

## Mecánica Estadística

### Práctica 1 - Repaso de Termodinámica y Análisis Combinatorio

#### Problema 1.

Entre los años 1995 y 2016 la Argentina adoptó un sistema de patentamiento de automóviles que contaba con la combinación de 3 letras y 3 números (ej. ABC 123). A partir de 2016 el sistema se modificó agregando una letra adicional (ej. AB 123 CD).

- (a) Calcule la cantidad total de autos que podrían registrarse bajo el viejo sistema si a cada uno de ellos le corresponde una única patente.
- (b) Calcule la cantidad total de autos que se pueden registrar bajo el nuevo sistema.
- (c) ¿Cuántos autos tendrán patentes (del nuevo sistema) con solo vocales en el primer par de letras, solo números pares (incluido el cero) y solo consonantes en las últimas dos letras (ej. AE 248 FG)?

#### Problema 2.

- (a) ¿De cuántas formas es posible ordenar los símbolos  $a, b, c, d, e, f, g, h, i$ ?
- (b) Si reemplazamos los últimos cuatro símbolos por  $e$ , ¿De cuántas formas es posible ordenar el conjunto  $a, b, c, d, e, e, e, e, e$  (tenga en cuenta que cada  $e$  es indistinguible de las demás)?
- (c) ¿De cuántas formas es posible ordenar el conjunto del item anterior de tal manera que ninguna  $e$  quede junto a otra?

#### Problema 3.

¿De cuántas formas se puede formar un equipo de baloncesto de cinco personas con 12 posibles jugadores? ¿Cuántas opciones incluyen al jugador más alto y al más bajo simultáneamente?

#### Problema 4.

Un comité de 12 personas será elegido entre 10 hombres y 10 mujeres. ¿De cuántas formas se puede hacer la selección si: (a) no hay restricciones? (b) debe haber seis hombres y seis mujeres?

#### Problema 5.

¿De cuántas formas es posible distribuir 10 monedas idénticas entre cinco niños si: (a) no hay restricciones? (b) cada niño recibe al menos una moneda? (c) el niño mayor recibe al menos dos monedas?

#### Problema 6.

Una tienda de helados tiene disponibles 13 sabores de helado. ¿De cuántas formas se puede comprar una docena de conos de helado si: (a) no queremos el mismo sabor más de una vez? (b) un mismo sabor puede pedirse cuantas veces como se desee?

**Problema 7.**

¿De cuántas formas se pueden distribuir ocho bolas blancas idénticas en cuatro recipientes distintos de modo que: (a) ningún recipiente quede vacío? (b) el cuarto recipiente contenga un número impar de bolas?

**Problema 8.**

Consideremos  $n$  moles de un gas ideal monoatómico que se encuentra en un estado inicial de presión  $P_A$  y volumen  $V_A$ . Supongamos que se incrementa la temperatura a volumen constante hasta duplicar la presión. Luego el gas se expande isotérmicamente hasta que la presión desciende a su valor original y posteriormente se comprime a presión constante hasta que el volumen recupera su valor inicial.

- (a) Representar estos procesos en el plano  $P$ - $V$  y en el plano  $P$ - $T$ .
- (b) Calcular el trabajo realizado por el sistema, el calor entregado al mismo y su variación de la energía interna en cada proceso.
- (c) Calcular la variación energía interna del ciclo completo e interpretar el resultado.
- (d) Calcular el trabajo realizado por el sistema y el calor entregado al mismo a lo largo del ciclo completo. ¿El sistema realiza trabajo o se realiza trabajo sobre el mismo? ¿El sistema recibe calor o lo entrega al entorno?

**Problema 9.**

Consideremos dos bloques idénticos  $A$  y  $B$  que se encuentran inicialmente a temperaturas  $T_A$  y  $T_B$ , respectivamente, tal que  $T_A > T_B$ . Dichos bloques se ponen en contacto dentro de un recipiente con paredes adiabáticas hasta que ambos alcanzan la misma temperatura  $T_f$ .

- (a) Analizando cualitativamente el proceso que sufren ambos bloques, ¿será reversible?
- (b) Si el calor específico de cada bloque es  $C_V = 3Nk_B$ , donde  $N = 10^{23}$  y  $k_B$  es la constante de Boltzmann, calcular la variación de entropía de cada bloque a lo largo del proceso y la del sistema  $A \cup B$ . Teniendo en cuenta este último resultado, ¿el proceso es reversible?

**Problema 10.**

Consideremos un diamante monocristalino de 10g que ha sido utilizado como elemento de corte, proceso que ha elevado su temperatura a  $300^\circ\text{C}$ . Con el objeto de enfriarlo, se lo sumerge en un baño de agua a  $10^\circ\text{C}$  hasta que alcanza el equilibrio termodinámico con el mismo. El diamante es un material cuyo calor específico a temperatura ambiente depende de  $T$  a través de la siguiente expresión:

$$C_V(T) = \frac{12\pi^4}{5} Nk_B \left( \frac{T}{\Theta_D} \right)^3,$$

donde  $N$  es la cantidad de átomos de carbono que componen al diamante,  $k_B$  es la constante de Boltzmann y  $\Theta_D$  es la temperatura de Debye, que en el caso del diamante asume un valor de  $\Theta_D = 1860\text{K}$ .

- (a) Calcular el calor que transmite el diamante hacia el baño térmico durante el enfriado.
- (b) Determinar la variación de entropía del diamante.
- (c) Utilizando el resultado del item (a), estimar la variación de entropía del baño y luego el del sistema “baño + diamante”. ¿El enfriamiento del diamante es reversible?

**Ayuda:** La masa atómica del C es de 12.01 g/mol. Podemos considerar que el baño de agua es tan grande que no sufre variaciones apreciables de temperatura durante el enfriado.