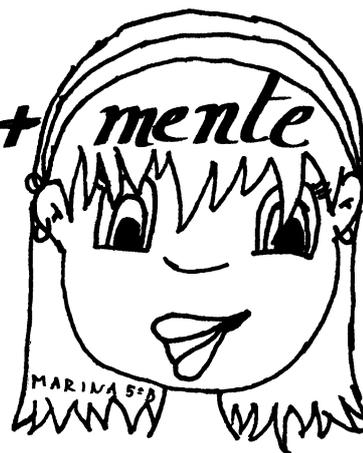


# 144

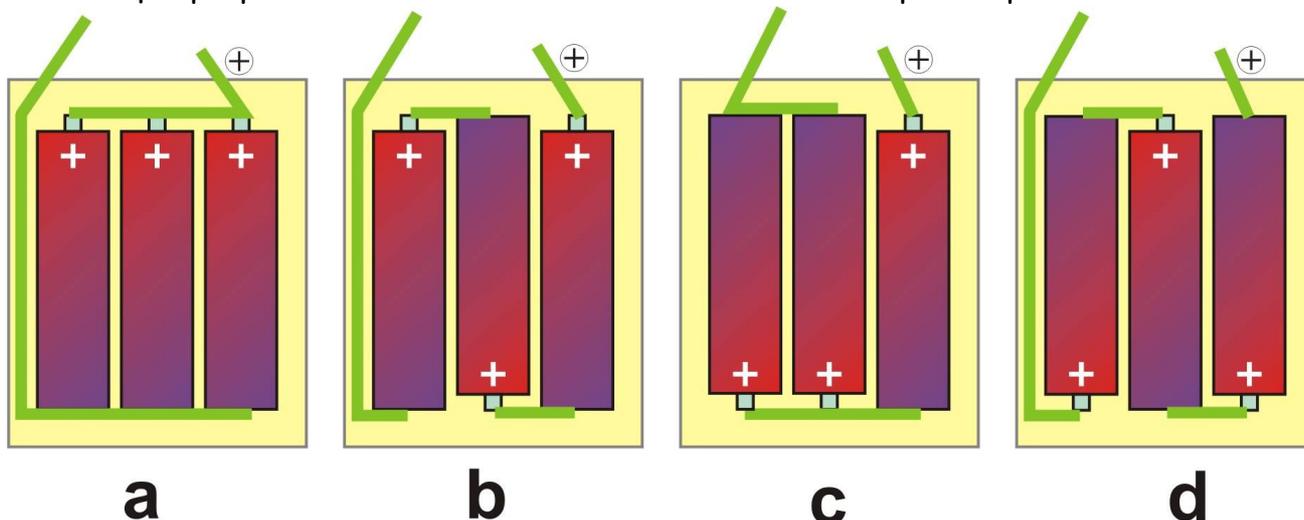
# Simple + mente física



## Anatomía de una pila de petaca (25 - 29 enero 2010)

Una pila de petaca suministra una fuerza electromotriz de 4.5 V porque en su interior se disponen tres pilas cilíndricas, cada una con una fuerza electromotriz de 1.5 V.

A continuación se muestra el esquema de cuatro formas posibles para conectar las tres pilas de 1.5 V en el interior de la pila de petaca. ¿Cuál de estos esquemas es el que proporciona los 4.5 V tal como los suministra la pila de petaca?



---

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 (al menos, se intentará) una nueva cuestión y la respuesta a la cuestión de la semana anterior.

---

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

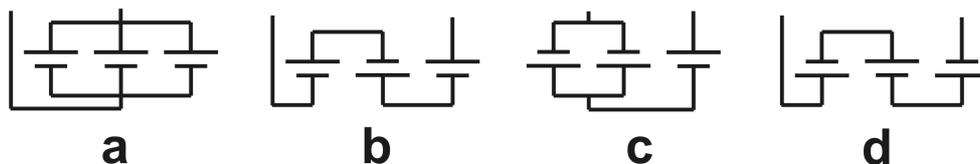
<http://bohr.inf.um.es/miembros/rgm/s+mf/>

**Resp.:** La fuerza electromotriz (*fem*) de 4.5 V que suministra la pila de petaca se obtiene a partir de las *fem* de cada una de las pilas de 1.5 V que contiene en su interior.

En lo que sigue, denominaremos  $fem_j$  a la fuerza electromotriz de cada una de las pilas de 1.5 V, y  $r_j$  a sus respectivas resistencias internas. La *fem* que suministran varias pilas asociadas en serie es la suma de las *fem* de cada pila individual; la suma anterior es algebraica, con el signo de acuerdo con la orientación de los bornes de cada pila:  $fem_{serie} = \sum_j fem_j$ . La resistencia interna del conjunto de pilas es la suma de las resistencias internas de cada una de ellas:  $R_{serie} = \sum_j r_j$ .

La *fem* de varias pilas idénticas asociadas en paralelo es igual a la fuerza electromotriz de una de ellas:  $fem_{paralelo} = fem_j$ . En este caso, la resistencia interna del conjunto de pilas es  $R_{paralelo} = [\sum_j (1/r_j)]^{-1}$ .

A continuación se representa esquemáticamente las cuatro propuestas para colocar las pilas de 1.5 V.



La fuerza electromotriz correspondiente a cada uno de los esquemas es:

- (a)  $fem_a = 1.5$  V (las tres pilas de 1.5 V están en paralelo).
- (b)  $fem_b = 4.5$  V (las tres pilas de 1.5 V están en serie, con sus bornes dispuestos en la misma orientación; además, sus bornes tienen la misma orientación que los de la pila de petaca).
- (c)  $fem_c = 3$  V (una pila de 1.5 V se halla conectada en serie a dos pilas que están en paralelo, por lo tanto, la *fem* que suministran es 1.5 V).
- (d)  $fem_d = -4.5$  V (las tres pilas están en serie, pero sus bornes están dispuestos con el polo positivo a la izquierda y el negativo a la derecha, que es la orientación contraria a los de la pila de petaca).

Por lo tanto, la única disposición de pilas de 1.5 V que proporciona los 4.5 V de la pila de petaca es la representada en la figura b.

Miscelánea (frases, anécdotas, curiosidades...): El 4 de octubre de 1971, J. C. Hafele y R. E. Keating subieron a un Boeing 747 con sendos relojes. Pero éstos eran atómicos y tuvieron que sacar sus respectivos billetes de avión (a nombre de Mr. Clock), puesto que ocupaban asientos en la cabina del avión. El viaje con los relojes atómicos no se debía a una extravagancia, sino que tenía por objeto verificar la dilatación del tiempo predicha por la teoría especial de la relatividad para los sistemas en movimiento. Keating y Hafele dieron la vuelta al mundo en aviones comerciales, llevando consigo los relojes atómicos en los inevitables (y engorrosos) cambios de avión. Tardaron 65 horas en hacer el viaje de oeste a este, y cuatro días después, dieron la vuelta al mundo en sentido opuesto (¡siempre con los relojes a cuestas!)

[J. C. Hafele y R. E. Keating, Around-the-world atomic clocks: predicted relativistic time gains, *Science* 177 (1972) 166]