

POLITECNICO DI TORINO

DIPLOMI UNIVERSITARI TELEDIDATTICI

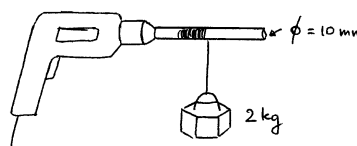
Esame di Fisica I

Gennaio 1999 - 1^a sessione

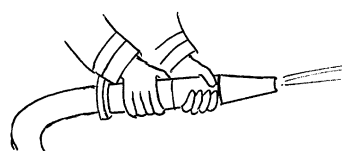
1. La compressione della neve fresca da parte dei pneumatici di un veicolo ne provoca la parziale liquefazione. Stimare la pressione esercitata dai pneumatici, e calcolare l'energia di compressione (per unità di superficie), se 25 cm di neve si riducono a 1 cm dopo il passaggio del veicolo.

2. Un impianto di riscaldamento a pompa di calore è progettato per mantenere la temperatura di una casa a circa 20°C a fronte di una temperatura esterna di circa 5°C. Qual è il valore di efficienza che ci permetterebbe di considerare ideale tale impianto?

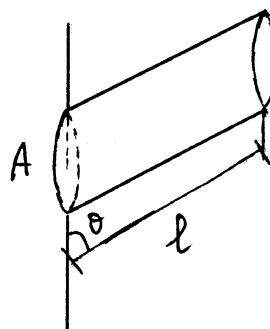
3. Un trapano viene utilizzato per sollevare con velocità costante una massa di 2 kg mentre ruota con velocità angolare di 1000 giri al minuto. Calcolare la potenza necessaria.



4. Valutare la forza esercitata dal getto di un idrante, a partire dalla stima della portata e dell'area della sezione di uscita dell'acqua.



5. Una grandezza che sembra significativa per studiare la rottura dei rami degli alberi è il momento della forza per unità di superficie di attacco al tronco. Valutarla nel modello indicato in figura.



Soluzioni

Problema n. 1

Il problema richiede di calcolare l'energia per unità di superficie necessaria per comprimere 25 cm di neve fino a ridurli ad uno spessore di 1 cm. L'energia spesa per la compressione della neve è semplicemente un lavoro di compressione che può essere scritto come:

$$(1) \quad E = \int F \cdot ds = \int p \cdot A \cdot ds = p \cdot A \cdot \Delta s$$

dove p è la pressione costante esercitata sulla neve dal veicolo, A è la superficie di contatto e Δs è la variazione di spessore della neve. Quindi la grandezza che dobbiamo calcolare (ossia l'energia per unità di superficie) sarà semplicemente:

$$(2) \quad \varepsilon = p \cdot \Delta s$$

Occorre innanzi tutto stimare la pressione p esercitata dai pneumatici. Diamo una stima della massa M del veicolo (si noti che non si specifica di che tipo di veicolo si tratta) e della superficie di contatto S tra un pneumatico e la neve. Supponiamo che sia

$$M \approx 2000 \text{ kg}$$

$$S \approx 20 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

La superficie di contatto totale sarà

$$A = 4 \cdot S = 8 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

e la pressione

$$p = \frac{M \cdot g}{A} = \frac{2000 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m s}^{-2}}{8 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2} \approx 2.5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Quindi, tenendo conto che

$$\Delta s = (25 - 1) \text{ cm} = 24 \text{ cm} = 0.24 \text{ m}$$

e che $1 \text{ Pa} \equiv 1 \text{ N} / \text{m}^2$, si ottiene

$$\varepsilon = p \cdot \Delta s = 2.5 \cdot 10^5 \text{ N m}^{-2} \cdot 0.24 \text{ m} = 0.6 \cdot 10^5 \text{ J/m}^2$$

Problema n. 2

L'impianto di riscaldamento preleva calore dalla sorgente più fredda, a temperatura $T_L = 5^\circ\text{C}$ (cioè l'ambiente esterno) e lo cede alla sorgente più calda, a temperatura $T_H = 20^\circ\text{C}$ (ossia l'interno della casa). Per fare ciò è necessario fornire un certo lavoro. L'efficienza del sistema di riscaldamento è pertanto data da:

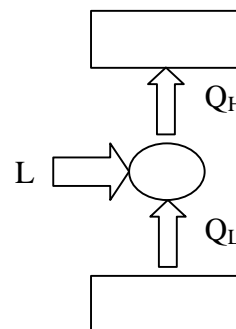
$$K = \frac{\text{calore ceduto all'interno}}{\text{lavoro fornito}} = \frac{Q_H}{L}$$

Facendo riferimento alla figura a lato, si ottiene che

$$L + Q_L = Q_H$$

da cui

$$L = Q_H - Q_L$$



quindi l'efficienza si può scrivere come

$$K = \frac{Q_H}{Q_H - Q_L}$$

Il massimo valore possibile dell'efficienza è quello di una macchina di Carnot reversibile che operi tra le stesse due temperature. Questo è quindi anche il valore dell'efficienza che ci permetterebbe di considerare ideale l'impianto di riscaldamento:

$$K_{\max} = K_{\text{rev}} = \frac{T_H}{T_H - T_L} = \frac{273.15 + 20}{20 - 5} = 19.5$$

Problema n. 3

I dati del problema sono i seguenti:

$$m = 2 \text{ kg}$$

$$\text{velocità di rotazione} = 1000 \text{ giri/min}$$

$$d = \text{diametro della punta del trapano} = 10 \text{ mm}$$

Il problema chiede di calcolare la potenza necessaria al trapano per sollevare la massa m continuando a ruotare a velocità angolare costante. Innanzi tutto occorre calcolare la velocità angolare espressa in s^{-1} :

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1000 \text{ rad}}{60 \text{ s}} \approx 105 \text{ s}^{-1}$$

La potenza necessaria è data da

$$P = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$$

dove \mathbf{F} è la forza applicata alla massa (che è uguale ed opposta al suo peso) e \mathbf{v} è la velocità della massa m . Poiché \mathbf{F} e \mathbf{v} sono paralleli, $\mathbf{F} \cdot \mathbf{v} = F \cdot v$ ed allora

$$P = F \cdot v = mg \cdot v = m \cdot g \cdot \omega \cdot r$$

dove $r = d/2 = 5 \text{ mm}$ è il raggio della punta del trapano (su cui è avvolto il filo che regge la massa).

Quindi si ottiene

$$P = 2 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m s}^{-2} \cdot 105 \text{ s}^{-1} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 10.5 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} = 10.5 \text{ W}$$

Problema n. 4

Per risolvere il problema occorre stimare l'area della sezione d'uscita A dell'idrante e la portata Q . Si ricordi innanzi tutto che la portata è definita come il volume d'acqua che esce dall'idrante nell'unità di tempo, cioè, chiamando v la velocità dell'acqua in uscita,

$$Q = dV/dt = A \cdot v$$

Possiamo ragionevolmente porre:

$$A = 10 \text{ cm}^2$$

$$Q = 10 \text{ litri/s} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$$

La forza esercitata dal getto d'acqua è data dalla 2ª legge di Newton, che scriviamo

$$F = \frac{dP}{dt} = \frac{d}{dt}(mv) = v \frac{dm}{dt}$$

avendo fatto uso del fatto che la velocità dell'acqua è costante.

La quantità dm/dt può essere espressa attraverso la portata Q nel modo seguente:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{d}{dt}(\mu V) = \mu \cdot Q$$

avendo indicato con μ la massa volumica dell'acqua (10^3 kg/m^3).

Quindi, la forza diventa (tenendo conto che $Q = A \cdot v$):

$$F = v \cdot \mu \cdot Q = \mu \cdot \frac{Q^2}{A} = \frac{10^3 \text{ kg m}^{-3} \cdot (10^{-2} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1})}{10^{-3} \text{ m}^2} = 100 \text{ N}$$

Problema n. 5

I dati del problema sono:

A = area di attacco dei rami al tronco

l = lunghezza del ramo

θ = angolo tra il ramo ed il tronco

Il volume del ramo, schematizzato come nella figura, è dato da

$$V = A \cdot l \cdot \sin\theta$$

e la sua massa è perciò, supposta nota la massa volumica μ del legno,

$$m = \mu \cdot V = \mu \cdot A \cdot l \cdot \sin\theta$$

Il peso del ramo si può considerare applicato al suo baricentro, che è a metà del ramo stesso. Il momento della forza peso è perciò

$$\begin{aligned} M &= |\mathbf{r} \wedge \mathbf{F}| = |\mathbf{r}| \cdot |\mathbf{F}| \cdot \sin\theta = \\ &= (l/2) \cdot mg \cdot \sin\theta = \\ &= (l/2) \cdot (\mu \cdot A \cdot l \cdot \sin\theta) \cdot g \cdot \sin\theta = \frac{1}{2} \mu g A l^2 \sin^2\theta \end{aligned}$$

Il momento della forza per unità di area della sezione di attacco al tronco è perciò

$$M = M / A = \frac{1}{2} \mu g l^2 \sin^2\theta$$