

---

# SENCILLO DISPOSITIVO PARA DETERMINAR LA POSICIÓN DEL CENTRO DE MASA DE UN SISTEMA

---

*Raúl E. Chernikoff*

*Luis A. Rubio*

*René E. Cáceres<sup>1</sup>*

*Oswaldo J. Rodríguez<sup>1</sup>*

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria

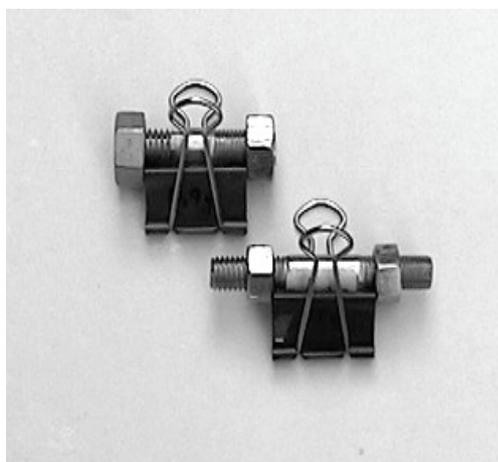
Universidad Nacional de Cuyo – Argentina

## **Resumen**

*Con una regla de madera modificada y algunos otros elementos de bajo costo se puede armar un equipo para determinar el centro de masa de un sistema. Los resultados presentan un excelente acuerdo con los obtenidos teóricamente. El equipo permite mostrar que la posición de este punto es independiente del sistema de referencia elegido y, además, revisar conceptos básicos de mecánica.*

## **I. Materiales**

- una regla de madera de 1 metro de longitud;
- varilla de aluminio de 1 m de longitud de sección cuadrada (1 cm x 1 cm);
- dos o más aprieta papeles (como los que se observan en la figura 1, identificados en el comercio como binder clips);
- dos o más espárragos de masas diferentes con dos tuercas iguales cada uno, las que se utilizan para unir cada espárrago a un aprieta papeles (Fig. 1). Al estar roscados en ambos extremos los espárragos pueden ser fácilmente centrados respecto al aprieta papeles;



*Fig. 1*

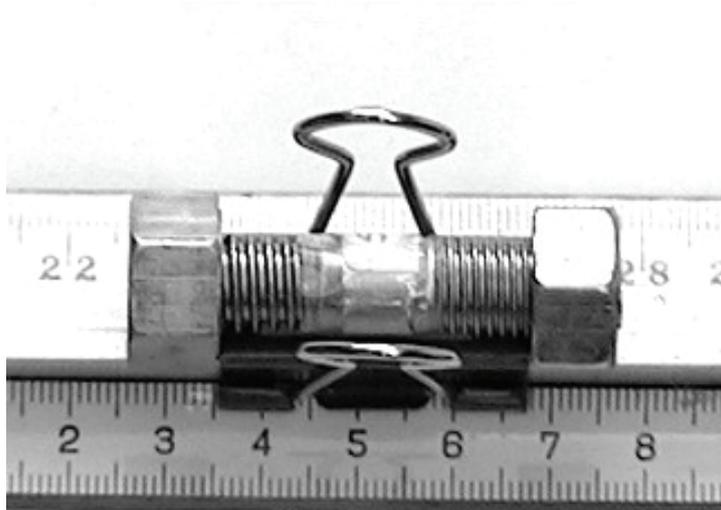
---

<sup>1</sup> Estudiantes

- un trozo de cinta métrica de aproximadamente 0,90 m (opcional).

## II. Armado

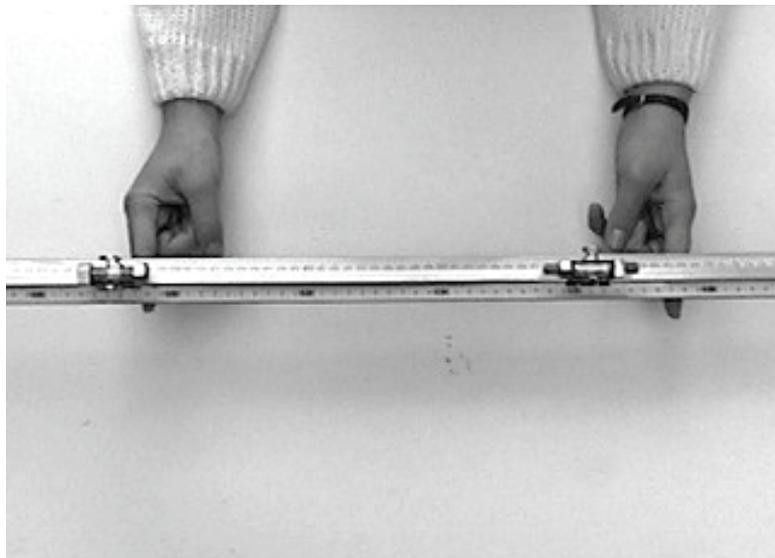
Fije la varilla de aluminio sobre la regla y pegue el trozo de cinta métrica, como se alcanza a ver en la figura 2, de forma que quede desplazada con respecto al origen de la regla (en nuestro caso 10 cm). Determine la masa de la regla modificada y la de los aprieta papeles y espárragos con tuercas. Una vez registrados estos datos sobre cada uno de los elementos, el equipo está listo para ser utilizado.



*Fig. 2*

## III. Funcionamiento

Mediante las tuercas fije los espárragos a los aprieta papeles y éstos a la varilla de aluminio, como se observa en la figura 2. Apoye la regla sobre los dedos como indica la figura 3. Si intenta mover los dedos acercándolos al centro observará que uno se mueve mientras el otro permanece inmóvil. En algún momento el “dedo móvil” se detendrá y comenzará a moverse el otro (conmutación).



*Fig .3*

Si el sistema está en equilibrio la fracción del peso total que soporta cada dedo es  $W_1$  y  $W_2$ , dependiendo de las distancias  $d_1$  y  $d_2$  al centro, según la relación  $W_1 \cdot d_1 = W_2 \cdot d_2$ . Si llamamos  $N_1$  y  $N_2$  a las reacciones normales de los dedos sobre la regla, y si ellas son distintas, las fuerzas de roce que se oponen al deslizamiento también serán distintas ( $f = \mu \cdot N$ ). En el punto donde un dedo se detiene y el otro comienza a moverse la fuerza de rozamiento estático sobre el dedo inmóvil se hace igual a la fuerza de rozamiento cinético sobre el dedo móvil ( $\mu_s \cdot N_1 = \mu_k \cdot N_2$ ). A partir de las ecuaciones anteriores llegamos a  $\mu_s \cdot d_2 = \mu_k \cdot d_1$  (teniendo en cuenta que los módulos de  $N_1$  y  $N_2$  son iguales a los de  $W_1$  y  $W_2$ , respectivamente). La razón por la que los dedos se juntan siempre en el centro de masa, independientemente de su posición inicial, es que el cociente de las distancias al centro de masa a la cual se produce cada conmutación debe ser igual al cociente de los coeficientes de rozamiento, el cual es constante.

$$\frac{\mu_s}{\mu_k} = \frac{d_1}{d_2} \quad (1)$$

Por ello la diferencia entre las sucesivas distancias  $d_1$  y  $d_2$  se hará progresivamente menor a medida que los dedos se aproximen al centro de masa.

El valor obtenido experimentalmente se puede comparar con el teórico. Para la disposición mostrada en la figura 3 la coordenada " $x_{cm}$ " del centro de masa del sistema viene dada por:

$$x_{cm} = \frac{m_0 x_0 + m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_0 + m_1 + m_2} \quad (2)$$

donde  $m_0$ ,  $m_1$  y  $m_2$  son las masas de la regla y de los dos conjuntos aprieta papeles-espárrago-tuercas, respectivamente y  $x_0$ ,  $x_1$  y  $x_2$  sus posiciones respecto al origen. Se puede considerar que  $x_0$  es muy aproximadamente igual a 0,50 m.

#### IV. Conclusiones

El diseño experimental propuesto requiere elementos de muy bajo costo y fáciles de obtener, lo que permite realzar el vínculo con lo cotidiano (reglas, aprieta papeles, espárragos, tuercas).

La experiencia es apropiada para el primer curso de física universitaria, aunque puede adaptarse para su uso en la enseñanza media.

Midiendo las posiciones de las masas utilizando la cinta métrica desplazada, y no la regla, se puede mostrar que la localización del centro de masa es independiente del sistema de referencia utilizado, es decir que su posición depende únicamente de las masas y de su disposición relativa.

Es sumamente sencillo cambiar la ubicación de los aprieta papeles por lo que puede repetirse la experiencia usando diferentes espárragos (masas) y configuraciones.

Los resultados experimentales difieren de los que se obtienen a partir de la expresión 2 en menos del 2%.

## **V. Referencias Bibliográficas**

DOHERTY, P., RATHJEN, D., eds.; 1991. The Exploratorium Science Snackbook, (San Francisco, USA).

MANCUSO, R. V.; 1993. Quantitative analysis of moving two fingers under a meterstick, The Physics Teacher, 31 (4), 222-223.

RESNICK, R., HALLIDAY, D., KRANE, K. S.; 1995. Física, 4ta. ed., (CECSA, México D.F).

SPRADLEY, J. L.; 1990. Meter-stick mechanics, The Physics Teacher, 28 (5), 312-314.

SHAKERIN, S.; 1996. A modified ruler experimental apparatus, The Physics Teacher, 34 (2), 82.