

138

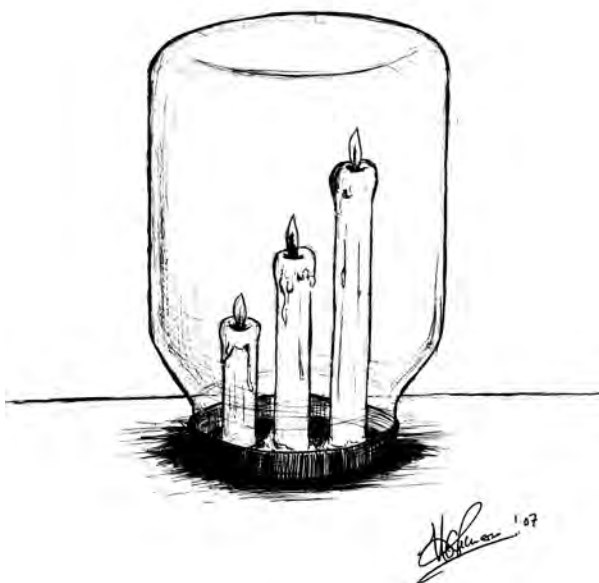
Simple + física



¿Qué vela se apaga antes?

(16 - 20 noviembre 2009)

Encendemos tres velas de diferente altura y las cubrimos con un bote de vidrio colocado boca para abajo, tal como se ilustra en la figura.¹ Es obvio que todas las velas se apagarán cuando se consuma el oxígeno del interior del bote. Pero, ¿cuál de ellas se apagará antes?



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/>

¹ El dibujo que ilustra esta cuestión ha sido realizado por Marta Galindo Romero, estudiante de Física en la Universidad de Murcia.

Resp.: La llama de la vela se produce porque tiene lugar una reacción de combustión, en la cual el oxígeno del aire se combina con los hidrocarburos que constituyen la cera. Como resultado de la reacción se produce dióxido de carbono (CO_2), agua y se libera energía térmica y luz:

hidrocarburo + oxígeno \rightarrow dióxido de carbono + agua + luz + energía térmica .

Se apagará primero la llama de cuyo entorno disminuya más rápidamente la concentración de oxígeno; no es necesario que desaparezca completamente el oxígeno, pues basta con que su concentración sea inferior a la necesaria para mantener la reacción de combustión. En condiciones normales de presión y temperatura, el CO_2 es más denso que el aire; por ello podríamos pensar que el CO_2 generado en la combustión va depositándose en la parte inferior del recipiente; si éste fuera el caso, la vela de menor altura se apagaría en primer lugar.

Pero el CO_2 generado durante la combustión de la vela está muy caliente (mucho más que el aire de su entorno), por lo que su densidad es menor que la del aire que hay en el interior del recipiente y asciende, desplazando el aire (y el oxígeno que contiene) del entorno de la vela de mayor altura, que es la que se apaga en primer lugar. A continuación de ésta se apaga la vela de altura intermedia y, en último lugar, se apaga la vela de menor altura, pues el CO_2 tarda más tiempo en desplazar el aire que hay a su alrededor, hasta que la concentración de oxígeno se reduce por debajo del umbral necesario para mantener la combustión.

Puesto que el CO_2 caliente asciende en el aire de su entorno, para evitar asfixiarse durante un incendio conviene caminar tumbado, con las vías respiratorias lo más cerca posible al suelo, que es el último lugar de donde desaparecerá el oxígeno.

Miscelánea (frases, anécdotas, curiosidades...): Los contemporáneos de Ludwig Boltzmann (1844-1906) criticaron duramente su uso de teorías atomistas para explicar los fenómenos físicos. A causa de ello padeció fuertes depresiones que le condujeron al suicidio durante unas vacaciones en la costa adriática, poco tiempo antes de que los experimentos de Perrin en 1908 (sobre el movimiento browniano) y de Millikan en 1909 (de la gota de aceite) pusieran claramente de manifiesto la naturaleza atómica de la materia.