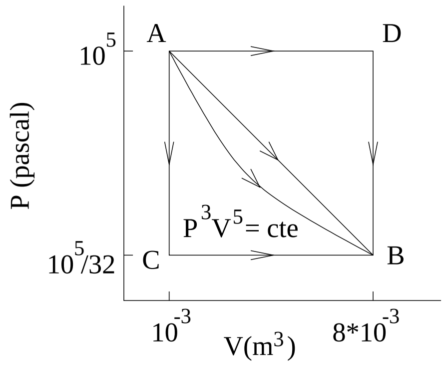
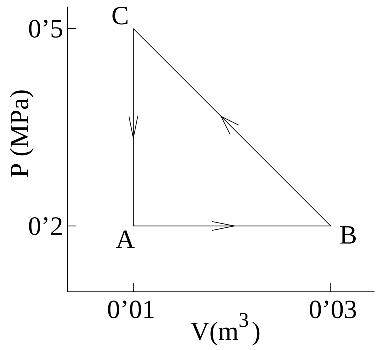
I - Principio de conservación de la energía. Primer principio de la termodinámica.

1. Ejemplo Callen (pág. 21): Un gas está contenido en un cilindro cerrado por un pistón móvil. Observamos que si las paredes son adiabáticas, un incremento cuasiestático del volumen produce un decrecimiento de la presión según la ecuación: $P^3V^5 = constante$.
a) Encontrar el W y el Q recibidos por el sistema en los procesos ADB, ACB y AB en línea recta.



b) Se introduce en el sistema una pequeña paleta conectada a un motor externo. El motor ejerce un torque (momento) tal que la paleta gira a velocidad angular ω, y la presión del gas se incrementa a una velocidad dada por:
$$\frac{dP}{dt} = \frac{2}{3}\frac{\omega}{V} \times torque$$
Mostrar que este proceso permite determinar la diferencia de energía entre dos estados cualesquiera de un mismo volumen. En particular, evaluar $U_C - U_A$ y $U_D - U_B$. Explicar porqué este proceso es unidireccional.
c) Mostrar que dos estados cualesquiera pueden conectarse por medio de una combinación de los procesos estudiados en los apartados (a) y (b) (adiabático e isócoro). Evaluar $U_D - U_A$.
d) A partir del resultado del apartado (c) calcular W_{AD}, y Q_{AD}. Repetir los cálculos para los procesos $D \to B$ y $C \to A$. Estudiar la consistencia de los resultados con los obtenidos en el apartado (a).

2. Prob. 1.8.3: Se ha determinado que la energía de un determinado sistema gaseoso está dada por:
$$U = 2{,}5PV + constante$$
Un sistema, que se encuentra inicialmente en el estado A, realiza el ciclo ($A \to B \to C \to A$) mostrado en la figura. Calcular Q y W para cada uno de los tres procesos. Calcular Q y W en un proceso que una A y B siguiendo la parábola: $P = 10^5 + 10^9 \times (V - 0{,}02)^2$



3. Prob. 1.8.4: Para el sistema del problema anterior, encontrar la ecuación de las adiabáticas en el plano $P - V$.

4. Prob. 1.8.6: En un sistema se encuentra que cuando el volumen se mantiene constante e igual a V_0 y se varía la presión desde P_0 a un valor arbitrario P', el calor transferido al sistema es
$$Q' = A(P' - P_0), (A > 0)$$
Además, sabemos que las adiabáticas del mismo son de la forma
$$PV^\gamma = constante$$
dónde γ es una constate positiva. Conocida U_0 (la energía a P_0 y V_0), encontrar la energía de un punto arbitrario en el plano $P - V$.

5. Las adiabáticas de un sistema con un mol de un único componente siguen las curvas $PV^{5/3} = constante$. Ajustamos un agitador (como en el problema 1 de la hoja). El sistema está aislado adiabáticamente y se mantiene a volumen constante. Cuando una cantidad de trabajo dW ($= torque \times d\theta$) es transmitida por el agitador, se observa que la presión se incrementa una cantidad dP, donde
$$(AV + BV^{5/3})dP = dW(= torque \times d\theta)$$

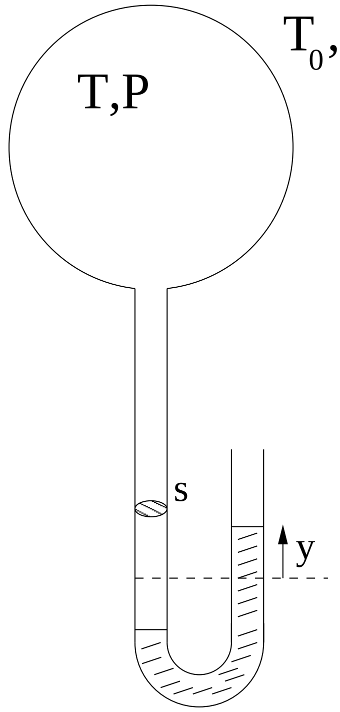
Encontrar la expresión de la energía interna del sistema como función de P, V y N.

6. Sea un mol de un gas contenido en un cilindro vertical de paredes diatérmanas e impermeables y cerrado por un pistón de masa M y sección s. Al ponerlo en contacto con una sucesión infinita de fuentes de calor a temperaturas $T_1, T_1 + dT, \ldots, T_2$, el sistema evoluciona de T_1 a T_2 ($> T_1$). Calcular:
i) Presión y volumen en los estados inicial y final
ii) Q, W y ΔU en el proceso
Considerar que c_v y c_p son constantes, que al otro lado del pistón existe vacío y que el campo gravitatorio actúa sobre M. Dar la respuesta en función de: a) la altura h a la que está el pistón, b) T_1 y T_2 si consideras que el sistema es una gas ideal simple. En este último caso obtener también una relación entre c_p y c_v.

7. Considera que las paredes del cilindro del problema anterior son adiabáticas y que el sistema encerrado en el pistón es un gas ideal. Partiendo de una temperatura T_i,
i) Calcular la cantidad de masa que hay que añadir cuasiestáticamente al pistón para que el sistema alcance una temperatura final $T_f = kT_i$
ii) Calcular ΔU, Q y W en el proceso.

8. Sea un cilindro, cerrado por un pistón, que contiene N moles de un gas ideal con c_v y c_p constantes. El gas inicialmente ocupa un volumen V_i a la temperatura T_i. El gas se expande casiestáticamente hasta un volumen $V_f = kV_i$ y presión $P_f = 1$atm. y durante la expansión el parámetro x permanece constante.
i) Un gas ideal en el que el parámetro x permanece constante cumple la relación $PV^n = \textit{constante}$. Calcular el índice n para el sistema expuesto en el problema.
ii) Calcular ΔU, Q y W en el proceso.

9. Se pretende construir un termómetro de gas con el dispositivo de la figura, de paredes diatermanas y rígidas. El tubo en **U** contiene un líquido de densidad ρ y el bulbo está lleno con un mol de un gas ideal de calor específico c_v.
i) Calcular el trabajo realizado por el gas ideal en función de la variación, supuesta casiestática, de la temperatura de la atmósfera.
ii) Calcular el calor absorbido por el gas ideal en el proceso.
iii) Calibrar el termómetro usando como variable termométrica y.
Despréciese la capacidad calorífica del líquido.



Nota: Los problemas del 6 al 9 hacen referencia a un gas ideal simple y se refieren a conceptos aún no definidos en clase de teoría. Para resolverlos hace falta tener en cuenta:

1. Ecuaciones de estado del gas ideal simple

$$PV = NRT$$
$$U = Nc_vT \quad (c_v = cte.)$$

2. Definición de capacidad calorífica

$$c_x = \frac{1}{N}\left(\frac{dQ}{dT}\right)_x$$