UNIVERSIDAD CENTRAL
CONSTRUCCION CIVIL.
Profesor: Mauricio Herrera

GUÍA V, FÍSICA II, TERMODINÁMICA Y CINÉTICA.

Palabras Claves: *Gas Ideal, ecuación de estado, equilibrio termodinámico, capacidad calórica, calor, trabajo, energía interna*.

1) ¿ Qué es un gas ideal y bajo que condiciones un gas real puede considerarse ideal?
2) ¿ Por qué la energía interna de un gas ideal no depende del volumen ocupado por el gas?. ¿ Qué sucede con el gas de Van der Waals al respecto?.
3) ¿ Qué es una ecuación de estado?. ¿ Qué son las variables de estado?. Explique las diferencias fundamentales entre la ecuación de estado de Van der Waals y la ecuación del gas ideal?
4) ¿ Qué significa que un sistema esté en equilibrio termodinámico?. ¿Mediante qué mecanismo un gas ideal alcanza su equilibrio termodinámico?.
5) Mediante la ecuación fundamental de la teoría cinética, dé un valor estimado de la energía cinética promedio de las moléculas de un gas ideal a temperatura de 300°K.
6) La temperatura puede medirse usando un termómetro de gas (escala absoluta de temperatura) que relaciona la presión con la temperatura mediante: $\frac{P}{P_0} = \frac{T}{T_0}$

Habitualmente se toman las presiones de fusión del hielo P_0 y de ebullición del agua P que son fácilmente medibles. Teniendo en cuenta la relación experimental: $P/P_0 = 1.3661$ y dividiendo en 100 partes la diferencia $T_E - T_F$, halle las temperaturas de fusión de hielo T_F y la temperatura de ebullición del agua T_E.

7) La escala de Fahrenheit de temperatura se relaciona con la centígrada mediante la relación: Y °F = 1.8 ´ X °C + 32. Halle la temperatura de fusión del hielo y de ebullición del agua en la escala Fahrenheit. Escriba la relación entre la escala absoluta de temperatura y la Fahrenheit.
8) ¿ Cuáles fueron las suposiciones fundamentales hechas por Boltzman para deducir la fórmula barométrica?. De acuerdo a esta fórmula qué presión atmosférica debe existir a una altura de 1 km,(masa de un mol de aire es igual a 28.9 g) si consideramos la temperatura igual a 300 °K.
9) En clase se mostró que la diferencia entre las capacidades calóricas a presión y volumen constante satisface la relación:

$$C_P - C_V = V\beta\left\{\left(\frac{\partial E}{\partial V}\right)_T + P\right\}$$

Mostrar que para el gas ideal esta relación se simplifica a: $C_P - C_V = R$

10) Usando las definiciones de los coeficientes de dilatación volumétrica b y compresión a temperatura constante k y las propiedades de las derivadas parciales:

$$a)\ \left(\frac{\partial Y}{\partial X}\right)_Z = \frac{1}{\left(\frac{\partial X}{\partial Y}\right)_Z} \qquad b)\ \left(\frac{\partial Y}{\partial X}\right)_Z \left(\frac{\partial X}{\partial Z}\right)_Y \left(\frac{\partial Z}{\partial Y}\right)_X = -1$$

Muestre que: $\left(\frac{\partial \mathrm{P}}{\partial \mathrm{T}}\right)_{\mathrm{V}} = \frac{\beta}{\kappa}$

11) Muestre, usando el segundo principio de la termodinámica que las capacidades calóricas a presión y volumen constante pueden definirse de la siguiente manera:

$$a) \quad C_{\mathrm{P}} = \mathrm{T}\left(\frac{\partial S}{\partial \mathrm{T}}\right)_{\mathrm{P}} \qquad b) \; C_{\mathrm{V}} = \mathrm{T}\left(\frac{\partial S}{\partial \mathrm{T}}\right)_{\mathrm{V}}$$

12) Muestre que la diferencia de las capacidades calóricas a presión y volumen constante obedecen la relación siguiente para cualquier sustancia conocida en la naturaleza:

$$C_{\mathrm{P}} - C_{\mathrm{V}} = \frac{\mathrm{VT}\beta^2}{\kappa}$$

13) Usando la relación mostrada en la pregunta 12):

a) Calcule la diferencia entre las capacidades calóricas 1) para un gas ideal 2) para un gas de Van der Waals.

b) Utilice las relaciones obtenidas en la pregunta 9) y 12) para demostrar:

$$\mathrm{P} + \left(\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial \mathrm{V}}\right)_{\mathrm{T}} = \frac{\mathrm{T}\beta}{\kappa}$$

De aquí muestre por otra vía distinta a la empleada en la pregunta 2) que la energía interna de un gas ideal no depende del volumen ocupado por el gas.

a) Calcule la derivada parcial de la energía interna respecto al volumen a temperatura constante de un gas de Van der Waals.

14) Un proceso adiabático es aquel donde no ocurre intercambio de calor con el medio, o sea la variación de calor durante este proceso es nula:

a) ¿ Qué sucede con la variación de entropía?

b) Usando el primer principio de la termodinámica y la expresión del diferencial de la energía interna E:

$$\mathrm{dE} = C_{\mathrm{V}}\mathrm{dT} + \left(\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial \mathrm{V}}\right)_{\mathrm{T}} \mathrm{dV}$$

a) Muestre que la ecuación de un proceso adiabático para un gas ideal está dada por:

$$\mathrm{T} \cdot \mathrm{V}^{\gamma\text{-}1} = cons\tan te$$

Con $\gamma = C_{\mathrm{P}} / C_{\mathrm{V}}$

c) Muestre que a temperatura constante y a volumen constante se obtienen respectivamente las ecuaciones (para un gas ideal):

$$i)\; \mathrm{P} \cdot \mathrm{V}^{\gamma} = cons\tan te$$

$$ii)\; \mathrm{T} \cdot \mathrm{P}^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = cons\tan te.$$

d) Dibuje en un gráfico P - V la isoterma y la adiabata (a temperatura constante).

15) Obtenga la ecuación de un proceso adiabático para un gas de Van der Waals.
16) Calcule el trabajo realizado en la expansión adiabática de un gas ideal.
17) Muestre que el diferencial de la energía interna de un gas Van der Waals tiene la forma:

$$dE = C_V dT + \frac{a}{V^2} dV$$

a) Utilizando esta expresión calcule el trabajo realizado por un gas de Van der Waals durante una expansión adiabática. (C_V es constante). *<u>Nota</u>*: En un proceso adiabático la diferencia de calor es nula lo que implica, por el I principio de la termodinámica que la variación de energía interna es igual al trabajo realizado por el sistema.

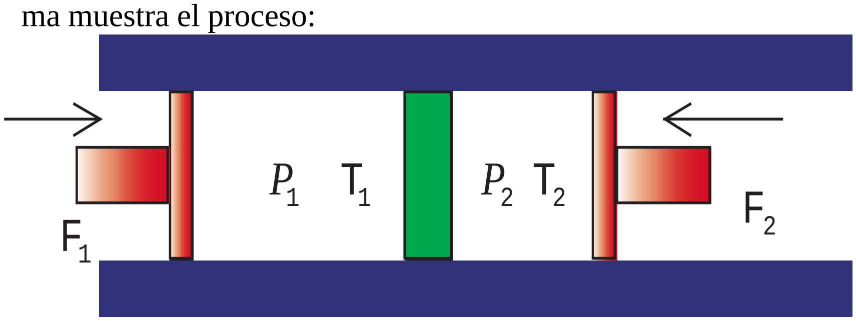
b) Durante una expansión libre adiabática el gas no realiza trabajo. Utilizando el resultado del punto anterior y demuestre que durante este proceso el gas disminuye su temperatura.

c) Calcule la disminución de temperatura cuando se expande dióxido de carbono desde un volumen específico de 2 m^3/mol (correspondiente aproximadamente a 10 atm a 0 °C) a un volumen específico de 4 m^3/mol, la constante **a** del CO_2 es 366´10^3 y C_V = 3.38 R

18) ¿ Qué representa la función de distribución de Maxwell?. Explique los conceptos de velocidad cuadrática media, velocidad promedio y velocidad más probable de un gas. Calcule esta magnitud para la molécula de O_2 si su masa molar es 32g.

19) Ha sido mostrado mediante diferentes observaciones que la atmósfera terrestre no posee un límite definido donde termina, sino que se han encontrado partículas de aire a muy diferentes alturas. ¿ Por qué cree usted que este hecho contradice la suposición de que todas las moléculas de un gas poseen la misma velocidad?

20) En la experiencia de Joule - Thomson se hace pasar un gas por un tabique poroso, utilizando émbolos en un recipiente aislado térmicamente. Como resultado de esto el gas se enfría. El esquema muestra el proceso:



a) Muestre, usando el primer principio de la termodinámica que la entalpía definida como H = E + P ×V se conserva en este proceso.

b) Utilizando los resultados de la pregunta 17) muestre que si se usa un gas de Van der Waals se cumple:

$$C_V (T_2 - T_1) = \left(\frac{RT_1V_1}{V_1 - b} - \frac{2a}{V_1} \right) - \left(\frac{RT_2V_2}{V_2 - b} - \frac{2a}{V_2} \right)$$

c) Teniendo en cuenta que para un gas ideal a = b = 0, y que $C_V = C_P$ - R. Muestre que no hay cambio de temperatura en este caso.

<u>Nota</u>: Este proceso tiene diferentes usos, uno de ellos es que sirve como medio experimental para determinar las constantes a y b para diferentes gases. Estas constantes están relacionadas con las fuerzas de interacción que existen entre las moléculas.

21) Usando el segundo principio de la termodinámica y la expresión del diferencial de la energía (Ver pregunta 14) b use además la expresión 13) b) Calcule la variación de entropía para un gas ideal cuando se cambia el volumen y la temperatura.