

## FASE LOCAL DE CASTILLA-LA MANCHA 2023

### Ejercicio 1. Equivalente eléctrico del calor (2 puntos; cada apartado puntúa 2/3 p.)

Joule demostró mediante su famoso experimento que el trabajo mecánico puede transformarse íntegramente en calor, mediante el dispositivo mostrado en la figura 1 (a). Un recipiente aislado térmicamente del exterior contiene una cantidad determinada de agua, cuya temperatura se mide con un termómetro, y un eje con paletas que giran haciéndose caer una pesa, que pierde energía potencial. El movimiento de las paletas da lugar a un aumento de la temperatura del agua. De esta manera determinó el equivalente mecánico del calor.

El equivalente eléctrico del calor puede determinarse mediante un experimento similar, en el que las paletas se sustituyen por una resistencia eléctrica (véase la figura 1 (b)) a través de la cual se hace pasar una corriente  $I$  durante un tiempo  $t$ . En este caso, es el trabajo eléctrico el que da lugar al aumento de la temperatura.

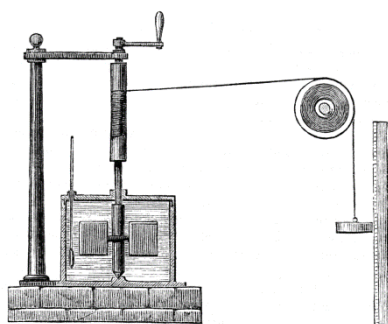


Figura 1 (a)

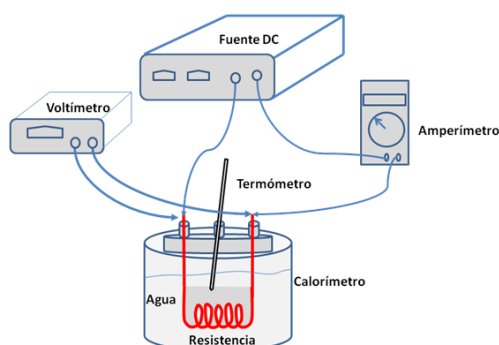


Figura 1 (b)

Realizamos el experimento utilizando 100 gramos de agua, inicialmente a 20° C, haciendo pasar una corriente de 2 A por una resistencia de 1 ohmio. Midiendo la temperatura cada minuto, se obtienen los siguientes resultados:

Tiempo (s)	Temperatura (° C)
60	20,5
120	21,2
180	21,8
240	22,3
300	22,9

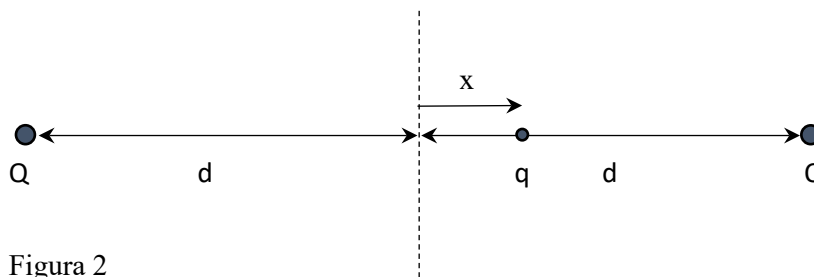
- Representa el incremento de temperatura en función del tiempo, y obtén la pendiente de la recta que describe el comportamiento de los datos experimentales, ya sea gráficamente o mediante ajuste utilizando calculadora.
- Determina el incremento de temperatura del agua en función del tiempo de calentamiento, la intensidad de la corriente, la resistencia eléctrica y la masa de agua.
- A partir del resultado anterior, y conociendo el valor de la pendiente obtenida en el primer apartado, calcular la relación entre la unidad de energía (Julio) y la de calor (caloría), sabiendo que el calor específico del agua es 1 cal/g°C.

### Ejercicio 2. Cuestiones variadas (2 puntos; cada apartado puntúa 0,2 p.)

- a) Fuerza electromotriz que alimenta un circuito con una resistencia de 50 ohmios por el que circula una intensidad de corriente de 0,03 A.
- b) Potencia disipada por la resistencia del circuito anterior.
- c) Longitud de un péndulo con período de oscilación de 2 s.
- d) Campo magnético creado en el centro de una espira circular de 1 cm de radio por la que circulan 2 A de corriente. Dato:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ .
- e) Longitud de onda y frecuencia de una onda armónica proporcional a  $\cos(10t - 4x)$
- f) Potencia de emisión de una onda acústica de 80 decibelios, e intensidad, a 10 m del foco emisor.
- g) Empuje del agua sobre un submarino sumergido que desplaza 4000 m<sup>3</sup>.
- h) En el primer vuelo orbital de la historia (Yuri Gagarin, 1961), la nave espacial Vostok I viajaba a 315 km de la superficie terrestre. Calcule el periodo orbital (en horas). Datos:  $R_T = 6371 \text{ km}$ ;  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ .
- i) Energía necesaria para fundir 1 kg de hielo a 0° C, si el calor latente de fusión del agua es 79,7 cal/g.
- j) Energía potencial de un cuerpo de masa m en función de la altura a la que se encuentra sobre la superficie terrestre.

### Ejercicio 3. Carga oscilante (3 puntos)

Se sitúan 2 cargas de valor Q a una distancia 2d, y una tercera de valor q y masa m, justo a mitad de camino entre ambas (véase la figura 2).



- a) Calcule la fuerza total sobre la carga q, así como su energía potencial. **(0,4 p)**
- b) Discuta en qué condiciones la carga q estará en equilibrio estable. **(0,4 p)**
- c) Se separa la carga una pequeña distancia ( $x \ll d$ ) hacia la derecha o hacia la izquierda: **(0,4 p)**
  - ¿Para qué signo de q el movimiento es oscilatorio? Justifique la respuesta.
  - Explique cómo es el movimiento si el signo de la carga es el opuesto.
- d) Escribe la función  $x(t)$  de la trayectoria del movimiento en función de período T y de la amplitud máxima de la oscilación A. **(0,2 p)**
- e) Determina la fuerza total sobre la carga cuando se encuentra a una distancia x del punto intermedio entre las dos cargas Q, y obtén una aproximación para pequeñas oscilaciones, aplicando que, si  $\delta = x/d \ll 1$ , entonces  $1/(1 \pm \delta)^2 \approx 1 \mp 2\delta$ . **(0,4 p)**
- f) La expresión obtenida anteriormente ¿es similar a la ley de Hooke para la fuerza elástica de un muelle? En caso afirmativo, indique el valor de la constante elástica  $k = m\omega^2$ . **(0,2 p)**
- g) Obtener el período de la oscilación. **(0,2 p)**
- h) Considerando que el movimiento en línea recta entre -A y +A da lugar a una corriente eléctrica que invierte alternativamente su sentido, calcule el valor de la misma a partir del resultado anterior. **(0,4 p)**
- i) Indica el sentido del campo magnético creado por esta corriente (de forma gráfica) y calcula su valor a partir de los resultados anteriores. **(0,4 p)**

#### Ejercicio 4. Derribando el globo chino (3 puntos)

Hace unas semanas el gobierno de los Estados Unidos ordenó derribar un globo chino de observación que sobrevoló su territorio durante unos días. El derribo se efectuó una vez el globo se encontraba sobre el Atlántico, a una distancia segura de la costa. El globo volaba a unos 18000 metros de altura, moviéndose lentamente. Supongamos que la velocidad con la que se desplazaba era de 48 km/hora, y que el derribo se produjera mediante un proyectil disparado desde un buque de guerra, con velocidad inicial de 850 m/s, y un ángulo inicial de disparo de  $60^\circ$  con respecto a la horizontal. Por simplicidad, suponer que el globo se desplaza, alejándose del buque en la dirección horizontal (paralela al eje x), y el proyectil en el plano x-y.

- a) Calcular la posición del globo respecto del buque en el momento del disparo (es decir, la coordenada  $x_g(0)$ ). **(0,6 p)**
- b) ¿Es apropiado el uso de la aproximación  $g = \text{constante}$ ? Argumente la respuesta. **(0,5 p)**
- c) Si se tuviese en cuenta el efecto de la fricción con el aire ¿habría que aumentar o disminuir el ángulo de tiro? Razone la respuesta, e intente apoyar sus argumentos gráficamente (dibuje como sería la trayectoria del proyectil considerando el rozamiento). **(0,5 p)**
- d) Calcule la velocidad inicial del proyectil en términos del número de Mach, suponiendo que la temperatura en el punto de disparo es de  $20^\circ \text{C}$ . **(0,4 p)**
- e) Calcule, en su caso, el valor del ángulo del cono que forman las ondas de choque producidas por el movimiento del proyectil un instante después del disparo. Ayúdese de un dibujo que ilustre la situación. **(0,6 p)**
- f) Interprete el fenómeno que se observa sobre la superficie del agua alrededor del buque (figura 2). **(0,4 p)**

