

ANEXO 1

PROBLEMAS DE COMBUSTIÓN

1.- Calcular la cantidad de alcohol etílico que se puede quemar en el aire contenido en un salón de 6 x 10 x 2.75 m, en la ciudad de México estando a 24°C; ¿ Cuánto calor se genera (en Kcal) ?

DATOS FORMULAS

$$V = 6 \times 10 \times 2.75 \text{ m} \quad Q_s = C_c \times \text{P.C.I.}$$

$$V = 165 \text{ m}^3$$

$$PV = m_a RT$$

$$T = 24^\circ\text{C} + 273.15$$

$$T = 297.15 \text{ oK}$$

$$P_a = 0.8 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$P_a = 8000 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$A_t = 9.09 \text{ Kg aire} / \text{Kg comb}$$

$$\text{P.C.I.} = 6,400 \text{ Kcal} / \text{Kg}$$

OPERACIONES

$$\begin{aligned} m_a &= \frac{PV}{RT} \\ &= \frac{8000 \text{ Kg} / \text{m}^2 \quad 165 (\text{m}^3)}{29.27 \text{ Kg m} / \text{Kg K} \quad 297.15 (\text{K})} \end{aligned}$$

$$m_a = \underline{151.766 \text{ kg}}$$

$$m_a = C_c \times A_t$$

$$151.766 \text{ kg} = C_c \times 9.09 (\text{Kg aire} / \text{Kg comb})$$

$$C_c = \underline{16.698 \text{ kg comb.}}$$

$$Q_s = C_c \times \text{P.C.I.}$$

$$Q_s = (16.698 \text{ kg comb})(6400 \text{ Kcal} / \text{Kg})$$

$$\underline{Q_s = 106908.15 \text{ Kcal}}$$

2.- calcular la cantidad de gasolina que se puede quemar en el aire contenido dentro de una botella de 1 litro, en condiciones estándar (760 mm Hg y 0oC).

¿Cuánto calor se genera?

DATOS FORMULAS

$$V = 1 \text{ ltr ma} = \frac{PV}{RT}$$

$$P = 760 \text{ mmHg}$$

$$P = 1.033 \text{ Kg /cm}^2$$

$$\text{por lo tanto } Q_s = C_c \times \text{P.C.I.}$$

$$P = 10330 \text{ Kg / m}^2$$

$$T = 0\text{oC} + 273.15$$

$$T = 273.15 \text{ oK}$$

De tabla :

$$A_t = 14.83 \text{ Kg aire / Kg comb}$$

$$\text{P.C.I.} = 10,400 \text{ Kcal / Kg}$$

OPERACIONES

$$\begin{aligned} \text{ma} &= \frac{PV}{RT} \\ &= \frac{10330 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \cdot 0.001(\text{m}^3)}{29.27 \frac{\text{Kgm}}{\text{Kg K}} \cdot 273.15(\text{K})} \\ &= \underline{\underline{1.29 \times 10^{-3} \text{ kg}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_c &= \frac{\text{ma}}{A_t} \\ &= \frac{0.00129(\text{Kg}_{\text{aire}})}{14.83 \frac{\text{Kg}_{\text{aire}}}{\text{Kg}_{\text{comb.}}}} \\ &= \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{C_c = 8.69 \times 10^{-5} \text{ kgcomb}}}$$

$$Q_s = C_c \times \text{P.C.I.} = (8.69 \times 10^{-5} \text{ kgcomb})(10,400 \text{ Kcal / Kg})$$

$$Q_s = \underline{\underline{0.906 \text{ Kcal}}}$$

3.-¿ Cuántos litros de aire se requieren en la ciudad de México para quemar 1 kg de gas butano a 24oC?

DATOS FORMULAS

$$P = 8000 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

$$C_c = 1 \text{ Kg comb.} \cdot m_a = \frac{PV}{RT}$$

$$A_t = 15.45 \text{ Kg aire/Kg comb}$$

$$T = 24^\circ\text{C} + 273.15$$

$$T = 297.15^\circ\text{K}$$

$$R = 29.27 \text{ kgm} / \text{kgok}$$

OPERACIONES

Como C_c es igual a la unidad m_a , sera igual a A_t pero con su unidad correspondiente.

$$m_a = 15.45 \text{ Kg aire}$$

$$V = \frac{m_a R T}{P}$$
$$= \frac{15.45(\text{Kg}) 29.27 \frac{\text{Kgm}}{\text{Kg K}} 297.15(\text{K})}{8000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}}$$

$$V = \underline{\underline{16.788 \text{ m}^3}}$$

$$V = \underline{\underline{16788 \text{ ltrs.}}}$$

4.- Para cortar con un soplete una lámina de acero se requieren un total de 36800 kcal. ¿Cuántos kilogramos de acetileno y de oxígeno se necesitan?.

DATOS

$$Q_s = 36800 \text{ Kcal.}$$

$$A_t \text{ comb.} = 13.26 \frac{\text{Kg}_{\text{aire}}}{\text{Kg}_{\text{comb}}}$$

$$\text{P.C.L.} = 11500 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

FORMULAS

$$Q_s = C_c * \text{P.C.I.}$$

$$C_c = \frac{m_a}{A_t}$$

OPERACIONES

" Cc=

$$\frac{Q_s}{P.C.I} = \frac{36800}{11500} = 3.2 \frac{Kcal}{Kg} = 3.2Kg$$

—

Cc=3.2Kgacetileno

$$C_c = \frac{m_a}{A_t} \frac{Kg}{\frac{Kg_{aire}}{Kg_{comb}}}$$

$$m_a = C_c A_t$$

$$m_a = 3.2(Kg_{comb}) * 13.26 \frac{Kg_{aire}}{Kg_{comb}} = 42.432Kg_{aire}.$$

$$m_a = 42.432Kg_{aire}$$

Pero como sabemos que la cantidad porcentual de oxígeno que contiene el aire es de 23.2 % !

$$m_a = 42.432 * 0.232 = 9.844Kg_{oxigeno}.$$

moxigeno=9.844Kgoxigeno

5.- ¿Cuántos Kilogramos de hidrógeno se necesitan para producir 180 litros de agua? ¿Qué calor se genera en la combustión?.

DATOS

$$V_{H_2O} = 180 \text{ lts} = 180Kg$$

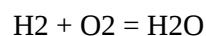
$$PCI = 28600Kcal/Kg$$

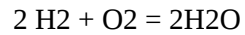
$$A_t = 34.48Kg_{aire}/Kg_{Comb}.$$

OPERACIONES

Si sabemos que el peso atómico H = 1 y del O =16

Balance estequiométrico.





$$(4*1) + (2*16) = 2 ((2*1) + 16))$$

$$4 + 32 = 36$$

$$4/4 + 32/4 = 36/4$$

$$! 1 \text{ Kg H} + 8 \text{ Kg O} = 9 \text{ Kg H}_2\text{O}$$

" Se necesita 1 Kg de H para producir 9 Kg de H₂O

$$1 \text{ kg H}_2\text{O} = 1 \text{ litro de H}_2\text{O}$$

$$\frac{1 \text{ KgH}}{9 \text{ LtsH}_2\text{O}} = \frac{\text{KgH}}{180 \text{ LtsH}_2\text{O}} \quad \text{KgH} = \frac{1 \text{ kgH} * 180 \text{ LtsH}_2\text{O}}{9 \text{ LtsdeH}_2\text{O}} = 20 \text{ KgH}$$

" se deduce que se necesitan:

20 Kg de H para Producir 180 Lts. De H₂O

$$! \text{Cc} = 20 (\text{Kgcomb}) * 28600 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} = 57200 \text{ Kcal.}$$

Qs = 57200 kcal.

6.- Un motor, diesel transforma en trabajo útil el 36 % de calor suministrado ¿Cuánto combustible diesel necesita para producir 1000 Kg-m de trabajo útil?

DATOS

$$W_u = 0.36 Q_s$$

$$W_u = 1000 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Cc} = ?$$

$$\text{P.C.I.} = 10100 \text{ Kcal} = 4185.5 \text{ N*m} = 1 \text{ Kcal.}$$

OPERACIONES

$$4185.5N * \frac{1Kg-m}{9.81N*m} = 426.605Kg-m = 1Kcal$$

$$4185.5N * m = 426.605Kg-m = 1Kcal$$

$$\underline{W_u = 2.344Kcal.}$$

como

$$W_u = 0.36Q_s \quad Q_s = \frac{W_u}{0.36} = \frac{2.344Kcal}{0.36} = 6.511 Kcal$$

∴

$$\underline{Q_s = 6.511 Kcal}$$

$$Q_s = C_c * P.C.I.$$

$$C_c = \frac{Q_s}{P.C.I.} = \frac{6.511}{10100} \frac{Kcal}{Kg} = 6.446 * 10^{-4} Kg$$

—

$$Cc=6.446 \times 10^{-4} Kg$$

PROBLEMA 1

MOTOR CICLO OTTO DE CUATRO TIEMPOS

Se tiene un motor ciclo Otto de cuatro tiempos de las siguientes características:

MOTOR	AIRE	COMBUSTIBLE
D = 12 cm	Pa = 0.8 kg/cm ²	Tipo: Gasolina P.C.I. = 10400 Kcal/Kg At = 14.83
L = 14 cm	Ta = 20 °C	
rC = 8	Cp = 0.24 Kcal/Kg°K	
n = 2500 rpm	Cv = 0.17 Kcal/Kg°K	
i = monocilíndrico	R = 29.27 kgm/Kg°K	
	k = 1.4	

Calcular:

- Las condiciones termodinámicas para todos los puntos importantes del ciclo, tabulando los resultados en las siguientes unidades: V (cm³), P (kg/cm²), T (°K) y m (g).
- Los trabajos realizados en cada fase así como el trabajo total del ciclo en (kg-m).
- El calor suministrado Qs (Kcal), el perdido Qp (Kcal) y el útil Qu (Kcal y Kg-m), sabiendo que J = 427 kg-m/Kcal (equivalente mecánico del calor)

- La potencia teórica del motor N_t (CV).
- La eficiencia termodinámica η del ciclo (por tres fórmulas: temperaturas, calores y relación de compresión)
- Dibujar las gráficas P-V y T-S de acuerdo a las siguientes escalas:

V: 1 cm = 200 cm³ P: 1 cm = 10 Kg/cm²

T: 1 cm = 500 °K S: 1 cm = 0.05 Kcal/Kg°K

En P-V: Curva 2-3: varíe V (de 200 en 200) desde 1800 hasta 400 cm³

Curva 4-5: varíe V (de 200 en 200) desde 100 hasta 1800 cm³

En T-S: $S_0 = S_2 = S_3 = 1.7$ Kcal/Kg°K (a 2cm del origen), $S = mC_v \ln(T_n/T_o)$

Curva 3-4: varíe T (de 500 en 500) desde 1000 hasta 4000 °K

Curva 5-2: varíe T (de 250 en 250) desde 500 hasta 1750 °K

PUNTO 1

$$V_A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (12)^2}{4} = \underline{\underline{1583.36 \text{ cm}^3}}$$

$$V_1 = V_C = \frac{V_A}{r_C - 1} = \frac{1583.36}{8 - 1} = \frac{1583.36}{7} = \underline{\underline{226.19 \text{ cm}^3}}$$

$$m_a = \frac{P_A V_A}{RT_A} = \frac{0.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} (1583.36 \text{ cm}^3)}{2927 \frac{\text{kg} - \text{cm}}{\text{kg} - \text{K}} (293 \text{ K})} = 0.0014 \text{ kg} = \underline{\underline{1.47 \text{ g}}}$$

$$C_C = \frac{m_a}{A_i} = \frac{0.0014 \text{ kg}}{14.83} = \underline{\underline{99.59 \cdot 10^{-6} \text{ kg}_{\text{comb}}}}$$

$$Q_S = C_C \cdot P.C.I. = (99.59 \cdot 10^{-6} \text{ kg})(10400 \frac{\text{kCal}}{\text{kg}}) = \underline{\underline{1.03 \text{ kCal}}}$$

PUNTO 2

$$V_2 = V_A + V_C = 1583.36 + 226.19 = \underline{\underline{1809.55 \text{ cm}^3}}$$

$$P_2 = P_1 = 0.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$T_2 = T_1 = 293 \text{ K}$$

$$m_2 = \frac{P_2 V_2}{RT_2} = \frac{0.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} (1809.55 \text{ cm}^3)}{2927 \frac{\text{kg} - \text{cm}}{\text{kg} - \text{K}} (293 \text{ K})} = 0.0016 \text{ kg} = \underline{\underline{1.68 \text{ g}}}$$

PUNTO 3

$$V_3 = V_1 = \underline{\underline{226.19 \text{ cm}^3}}$$

$$P_3 = P_2 r_c^K = 0.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} (8)^{1.4} = \underline{\underline{14.70 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}}$$

$$T_3 = T_2 (r_c)^{K-1} = (293 \text{ K})(8)^{1.4-1} = \underline{\underline{673.13 \text{ K}}}$$

$$m_3 = m_2 = \underline{\underline{1.68 \text{ g}}}$$

PUNTO 4

$$V_4 = V_3 = \underline{\underline{226.19 \text{ cm}^3}}$$

$$P_4 = P_3 \frac{T_4}{T_3} = 14.70 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \frac{4282.56 \text{ K}}{673.13 \text{ K}} = \underline{\underline{93.54 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}}$$

$$T_4 = \frac{Q_s}{m_3 C_V} + T_3 = \frac{1.03 \text{ kCal}}{(0.0016 \text{ kg}) 0.17 \frac{\text{kCal}}{\text{kg} \cdot \text{K}}} + (673.13 \text{ K}) = \underline{\underline{4282.56 \text{ K}}}$$

$$m_4 = m_3 = 0.0016 \text{ kg} = \underline{\underline{1.68 \text{ g}}}$$

PUNTO 5

$$V_5 = V_2 = \underline{\underline{1809.55 \text{ cm}^3}}$$

$$P_5 = P_4 \frac{V_4^K}{V_5^K} = (93.54 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}) \frac{226.19 \text{ cm}^3^{1.4}}{1809.55 \text{ cm}^3^{1.4}} = \underline{\underline{5.08 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}}$$

$$T_5 = T_4 \frac{V_4^{K-1}}{V_5^{K-1}} = (4282.56 \text{ K}) \frac{226.19 \text{ cm}^3^{1.4-1}}{1809.55 \text{ cm}^3^{1.4-1}} = \underline{\underline{1864.09 \text{ K}}}$$

$$m_5 = m_4 = 0.0016 \text{ kg} = \underline{\underline{1.68 \text{ g}}}$$

TABLA No. 1

TABLA DE RESULTADOS DE PRESIÓN, VOLUMEN Y TEMPERATURA, PARA LOS PUNTOS IMPORTANTES DE UN MOTOR CICLO OTTO CUATRO TIEMPOS

PUNTO	V [cm3]	P [Kg/cm2]	T [°K]
1	226.19	0.8	293
2	1809.55	0.8	293
3	226.19	14.70	673.13
4	226.19	93.54	4282.56
5	1809.55	5.08	1864.09
2'	1809.55	0.8	-----
1'	226.19	0.8	-----

FUENTE: SEGÚN CALCULOS REALIZADOS PARA CADA PUNTO

2. TRABAJOS

DE 1-2

$$W_{1-2} = P_1(V_2 - V_1) = (0.8 \text{ kg/cm}^2)(1809.55 \text{ cm}^3 - 226.19 \text{ cm}^3) = 1266.69 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$W_{1-2} = (1266.69 \text{ kg} - \text{cm}) \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = \underline{\underline{12.66 \text{ kg} - \text{m}}}$$

DE 2-3

$$W_{2-3} = \frac{P_3 V_3 - P_2 V_2}{1 - K} = \frac{(14.70)(226.19) - (0.8)(1809.55)}{1 - 1.4} = -4695.40 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$W_{2-3} = \frac{-4695.40}{100} = \underline{\underline{-46.95 \text{ kg} - \text{m}}}$$

DE 3-4

$$W_{3-4} = 0$$

NO HAY REA BAJO LA CURVA

DE 4-5

$$W_{4-5} = \frac{P_5 V_5 - P_4 V_4}{1 - K} = \frac{(5.08)(1809.55) - (93.54)(226.19)}{1 - 1.4} = 29872.95 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$W_{4-5} = \frac{29872.95}{100} = \underline{\underline{298.72 \text{ kg} - \text{m}}}$$

DE 5-2

$$W_{5-2} = 0$$

NO HAY REA BAJO LA CURVA

DE 2-1

$$W_{2-1} = P_2(V_1 - V_2) = (0.8 \text{ kg/cm}^2)(226.19 \text{ cm}^3 - 1809.55 \text{ cm}^3) = -1266.69 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$W_{2-1} = \frac{-1266.69}{100} = \underline{\underline{-12.66 \text{ kg} - \text{m}}}$$

TRABAJO ÚTIL

$$W_U = W = W_{1-2} + W_{2-3} + W_{4-5} + W_{2-1}$$

$$W_U = 12.66 - 46.95 + 298.72 - 12.66$$

$$W_U = \underline{\underline{251.77 \text{ kg} - m}}$$

TABLA No. 2

TABLA DE RESULTADOS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN CADA FASE DE UN MOTOR CICLO OTTO DE CUATRO TIEMPOS

FASE	TRABAJO (W) [Kg-m]
1 - 2	12.66
2 - 3	- 46.95
3 - 4	-----
4 - 5	298.72
5 - 2	-----
2 - 1	- 12.66
TRABAJO ÚTIL	251.77

FUENTE: SEGÚN CALCULOS DE TRABAJO REALIZADOS PARA CADA FASE.

3.CALORES

DE 3-4

$$Q_s = C_c * P.C.I. = 1.03 \text{ kCal}$$

$$Q_s = m_3 C_v (T_4 - T_3) = \underline{\underline{1.03 \text{ kCal}}}$$

DE 5-2

$$Q_p = m_5 C_v (T_2 - T_3) = (0.0016 \text{ kg})(0.17 \text{ K})(293 \text{ K} - 1864.09 \text{ K}) = \underline{\underline{-0.45 \text{ kCal}}}$$

CALOR ÚTIL

$$Q_U = Q = Q_s + Q_p = 1.03 - 0.45 = \underline{\underline{0.58 \text{ kCal}}}$$

TRABAJO UTIL CON EL EQUIVALENTE DE EL CALOR

$$W_U = JQ_U = (427 \frac{\text{kg} - m}{\text{kCal}})(0.58 \text{ kCal}) = 249.75 \text{ kg} - m$$

4. POTENCIA TEÓRICA DEL MOTOR

$$N_t = \frac{W_U * n}{2 * 60 * 75} = \frac{(249.75 \text{ kg} - m)(2500 \frac{\text{rev}}{\text{min}})}{2(60)(75)} = \underline{\underline{69.37 \text{ C.V.}}}$$

5. EFICIENCIA TERMODINÁMICA

$$\eta_t = 1 + \frac{Q_p}{Q_s} = 1 + \frac{(-0.45)}{1.03} = 0.56$$

$$\eta_t = 1 - \frac{T_2}{T_3} = 1 - \frac{293}{673.13} = 0.56$$

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{r_c^{k-1}} = 1 - \frac{1}{(8)^{1.4}} = 0.56$$

TABLA No. 3

TABLA DE RESULTADOS DEL CALOR SUMINISTRADO, CALOR PERDIDO, CALOR ÚTIL, POTENCIA TEÓRICA, Y EFICIENCIA TERMODINÁMICA DE UN MOTOR CICLO OTTO DE CUATRO TIEMPOS.

CALORES (Q) [Kcal]		POTENCIA TEÓRICA DEL MOTOR (Nt) [C.V]	EFICIENCIA TERMODINÁMICA DEL CICLO (t)		
Qs	1.03	69.37	T	0.56	0.56
Qp	- 0.45		Q		
Qu	0.58		rc		

FUENTE: SEGÚN CALCULOS REALIZADOS DE CALOR, POTENCIA Y

EFICIENCIA (POR LAS TRES FORMULAS).

6. GRAFICAS

CÁLCULO DE LA CURVA 2-3 DEL DIAGRAMA P-V

Utilizando la ecuación de los proceso adiabáticos.

$$P_2 V_2^k = cte$$

$$(0.8)(1809.5572)^{1.4} = 29086.4841$$

Ahora:

$$P_i V_i = 29086.32$$

Donde i = orden de cada punto buscado en la curva

Despejamos P₁ y le damos valores a V₁

$$P_i = \frac{29086.4841}{V_i^k}$$

Con lo que obtenemos:

$$V_i = 1800 \text{ cm}^3 \quad P_i = \frac{29086.4841}{1800^{1.4}}$$

$$= 0.8059 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_i = 1600 \text{ cm}^3 \quad P_i = \frac{29086.4841}{1600^{1.4}}$$

$$= 0.9504 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_i = 1400 \text{ cm}^3 \quad P_i = \frac{29086.4841}{1400^{1.4}}$$

$$= 1.1458 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_i = 1200 \text{ cm}^3 \quad P_i = \frac{29086.4841}{1200^{1.4}}$$

$$= 1.4217 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_i = 1000 \text{ cm}^3 \quad P_i = \frac{29086.4841}{1000^{1.4}}$$

$$= 1.8352 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_i = 800 \text{ cm}^3 \quad P_i = \frac{29086.4841}{800^{1.4}}$$

$$= 2.5082 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_i = 600 \text{ cm}^3 \quad P_i = \frac{29086.4841}{600^{1.4}}$$

$$= 3.7521 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_i = 400 \text{ cm}^3 \quad P_i = \frac{29086.4841}{400^{1.4}}$$

$$= 6.6192 \text{ Kg/cm}^2$$

CÁLCULO DE LA CURVA 4-5 DEL DIAGRAMA P-V

Utilizando la ecuación de los proceso adiabáticos.

$$P_4 V_4^k = \text{cte}$$

$$(93.5438)(226.1946)^{1.4} = 185050.445$$

Ahora:

$$P_i V_i = 185050.445$$

Donde i = orden de cada punto buscado en la curva

Despejamos P_i y le damos valores a V_i

$$P_i = \frac{185050.445}{V_i^k}$$

Con lo que obtenemos:

$$V_i = 400 \text{ cm}^3 \quad P_i = \frac{185050.445}{V_i^K}$$

$$= 42.1120 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_i = 600 \text{ cm}^3 \quad P_i = \frac{185050.445}{V_i^K}$$

$$= 23.8714 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_i = 800 \text{ cm}^3 \quad P_i = \frac{185050.445}{V_i^K}$$

$$= 15.9574 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_i = 1000 \text{ cm}^3 \quad P_i = \frac{185050.445}{V_i^K}$$

$$= 11.6758 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_i = 1200 \text{ cm}^3 \quad P_i = \frac{185050.445}{V_i^K}$$

$$= 9.0455 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_i = 1400 \text{ cm}^3 \quad P_i = \frac{185050.445}{V_i^K}$$

$$= 7.2897 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_i = 1600 \text{ cm}^3 \quad P_i = \frac{185050.445}{V_i^K}$$

$$= 6.0467 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_i = 1800 \text{ cm}^3 \quad P_i = \frac{185050.445}{V_i^K}$$

$$= 5.1275 \text{ Kg/cm}^2$$

TABLA No. 4

TABLA DE RESULTADOS P-V PARA LA CURVA 2 -3 DE COMPRESIÓN ISENTRÓPICA, DE UN MOTOR CICLO OTTO DE CUATRO TIEMPOS.

VOLUMEN (V) [cm ³]	PRESIÓN (P) [Kg/cm ²]
1809.55	0.8
1800	0.80
1600	0.95
1400	1.14
1200	1.42
100	1.83
800	2.50
600	3.75

400	6.61
226.19	14.7

FUENTE: SEGÚN CALCULOS REALIZADOS VARIANDO EL VOLUMEN DE 200
EN 200, DESDE 1800 HASTA 400 cm³

TABLA No. 5

TABLA DE RESULTADOS P-V PARA LA CURVA 4 -5 DE EXPANSIÓN ISOENTRÓPICA, DE UN MOTOR CICLO OTTO DE CUATRO TIEMPOS.

VOLUMEN (V) [cm ³]	PRESIÓN (P) [Kg/cm ²]
226.19	93.5
400	42.11
600	23.87
800	15.95
1000	11.67
1200	9.04
1400	7.28
1600	6.04
1800	5.12
1809.55	5.08

FUENTE: SEGÚN CALCULOS REALIZADOS VARIANDO EL VOLUMEN DE 200
EN 200, DESDE 400 HASTA 1800 cm³

CALCULO DE LA CURVA 3-4 DE LA GRAFICA T-S

$$S_o = S_2 = S_3 = 1.7 \text{ Kcal / Kg}^\circ\text{K}$$

$$S_{1000} = C_v \ln T_f S_f = S + 1.7$$

$$T_3 T_3 = 673.13^\circ\text{K}$$

S 1000= 0.17 ln (1000) = 0.06728 kcal Sf1000 = 0.06728 + 1.7 = 1.7628 kcal 673.13 kg°k kg°k
S1500 = 0.17 ln (1500) = 0.13621 kcal Sf1500 = 0.1362 + 1.7 = 1.8362 kcal 673.13 kg°k kg°k
S2000 = 0.17 ln (2000) = 0.1851 kcal Sf2000 = 0.1851 + 1.7 = 1.8851 kcal 673.13 kg°k kg°k
"S2500 = 0.17 ln (2500) = 0.2230 kcal Sf 2500 = 0.2230 + 1.7 = 1.923 kcal 673.13 kg°k kg°k

"S3000 = 0.17 ln (3000) = 0.2540 kcal Sf3000 = 0.2540 + 1.7 = 1.954 kcal 673.13 kg°k kg°k
"S3500 = 0.17 ln (3500) = 0.28025 kcal Sf3500 = 0.28025 + 1.7 = 1.980 kcal 673.13 kg°k kg°k
"S4000 = 0.17 ln (4000) = 0.3029 kcal Sf4000 = 0.3929 + 1.7 = 2.0039 kcal 673.13 kg°k kg°k
"S4282 = 0.17 ln (4282.56) = 0.3145 kcal Sf4282 = 0.3145 + 1.7 = 2.0145 kcal 673.13 kg°k kg°k

CALCULO DE LA CURVA 5-2 DE LA GRAFICA T-S

$$S_1 = C_v \ln (T_2) T_5 = 1864.0944^\circ\text{K}$$

$$T_5 T_2 = 293^\circ\text{k}$$

"S500= 0.17 ln (500) = -0.2237 kcal S500 = 2.0145 + (-0.2237) = 1.790 kcal 1864.0944 kg°k kg°k
"S750 = 0.17 ln (750) = -0.15477 kcal S750 = 2.0145 + (-0.15477) = 1.859 kcal 1864.0944 kg°k kg°k
"S1000 = 0.17 ln (1000) = -0.1058 kcal S1000 = 2.0145 + (-0.1058) = 1.908 kcal 1864.0944 kg°k kg°k
"S1250 = 0.17 ln (1250) = -0.06794 kcal S1250 = 2.0145 + (-0.06794) = 1.946 kcal 1864.0944 kg°k kg°k
"S1500 = 0.17 ln (1500) = -0.0369 kcal S1500 = 2.0145 + (-0.0369) = 1.9776 kcal 1864.0944 kg°k kg°k
"S1750 = 0.17 ln (1750) = -0.01073 kcal S1750 = 2.0145 + (-0.01073) = 2.003 kcal 1864.0944 kg°k kg°k

TABLA No. 6

TABLA DE RESULTADOS T-S PARA LA CURVA 3 -4 DE SUMINISTRO DE CALOR, DE UN MOTOR CICLO OTTO DE CUATRO TIEMPOS

TEMPERATURA (T) [°K]	ENTROPÍA (S) [Kcal/Kg °K]
673.13	1.7
1000	1.76
1500	1.83
2000	1.88
2500	1.92

3000	1.95
3500	1.98
4000	2.00
4282.56	2.01

FUENTE: SEGÚN CALCULOS REALIZADOS VARIANDO LA TEMPERATURA DE 500 EN 500, DESDE 1000 HASTA 4000°K

TABLA No. 7

TABLA DE RESULTADOS T-S PARA LA CURVA 5 -2 DE PERDÍDA DE CALOR, DE UN MOTOR CICLO OTTO DE CUATRO TIEMPOS

TEMPERATURA (T) [°K]	ENTROPÍA (S) [Kcal/Kg °K]
1864.09	2.01
1750	2.00
1500	1.97
1250	1.94
1000	1.90
750	1.85
500	1.79
293	1.7

FUENTE: SEGÚN CALCULOS REALIZADOS VARIANDO LA TEMPERATURA DE 250 EN 250, DESDE 1750 HASTA 500°K

$$C_c = \frac{m_a}{A_t}$$

$$V_3 = V_1 = \underline{\underline{226.19 \text{ cm}^3}}$$

$$P_3 = P_2 r_c^K = 0.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} (8)^{1.4} = \underline{\underline{14.70 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}}$$

$$T_3 = T_2 (r_c)^{K-1} = (293 \text{ K})(8)^{1.4-1} = \underline{\underline{673.13 \text{ K}}}$$

$$m_3 = m_2 = \underline{\underline{1.68 \text{ g}}}$$