Usando las barreras grises

Laboratorio de Física del IMO (Florida)

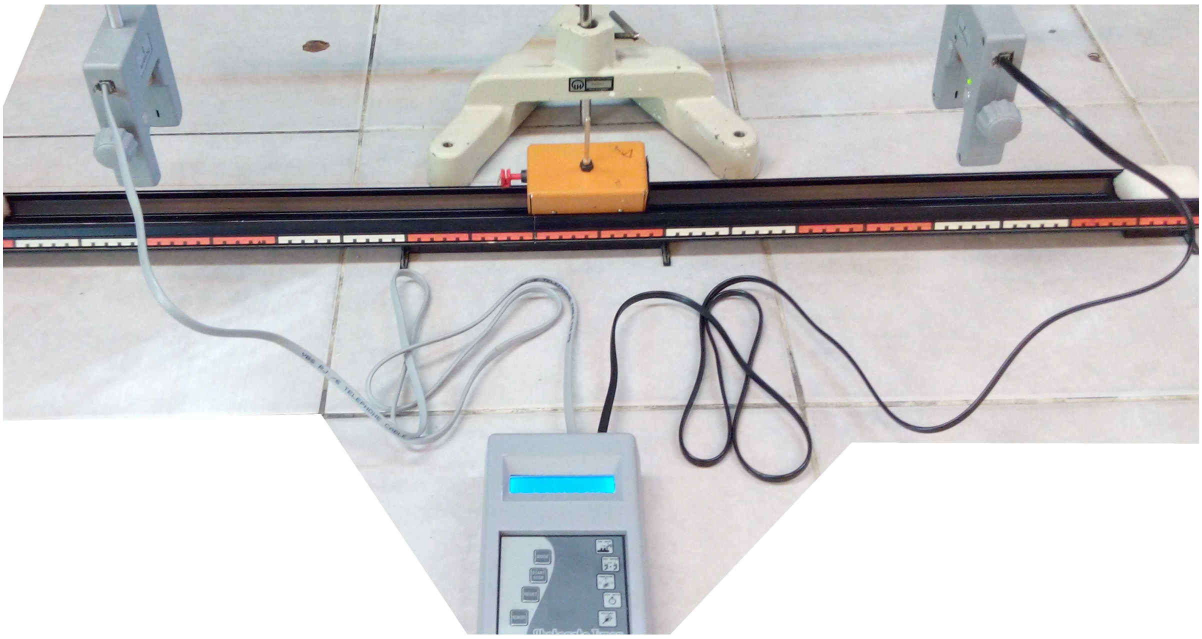
5 de abril de 2023

Hay ocasiones en que proveduría o inspección nos sorprende gratamente, al enviarnos material no solicitado. Fue nuestro caso, hace casi tres años atrás, cuando de “regalo” nos llegó al laboratorio del IMO un kit[1] como el que se ve en la siguiente foto.

A diferencia de las barreras LEYBOLD bien conocidas por todos, estas barreras “grises” vinieron para simplificar no solo el montaje experimental, sino también la propia adquisición de datos (medidas), ¿cómo? Para empezar NO se requiere, como vamos a ilustrar más adelante, unir dos barreras para medir intervalos de tiempo cortos, y las ventajas no se quedan acá solamente.

En esta otra foto se muestra un típico montaje experimental, para comprobar la proporcionalidad directa entre la fuerza neta y la aceleración adquirida por un carrito… lo esencial de la segunda ley de Newton en “versión” liceo.

[1]Que normalmente forma parte de un kit mayor de Mecánica marca SOGERESA.



Como se observa de la foto, las barreras se conectan al contador digital (cajita "gris", cariñosamente), que puede funcionar conectándola al toma corriente o con batería de 9 voltios. Esta última posibilidad representa otra simplificación en el montaje experimental, pero con la contra de que lamentablemente consume la batería en poco tiempo.

En la foto de la derecha se muestra la parte trasera del contador digital, donde se ve la palanquita del interruptor on/off.

El contador digital da muchas posibilidades para la adquisición de diferentes datos, pero la que nos concierne en esta practica, es la de **MODO INTERVALO** que se consigue presionando el botón **MODE**, arriba del todo en el panel del contador.

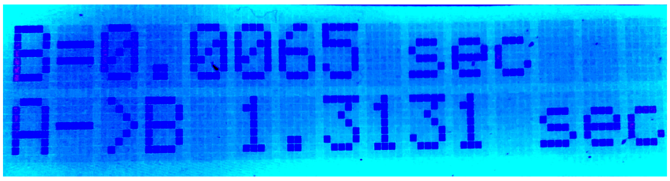
A tener en cuenta:

El contador digital, a diferencia del contador de LEYBOLD, miden el tiempo de INTERRUPCIÓN del haz infrarrojo emitido por las barrearas.

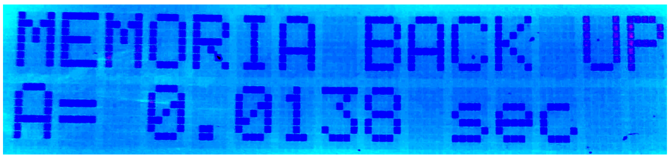
Dicho de otra manera, el contador digital mide el tiempo de duración del "eclipse", **por lo que es esencial conocer de antemano el largo del cuerpo que va a "cortar" el haz infrarrojo**. En el caso presente, el cuerpo que "cortará" el haz es el vástago ("fierrito") del carrito, por lo que será fundamental conocer su diámetro.

Como se puede leer en la pantalla del calibre digital, el diámetro del “fierrito” es de 4,0 mm, o sea, 0,004 m (retener este numerito).

Las barreras se identifican con las letras A (inicial) y B (final). Luego de que el carrito hace el recorrido por el carril, el contador digital hará las correspondientes medidas de **tiempo**…



y manteniendo presionado el botón **MEMORY** en el panel del contador digital aparecerá la siguiente medida.



En definitiva:

$$t_A = \Delta t_i = 0{,}0138\,\mathrm{s}, \qquad t_B = \Delta t_f = 0{,}0065\,\mathrm{s}$$

Por lo que las respectivas velocidades inicial y final del carrito se dan por:

$$v_i = \frac{0{,}004\,\mathrm{m}}{0{,}0138\,\mathrm{s}} \cong 0{,}29\,\mathrm{m/s} \quad \text{y} \quad v_f = \frac{0{,}004\,\mathrm{m}}{0{,}0065\,\mathrm{s}} \cong 0{,}62\,\mathrm{m/s}$$

Otra “bondad” de este kit, es que nos da el tiempo en el que se produce la variación de las velocidades anteriores, es decir:

$$t_{A\to B} = \Delta t = 1{,}3131\,\mathrm{s}$$

Finalmente la aceleración del carrito es:

$$a = \frac{v_f - v_i}{\Delta t} = \frac{0{,}62\,\mathrm{m/s} - 0{,}29\,\mathrm{m/s}}{1{,}3131\,\mathrm{s}} \cong 0{,}3\,\mathrm{m/s^2}$$

Podemos ir más lejos y tratar de **comprobar la proporcionalidad directa entre la fuerza neta que actúa sobre el carrito, y la aceleración adquirida por éste**.

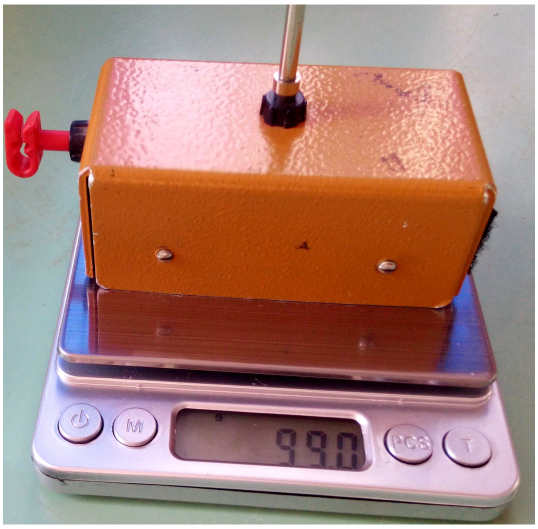
Asumiendo (razonablemente) que:

1. los efectos de las fuerzas de rozamiento que puedan estar actuando sobre el carrito, son despreciable; y
2. el momento de inercia de la polea por su baja masa (en comparación con la del carrito) también es despreciable,

en tal caso, la fuerza neta es aproximadamente igual a la tensión, es decir:

$$F_{\text{neta}} \cong T = \frac{m \cdot P_{\text{pesas}}}{m + m_{\text{pesas}}}$$

En el caso presente, la masa del carrito (más la del "ganchito" y el "fierrito") es $m = 99{,}0\,\text{g}\ldots$

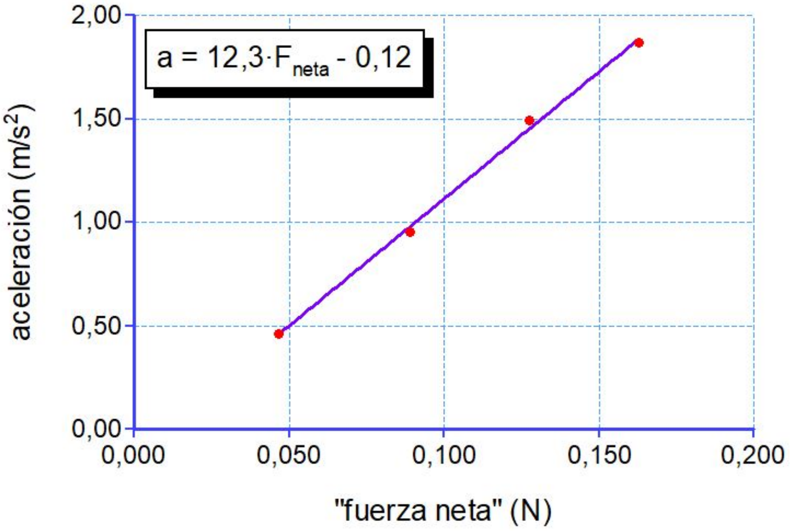


y las masas respectivas del soporte de pesas y el de cada pesa (3 pesas en total) es $m_{\text{pesa}} = 5{,}0\,\text{g}$.

A continuación las medidas y los cálculos en "crudo" para esta practica,

"$T = F_n$" (N)	t_i (s)	v_i (m/s)	t_f (s)	v_f (m/s)	Δt (s)	a (m/s^2)
0,047	0,0047	0,851063829	0,0095	0,4210526316	0,9294	0,46
0,089	0,0033	1,212121212	0,0066	0,6060606061	0,6366	0,95
0,128	0,0026	1,538461538	0,0052	0,7692307692	0,5153	1,49
0,163	0,0023	1,739130435	0,0045	0,8888888889	0,4546	1,87

y la gráfica correspondiente…



Notar que el coeficiente angular de la recta (linea de tendencia), $12,3$, **representa el inverso de la masa del carrito**, es decir:

$$m = \frac{1}{12{,}3\,\mathrm{kg}^{-1}} \cong 0{,}081\,\mathrm{kg} = 81{,}0\,\mathrm{g}$$

La discrepancia porcentual (incertidumbre relativa o error relativo), entre el valor de la masa medida ($m_m = 99{,}0\,\mathrm{g}$) y la teórico ($m_t = 81{,}0\,\mathrm{g}$), es:

$$D\,\% = \left|1 - \frac{81,0}{99,0}\right| \times 100\,\% \cong 18\,\%$$

Lo que parece poco discutible es la proporcionalidad directa sugerida por la gráfica.

http://sosfisica.orgfree.com/recursos/recursos.html