

Proprietà dei materiali

Analisi dimensionale e unità di misura

S.I.

Sistema Internazionale

S.I.B.

Sistema Imperiale Britannico

S.I.
Sistema Internazionale

S.I.B.
Sistema Imperiale Britannico

GRANDEZZE	SIMBOLO	SI	SIB
Massa	[M]	kg	lb, oz
Tempo	[t]	s	s
Lunghezza	[L]	m	ft, in
Temperatura	[T]	K	°C, °F
Quantità di materia	[n]	mol	mol
Intensità di corrente elettrica	[i]	A	A
Intensità di corrente luminosa	[lv]	cd	cd

Fattori di conversione SI ↔ SIB

MASSA

1 lb = 0,454 kg

1 oz = 0,0284 kg

LUNGHEZZA

1 ft = 0,03048 m

1 in = 0,0254 m

TEMPERATURA

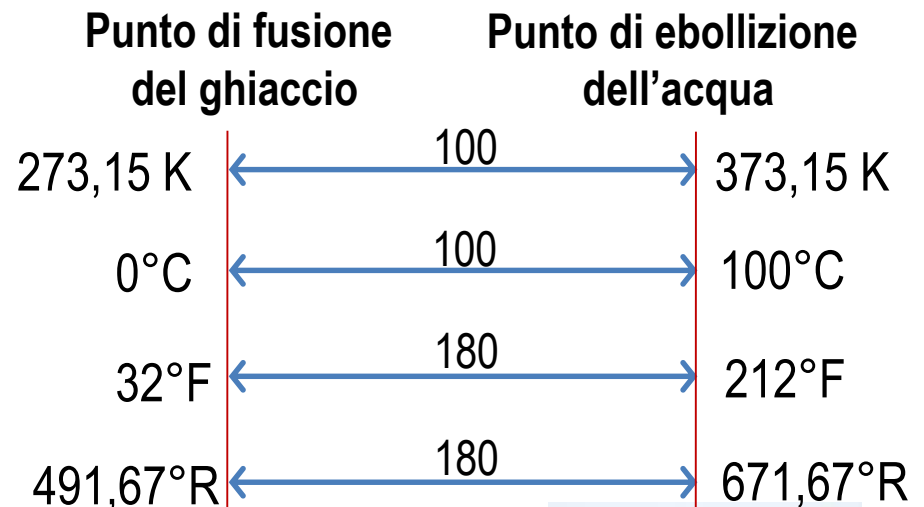
$$1^{\circ}\text{C} = 1 \text{ K}$$

$$\text{ma } \text{K} = 273,15 + ^{\circ}\text{C}$$

$$^{\circ}\text{F} = \text{K} \cdot 1,8 - 459,67$$

Oppure

$$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \cdot 1,8 + 32$$



Grandezze derivate

Velocità $\rightarrow v = \frac{[L]}{[t]} \rightarrow \frac{m}{s}$

Accelerazione $\rightarrow a = \frac{[L]}{[t]^2} \rightarrow \frac{m}{s^2}$

Superficie $\rightarrow S = [L]^2 \rightarrow m^2$

Volume $\rightarrow V = [L]^3 \rightarrow m^3$

Densità $\rightarrow \rho = \frac{[M]}{[L]^3} \rightarrow \frac{kg}{m^3}$

Grandezze derivate

Forza $\rightarrow F = \frac{[M][L]}{[t]^2} \rightarrow \frac{kg \cdot m}{s^2} = N$

Pressione $\rightarrow p = \frac{[F]}{[L]^2} \rightarrow \frac{N}{m^2} = Pa$

Energia $\rightarrow E = [F] \cdot [L] \rightarrow N \cdot m = J$

Potenza $\rightarrow P = \frac{[F] \cdot [L]}{[t]} \rightarrow \frac{J}{s} = W$

Multipli e sottomultipli

Nano-	n	10^{-9}
Micro-	μ	10^{-6}
Milli-	m	10^{-3}
Centi-	c	10^{-2}
Deci-	d	10^{-1}
---	---	1
Deca-	da	10^1
Etto-	h	10^2
Chilo-	k	10^3
Mega-	M	10^6
Giga-	G	10^9

MASSA

Tonnellata	Quintale	kg	hg	dag	g	dg	cg	mg	μg
10 ³	10 ²	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹

$$1 \text{ lb} = 0,454 \text{ kg}$$

SIB ↔ SI

- 32 kg → lb?

Devo impostare una semplice proporzione

$$\frac{x \text{ lb}}{32 \text{ kg}} = \frac{1 \text{ lb}}{0,454 \text{ kg}}$$

$$\Downarrow$$

$$x \text{ lb} = \frac{32 \text{ kg}}{0,454 \text{ kg}} \cdot 1 \text{ lb} = 70 \text{ lb}$$

- 12 lb → kg?

Devo impostare una semplice proporzione

$$\frac{x \text{ kg}}{12 \text{ lb}} = \frac{0,454 \text{ kg}}{1 \text{ lb}}$$

$$\Downarrow$$

$$x \text{ kg} = 5,44 \text{ kg}$$

LUNGHEZZA

Lunghezza
[L]

km	hm	dam	m	dm	cm	mm	μm	nm
10 ³	10 ²	10 ¹	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹

Superficie
[S] = [L]²

km ²	hm ²	dam ²	m²	dm ²	cm ²	mm ²	μm ²	nm ²
10 ⁶	10 ⁴	10 ²	1	10 ⁻²	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶	10 ⁻¹²	10 ⁻¹⁸

Volume
[V] = [L]³

km ³	hm ³	dam ³	m³	dm ³	cm ³	mm ³	μm ³	nm ³
10 ⁹	10 ⁶	10 ³	1	10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁸	10 ⁻²⁷

LUNGHEZZA

Conversione tra multipli e sottomultipli

km	hm	dam	m	dm	cm	mm	μm	nm
10 ³	10 ²	10 ¹	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹



$$124 \text{ cm} \rightarrow \text{m} ? \Rightarrow 124 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 1,24 \text{ m}$$

$$7,2 \text{ km} \rightarrow \text{m} ?$$

$$3521 \text{ m} \rightarrow \text{km} ? \Rightarrow 3521 / 10^3 = 3,521 \text{ km}$$

$$3,7 \text{ m} \rightarrow \text{cm} ?$$

LUNGHEZZA

Conversione tra multipli e sottomultipli

km	hm	dam	m	dm	cm	mm	μm	nm
10^3	10^2	10^1	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}



$$35700 \text{ cm} \rightarrow \text{dam} ? \Rightarrow 37500 \cdot 10^{-3} \text{ dam} = 37,5 \text{ dam}$$

$$0,02 \text{ dam} \rightarrow \text{cm} ? \Rightarrow 0,02 \cdot 10^3 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$$

SUPERFICIE

Conversione tra multipli e sottomultipli

km ²	hm ²	dam ²	m²	dm ²	cm ²	mm ²	μm ²	nm ²
10 ⁶	10 ⁴	10 ²	1	10 ⁻²	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶	10 ⁻¹²	10 ⁻¹⁸

$$7200 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{m}^2 ? \Rightarrow 7200 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 0,72 \text{ m}^2$$

$$0,5 \text{ m}^2 \rightarrow \text{cm}^2 ? \Rightarrow 0,5 / 10^{-4} \text{ cm}^2 = 5000 \text{ cm}^2$$

$$16420 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{cm}^2 ?$$

$$0,03 \text{ dam}^2 \rightarrow \text{dm}^2 ?$$

VOLUME

Conversione tra multipli e sottomultipli

km ³	hm ³	dam ³	m³	dm ³	cm ³	mm ³	μm ³	nm ³
10 ⁹	10 ⁶	10 ³	1	10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁸	10 ⁻²⁷

$$57320 \text{ m}^3 \quad \rightarrow \text{dam}^3 ? \quad \Rightarrow 57320 / 10^3 \text{ dam}^3 = 57,32 \text{ dam}^3$$

$$12000 \text{ cm}^3 \quad \rightarrow \text{m}^3 ?$$

$$1,5 \cdot 10^{-17} \text{ dam}^3 \quad \rightarrow \text{mm}^3 ?$$

LUNGHEZZA

SIB ↔ SI

$$1 \text{ yd} = 0,914 \text{ m}$$

$$1 \text{ ft} = 0,305 \text{ m}$$

$$1 \text{ in} = 0,025 \text{ m}$$

35 cm → in ?

- Da cm a m → 35 cm ⇒ $35 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 0,35 \text{ m}$
- Imposto la proporzione per passare da m a in

$$\frac{x \text{ in}}{0,35 \text{ m}} = \frac{1 \text{ in}}{0,025 \text{ m}}$$

$$x \text{ in} = \frac{0,35 \text{ m}}{0,025 \text{ m}} \cdot 1 \text{ in} = 14 \text{ in}$$

DENSITÀ

$$\rho = \frac{[M]}{[L]^3} \rightarrow \frac{kg}{m^3}$$

Spesso espressa in g/cm^3

$$1 \frac{kg}{m^3} = \frac{1000 g}{1000000 cm^3} = \frac{10^3 g}{10^6 cm^3} = 10^{-3} \frac{g}{cm^3}$$

$$1 \frac{kg}{m^3} = 10^{-3} \frac{g}{cm^3}$$

DENSITÀ

ESERCIZIO 1

Calcolare la densità in kg/m^3 e g/cm^3 di una sbarretta di materiale metallico di dimensioni $1 \text{ m} \times 10 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ e peso $m = 81,3 \text{ kg}$

Risposta: 2710 kg/m^3 , $2,71 \text{ g/cm}^3$

ESERCIZIO 2

Calcolare il peso in kg di un cubetto di acciaio ($\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$) con lato $3,2 \text{ cm}$.

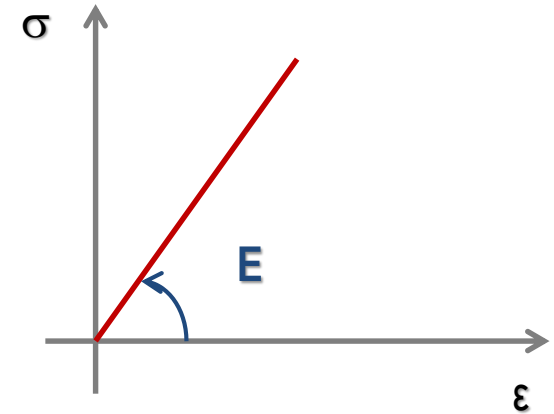
Risposta: $0,256 \text{ kg}$

PROPRIETÀ MECCANICHE

RIGIDITÀ → E (GPa)

RESISTENZA → σ (MPa)

DEFORMAZIONE → ε (---, %)



LEGGE DI HOOKE $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$

PROPRIETÀ MECCANICHE

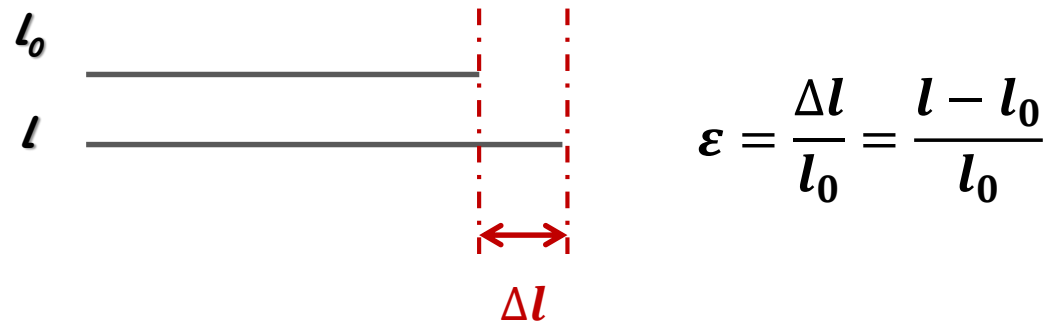
σ (MPa)

σ è uno SFORZO e ha le dimensioni di una pressione, generalmente viene fornito in MPa

$$\sigma \rightarrow p = \frac{[F]}{[S]} \text{ (Pa)}$$

ε (---, %)

ε è una DEFORMAZIONE ed è un rapporto tra lunghezze, perciò è una quantità adimensionale che può essere espressa anche in percentuale.



$$\varepsilon = 0,003 \rightarrow \varepsilon_{\%} = \varepsilon \cdot 100 = 0,3\%$$



PROPRIETÀ MECCANICHE

ESERCIZIO 1

Una lega di titanio ha le seguenti proprietà meccaniche:

$$\sigma_R = 999 \text{ MPa} \quad \sigma_S = 896 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_R = 10\% \quad E = 99 \text{ GPa}$$

Calcolare la deformazione di snervamento ε_s in valore assoluto e percentuale.

Risposta: $\varepsilon_s = 0,9\%$

ESERCIZIO 2

Una lega di alluminio (2024-T3) ha le seguenti proprietà meccaniche:

$$\sigma_R = 483 \text{ MPa} \quad \sigma_S = 345 \text{ MPa}$$

$$\rho = 2780 \text{ kg/m}^3 \quad E = 73 \text{ GPa}$$

- Calcolare il peso di una sbarretta 50 cm x 7 cm x 3 mm;
- Calcolare la deformazione a snervamento in valore assoluto e percentuale.

Risposta: $m = 0,29 \text{ kg}$; $\varepsilon_s = 0,47\%$

PROPRIETÀ MECCANICHE

ESERCIZIO 3

Una lega di acciaio ha le seguenti proprietà meccaniche:

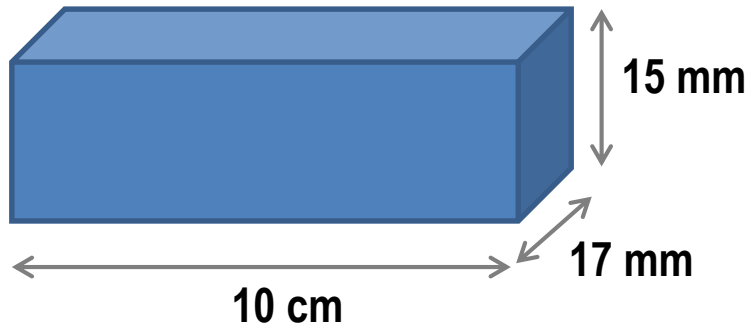
$$\sigma_R = 1200 \text{ MPa} \quad \sigma_S = 800 \text{ MPa}$$

$$\rho = 8 \text{ g/cm}^3 \quad E = 200 \text{ GPa}$$

Una sbarretta di questo materiale di dimensioni 10 cm x 17 mm x 15 mm, viene messa in trazione lungo il lato maggiore.

In seguito ad un allungamento $\Delta l = 2 \text{ mm}$, il comportamento è ancora elastico lineare?

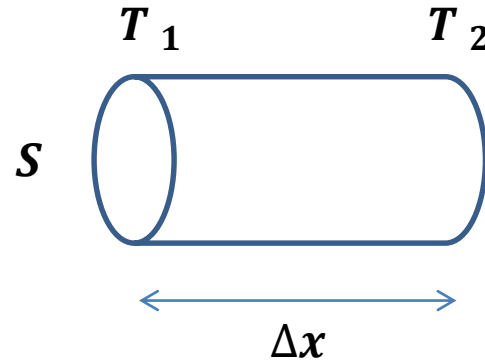
Risposta: $\varepsilon = 2\% > \varepsilon_s = 0,4\%$



CONDUCIBILITÀ TERMICA

$$q = \lambda \cdot \Delta T$$

$$\text{dove : } q = \frac{Q}{S} \cdot \Delta x$$



Q = flusso di calore → J/s = W

S = superficie → m²

Δx = lunghezza → m

ΔT = temperatura → K

λ = conducibilità termica → $\frac{W}{mK}$

La conducibilità termica può essere espressa anche come $\frac{kcal}{h m ^\circ C}$

CONDUCIBILITÀ TERMICA

ESERCIZIO 1

Convertire le unità di misura $\frac{W}{mK} \leftrightarrow \frac{kcal}{h m ^\circ C}$ sapendo che $1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$ per i seguenti materiali:

1. Acciaio (20% di cr): $\lambda = 22 \frac{W}{mK}$

Risposta1: $\lambda = 18,93 \frac{kcal}{h m ^\circ C}$

2. Piombo: $\lambda = 30 \frac{kcal}{h m ^\circ C}$

Risposta2: $\lambda = 34,87 \frac{W}{mK}$

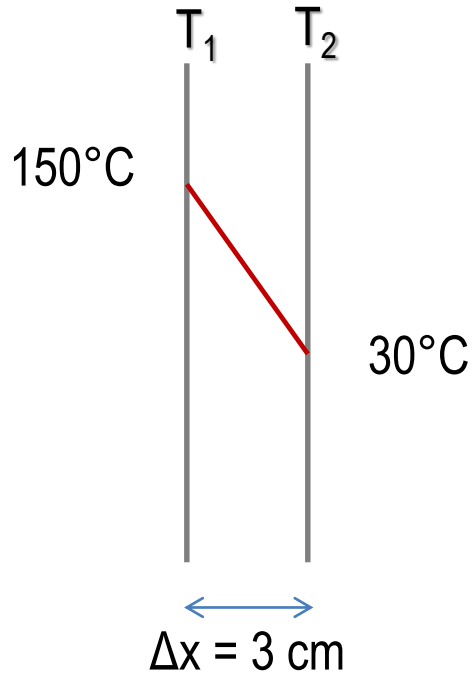
3. Alluminio: $\lambda = 175 \frac{kcal}{h m ^\circ C}$

Risposta3: $\lambda = 203,4 \frac{W}{mK}$

CONDUCIBILITÀ TERMICA

ESERCIZIO 2

La temperatura sulla superficie calda di una parete isolante di area 1 m^2 e spessore 3 cm è di 150°C . In condizioni stazionarie se $Q = 200 \text{ W/m}^2$, quale sarà la conducibilità termica massima del materiale utilizzato se la superficie fredda non deve superare i 30°C ?

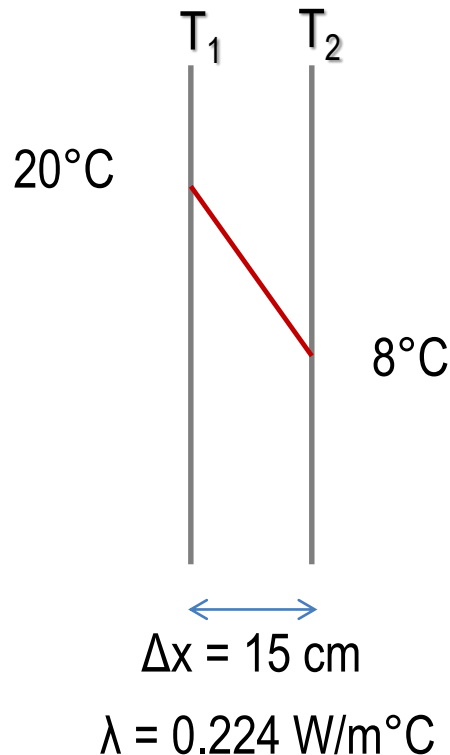


$$\frac{Q}{S} \cdot \Delta x = \lambda \cdot \Delta T$$

$$\lambda = \frac{Q}{S} \cdot \frac{\Delta x}{\Delta T} = 0,05 \frac{W}{mK}$$

CONDUCIBILITÀ TERMICA

ESERCIZIO 3



Una parete, di spessore 15 cm e superficie di dimensioni 3,5 x 5 m, presenta rispettivamente le temperature superficiali di 8°C e 20°C . La conducibilità termica dello strato è pari a $\lambda = 0.224 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. Determinare il flusso termico scambiato tra le due superfici della parete.

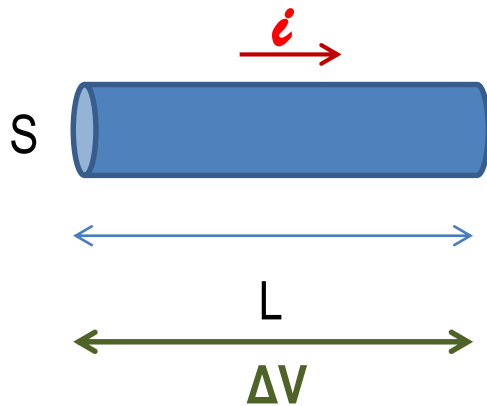
Risposta: $W = 313,6 \text{ W}$

CONDUCIBILITÀ ELETTRICA

$$\sigma = \frac{J}{E}$$

J = densità di corrente elettrica (A/m^2)

E = intensità di campo elettrico (N/C o V/m)



Prima legge di Ohm

$$R = \frac{V}{i}$$

V → potenziale elettrico (V)

i → intensità di corrente elettrica (A)

L → lunghezza (m)

S → superficie (m^2)

R → resistenza → $V/A = \Omega$

$$R = \frac{L}{\sigma S}$$

$$\sigma = \frac{L}{RS}$$

$$\sigma \rightarrow (\Omega m)^{-1}$$

CONDUCIBILITÀ ELETTRICA

ESERCIZIO

Si consideri una striscia di metallo in un circuito integrato, con dimensioni $L = 2.8$ mm , area della sezione $A = 4 \mu\text{m}^2$.Ai capi del conduttore metallico viene applicata una tensione pari a 0.1 V. La corrente che scorre nel conduttore è : $5 \cdot 10^{-3}$ A.
Determinare la conducibilità

Risposta: $\sigma = 3,5 \cdot 10^7 (\Omega\text{m})^{-1}$

