

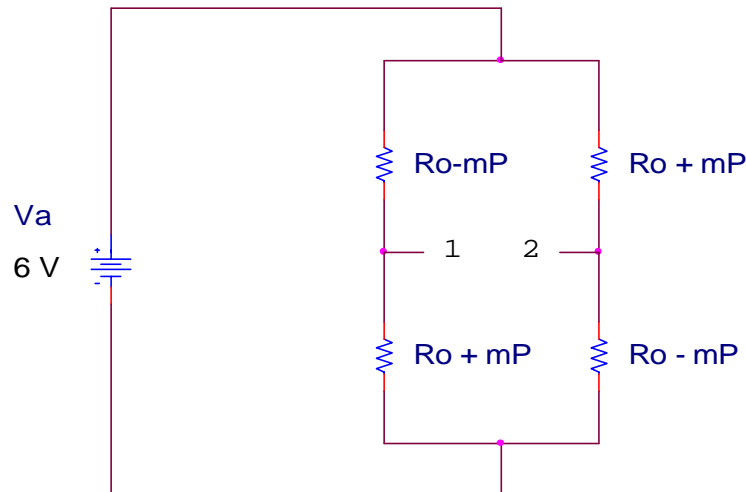
XVII Olimpiada Española de Física

Fase Local. Universidad de Valladolid

Segunda Prueba

Problema N° 1: Medidor de Presión

Un medidor electrónico de presión, como los utilizados en los compresores de inflado de neumáticos, es básicamente un circuito que proporciona una tensión proporcional a la presión. Se suelen denominar *sensores de presión* y en la figura se muestra un circuito típico.



Su funcionamiento se basa en cuatro resistencias sensibles a la presión (materiales piezoresistivos), es decir, el valor de la resistencia que presentan depende linealmente de la presión a la que están sometidas en la forma:

$$R(p) = R_o \pm mp$$

Siendo $R_o = 1 \text{ k}\Omega$, $m = 0,4 \Omega / \text{KPa}$ y p presión diferencial respecto a la atmosférica.

- 1) Determina la tensión, respecto al polo negativo de la pila, en el nodo 1 (V_1) y en el nodo 2 (V_2) en función de la presión.
- 2) Comprueba que la tensión entre los nodos 1 y 2 ($V_1 - V_2$) es proporcional a la presión y calcula la constante de proporcionalidad.
- 3) Representa $V_1 - V_2$ frente a p para valores de presión de 0 a 300 KPa.
- 4) ¿Qué potencia se consume de la fuente de alimentación? ¿Depende la potencia consumida de la presión medida?

Nota: considera nula la resistencia interna de la fuente de alimentación. Pa, abreviatura de Pascal, unidad de presión en el sistema internacional.

Problema N° 2: El Muelle Loco

Es bien conocido que la mayoría de los muelles son cuerpos elásticos que se deforman siguiendo la denominada *ley de Hooke* (su deformación es proporcional a la fuerza aplicada):

$$F = -kx \quad (\text{ecuación 1})$$

Siendo k la constante elástica del muelle y x la deformación. Este comportamiento es utilizado para construir dinamómetros que nos permiten determinar la masa, y el peso de un cuerpo colgándolo de un muelle. La fuerza deformadora es el peso del cuerpo mg ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$). Para ello no tenemos más que calibrar el muelle, es decir, determinar el valor de k .

En nuestro caso tenemos un muelle de longitud L , el cual colgamos por un extremo de un soporte y por el otro colgamos del muelle diferentes masas, midiendo el alargamiento del muelle en cada caso. La tabla adjunta indica los valores experimentales obtenidos del alargamiento del muelle x para cada masa m .

m (g)	10	20	30	40	50
x (mm)	46	58	66	73	79

Sin embargo en nuestro muelle la deformación no es proporcional al alargamiento, como puedes comprobar fácilmente de los datos de la Tabla.

Como se desea calibrar el muelle para poder usarlo como dinamómetro supondremos que sigue una ley anarmónica del tipo:

$$F = -kx^a \quad (\text{ecuación 2})$$

a y k son parámetros a determinar a partir de los datos de la Tabla. Siendo a un número entero. En el equilibrio $mg = -F$ y por tanto se cumple:

$$mg = kx^a \Rightarrow m = \frac{k}{g}x^a \Rightarrow \log(m) = \log(k/g) + a \log(x) \quad (\text{ecuación 3})$$

Análisis de datos experimentales:

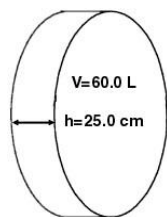
Para determinar el valor de a y el de k , realiza los pasos siguientes.

- Haz los cambios de variable necesarios en la ecuación (3) para que al representar los datos de la Tabla con las modificaciones necesarias obtengas una función lineal.
- Dibuja en el papel milimetrado esos datos y con una regla traza la correspondiente recta sobre los puntos experimentales.
- A partir de las características de dicha recta obtén el valor de la constante elástica k y del exponente a . Aproxima a al valor entero más próximo.

Problema Nº 3: Las leyes de la Física salvan vidas (El Air-bag)

En este problema vamos a estudiar cómo funcionan los "airbags" de los automóviles, aplicando los conocimientos que tienes de Física.

El tiempo que tarda el "airbag" en ponerse en marcha desde la colisión es un factor crucial a la hora de salvar vidas. En cuanto el sensor correspondiente, que es un acelerómetro insertado en un microchip, detecta el choque, pasan sólo unos pocos milisegundos hasta que el dispositivo se llena completamente de gas (normalmente, nitrógeno: $N_2(g)$).



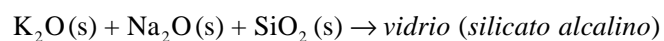
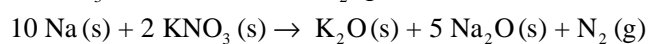
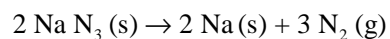
Se puede estimar la presión necesaria para el llenado utilizando sencillas consideraciones mecánicas. Para ello, supón que inicialmente la bolsa (fabricada en nylon o poliamida) se encuentra en reposo, y que el gas se expande alcanzando una velocidad final muy alta. Con ello aseguraremos que la tela, que hará de protección, recorra rápidamente la anchura $h = 25\text{ cm}$ que tienen dichos dispositivos. En ese caso, se puede calcular el movimiento como si se tratara de un movimiento uniformemente acelerado.

- 1) A partir de las velocidades inicial ($v_i = 0\text{ m/s}$) y final ($v_f = 60\text{ m/s}$), y la distancia ($h = 25\text{ cm}$) que deberá recorrer la tela protectora, calcula la aceleración (a), y el tiempo (t) que tarda en llenarse el "airbag".
- 2) Si la masa del "airbag" es $m_{airbag} = 2\text{ kg}$, calcula la fuerza aplicada durante el proceso de llenado. ¿Cuánto valdría el trabajo realizado?
- 3) Si aceptamos que el volumen del "airbag" completamente lleno es $V = 60\text{ dm}^3$, y que a efectos prácticos podemos modelarlo como un cilindro de base S y altura h (ver figura), calcula la presión relativa de llenado (p_d).
- 4) La presión calculada anteriormente es una presión diferencial, a mayores de la atmosférica; por ello, la presión absoluta (p) que deberás utilizar en los cálculos posteriores será la suma de dicha presión relativa (p_d) más la presión atmosférica ($p_a = 100\text{ kPa}$): $p = p_d + p_a$. Cálculala.
- 5) Suponiendo que el nitrógeno gas se comporta idealmente, calcula la cantidad de sustancia (el "número de moles") de este gas, necesaria para producir dicha presión absoluta, a temperatura ambiente ($T = 298,15\text{ K} = 25\text{ }^\circ\text{C}$), con el airbag lleno.

Otro punto importante es cómo producir este gas. Una manera de obtener una gran cantidad de nitrógeno gaseoso consiste en provocar una pequeña detonación de una sustancia sólida; de forma que inicialmente ocupe muy poco volumen, pero luego (al activarse) se expanda mucho. En el caso de los automóviles la sustancia empleada es la azida de sodio: NaN_3 , que se activa eléctricamente cuando el coche frena bruscamente, produciéndose $3,2$ moles de gas nitrógeno por cada 2 moles de azida de sodio sólidos instalados en el mecanismo "airbag" (Las reacciones correspondientes se presentan, *únicamente a efectos divulgativos*, al final del problema).

- 6) Calcula la cantidad de sustancia de azida de sodio, necesaria para producir el gas nitrógeno que hinchará el "airbag", y la masa, m_{azida} , de dicho compuesto que se tendrá que introducir en el dispositivo durante la construcción del automóvil.

Datos: Constante de los gases $R = 8,314\text{ J/mol}\cdot\text{K} = 0,082\text{ litro}\cdot\text{atm/mol}\cdot\text{K}$
Masa molecular de la azida de sodio: $M.M(NaN_3) = 65,02\text{ gr/mol}$



De forma que, por cada 2 moles de azida de sodio se obtienen:

$$3 \text{ moles (1ª Reacc.)} + (2/10) \text{ moles (2ª Reacc.)} = 3,20 \text{ moles .}$$

En el interior de la bolsa, junto con la azida de sodio, existen otros productos sólidos (principalmente KNO_3 y SiO_2) que ayudan reforzar la reacción, y que garantizan que el resultado final no sea peligroso para nuestra salud; pues tanto la azida de sodio, como el propio sodio, son bastante dañinos cuando están libres.