Física I - 510140

Seminario Módulo 1: Física y Mediciones

1. Situaciones para Análisis

Situación para análisis 1
Suponga que dos magnitudes físicas A y B tienen diferentes dimensiones. ¿Cuál o cuáles de las siguientes operaciones matemáticas podrían tener significado físico?
I. $A + B$ II. A/B III. $B - A$ IV. AB

Situación para análisis 2
Verdadero o falso. El análisis dimensional puede darle a Ud. el valor numérico de las constantes de proporcionalidad que pueden aparecer en una expresión algebraica. Fundamente su respuesta.

Situación para análisis 3
En un taller mecánico, dos levas son producidos, uno de aluminio y otro de hierro. Ambos levas tienen la misma masa. ¿Cuál leva es el de mayor tamaño? (a) El leva de aluminio, (b) el leva de hierro o (c) ambos levas tienen el mismo tamaño.

Situación para análisis 4
El precio de la gasolina en una estación es de 1.3 euros por litro. Una estudiante usa 41 euros para comprar gasolina. Si sabe que 4 cuartos hace un galón y que 1 litro es casi 1 cuarto, de inmediato razona que puede comprar (elija una)

a) menos de un galón de gasolina

b) aproximadamente 5 galones de gasolina

c) cerca de ocho galones de gasolina

d) más de 10 galones de gasolina.

Situación para análisis 5
En una situación en que los datos se conocen a tres cifras significativas, se escribe $6.379\,\mathrm{m} = 6.38\,\mathrm{m}$ y $6.374\,\mathrm{m} = 6.37\,\mathrm{m}$. Cuando un número termina en 5, arbitrariamente se elije escribir $6.375\,\mathrm{m} = 6.38\,\mathrm{m}$. Del mismo modo se podría escribir $6.375\,\mathrm{m} = 6.37\,\mathrm{m}$, "redondenando hacia abajo" en lugar de "redondear hacia arriba", porque el número 6.375 se cambiaría por iguales incrementos en ambos casos. Ahora, considere una estimación del orden de magnitud en la cual los factores de cambio, más que los incrementos, son importantes. Se escribe $500\,\mathrm{m} \sim 10^3\,\mathrm{m}$

porque 500 difiere de 100 por un factor de 5, mientras que difiere de 1 000 sólo por un factor de 2. Escriba $437\,\mathrm{m} \sim 10^3\,\mathrm{m}$ y $305\,\mathrm{m} \sim 10^2\,\mathrm{m}$. ¿Qué distancia difiere de 100 m y de 1 000 m por iguales factores de modo que para la misma se podría escoger representar su orden de magnitud como $\sim 10^2\,\mathrm{m}$ o como $\sim 10^3\,\mathrm{m}$?

Situación para análisis 6

Suponga que Leonardo Farkas le ofrece $ 1000 millones de dólares si es capaz de contarlos usando solo billetes de un dólar. ¿Debe aceptar su oferta? Argumente su respuesta. Suponga que cuenta un billete cada segundo y advierta que necesita, al menos, 8 horas al día para dormir y comer.

Situación para análisis 7

En un dado experimento de mediciones de longitud se reporta la longitud del alto de un cilindro de cobre como $(30.3 \pm 0.1)\,\mathrm{cm}$. ¿Cuál es la información que Ud. puede extraer de la medida reportada?

---

2. Ejercicios

Ejercicio 1
Por un lado, la presión es una fuerza F por unidad de área A y una fuerza es una masa m por aceleración a. Por otro lado, la presión de un fluido en movimiento depende de su densidad ρ y de su velocidad v. Derive una combinación sencilla entre la densidad y la velocidad que de las dimensiones correctas de la presión.

R: $p \propto \rho v^2$.

Ejercicio 2
La siguiente expresión matemática describe cierto evento de naturaleza física:

$$FV = kmA + aB,$$

donde F es una fuerza de dimensiones $[F] = \mathrm{L}^1\mathrm{M}^1\mathrm{T}^{-2}$, V es un volumen cuyas dimensiones son $[V] = \mathrm{L}^3\mathrm{M}^0\mathrm{T}^0$, m es una masa de dimensiones $[m] = \mathrm{L}^0\mathrm{M}^1\mathrm{T}^0$, a es una aceleración de dimensiones $[a] = \mathrm{L}^1\mathrm{M}^0\mathrm{T}^{-2}$ y k es una constante adimensional. Con base en lo anteriomente expuesto, determine las dimensiones de las cantidades A y B.

R: $[A] = \mathrm{L}^4\mathrm{M}^0\mathrm{T}^{-2}$; $[B] = \mathrm{L}^3\mathrm{M}^1\mathrm{T}^0$.

Ejercicio 3
La Fig.1 es un esquema del *tronco* de un cono.

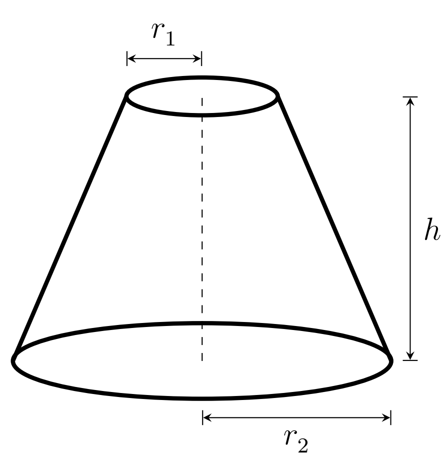

Figura 1: Tronco de un cono.

De las siguientes expresiones de medición (geométrica),
I. $\pi(r_1 + r_2)\sqrt{h^2 + (r_2 - r_1)^2}$ II. $2\pi(r_1 - r_2)$ III. $\dfrac{\pi h}{3}(r_1^2 + r_1 r_2 + r_2^2)$
¿Cuál de ellas describe:

a) La circunferencia total de las caras circulares planas del tronco.

b) El volumen del tronco.

c) El área de la superficie curva del tronco?

R:
a) ii. b) iii. c) i.

Ejercicio 4
En 12 g de carbono existen $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ átomos de esa sustancia (N_A: Número de Avogadro). Si contáramos un átomo por segundo, calcule el tiempo t que tardaríamos en contar los átomos de 1 g de carbono. Expreses su resultado en años.

R: $t = 1.59 \times 10^{15}$ años.

Ejercicio 5
Un litro (L) es el volumen de un cubo de 10 cm × 10 cm × 10 cm. Si usted bebe 1 L de agua, calcule el volumen de agua, en a) milímetros cúbicos, b) centímetros cúbicos y c) metros cúbicos que ocupará este líquido en su estómago?

R:
a) $1\,\mathrm{L} = 1 \times 10^3\,\mathrm{cm}^3$ b) $1\,\mathrm{L} = 1 \times 10^6\,\mathrm{mm}^3$ c) $1\,\mathrm{L} = 1 \times 10^{-3}\,\mathrm{m}^3$.

Ejercicio 6
Usando los factores de conversión de unidades apropiados, convierta las siguientes cantidades al Sistema Internacional SI de unidades.

a) Area de una mesa: 2065 in^2 (pulgadas cuadradas).

b) Masa de un paquete de galletas: 28 oz (onzas).

c) Rapidez del sonido: 1235 km/h.

d) Rapidez del F-16: 2.2 Mach. (1 Mach = rapidez del sonido).

e) Rapidez promedio de Usain Bolt en los 200 m: 37.52 km/h.

f) Rapidez del Monitor Huascar: 12.5 knot (nudos). El nudo se define como una milla náutica por hora (1 knot = 1 nmi/h). Una milla náutica equivale en el SI 1 nmi = 1852 m.

Ejercicio 7
El *número de Reynolds* (Re) es una cantidad adimensional que usted estudiará en el curso de Mecánica de Fluidos. El número de Reynolds relaciona la densidad ρ, la viscosidad μ, y la velocidad v de un fluido, con el diámetro D de la tubería

por la que circula. El número de Reynolds se determina con la siguiente expresión algebraica

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho v D}{\mu}.$$

Si las dimensiones de la densidad son $[\rho] = \mathrm{L}^{-3}\mathrm{M}^{1}\mathrm{T}^{0}$, encuentre las unidades de medida en el Sistema Internacional SI de medidas para la viscosidad μ de un fluido.

R: Las unidades SI de μ son $\mathrm{kg/(m\,s)} \equiv \mathrm{kg\,m^{-1}s^{-1}}$.

Ejercicio 8
Dada la siguiente ecuación física dimensionalmente homogénea

$$mx = f - \sqrt{y}\, s + yz\,,$$

donde m es una masa y f es fuerza.

a) Derive las dimensiones de x.

b) Si s es una longitud, derive las dimensiones de y.

c) Derive las dimensiones de z.

Indicación: Las dimensiones de la fuerza son $[f] = \mathrm{L}^{1}\mathrm{M}^{1}\mathrm{T}^{-2}$.

R:
a) $[x] = \mathrm{L}^{1}\mathrm{M}^{0}\mathrm{T}^{-2}$ b) $[y] = \mathrm{L}^{0}\mathrm{M}^{2}\mathrm{T}^{-4}$ c) $[z] = \mathrm{L}^{1}\mathrm{M}^{-1}\mathrm{T}^{2}$.

Nota. Para resolver los siguientes ejercicios considere las siguientes expresiones matemáticas para el cálculo de la densidad ρ y el volumen V de una esfera

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{y} \quad V = \frac{4}{3}\pi r^3,$$

respectivamente, donde m es la masa y r el radio.

Ejercicio 9
Un metro cúbico ($1.00\,\mathrm{m}^3$) de aluminio tiene una masa de 2.70×10^3 kg, y el mismo volumen de hierro tiene una masa de 7.86×10^3 kg. Encuentre el radio de una esfera de aluminio sólida que equilibraría una esfera de hierro sólida de 2.00 cm de radio sobre una balanza de brazos iguales.

R: $r = 0.0286\,\mathrm{m}$

Ejercicio 10
El radio de una esfera sólida uniforme mide (6.50 ± 0.02) cm y su masa es de (1.85 ± 0.02) kg. Calcule a) la densidad de la esfera en kilogramos por metro cúbico, b) la incertidumbre fraccionaly c) absoluta en el cálculo de la densidad de la esfera.

R:
a) $\rho = 1.61 \times 10^3\,\mathrm{kg/m^3}$ b) $\Delta\rho/|\rho| = 2 \times 10^{-2}$
c) $\Delta\rho = 3 \times 10^1\,\mathrm{kg/m^3}$.

Ejercicio 11
Una ecuación para calcular la energía cinética K en el caso de una masa m moviéndose con rapidez v es:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \quad \rightarrow \quad K = \frac{1}{2}mQ_1 \quad \rightarrow \quad K = \frac{1}{2}Q_2.$$

Una bola de masa $m = (1.4 \pm 0.2)\,\mathrm{kg}$ tiene una rapidez $v = (4.0 \pm 0.2)\,\mathrm{m/s}$. En este caso:

a) Dado $Q_1 = v^2$, calcular Q_1 y su incertidumbre ΔQ_1.

b) Dado $Q_2 = mQ_1$, calcular Q_2 y su incertidumbre ΔQ_2.

c) Dado $K = \frac{1}{2}Q_2$, calcular K y su incertidumbre ΔK.

R:
a) $Q_1 = (16 \pm 2)\,\mathrm{m^2/s^2}$ b) $Q_2 = (22 \pm 4)\,\mathrm{kg\,m^2/s^2}$ c) $K = (11 \pm 2)\,\mathrm{kg\,m^2/s^2}$.

Ejercicio 12
Calcule la superficie de la Fig2 si el radio de la semiesfera es $R = 4.151\,\mathrm{m}$, el largo del cono truncado es $h = 6.38\,\mathrm{m}$ y el radio de la circunferencia derecha es $r = 1.7\,\mathrm{m}$. Use $\pi = 3.14$.

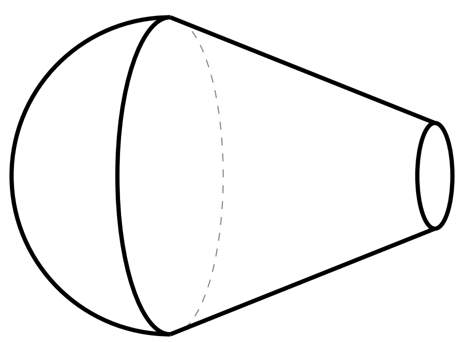

Figura 2: Figura relacionada al Ejercicio 12.

Área de la semiesfera:

$$A_{\mathrm{se}} = 2\pi R^2.$$

Área del manto del cono truncado:

$$A_{\mathrm{ct}} = \pi(R+r)\sqrt{h^2 + (R-r)^2}.$$

Área circunferencia derecha:

$$A_{\mathrm{cir}} = \pi r^2.$$

R: $A = 237\,\mathrm{m^2}$.

Ejercicio 13

Un conductor de camión desea estimar cuanto combustible necesita para realizar el transporte de sustancias entre dos lejanas ciudades. Para ello traza su ruta en un mapa y, utilizando una regla y una escala adecuada, obtiene que la trayectoria entre dichas ciudades es $D = 86.2\,\mathrm{km}$ con un error de $\Delta D = 0.7\,\mathrm{km}$. Según el fabricante del camión el rendimiento del camión en carretera es $R = (5.5 \pm 0.3)\,\mathrm{km/lt}$, es decir, por cada $5.5\,\mathrm{km}$ recorridos el camión consume $1\,\mathrm{lt}$ de combustible. Calcule los litros de combustible- incluido su error- necesarios para realizar el recorrido. Caclule el error fraccional con que estimó la cantidad de combustible necesaria.

R: $L = (16.0 \pm 0.8)\,\mathrm{lt} \quad ; \dfrac{\Delta L}{|L|} = 0.05 \quad ; \dfrac{\Delta L}{L} \times 100\,\% = 5\,\%.$

Ejercicio 14

En mecánica de fluidos la ecuación que permite obtener la presión que ejerce un fluido de densidad ρ en reposo a una profundidad h (vea la Fig.3), se calcula de acuerdo a la ecuación

$$p = p_0 + \rho g h$$

donde p_0 es la presión atmosférica y g es la magnitud de la aceleración de gravedad terrestre.

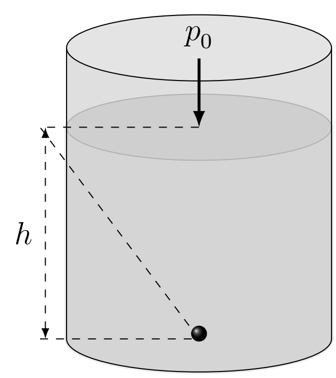

Figura 3: Esquema para el Ejercicio 14.

En un laboratorio se desea estimar la presión que ejerce el mercurio sobre una esfera que está sumergida a una profundidad h. Para esta labor se midieron experimentalmente las siguientes cantidades:

$$p_0 = (1.01 \pm 0.03) \times 10^5\,\mathrm{N/m^2}, \qquad \rho_{Hg} = (1.4 \pm 0.5) \times 10^4\,\mathrm{kg/m^3},$$
$$h = (0.81 \pm 0.05)\,\mathrm{m}, \qquad g = (9.8 \pm 0.2)\,\mathrm{m/s^2}.$$

Determine la presión sobre la esfera y estime el error fraccional del cálculo de la presión.

R: $p = 2.1 \times 10^5\,\mathrm{N/m^2} \quad ; \dfrac{\Delta p}{|p|} \times 100\,\% = 2 \times 10^1\,\%$

Ejercicio 15

El *número de Reynolds* (Re) es una cantidad que relaciona la densidad ρ, la viscosidad μ, y la rapidez v de un fluido, con el diámetro D de la tubería por la que circula. Su valor indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento. El número de Reynolds se define de acuerdo a la ecuación

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho v D}{\mu}.$$

Calcule a) el número de Reynolds para el agua a 20 °C que circula por una cañería de diámetro $D = (0.17 \pm 0.01)\,\mathrm{m}$ con rapidez $v = (40.5 \pm 0.8)\,\mathrm{m/s}$ y cuya viscosidad es $\mu = (1.0 \pm 0.1) \times 10^{-3}\,\mathrm{kg/(m\,s)}$. Asuma que la densidad del agua $\rho = 1000\,\mathrm{kg/m^3}$ es constante. b) Calcule el error fraccional del cálculo realizado.

R: a) $\mathrm{Re} = 6.9 \times 10^6$; b) $\dfrac{\Delta\mathrm{Re}}{|\mathrm{Re}|} = 0.2.$