

Problema: ¿Cuánto pesa un lingote de oro de un kilo?

Teniendo en cuenta los distintos valores absolutos de la gravedad en el ecuador y en los polos debidos a la diferencia en el radio terrestre, y el efecto de la fuerza centrífuga de la rotación de La Tierra, compara el peso aparente de un lingote de 1 000,0 gramos de oro según se sitúe en uno u otro lugar. (Datos respectivos de R y g polar y ecuatorial: 6 357 y 6 378 km ; 9,832 y 9,814 m/s² . ¿Hay negocio a la vista?

Solución:

El peso aparente es el resultado de la composición del peso real (p) o fuerza de gravedad que hace la Tierra y otras fuerzas que puedan detectarse al pesarlo con una balanza. En este caso el empuje del aire se puede considerar despreciable, dada la alta densidad del oro, pero habrá que tener en cuenta la fuerza centrífuga, que es la fuerza de inercia detectada en la balanza, la cual tiene la aceleración centrípeta de rotación de La Tierra. En relación con este peso aparente podríamos hallar la lectura en gramos que daría una balanza al pesar el lingote en cada lugar. El enunciado del problema es abierto, por lo que habrá que aportar otros datos y comentar los resultados obtenidos.

I.- Calculamos el peso (real) en el polo (p_p) y en el ecuador (p_e) para m = 1,0000 kg

$$P_p = m \cdot g_p = 1 \text{ kg} \cdot 9,832 \text{ m/s}^2, \quad P_p = \mathbf{9,832 \text{ N}}$$

$$P_e = m \cdot g_e = 1 \text{ kg} \cdot 9,814 \text{ m/s}^2, \quad P_e = \mathbf{9,814 \text{ N}}$$

II.- Calculamos las fuerzas de inercia centrífugas de rotación en el polo (F_{i_p}) y en el ecuador (F_{i_e}):

$$F_i = m \cdot a = m \cdot v^2 / r$$

r es el radio de rotación en la latitud φ considerada: $r = R \cos \phi$

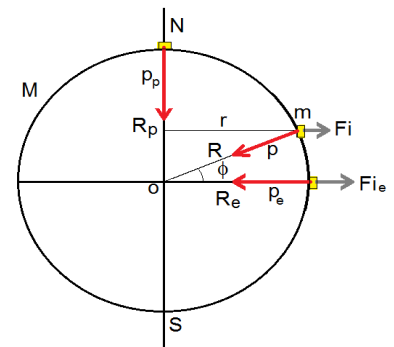
v es la velocidad de rotación: $v = \omega \cdot r = 2\pi r / T = 2\pi R \cos \phi / T$

En el polo ($\phi = 90^\circ$): $r = 0$, $v = 0$, $F_{i_p} = \mathbf{0}$

En el ecuador ($\phi = 0^\circ$): $r = R$, $v = 2\pi R_e / T$, $F_{i_p} = m \cdot v^2 / r$
 $= m \cdot 4\pi^2 R_e / T^2$

$$F_{i_e} = 1.4 \cdot \pi^2 \cdot 6378 \cdot 10^3 / (24.3600)^2, \quad F_{i_e} = \mathbf{0,03373 \text{ N}}$$

Vemos que afectará ya al 2º decimal del peso en newton.



III.- Componemos las fuerzas para hallar el peso aparente en el polo (p_{ap}) y en el ecuador (p_{ae})

En el polo: $p_{ap} = p_p$, $p_{ap} = \mathbf{9,832 \text{ N}}$

En el ecuador: $p_{ae} = p_e - F_{i_e} = 9,814 - 0,03373$, $p_{ae} = \mathbf{9,780 \text{ N}}$

IV.- Los gramos (aparentes) que marcará la balanza en el polo y el ecuador para m = 1000,0 g será una cifra igual a los gramos-fuerza o pondios de su peso aparente:

En el polo: $9,832 \text{ N} \cdot 1 \text{ kp} / 9,807 \text{ N} \cdot 1000 \text{ p/kp} = 1\,002,5 \text{ p}$

En el ecuador: $9,780 \text{ N} \cdot 1 \text{ kp} / 9,807 \text{ N} \cdot 1000 \text{ p/kp} = 997,2 \text{ p}$

la balanza marcará 1 002,5 g en el polo y 997,2 g en el ecuador.

V.- Analizamos y valoramos el resultado obtenido:

Se observa un sensible aumento del 0,18% entre los pesos absolutos de la misma masa al trasladarse del ecuador al polo, que sube al 0,53 % si nos fijamos en el peso aparente que tiene en cuenta el efecto de la rotación terrestre. Una balanza que detecte peso, para un lingote de oro de 1 kg marcaría 5,3 g más en el polo que pesándolo en el ecuador.

Si tenemos en cuenta que el precio del oro ronda los 50 €/g, parecería un buen negocio comprar oro al peso en el ecuador y venderlo a continuación en el polo. La ganancia sería de $5,3 \text{ g} \cdot 50 \text{ €/g} = 265 \text{ €}$ por cada lingote de un kilogramo de oro.

Sería un apetitoso negocio, pero constituiría una auténtica estafa. El precio del oro se refiere a su masa, no a lo que ésta pesa. Y para medir correctamente la masa con una balanza, ésta debe estar calibrada para que la lectura sea justamente igual a la masa que provoca el correspondiente peso en el lugar, ya sea real o aparente. Este calibrado debe hacerse con pesas patrón de masa conocida y certificada en el lugar donde vaya a ser usada.