

Metodo scientifico

Il metodo scientifico adorno è attribuibile a Galileo Galilei. Infatti secondo Galileo, qualunque fenomeno naturale, osservabile nelle sue forme, può passare anche attraverso la sperimentazione empirica o dimostrazione matematica. Quindi si parla di metodo galileiano. Questo metodo consiste nel sottoporre le ipotesi scientifiche a procedure di controllo sperimentale, che le confermano e le confermano. Tra le varie fasi, ne erano alcune più indubbia come enumerazione o ipotesi, ed altre più deduttive come esperimenti e deduzioni:

- PRIMA FASE = **Enumerazione del fenomeno naturale**: Fase di distinzione critica, tra fatti enumerati ed elementi di disturbo.
- SECONDA FASE = **Scelta delle grandezze**: Dopo la prima fase, indi con le grandezze invece interessate nell'esperimento.
- TERZA FASE = **Deduzione ed ipotesi**: Formulazione ipotesi funzionalmente sperimentale.
- QUARTA FASE = **Esperimento per la verifica delle ipotesi**: Riproduzione in laboratorio l'esperimento e vedere se i risultati corrispondano a quelli delle ipotesi. Se lo: risultati non esombiano, si si formulano nuove ipotesi. Se tutti combaciano →
- QUINTA FASE = **Formulazione legge**: Si formula la legge fisica che illustra il fenomeno in oggetto.

Errori di misura

Una scrittura di una misurazione, viene scritta con notazione: $x = x_m \pm \Delta_m$
 Con Δ_m andiamo ad indicare l'errore, che con rappresenta l'intervallo entro cui riteniamo che la misurazione sia esatta. Per ampliare la nostra visione sugli errori, introduciamo gli errori assoluti e relativi.

Errore assoluto

Dato la scrittura

$$x = x_m \pm \Delta_m$$

definiamo errore assoluto la grandezza entro la quale siamo convinti che sia giusta la nostra misurazione.

Nel caso di una singola misurazione, l'errore può essere dovuto ad un'errata lettura dello strumento di lettura, problemi di interpretazione, sensibilità dello strumento.

Errore relativo

l'errore assoluto ci dà una stima entro la quale riteniamo la misurazione esatta. Mentre un errore di un centimetro, su una distanza di 1 km, è poco grave, la situazione cambia quando la distanza è di 4 cm con un centimetro di errore. Per questo si parla di errore relativo:

$$\text{errore relativo} = \frac{\Delta_m}{x_m} \quad \begin{array}{l} \text{errore assoluto} \\ \text{miglior stima} \end{array}$$

A differenza dell'assoluto, Δ è adimensionale quindi si preferisce esprimerlo in grandezza percentuale.

l'errore relativo, quindi, costituisce un'indicazione dell'incertezza di misura in quanto rappresenta la precisione della misura stessa.

Definizione operativa della grandezza

Si definisce una grandezza e' definita operativamente quando viene specificato il modo in cui questa grandezza e' misurata.
 La lunghezza di un segmento e' il numero che si ottiene tra il rapporto del detto segmento dato ad uno prefissato, scelto come unito di misura.
 Non si parla di nulla di vicinabile alle lunghezze inferiori a 10^{-16} , superiori a 10^{26} , tranne quando questi vengono misurate.

Sistema Internazionale

Il sistema internazionale prevede 7 grandezze fisiche fondamentali

LUNGHEZZA	METRO	m
TEMPO	SECONDO	s
MASSA	KILOGRAMMO	kg
INT. CORRENTE	AMPERE	A
TEMPERATURA	KELVIN	K
QU. MATERIA	MOLLE	mol
INT. LUMINOSA	CANDELA	cd

Nel S.I. troviamo anche due grandezze derivate, che si ottengono con o dalle operazioni di moltiplicazione o somma

VELOCITA': rapporto tra spazio/tempo. unito di misura = $\frac{m}{s}$

FORZA PESO: prodotto tra massa ed accelerazione. unito di misura = $N (kg \cdot m/s^2)$

10^{24} 10^{21} 10^{18} 10^{15} 10^{12} 10^9 10^6 10^3 10^2 10^1 10^0 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-6} 10^{-9} 10^{-12} 10^{-15}

YOTTA -
 ZETA -
 EXA -
 PETA -
 TERA -
 GIGA -
 MEGA -
 KILO -
 ETO -
 DECA -
 DECI -
 CENTI -
 MILLI -
 MICRO -
 NANO -
 PICO -
 FEMTO -

Esercizi di misura

Una scrittura di $5m$ con $5m$ escluso entro un'intervallo di errore su $5m$ escluso.

Definizione di errore assoluto
 Data la scrittura $x = x_m \pm \Delta x_m$

definiscono errore che sia questo

Nel caso di errore relativo

errore relativo dello strumento

errore assoluto d'errore assoluto

esattezza

precisione, la

A differ

m, grandez

o erro

misura

PRODOTTO

Abbiamo lati del rettangolo:

$$a = (2,00 \pm 0,1) \text{ m}$$

$$b = (1,00 \pm 0,2) \text{ m}$$

bisogna calcolare $A = a \cdot b$, l'area del rettangolo.

$$A = 2,00 \cdot 1,00 = 2,00 \text{ m}^2$$

per calcolare l'errore complessivo, si sommano gli errori assoluti.

$$\epsilon_r(a) = \frac{0,10}{2,00} = 0,05 \quad \epsilon_r(b) = \frac{0,20}{1} = 0,20$$

$$\epsilon_r(a+b) = 0,25$$

$$\epsilon_a(A) = 0,25 \cdot 2,00 = 0,50 \text{ m}^2$$

~~misurazione completa sono $2,00 \pm 0,50 \text{ m}^2$~~

misurazione completa sono $2,00 \pm 0,50 \text{ m}^2$

POTENZA

$$\text{ lato quadrato } = (2,25 \pm 0,20) \text{ m} = L$$

$$L^2 = 2,25 \cdot 2,25 = 5,0625 \text{ m}^2$$

bisogna calcolare l'area $= L \cdot L = L^2$

$$\epsilon_r(L) = \frac{0,20 \text{ m}}{2,25 \text{ m}} = 0,088$$

$$\epsilon_r(L^2) = \epsilon_r(L) \cdot 2 = 0,088 \cdot 2 = 1,77 \text{ m}$$

$$\epsilon_a(L^2) = 1,77 \cdot 5,0625 = 0,9 \text{ m}^2$$

misurazione completa $= (5,0625 \pm 0,9) \text{ m}^2$

DIVISIONE

$$L = (2,0 \pm 0,1) \text{ m}$$

lunghezza

$$t = (1,0 \pm 0,20) \text{ s}$$

tempo x percorrenza

$$\text{ calcolare velocità } = \frac{L}{t} = \frac{2,0}{1,0} = 2,0 \frac{\text{ m}}{\text{ s}}$$

$$\epsilon_r(L) = \frac{0,1}{2,0} = 0,05 \quad \epsilon_r(t) = \frac{0,2}{1,0} = 0,20$$

$$\epsilon_r(v) = 0,25$$

$$\epsilon_a(v) = 0,25 \cdot 2 = 0,5 \frac{\text{ m}}{\text{ s}}$$

misurazione finale $= (2,00 \pm 0,5) \frac{\text{ m}}{\text{ s}}$

!!!!

Nel caso di prodotto, derivazione, divisione, si sommano SEMPRE gli errori di relativi

Propagazione degli errori nelle misure indirette.

Una misura, di definizione indiretta quando il frutto di esecuzioni e non di una semplice misurazione.

SOMMA

Lati di un rettangolo: $A = (20 \pm 0,1) \text{ m}$
 $B = (10 \pm 0,2) \text{ m}$

Bisogna calcolare il semiperimetro, quindi P

$$P = A + B$$

$$20 + 10 = 30$$

Per calcolare anche il valore dell'errore basta sommare: due errori,

da quindi: $0,1 + 0,2 = 0,3$

La misurazione finale sarà:

$$30 \pm 0,3 \text{ m}$$

SOTTRAZIONE

$$x = (2,0 \pm 0,01) \text{ m}$$

$$y = (1,0 \pm 0,02) \text{ m}$$

Ottenere valore di $z = x - y$

$$z = 2,0 - 1,0 = 1,0 \text{ m}$$

Per l'errore, anche qui si sommano i due errori:

$$0,01 + 0,02 = 0,03$$

Dunque la misurazione finale sarà:

$$z = (1,0 \pm 0,03) \text{ m}$$

In tutte e due i casi, il calcolo dell'errore di misurazione, corrisponde alla somma.

PRODOTTO

Abbiamo:

$$a = (2,00)$$

$$b = (1,00)$$

bisogna

$$A = 2$$

per calcolare

$$E_a(a)$$

~~misurazione~~

misurazione

POTENZA

lato que

bisogna

$$E_r(L)$$

$$E_a(L^2)$$

misura

DIVISIONE

$$L = ($$

$$t = ($$

calcolo

$$E_r(L)$$

m

SOTTRAZIONE DI VETTORI

Definiamo la operazione $\vec{A} - \vec{B}$ come una somma, quindi $-\vec{A} + \vec{B}$

MOLTIPLICAZIONE VETTORE - SCALARE

$\vec{A} \cdot s = s\vec{A}$ \rightarrow PRODOTTO con direzione e verso
 \downarrow \downarrow
 VETTORE GRANDEZZA
 SCALARE

MOLTIPLICAZIONE VETTORI

SCALARE $\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta \rightarrow$ angolo tra A e B

VETTORIALE $\vec{A} \times \vec{B} = AB \sin \theta \rightarrow$ angolo tra A e B

Vetori e scalari

Le grandezze fisiche possono essere suddivise in vettoriali e scalari.

VETORI: grandezza fisica definita da verso, direzione e modulo \vec{A}

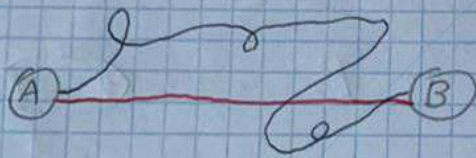
SCALARE: grandezza definita da un'unità di misura sia positiva che negativa.

Per manipolare le grandezze scalari, si fa riferimento all'aritmetica della base, quindi con moltiplicazioni, addizioni e sottrazioni.

Ma anche per i vettoriali, ma.

La forza può essere definita come un vettore, in quanto, abbiamo il modulo della forza (l'intensità), la direzione e il verso.

Altra grandezza vettoriale è lo spostamento, che spesso viene confuso con la grandezza scalare della distanza.



- distanza

- spostamento

$$\Delta x = x_B - x_A$$

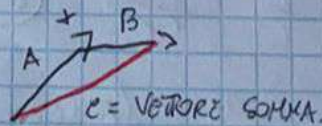
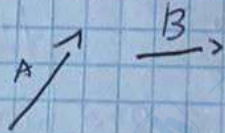
UGUAGLIANZA TRA VETTORI

Due vettori \vec{A} e \vec{B} si definiscono uguali, quando il loro modulo, la loro direzione ed il loro verso sono uguali.

SOMMA

Per somma vettoriale, intendiamo quell'operazione che espone risultato e dà un terzo vettore dalle caratteristiche dei primi due.

METODO PUNTA-CODA



Questo metodo può funzionare anche per la somma di 3 o più vettori.

OPPOSTO DI UN VETTORE

Il vettore \vec{A} è definito come opposto di un vettore $-\vec{A}$ se hanno direzione verso ed intensità opposte.

SOTTRA

Definizione

MOLTIPL

$$\vec{A} \cdot s$$

↓ ↓
VETTORE GRADUATO

MOLTIPL

SCALARE

VEZIONALE

La massa, viene spesso confusa con il peso. Massa e peso sono due grandezze completamente diverse. Il peso è il modulo della forza gravitazionale esercitata sul corpo e dipende dal pianeta dove il corpo è located. Sulla terra, pesiamo 90 kg, sulla luna 15 kg. Ma la nostra massa sarà sempre la stessa.

Seconda legge di Newton

La prima legge si applica su oggetti sottoposti a forze nulle. Ma se invece l'oggetto sia sottoposto a forze non nulle? Intendiamo la seconda legge di Newton:

Se esercitiamo una forza \vec{F} ad un blocco di massa m , egli avrà un'accelerazione \vec{a} . Ma se triplichiamo o quadruplichiamo la forza? L'accelerazione sarà lo stesso. Quindi possiamo dire che la forza e l'accelerazione sono direttamente proporzionali. Qui scriviamo all'incirca:

In un sistema di riferimento inerziale, l'accelerazione di un oggetto è direttamente proporzionale alle forze, mentre la massa è indirettamente proporzionale.

Questo può essere scritto come:

$$\vec{a} \propto \frac{\sum \vec{F}}{m}$$

dove $\sum \vec{F}$ è la forza risultante, quindi la somma di tutte le forze. La seconda legge di Newton in formula matematica, può essere scritta:

$$\sum \vec{F} = m \vec{a}$$

Non tutte le forze sono costanti, se prendiamo sotto esame una forza non costante, anche l'accelerazione non lo sarà.

Prima legge di Newton

L' enunciato della prima legge di Newton, detta anche principio di inerzia, è:

Se un corpo non interagisce con altri corpi, è possibile identificare un sistema di riferimento nel quale il corpo ha accelerazione 0.

Un tale sistema è chiamato sistema di riferimento inerziale, quindi con accelerazione osservata nulla. Altrimenti, al contrario, parliamo di un sistema non inerziale.

Si può formulare il primo enunciato anche più semplicemente dicendo che in assenza di forze esterne un oggetto rimarrà in quiete se in quiete, in moto, se è in moto.

In termini più semplici, se su un corpo, non agisce nessuna forza, la sua accelerazione è 0.

La tendenza di un corpo a resistere all' variazione di velocità, è chiamata inerzia.

MASSA

La massa è la proprietà di un oggetto che spe'isce a cambiare la propria velocità. La sua unità di misura è il chilogrammo.

Se su di un corpo di massa m_1 , agisce una forza F_{12} , il corpo avrà un' accelerazione \vec{a}_1 .

Questo non succede se la massa dell' oggetto sarà maggiore o minore, l' accelerazione non sarà \vec{a}_1 . Possiamo affermare che

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$$

Terza legge di Newton

Le forze sono sempre interazioni tra due oggetti.

Se due corpi interagiscono, la forza F_{12} esercitata dal corpo 1 sul corpo 2, e di uguale intensità e direzione, ma verso opposto della F_{21} , esercitata dal corpo 2-1 quindi:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

L'enunciato della terza legge è equivalente ad affermare che le forze si presentano sempre in coppia, ossia che non esiste una singola forza isolata

- F_{12} : forza di azione
- F_{21} : forza di reazione

Prendiamo in esempio un monitor sul tavolo

La forza di azione, in questo caso, sarà la forza peso del monitor, e cui si oppone la forza che fa il tavolo, affinché il monitor non cada, la forza di reazione. Questa forza può assumere qualunque valore, fino al punto di rottura del tavolo

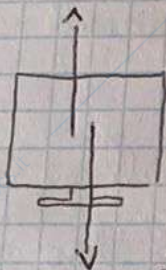


Diagramma delle forze su un oggetto.

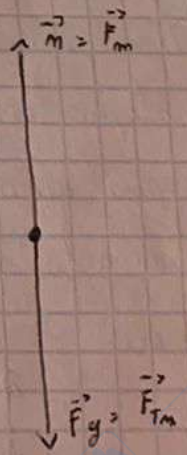
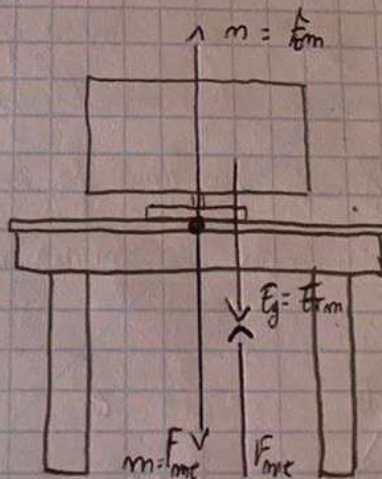


Diagramma di corpo libero

Newton

Nel S.I l'unità di misura della forza è il newton ed è definito come la forza che agendo su una massa di 1 kg , produce un'accelerazione di 1 m/s^2

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2$$

La forza gravitazionale ed il peso

Tutti i corpi sono attratti dalla terra, dalla forza gravitazionale \vec{F}^g . Questa forza è diretta verso il centro della terra ed il suo modulo è chiamato peso F_g .

L'accelerazione di un corpo in caduta libera, ossia l'accelerazione di gravità è uguale alla massa del corpo, all'accelerazione gravitazionale:

$$F_g = m g$$

I corpi pesano in modo diverso nelle varie parti della Terra, quindi il peso non è una proprietà intrinseca dell'oggetto, ma varia.

Per questo il peso è diverso dalla massa.

Nell'equazione, la massa non descrive, come il suo solito, la resistenza nelle variazioni di moto. Qui, ha il ruolo di determinare l'intensità dell'attrazione gravitazionale.

Per questo viene chiamata in questo caso massa inerziale o massa gravitazionale.

quindi:

$$W = F \Delta x \cos \theta$$

In questa equazione il lavoro è definita come grandezza scalare, onde se prodotto di due grandezze vettoriali: $\vec{F}, \Delta \vec{x}$.

Se noi manteniamo per 3 minuti una sedia con le braccia tese, penseremo di aver fatto un grande lavoro, ma non è così.

Questo perché avremo fatto molta forza, ma 0 spostamento, quindi Δx nullo. Quando un oggetto si sposta, la sua forza di gravità è negativa. Se una forza \vec{F} agisce nello stesso verso dello spostamento, allora $\theta = 0$ e quindi $\cos \theta = 1$.

In questo caso l'equazione si può scrivere:

$$W = F \Delta x$$

Quindi il lavoro è uno spostamento per una forza, N · m. Questo viene chiamato comunemente Joule. Il lavoro rappresenta uno spostamento di energia, se W è positivo l'energia viene trasferita al sistema, se invece è negativa, l'energia è trasferita dal sistema.

Sistemi e ambienti

Un sistema è definito come una piccola regione dell'Universo

Un sistema può

- essere un singolo oggetto
- essere un insieme di oggetti
- essere una regione di spazio
- essere in dimensioni e forma

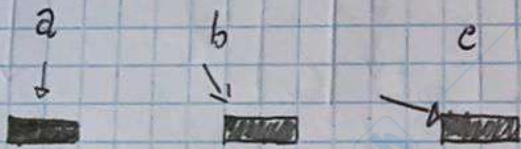
Indipendentemente da quale sia la tipologia di sistema, definiamo il contorno dell'insieme così, la parte che, immaginariamente lo divide dall'Universo e ambiente circostante al sistema.

Vi sono molti modi in cui un sistema può essere influenzato da un sistema non di questi: il lavoro.

Lavoro svolto da una forza costante

Prendiamo in esame una ~~forza~~ che viene applicata ad un correllino. Il sistema in questione è il correllino.

Per capire quanto è efficace la forza da esercitare sul correllino, non dobbiamo studiare solo il modulo, anche la direzione, quindi la loro natura vettoriale.



A parità di forza, quella più efficiente, è la ritrasmessa e, come nei punti di applicazione di una forza.

Il lavoro W è il prodotto del modulo delle forze, Δr , punto di app., e di $\cos \theta$

Energia potenziale di un sistema

Consideriamo un sistema composto da due o più parti, esse ad oggetti, che interagiscono tra loro mediante una forza interna al sistema. L'energia che compone questo sistema è la somma algebrica di tutte le energie componenti del sistema.

Prendiamo in esame un sistema composto da un libro e la Terra, che interagiscono attraverso la forza gravitazionale.

Iniziamo a sollevare lentamente il libro compiendo uno spostamento di Δh . Il lavoro fatto sul sistema deve comparire come un aumento di energia del sistema. Il libro è fermo quindi non c'è più lavoro, quindi non c'è variazione di energia del sistema.

Dato che la variazione di energia non compare come energie cinetica, deve essere immagazzinata sotto energie potenziali, ovvero il meccanismo di accumulo di energie generato precedentemente alla caduta del libro. La quantità di energia potenziale del sistema dipende dalla configurazione del sistema. Se si spostano in posizioni differenti i componenti del sistema. Per quanto in relazione corpo-Terra, si parla di energia potenziale gravitazionale.

$$U_g = mgy = W_{ext}$$

Anche qui l'unità di misura è il Joule. Questa equazione è valida solo per oggetti vicini alla superficie terrestre dove g è approssimativamente costante.

$$W_{ext} \Delta U_g$$

Energia ~~potenziale~~ ^{cinetica} d'un sistema e teorema

Il lavoro è un meccanismo per trasferire energia ad un sistema.
 Il lavoro è un'influenza che l'ambiente esercita sul sistema, ma non sopprime ancora gli effetti di questa influenza.

Un effetto può essere l'energia cinetica.

Pensiamo in senso un blocco di massa m , in moto verso destra, lungo l'asse x , sotto l'azione delle forze $\Sigma \vec{F}$. Secondo la seconda legge di Newton il blocco si muoverà con accelerazione \vec{a} , quindi il lavoro totale sarà:

$$W_{\text{tot}} = \int_{x_1}^{x_2} \Sigma F dx$$

Questa grandezza è così importante che le è stato assegnato il nome specifico di energia cinetica:

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

L'energia cinetica rappresenta l'energia associata al moto della particella.

Questa è una grandezza scalare, ed ha la stessa unità di misura del lavoro. Il lavoro compiuto da una particella da una forza risultante $\Sigma \vec{F}$ è pari alla variazione di energia cinetica. Da qui nasce il teorema dell'energia cinetica, che non è altro che una semplificazione delle leggi di Newton.

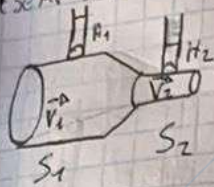
$$W_{\text{tot}} = K_f - K_i = \Delta K$$

Questo teorema mostra infatti che la velocità aumenta se il lavoro è positivo, mentre diminuisce se negativo. Un altro tipo di moto, è quello rotatorio, quando un oggetto ruota attorno al suo asse.

Notiamo che, con i dati tutti positivi e come $\frac{S_2}{S_1}$, $P_1 - P_2 > 0$
 Questo è strano perché la pressione dovrebbe aumentare.
 quindi chiamato paradosso

$$P_1 > P_2$$

ESEMPLO 1



$$H_2 < H_1$$

$$S_1 = 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$S_2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$V_1 = 2 \text{ m/s}$$

Sezione acqua $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

$$\Delta H = ?$$

($H_1 - H_2$)

$$\text{Stevinio} = P = P_0 + \rho g h$$

$$\text{Bernoulli} = P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2$$

$$\text{Lamberto} = V_2 = \frac{S_1}{S_2} V_1$$

$$V_2 = \frac{10^{-2}}{2 \cdot 10^{-3}} \cdot 2 \quad V_2 = 10 \text{ m/s}$$

$$\Delta m = \frac{1}{2} \cdot \frac{\rho v^2}{g} \left(\left(\frac{S_1}{S_2} \right)^2 - 1 \right) = 4,89 \text{ m}$$

Fluido ideale in moto stazionario

legge di Leonardo (in un condotto a pareti chiuse)

$$Q = \int_V^{SEZIONE}$$

Teorema di Bernoulli: fluido ideale \rightarrow NO ATTRITO
quindi possono applicarsi il teorema dell'energia cinetica.

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

P = PRESSIONE

z = QUOTA

v = VELOCITA' IN UN PUNTO

Casi particolari

- velocità nulla, quindi fluido stazionario

Quindi Bernoulli, si riduce a Stevin

$$v = 0$$

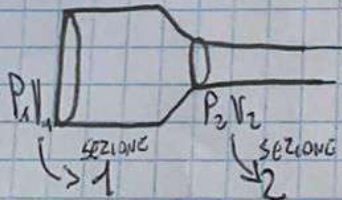
$$P = P_0 + \rho g h$$

- $z = \text{costante}$

Il fluido non subisce variazioni di quota
Bernoulli diventa \rightarrow principio di Bernoulli

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Effetto Venturi o paradosso idrodinamico.



Applicabile il principio di Bernoulli con inserimento di Leonardo in cui la portata è costante

$$\text{Bernoulli} = P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) \quad \Delta P = \frac{1}{2} \rho v^2 - \frac{1}{2} \rho v_1^2$$

DANTE
LEONARDO

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \rho v^2 \left(1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2\right) \rightarrow P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 \left(1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2\right)$$