

## Movimiento uniformemente acelerado

### MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD INSTANTÁNEA EN DEPENDENCIA CON EL CAMINO RECORRIDO

- Estudio de movimientos uniformemente acelerados en dependencia con la masa que acelera.
- Estudio de movimientos uniformemente acelerados en dependencia con la masa acelerada.

UE1030250

10/16 MEC

#### FUNDAMENTOS GENERALES

Con aceleración constante, en el transcurso del tiempo  $t$ , aumentan la velocidad  $v$  y el espacio recorrido  $s$ . Es decir que la velocidad se hace mayor mientras más largo se hace el camino recorrido.

Después de haber transcurrido el tiempo  $t$ , el valor de la velocidad instantánea es

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

y del camino recorrido es

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

Es decir que

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

resp.

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

Esta relación se aplica en el experimento para la determinación de la aceleración constante  $a$  de un carro sobre un carril de ruedas. El carro de masa  $m_2$  es acelerado uniformemente porque el peso constante

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

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

Tira de él por medio de un hilo desviado.

Sin embargo, se debe tener en cuenta la fricción del carro sobre el carril de ruedas. La fuerza de fricción

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

Es proporcional al peso del carro y es constante en una buena aproximación.

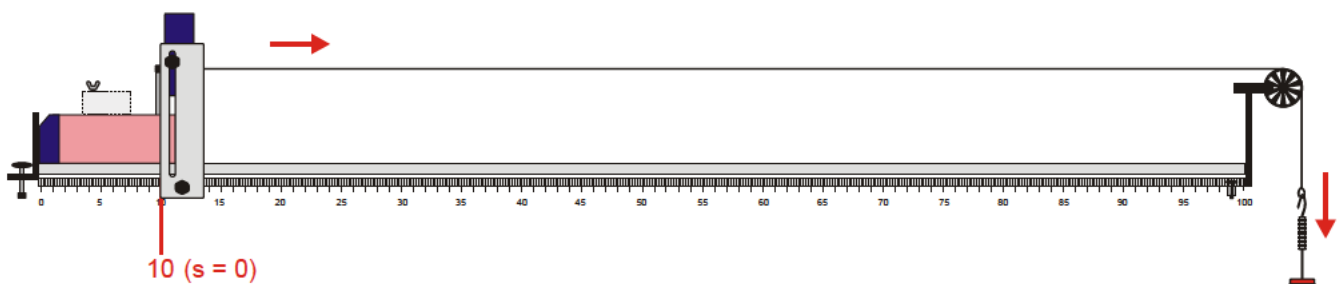


Fig. 1: Posición de arranque del carro sobre el carril de ruedas

Tomándolo con más exactitud, la masa  $m_1$  también es acelerada. Pero, comparándola con la masa  $m_2$  se puede despreciar. Es decir que en total vale

$$F - F_{fr} = m_2 \cdot a \tag{6}$$

resp.

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

Para la medición de la velocidad instantánea

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \tag{8}$$

En el experimento, un interruptor de ancho  $\Delta s$  acoplado al carro interrumpe una puerta fotoeléctrica. El tiempo de interrupción  $\Delta t$  se mide con un contador digital.

### LISTA DE APARATOS

1 Carril de ruedas	1003318 (U35000)
1 Juego de pesas de ranura	1003227 (U30031)
1 Cuerda de experimentación	1001055 (U8724980)
1 Puerta fotoeléctrica	1000563 (U11365)
1 Contador digital (230 V)	1001033 (U8533341-230)
resp.	
1 Contador digital (115 V)	1001032 (U8533341-115)
1 Par de cables de seguridad	1002849 (U13812)

### MONTAJE

- Se monta el experimento de acuerdo con la Fig. 1.
- El carril de ruedas se orienta horizontalmente y la rueda de radios se fija al extremo derecho del carril de ruedas, como polea desviación.
- Se utiliza el carro sin imanes pero con 4 soportes de imán.
- El interruptor largo de ancho  $\Delta s = 9$  mm se monta en el carro y este último se coloca al principio del carril de ruedas.

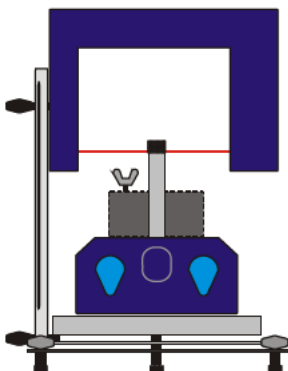


Fig. 2 Orientación de la puerta fotoeléctrica

- Utilizando el soporte se coloca la puerta fotoeléctrica en la marca 10 cm de la escala del carril y se orienta en la altura así que el rayo de luz sea interrumpido sólo por el interruptor y no por el tornillo de mariposa de la masa adicional cuando el carro se ponga en movimiento, ver Fig. 2.
- Se conecta la puerta fotoeléctrica en el casquillo "A" del contador digital.
- En el contador digital se conectan, entre sí, los casquillos "OUT START" (amarillo) y "IN STOP" (rojo) con cables de experimentación.
- El conmutador de selección se ajusta en  $\Delta t_{AB}$  (0.0 ms).
- La posición del interruptor en el carro se ajusta de tal forma que la puerta fotoeléctrica todavía justo no sea interrumpida.
- La masa adicional se coloca por delante del carro, así que éste no pueda rodar hacia adelante.
- Se corta un trozo de cuerda de experimentación de 130 cm de longitud, un extremo se fija en el interruptor, el otro extremo se pasa por la polea de desviación y se cuelga de él el plato del juego de pesas de ranura.
- Se tiene en cuenta que el curso de la cuerda de experimentación sea siempre horizontal.

### REALIZACIÓN

- Se desplaza la puerta fotoeléctrica hasta la marca de 20 cm ( $s = 10$  cm).
- Se suelta el carro y se deja pasar por la puerta fotoeléctrica.
- Se lee el tiempo de interrupción  $\Delta t$  y se anota en la tabla 1.
- Se desplaza la puerta fotoeléctrica hasta la marca de 30 cm ( $s = 20$  cm).
- Se deja arrancar el carro desde el inicio de carril y se mide el tiempo de interrupción  $\Delta t$ .
- Desplazando la puerta fotoeléctrica se aumenta el camino a recorrer  $s$  en pasos de 10 cm y se repiten las mediciones.
- Cada vez teniendo en cuenta que la masa que acelera no toque el piso antes de que la puerta fotoeléctrica haya sido interrumpida.

#### Cambio de la masa que acelera $m_1$ :

- Una pesa de ranura de 10-g se coloca sobre el plato para aumentar la masa que acelera  $m_1 = 20$  g.

- Se repita toda la serie de mediciones y los valores se anotan en la tabla 1.

**Cambio de la masa acelerada  $m_2$ :**

- Se monta en el carro la masa adicional de 500 g para aumentar la masa acelerada a  $m_2 = 1000$  g.
- Se repiten las series de mediciones, aumentando  $m_1$  hasta 40 g y se anotan los valores en la tabla 2.

**EJEMPLO DE MEDIDA**

Tab. 1:  $m_2 = 500$  g

s / cm	$m_1 = 10$ g $\Delta t / ms$	$m_1 = 20$ g $\Delta t / ms$
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:  $m_2 = 1000$  g

s / cm	$m_1 = 10$ g $\Delta t / ms$	$m_1 = 20$ g $\Delta t / ms$	$m_1 = 30$ g $\Delta t / ms$	$m_1 = 40$ g $\Delta t / ms$
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

**EVALUACIÓN**

- Cada vez se calcula  $v^2 = \left(\frac{9mm}{\Delta t}\right)^2$ , los valores se anotan en las tablas 3 y 4 y los resultados se dibujan como puntos en un diagrama  $v^2$ -s

Tab. 3:  $m_2 = 500$  g

s / cm	$m_1 = 10$ g $v^2 / m^2/s^2$	$m_1 = 20$ g $v^2 / m^2/s^2$
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:  $m_2 = 1000$  g

s / cm	$m_1 = 10$ g $v^2 / m^2/s^2$	$m_1 = 20$ g $v^2 / m^2/s^2$	$m_1 = 30$ g $v^2 / m^2/s^2$	$m_1 = 40$ g $v^2 / m^2/s^2$
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

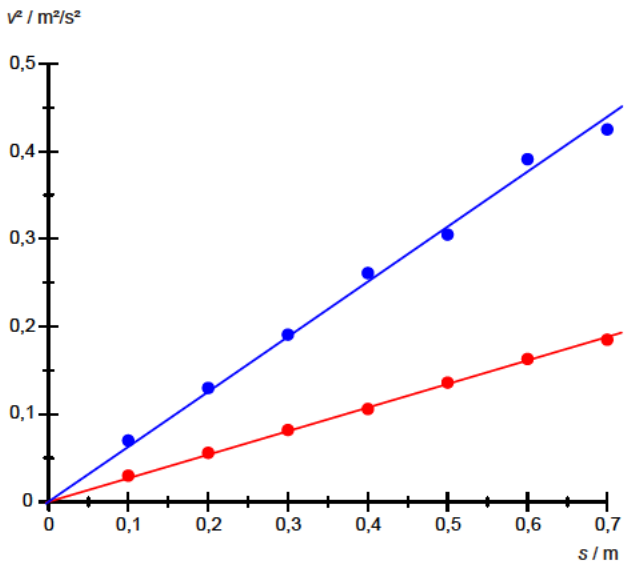


Fig. 3 Diagrama  $v^2$ - $s$  para  $m_2 = 500$  g.  $m_1 = 10$  g (●), 20 g (●)

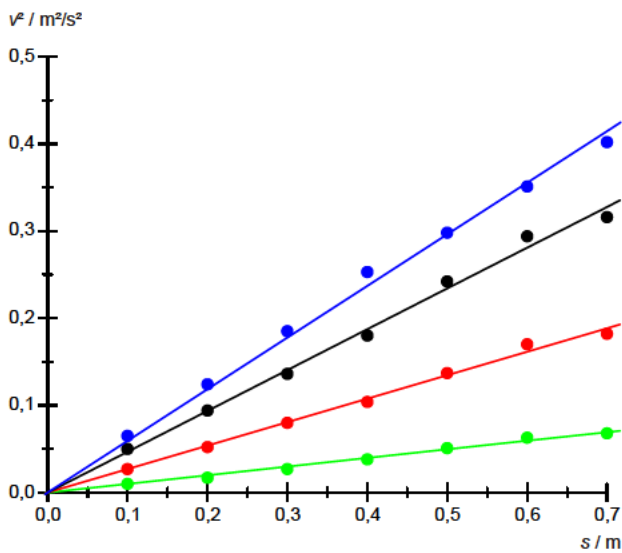


Fig. 4 Diagrama  $v^2$ - $s$  para  $m_2 = 1000$  g.  $m_1 = 10$  g (●), 20 g (●), 30 g (●), 40 g (●)

- En las figuras 3 y 4 se ajustan líneas rectas que pasen por el origen en medio de los puntos de medida.
- A partir de las pendientes de las rectas que pasan por el origen de coordenadas se calculan las aceleraciones  $a$ , los valores se anotan en la tabla 5.
- Además, los valores se dibujan como puntos en un diagrama y las rectas se ajustan de acuerdo con la Ec (7).

Tab. 5: Valores determinados para la aceleración  $a$ , a partir de las pendientes de las rectas en las figuras 3 y 4.

$m_1$ / g	$m_2$ / g	$m_1/m_2$	$a$ / $m/s^2$
10	500	0,02	0,134
20	500	0,04	0,314
10	1000	0,01	0,049
20	1000	0,02	0,135
30	1000	0,03	0,234
40	1000	0,04	0,296

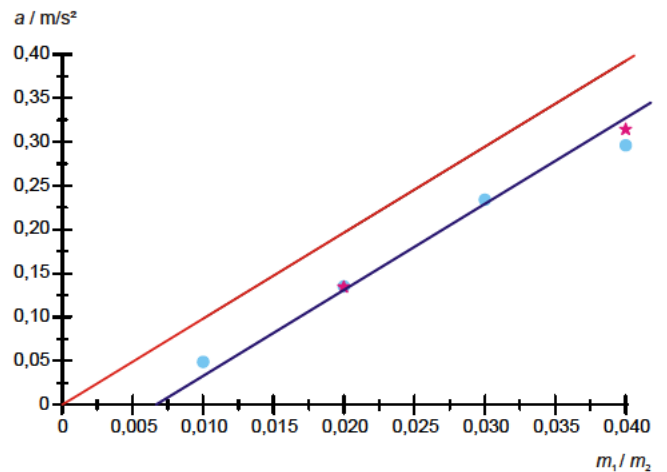


Fig. 5 Aceleración  $a$  en dependencia con la relación de masas  $m_1/m_2$ .  $a = m_1/m_2 * g$  (—),  $a = (m_1/m_2 - \mu) * g$  (—),  $m_2 = 500$  g (★), 1000 g (●)

La Fig. 5 muestra la dependencia de la aceleración con la relación de masas  $m_1/m_2$ . En una buena aproximación, los valores de medida se encuentran en una recta, que ha sido calculada de acuerdo con la Ec (7) con  $\mu = 0,0069$ .

## RESULTADO

Con aceleración constante, el cuadrado de la velocidad instantánea aumenta proporcionalmente al camino

recorrido. En una evaluación cuantitativa también se debe tener en cuenta la fricción. Con velocidades pequeñas ésta es constante, proporcional al peso del carro en carril, en buena aproximación.