

ESERCIZI SVOLTI DI TERMODINAMICA
I capitolo

a.a. 2020/2021

Per gli Allievi dei corsi di laurea
L-17 Scienze dell'Architettura e LM-4 Architettura c.u.

Prof. Ing. Marina Mistretta

Esercizio 1

Da quale altezza dovrebbe cadere un'auto (in assenza di attrito) per acquistare un'energia cinetica uguale a quella che avrebbe se viaggiasse alla velocità di 80 km/h?

DATI

velocità dell'auto $v = 80 \text{ km/h}$;

$g = \text{accelerazione di gravità} = 9,81 \text{ m/s}^2$

$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$

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

$E_p = m \times g \times h$

Svolgimento

Per calcolare il valore dell'energia cinetica E_c dell'automobile la velocità v deve essere espressa in m/s:

$$v = 80 \left[\frac{km}{h} \right] = \frac{80 \times 1000}{3600} = 22,2 \left[\frac{m}{s} \right]$$

L'energia cinetica E_c di un grave in caduta libera è uguale alla variazione dell'energia potenziale:

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2 = mgh$$

Per calcolare il valore dell'altezza h si uguaglia l'energia potenziale all'energia cinetica dell'auto che viaggia a 80 km/h

$$\frac{1}{2} \times m \times v^2 = m \times 9,81 \times h$$

L'incognita m , relativa alla massa del corpo, poiché compare sia al primo termine che al secondo può essere eliminata; si avrà dunque:

$$h = 25,17 \text{ [m]}$$

Esercizio 2

Un ascensore vuoto pesa 4000 N e può portare 15 passeggeri in 15 secondi dal piano terra fino all'altezza di 25 m fuori terra. Se ogni passeggero pesa 650 N quale è il valore della potenza del motore necessaria all'ascensore per il trasporto?

DATI

peso proprio dell'ascensore = 4000 N

numero di passeggeri = 15

peso medio di ogni passeggero = 650 N

altezza $h = 25$ m

tempo impiegato dall'ascensore per raggiungere l'altezza $h = 15$ s

$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$

Svolgimento

Per calcolare il valore della massa totale (ascensore + passeggeri) si converte la Forza peso da Newton a kg:

Forza peso ascensore vuoto:

$$P = m \times g \quad 4000 = m \times 9,81 \Rightarrow \frac{4000[\text{N}]}{9,81\left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right]} = 407,75 \text{ kg}$$

Forza peso passeggeri:

$$15 \times 650[\text{N}] = 9750[\text{N}] \quad 9750 = m \times 9,81 \Rightarrow \frac{9750}{9,81} = 993,88 \cong 994 [\text{kg}]$$

Forza peso totale: $407,75 + 994 \cong 1402 \text{ kg}$

Per calcolare il valore dell'energia necessaria per fare salire l'ascensore si considera la definizione di energia potenziale:

$$m \times g \times h = 1402 \times 9,81 \times 25 = 343840,5 \cong 343841 [\text{J}]$$

Per ottenere il valore della potenza necessaria all'ascensore per il trasporto è sufficiente dividere l'energia utilizzata [Joule] per il tempo impiegato [secondi]:

$$\frac{343841[\text{J}]}{15[\text{s}]} = 22922,6 \text{ W} = 22,9226 [\text{kW}] \cong 23 [\text{kW}]$$

Esercizio 3

Un corpo di 1 kg viaggia alla velocità di 90 km/h. Quanto vale la sua energia cinetica, espressa in Joule? Se la velocità si dimezza, quale è la sua energia cinetica?

DATI:

Massa del corpo $m = 1 \text{ kg}$

Velocità $v = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$

L'energia cinetica E_c è data da:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times (25)^2 = 312,5 \text{ [J]}$$

Dimezzando la velocità il valore dell'energia cinetica diventa:

$$E_c = \frac{1}{2} \times 1 \times \left(\frac{25}{2}\right)^2 = 78,125 \text{ [J]}$$

Esercizio 4

Un uomo consuma in un giorno cibo con un valore energetico totale pari a 3500 kcal. Calcolare a quanti Joule di energia corrisponde questa quantità di calorie e la potenza sviluppata dall'uomo, in Watt, dissipata nell'arco di 24 h e ipotizzandola costante.

1 kcal = 4186 J; 24 h = 86400 s

Svolgimento

L'energia in Joule corrisponde a:

$$3500[kcal] \times 4186 = 14651000 [J]$$

La potenza sviluppata dall'uomo in 24 h è:

$$P = \frac{L}{t} = \frac{14651000}{86400} = 169,6 [W]$$

Esercizio 5

Determinare la potenza termica P fornita da una caldaia ad un fluido se l'incremento di temperatura del fluido che attraversa la stessa è pari a 20 K e la portata m del fluido è di 0,2 kg/s, posto $c = 4200$ J/kgK. Il fluido ha un calore specifico costante nell'intervallo di temperatura considerato.

La potenza termica P ceduta al fluido è uguale alla quantità di calore necessaria, nell'unità di tempo affinché la temperatura aumenti di 20 K.

Dati:

$$\Delta T = 20K$$

$$c = 4200 \text{ J/kgK}$$

$$m = 0,2 \text{ kg/s}$$

Le dispersioni termiche dell'involucro non sono considerate in quanto si richiede la potenza termica ceduta al fluido

Svolgimento

Dalla definizione di calore specifico:

$$c_p = \frac{Q}{m\Delta t} \left[\frac{\text{J}}{\text{kgK}} \right]$$

Ricavando la potenza termica, dividendo per il tempo in secondi:

$$P = \frac{Q}{t} = c_p \frac{m\Delta t}{t} \left[\frac{\text{J}}{\text{kgK}} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \text{K} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{W} \right]$$

Sostituendo i valori:

$$P = 4200 \left[\frac{\text{J}}{\text{kgK}} \right] \times 0,2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right] \times 20 [\text{K}] = 16800 [\text{W}]$$

Esercizio 6

100 g di alluminio sono riscaldati a 100 °C e collocati in 500 g di acqua inizialmente alla temperatura di 18,3 °C, la temperatura di equilibrio finale della miscela è 21,7°C.

Quale è il calore specifico dell'alluminio?

DATI:

variazione di temperatura dell'acqua $\Delta T = 21,7 - 18,3 = 3,4$ °C

variazione di temperatura dell'alluminio $\Delta T = 100 - 21,7 = 78,3$ °C

calore specifico dell'acqua $c = 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} = 4,18 \text{ kJ/kg K}$

$m_{\text{alluminio}} = 100 \text{ g}$

$m_{\text{acqua}} = 500 \text{ g}$

Svolgimento

Il calore assorbito dall'acqua è dato da:

$$Q_{\text{acqua}} = m_{\text{acqua}} \times c_{\text{acqua}} \times \Delta T_{\text{acqua}}$$

$$Q_{\text{acqua}} = 500 \times 4,18 \times 3,4 = 7106 [J]$$

Tale calore corrisponde quello ceduto dall'alluminio per raggiungere l'equilibrio termico.

Il calore specifico medio dell'alluminio nell'intervallo di temperatura in oggetto è, quindi, pari a:

$$c_{\text{alluminio}} = \frac{Q_{\text{acqua}}}{m_{\text{alluminio}} \times \Delta T_{\text{alluminio}}} = \frac{7.100}{100 \times 78,3} = 0,91 \left[\frac{J}{g \text{ } ^\circ\text{C}} \right]$$

Esercizio 7

Un serbatoio di accumulo della capacità di 100 litri e perfettamente isolato contiene acqua alla temperatura di 50°C.

Determinare quanto calore, in kJ, bisogna sottrarre all'acqua per portarla a 20°C. Si ipotizzi che il serbatoio sia perfettamente isolato. I flussi termici scambiati con l'ambiente sono nulli, l'involucro del serbatoio è adiabatico. L'acqua ha una temperatura omogenea in tutto il serbatoio.

Lo scambio fra il dispositivo che genera il calore e la massa d'acqua avviene con un'efficienza unitaria. Il regime si considera stazionario

DATI:

Temperatura iniziale dell'acqua = 50°C

Temperatura finale dell'acqua = 20°C

Calore specifico dell'acqua è costante e pari a $c = 1 \text{ kcal/kgK}$

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

La densità dell'acqua ρ , considerata costante, è pari a 1000 kg/m^3 .

Svolgimento

La massa d'acqua m , contenuta nel serbatoio, è data da:

dove 1 litro [l] = 1 kg.

Utilizzando la stessa definizione di calore specifico si ha che:

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} \left[\frac{J}{kgK} \right] \qquad Q = c m \Delta T = c m (T_f - T_i) [J]$$

dove T_i è la temperatura iniziale dell'acqua pari a 50°C, T_f è quella finale, alla fine del processo. Ricordando che:

$$c = 1 \left[\frac{kcal}{kgK} \right] = 4186 \left[\frac{J}{kgK} \right]$$

Si ha:

$$Q = c m \Delta t = 4186 \times 100 \times 1 \times (20 - 50) = -12558000 [J] = -12558 [kJ]$$

Il segno negativo indica che l'acqua si è raffreddata, ossia la sua temperatura finale è inferiore a quella iniziale.