

## Física General II

### Guía N°7: Máquinas Térmicas

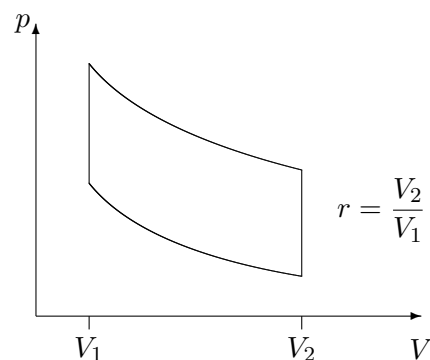
**Problema 1:** Una máquina de Carnot opera con un mol de gas ideal monoatómico, para el cual  $C_v = 3R/2$ . Teniendo en cuenta que durante la expansión isotérmica el volumen se duplica, que el cociente entre el volumen final e inicial en la expansión adiabática es 5,7 y que el trabajo realizado por la máquina al cabo de un ciclo completo es de 600 J, calcular las temperaturas de los reservorios entre los cuales opera esta máquina.

**Problema 2:** Calcular la eficiencia de un ciclo de Stirling realizado por un mol de gas ideal en el caso en que no hay restitución del calor intercambiado en las isócoras. Compararlo con la correspondiente eficiencia de un ciclo de Carnot que opera entre las mismas temperaturas.

**Problema 3:** En la figura se esquematiza el ciclo de Otto, el cual se completa con dos transformaciones adiabáticas y dos transformaciones isócoras. La eficiencia teórica del ciclo resulta:

$$\eta = 1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}},$$

donde  $r$  es la relación de compresión.



Un Volkswagen Passat tiene un motor naftero (ciclo de Otto) de seis cilindros con una razón de compresión  $r = 10,6$ . El diámetro de cada cilindro (barreno) es de 82,5 mm y el desplazamiento máximo de cada pistón (carrera de pistón) es de 86,4 mm. La presión inicial de la mezcla (aire-nafta) al cabo de la admisión es  $8,5 \times 10^4$  Pa, y la temperatura inicial puede asumirse igual a la del aire exterior (300 K). Suponer que en cada ciclo, la nafta libera 200 J de calor en cada cilindro y que el gas se caracteriza térmicamente como ideal con los parámetros  $c_v = 20,5$  J/(mol K) y  $\gamma = 1,4$  (aire).

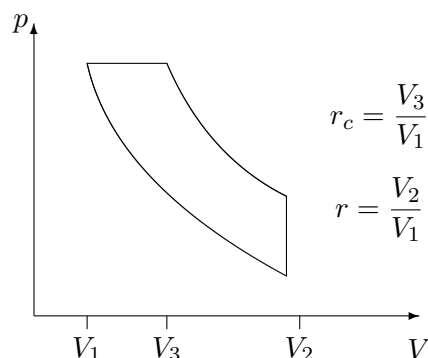
a) Utilizar la eficiencia teórica del ciclo de Otto para calcular el trabajo entregado por el gas en cada ciclo, por cilindro del motor. Si se utiliza el motor a 3500 RPM, que potencia teórica *total* entrega el motor medida en HP? (1HP = 746W).

- b) ¿Cuánto calor entrega el gas en cada ciclo por cilindro al exterior? Si se utiliza el motor a 3500 RPM, ¿qué cantidad de calor *total* por segundo debe remover el sistema de refrigeración del motor? (1 cal = 4,186 J).
- c) Calcular el máximo y mínimo volumen ocupado por el gas durante su ciclo en cada cilindro.
- d) ¿Cuántos moles de gas evolucionan en el ciclo en cada cilindro? ( $R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol K})$ ).
- e) ¿Cuál es la máxima temperatura y la máxima presión que alcanza el gas en cada cilindro? ¿En qué puntos del ciclo se producen? Dibujar el ciclo en un diagrama  $p - V$ .

**Problema 4:** En la figura se esquematiza el ciclo Diesel, el cual se completa con dos transformaciones adiabáticas, una isobara y una isócora. Demostrar que la eficiencia teórica del ciclo Diesel resulta,

$$\eta = 1 - \frac{1}{\gamma} \frac{1}{r^{\gamma-1}} \frac{r_c^\gamma - 1}{r_c - 1},$$

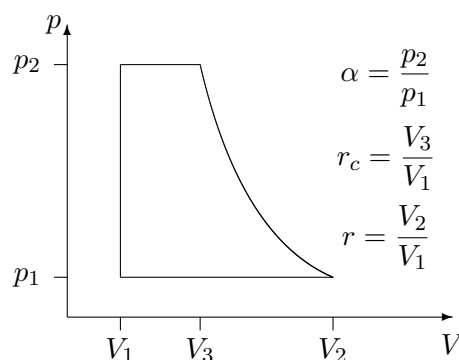
donde  $r$  es la relación de compresión y  $r_c$  es la relación de corte.



**Problema 5:** En la figura se esquematiza el ciclo de Rankine, el cual se completa con dos transformaciones isobaras, una isócora y una adiabática. Demostrar que la eficiencia teórica del ciclo de Rankine resulta,

$$\eta = 1 - \frac{\gamma(r-1)}{(\alpha-1) + \alpha\gamma(r_c-1)},$$

donde  $r$  es la relación de compresión,  $r_c$  es la relación de corte, y  $\alpha$  la relación entre la máxima y mínima presión.



**Problema 6:** Las turbinas de jet pueden idealizarse como un ciclo de Brayton, el cual se completa utilizando dos adiabáticas y dos isobaras a presiones  $p_1 < p_2$ . Demostrar que la eficiencia teórica de este ciclo puede escribirse según,

$$\eta = 1 - \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{(\gamma-1)/\gamma}.$$