

Problemas - Serie 3

Gases Ideales - Teoría Cinética y Termodinámica (I), (II) y (III) grado de complejidad,
(op)=Opcional, (*) resolución en clase

Lea atentamente. **Recuerde que lo más importante es la justificación de su respuesta.** Trate de ser sintético pero preciso. Si usa una hoja Excel, incluya en un cuadro de texto, el enunciado. Explique brevemente las suposiciones o hipótesis que realiza. Para cada variable que usa, indique las unidades que usa. **Recuadre claramente los resultados finales.** **Mucha suerte.**

Gases Ideales y Teoría Cinética

1. Enuncie la ley del gas ideal en términos de la densidad del gas.
2. (*)A) La presión mínima que se alcanza con las mejores técnicas de evacuado es de unos 10^{-12} N/m² ($=7.5 \times 10^{-15}$ Torr). A esa presión, ¿cuántas moléculas por cm³ quedarán, a 0 °C? Para simplificar, asuma que el aire es prácticamente todo N₂.
3. La densidad media del universo es de 1 átomo de H por m³ ($M_H = 1,672 \times 10^{-27}$ kg) y su temperatura media es de $T=2,7$ K, A) Estime la presión media en estas condiciones. Compare este valor con los mejores vacíos en la Tierra. B) Calcule la velocidad media y la presión (en atm) de tales átomos de hidrógeno.
4. Si un buzo equipado llena sus pulmones a toda su capacidad de 5,5 l, estando a 10 m bajo la superficie. ¿A qué, volumen se expandirá si sube con rapidez a la superficie? ¿Es aconsejable hacer esto?
5. Si una casa tiene de 120 m² de superficie y 2,8 m de altura, (a) ¿Cuál será la masa total de aire dentro de ella a 20 °C? (b) Si la temperatura disminuye a 10 °C, ¿qué masa de aire entrará o saldrá de la casa?
6. A) Partiendo del valor normal de la presión atmosférica en la superficie terrestre, calcule el número total de moléculas de aire en la atmósfera de la Tierra (Sugerencia: suponga que la por cada cm² la masa de atmosfera es de 1 kg y recuerde que $R_{Tierra} \sim 6300$ km, ¿son importantes y realistas estas suposiciones?). B) Calcule el número total de moléculas de CO₂ en la atmósfera y su cantidad por litro de aire en CNPT.
7. ¿Cuál es la velocidad rms de las moléculas de nitrógeno contenidas en un volumen de 7,6 m³ a 5.0 at, si la cantidad total de nitrógeno es de 1800 moles?

Termodinámica

8. (*) Piense en varios procesos, que no se hayan mencionado ya, que obedezcan la primera ley de la termodinámica, pero que, si sucedieran en realidad, violaran la segunda ley.

9. Una usina de ciclo combinado tiene una eficiencia de 58%. Genera 1GW. A) Estime el flujo de gas (m^3/h) que se debe suministrar a esta central. Recuerde que el Poder Calorífico superior (PCS) del gas natural es $9300 \text{ kcal}/\text{m}^3$. B) Si la usina funcionase a Carbón, con una eficiencia del 33%, ($\text{PCS}=7000 \text{ kcal}/\text{kg}$) estime el consumo de carbón por hora. Si un camión puede transportar unos 30 Toneladas de carbón, cuantos camiones necesita por hora? C) ¿Cómo sería la logística de suministro de carbón?

10. Calcule la potencia que requiere un automóvil de 1200 kg para las siguientes situaciones: a) Calcule la fuerza de roce con el aire a 50 km/h, suponiendo un área frontal del 2 m^2 . Suponga que el área frontal es plana $C_v=1$ y con perfil aerodinámico $c_v=0,25$. Recuerde que la fricción en régimen turbulento es $F_r= 0,5 C_v \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$, donde C_v es un coeficiente de forma, ρ la densidad del medio, A = área frontal y v es la velocidad (ver: Resistencia aerodinámica en Wikipedia). b) El automóvil ($c_v=0,25$) sube una pendiente de 8° a una velocidad constante de 50 km/h (13,88 m/s). (calcule la potencia sin incluir roce con el aire e incluyéndolo) c) El automóvil acelera de 50 km/h (13,88 m/s) a 65 km/h en 10 s para adelantar otro vehículo, en una carretera horizontal. Suponga que la fuerza de roce es constante e igual a la velocidad de $= 55 \text{ km}/\text{h}$ y que $\rho = 1,225 \text{ kg}/\text{m}^3$ para $T=15^\circ\text{C}$, $A=2\text{m}^2$. D) ¿Esta potencia depende si el motor del automóvil a combustión o eléctrico? E) ¿Qué pasa con los otros roces o fricción de neumáticos y rodamientos? (www.petrotecnica.com.ar/junio13/notas/AutorElectricos.pdf)

11. (II) Un motor de automóvil de 100 caballos de fuerza (o HP) de potencia efectiva funciona con una eficiencia aproximada del $\epsilon_{ef}=15\%$. Suponga que la temperatura del agua del motor de 85°C es el depósito de temperatura fría y que 500°C es la temperatura térmica de "entrada" (temperatura de la mezcla de gas y aire que explota).

a) Calcule su eficiencia relativa (ϵ_r) con respecto a su eficiencia máxima posible ϵ_{carnot} (Carnot) $\epsilon_{ef} = \epsilon_r \cdot \epsilon_{carnot}$. b) Estime cuánta potencia de consumo o sea cual es la potencia para hacer funcionar el auto (potencia total de consumo, en watts) y cuanta potencia se invierte efectivamente en mover el automóvil (potencia mecánica o efectiva). c) Finalmente cuánto calor es expulsado al aire $P_{perdida}$ (kW) y cuanto calor en kWh, Joules y en kcal, se pierde en 1 h. (1 HP= 745,6 W)

12. (II) Una máquina térmica usa una fuente de calor a 550°C y tiene una eficiencia ideal, de Carnot, de 30% ¿Cuál debe ser la temperatura de la fuente de calor si se desea aumentar la eficiencia a 40%?

13. (III) Una máquina térmica expulsa el calor a 350°C y tiene una eficiencia de Carnot de 45%. ¿Qué temperatura de expulsión le permitiría lograr una eficiencia de Carnot de 50%?

14. (III) En una planta eléctrica de vapor, las máquinas trabajan en pares, de modo que la salida del calor de una es aproximadamente la entrada de la segunda. Las temperaturas de operación de la primera etapa son de 670°C y 440°C y de la segunda 430°C y 290°C . El calor de combustión del carbón es de $28 \text{ MJ}/\text{kg}$. ¿Con qué rapidez se debe quemar el carbón a fin de

que la planta produzca 900 MW de potencia? Suponga que la eficiencia de las máquinas es 60% de la eficiencia ideal (de Carnot).

15. (I) ¿Cual es el cambio de entropía de 100 g de vapor a 100 °C cuando se convierten en agua a 100 °C? Recuerde $H_v(\text{agua}, 100\text{ °C}) = 540\text{ cal/g}$
16. (III) Una máquina térmica real que trabaja entre depósitos de calor a 970 K y 650 K produce 600 J de trabajo por ciclo para una entrada de calor de 2 200 J. (a) Compare la eficiencia de esta máquina con la de una ideal, de Carnot. (b) Calcule el cambio total de la entropía del universo por cada ciclo de esta máquina real (c) Calcule el cambio total de la entropía del universo por ciclo de una máquina de Carnot que trabaje entre las mismas dos temperaturas.
17. Explique por qué un día caluroso a una dada temperatura es más agobiante en un lugar húmedo que en un lugar seco.
18. Explique por qué a una dada temperatura, sentimos más frío cuando apenas salimos de la ducha o pileta, que después que nos secamos con una toalla.
19. Cuando nos pasamos un poco de alcohol con un algodón en las manos sentimos frío ¿por qué?
20. Los pilotos de planeadores saben que es muy frecuente encontrar corrientes ascendentes de aire arriba de campos recién arados ¿por qué?
21. En invierno las tierras costeras tienen menor temperatura que el mar, pero en verano ocurre lo contrario ¿por qué?

Respuestas y ayudas :

$R = 8.314\text{ J/mol.K} = 1.987\text{ cal/mol.K} = 0.08206\text{ l.At/mol.K} = 8,314\text{ Pa.m}^3/\text{mol.K}$. $N_A = 6,022 \times 10^{23}\text{ Mol/mol}$

$k_B = R/N_A = 1,3806 \times 10^{-23}\text{ J/Mol.K}$

1. Ver apunte de Termodinámica
2. $(N/V) = 2,6 \times 10^8\text{ molec/m}^3 = 0,26\text{ molec/cm}^3$
3. A) $P = 3,7 \times 10^{-23}\text{ Pa} = 2,77 \times 10^{-25}\text{ Torr} = 3,6 \times 10^{-28}\text{ Atm}$.
B) $v_{rms} = (3 RT/M)^{0,5} = 157,9(T/M)^{0,5} = 259\text{ m/s}$
4. $V_f = (P_i.V_i/P_f) = 11\text{ litros}$
5. A) $M_{aire}(T=20\text{ C}) = 386\text{ kg}$ B) $M_{aire}(T=10\text{ C}) = 399,8\text{ kg}$ $\Delta M_{aire} = 13,8\text{ kg}$ (deben entrar)
6. $M_{atmosf} = 5 \times 10^{18}\text{ kg}$
7. $T = 257\text{ K}$, $v = 478\text{ m/s}$
8. Leer apuntes de Termodinámica
9. A) $Q = 44,3\text{ m}^3/\text{s} = 15900\text{ m}^3/\text{h}$, B) $103,4\text{ kg/s} = 372,2\text{ Tn/h}$ C) $12,7\text{ Camiones/h}$
10. $P(W) = 0,5\text{ C.v.A.p.v}^3$ A) $Pr(C_v=1) = 3,28\text{ kW}$, $Pr(C_v=0,25) = 820\text{ W}$, B) $P = 22,6\text{ kW}$ (sin roce Aire), $P(C_v=0,25) = 23,4\text{ kW}$ (con roce Aire) C) $a = 0,41\text{ m/s}^2$, $P = 7,5\text{ kW}$ (sin roce Aire) D) No E) Se suman

11. a) $\eta_r=27,9\%$ $P_{mec}=75\text{ kW}$ b) $P=495\text{ kW}$, c) $P_{perd}=422\text{ kW}$, $Q(\text{calor})=422\text{ kWh}=1,5\text{ GJ}$
12. $T_c=960\text{ K}=687\text{ }^\circ\text{C}$
13. $T_f=566\text{ K}=293\text{ }^\circ\text{C}$
14. a) $\eta_1 = \eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \cdot \eta_2$, $\eta_1=24,4\%$ $\eta_2=19,9\%$ $\eta_{12}=39\%$ $\eta_{Ef}=23,4\%$ $P_{ef}=3,9\text{ GW}$,
 $dm/dt(\text{Carbón})=139\text{ kg/s}=500\text{ kg/h}$
15. $\Delta S=0,606\text{ J/K}$
16. $\eta_{carn}=33\%$ $\eta_{Ef}=27,3\%$
17. Al 19. Ayuda: ¿qué es el enfriamiento por evaporación?
- 18.
- 19.
20. Ayuda: ¿qué es el albedo?