

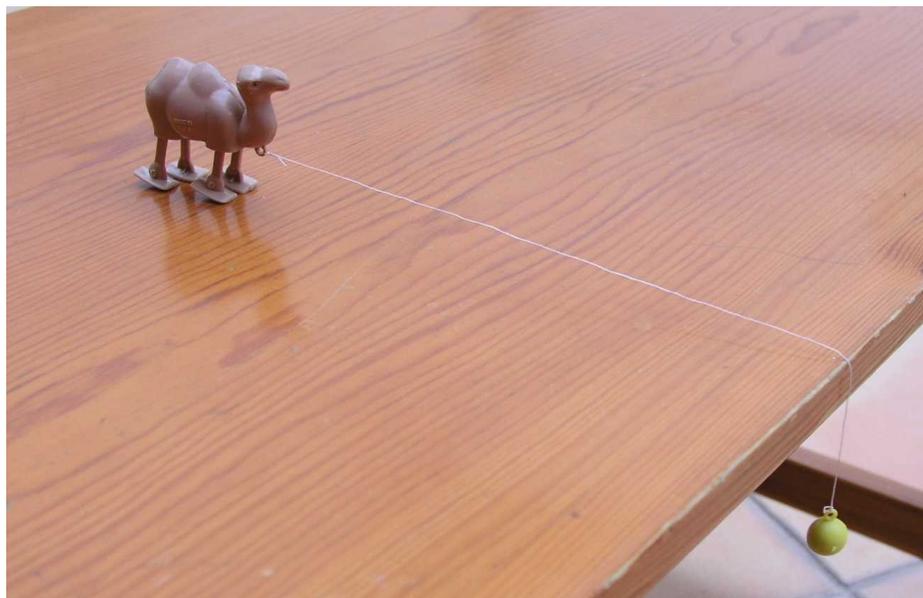
# 160



## Camello al borde del abismo

(11 junio 2012)

Hay un pequeño juguete que consiste en un camello (u otro animal) de cuyo cuello parte un hilo con una pequeña masa en su extremo. Si se deja este camello sobre la superficie de una mesa, alejado de su borde pero con la pequeña masa colgando, se observa que se pone en movimiento, avanza inexorablemente y... justo cuando llega al borde del abismo, se detiene en seco sin llegar a precipitarse.



¿Cómo se explica este sorprendente comportamiento?

---

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.

---

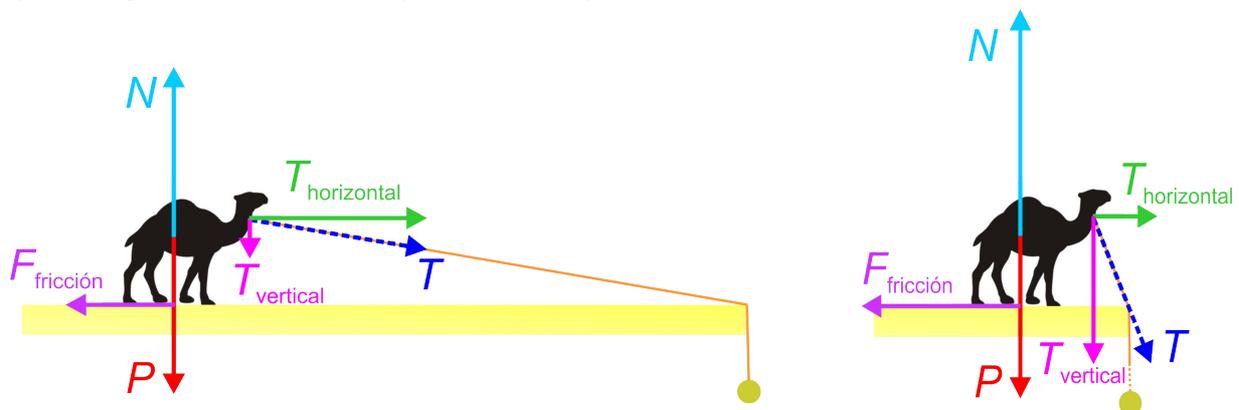
Rafael Garcia Molina, Departamento de Física - CIOyN, Universidad de Murcia (rgm@um.es)

<http://bohr.inf.um.es/miembros/rgm/s+mf/>

**Resp.:** En la figura de la izquierda se representan las fuerzas que actúan sobre el camello, que son:

- su peso  $P$ , dirigido hacia abajo.
- la componente horizontal  $T_{\text{horizontal}}$  de la tensión del hilo, dirigida hacia el borde de la mesa (la derecha, en este caso).<sup>1</sup>
- la componente vertical  $T_{\text{vertical}}$  de la tensión del hilo, dirigida hacia abajo.
- la reacción normal  $N$  que ejerce la superficie de la mesa, dirigida hacia arriba; esta fuerza es igual al peso del camello más la componente vertical  $T_{\text{vertical}}$  de la tensión del hilo.
- la fuerza de rozamiento  $F_{\text{fricción}} = \mu N$ , dirigida en sentido contrario al de la tensión horizontal (es decir, dirigida hacia la izquierda); como  $N = P + T_{\text{vertical}}$ , entonces la fuerza de fricción depende del peso y de la componente vertical de la tensión del hilo  $F_{\text{fricción}} = \mu(P + T_{\text{vertical}})$ .

Nótese que la tensión del hilo coincide (en módulo) con el peso de la pequeña masa que cuelga de su extremo, suponiendo despreciable la masa del hilo.



El camello avanza hacia el borde de la mesa cuando  $T_{\text{horizontal}} > F_{\text{fricción}}$ , lo cual sucede cuando está alejado del borde de la mesa. Pero cuando el camello se acerca hacia el borde de la mesa, disminuye  $T_{\text{horizontal}}$  y aumenta  $T_{\text{vertical}}$ , tal como se observa en la figura de la derecha. La disminución de la tensión horizontal, que tira del camello, y el aumento de la tensión vertical, que implica mayor rozamiento, explican el comportamiento del camello.

Cuando el camello se halla al borde de la mesa, la componente vertical de la tensión es tan grande que la fuerza de rozamiento  $F_{\text{fricción}} = \mu(P + T_{\text{vertical}})$  aumenta lo suficiente para que el camello se detenga justo... al borde del abismo. Es importante que la mesa no tenga el borde romo ni biselado, sino que forme ángulo recto.

En la película *El Abismo* (*The Abyss*, 1989) tiene lugar una escena «similar» a la del camello, pero con un vehículo submarino (y sus tripulantes, para añadirle más emoción) arrastrado hacia una fosa oceánica por un cable del cual cuelga una grúa.

Miscelánea (frases, anécdotas, curiosidades...):

[Penny]: —Y, ¿cómo sabes todo eso?

[Sheldon]: —Penny... soy un físico, tengo conocimientos básicos del universo entero y todo lo que contiene.

[Penny]: —¿Quiénes son *Radiohead*?

[Sheldon]: —...tengo conocimiento básico de las cosas importantes en el universo. Adiós.

[*The Big Bang Theory*]

<sup>1</sup> En lugar de la tensión de la cuerda  $T$ , trabajamos con sus componentes horizontal y vertical.