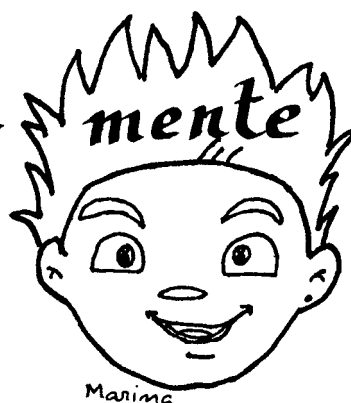


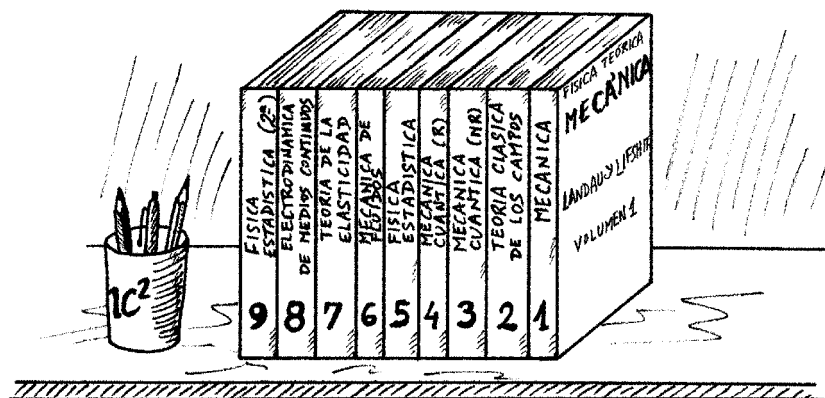
22

Simple+mente física



Núm. 22 (7 - 11 abril 2003)

La colección de libros escritos por L. D. Landau y colaboradores constituye un excelente compendio de física teórica. Una estudiante pensó un día si estos libros también serían útiles desde el punto de vista experimental y se planteó la siguiente experiencia con los 9 volúmenes¹ de dicha colección: ¿Es posible (al menos, idealmente) apilarlos horizontalmente uno encima de otro, de manera que la proyección horizontal del volumen que coloquemos en la parte superior sobresalga completamente respecto del volumen situado en la base?



AVISO: El objeto de *Simple+mente física* no va más allá del placer que proporciona plantearse y resolver sencillas cuestiones razonando (y experimentando) de acuerdo con principios básicos de la física. No hay ningún tipo de compensación, excepto la satisfacción personal y no van dirigidas a ningún grupo de personas en particular (es decir, están abiertas a todo el mundo).

El primer día hábil de cada semana se presentará una nueva cuestión y la respuesta a la cuestión de la semana anterior.

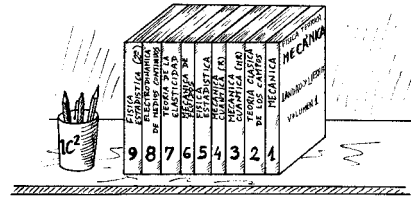
Rafael Garcia Molina - Departamento de Física, Universidad de Murcia (rgm@um.es)

****La ilustración de la cabecera ha sido realizada por Marina Garcia Abril (10 años)****

¹ En castellano se han editado 9 volúmenes, pero en inglés hay un décimo volumen titulado *Physical kinetics*.

RESPUESTA Núm. 22 (7 - 11 abril 2003)

La colección de libros escritos por L. D. Landau y colaboradores constituye un excelente compendio de física teórica. Una estudiante pensó un día si estos libros también serían útiles desde el punto de vista experimental y se planteó la siguiente experiencia con los 9 volúmenes¹ de dicha colección: ¿Es posible (al menos, idealmente) apilarlos horizontalmente uno encima de otro, de manera que la proyección horizontal del volumen que coloquemos en la parte superior sobresalga completamente respecto del volumen situado en la base?

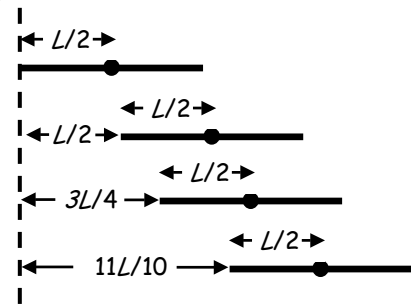


Resp.: Designaremos por L la longitud de los libros y supondremos que todos tienen la misma masa (es decir, que tienen idéntico espesor); contaremos los libros desde arriba hacia abajo.

Para que un conjunto de N libros no se caiga, su centro de masa (CM) ha de estar situado encima del libro $N+1$ que le sirve de apoyo; para que el conjunto sobresalga lo máximo posible, su CM ha de estar justo sobre el borde del libro $N+1$. Así, pues, el problema se reduce a calcular dónde se encuentra la componente horizontal del CM del conjunto de N libros y colocarlo justo sobre el borde del libro $N+1$.

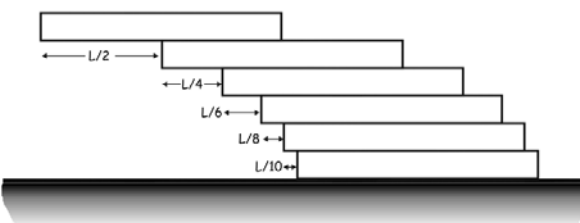
A continuación aparece una tabla y un esquema con la posición del CM correspondiente al conjunto de N libros (ésta será también la posición del borde izquierdo del libro $N+1$) y la distancia entre los bordes de los libros N y $N+1$; se ha tomado como origen de coordenadas horizontales (las únicas relevantes en este problema) el extremo izquierdo del libro superior.

N (orden del libro apilado)	CM del apilamiento de N libros	Distancia entre los bordes de los libros N y $N+1$
1	$L/2$	$L/2 - 0 = L/2$
2	$3L/4$	$3L/4 - L/2 = L/4$
3	$11L/12$	$11L/12 - 3L/4 = L/6$
4	$50L/48$	$50L/48 - 11L/12 = L/8$



Origen de coordenadas

A partir de la tabla anterior podemos ver que la separación entre los bordes de libros consecutivos del apilamiento sigue la secuencia $L/2, L/4, L/6, L/8, \dots$; es decir, el libro N sobresale $L/(2N)$ del inmediatamente inferior. La distancia entre los bordes izquierdos de los libros superior e inferior del apilamiento de N libros es la suma $D = (L/2) \sum_{k=1}^{N-1} (1/k)$, que coincide con la posición del CM del apilamiento, medida respecto del borde izquierdo del libro superior (2ª columna de la tabla).



Apilando 5 libros de la colección de Landau que tengan el mismo espesor (y, por tanto, la misma masa) ya se consigue que el superior sobresalga $1.042L$ respecto del inferior; si apilamos 6 libros, el superior sobresaldrá $1.142L$, etc. La práctica aconseja que se vayan colocando los libros desde arriba hacia abajo, y que sobresalgan un poco menos del cálculo

teórico (basado en la suposición de que los libros son sólidos rígidos) para que el apilamiento sea estable. La suma anterior tiende a infinito muy lentamente cuando $N \rightarrow \infty$, así que podemos conseguir que el libro superior sobresalga lo que deseemos respecto del libro inferior; pero como esta suma va aumentando muy lentamente, haría falta un número elevadísimo de libros para que el superior sobresalga una distancia equivalente a unas pocas longitudes L .

Si no todos los libros tuvieran la misma masa, habría que rehacer los cálculos del CM del apilamiento de N libros teniendo en cuenta este detalle; de todos modos, por cuestiones de estabilidad conviene poner los de menor masa en la parte superior.

¹ En castellano se han editado 9 volúmenes, pero en inglés hay un décimo volumen titulado *Physical kinetics*.