

EQUIVALENZA TRA CALORE E LAVORO

LAVORO = FORZA x SPOSTAMENTO (N x m) = JOULE (J)

n.b. (forza e spostamento devono avere la stessa direzione)

CALORE = FORMA DI ENERGIA (Calorie) (cal)

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J (Joule)}$$

$$1 \text{ Kcal} = 4186 \text{ J}$$

POTENZA MECCANICA = $P = \text{LAVORO} / \text{TEMPO}$ (Watt) (W)

$$P = 1 \text{ Kcal/h} = 1,16 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 0,86 \text{ Kcal/h}$$

$$(P = 4186 \text{ J} / 3600 \text{ sec} = 1,16 \text{ W})$$

$$1 \text{ CV (cavallo)} = 75 \text{ kgm/s} = 75 \times 9,8 \text{ J/s} = 735 \text{ W}$$

POTERE CALORIFICO

quantità di energia sviluppata da 1Kg di sostanza (J/kg)

(si fa riferimento al potere calorifico inferiore che non considera il calore di condensazione)

Poteri calorifici di alcuni combustibili:

Gasolio 44 MJ/kg

Benzina 43 MJ/kg

Metano 50 MJ/kg

Idrogeno 120 MJ/kg

Carbone 33 MJ/kg

Legno 17-20 MJ/kg

RENDIMENTO TERMICO DI UNA MACCHINA TERMICA

η = **energia sviluppata / energia fornita**

$\eta = 1 - (T_2 / T_1)$ T_1 = temperatura sorgente in gradi Kelvin (K)

T_2 = temperatura corpo ricevente in gradi Kelvin (K)

III-92 – Ricavare l'equivalente termico di 35 J.

Soluzione - Vale la relazione:

$$Q = A \cdot W$$

da cui:

$$Q = \frac{1}{4,186} \frac{\text{cal}}{\text{J}} \cdot 35 \text{ J} = 8,361 \text{ cal}$$

III-93 – Ricavare l'equivalente meccanico (in kgm) di 55 cal.

Soluzione - Vale la relazione:

$$W = E \cdot Q$$

da cui:

$$W = 0,427 \frac{\text{kgm}}{\text{cal}} \cdot 55 \text{ cal} = 23,485 \text{ kgm}$$

III-95 – Quale è il rendimento di una macchina di Carnot che funziona scambiando calore con due sorgenti rispettivamente alla temperatura di 350 °C e di 20 °C?

Soluzione - Il rendimento è dato da:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

e sostituendo:

$$\eta = \frac{(350 - 20) \text{ °K}}{(350 + 273) \text{ °K}} = 0,53$$

III-96 – Calcolare il lavoro necessario per elevare di 30 °C la temperatura di 1 kg di acqua.

Soluzione - La quantità di calore occorrente è:

$$Q = m \cdot C_s \cdot \Delta t = 1000 \text{ g} \cdot 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{°C}} \cdot 30 \text{ °C} = 30 \text{ Cal}$$

a cui corrisponde un'energia meccanica di:

$$W = E \cdot Q = 427 \frac{\text{kgm}}{\text{Cal}} \cdot 30 \text{ Cal} = 12.810 \text{ kgm.}$$

III-97 – Bruciando in un'ora 12 kg di carbone (potere calorifico 7500 Cal/kg), il calore ottenuto viene trasformato in energia meccanica con un rendimento del 45%. Quanta è l'energia ottenuta in kWh? E di quanta potenza (in CV) si dispone?

Soluzione - Il carbone bruciando sviluppa in un'ora una quantità di calore:

$$Q = 12 \text{ kg} \cdot 7500 \text{ Cal/kg} = 90000 \text{ Cal}$$

che, tenuto conto del rendimento nella trasformazione da calore in lavoro, dà luogo ad un'energia meccanica:

$$W_u = \eta \cdot E \cdot Q = 0,45 \cdot 427 \frac{\text{kgm}}{\text{Cal}} \cdot 90000 \text{ Cal} = 1,729 \cdot 10^7 \text{ kgm}$$

Poiché tale energia è ottenuta in un'ora, ad essa corrisponde una potenza utile:

$$P_u = \frac{1,729 \cdot 10^7 \text{ kgm}}{3600 \text{ s}} = 4803 \text{ kgm/s}$$

ESERCIZI

Tenendo presente che:

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} = \frac{3,6 \cdot 10^6}{9,8} \text{ kgm} = 3,67 \cdot 10^5 \text{ kgm}$$

si ha che l'energia meccanica espressa in kWh vale:

$$W_u = \frac{1,729 \cdot 10^7 \text{ kgm}}{3,67 \cdot 10^5 \text{ kgm/kWh}} = 47 \text{ kWh}$$

Tenendo presente che:

$$1 \text{ CV} = 75 \text{ kgm/s}$$

si ha che la potenza in CV vale:

$$P_u = \frac{4803 \text{ kgm/s}}{75 \text{ kgm/s/CV}} = 64 \text{ CV}$$

III-98 – Calcolare la quantità di calore che un corpo pesante 100 kg_p, cadendo da un'altezza di 100 m, sviluppa nell'urto col suolo, nell'ipotesi che non si abbia dispersione di energia.

Soluzione - Il solido possiede al momento dell'urto una energia cinetica che, per la conservazione dell'energia meccanica, è esprimibile come:

$$E_c = P \cdot h = 100 \text{ kg}_p \cdot 100 \text{ m} = 10000 \text{ kgm}$$

che, supponendo che nell'urto non si abbia dispersione di energia, si trasforma integralmente in una quantità di calore pari a:

$$Q = 10000 \text{ kgm} \cdot \frac{1}{427} \frac{\text{Cal}}{\text{kgm}} = 23,42 \text{ Cal}$$

III-99 – Una macchina termica consuma 1,8 m³ di metano (potere calorifico 8500 Cal/m³) in 30 min sviluppando una potenza di 20 CV: calcolare il suo rendimento.

Soluzione - L'energia fornita alla macchina termica è:

$$W_m = E \cdot Q_1 = 427 \text{ kgm/Cal} \cdot 1,8 \text{ m}^3 \cdot 8500 \text{ Cal/m}^3 = 6.533.100 \text{ kgm.}$$

L'energia sviluppata dalla macchina termica è:

$$W_u = 20 \text{ CV} \cdot 75 \frac{\text{kgm/s}}{\text{CV}} \cdot 1800 \text{ s} = 2.700.000 \text{ kgm}$$

Per cui il rendimento è:

$$\eta = \frac{W_u}{W_m} = \frac{2.700.000 \text{ kgm}}{6.533.100 \text{ kgm}} = 0,41 = 41 \%$$

III-100 – Calcolare la quantità di calore che si

III-100 – Calcolare la quantità di calore che si sviluppa quando si frena un'auto pesante 850 kg_p che procede a 90 km/h.

Soluzione - L'auto all'inizio della frenata possiede un'energia cinetica:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

la quale, tenendo presente che 90 km/h corrispondono a 25 m/s, vale:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot 850 \text{ kg} \cdot 25^2 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 265.625 \text{ J}$$

Poiché alla fine della frenata l'energia cinetica è nulla, si ha che tutta l'energia cinetica iniziale si è trasformata in calore, che vale:

$$Q = A \cdot W = \frac{1}{4186} \frac{\text{Cal}}{\text{J}} \cdot 265.625 \text{ J} = 63,45 \text{ Cal}$$

III-103 – Per quanto tempo può funzionare un motore da 2 CV, con un rendimento del 30%, se viene alimentato da 30 kg di carbone (potere calorifico 7500 Cal/kg)?

Risposta - 2 giorni 5 h 22 m 30 s.

III-104 – Una locomotiva consuma 125 kg di carbone all'ora, con un rendimento del 40%; calcolare la potenza sviluppata.

Risposta - 593 CV.

III-105 – Calcolare il consumo orario di benzina (potere calorifico 9700 Cal/l) di un motore che sviluppa una potenza di 50 CV con un rendimento del 30%.

Risposta - 10,86 l.