LE UNITA' DI MISURA

(Edizione 30/3/2016)

A partire dagli anni '80, molti paesi industrializzati si sono accordati nell'utilizzare le stesse unità di misura che costituiscono il **Sistema Internazionale di unità di misura**, che è identificato con la sigla **S.I.**

GRANDEZZE FONDAMENTALI S.I.

Le basi della fisica sono i concetti di grandezza fisica e misura.
Le grandezze fisiche sono ciò che è misurabile secondo tecniche concordate e per ogni grandezza è stabilito il metodo di misura e la sua unità di misura.
Le misure sono il risultato degli esperimenti.
Le leggi fisiche sono espresse come relazioni matematiche fra grandezze,verificate attraverso misure.
Le grandezze fondamentali **S.I.** sono sette:

Grandezze fondamentali	***Unità di misura***	***Simbolo***
Lunghezza	**metro**	**m**
Massa	**chilogrammo**	**kg**
Tempo	**secondo**	**s**
Intensità di corrente elettrica	**ampere**	**A**
Temperatura	**Kelvin (Celsius)**	**K (º C)**
Intensità luminosa	**candela**	**cd**
Quantità di sostanza	**mole**	**mol**

Dalle quali derivano tutte le altre grandezze (**grandezze derivate**) in uso nei vari settori della scienza e della tecnica.
Il sistema S.I. definisce anche le norme di scrittura delle misure.
Le principali sono:
L'unità di misura si scrive sempre dopo il numero che la indica.

Esempio: si scrive **18 m** e **non** m18; **5 kg** e non kg 5.

- L'unità di misura **non** e mai seguita dal punto.

  Esempio: si scrive **12 cm** e non 12 cm**.**
- L'unità di misura **non** va mai espressa al plurale.
- Per distinguere i gruppi di cifre riguardanti la classe delle unità;le migliaia,i milioni ecc. **non** si usa il puntino in alto né in basso,ma un mezzo spazio tra i vari gruppi di cifre. Esempio: si scrive 132 000 e **non** 132.000.

Si ricorda inoltre che per ogni unità si definiscono inoltre, per esigenze di comodità (per non avere a che fare con numeri molto grandi o molto piccoli), dei multipli e dei sottomultipli decimali: essi sono caratterizzati da nomi e simboli ottenuti premettendo ai nomi e ai simboli delle unità stesse dei prefissi. Tali prefissi sono indicati nella seguente tabella.

PREFISSO	SIMBOLO	VALORE
GIGA	G	10^9
MEGA	M	10^6
KILO	k	10^3
ETTO	h	10^2
DECA	da	10^1
DECI	d	10^{-1}
CENTI	c	10^{-2}
MILLI	m	10^{-3}
MICRO	μ	10^{-6}
NANO	n	10^{-9}

Le grandezze che più interessano il settore oleodinamico sono:

Grandezza	Simbolo	unità di misura
Lunghezza	**mm**	**millimetro**
Area (Sezione)	**cm^2**	**centimetro quadrato**
Cilindrata (Volume)	**cm^3**	**centimetro cubo**
Accelerazione	**m/s^2**	**metri / secondo quadrato**
Accelerazione di gravità	**m/s^2**	**metri / secondo quadrato**
Forza	**N**	**newton**
Lavoro / Energia	**J**	**joule**
Momento Torcente/Coppia	**N m**	**newton** per **metro**
Numero di Giri	**giri /min.**	**giri al minuto**
Potenza	**kW**	**chilowatt**
Pressione	**N / m^2**	**pascal** o **bar**
Temperatura	**K (ºC)**	**Kelvin** o **gradi centigradi**

MASSA

La massa è una caratteristica di tutti i corpi ed è rilevata mediante la pesatura,cioè un confronto con una massa nota ed un'altra incognita.
La massa in fisica è la quantità di materia che costituisce un corpo.
La sua unità di misura è il **chilogrammo (kg).**
La massa di un corpo è indipendente dal luogo in cui si trova,quindi mantiene sempre costante il suo valore. Ogni oggetto posto sulla superficie terrestre è sottoposto a una forza detta **forza-peso** o forza di gravità che lo attira verso il centro della Terra.
Un oggetto tende a mantenere lo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme se su di esso non è esercitata una forza esterna in grado di imprimergli un'accelerazione.
E' questa la prima legge di Newton.
(Il simbolo della massa ***m*** è scritto in corsivo, cioè inclinato per non confondere con **m** che indica il metro.)
misure inglesi della massa: $\mathbf{1lb\ (libbra\ o\ pound) = 0,4536\ kg}$

FORZA

Nella tecnica si è sempre impiegata la stessa unità, il **kg** per designare due grandezze diverse : la forza e la massa,creando confusione.
Kg peso (kg_f ,kg_p) è la forza con cui la terra attrae un oggetto di massa pari a 1 Kg

$$\mathbf{1\ Kg_{\ peso} = 1\ Kg_{\ massa} \cdot 9,81\,\frac{m}{s^2} = 9,81\ N}$$

La **massa** è una grandezza **fondamentale** del sistema S.I, mentre la forza-peso è una grandezza derivata.

Una forza **non** può essere osservata direttamente, ma si riconosce dai suoi effetti che sono due :

a) Deformazione (azione statica)
b) Accelerazione (azione dinamica). Se si applica una forza a un corpo libero di muoversi, questo accelera.

Per accelerazione s'intende il rapporto tra la variazione della velocità e l'intervallo di tempo,dove la velocità $\mathbf{v}$ di un corpo è definita dal rapporto tra lo spazio **S** percorso in metri ed il tempo **t** impiegato in secondi. $\mathbf{v = \frac{S\ (spazio)}{t\ (tempo)} = \frac{m}{s}}$

Esempio: se un'automobile, in 10 secondi (**t**), passa dalla stato di quiete $\mathbf{v0 = 0}$ a $\mathbf{v^1 = 130km/h}(130.000\ mt : 3600\ s = \mathbf{36,1\ m/s})$ la sua velocità varia.
Supponiamo che l'automobile acceleri in modo uniforme, utilizzando la formula

$$\mathbf{a = \frac{v}{t} = \frac{36\ m/s}{10\ s} = \frac{36\ m}{10\ s \times s} = 3,6\ m/s^2\ \ accelerazione}$$

L'unità di misura dell'accelerazione **a** è data in $\mathbf{m/s^2}$**.**
Ad esempio, se un corpo ha un'accelerazione di $\mathbf{1\ m/s^2}$,vuol dire che la sua velocità aumenta di $\mathbf{1\ m/s}$ durante ogni secondo di tempo che passa.
Se spingete la vostra auto per farla partire, l'**accelerazione** dipende dalla **forza** esercitata sull'auto,che sarà maggiore se qualcuno vi aiuta a spingere.
Con l'aumento della forza **F** corrisponde un aumento di accelerazione **a** in maniera

proporzionale nella stessa direzione e nello stesso verso. Ma anche la massa influisce sull'accelerazione, spingere un autocarro è diverso che spingere un'automobile.
Risulta che l'accelerazione a parità di forza impiegata è tanto maggiore,quanto minore è la massa del veicolo.
Possiamo dire che l'accelerazione **a** è **inversamente** proporzionale alla massa con la seguente formula:

$\mathbf{a} = \frac{\mathbf{F}}{\boldsymbol{m}}$ attribuiamo dei valori numerici $\mathbf{a} = \frac{\mathbf{10}}{\mathbf{2}} = \mathbf{5}$

se raddoppio la **F** avrò $\mathbf{a} = \frac{\mathbf{20}}{\mathbf{2}} = \mathbf{10}$ raddoppio l'accelerazione;
se raddoppio la ***m***, dimezzo l'accelerazione: $\mathbf{a} = \frac{\mathbf{10}}{\mathbf{4}} = \mathbf{2,5}$

Dalla formula $\mathbf{a} = \frac{\mathbf{F}}{\boldsymbol{m}}$ ricavo che $\mathbf{F} = \boldsymbol{m} \times \mathbf{a}$ significa che volendo accelerare un corpo, la **forza** necessaria è tanto maggiore quanto più grandi sono la massa e l'accelerazione.
Questa relazione **forza = massa** per **accelerazione** è stata definita da Isacco Newton (***<u>seconda legge di Newton</u>***).

Sostituendo le unità di misura $\boldsymbol{m} = \mathbf{kg}$; $\mathbf{a} = \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s^2}}$

$$\mathbf{F} = 1\ \mathrm{kg} \times 1\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = \frac{1\ \mathrm{kg} \times \mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 1\mathrm{newton} = \mathbf{1N}$$

si può anche scrivere: $\mathbf{F} = \mathbf{kg} \times \mathbf{m} \times \boldsymbol{s}^{-2}$.
cioè: **1N è la forza che,in 1 secondo,accelera una massa di 1 kg dallo stato di quiete alla velocità di 1 m/s .**
In altre parole la forza di **1N** imprime alla massa di **1kg** l'accelerazione di $\mathbf{1\ m/s^2}$**.**
Per perfezionare il concetto dobbiamo aggiungere che:
1N è la forza che, in 1 secondo ,**decelera** una massa di 1 kg dalla velocità di 1m/s allo stato di quiete.
Verifichiamo perché **la massa** nel sistema SI è espressa in **kg** .

Dalla formula $\mathbf{F} = \boldsymbol{m} \times \mathbf{a}$ ricaviamo che

$\boldsymbol{m} = \frac{\mathbf{F}}{\mathbf{a}}$ introducendo le unità risulta che $\boldsymbol{m} = \frac{\mathbf{N}}{\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s^2}}} = \frac{\frac{\mathbf{kg\ m}}{\mathbf{s^2}}}{\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s^2}}} = \frac{\mathbf{kg}\ \cancel{\mathbf{m\ s^2}}}{\cancel{\mathbf{m\ s^2}}} = \mathbf{kg}$

Esempio: un rimorchio, con una massa ***m*** di 1500 kg,viene accelerato uniformemente, in 20 s, da 0 a 13 km/h. Con quale forza la motrice traina il rimorchio?
Soluzione:
trasformiamo la velocità (**v**) di 13 km/h in **metri al secondo**.
Quindi $13 \times 1.000 = 13.000\ \mathrm{m},\ 1\ \mathrm{h} = 3.600\ \mathrm{s}$ quindi $13.000 : 3600 = \mathbf{3,6\ m / s}$

Calcolo l'accelerazione $\mathbf{a} = \frac{\mathbf{v}}{\mathbf{t}} = \frac{3{,}6\mathrm{m/s}}{20\ \mathrm{s}} = \mathbf{0,18}\ \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s^2}}$
Dalla formula $\mathbf{F} = \boldsymbol{m} \times \mathbf{a}$ calcolo la forza,introducendo i valori di ***m***=1500 kg ed **a** = 0,18 $\mathrm{m}/\mathbf{s^2}$

$$F = 1500\,kg \times 0{,}18\,\frac{\mathrm{m}}{s^2} = 270\,\frac{kg\,\mathrm{m}}{s^2} = \mathbf{270\ N}$$

Esempio*:* una vettura che viaggia a 140 km/h viene fermata con una decelerazione costante di $5\ \mathrm{m}/s^2$. Quanti secondi dura la frenata?
Soluzione:
trasformiamo la velocità di 140 km/h in metri al secondo = 38,9 m/s.

dalla formula $\boldsymbol{a} = \frac{\mathbf{v}}{\mathbf{t}}$, troviamo che $\mathbf{t} = \frac{\mathbf{v}}{\mathbf{a}} = \frac{\mathbf{38{,}9\ \frac{m}{s}}}{\mathbf{5\ \frac{m}{s^2}}} = \mathbf{7{,}8\ s}$ **.**

In passato la **Forza** era misurata in **kp** (chilogrammo peso), ma non teneva conto delle relazioni tra : **forza,massa,accelerazione.**
L'unità di misura della FORZA è il **newton** che risponde alle leggi fisiche.
Il **newton** è un'unità più piccola del **kp** ; è circa un decimo (circa un ettogrammo), cioè :

$$1\mathrm{N} = 0{,}102\ \mathrm{kp\ arrotondato\ a}\ 0{,}1\ \mathrm{kp, quindi}\ \frac{1\ \mathrm{kp}}{0{,}102} = 9{,}81\ \mathrm{N} = \sim 10\mathrm{N} = 1\ \mathrm{kp}$$

misure inglesi della forza:

$\mathbf{1N} \quad = \mathbf{0{,}225\ lbf}$ (libbra forza)

$\mathbf{1\ lbf} = \mathbf{4{,}448\ N}$

La massa si manifesta anche come INERZIA. Infatti, per mettere in moto un grosso volano occorre uno sforzo notevole,cosi come sarà notevole lo sforzo necessario per fermarlo. Inerzia significa che un corpo, per effetto della sua massa ,tende a mantenere il proprio stato sia di quiete che di moto,in questo caso con velocità e direzioni costanti.

ACCELERAZIONE DI GRAVITA' E LA FORZA PESO

Tutti i corpi sulla terra hanno un certo **peso** e tutti sono soggetti alla **gravità terrestre** (forza gravitazionale)**.**
Se si tiene in mano un peso di 10 kg, tra la persona che tiene il peso e la terra agisce una forza che è chiamata **forza di attrazione fra le masse** e rappresenta l'esempio classico dell' **azione statica della forza**.
Se lasciamo il peso ,la forza di attrazione fra le masse (terra-peso) agirebbe subito, accelerando la massa (peso) e facendola cadere a terra con velocità crescente,in questo caso si ha **l'azione dinamica della forza**.
L'accelerazione causata dalla forza di attrazione della terra si chiama :
accelerazione di gravità e il suo simbolo è la $\boldsymbol{g}$**.**
(accelerazione che mantiene fermi i corpi sulla terra).
L'accelerazione di gravità è **indipendente** dalla massa dei corpi che cadono e il valore sulla terra è $\boldsymbol{g} = \mathbf{9{,}81}\ ^{\mathbf{m}}/_{\mathbf{s^2}}$, arrotondato a $\mathbf{10}\ ^{\mathbf{m}}/_{\mathbf{s^2}}$ **.**
In un tubo in cui si è creato **il vuoto,** si lascia cadere una piuma e una sfera di acciaio entrambi cadono alla stessa velocità perché **non** sono influenzati dalla resistenza dell'aria e quindi sono sottoposti alla medesima accelerazione $\boldsymbol{g}$**.**
Pertanto sulla massa di 1 kg che la persona lascia cadere dalla mano, agisce una forza che l'accelera di $\mathbf{9{,}81}\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s^2}}$. L'equazione che abbiamo già visto $\mathbf{F} = \boldsymbol{m} \times \mathbf{a}$
diventa $\mathbf{F} = \boldsymbol{m} \times \boldsymbol{g} = \mathbf{1kg} \times \mathbf{9{,}81}\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s^2}} = \mathbf{9{,}81}\ \frac{\mathbf{kg\ m}}{\mathbf{s^2}} = \mathbf{9{,}81\ N}$
Fissando ad un perno con un cavo la massa di 1 kg, la forza di 9,81 N agisce sul perno come **forza di trazione** con un effetto statico di deformazione.
Questa forza è indicata anche come **forza-peso** ed il suo simbolo è la **G.**

$\mathbf{F} = \mathbf{G} = \boldsymbol{m} \times \boldsymbol{g}$ dove $\boldsymbol{m}$ = massa ; $\boldsymbol{g}$ = accelerazione di gravità.

Il valore dell'accelerazione di gravità di 9,81 N è dato alla località di riferimento base che è Parigi. Poiché la terra non è rotonda ma è schiacciata, ai poli la distanza dal centro della terra è minore, mentre all'equatore la distanza è maggiore.
Come conseguenza si ha che all'equatore il valore *g* = 9,79N , a Parigi *g* = 9,81N ai poli *g* = 9,83N.
Una precisazione ovvia **:** se pesiamo 1 kg a Parigi, al polo o all'equatore, otteniamo lo stesso risultato perché con una bilancia a bracci si esegue un confronto tra le masse, entrambi soggette alla medesima accelerazione di gravità $\boldsymbol{g}$.

Esempio: se tengo in mano una flangia SAE 6000 psi,la cui massa è di 5 kg, quale forza in newton agisce sulla mano?

$$\mathbf{F} = \boldsymbol{m} \times \boldsymbol{g} = \mathbf{5kg} \times \mathbf{9,81}\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s^2}} = \mathbf{49,05}\frac{\mathbf{kg\ m}}{\mathbf{s^2}} = \mathbf{50\ N\ arrotondato}$$

Esempio: su di una gru c'è la scritta " Portata 5 t " . A quale forza di trazione, in newton, è sottoposto il suo gancio?
Convertiamo la portata di 5 t (tonnellate) in kg. $5\ \mathrm{t} \times 1000 = 5000\ \mathrm{kg}$
La forza di trazione è data dalla formula :
$\mathbf{F} = m \times g = 5.000\ \mathrm{kg} \times 9{,}81\mathrm{m/s^2} = 49.050\mathrm{N}$ arrotondato a $50.000\ \mathrm{N} = \mathbf{50\ kN}$ (kilonewton)

Esempio: la forza massima che sopporta una fune è di 5.000 N,vogliamo conoscere il carico massimo ,cioè la massa che può venire appesa.
Dalla formula $\mathrm{F} = m \times g$ ricaviamo che $\boldsymbol{m} = \frac{\mathbf{F}}{\boldsymbol{g}} = \frac{\mathbf{5.000\ N}}{\mathbf{9,81}\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s^2}}} = \mathbf{509\ kg}$

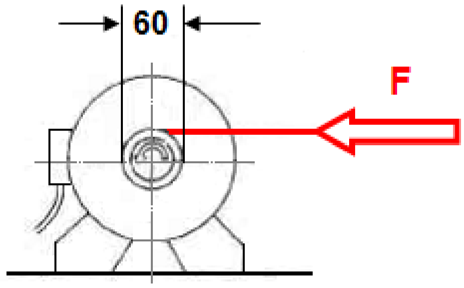
MOMENTO TORCENTE

Per momento torcente o coppia s' intende il prodotto di una forza per la lunghezza della relativa leva.
Se prendiamo una chiave inglese per stringere un bullone con un manico lungo 1 metro ed applichiamo alla sua estremità una forza di 1N, il momento torcente applicato al bullone sarà di 1m x 1N= 1N m.
Il medesimo risultato può essere ottenuto anche con una chiave lunga 50 cm se applichiamo una forza di 2N;cioè 0,5 m x 2N= 1 N m.
Possiamo scrivere:
$\mathbf{M} = \mathbf{F} \times \mathbf{l}$; dove M = momento torcente, **F** = forza in N, **l** = lunghezza leva in m.
Quindi $\mathbf{M} = 1\mathrm{N} \times 1\mathrm{m} = \mathbf{1N\ m}$ (newton per metro)
Per la quale vale la relazione: $1\mathrm{kp\ m} = 9{,}81\ \mathrm{N\ m}\ = \sim \mathbf{10\ N}$
$1\ \mathrm{N\ m} = 1 : 9{,}81 = 0{,}10\ \mathrm{kp\ m}$ (vecchia unità)
Misure inglesi:
$Libbra\ per\ piede\ \mathbf{lbf \cdot ft} = 1{,}357\ \mathrm{N\ m}$
$Newton\ per\ metro\ \mathbf{N\ m}\ = 0{,}737\ lbf \cdot ft$
dove : $1\ \mathrm{foot\ (ft)} = 0{,}3048\ \mathrm{m}$
$1\ \mathrm{m} = 3{,}2808\ \mathrm{ft}$

Esempio : il momento torcente (la coppia) **M** di un motore elettrico è di 6,5 kp m.
A quanti N m corrisponde questo valore?

$$\mathrm{M} = 6{,}5\ \mathrm{kp\ m}\ \times 9{,}81\mathrm{N} = 63{,}7\ \mathrm{N\ m\ arrotondato\ a}\ \mathbf{65\ N\ m.}$$

Esempio: Il motore elettrico sviluppa una coppia di 2,5 kp m .
Quale è la relativa forza in N ?

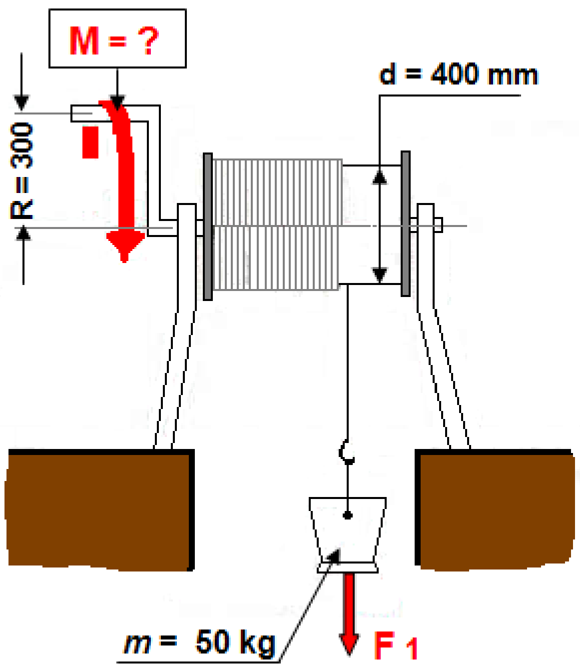


Per prima cosa trasformiamo in **N** la coppia

$$\mathbf{M} = 2{,}5\ \times 9{,}81 = 24{,}5\ \mathrm{N\ m\ arrotondato}\ a\ \mathbf{25\ N\ m}$$

Dalla equazione $\mathrm{M} = \mathrm{F} \times \mathrm{l}$ ricaviamo che $\mathbf{F} = \frac{\mathbf{M}}{\mathbf{l}}$ dove $\mathbf{l} = \frac{\mathbf{d}}{\mathbf{2}} = \mathbf{r}$ (raggio in mm)
quindi $\mathbf{r} = 60 : 2 = 30\ \mathrm{mm}$. Trasformiamo i 30 mm in metri = 0,03 m.
Sostituendo i valori si ha $\mathbf{F} = \mathrm{M} : \mathrm{r} = 25\ \mathrm{N\ m} : 0{,}03\ \mathrm{m}\ = \mathbf{833\ N}$

Esempio: Quale deve essere il momento torcente **M** sulla manovella, se si vuole tenere in equilibrio la massa di 50 kg?



Dalla formula **M** = F_1 x l ; F_1 la trasformiamo in N con la formula F = ***m x g*** (acc.gravità)

$\mathbf{F1} = 50\text{kg} \times 9{,}81\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; arrotondando diventa $50 \times 10 = 500\ \text{kg}\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \mathbf{500\ N}$.
Si verifica la situazione di equilibrio quando il momento torcente generato dal carico è uguale al momento torcente applicato alla manovella.
Il momento torcente generato dal carico è dato dalla formula **M** = F1 x l ,
dove $\mathrm{l} = \frac{\mathrm{d}}{2}$ cioè $400 : 2 = 200\ \text{mm}$ che trasformato in metri risulta 0,2 m.
Sostituendo i valori corretti si ha che $\mathbf{M} = 500\ \times 0{,}2 = \mathbf{100\ N\ m}$.

Lo stesso esercizio si può risolvere stabilendo l'equazione fra le grandezze e poi introdurre i valori numerici con le relative unità:

$$\mathbf{M} = \mathrm{F1} \times \mathrm{l} = m \times g \times \mathrm{l} = m \times g \times \frac{\mathrm{d}}{2} = \frac{50\text{kg} \times 9{,}81\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0{,}4\ \text{m}}{2} = \frac{50\ \text{kg} \times 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0{,}4\text{m}}{2} = \mathbf{100\ N\ m}$$

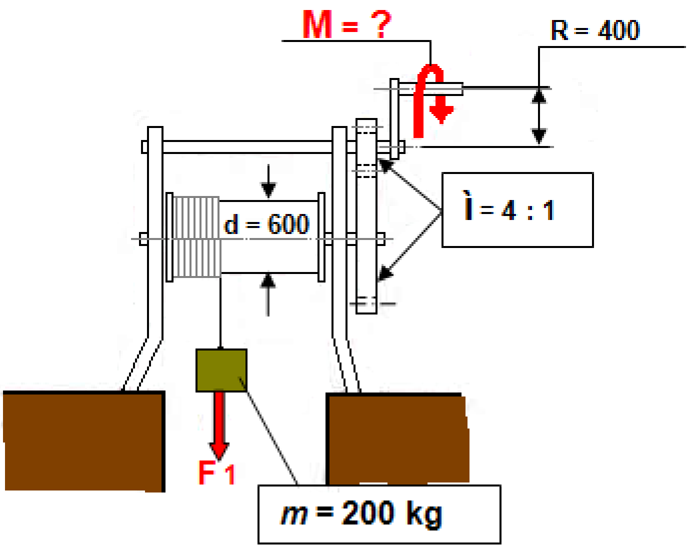
Volendo dimensionare un motore idraulico per eseguire l'operazione sopradescritta, dalla formula che definisce il momento torcente (coppia) di un motore idraulico :

coppia resa $\mathbf{M} = \frac{\mathbf{c \times p \times \eta m}}{\mathbf{20 \times \pi}} = \mathbf{Nm}$

dove **c** = cilindrata del motore $(\text{cm}^3/\text{giro})$
p = pressione **200** bar, caratteristica di progetto
η m = rendimento meccanico **0,85** (fornito dal costruttore)
M = **100 N m .**

Ricaviamo la cilindrata $\boldsymbol{c} = \frac{\boldsymbol{M}\mathbf{\times 20 \times 3{,}14}}{\boldsymbol{p}\mathbf{\times \eta m}} = \frac{\mathbf{100 \times 20 \times 3{,}14}}{\mathbf{200 \times 0{,}85}} = \mathbf{36{,}9\ \ cm^3/giro}$
Sul catalogo di un costruttore si cerca un motore con una cilindrata vicina al valore trovato,tenendo un margine di sicurezza superiore.

Esempio:
Troviamo il momento torcente **M** da applicare alla manovella per tenere in equilibrio l'argano,tenendo presente del rapporto di trasmissione **ì = 4 : 1**



Le soluzioni sono due:
1) il carico con massa m = 200 kg,tende la fune con una forza F1= *m x g* ,

sostituendo i valori si ottiene $\mathrm{F1} = 200\mathrm{kg} \times 9{,}81\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = \sim 2000\ \mathrm{kg}\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 2.000\ \mathrm{N}$

La forza riferita all' **albero inferiore** provoca un momento torcente uguale a :
M1 = F1 x **l** , dove **l** = d/2 , sostituendo i valori si ottiene :

$$\mathrm{M1} = 2000\mathrm{N} \times \frac{600\ \mathrm{mm}}{2} = 2000\mathrm{N} \times 300\ \mathrm{mm} = 2000\mathrm{N} \times 0{,}3\ \mathrm{m}\ = 600\ \mathrm{N\ m}$$

il momento torcente riferito all' **albero superiore,** tenuto conto del rapporto di trasmissione **ì** = 4 : 1, equivale a:

$\mathbf{M} = \frac{600\ \mathrm{N\ m}}{4} = \mathbf{150\ N\ m}$ Valore minimo per tenere in equilibrio il sistema.

2) Innanzi tutto si stabilisce l'equazione tra le grandezze,poi si introducono i relativi valori numerici con le corrette unità . Si parte dalla situazione di equilibrio fra i momenti generati dalla manovella e il momento generato dal carico:
$\mathrm{M\ x\ ì}\ =\ \mathrm{F1\ x\ l}\ =\ \mathrm{F1\ x\ d/2}\ =\ m\ x\ g\ \mathrm{x\ d/2}$, quindi $\mathbf{M} = \frac{\mathbf{m \times g \times d}}{\mathbf{2 \times ì}}$

$$\mathbf{M} = \frac{200\mathrm{kg} \times 9{,}81\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \times 600\ \mathrm{mm}}{2 \times 4} = \frac{200\mathrm{kg} \times 10\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \times 0{,}6\mathrm{m}}{2 \times 4}\ = \mathbf{150\ N\ m}$$

LAVORO

Si compie un lavoro meccanico ***W*** (scritto in corsivo per non confonderlo con il simbolo del watt) quando **la forza F (N) agisce nella direzione del percorso e compie uno spostamento s(m);** per cui sussiste la seguente relazione :
$\boldsymbol{W}\ =\ \mathbf{F\ x\ s}$,
Introducendo i valori che conosciamo diventa $\boldsymbol{W} = \mathbf{N \cdot m}$ espresso **in J** (joule)

Esempio: un muratore su di un ponteggio, solleva un secchio con massa di 20 kg a un'altezza di 10 m. Quale lavoro compie il muratore?
Calcoliamo la forza **F** necessaria $\mathrm{F} = m \times g = 20\mathrm{kg} \times 9{,}81\mathrm{m/s^2} = 196{,}2\frac{\mathrm{kg\ m}}{\mathrm{s}^2} = \mathrm{N}$ arrotondiamo a 200 N.
Otteniamo che il lavoro $W\ =\ \mathrm{F\ x\ s}$,
$\boldsymbol{W} = 200\ N \cdot 10\ m = 2.000\ Nm = \mathbf{J\ (joule)}$
Ricordiamo che il lavoro meccanico di 1J è il prodotto di una forza di 1N per uno spostamento **s** di 1 metro**.**
La forza deve agire nella direzione dello spostamento.
Ricordiamo che se si raddoppia lo spostamento, il lavoro raddoppia così come se, a parità di spostamento, si raddoppia la forza.
A quanti kp m (vecchia unità di misura del lavoro) corrisponde 1 J ?
Poiché 1 N corrisponde a 0,102 kp,avremo quindi che $1\ \mathrm{N\ m} = 1\ \mathrm{J} = 0{,}102\ \mathrm{kp\ m}$

ENERGIA

Per energia s'intende la capacità di compiere un lavoro cioè l'energia è un lavoro immagazzinato.
Una gru che alza un carico a una certa altezza **h**,compie un lavoro $W = \mathrm{F} \times \mathrm{h} = m \times g \times \mathrm{h}$ (spostamento in metri da terra.)
Quando il carico ha raggiunto l'altezza h, si considera che il lavoro compiuto in un certo senso è stato accumulato,infatti lasciando cadere il carico ,esso restituisce tutto il lavoro.
Possiamo dire che i **lavoro accumulato** o **capacità di compiere un lavoro**,in fisica e nella tecnica significa **energia**.
Lavoro meccanico ed energia sono equivalenti ,cioè appartengono allo stesso ed unico tipo di grandezza.
Possiamo utilizzare lo stesso simbolo **(*W*)** e la stessa unità **(J).**
Attenzione che ***W*** è scritto in corsivo.

La grù ha alzato un carico di 5000 kg ad un'altezza di 12 m. Quale è l'energia del carico rispetto al piano di carico?
Poiché l'energia potenziale è uguale al lavoro meccanico impiegato per sollevare la massa di 5000 kg,possiamo dire che $Wpot = \mathrm{F} \times \mathrm{s} = m \times g \times \mathrm{s}$; sostituendo i valori $\boldsymbol{Wpot} = 5.000\mathrm{kg} \times \frac{10m}{s^2} \times 12\mathrm{m} = 600.000\mathrm{Nm} = 600.000\mathbf{J} = \mathbf{600kJ}$
Esistono diverse forme di energia:
energia meccanica che può essere **energia di posizione** o **energia potenziale, energia di movimento** o **energia cinetica,energia chimica, energia nucleare.**
Le varie forme di energia sono trasformabili e danno luogo a delle perdite per lo più sotto forma di calore.
Inoltre l'energia **non** può né annullarsi né essere creata dal nulla.

Lo scopo di un sistema oleodinamico è quello di trasferire energia meccanica da un punto ad un altro per mezzo di un fluido in pressione.
La pompa azionata da energia meccanica per mezzo di un motore elettrico/diesel converte il fluido in energia di pressione e cinetica.
L'energia posseduta dal fluido si trasforma in energia meccanica per muovere un carico.
Gli attuatori sono gli elementi che trasformano l'energia da un tipo all'altra.
Ad esempio una pompa oleodinamica prende l'energia elettrica e la trasforma in energia di movimento in un fluido.
Secondo la legge di conservazione dell'energia,l'energia posseduta da un fluido che scorre è sempre costante.
L'energia totale è la somma delle seguenti energie parziali:

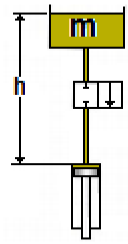
- *ENERGIA POTENZIALE* → Energia idrostatica
- *ENERGIA di PRESSIONE* → Energia idrostatica

- ☐ *ENERGIA CINETICA* → Energia dinamica
- ☐ *ENERGIA TERMICA* → Energia dinamica

- **L'energia potenziale** è l'energia immagazzinata in un corpo per il solo fatto di occupare una determinata posizione in un campo di forze.

Energia potenziale gravitazionale = massa · accelerazione di gravità · altezza

$$\mathbf{Epot}\ (\mathrm{J}) = \mathbf{m}(\mathrm{kg}) \cdot \mathbf{g}\left(\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right) \cdot \mathbf{h}\ (\mathrm{m})$$



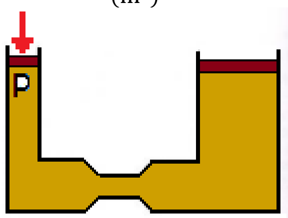
$$\mathbf{m} = \mathbf{100\ kg}\ ;\ \mathbf{g} = \mathbf{9,81}\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s^2}};\ \mathbf{h} = \mathbf{2\ m};\quad \mathbf{E_{pot}} = 100 \cdot 9{,}81 \cdot 2 = \mathbf{1962\ J}$$

- **Energia di pressione** è l'energia posseduta dal volume **V** di fluido sottoposto alla pressione **p**

$\mathbf{E_p} = \mathbf{p} \cdot \Delta\mathbf{V}$ dove **p =** pressione in **Pa ;** $\Delta\mathbf{V}$ **=** volume del fluido in **m³**

Dalla $\boldsymbol{W} = \mathrm{F} \cdot \mathrm{s}$ si può scrivere F = p · A quindi $\boldsymbol{W} = \mathrm{p} \cdot \mathrm{A} \cdot \mathrm{s}$,

sostituendo A · s = **ΔV ;** si ottiene $\boldsymbol{W} = \mathrm{p}\ \frac{\mathrm{N}}{(\mathrm{m}^2)} \cdot \Delta\mathrm{V}\ (\mathrm{m}^3) = (\mathbf{Nm})$ =**Joule**

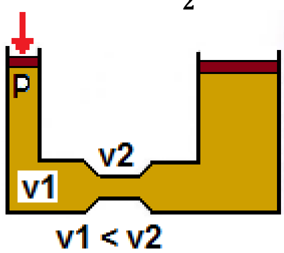


$$\boldsymbol{p} = \mathbf{100}\ \boldsymbol{bar}\ ;\ \Delta\boldsymbol{V} = \mathbf{0,001}\ \boldsymbol{m}^3\ ;\qquad \boldsymbol{E_p} = \mathbf{100\ 00000}\frac{\boldsymbol{N}}{\boldsymbol{m^2}} \cdot \mathbf{0,001}\ \boldsymbol{m}^3 = \mathbf{10000\ J}$$

- ☐ **Energia cinetica =** $\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}}$ **· massa · velocità ² ;** $\mathbf{E_c} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}} \cdot \mathbf{m} \cdot \mathbf{v}^2$

  Dalla $\boldsymbol{W} = \mathrm{F} \cdot \mathrm{s}$ si può scrivere :

$$\boldsymbol{W} = \mathrm{m} \cdot \mathrm{a} \cdot \mathrm{s} = \mathrm{m} \cdot \mathrm{a} \cdot \frac{1}{2} \cdot \mathrm{a} \cdot \mathrm{t}^2 = \frac{1}{2}\ \mathrm{m} \cdot \mathrm{a}^2 \cdot \mathrm{t}^2 = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}} \cdot \mathrm{m}(\mathbf{kg}) \cdot \mathrm{v}^2 \left(\frac{\mathbf{m^2}}{\mathbf{s^2}}\right) = \mathrm{Nm}\ (\mathbf{Joule})$$

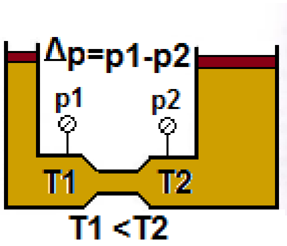


$$\mathbf{m} = \mathbf{100\ kg}\ ;\ \mathbf{v1} = \mathbf{4\ m/s}\ ;\ \mathbf{E_c} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}} \cdot \mathbf{100} \cdot \mathbf{4^2} = \mathbf{800\ J}$$

$$\mathbf{m} = \mathbf{100\ kg}\ ;\ \mathbf{v2} = \mathbf{100\ m/s}\ ;\ \mathbf{E_c} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}} \cdot \mathbf{100} \cdot \mathbf{100}^{\ 2} = \mathbf{500\ 000\ J}$$

- ☐ **Energia termica** è l'energia che si trasforma in calore a causa degli attriti. Essa si può calcolare utilizzando la diminuzione della pressione e del volume.

$$\boldsymbol{W} = \Delta\mathbf{p} \cdot \mathbf{V}$$



$$\mathbf{\Delta p = 500000\ Pa\ ;\ V = 0,1\ m^3\ ;\ W = 500000 \cdot 0,1 = 50000\ J}$$

L'energia totale è l'energia posseduta dalla massa ***m*** del fluido in movimento alla velocità **v,**sottoposto alla pressione **p** e giacente alla quota **h** rispetto al piano di riferimento.

$$\boldsymbol{E_t} = \boldsymbol{E_{pot}} + \boldsymbol{E_c} + \boldsymbol{E_p} = \boldsymbol{m}(\mathrm{kg}) \cdot \mathbf{g}\left(\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right) \cdot \mathbf{h}\,(\mathrm{m}) + \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}} \cdot \boldsymbol{m} \cdot \mathbf{v^2}\left(\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right) + \mathbf{V}\,(\mathrm{m}^3) \cdot \mathbf{p}(\mathrm{Pa})$$

Togliendo la grandezza della massa $\boldsymbol{m} = \mathbf{V} \cdot \boldsymbol{\rho}$ **,** posso scrivere l'equazione:

$$\boldsymbol{E_t} = \mathbf{V} \cdot \boldsymbol{\rho} \cdot \mathbf{g} \cdot \mathbf{h} + \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}} \cdot \mathbf{V} \cdot \boldsymbol{\rho} \cdot \mathbf{v^2} + \mathbf{V} \cdot \mathbf{p}$$

POTENZA.

Il rapporto tra il lavoro compiuto *W* (J) e il tempo (t) in secondi esprime la potenza **P.**

La relazione è $\mathbf{P} = \frac{\boldsymbol{W}}{\boldsymbol{t}}$ **;** se introduciamo l'equazione del lavoro $W = \mathrm{F} \times \mathrm{s}$ otteniamo che:

$$P = \frac{F \times S\ (Nm)}{t\ (s)} = \frac{1J}{1s} = 1\frac{J}{s} = watt$$

Sappiamo che la potenza ha un ruolo molto importante nella tecnica,perché di un motore,di un forno, di una lampadina ecc, quello che interessa è la **potenza resa.**
L'unità di misura nel sistema SI è il **watt** ,con i suoi multipli e sottomultipli (kW,MW).
Una volta la potenza del motore di un'automobile veniva espresso in CV =735,5 W.
Riassumendo,possiamo dire che il **lavoro meccanico** e l'**energia** sono espressi nel sistema SI in **joule**,mentre una volta si usava il kilopond per metro.
Le relazioni tra queste due unità sono le seguenti:

$$\mathbf{1\ kp\ m = 9,81\ J = 9,81\ N\ m = 9,81\ W\ s}$$
$$\mathbf{1J = 1\ N\ m = 1\ W\ s = 0,102\ kp\ m}$$

Misure inglesi: $\mathbf{1\ W(watt) = 0,73\ ft \cdot {}^{lbf}/_{s}}$ **(libbra piede al secondo)**

$\mathbf{1\ ft \cdot {}^{lbf}/_{s} = 1,3558\ W}$

$\mathbf{1\ HP = 745,7}$

Esempio: un carrello elevatore solleva un carico di 1000 kp ad un'altezza di 3,5 m.

Quanto è in **J** il lavoro compiuto?
Dalla formula $W = \mathrm{F} \times \mathrm{S}$, per prima cosa trovo che la forza
$\mathbf{F} = \boldsymbol{m} \times \boldsymbol{g} = \mathbf{1000} \times \mathbf{9,81} = \mathbf{9810\ N} \times \mathbf{s} = \mathbf{9810} \times \mathbf{3,5m} = \mathbf{34335\ J} = \mathbf{34,3kJ}$

Esempio: la potenza di un motore a benzina risulta da un vecchio libretto di circolazione di 60 CV (da **non** confondere con i cavalli fiscali) .
A quanti kW equivalgono?
Poiché 1 CV corrisponde a 735,5 W ,cioè 0,735 kW risulta quindi:

$$\mathbf{60 \cdot 0,735 = 44,1\ kW}$$

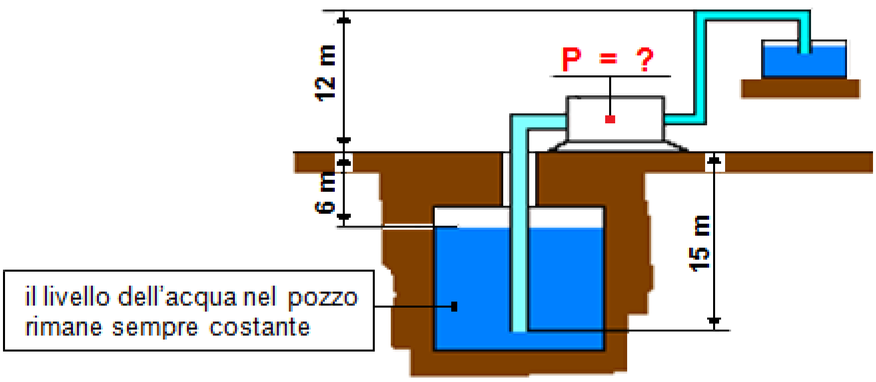
Esempio: la targhetta sul motore di una pompa ,riporta il valore di potenza di 100 kW , a quanti CV equivalgono ?
$\mathrm{Poichè\ 1{:}\ 735{,}5\ W\ = 0{,}001359642\ CV, e\ 100\ kW = 100.000\ W,}$
$\mathrm{quindi\ P = 100.000}\ \mathbf{w} \cdot 0{,}001359642\ \mathbf{CV} = 135{,}963\ \mathrm{CV\ \ arrotondato\ a\ 136\ CV}$

Esempio: una gru ha installato un motore con una potenza di 65 CV, e solleva un carico di 5 t ad un'altezza di 12 m. Quanto **tempo** impiega a sollevare il carico?
Sappiamo la formula per calcolare la potenza $\mathbf{P} = \frac{\mathbf{F \times S}}{\mathbf{t}}$ per cui troviamo che il tempo $\mathbf{t} = \frac{\mathbf{F \times S}}{\mathbf{P}}$, dove la forza $\mathrm{F} = m \times g$ sostituendo F risulta

$\mathbf{t} = \frac{\boldsymbol{m \times g \times} \mathbf{S}}{\mathbf{P}}$ ed inserendo i valori noti,calcoliamo:

$$\mathrm{t} = \frac{5000\ \mathrm{kg} \times 10\mathrm{m/s^2} \ \ \times 12\mathrm{m}}{65\ \mathrm{CV} \times 735{,}5\ \mathrm{W}} = 12{,}55\ \mathrm{s(secondi)}$$

Esempio: vogliamo conoscere la potenza del motore da installare sulla pompa con una portata di 250 m³ **/** h di acqua per mandarla ad un'altezza di 12 m.



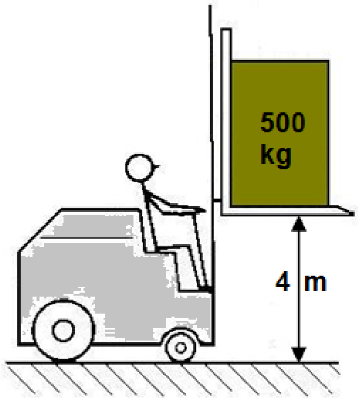
Usando l'equazione della potenza $\mathbf{P} = \frac{\mathbf{F \times S}}{\mathbf{t}}$;dove la forza F è pari alla forza-peso dell'acqua trasportata, quindi $\mathrm{F = G} = m \times g$, dove $m = 250\mathrm{m}^3$.
ma un $\mathrm{m}^3 = 1000$ litri, ed 1 litro di acqua pesa 1 kg,quindi $250\mathrm{m}^3$ corrispondono a
$\boldsymbol{m} = 250.000\ \mathrm{kg},\ \ \mathbf{g} = \frac{9{,}81\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2},\ \ \mathbf{S} = 12 + 6 = 18\ \mathrm{m},\ \ \mathbf{t} = 1\ \mathrm{h}\ = 3600\ \mathrm{s}$

Introducendo nella formula i corretti valori numerici si ottiene:

$$\mathbf{P} = \frac{\mathrm{F \times S}}{\mathrm{t} =} = \frac{m \times g \times \mathrm{S}}{\mathrm{t}} = \frac{250.000\mathrm{kg} \times 9{,}81\mathrm{m/s^2} \times 18\mathrm{m}}{3600\ \mathrm{s}}$$

$$\mathbf{P} = \frac{250.000 \times 9{,}81 \times 18}{3600}\ \frac{\mathrm{N\ m}}{\mathrm{s}} = 12.265\ \mathrm{W} = \mathbf{12,26kW}$$

Esempio:

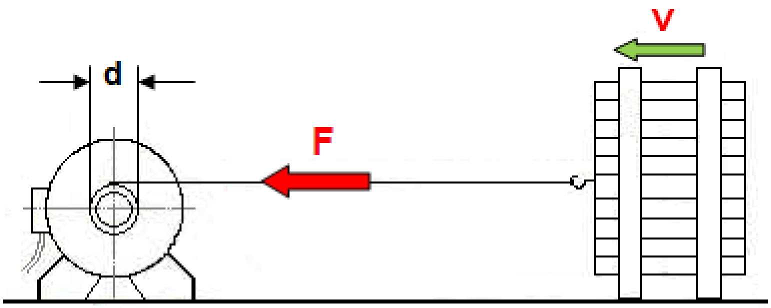


Quale potenza in kW deve sviluppare il carrello,se vogliamo sollevare,in 5 s ,il carico all'altezza di 4 m.?
Soluzione:il carico esercita una forza peso $G = m \times g$ inserendo i valori $\mathrm{G} = 500\ \mathrm{kg} \times 10\,\frac{\mathrm{m}}{s^2} = 5.000\ \mathrm{N}$;
pertanto la potenza necessaria sarà:

$$\mathrm{P} = \frac{\mathrm{G \times s}}{\mathrm{t}} = \frac{5000\ \mathrm{N} \times 4\mathrm{m}}{5} = 4000\,\frac{\mathrm{Nm}}{\mathrm{s}} = 4000\mathrm{W} = 4\mathrm{kW}$$

POTENZA E MOMENTO TORCENTE (COPPIA)

Per conoscere il momento torcente che un motore elettrico fornisce,dobbiamo trovare le relazioni fra **potenza,momento torcente e velocità angolare (numero di giri).**



Dalla figura sopra rappresentata vediamo che l'albero del **motore dispone di un tamburo** avvolgitore del **Ø d.**
Al tamburo è fissata una fune che,a sua volta, è collegata ad una cassa.
Avviando il motore, esso tira la fune con una forza **F** per mettere in moto la cassa.
Supponiamo che la velocità **V** del movimento sia costante.
La potenza meccanica del motore,mentre tira la cassa,è data dall'equazione:

$$\mathbf{P} = \frac{\mathbf{F}\ (forza) \times \mathbf{S}\ (spazio)}{\mathbf{t}\ (\ tempo\ )}$$

ma il rapporto **S / t** non è altro che la velocità $\mathbf{v}$ della cassa,e pertanto possiamo sostituirlo con **V** per ottenere la nuova equazione $\mathbf{P} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$. Dall'equazione del momento torcente $\mathrm{M} = \mathrm{F} \cdot \mathrm{l}\ (\mathrm{lunghezza\ leva})$, ricaviamo che $\mathrm{F} = \mathrm{M/l}$.

Dalla figura rappresentata vediamo che l è il raggio del tamburo, pertanto possiamo scrivere che $\mathbf{l} = \mathrm{d}/2$.

Sostituendo i valori otteniamo che $\mathbf{F} = \frac{\mathbf{M}}{\frac{\mathbf{d}}{2}} = \frac{2\times\mathbf{M}}{\mathbf{d}}$

Introduciamo questa uguaglianza nell' equazione iniziale della potenza ed otteniamo:

$$\mathbf{P} = \mathbf{F} \times \mathbf{v} = \frac{\mathbf{2} \times \mathbf{M}}{\mathbf{d}} \times \mathbf{v} = \frac{\mathbf{2} \times \mathbf{M} \times \mathbf{v}}{\mathbf{d}}$$

per la velocità $\mathbf{v}$ della cassa occorre introdurre la seguente espressione:

$\mathbf{v} = \frac{\mathbf{d}\times\boldsymbol{\pi}\times\boldsymbol{n}}{\mathbf{60}}$ che corrisponde ai **giri al minuto (1/min)** dell'albero del motore.

Sostituendo la ***V*** nella equazione della potenza,si avrà:

$$\mathbf{P} = \frac{\mathbf{2} \times \mathbf{M} \times \mathbf{v}}{\mathbf{d}} = \frac{\mathbf{2} \times \mathbf{M} \times \frac{\mathbf{d} \times \boldsymbol{\pi} \times \boldsymbol{n}}{\mathbf{60}}}{\mathbf{d}} = \frac{\mathbf{2} \times \mathbf{M} \times \cancel{\mathbf{d}} \times \boldsymbol{\pi} \times \boldsymbol{n}}{\mathbf{60} \times \cancel{\mathbf{d}}} = \frac{\mathbf{2}\boldsymbol{\pi} \times \mathbf{M} \times \boldsymbol{n}}{\mathbf{60}}$$

poiché la potenza è espressa in **kW,**dobbiamo dividere tutto per **1000** e quindi scriviamo:

$\mathbf{P} = \frac{\mathbf{2}\boldsymbol{\pi}\times\mathbf{M}\times\boldsymbol{n}}{\mathbf{60}\times\mathbf{1000}}$

Calcolando a parte il valore numerico costante

$\frac{\mathbf{2}\boldsymbol{\pi}}{\mathbf{60}\times\mathbf{1000}} = \mathbf{0,00010466} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{0,00010466}} = \sim\mathbf{9550}$

l'equazione finale della potenza risulta:

$$\mathbf{P}\ (\mathrm{kW}) = \frac{\mathbf{M}\ (\mathrm{N\ m}) \times \mathbf{n}\ \ (1/\mathrm{min})}{\mathbf{9550}}$$

Occorre fare molta attenzione a impiegare le corrette grandezze.

Esempio: per l'azionamento di una macchina utensile,occorre un motore che trasmetta,in funzionamento continuo,un momento torcente di 49 N m a 1445 1/min.
Quale potenza deve avere il motore?

$$\mathbf{P} = \frac{\mathbf{M} \times \mathbf{n}}{\mathbf{9550}}\ \mathbf{kW} = \frac{\mathbf{49} \times \mathbf{1445}}{\mathbf{9550}} = \mathbf{7,47\ kW}$$

Esempio:per azionare un ventilatore sono necessari una velocità angolare di 2850 1/min, ed un momento torcente di 13,5 N m. Quale potenza deve avere il motore?

$$P = \frac{\mathbf{M \times n}}{\mathbf{9550}} = \frac{\mathbf{13,5 \times 2850}}{\mathbf{9550}} = \mathbf{4\ kW}$$

Esempio: un motore eroga la sua potenza nominale di 7,5 kW a 960 1/min. Qual è il momento torcente in N m?

dall'equazione $\mathbf{P} = \frac{\mathbf{M \times n}}{\mathbf{9550}}$ si ricava che $\mathbf{M} = \frac{\mathbf{P \times 9550}}{\mathbf{n}} = \frac{\mathbf{7,5 \times 9550}}{\mathbf{960}} = \mathbf{74,6\ N\ m}$

PRESSIONE

Per pressione s'intende la forza **F (N)** diviso l'area premuta **A** $(\mathbf{m^2})$**.**
Cioè la pressione quantifica quanta forza è distribuita su una superficie.
Impiegando i simboli normalizzati possiamo scrivere la relazione:

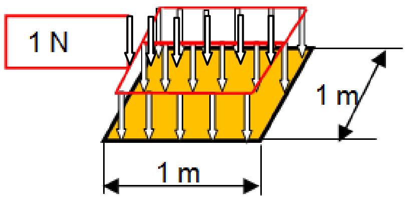
$$p = \frac{\mathbf{F\ (N)}}{\mathbf{A\ (m^2)}} = \mathbf{1}\frac{\mathbf{N}}{\mathbf{m^2}} = \mathbf{1\ pascal} = \mathbf{1Pa}$$

Poiché la forza di **1 newton** distribuita su un'area di $\mathbf{1m^2}$ risulta una pressione molto ridotta (per avere un'idea è come un posare un foglio di carta di **100 grammi** su **1 m²** di superficie; oppure è come spalmare un panino di $\mathbf{1\ m^2}$ con **100 grammi** di burro),si preferisce usare il **bar**,che pur non essendo una unità derivata dal sistema **SI,**il bar rimane un'unità utilizzata.
La relazione che lega il bar con il pascal è la seguente:

$$\mathbf{1bar = 100.000Pa = 10^5\ Pa\ = 10^5\ \frac{N}{m^2}}$$

dalla formula $p = \frac{\mathbf{F\ (N)}}{\mathbf{A\ (m^2)}}$ si ricava $A = \frac{\mathbf{F\ (\cancel{N})}}{\mathbf{p\ (\frac{\cancel{N}}{m^2})}}\ m^2$;

$$F = p\left(\frac{N}{\cancel{m^2}}\right) \cdot A\ \cancel{m^2} = N$$



Occorre ricordare che la pressione atmosferica corrisponde a 101.000 Pa circa 1 bar.
Le vecchie unità come: atmosfere (atm), kg/cm²,non sono più utilizzate.

Esempio: al cilindro per spostare una slitta è richiesto che la pressione garantisca una forza di 600 N. Se la superficie del pistone è di 12 cm², quale sarà la pressione di esercizio?

$$p = \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{A}} = \frac{600\ \mathbf{N}}{12\ \mathbf{cm^2}} = \frac{600\ \mathbf{N}}{\frac{12}{10.000}\mathbf{m^2}} = 500.000\frac{\mathbf{N}}{\mathbf{m^2}} = 500.000\ \mathbf{Pa} : 100.000 = \mathbf{5bar}$$

Esempio: un cilindro idraulico lavora ad una pressione di 50 atm .
Quale è la sua forza di spinta F in newton,se la superficie del pistone A è di 12 cm² ?
La pressione **p** sul pistone è:

$$50 \text{ at} \times 0.981 = 49 \text{ bar} = 49 \times 100.000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 49 \text{ x} 10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = \mathbf{490} \frac{\mathbf{N}}{\mathbf{cm^2}}$$

La forza $\mathbf{F} = \text{p} \times \text{A} = 49\text{bar} \times 12\text{cm}^2 = 490 \frac{\text{N}}{\cancel{\text{cm}^2}} \times 12\cancel{\text{cm}^2} = \mathbf{5880}$

Misure inglesi:
psi (**p**ound **s**quare **i**nches) = $\mathbf{lbf/in^2}$ (libbra su pollice quadrato)
1 bar = 14,5 psi
1 psi = 0,069 bar

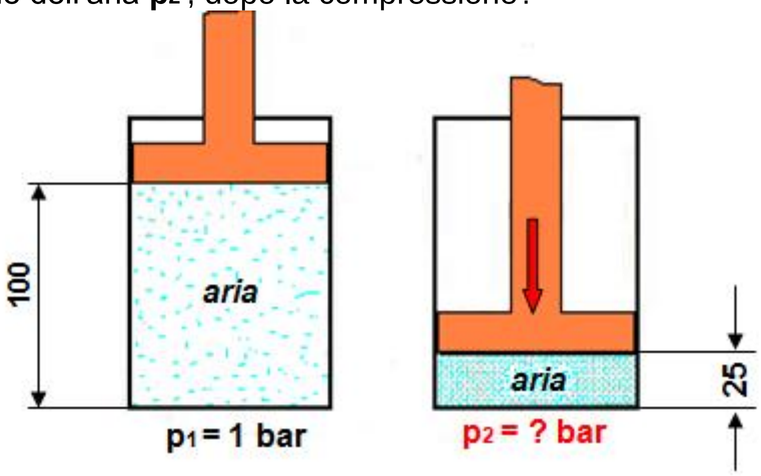
PRINCIPI SULLA COMPRESSIONE DEI GAS PERFETTI.

La legge di Boyle e Mariotte enuncia che :
a **temperatura** costante,il **volume** e la **pressione** di una quantità di gas perfetto,sussiste la seguente relazione:

$\frac{\mathbf{V1}}{\mathbf{V2}} = \frac{\mathbf{p2}}{\mathbf{p1}}$ dove **V1**=volume alla pressione **p1; V2** = volume alla pressione **p2**

Il volume e la pressione sono inversamente proporzionali; ciò significa che con l'aumento della pressione si ha una riduzione del volume.

Esempio: Il recipiente a sinistra contiene gas perfetto alla pressione $\mathbf{p_1}$ = 1 bar.
Il volume viene ridotto per compressione a **¼** (la sua temperatura rimane costante).
Quale è la pressione dell'aria $\mathbf{p_2}$, dopo la compressione?



$\mathbf{p2} = \mathbf{p1} \times \frac{\mathbf{V1}}{\mathbf{V2}}$; ma il volume $\text{V2 è } 1/4\text{"di V1; cioè V2} = 0{,}25 \text{ x V1}$

Sostituendo i valori, risulta che $\mathbf{p2} = 1 \text{ bar} \times \frac{\text{V1}}{0{,}25\times\text{V1}} = \frac{1}{0{,}25} = \mathbf{4\ bar}$

Le altre leggi che caratterizzano i gas sono:

prima legge di Gay Lussac : **a pressione costante**,in un gas perfetto, il volume e la temperatura sono direttamente proporzionali.
Mantenendo **la pressione costante**, il volume **V**,del gas perfetto,varia in modo proporzionale con la temperatura **T.** **(**$V1: V2 = T1: T2$ **)**
seconda legge di Gay Lussac: a volume costante,in un gas perfetto,la pressione assoluta e la temperatura sono direttamente proporzionali.
Mantenendo **costante il volume**, la pressione **p** varia in modo proporzionale al variare della temperatura **T.** $(\mathbf{pa1: pa2 = T1: T2})$ **.**
Ciò significa che un aumento di pressione comporta un aumento di temperatura e viceversa, una diminuzione di pressione determina una riduzione della temperatura.
Queste leggi saranno utili nel calcolo degli accumulatori.

TENSIONI MECCANICHE E RESISTENZA DEI MATERIALI

Per **tensione meccanica** (sollecitazione meccanica), nella tecnica della resistenza dei materiali s'intende **forza** diviso **area** (sezione).
$\boldsymbol{\sigma = \frac{F}{A}}$ **;** dove **σ** = tensione meccanica; **F** = forza ; **A** = area o sezione

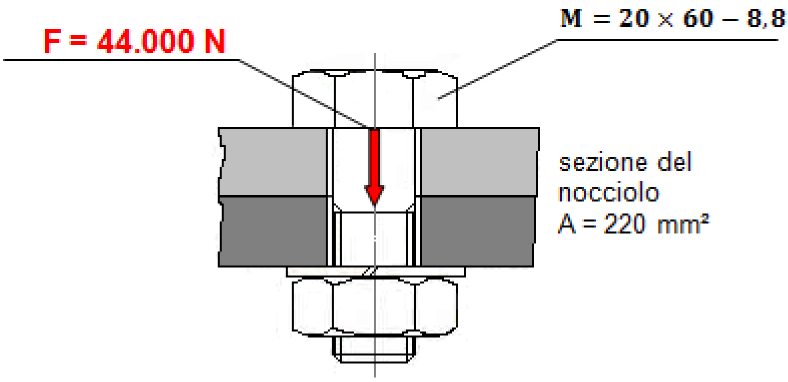
L'unità derivata SI per la tensione meccanica è il **newton** su **metro quadrato** $\mathbf{N / m^2}$
Poiché con tale unità risulterebbero valori numerici molto grandi ,si raccomanda l'impiego dell'unità **newton al millimetro quadrato** $\mathbf{N/mm^2}$**.**
Anche il $\mathbf{daN/mm^2}$ **e il** $\mathbf{daN/cm^2}$ (decanewton al millimetro quadrato o al centimetro quadrato) sono unità ammesse, perché derivano dal sistema SI.
Le relazioni tra le vecchie unità kp/mm^2 e kp/cm^2 sono le seguenti:
$\mathbf{1 \frac{kp}{mm^2} = 9,81 \frac{N}{mm^2} = 100\ kp/cm^2}$ Arrotondando 9,81 al valore di **10**(circa 2% di errore)

otteniamo:$\mathbf{1\ kp/mm^2 = 10N/mm^2 = 100kp/cm^2}$**.**

Esempio : che valore ha in N/mm²,la resistenza alla rottura dell'acciaio Fe 50? a quale forza di trazione (in N) resiste,senza rompersi, una barra di Fe 50 con sezione di 5 cm² ?

Soluzione:
L'acciaio ha una resistenza alla rottura di $\boldsymbol{\sigma r} = 50kp/mm^2 = 50x10N/mm^2 = \mathbf{500N/mm^2}$
secondo l'equazione $\sigma = {}^{F}/_{A}$ si ricava che $\mathbf{F} = \boldsymbol{\sigma r} \times \mathbf{A} = \frac{500N}{\cancel{mm^2}} \times 50\cancel{mm}^2 = \mathbf{250.000N}$

Esempio*:* Lungo l'asse della vite agisce la forza F = 44.000 N. Che valore ha la tensione di trazione in N/ mm², presente nella sezione trasversale del nocciolo della vite stessa?



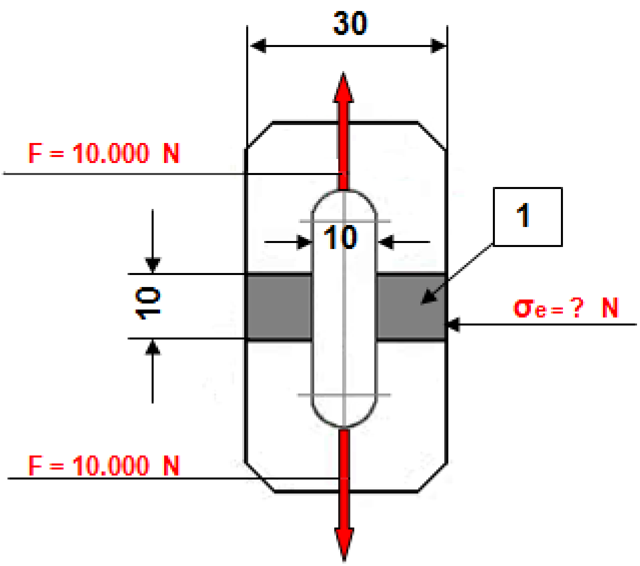
Soluzione: la tensione di trazione presente nel nocciolo della vite risulta dalla equazione:

$$\boldsymbol{\sigma} = \frac{F}{A} = \frac{44.000 \text{ N}}{220 \text{ mm}^2} = 200 \text{ N/mm}^2$$

Dalla designazione della vite ricavare la sua resistenza alla rottura.
Con la designazione 8.8 della vite, la prima cifra fornisce il dato di resistenza alla rottura (80 kp/mm²); la seconda cifra indica il limite di snervamento.
La resistenza alla rottura,espressa i N / mm²,risulta:

$$\boldsymbol{\sigma}\ \mathbf{r} = 80 \text{ kp/mm}^2 = 80 \times 9{,}81 \text{N/mm}^2 = 80 \times 10 = \mathbf{800\ N/mm^2}$$

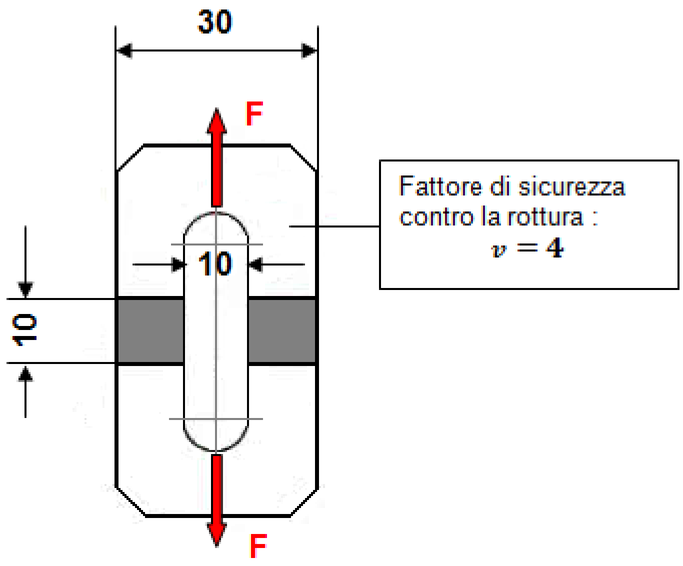
Esempio: la piastra deve trasmettere una forza di trazione 10.000 N.
Che valore ha la tensione meccanica in N/mm² in **tutta** la sezione trasversale contrassegnata da 1?



Soluzione:

$$\boldsymbol{\sigma}\ \mathbf{e} = \frac{F}{2A} = \frac{10.000 \text{ N}}{200\text{mm}^2} = \mathbf{50\ N/mm^2}$$

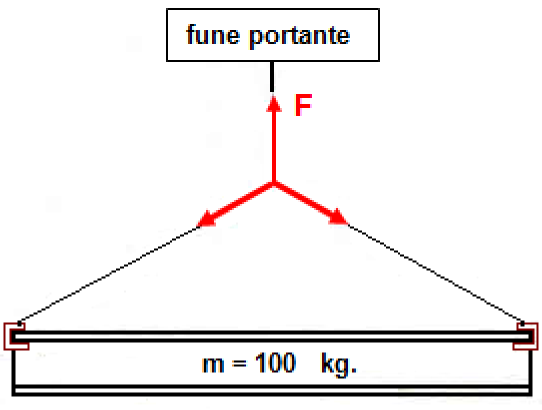
Esempio: quale valore ha la tensione di trazione **ammissibile** ,se si vuole avere un fattore di sicurezza contro la rottura $v = 4$?



Soluzione: l'acciaio Fe 50 ha una resistenza (σ_R) alla rottura di 50 kp/mm²= 500 N/mm².
Poiché si vuole tenere conto di un fattore di sicurezza $v = 4$, la tensione **ammissibile** è:

$$\sigma \text{ amm } = \frac{\sigma \text{ r}}{v} = \frac{500 \text{ N/mm}^2}{4} = 125 \text{ N/mm}^2$$

Esempio: la trave deve essere trasportata con una gru. Quale sezione deve avere la fune portante,se la sezione di trazione ammissibile della fune è di 200 N/mm²



Soluzione: la trave con una massa di 100 kg,tende la fune portante con una forza

$$\text{F} = m \times g = 100\text{kg} \times 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1000\ \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} = 1000 \text{ N}$$

Secondo l'equazione $\sigma = F/A$, calcoliamo ora la sezione (**A)** necessaria della fune per una tensione di trazione ammissibile di 200 N /mm².

$$\text{A} = \frac{\text{F}}{\sigma \text{ amm}} = \frac{1.000 \text{ N}}{200 \text{ N/mm}^2} = 5 \text{ mm}^2$$

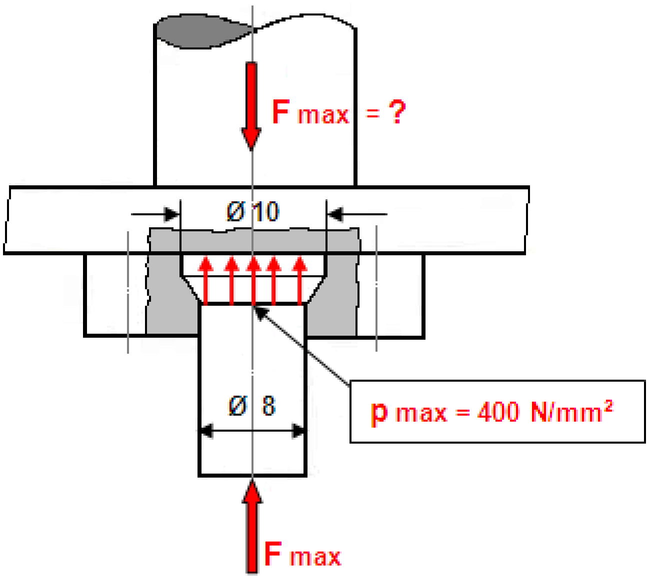
Esempio:
un tirante di acciaio 40 x 10 mm, deve sopportare una forza di trazione di 36 kN.
Che valore raggiunge la tensione nel materiale?

Soluzione: la tensione di trazione è calcolata secondo l'equazione:

$$\boldsymbol{\sigma\ e} = \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{A}} = \frac{36\ \mathrm{kN}}{400\ \mathrm{mm}^2} = \frac{36.000\ \mathrm{N}}{400\ \mathrm{mm}^2} = \mathbf{90\ N/mm^2}$$

per il tirante sono disponibili i seguenti acciai: **Fe** 34,37,42,50,70. Quale di essi deve essere scelto,se si vuole avere un fattore di sicurezza alla rottura $\boldsymbol{v} = \mathbf{5}$?
soluzione:
considerando il fattore di sicurezza 5, la resistenza alla rottura dell'acciaio deve essere di:
$\boldsymbol{\sigma\ r} = 5 \times 90\ \mathrm{N/mm^2} = 450\ \mathrm{N/mm^2}$,significa che l'acciaio da impiegare è del tipo **Fe 50.**

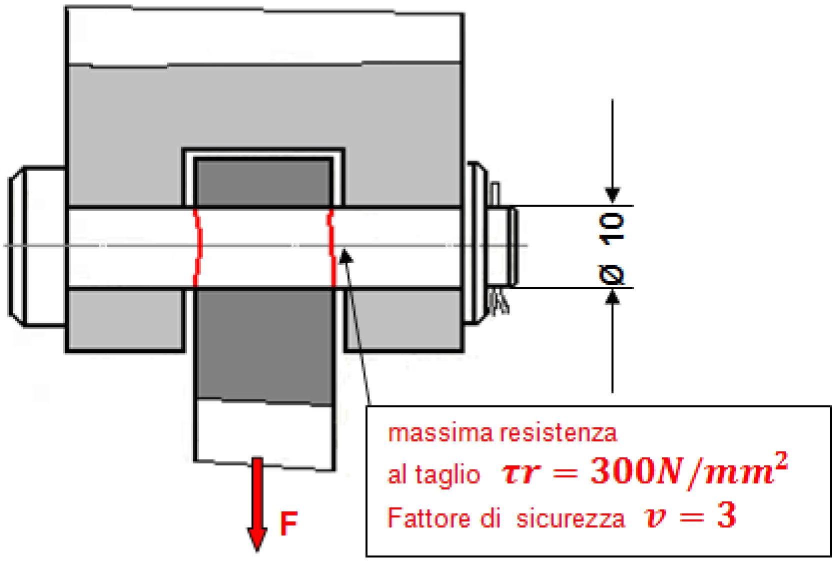
Esempio: fra la piastra e la testa del punzone **non** si deve superare una pressione unitaria di $\mathrm{p\ max} = 400\ \mathrm{N/mm^2}$. Calcolare la forza max in N



Soluzione: la massima forza ***Fmax*** si calcola in base alla pressione unitaria ***p max*** ed all'area **A** che viene interessata. Pertanto abbiamo :

$$\mathbf{F\ max} = \mathrm{pmax} \times \mathrm{A} = 400 \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2} \times (5 \times 5 \times 3{,}14)\mathrm{mm}^2 = \mathbf{31400\ N}$$

Esempio: quale valore ha la tensione di taglio,in N/mm^2,nelle sezioni in rosso,se agisce una forza di trazione ***F* = 31400 N ?**



Soluzione: la tensione di taglio si calcola in base all'equazione

$$\boldsymbol{\tau\, r} = \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{A}} = \frac{31400\ \mathrm{N}}{2 \times (5 \times 5 \times 3{,}14)\mathrm{mm}^2} = \mathbf{200\ N/mm^2}$$

Poiché la massima resistenza al taglio $\tau\, r = 300\ \mathrm{N/mm^2}$ ed il fattore di sicurezza $v = 3$ la tensione di taglio ammissibile è pari a:

$$\boldsymbol{\tau\ amm} = \frac{\tau\, \mathrm{r}}{v} = \frac{300\ \mathrm{N/mm^2}}{3} = \mathbf{100\ N/mm^2}$$

con la tensione ammissibile, l'equazione $\boldsymbol{\sigma\ e(\tau\ amm)} = \frac{\mathbf{F}}{\mathbf{A}}$

si può calcolare la forza ammissibile destinata a caricare il perno:

$$\mathbf{F} = \tau\ \mathrm{amm}\ \times \mathrm{A} = 100\,\frac{\mathrm{N}}{\cancel{\mathrm{mm^2}}} \times 2 \times (5 \times 5 \times 3{,}14\ \cancel{\mathrm{mm^2}}) = \mathbf{15700N}$$

NUMERO DI GIRI / FREQUENZA.

Il numero di giri è l'unità della frequenza di rotazione; cioè il numero delle rotazioni complete in un minuto di un albero rotante di un motore elettrico o di una pompa.
Esso è utilizzato come misura della velocità di rotazione per un componente meccanico.
Il simbolo che definisce il numero di giri è la **n.**
Nei cataloghi tecnici si può leggere anche **rpm** che deriva dall'inglese **r**evolutions **p**er **m**inute, oppure nei cataloghi tedeschi **U/min** (**U**mdrehungen pro Minute).
L'unità corrispondente nel sistema S. I è la frequenza, il cui simbolo è Hz.

I giri al minuto sono trasformati in hertz dividendoli per 60. La conversione degli hertz in giri al minuto è ottenuta moltiplicandoli per 60.

$$\mathbf{1n}\ oppure\ \mathbf{1\ rpm} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{min}} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{60\ s}} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{60\ hertz}} = \mathbf{0,01667\ Hz}.$$

Un'altra unità del sistema S.I per la misura della velocità angolare è il radiante per secondo ($\boldsymbol{rad \cdot s^{-1}}$**):**

$$\mathbf{1n}\ oppure\mathbf{1\ rpm} = \mathbf{2\pi\ rad \cdot min^{-1}} = \mathbf{2\pi/60\ rad \cdot s^{-1}} = \mathbf{0.1047\ rad \cdot s^{-1}}$$
$$\approx \mathbf{1/10\ rad \cdot s^{-1}}$$

Per controllare il numero di giri si utilizzano degli strumenti chiamati contagiri che possono essere meccanici o elettronici. Nel primo caso si utilizza un cavetto metallico che è collegato all'albero in rotazione; nel secondo caso s'impiegano sistemi di rilevamento elettronici che generano degli impulsi che sono captati dalla relativa strumentazione.
Nel settore oleodinamico è importante controllare esattamente il numero di giri di un motore elettrico e particolarmente di un motore diesel, perché da esso dipende la portata della pompa e di conseguenza il suo rendimento.

TEMPERATURA

Il concetto di temperatura è conosciuto istintivamente perché l'essere umano possiede un senso che misura la temperatura e che gli consente di valutare il caldo e il freddo.
Il concetto di temperatura può essere definito come il livello di calore di un corpo.
Nella fisica e nella tecnica occorre stabilire delle corrette unità. In Europa è utilizzato il **grado Celsius** , il cui simbolo è **°C,** gradi centigradi.
Nella scala Celsius, il punto di congelamento dell'acqua è fissato a **0 °C** e quello di ebollizione a **100 °C.** L'intervallo tra questi due valori è suddiviso in modo uniforme in 100 intervalli e ad ognuno di questi corrisponde un grado centigrado. Quest'unità sarà impiegata nei calcoli tecnici.
Ciò che consideriamo temperatura non è altro che l'insieme delle oscillazioni delle particelle di un corpo. Maggiore è l'agitazione delle particelle che costituiscono un corpo, maggiore è la sua temperatura.
In fisica si utilizza la **temperatura termodinamica**,la cui unità è il **kelvin**,con il simbolo **K**.
Quest'unità stabilisce che a $\mathbf{-273\ °\ C}$ cessa qualsiasi oscillazione delle particelle più piccole (molecole,atomi,ioni) della materia,quindi le particelle si trovano in uno stato di quiete assoluta ed è valido per tutte le sostanze.
Quest'unità ci dice che la temperatura indica lo stato di moto delle particelle della materia.
La scala Kelvin utilizza gli stessi intervalli di temperatura della Celsius,vale a dire:
1 °C = 1K .
Il valore di $\mathbf{-273,15\ °C}$ è noto come **zero assoluto** e corrisponde a **0 K,**
0 °C equivale a 273**,**15 K e la temperatura ambiente di 20 °C corrisponde a 293**,**15K.
L'unità del sistema SI è il **kelvin**, il cui simbolo è **K.**

Esempio: la temperatura di un motore all'inizio della prova è di 18 °C, al termine della prova è di 110 °C. Di quanto è aumentata la temperatura del motore in gradi kelvin?
Soluzione: il calcolo si esegue così
$\mathbf{110\ °C - 18\ °C = 92\ °C = 92\ K}$ (le due scale utilizzano gli stessi intervalli)

Esempio*:* l'avvolgimento di un motore può sopportare al massimo, una temperatura di 80 K superiore alla temperatura del liquido di raffreddamento che è di 35 °C. Quale'è la temperatura ammissibile in °C dell'avvolgimento?
Soluzione: scriviamo $\mathbf{35℃ + 80\ K = 35 + 80\ °C = 115\ °C}$

Fahrenheit è una scala di **temperatura** così chiamata in onore del fisico tedesco Gabriel Fahrenheit,ed è tutt'ora in uso negli Stati Uniti d'America. In questa scala, il **punto di congelamento** dell'acqua è di 32 gradi Fahrenheit, mentre il punto di ebollizione si trova a 212 gradi, suddividendo così i due estremi in 180 gradi. L'unità di questa scala, il grado Fahrenheit (**°F**) è 5/9 di un **kelvin** (e anche di un grado Celsius). Una temperatura di -40°F è uguale a −40 °C (unica situazione in cui i valori delle due scale coincidono).

Per trasformare: da **°C in °F** = (1,8°C) + 32 °F

da **°F in °C** = (°F - 32) / 1.8 °C

da **°C in °K** = °C + 273.15 °K

da **°F in °K =** (°F *459,67) /1,8

da °K in °F = K x 1,8 – 459,67

QUANTITÀ DI CALORE

Il calore è una forma di energia contrassegnata dall'unità derivata SI **joule (J).**
In passato il calore era definito come fluido calorico e misurato in calorie.

Una caloria (1 cal) è la quantità di calore necessaria a fare aumentare la temperatura di un grammo di acqua distillata (alla pressione atmosferica media del livello del mare) da 14,5°C a 15,5°C.

La **caloria** (**cal**) è spesso detta **piccola caloria** mentre la **chilocaloria** (**kcal = 1000 cal**) è detta **grande caloria** ed è anche indicata con il **simbolo (Cal)**.

Quando si riscalda l'acqua con una fiamma a gas, **l'energia chimica** della miscela gas-aria è trasformata in **energia termica** mediante un bruciatore (convertitore di energia). Durante l'assorbimento di tale energia,l'acqua aumenta continuamente la propria temperatura. Come abbiamo visto in precedenza, l'innalzamento della temperatura significa un aumento della velocità di oscillazione delle singole particelle (atomi e molecole che costituiscono l'acqua),cioè un aumento della loro **energia meccanica**.

Con quantità di calore $\boldsymbol{Q}$ s'intende la **somma** delle energie cinetiche di tutte le particelle. Il calore ha dunque una natura simile a quella dell'energia meccanica e pertanto si impiega la medesima unità del lavoro meccanico e dell'energia: il **joule (J).**
Il **rapporto** fra le **due unità di misura** è: $\mathbf{1\ cal = 4,1855\ J}$ **;** $\mathbf{1kcal = 4186\ J}$
ed $\mathbf{1J = 0,2389\ cal\ = 0,0002389\ kcal}$
Un forno elettrico è riscaldato di notte perché le tariffe elettriche sono più basse e restituisce durante il giorno l'energia termica che ha immagazzinato.
Quali sono le grandezze dalle quali dipende la **quantità di calore** che il forno può mettere a disposizione?
La quantità di calore dipende dalla temperatura alla quale è portato l'interno del forno.
Se la temperatura iniziale è di 10°C e lo si scalda fino a 30°C,è intuitivo che non restituirà molto calore,se invece la temperatura finale è di 300°C,la resa sarà notevolmente superiore.
La quantità di calore $\boldsymbol{Q}$ utilizzabile dipende dalla **differenza di temperatura** (**$\boldsymbol{\Delta\vartheta}$ *delta teta***) tra quella finale e la temperatura ambiente:
nel nostro caso $\mathbf{300°C - 10°C = 290°C}$ **.** Possiamo dire che fra la quantità di calore e la differenza di temperatura esiste la seguente relazione**:** $\boldsymbol{Q \sim \Delta\vartheta}$.
La quantità di calore $\boldsymbol{Q}$ dipende anche, nel nostro esempio, dalla grandezza del forno, cioè dalla **massa** del nucleo riscaldante,la quantità di calore utilizzabile sarà maggiore,quanto più grande sarà la massa del nucleo. Pertanto possiamo scrivere un'altra relazione:
$\boldsymbol{Q \sim m}$ e come relazione finale $\boldsymbol{Q \sim m \times \Delta\vartheta}$. Ma non è tutto, perché anche il materiale del nucleo riscaldante ha la sua importanza. Infatti ci sono dei materiali che a parità di massa e di temperatura assorbono più calore di altri. Questa proprietà è espressa dalla costante ***c,*** propria di ciascun materiale,ed è chiamata **capacità termica specifica.**
Ora siamo in grado di completare l'equazione per la quantità di calore:
$\boldsymbol{Q = c \times m \times \Delta\vartheta}$ **,** dove:
$\boldsymbol{Q}$ =quantità di calore,$\boldsymbol{c}$=capacità termicaspecifica,$\boldsymbol{m}$=massa,$\boldsymbol{\Delta\vartheta}$=differenza di temperatura.
Significa che la quantità di calore da apportare a un corpo è data dalla sua capacità termica specifica **per** la massa **per** la differenza di temperatura.
Definiamo la capacità specifica $\boldsymbol{c}$ nel sistema SI:
$\boldsymbol{c = \frac{Q}{m \times \Delta\vartheta}}$ introducendo le unità SI si ottiene $\boldsymbol{c = \frac{1J}{1kg \times 1K} = 1\frac{J}{kg \times K}}$ e si legge

joule al chilogrammo ed al kelvin e precisa quanti joule occorrono per riscaldare di **1K** la massa di **1kg** di una determinata sostanza.
Quindi l'unità derivata SI della capacità termica specifica è $\mathbf{\frac{J}{kg \times K}}$

Esempio*:* a 2,5 kg di acqua viene trasferita una quantità di calore di 8500 J. Quale temperatura assume l'acqua,se quella iniziale è di 6 °C?
soluzione: introduciamo nell'equazione per la capacità termica specifica per l'acqua il calore $\boldsymbol{c} = 4200\frac{J}{kg \times K}$;
dalla formula $\boldsymbol{c = \frac{Q}{m \times \Delta\vartheta}}$ ricaviamo che $\boldsymbol{\Delta\vartheta = \frac{Q}{m \times c} = \frac{8500\ J}{2,5 \times 4200} = 0,8\ K}$
La temperatura dopo l'aggiunta della quantità di calore sarà di:
$\boldsymbol{\vartheta} = 6\ °C + 0,8\ °K = 6\ °C + 0,8\ °C = \mathbf{6,8\ °C}$

Esempio *:* quale quantità di calore,in kJ,è necessaria per portare 1,5 kg di acqua da 8°C all'ebollizione (100 °C)?
soluzione : nell'equazione $\boldsymbol{Q} = \boldsymbol{c} \times \boldsymbol{m} \times \boldsymbol{\Delta\vartheta}$ introduciamo i valori noti,quindi

$$\boldsymbol{Q} = 4200 \times 1{,}5 \times 92\,K = 580.000\ \mathrm{J} = \mathbf{580\ kJ}$$

Esempio*:* una bobina di rame pesa 2,5 kg. A seguito ci un cortocircuito ,essa si riscalda in brevissimo tempo da 19 °C a 120 °C: Quale quantità di calore in kJ si sarà accumulata nella bobina durante il cortocircuito? ($\boldsymbol{c} \approx 390\ ^{\mathrm{J}}/_{\mathrm{kg} \times \mathrm{K}}$)

soluzione: la differenza di temperatura $\boldsymbol{\Delta\vartheta} = 120\ ℃ - 19\ ℃ = \mathbf{101\ K}$. La quantità di calore si calcola con l'equazione$\boldsymbol{Q} = \boldsymbol{c} \times \boldsymbol{m} \times \boldsymbol{\Delta\vartheta}$ introducendo i valori si ottiene:

$$\boldsymbol{Q} = 390\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg} \times \mathrm{K}} \times 2{,}5\ \mathrm{kg} \times 101\mathrm{K} = 98.475\ \mathrm{J} = \mathbf{98,5\ kJ}$$

Esempio*:*Una stufa speciale,con un nucleo riscaldante in magnesite,

($\boldsymbol{c} \approx 1130\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg} \times \mathrm{K}}$, simile alla pietra ollare),deve accumulare una quantità di calore pari a 63.000 kJ. La temperatura iniziale è di 70°C;quella massima richiesta è di 600°C. Quanti kg.deve pesare il nucleo riscaldante?

soluzione :dall'equazione $\boldsymbol{Q} = \boldsymbol{c} \times \boldsymbol{m} \times \boldsymbol{\Delta\vartheta}$**,** troviamo la massa $\boldsymbol{m} = \frac{\boldsymbol{Q}}{\boldsymbol{c} \times \boldsymbol{\Delta\vartheta}}$ introduciamo i corretti valori di $Q = 63.000\ \mathrm{kJ} = 63.000.000\ \mathrm{J}\,; c = 1130\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg} \times \mathrm{K}}\ ;\ \Delta\vartheta = 600°\mathrm{C} - 70°\mathrm{C} = 530\mathrm{K},$

il nucleo peserà $m = \frac{63.000.000\ \cancel{\mathrm{J}}}{1130\ \frac{\cancel{\mathrm{J}}}{\mathrm{kg} \times \cancel{\mathrm{K}}} \times 530\ \cancel{\mathrm{K}}} = 105\ \mathrm{kg}$.

Esempio*:* Un boiler da 80 litri fornisce acqua calda a 85 °C,alla quale viene mescolata acqua fredda a 12 °C. Di quanta acqua a 35 °C si può disporre complessivamente?

soluzione: mescolando una massa $\boldsymbol{m1}$ alla temperatura di $\boldsymbol{\vartheta 1}$ con una massa $\boldsymbol{m2}$ alla temperatura $\boldsymbol{\vartheta 2}$ di liquidi uguali, si ottiene la massa complessiva $(m1 + m2)$ alla temperatura $\boldsymbol{\vartheta}$. Vale quindi la relazione: $\boldsymbol{m1} \times \boldsymbol{\vartheta 1} + \boldsymbol{m2} \times \boldsymbol{\vartheta 2} = (\boldsymbol{m1} + \boldsymbol{m2}) \times \boldsymbol{\vartheta}$, dove $\boldsymbol{\vartheta}$ è la temperatura della miscela. Invece delle masse possiamo considerare anche i relativi volumi (trascurando le variazioni di volume dovute alle diverse temperature).L'equazione scritta sopra assumerà allora la forma:$V1 \times \vartheta 1 + V2 \times \vartheta 2 = (V1 + V2)$

Nell’esercizio si deve calcolare il volume complessivo ***V*** disponibile dopo la miscelazione.
Parametri noti: $V1 = 80\,\mathrm{l}$; $\vartheta 1 = 85\,°\mathrm{C}$; $\vartheta 2 = 12\,°\mathrm{C}$; $\vartheta = 35°\mathrm{C}$.

Secondo l’equazione $V1 \times \vartheta 1 + V2 \times \vartheta 2 = (V1 + V2) \times \vartheta,$ $\text{risulta incognito il volume } V2$**.**

Risolvendola rispetto ad esso,otteniamo:

$$V1 \cdot \vartheta 1 + V2 \cdot \vartheta 2 = V1 \cdot \vartheta + V2 \cdot \vartheta$$

$$V2 \cdot \vartheta 2 - V2 \cdot \vartheta = V1 \cdot \vartheta - V1 \cdot \vartheta 1$$

$$V2 \cdot (\vartheta 2 - \vartheta) = V1 \cdot (\vartheta - \vartheta 1)$$

$$V2 = \frac{V1 \cdot (\vartheta - \vartheta 1)}{\vartheta 2 - \vartheta} = \frac{V1 \cdot (\vartheta 1 - \vartheta)}{\vartheta - \vartheta 2}$$

Introducendo i valori numerici noti,il volume incognito è:

$$\boldsymbol{V2} = \frac{V1 \cdot (\vartheta 1 - \vartheta)}{\vartheta - \vartheta 2} = \frac{80\,\mathrm{l}\,(85\,°\mathrm{C} - 35°\mathrm{C})}{35°\mathrm{C} - 12°\mathrm{C}} = \frac{80\,\mathrm{l} \cdot 50°\mathrm{C}}{23°\mathrm{C}} = \mathbf{174\ l}$$

infine il volume complessivo è di **:** $\boldsymbol{V} = V1 + V2 = 80\,\mathrm{l} + 174\,\mathrm{l} = \mathbf{254\,l}$

La **frigoria** è una unità di misura della quantità di calore; è spesso utilizzata dai produttori di sistemi di raffreddamento e di condizionatori.

Viene definita, in modo simile alla chilocaloria, come la quantità di calore che deve essere sottratta da un chilogrammo d'acqua per abbassarne la temperatura da 15,5 °C a 14,5 °C alla pressione di 1 atmosfera. Da cui l'eguaglianza: 1 Fr = — 1 kcal.

Per valutare la capacità di raffreddamento di un condizionatore si utilizzano le frigorie per ora: **Fr/h**.

Il trasferimento (o scambio o propagazione) del calore tra sistemi può avvenire:

- per conduzione: in uno stesso corpo o fra corpi a contatto si ha una trasmissione, per urti, di energia cinetica tra le molecole appartenenti a zone limitrofe del materiale. Nella conduzione è trasferita energia attraverso la materia, ma senza movimento evidente di quest'ultima;
- per convezione: in un fluido in movimento, porzioni del fluido possono scaldarsi o raffreddarsi per conduzione venendo a contatto con superfici esterne e poi, nel corso del loro moto (spesso a carattere turbolento), trasferire (sempre per conduzione) l'energia acquistata ad altre superfici, dando così luogo ad un trasferimento di calore per avvezione. In un campo gravitazionale quale quello terrestre (associato alla forza peso), tale modalità di trasferimento di calore, detta convezione libera, è dovuta al naturale prodursi di correnti avvettive ,cioè calde verso l'alto e fredde verso il basso, dovute a diversità di temperatura e quindi di densità delle regioni di fluido coinvolte nel fenomeno, rispetto a quelle del fluido circostante;

- per irraggiamento: tra due sistemi la trasmissione di calore può avvenire a distanza (anche nel vuoto), per emissione, propagazione e assorbimento di onde elettromagnetiche: anche in questo caso il corpo a temperatura inferiore si riscalda e quello a temperatura superiore si raffredda. Il meccanismo dell'irraggiamento non richiede il contatto termico tra i corpi coinvolti nel processo.

Nella pratica tecnica e nell'impiantistica in genere lo scambio di calore senza mescolamento tra fluidi diversi avviene in dispositivi appositamente progettati, chiamati scambiatori di calore.