de las masas. Las manchas de la derecha corresponden al movimiento de $M+m$ (descienden con aceleración) y las de la izquierda a M . (ascienden con aceleración)

El intervalo de tiempo entre dos posiciones sucesivas es $\Delta t = 0,108 \text{ s}$.

La fotografía 2 es la misma que la 1 pero se han añadido rayas horizontales para medir con facilidad las posiciones y además se señalan dos posiciones A y B cuya distancia real medida en vertical es $0,60 \text{ m}$.

- 1) Determinar el factor de escala f , que es el cociente entre $0,60 \text{ m}$ y la distancia AB medida en la fotocopia o en la pantalla del ordenador
- 2) Construya una tabla de las posiciones de $M+m$ en función del tiempo. Construya una segunda tabla de las posiciones de M frente al tiempo. Represente las posiciones, y , de $M+m$ en el eje de ordenadas frente al tiempo en el eje de abscisas. A partir de dicha representación calcule la aceleración a de $M+m$.

Represente las posiciones, y , de M frente al tiempo, colocando los valores de la posición de M en el eje de ordenadas y los tiempos en el eje abscisas. A partir de esa representación calcule la aceleración a de M .

- 3) Haga una tabla del cociente entre las posiciones, y , de $M+m$ y los correspondientes tiempos frente al tiempo. Represente $\frac{y}{t}$ en el eje de ordenadas frente al tiempo t en el de abscisas. A partir de la gráfica determine la aceleración a .

Haga una tabla, y , de $\frac{M}{t}$ frente a t . Represente y/t en el eje de ordenadas frente al tiempo en el eje de abscisas. A partir de la grafica calcule el valor de la aceleración a .

- 4) Obtenga el valor medio de las cuatro aceleraciones. Con este valor medio de a y los datos de M y m calcule la aceleración g de la gravedad.
- 5) Haga un comentario de las posibles causas de error en la determinación de g .

SOLUCION

1) Determinar el factor de escala f .

$$f = \frac{0,60 \text{ m}}{17,0 \text{ cm en fotocopia}}$$

Este factor depende del tamaño de la fotocopia

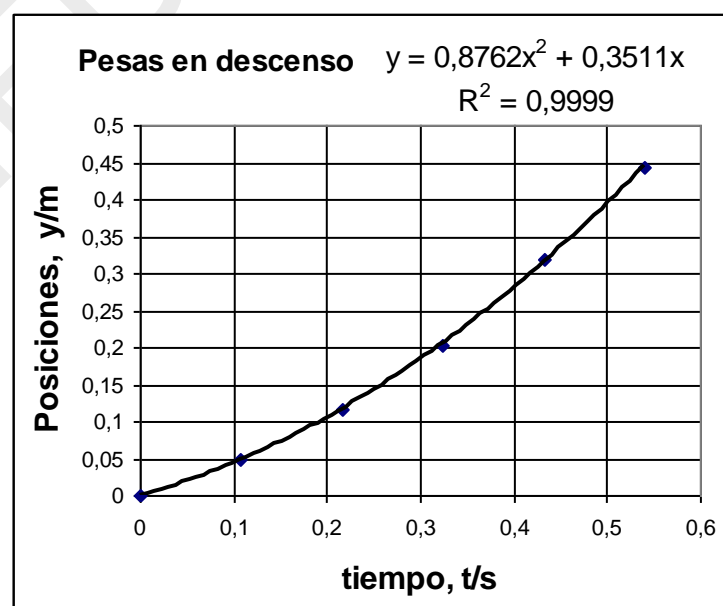
2) Construya una tabla de las posiciones de $M+m$ en función del tiempo

Tiempo/s	Posición en foto/cm	Posición real/m
0	0	0
0,108	1,4	0,049
0,216	3,3	0,116
0,324	5,8	0,204
0,432	9,0	0,318
0,540	12,6	0,444

Construya una tabla de las posiciones de M frente al tiempo.

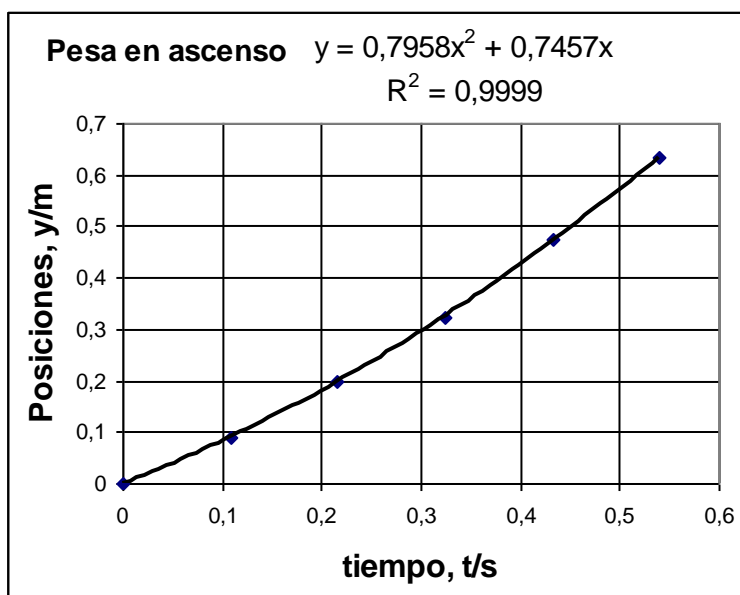
Tiempo/s	Posición en foto/cm	Posición real/m
0	0	0
0,108	2,5	0,088
0,216	5,6	0,197
0,324	9,2	0,324
0,432	13,5	0,476
0,540	17,9	0,632

3) Represente las posiciones, y , de $M+m$ en el eje de ordenadas frente al tiempo en el eje de abscisas. A partir de dicha representación calcule la aceleración, a , de $M+m$.



$$y = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow v_0 = 0,35 \frac{\text{m}}{\text{s}} ; \frac{1}{2} a = 0,88 \Rightarrow a = 1,76 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

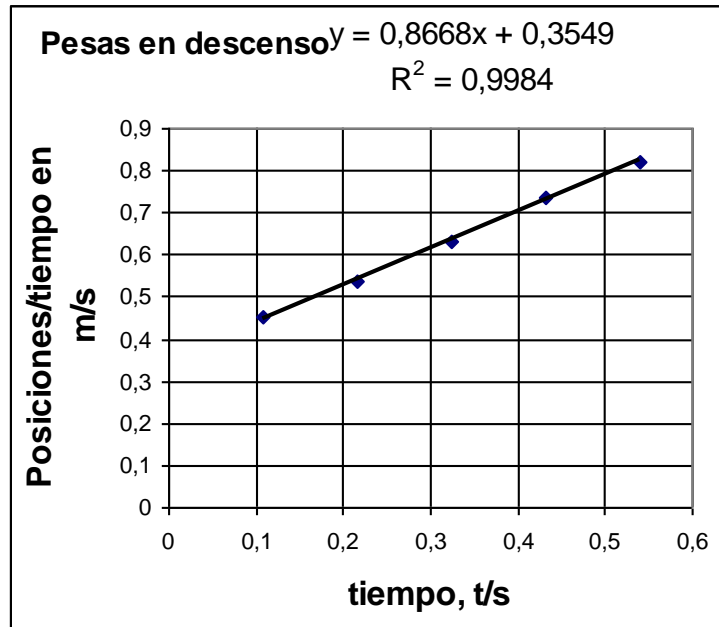
Represente las posiciones, y , de M frente al tiempo, colocando los valores de la posición de M en el eje de ordenadas y los tiempos en el eje abscisas. A partir de esa representación calcule la aceleración a de M .



$$y = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow v_0 = 0,75 \frac{\text{m}}{\text{s}} ; \frac{1}{2} a = 0,80 \Rightarrow a = 1,60 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4) Haga una tabla del cociente entre las posiciones y de $M+m$ y los correspondientes tiempos frente al tiempo. Represente $\frac{y}{t}$ en el eje de ordenadas frente al tiempo t en el de abscisas. A partir de la gráfica determine la aceleración a .

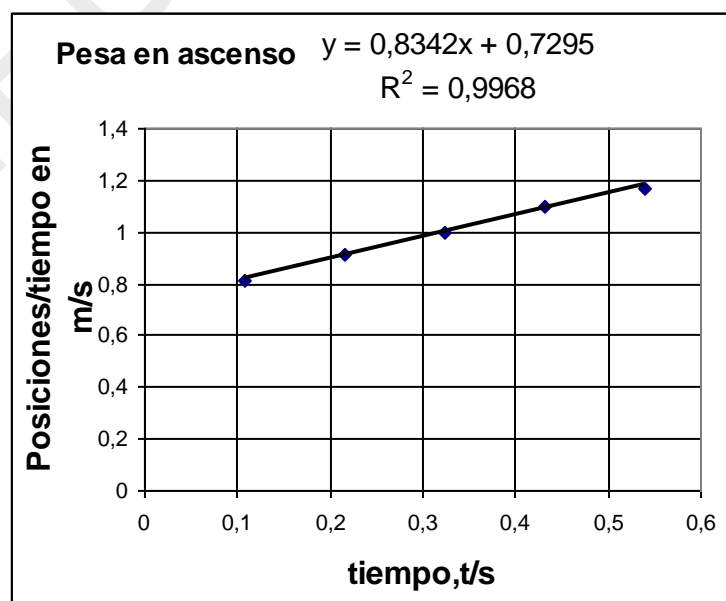
Tiempo/s	Posición en foto/cm	Posición real =y/m	y/t en m/s
0	0	0	
0,108	1,4	0,049	0,45
0,216	3,3	0,116	0,53
0,324	5,8	0,204	0,63
0,432	9,0	0,318	0,74
0,540	12,6	0,444	0,82



$$\frac{y}{t} = v_0 + \frac{1}{2}at \Rightarrow v_0 = 0,35 \frac{m}{s} ; \frac{1}{2}a = 0,87 \Rightarrow a = 1,74 \frac{m}{s^2}$$

Haga una tabla, de $\frac{M}{t}$ frente a t . Represente y/t en el eje de ordenadas frente al tiempo en el eje de abscisas. A partir de la grafica calcule el valor de la aceleración a

Tiempo/s	Posición en foto/cm	Posición real= y/m	y/t en m/s
0	0	0	
0,108	2,5	0,088	0,81
0,216	5,6	0,197	0,91
0,324	9,2	0,324	1,00
0,432	13,5	0,476	1,10
0,540	17,9	0,632	1,17



$$\frac{y}{t} = v_0 + \frac{1}{2}at \Rightarrow v_0 = 0,73 \frac{m}{s} ; \frac{1}{2}a = 0,83 \Rightarrow a = 1,66 \frac{m}{s^2}$$

5) Obtenga el valor medio de las cuatro aceleraciones. Con este valor medio de a y los datos de M y m , calcule la aceleración g de la gravedad.

$$a_m = \frac{1,76 + 1,60 + 1,74 + 1,66}{4} = 1,69 \text{ m/s}^2$$

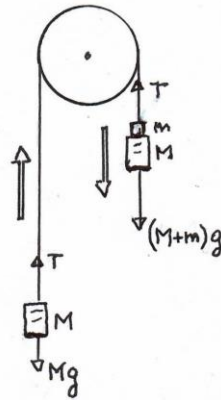


Figura 2

En la figura 2 se representan las fuerzas que actúan sobre las masas. Las dos flechas hacia arriba y hacia abajo indican cómo se mueven las masas

Aplicando la segunda ley de Newton

$$(M + m) \cdot g - T = (M + m) a \quad ; \quad T - Mg = Ma$$

Despejando T de la segunda ecuación y sustituyendo en la primera

$$(M + m) \cdot g - M(a + g) = (M + m) \cdot a \Rightarrow mg - Ma = Ma + ma \Rightarrow$$

$$\Rightarrow mg = a(2M + m) \Rightarrow g = \frac{2M + m}{m} \cdot a$$

Sustituyendo valores numéricos

$$g = \frac{0,1417 + 0,0305}{0,0305} \cdot 1,69 = 9,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Sustituyendo el valor menor de $a = 1,60$ en la ecuación da un valor de $g = 9,0 \text{ m/s}^2$

Sustituyendo el valor mayor de $a = 1,76$ en la ecuación da un valor de $g = 9,9 \text{ m/s}^2$

El valor de g

$$g = 9,5 \pm 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

6) Haga un comentario de las posibles causas de error en la determinación de g .

Dos fuentes de error claras son suponer que la polea carece de momento de inercia, esto es, que no tiene masa. Ignorar que existen rozamientos entre la polea y su eje, entre la cuerda y la polea y entre las masas al desplazarse y el aire. Otras fuentes de error están en el dispositivo de medida de los tiempos y en la toma de medidas en la fotocopia.