

GLOSSARIO VISIVO DEI SIMBOLI E DELLE GRANDEZZE

Segni, unità e significato pratico nell'ingegneria meccanica

Capire i simboli
significa leggere
la tecnica con
sicurezza!

1 MECCANICA DI BASE

Le grandezze fondamentali del moto e dell'equilibrio

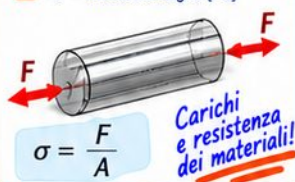
- ✓ **F** = Forza [N]
- ✓ **N** = Norma (reazione) [N]
- ✓ **V** = Velocità [m/s]
- ✓ **M** = Momento [N·m]
- ✓ **T** = Coppia (torcente) [N·m]
- ✓ **m** = Massa [kg]



2 TENSIONI E DEFORMAZIONI

Come i materiali reagiscono ai carichi

- ✓ σ = Tensione normale [Pa]
- ✓ τ = Tensione di taglio [Pa]
- ✓ ϵ = Deformazione unitaria [-]
- ✓ φ = Angolo di torsione [rad]
- ✓ **E** = Modulo di Young [Pa]
- ✓ **G** = Modulo di taglio [Pa]



3 TERMODINAMICA

Stato, energia e trasformazioni

- ✓ **p** = Pressione [Pa]
- ✓ **T** = Temperatura [K]
- ✓ **V** = Volume [m³]
- ✓ **v** = Volume specifico [m³/kg]
- ✓ **u** = Energia interna [J/kg]
- ✓ **h** = Entalpia [J/kg]
- ✓ **s** = Entropia [J/(kg·K)]
- ✓ **Q** = Calore [J]
- ✓ **W** = Lavoro [J]



4 TRASMISSIONE DEL CALORE

Conduzione, convezione e irraggiamento

- ✓ **q** = Flusso termico [W/m²]
- ✓ $\dot{q}$ = Potenza termica [W]
- ✓ **k** = Conduttività termica [W/m·K]
- ✓ **h** = Coefficiente di convezione [W/m²·K]
- ✓ **U** = Coefficiente globale [W/m²·K]
- ✓ ΔT = Differenza di temperatura [K]



5 FLUIDI

Proprietà e moto dei fluidi

- ✓ **p** = Densità [kg/m³]
- ✓ μ = Viscosità dinamica [Pa·s]
- ✓ ν = Viscosità cinematica [m²/s]
- ✓ **Q** = Portata volumetrica [m³/s]
- ✓ **p** = Pressione [Pa]
- ✓ **Re** = Numero di Reynolds [-]



6 ELEMENTI DI MACCHINE

Cinematica, potenza e rendimento

- ✓ **n** = Numero di giri [rpm]
- ✓ η = Rendimento [-]
- ✓ **i** = Rapporto di trasmissione [-]
- ✓ ω = Velocità angolare [rad/s]
- ✓ **P** = Potenza [W]
- ✓ **C** (o **T**) = Coppia [N·m]



7 MATERIALI

Proprietà meccaniche e durezza

- ✓ **E** = Modulo di Young [Pa]
- ✓ **G** = Modulo di taglio [Pa]
- ✓ ν = Coefficiente di Poisson [-]
- ✓ **HB** = Durezza Brinell [-]
- ✓ **HRC** = Durezza Rockwell [-]
- ✓ **R_m** = Resistenza a trazione [Pa]
- ✓ **Re** = Snervamento [Pa]



8 METROLOGIA

Precisione nelle misure

- ✓ **R_a** = Rugosità media [μm]
- ✓ **IT** = Grado di tolleranza [-]
- ✓ **H7** = Campo di tolleranza [-]
- ✓ ϕ = Diametro [mm]
- ✓ **mm** = Millimetro [mm]
- ✓ μ m = Micrometro [μm]



9 UNITÀ SI PIÙ USATE

Le unità fondamentali in officina

- ✓ **Pa** = Pascal (pressione)
- ✓ **N** = Newton (forza)
- ✓ **J** = Joule (energia, lavoro)
- ✓ **W** = Watt (potenza)
- ✓ **rpm** = Giri al minuto
- ✓ **bar** = Bar (1 bar = 10⁵ Pa)
- ✓ **kW** = Kilowatt (1 kW = 10³ W)
- ✓ **MPa** = Megapascal (1 MPa = 10⁶ Pa)



10 COME LEGGERE CORRETTAMENTE UN SIMBOLO

Dal disegno al significato

- ✓ Verifica il contesto (disciplina, norma)
- ✓ Controlla l'unità di misura
- ✓ Attenzione a maiuscole e minuscole
- ✓ Cerca la definizione completa
- ✓ Usa tabelle o norme di riferimento
- ✓ Evita simboli simili ($\sigma \neq s$, $n \neq \eta$)



CONOSCERE I SIMBOLI OGGI, PER PROGETTARE UN DOMANI MIGLIORE.



STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK



IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE



CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ



TABELLE RAPIDE DI UNITÀ, CONVERSIONI E COSTANTI

Riferimenti essenziali per calcoli tecnici veloci

Un'unità sbagliata
può rovinare
un intero
risultato!

1 PREFISSI SI

Moltiplicatori e sottomultipli più usati

Prefisso	Simbolo	Fattore
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	k	10^3
deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}

I prefissi
semplificano
i numeri!



2 LUNGHEZZA, AREA, VOLUME

Conversioni principali

Lunghezza

1 m = 10^3 mm
1 mm = 10^{-3} m
1 cm = 10^{-2} m
1 km = 10^3 m

Area

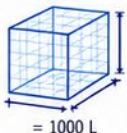
1 m ² = 10^6 mm ²
1 mm ² = 10^{-6} m ²
1 cm ² = 10^{-4} m ²

Volume

1 m ³ = 10^6 cm ³
1 L = 10^{-3} m ³
1 m ³ = 1000 L



Misura
con precisione,
progetta
meglio!



3 FORZA, MASSA, PESO

Relazioni e conversioni

Forza (N)	1 N = 1 kg·m/s ²
Massa (kg)	1 kg = 1000 g
Peso	$P = m \cdot g$ ($g \approx 9,81$ m/s ²)
Chilogrammo-forza	1 kgf = 9,81 N 1 N = 0,102 kgf
Grammo-forza	1 gf = 0,00981 N



Il peso dipende
dalla gravità!

4 PRESSIONE

Unità e conversioni

1 Pa = 1 N/m ²
1 kPa = 10^3 Pa
1 MPa = 10^6 Pa
1 bar = 10^5 Pa = 0,1 MPa
1 atm = 101 325 Pa
1 bar = 0,987 atm
1 atm = 1,013 bar



La pressione
agisce in tutte
le direzioni!

5 ENERGIA E POTENZA

Formule e conversioni

1 J = 1 N·m
1 kJ = 10^3 J
1 Wh = 3600 J
1 kWh = $3,6 \cdot 10^6$ J
1 W = 1 J/s
1 kW = 10^3 W
1 hp (CV) = 735,5 W
1 kW = 1,36 hp



L'energia
muove
il progresso!

CONVERSIONI ESSENZIALI

GRANDEZZA	DA	A	FATTORE
Lunghezza	1 m	mm	10^3
Area	1 m ²	mm ²	10^6
Volume	1 m ³	L	10^3
Massa	1 kg	g	10^3
Forza	1 N	kgf	0,102
Pressione	1 bar	Pa	10^5
Energia	1 kWh	J	$3,6 \cdot 10^6$
Potenza	1 kW	hp	1,36
Temperatura	°C	K	+ 273,15
Portata	1 m ³ /s	L/min	60 000
Velocità	1 m/s	km/h	3,6
Coppia	1 N·m	kgf·m	0,102
Angolare	1 rad/s	rpm	9,549
Densità (acqua)	1 kg/m ³	g/cm ³	0,001

Converti
Verifica
Confronta
Calcola
Senza errori!



Stesse grandezze, unità diverse, stesso valore!

6 TEMPERATURA

Scale e conversioni

T (K) = T (°C) + 273,15
T (°C) = T (K) - 273,15
ΔT (K) = ΔT (°C)
0 °C = 273,15 K
100 °C = 373,15 K

La temperatura
affetta materiali,
dimensioni e prestazioni!



8 COPPIA, VELOCITÀ ANGOLARE, RPM

Formule utili

Coppia	$T = F \cdot r$ [N·m]
Velocità angolare	$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60}$ [rad/s]
RPM	$n = \frac{60 \cdot \omega}{2\pi}$ [giri/min]
Potenza	$P = T \cdot \omega$ [W]



Più coppia
più controllo
sul movimento!

9 COSTANTI UTILI

Valori di riferimento

Accelerazione di gravità	g	9,81 m/s ²
Costante universale del gas	R	8,314 J/(mol·K)
Costante di Stefan-Boltzmann	σ	$5,67 \cdot 10^{-8}$ W/(m ² ·K ⁴)
Densità acqua (20 °C)	ρ	998 kg/m ³
Densità aria (1 atm, 20 °C)	ρ	1,20 kg/m ³
Calore specifico acqua	c_p	4,18 kJ/(kg·K)
Calore specifico acciaio	c_p	0,46 kJ/(kg·K)
Costante di Avogadro	N_A	$6,022 \cdot 10^{23}$ 1/mol



Costanti
piccole grandi
per grandi scoperte!

10 CHECKLIST DI CONTROLLO UNITÀ

Prima di un calcolo o progetto

- ✓ Verifica che tutte le grandezze abbiano unità coerenti
- ✓ Usa i prefissi SI corretti
- ✓ Controlla le conversioni
- ✓ Verifica l'ordine di grandezza del risultato
- ✓ Usa unità coerenti nel sistema di formule
- ✓ Controlla le unità nei software di calcolo
- ✓ Annota le unità nei disegni e nei report
- ✓ Fai un controllo finale del risultato

Unità corrette
= risultati affidabili!



CONOSCERE LE UNITÀ SIGNIFICA PARLARE LA STESSA LINGUA DELL'INGEGNERIA.



STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK



IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE



CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ



FORMULARIO RAPIDO DI STATICA E RESISTENZA

Equilibrio, tensioni, deformazioni e verifiche principali

Poche formule,
usate bene,
valgono più di molte
formule confuse!

1 EQUILIBRIO

- Condizione di equilibrio statico
- Somma delle forze nulla
- Somma dei momenti nulla
- Valida per corpi rigidi

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ \sum F_y &= 0 \\ \sum M_O &= 0\end{aligned}$$



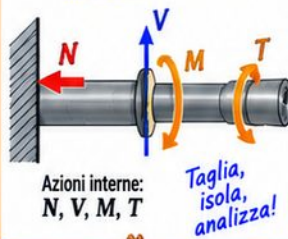
2 REAZIONI VINCOLARI

- Cerniera: due reazioni (R_x, R_y)
- Appoggio: una reazione (R_y)
- Incastro: due forze e un momento
- Scegli il vincolo in base al caso
- Disegna sempre le reazioni



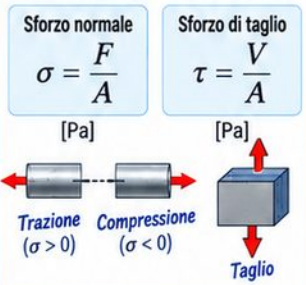
3 AZIONI INTERNE

- Sforzo normale N (trazione/compr.)
- Ttaglio V (forze trasversali)
- Momento flettente M
- Momento torcente T
- Determinazione con il metodo delle sezioni



4 SFORZO NORMALE E TAGLIO

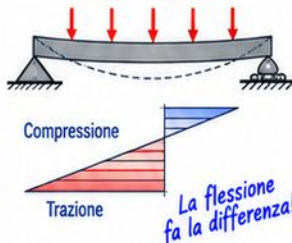
- Sforzo normale: trazione o compress.
- Sforzo di taglio: azioni trasversali
- Distribuzione uniforme (sez. costante)
- Verifiche rispetto ai valori ammissibili



5 FLESSIONE

- Tensione di flessione
- Massima ai lembi della sezione
- Segno positivo (trazione in basso)
- Verifica con tensione ammissibile

$$\sigma = \frac{M y}{I}$$



FORMULE FONDAMENTALI

Equilibrio: $\sum F_x = 0$ $\sum F_y = 0$ $\sum M_O = 0$

Sforzo normale: $\sigma = \frac{F}{A}$

Sforzo di taglio: $\tau = \frac{V}{A}$

Flessione: $\sigma = \frac{M y}{I}$

Torsione: $\tau = \frac{T r}{J}$

Deformazione assiale: $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$

Angolo di torsione: $\varphi = \frac{T L}{G J}$

Freccia di trave (es.): $f_{max} = \frac{5 q L^4}{384 E I}$ (trave appoggiata, carico uniforme)

Instabilità (Euler): $P_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{(K L)^2}$

Tensione ammissibile: $\sigma_{amm} = \frac{\sigma_{lim}}{n}$

Legge di Hooke: $\sigma = E \varepsilon$

Angolo di torsione: $\varphi = \frac{T L}{G J}$

Freccia di trave (es.): $f_{max} = \frac{5 q L^4}{384 E I}$ (trave appoggiata, carico uniforme)

Instabilità (Euler): $P_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{(K L)^2}$

Tensione ammissibile: $\sigma_{amm} = \frac{\sigma_{lim}}{n}$

Angolo di torsione: $\varphi = \frac{T L}{G J}$

Freccia di trave (es.): $f_{max} = \frac{5 q L^4}{384 E I}$ (trave appoggiata, carico uniforme)

Instabilità (Euler): $P_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{(K L)^2}$

Tensione ammissibile: $\sigma_{amm} = \frac{\sigma_{lim}}{n}$

Angolo di torsione: $\varphi = \frac{T L}{G J}$

Freccia di trave (es.): $f_{max} = \frac{5 q L^4}{384 E I}$ (trave appoggiata, carico uniforme)

Instabilità (Euler): $P_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{(K L)^2}$

Tensione ammissibile: $\sigma_{amm} = \frac{\sigma_{lim}}{n}$

Angolo di torsione: $\varphi = \frac{T L}{G J}$

Freccia di trave (es.): $f_{max} = \frac{5 q L^4}{384 E I}$ (trave appoggiata, carico uniforme)

Instabilità (Euler): $P_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{(K L)^2}$

Tensione ammissibile: $\sigma_{amm} = \frac{\sigma_{lim}}{n}$

Angolo di torsione: $\varphi = \frac{T L}{G J}$

Freccia di trave (es.): $f_{max} = \frac{5 q L^4}{384 E I}$ (trave appoggiata, carico uniforme)

Instabilità (Euler): $P_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{(K L)^2}$

Tensione ammissibile: $\sigma_{amm} = \frac{\sigma_{lim}}{n}$

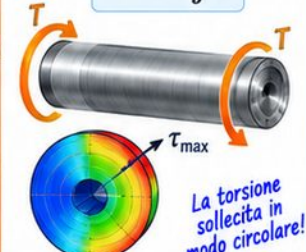
Angolo di torsione: $\varphi = \frac{T L}{G J}$

Freccia di trave (es.): $f_{max} = \frac{5 q L^4}{384 E I}$ (trave appoggiata, carico uniforme)

6 TORSIONE

- Tensione tangenziale di torsione
- Massima alla superficie ($r = R$)
- Sezioni circolari piene o cave
- Verifica con τ ammissibile

$$\tau = \frac{T r}{J}$$



7 DEFORMAZIONI

- Deformazione assiale unitaria
- Legge di Hooke (campo elastico)
- Angolo di torsione
- Freccia di trave (casi semplici)

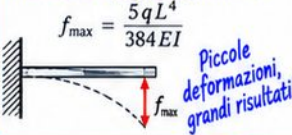
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\sigma = E \varepsilon$$

Angolo di torsione: $\varphi = \frac{T L}{G J}$

$$\varphi = \frac{T L}{G J}$$

Freccia (trave appoggiata, q uniforme): $f_{max} = \frac{5 q L^4}{384 E I}$



8 PROPRIETÀ DELLE SEZIONI

- Area della sezione A
- Momento d'inerzia I
- Momento polare J (torsione)
- Modulo di resistenza $W = \frac{I}{y_{max}}$
- Sezioni più comuni



9 INSTABILITÀ E SICUREZZA

- Carico critico di Euler
- Coefficiente di vincolo K
- Tensione ammissibile e coeff. n
- Verifiche di sicurezza
- Considera imperfezioni reali



10 PROCEDURA RAPIDA DI VERIFICA

- Definisci carichi e vincoli
- Calcola reazioni vincolari
- Determina le azioni interne (N, V, M, T)
- Calcola tensioni e deformazioni
- Verifica resistenza e stabilità
- Controlla spostamenti e rigidità
- Confronta con valori ammissibili
- Concludi e documenta



CONOSCENZA OGGI, STRUTTURE PIÙ SICURE DOMANI.



STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK



IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE



CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ

FORMULARIO RAPIDO DI TERMODINAMICA E CALORE

Sistema, energia, entropia e scambi termici in sintesi

Ogni processo
diventa più chiaro
quando ne leggi
bene energia e stato!

1 GRANDEZZE DI STATO

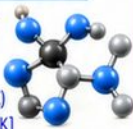
- Descrivono lo stato termodinamico di un sistema
- ✓ Pressione p [Pa]
 - ✓ Temperatura T [K]
 - ✓ Volume specifico v [m³/kg]
 - ✓ Energia interna u [kJ/kg]
 - ✓ Entalpia h [kJ/kg]
 - ✓ Entropia s [kJ/(kg·K)]



p, T, v, u, h, s
definiscono lo stato!

2 GAS IDEALE

- Modello semplice ma molto utile per molti gas
- $$pV = nRT$$
- ✓ p = pressione [Pa]
 - ✓ V = volume [m³]
 - ✓ n = moli [mol]
 - ✓ $R = 8,314$ J/(mol·K)
 - ✓ T = temperatura [K]



anche in forma specifica:

$$pv = R_s T$$

$$R_s = \frac{R}{M}$$

Un modello
semplice,
grandi risultati!

3 PRIMO PRINCIPIO

Conservazione dell'energia

Sistema chiuso (massa costante)

$$\Delta U = Q - W$$

- ✓ Q = calore scambiato [J]
- ✓ W = lavoro scambiato [J]
- ✓ ΔU = variazione di energia interna [J]

Sistema aperto (volume di controllo)

$$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(h_2 - h_1)$$

- ✓ $\dot{m}$ = portata di massa [kg/s]
- ✓ h = entalpia specifica [J/kg]

4 SECONDO PRINCIPIO

Direzione spontanea dei processi e entropia

- ✓ L'entropia di un sistema isolato tende ad aumentare: $\Delta S \geq 0$
- ✓ Per un processo reversibile:

$$dS = \frac{\delta Q_{rev}}{T}$$

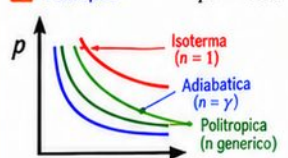
- ✓ Per un processo reale: $\Delta S > 0$
- ✓ L'efficienza è sempre minore del 100%



5 TRASFORMAZIONI TIPICHE

Processi fondamentali dei gas

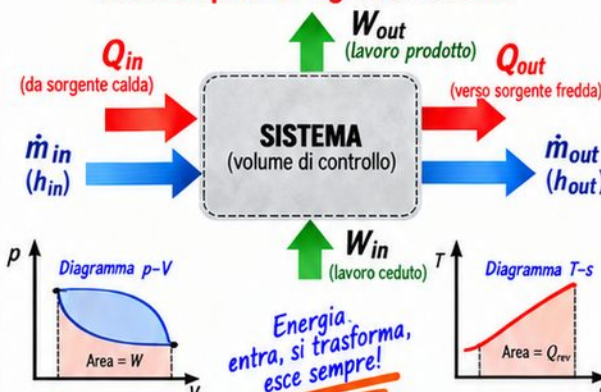
- ✓ Isoterma ($T = \text{cost}$) $pV = \text{cost}$
- ✓ Isobara ($p = \text{cost}$) $\frac{V}{T} = \text{cost}$
- ✓ Isocora ($V = \text{cost}$) $\frac{p}{T} = \text{cost}$
- ✓ Adiabatica ($Q = 0$) $pV^\gamma = \text{cost}$
- ✓ Politropica $pV^n = \text{cost}$



Ogni trasformazione ha la sua legge!

BILANCIO ENERGETICO

Sistema aperto in regime stazionario



6 CALORI SPECIFICI

Relazione tra calore e temperatura

- ✓ c_p = calore specifico a p costante [J/(kg·K)]
- ✓ c_v = calore specifico a v costante [J/(kg·K)]
- ✓ Per gas ideale: $c_p - c_v = R$
- ✓ Rapporto dei calori specifici: $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$
- ✓ Valori tipici (aria, 300 K):
 $c_p \approx 1,005$ $c_v \approx 0,718$ kJ/(kg·K)
 $\gamma \approx 1,4$

c_p sempre maggiore di c_v per un gas ideale!

7 MACCHINE TERMICHE E COP

Trasformano calore in lavoro (o viceversa)

- ✓ Rendimento motore termico:
$$\eta = \frac{W_{out}}{Q_{in}} = 1 - \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$$
- ✓ COP frigorifero:
$$COP_R = \frac{Q_L}{W_{in}}$$
- ✓ COP pompa di calore:
$$COP_{HP} = \frac{Q_H}{W_{in}}$$

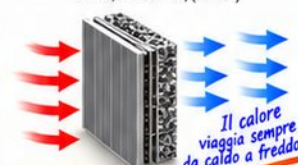


8 TRASMISSIONE DEL CALORE

Tre meccanismi fondamentali

- ✓ Conduzione (legge di Fourier)
$$q = -kA \frac{dT}{dx}$$
 k = cond. termica [W/(m·K)]
 A = area [m²]
- ✓ Convezione (legge di Newton)
$$q = hA(T_s - T_\infty)$$
 h = coeff. di scambio [W/(m²·K)]
- ✓ Irraggiamento (Stefan-Boltzmann)
$$q = \varepsilon \sigma A(T_s^4 - T_{amb}^4)$$

 $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ W/(m²·K⁴)



9 SCAMBIATORI E BILANCI

Calcolo rapido degli scambi termici

- ✓ Potenza termica scambiata
$$\dot{Q} = \dot{m}c_p(T_{out} - T_{in})$$
- ✓ Metodo ΔT medio logaritmico (LMTD)
$$\dot{Q} = UA \Delta T_{LM}$$

$$\Delta T_{LM} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\Delta T_1/\Delta T_2)}$$
- ✓ U = coefficiente globale [W/(m²·K)]
- ✓ A = area di scambio [m²]



10 CHECKLIST DI SOLUZIONE

Affronta ogni problema con metodo

- ✓ Definisci il sistema e i suoi confini
- ✓ Individua dati noti e incognite
- ✓ Scegli il modello (gas ideale, reale, ecc.)
- ✓ Scrivi le ipotesi e semplificazioni
- ✓ Applica il primo e/o secondo principio
- ✓ Usa le relazioni appropriate (tabelle, formule, diagrammi)
- ✓ Controlla le unità di misura
- ✓ Verifica la ragionevolezza del risultato
- ✓ Se possibile, confronta con un caso limite



STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK



IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE



CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ



GUIDA RAPIDA A CUSCINETTI, INGRANAGGI E TRASMISSIONI

Come scegliere il componente giusto per funzione e carico

Il componente giusto al posto giusto migliora vita utile ed efficienza!

1 ALBERI E CHIAVETTE

Trasmettono potenza e coppia tra componenti

- ✓ Verifica resistenza e rigidezza
- ✓ Controlla diametri e tolleranze
- ✓ Scegli il tipo di chiavetta (parallela, prismatica, Woodruff)
- ✓ Considera concentricità e allineamento
- ✓ Valuta materiali e trattamenti



Un albero ben dimensionato è la base di un sistema affidabile!

2 CUSCINETTI VOLVENTI

Riducono l'attrito e permettono il moto relativo tra parti

- ✓ Radiali: carichi perpendicolari all'asse
- ✓ Assiali: carichi lungo l'asse
- ✓ Orientabili: compensano disallineamenti
- ✓ Conici: carichi combinati elevati
- ✓ Scegli in base a carico, velocità e durata

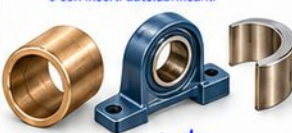


Ogni tipo di cuscinetto ha il suo campo ideale di applicazione!

3 BRONZINE E SUPPORTI

Soluzione affidabile per carichi elevati e basse velocità

- ✓ Ideali per carichi elevati e urti
- ✓ Adatte a movimenti lenti o oscillanti
- ✓ Richiedono corretta lubrificazione
- ✓ Materiali: bronzo, metalli antifrizione
- ✓ Disponibili in esecuzione liscia o con inserti autolubrificanti



Semplici, robuste e affidabili anche nelle condizioni più gravose!

4 INGRANAGGI

Trasmettono il moto tra alberi con rapporti precisi

- ✓ Cilindrici a denti dritti: semplici ed economici
- ✓ Cilindrici elicoidali: più silenziosi
- ✓ Conici: per assi concorrenti
- ✓ A vite senza fine: grandi riduzioni di velocità
- ✓ Scegli in base a carico, velocità e rapporto



La scelta dell'ingranaggio definisce precisione, silenziosità e durata del sistema!

5 CINGHIE E PULEGGE

Trasmissione elastica, semplice ed economica

- ✓ Adatte per medie potenze e lunghe distanze
- ✓ Assorbono urti e vibrazioni
- ✓ Nessuna lubrificazione necessaria
- ✓ Tipi: piane, trapezoidali, dentate
- ✓ Limiti: slittamento, minore precisione
- ✓ Controlla tensione e allineamento



Semplici, economiche e versatili! Ideali per molte applicazioni.



6 CATENE E PIGNONI

Trasmissione positiva, robusta e adatta ad ambienti gravosi

- ✓ Nessuno slittamento
- ✓ Adatte per carichi elevati
- ✓ Resistenti a polvere e sporco
- ✓ Richiedono lubrificazione e manutenzione
- ✓ Tipi: a rulli, silenziose, a maglie, speciali
- ✓ Controlla tensione e usura



Robuste e affidabili per la trasmissione di grandi potenze!

7 GIUNTI E ACCOPPIAMENTI

Collegano alberi compensando disallineamenti e urti

- ✓ Giunti rigidi: per allineamenti precisi
- ✓ Giunti elastici: assorbono urti e vibrazioni
- ✓ Giunti di sicurezza: proteggono da sovraccarichi
- ✓ Compensano disallineamenti assiali, radiali e angolari
- ✓ Scegli in base a coppia, velocità e ambiente



Un buon giunto protegge tutto il sistema!

8 LUBRIFICAZIONE E TENUTE

Riduce l'attrito, l'usura e protegge da contaminanti

- ✓ Scegli il lubrificante adatto (olio, grasso)
- ✓ Considera temperatura e velocità
- ✓ Usa tenute per evitare perdite
- ✓ Proteggi da polvere, acqua e agenti chimici
- ✓ Pianifica la manutenzione periodica



La corretta lubrificazione fa la differenza!

9 PARAMETRI DI SCELTA

Valuta tutte le condizioni di esercizio

- ✓ Coppia e potenza da trasmettere
- ✓ Velocità di rotazione
- ✓ Tipo ed entità del carico
- ✓ Allineamento e disallineamenti
- ✓ Ambiente di lavoro (temperatura, polvere, umidità)
- ✓ Durata richiesta e manutenzione
- ✓ Costi e disponibilità
- ✓ Norme e standard applicabili



10 TABELLA DECISIONALE RAPIDA

Quale componente scegliere?

Funzione / Condizioni	Componente consigliato
Trasmettere coppia tra alberi	Alberi + Chiavette
Ridurre l'attrito tra parti	Cuscinetti volventi
Carichi elevati, basse velocità	Bronzine
Rapporti precisi tra alberi	Ingranaggi
Trasmissione semplice ed elastica	Cinghie e pulegge
Trasmissione robusta e positiva	Catene e pignoni
Collegare alberi	Giunti e accoppiamenti
Proteggere e lubrificare	Lubrificazione e tenute

Analizza le condizioni e scegli la soluzione migliore!

LA SCELTA CORRETTA DEI COMPONENTI RENDE LE MACCHINE PIÙ EFFICIENTI, SICURE E DURATURE.



STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK



IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE



CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ

FORMULARIO RAPIDO DI FLUIDI, IDRAULICA E PNEUMATICA

Portata, pressione, perdite, attuatori e potenza fluida

*Segui il fluido,
e il funzionamento
del sistema
si rivela!*

1 PROPRIETÀ DEI FLUIDI

Caratteristiche fondamentali

- ✓ Densità ρ [kg/m³]
- ✓ Viscosità dinamica μ [Pa·s]
- ✓ Viscosità cinematica ν [m²/s]
- ✓ Comprimità (gas)
- ✓ Modulo di elasticità (liquidi)
- ✓ Temperatura e suoi effetti

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

$$\beta = -\frac{1}{V} \cdot \frac{dV}{dp}$$



*Le proprietà
del fluido
definiscono
il suo
comportamento!*

2 CONTINUITÀ

Conservazione della massa

- ✓ La portata è costante in un condotto chiuso
- ✓ $Q = A \cdot v$
- ✓ Sezione e velocità inversamente proporzionali
- ✓ Valida per fluidi incompressibili
- ✓ Utile per il dimensionamento

$$Q = A \cdot v$$



$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 = Q$$

*Stessa portata,
sezione diversa,
velocità diversa!*

3 BERNOULLI

Energia lungo una linea di corrente

- ✓ Relazione tra pressione, velocità e quota
- ✓ Valida per fluidi incompressibili
- ✓ Utile per analisi di sistemi semplici
- ✓ Trascurare perdite (se applicabile)
- ✓ Si estende con termini di perdita

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z = \text{costante}$$



*La pressione cala
quando la velocità
aumenta!*

4 PERDITE DI CARICO

Distribuite e localizzate

- ✓ Perdite lineari (Darcy-Weisbach)
- ✓ Perdite localizzate (curve, valvole, restringimenti, ecc.)
- ✓ Dipendono da rugosità, lunghezza, diametro e velocità
- ✓ Importanti nel dimensionamento
- ✓ Ridurre le perdite per efficienza

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

$$\Delta p_{loc} = \xi \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$



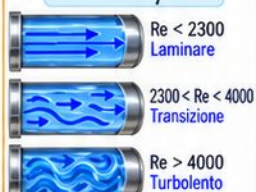
*Curve,
valvole e raccordi
aumentano
le perdite!*

5 NUMERO DI REYNOLDS

Regime di flusso

- ✓ Determina il tipo di moto
- ✓ Flusso laminare o turbolento
- ✓ Dipende da ρ , v , D e μ
- ✓ Utile per scegliere formule e coefficienti
- ✓ Valori critici indicativi (tubi)

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$



*Il numero di Reynolds
svela la natura del flusso!*

6 POTENZA IDRAULICA E PNEUMATICA

Formule e rendimento

- ✓ Potenza fluida utile
- ✓ Potenza all'albero
- ✓ Rendimento del sistema
- ✓ Unità di misura principali
- ✓ Stima dei consumi energetici

Idraulica (incompressibile)

$$P = p \cdot Q$$

$$P = F \cdot v$$

Pneumatica (compressibile)

$$P = p \cdot Q$$

$$P = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T$$

Rendimento

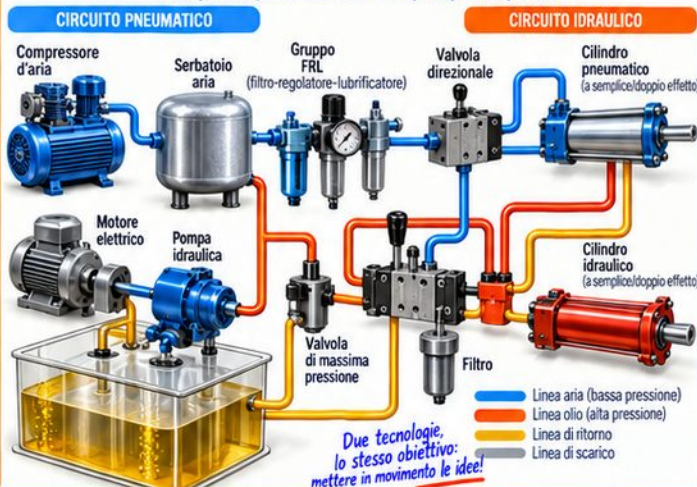
$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \cdot 100\%$$

*Più efficienza
da più potenza utile!*



SCHEMA DI UN SISTEMA IDRAULICO E PNEUMATICO

Esempio di impianto combinato con i principali componenti



*Due tecnologie,
lo stesso obiettivo:
mettere in movimento le idee!*

7 POMPE E COMPRESSORI

Tipologie e verifiche

- ✓ Pompe idrauliche: ingranaggi, palette, pistoni
- ✓ Compressori: a pistoni, a vite, a palette, centrifughi
- ✓ Portata, pressione e rendimento
- ✓ Curva caratteristica
- ✓ Cavitazione (pompe)
- ✓ Aria trattata e qualità (compressori)



*La scelta giusta garantisce
affidabilità e continuità di servizio!*

8 VALVOLE E ATTUATORI

Funzioni e simboli

- ✓ Valvole direzionali, di pressione, di portata e di non ritorno
- ✓ Attuatori lineari e rotativi
- ✓ Simboli normalizzati (ISO 1219)
- ✓ Comando manuale, elettrico, pneumatico
- ✓ Controllo della velocità
- ✓ Sicurezza e protezione

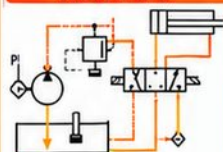


*Le valvole dirigono,
gli attuatori trasformano
l'energia in movimento!*

9 CIRCUITI BASE

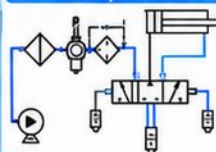
Schemi tipici idraulici e pneumatici

Circuito idraulico



- ✓ Pompa con valvola di massima
- ✓ Valvola direzionale 4/3
- ✓ Cilindro a doppio effetto
- ✓ Filtro e serbatoio
- ✓ Linee di pressione e ritorno

Circuito pneumatico



- ✓ Compressore e serbatoio
- ✓ Gruppo FRL
- ✓ Valvola direzionale 5/2
- ✓ Cilindro a doppio effetto
- ✓ Scarichi con silenziatori

Dagli schemi alla realtà!

10 CHECKLIST FINALE

Dimensionamento e verifica

- ✓ Definire requisiti e condizioni operative
- ✓ Calcolare portate, pressioni e potenze
- ✓ Verificare perdite di carico
- ✓ Selezionare componenti adeguati
- ✓ Controllare temperature e viscosità
- ✓ Verificare cavitazione e rumorosità
- ✓ Valutare efficienza energetica
- ✓ Testare e validare il sistema
- ✓ Pianificare manutenzione
- ✓ Documentare il progetto



*Un sistema ben progettato
funziona oggi e domani!*



STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK



IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE



CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ

SELEZIONE MATERIALI E TRATTAMENTI

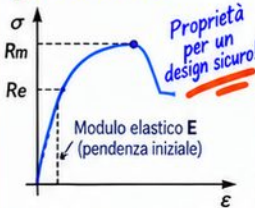
Proprietà, processi e criteri per scegliere in modo consapevole

La materia giusta è il primo passo verso un progetto affidabile!

1 PROPRIETÀ MECCANICHE

Come si comporta il materiale

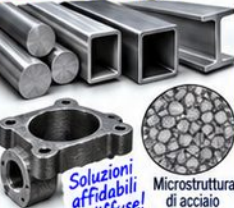
- ✓ Modulo elastico (E)
- ✓ Resistenza a trazione (Rm)
- ✓ Snervamento (Re)
- ✓ Durezza (HB, HV, HRC)
- ✓ Tenacità (KIC)
- ✓ Allungamento (A%)
- ✓ Resistenza a fatica



2 MATERIALI FERROSI

Acciai e ghise per ogni esigenza

- ✓ Acciai da costruzione
- ✓ Acciai legati e speciali
- ✓ Acciai inossidabili (AISI)
- ✓ Ghise grigie, sferoidali, malleabili
- ✓ Buona resistenza meccanica
- ✓ Ampia disponibilità
- ✓ Versatilità di impiego



3 LEGHE LEGGERE

Alluminio, magnesio e oltre

- ✓ Bassa densità
- ✓ Buon rapporto resistenza/peso
- ✓ Resistenza alla corrosione
- ✓ Buona lavorabilità
- ✓ Leghe di alluminio (serie 2xxx, 6xxx, 7xxx)
- ✓ Leghe di magnesio (serie AZ)
- ✓ Ideali per mobilità e aerospace



4 POLIMERI E COMPOSITI

Quando sono la scelta giusta

- ✓ Bassa densità
- ✓ Resistenza alla corrosione
- ✓ Isolanti elettrici e termici
- ✓ Buone proprietà specifiche
- ✓ Compositi fibrorinforzati (CFRP, GFRP)
- ✓ Applicazioni in ambienti gravosi
- ✓ Limiti di temperatura e rigidezza



5 TRATTAMENTI TERMICI

Modificare la microstruttura

- ✓ Tempra (↑ durezza)
- ✓ Rinvenimento (↑ tenacità)
- ✓ Normalizzazione (grano fine e omogeneo)
- ✓ Ricottura (↓ durezza, ↑ duttilità)
- ✓ Bonifica (tempra + rinvenimento)
- ✓ Distensione (↓ tensioni residue)



10 CHECKLIST FINALE DI SCELTA

Verifica e prendi la decisione

- ✓ Requisiti funzionali soddisfatti?
- ✓ Proprietà adeguate?
- ✓ Processo produttivo compatibile?
- ✓ Resistenza ad ambiente e usura?
- ✓ Costi e disponibilità accettabili?
- ✓ Norme e standard rispettati?
- ✓ Impatto ambientale considerato?
- ✓ Alternative confrontate?
- ✓ Documenta la scelta

Una scelta consapevole fa la differenza!



9 COSTI E DISPONIBILITÀ

Scelte realistiche e sostenibili

- ✓ Costo del materiale
- ✓ Costo di lavorazione e trattamenti
- ✓ Disponibilità sul mercato
- ✓ Tempi di consegna
- ✓ Scala produttiva (prototipo/serie)
- ✓ Rapporto prestazioni/costo
- ✓ Sostenibilità e riciclo



Il miglior materiale è quello giusto per il tuo progetto!

8 PROCESSI PRODUTTIVI COMPATIBILI

Dal materiale al componente

- ✓ Lavorazioni meccaniche (asportazione)
- ✓ Fusione (getti)
- ✓ Deformazione plastica (laminazione, forgiatura)
- ✓ Saldatura e giunzione
- ✓ Additive manufacturing (stampa 3D)
- ✓ Limiti dimensionali e tolleranze
- ✓ Scelta in base a forma, quantità e proprietà



6 TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Protezione e prestazioni

- ✓ Nitrazione (durezza superficiale)
- ✓ Cementazione (strato resistente)
- ✓ Rivestimenti PVD e CVD
- ✓ Zincatura, cromatura, anodizzazione
- ✓ Verniciatura e vernici tecniche
- ✓ Trattamenti anticorrosione
- ✓ Miglioramento di usura e attrito



7 CORROSIONE E USURA

L'ambiente conta

- ✓ Corrosione atmosferica
- ✓ Corrosione in ambienti chimici
- ✓ Corrosione galvanica
- ✓ Usura abrasiva, adesiva, erosiva
- ✓ Scelta di materiali resistenti
- ✓ Rivestimenti e trattamenti dedicati
- ✓ Prove in ambiente reale



CONFRONTO RAPIDO TRA MATERIALI

Materiale	Densità (kg/m³)	Rm (MPa)	E (GPa)	Res. corrosione	Costo (relativo)	Applicazioni tipiche
Acciaio al carbonio	7850	400-700	210	Bassa	Basso	Strutture, alberi, componenti
Acciaio inox (AISI 304)	8000	500-700	200	Alta	Medio	Ambienti corrosivi, alimentare
Ghisa grigia	7200	200-400	100	Media	Basso	Basamenti, corpi macchina
Alluminio (Al 6061)	2700	310	70	Alta	Medio	Strutture leggere, automotive
Magnesio (AZ91)	1740	230	45	Media	Medio	Aerospace, componenti leggeri
Titanio (Ti-6Al-4V)	4430	900	110	Alta	Alto	Aerospace, medicale
Polimero (PA6)	1150	80	3	Alta	Basso	Ingranaggi, supporti, isolanti
Composito CFRP	1600	600	70	Alta	Alto	Alta resistenza/peso, aerospace

Ogni processo ha i suoi punti di forza!



MATERIALI, PROCESSI E CONOSCENZA: LE BASI DI UN'INGEGNERIA AFFIDABILE.

STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK



IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE



CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ

IDEE • CONCETTI • COMPETENZE • INGEGNERIA

287

Ogni buon progetto nasce da una scelta materiale ben motivata.



DIAGNOSTICA RAPIDA DEI GUASTI MECCANICI

Sintomi, cause probabili, controlli e azioni correttive

Osservare bene
il sintomo è il primo
passo per risolvere
il guasto!

1 VIBRAZIONI ANOMALE

Vibrazioni eccessive o irregolari

- ✓ Possibili cause:
- ✓ Sbilanciamento masse
- ✓ Disallineamento
- ✓ Cuscinetti usurati
- ✓ Allentamenti strutturali
- ✓ Risonanza

Controlli: analisi vibrazionale, allineamento, serraggi



2 SOVRATEMPERATURA

Temperatura superiore ai limiti

- ✓ Possibili cause:
- ✓ Lubrificazione insufficiente
- ✓ Attriti eccessivi
- ✓ Sovraccarico
- ✓ Raffreddamento inefficiente
- ✓ Fluido inadeguato

Controlli: termografia, misura T, verifica carichi e lubrificazione



3 RUMORE ECCESSIVO

Rumori anomali (stridii, colpi, ronzii)

- ✓ Possibili cause:
- ✓ Cuscinetti danneggiati
- ✓ Ingranaggi usurati
- ✓ Cinghie allentate
- ✓ Cavitazione
- ✓ Urti tra componenti

Controlli: analisi acustica, ispezione visiva, verifica giochi



4 PERDITE E TRASUDAMENTI

Perdite di olio, fluido o aria

- ✓ Possibili cause:
- ✓ Guarnizioni usurate
- ✓ Raccordi allentati
- ✓ Tenute danneggiate
- ✓ Microfessure o cricche
- ✓ Sovrapressioni

Controlli: ispezione visiva, prova di tenuta, controllo coppie



5 USURA PREMATURA

Usura anomala dei componenti

- ✓ Possibili cause:
- ✓ Lubrificazione inadeguata
- ✓ Contaminazione (polveri, acqua)
- ✓ Disallineamento
- ✓ Carichi eccessivi
- ✓ Materiali non idonei

Controlli: analisi olio, ispezione visiva, verifica condizioni d'uso



IL PERCORSO DELLA DIAGNOSTICA



VERIFICA L'EFFICACIA E PREVIENE LA RICORRENZA

6 CAVITAZIONE E FLUSSO INSTABILE

Rumori, vibrazioni, calo di prestazioni

- ✓ Possibili cause:
- ✓ Pressione di aspirazione insufficiente
- ✓ Aria nel circuito
- ✓ Progettazione non corretta
- ✓ Fluido non idoneo
- ✓ Filtri ostruiti

Controlli: pressione, portata, NPSH, verifica circuito



7 GUASTI DI TRASMISSIONE

Malfunzionamenti di ingranaggi, cinghie, catene e giunti

- ✓ Possibili cause:
- ✓ Usura o rottura elementi
- ✓ Tensionamento errato
- ✓ Disallineamento
- ✓ Sovraccarichi
- ✓ Lubrificazione insufficiente

Controlli: ispezione visiva, verifica tensione e allineamento



8 MISURE E STRUMENTI

Strumenti per una diagnosi accurata

- ✓ Analisi vibrazionale
- ✓ Termocamera a infrarossi
- ✓ Misura di temperatura
- ✓ Misura di pressione e portata
- ✓ Controllo allineamento laser
- ✓ Analisi dell'olio lubrificante
- ✓ Endoscopia industriale



9 AZIONI CORRETTIVE

Dalle soluzioni semplici al redesign

- ✓ Possibili azioni:
- ✓ Serraggio di bulloni e raccordi
- ✓ Sostituzione guarnizioni e tenute
- ✓ Rilubrificazione o cambio olio
- ✓ Allineamento e bilanciamento
- ✓ Sostituzione componenti usurati
- ✓ Modifica delle condizioni di esercizio
- ✓ Riprogettazione o miglioramento
- ✓ Verifica finale delle prestazioni



10 CHECKLIST DIAGNOSTICA FINALE



LA CONOSCENZA DEI GUASTI RENDE L'INGEGNERE PIÙ EFFICACE, OGGI E NEL FUTURO.



STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK



IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE



CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ

METODO INTEGRATO DI STUDIO E PROBLEM SOLVING

Dalla teoria all'esercizio, dall'esercizio al progetto

Metodo costante
+ pratica guidata
= risultati reali!

1 LETTURA DEL PROBLEMA

Cosa estrarre e come capire

- ✓ Leggi tutto con attenzione
- ✓ Individua i dati noti e incogniti
- ✓ Comprendi cosa si richiede
- ✓ Evidenzia i vincoli e le ipotesi
- ✓ Riconosci il contesto fisico
- ✓ Riformula il problema con parole tue

TESTO DEL PROBLEMA

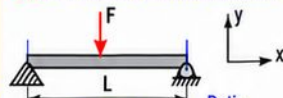
Capire bene è già metà del lavoro!



2 SCHEMA E DATI

Disegna e organizza

- ✓ Rappresenta lo schema fisico
- ✓ Individua il sistema di riferimento
- ✓ Riporta tutti i dati con unità di misura
- ✓ Definisci le incognite
- ✓ Usa simboli chiari e coerenti
- ✓ Eventuali semplificazioni motivate



Dati:
 $F = 10 \text{ kN}$
 $L = 2 \text{ m}$
 $E = 210 \text{ GPa}$
 $I = ?$

Un buon schema rende tutto più chiaro!

3 FORMULE GIUSTE

Come sceglierle

- ✓ Richiama le leggi e i principi utili
- ✓ Seleziona le formule appropriate
- ✓ Verifica le condizioni di applicabilità
- ✓ Controlla le grandezze coinvolte
- ✓ Considera casi particolari o limiti
- ✓ Scrivi le formule in modo chiaro



La formula giusta al posto giusto!

4 CALCOLO ORDINATO

Sequenza, unità e precisione

- ✓ Sostituisci i dati con le unità corrette
- ✓ Segui un ordine logico nei passaggi
- ✓ Mantieni le unità di misura
- ✓ Controlla i calcoli intermedi
- ✓ Usa un numero adeguato di cifre
- ✓ Riporta il risultato finale con unità



- 1) Sostituisci
- 2) Calcola
- 3) Controlla
- 4) Risultato

Ordine nei calcoli = risultati chiari!

5 VERIFICA FISICA

Ordini di grandezza e coerenza

- ✓ Controlla le unità di misura
- ✓ Fai una stima dell'ordine di grandezza
- ✓ Verifica la coerenza del risultato
- ✓ Confronta con casi noti o limiti
- ✓ Analizza il significato fisico
- ✓ Chiediti: "Ha senso?"



Controlla:
• Unità
• Ordine di grandezza
• Segno
• Limiti fisici

Un risultato credibile aumenta la tua fiducia!

IL TUO PERCORSO DI APPRENDIMENTO



PICCOLI PASSI OGGI GRANDI RISULTATI DOMANI!

6 ERROR LOG

Impara dagli errori

- ✓ Annota l'errore commesso
- ✓ Analizza la causa
- ✓ Riscrivi la soluzione corretta
- ✓ Individua come evitarlo in futuro
- ✓ Crea una tua banca degli errori
- ✓ Rivedi periodicamente gli errori



Ogni errore è un'opportunità di miglioramento!

7 FLASHCARD E RIPETIZIONE

Strumenti per la memoria

- ✓ Crea flashcard sintetiche
- ✓ Scrivi formule, concetti e definizioni
- ✓ Usa mappe mentali e schemi
- ✓ Ripeti con metodo (spaced repetition)
- ✓ Testa te stesso regolarmente
- ✓ Rivedi gli argomenti critici



Poche parole, grandi idee!

Ripetere ti rende più sicuro!

8 SIMULAZIONI E MINI-TEST

Allenati con il tempo

- ✓ Svolgi esercizi in autonomia
- ✓ Usa un cronometro
- ✓ Simula verifiche ed esami
- ✓ Varia la difficoltà degli esercizi
- ✓ Analizza i risultati e gli errori
- ✓ Ripeti finché sei sicuro



Tempo + Pratica = Sicurezza!

9 DAL PROBLEMA AL PROGETTO

Trasferisci le conoscenze

- ✓ Collega la teoria a casi reali
- ✓ Analizza problemi complessi
- ✓ Sviluppa soluzioni ingegneristiche
- ✓ Valuta alternative e ottimizzazioni
- ✓ Considera aspetti pratici ed economici
- ✓ Trasforma le competenze in progetti



La stessa logica, dai numeri alla realtà!

IDEA → ANALISI → SOLUZIONE → PROGETTO

10 CHECKLIST PERSONALE DI STUDIO

La mia routine di successo

- ✓ Ho un piano di studio settimanale
- ✓ Ho definito i miei obiettivi
- ✓ Studio con costanza e metodo
- ✓ Svolgo esercizi e mini-test
- ✓ Rivedo e aggiorni i miei appunti
- ✓ Tengo traccia dei progressi
- ✓ Gestisco il tempo e le distrazioni
- ✓ Credo nel mio percorso



Disciplina oggi, competenza domani!



UN METODO OGGI, UN INGEGNERE MIGLIORE DOMANI.



STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK



IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE



CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ



IDEE • CONCETTI • COMPETENZE • INGEGNERIA

289

Studiare con metodo oggi costruisce competenza pratica domani.



ROADMAP FINALE DELL'INGEGNERIA MECCANICA

Competenze, applicazioni, crescita e prossimi passi

La conoscenza
organizzata
diventa valore
quando entra
nella pratica!

1 FONDAMENTA TECNICHE

Le basi per costruire il futuro

- ✓ Meccanica dei solidi e dei fluidi
- ✓ Termodinamica e trasmissione del calore
- ✓ Scienza dei materiali
- ✓ Disegno tecnico e tolleranze
- ✓ Tecnologie di produzione
- ✓ Metrologia e misure



2 PROBLEM SOLVING

Dall'analisi alla soluzione

- ✓ Analizzare il problema
- ✓ Scomporre e semplificare
- ✓ Usare metodo e logica
- ✓ Valutare alternative
- ✓ Verificare e validare
- ✓ Imparare dagli errori



3 PROGETTAZIONE

Dall'idea al modello

- ✓ Definire requisiti e obiettivi
- ✓ Scegliere materiali e processi
- ✓ Sviluppare concept e varianti
- ✓ Modellare in 3D (CAD)
- ✓ Ottimizzare e documentare
- ✓ Preparare per la produzione



4 ANALISI E VERIFICA

Calcoli, simulazioni e validazione

- ✓ Analisi strutturale (FEM)
- ✓ Analisi termica e fluidodinamica
- ✓ Verifiche di resistenza e fatica
- ✓ Ottimizzazione delle prestazioni
- ✓ Validazione con prove sperimentali
- ✓ Confronto con normative



10 INNOVAZIONE

Guarda avanti, crea valore

- ✓ Nuove tecnologie e materiali
- ✓ Sostenibilità e transizione energetica
- ✓ Digitalizzazione e Industria 4.0
- ✓ Soluzioni per sfide globali
- ✓ Mentalità creativa e aperta
- ✓ Trasforma le idee in opportunità



5 FABBRICAZIONE

Dai materiali al prodotto

- ✓ Processi e tecnologie produttive
- ✓ Lavorazioni per asportazione e formatura
- ✓ Additive manufacturing (stampa 3D)
- ✓ Controllo del processo e qualità
- ✓ Automazione e CNC
- ✓ Scelta economica e ambientale



9 CRESCITA PROFESSIONALE

Competenze per il tuo domani

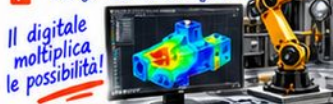
- ✓ Costruisci un portfolio di progetti
- ✓ Lavora in team e sviluppa soft skills
- ✓ Comunica con chiarezza
- ✓ Sii curioso e continua a imparare
- ✓ Cerca opportunità ed esperienze
- ✓ Diventa il professionista che vuoi essere



8 COMPETENZE DIGITALI

Strumenti per l'ingegneria moderna

- ✓ CAD per la modellazione 3D
- ✓ CAE per simulazioni e analisi
- ✓ CAM per la produzione
- ✓ Gestione dati e PDM/PLM
- ✓ Strumentazione e acquisizione dati
- ✓ Programmazione e automazione
- ✓ Intelligenza artificiale e digital twin



7 QUALITÀ E SICUREZZA

Affidabilità, norme e responsabilità

- ✓ Sistemi di gestione della qualità
- ✓ Norme e standard internazionali
- ✓ Sicurezza sul lavoro e valutazione rischi
- ✓ Analisi dei guasti e prevenzione
- ✓ Affidabilità e manutenzione sicura
- ✓ Responsabilità etica e ambientale



10 MESSAGGIO FINALE

Conoscenza oggi, valore domani

- ✓ Applica ciò che hai imparato
- ✓ Affronta nuove sfide con metodo
- ✓ Sii protagonista del cambiamento
- ✓ Costruisci soluzioni utili e sostenibili
- ✓ Non smettere mai di essere curioso
- ✓ L'ingegneria meccanica migliora il mondo



DALLA MAPPA ALL'AZIONE: COSTRUISCI IL TUO FUTURO TECNICO.

STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK

IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE

CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ

