

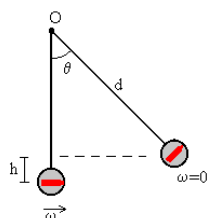
Nota: Los problemas marcados con un asterisco (*) forman parte de la cuarta entrega de la materia y su entrega será calificada. Los problemas marcados con dos asteriscos (**) son de entrega optativa. Les recomendamos resolver todos los problemas para una mejor comprensión de los temas planteados. La escritura del documento deberá hacerse utilizando \LaTeX . La metodología de entrega será la misma que para la entrega anterior (ver Guía 05).

31. Naturaleza vacía (*)

Suponga que podemos aproximar la molécula de agua como la cabeza del ratón Mickey, donde los átomos de Hidrógeno son las orejas (esferas de radio $r_H = 25 \text{ pm}$), y la cabeza es una esfera de radio $r_O = 50 \text{ pm}$.

- Calcule el volumen de la molécula de agua.
- Por otro lado, sabiendo que la masa molar del agua es $M = 18 \text{ g mol}^{-1}$, calcule el número de moléculas presentes en un balde de 10 litros de capacidad lleno de agua.
- Calcule ahora el volumen ocupado por la cantidad de moléculas calculada en el punto anterior. Compare este volumen con el volumen del balde.
- Ahora calcule el volumen ocupado por los núcleos de las moléculas de los 10 litros de agua, sabiendo que el radio nuclear puede aproximarse como $r = 1,2 \times A^{1/3} \text{ fm}$, donde A es el número másico. Compare este volumen con los volúmenes anteriores.

32. Péndulo balístico (**).



Un péndulo balístico es un dispositivo utilizado para determinar el poder de fuego de un arma. Consiste en un péndulo formado por una bloque de madera de masa $M = 5,98 \text{ kg}$ que pende de un hilo de longitud $d = 1,5 \text{ m}$ (considerar que esa es la distancia entre el anclaje del péndulo y el centro del bloque). Una bala de masa $m = 20 \text{ g}$ es disparada por un revolver e impacta en el centro del bloque de madera. Tras el impacto, el bloque se eleva hasta formar un ángulo de $\theta = 15^\circ$ respecto a la vertical.

- ¿Cuál es la velocidad de la bala al salir del revolver?
- Suponiendo que no hay pérdidas de energía en el disparo, ¿cuál es la energía química almacenada en la pólvora?

33. Formación planetaria (*)

Podemos suponer que la formación de los planetas se produce gracias a las colisiones de fragmentos de pequeño tamaño que al aglutinarse forman estructuras mayores de forma aproximadamente esféricas. Estos fragmentos, siguen órbitas en torno a la estrella central.

Supongamos entonces que nos hallamos en los comienzos del Sistema Solar, y millones de fragmentos orbitan en torno al Sol ($M_\odot = 1,988 \times 10^{30} \text{ kg}$) a diferentes distancias. Dos

de ellos son esféricos, con masas $m_1 = 2,3 \times 10^{22}$ kg y $m_2 = 1,8 \times 10^{23}$ kg, y se mueven en la misma órbita circular de radio $R = 1,2 \times 10^8$ km pero en sentidos opuestos. Transcurrido un tiempo, estos dos fragmentos chocan de frente en una colisión totalmente inelástica, produciendo un único fragmento final.

- Calcule la velocidad final v_f del fragmento resultante.
- Verifique que la energía cinética no se conserva, y calcule la inelasticidad de la colisión.
- Usando el principio de conservación de la energía calcule cuanta energía se liberó en forma de calor.
- La velocidad final v_f no será la que le corresponde a la órbita original. Justifique esa afirmación y determine el radio R_f de la órbita final del fragmento.

34. Moderación (*)

En un reactor nuclear los neutrones ($m_n \simeq 1$ uma), chocan frontal y elásticamente con moléculas de agua pesada (D_2O , $m_{D_2O} \simeq 20$ uma) en un proceso denominado moderación. Suponiendo que la velocidad del neutrón es u_1 y las moléculas de agua pesada están inicialmente en reposo, calcule:

- Las velocidades de la molécula de agua y del neutrón luego de la primer colisión, y la variación de energía cinética para el neutrón y la molécula de agua pesada, todo en unidades de u_1 .
- El número de colisiones necesarias para que la velocidad del neutrón se reduzca al 1 % de u_1 .

35. No desinfe lo inflado (**)

En una mañana fría (temperatura = 273 K) la sobrepresión en una llanta es de 2000 hPa. Luego de un viaje a alta velocidad la temperatura del aire en el interior del neumático es de 323 K.

- ¿Cuál es la sobrepresión a esa temperatura?
- Si en ese momento, el propietario del auto desinflat las llantas sin esperar a que éstas se enfríen, ¿cuál será la presión final cuando las gomas vuelvan a la temperatura del ambiente en ese momento (273 K)?

36. Conectando recipientes (*)

Un recipiente de 1 L ($0,001$ m³) lleno de un gas ideal a una presión de 100 kPa se conecta con otro recipiente de $0,003$ m³ conteniendo un gas ideal a una presión de 50 kPa. Suponiendo que ambos recipientes están en contacto con un baño térmico, calcule la presión final del sistema una vez que los recipientes se conectan.

37. Moléculas (**)

Consideremos helio a temperatura $T = 273$ K y una presión de 1000 hPa.

- ¿Qué cantidad de moléculas hay en un m³ de aire en estas condiciones?
- ¿Cuánto vale la energía interna de un m³ de aire en estas condiciones?
- ¿Cuál es la velocidad media de los átomos de helio en estas condiciones? Compare el resultado obtenido con la velocidad de escape de la Tierra. Luego analice cual debería ser la concentración del Helio en la atmósfera terrestre.

38. Gas monoatómico (*)

Se dispone de una determinada cantidad de gas ideal monoatómico almacenado en un recipiente rígido de $0,04 \text{ m}^3$ a temperatura ambiente (293 K) y con una presión de 20265 kPa.

- a) Calcule la cantidad de gas contenida, medida en moles, y determine el número de moléculas y de átomos contenidos en el interior del recipiente.
- b) Uno de los operarios de la planta enciende involuntariamente un fuego cerca del recipiente. La temperatura del mismo aumenta hasta alcanzar los 423 K, momento en el cual la válvula de seguridad se activa y deja escapar parte del gas almacenado, hasta que la presión vuelve a ser la presión de trabajo (20265 kPa) a esa temperatura. Calcule:
 - 1) la presión a la cual se activó la válvula
 - 2) la cantidad de gas remanente luego del escape
 - 3) la energía interna total del gas en el recipiente en cada uno de los siguientes momentos: estado inicial; inmediatamente antes que se active la válvula de seguridad; cuando se recupera la presión de trabajo.

39. Diferencias (*)

Un pistón cilíndrico contiene un mol de un gas ideal monoatómico en CNPT. Partiendo siempre del mismo estado inicial, primero se somete al gas a una expansión isobárica, y luego de volver al mismo estado inicial, se lo somete a una expansión isotérmica, hasta alcanzar en ambos casos un volumen final que es el doble del volumen inicial. Calcule:

- a) Los volúmenes iniciales y finales en cada proceso.
- b) Si el recipiente es la cámara de un pistón cilíndrico de radio $r = 10 \text{ cm}$, calcule el trabajo realizado y la altura inicial y final del pistón, en cada proceso.
- c) Cuando corresponda calcule para cada proceso: las temperaturas iniciales y finales, y la variación en la energía interna del gas.