www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

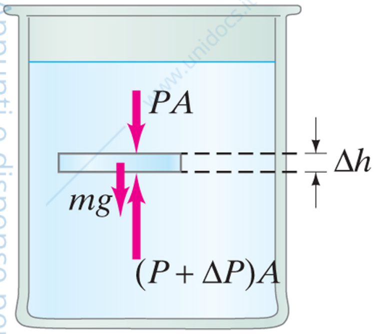
Il principio di Archimede

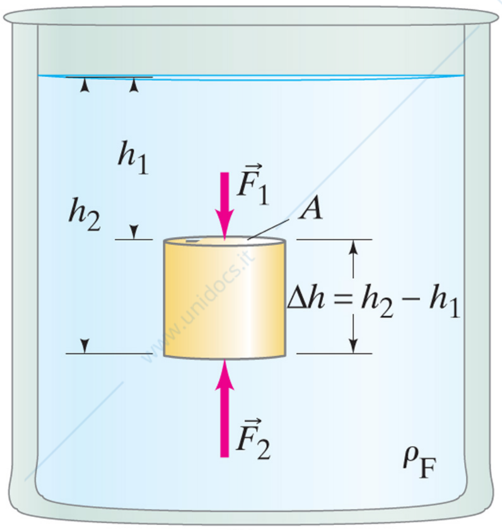
- Se un oggetto viene immerso in un fluido il suo peso sembra minore di quello che risulta all'esterno del fluido.
- Il galleggiamento deriva dall'equilibrio di due forze: la forza peso, che spinge l'oggetto verso il basso e una forza di galleggiamento, esercitata dal liquido, che spinge l'oggetto verso l'alto.
- La forza di galleggiamento origina dal fatto che la pressione in un fluido aumenta con la profondità (aumentando la massa di liquido sovrastante) per cui, la pressione sulla faccia inferiore (diretta verso l'alto) del cilindro è maggiore di quella sulla faccia superiore (diretta verso il basso).

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Il principio di Archimede: $F_A = \rho_L V g$



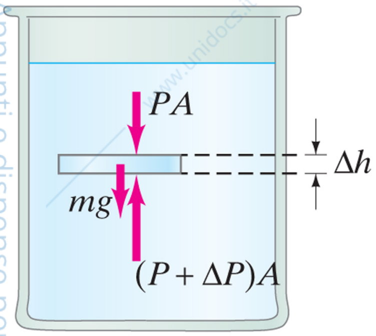


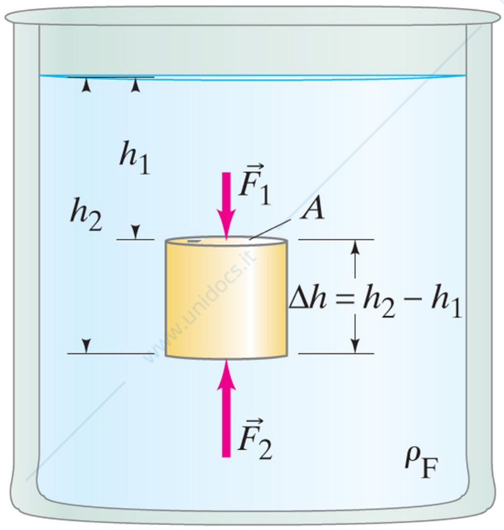
- Lamina fluida in equilibrio (principio di solidificazione)

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Il principio di Archimede: $F_A = \rho_L V g$



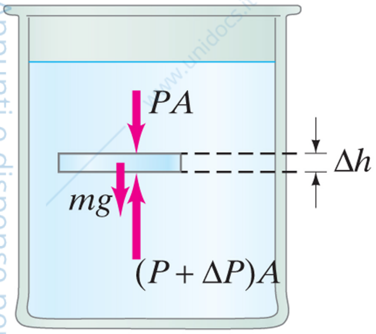


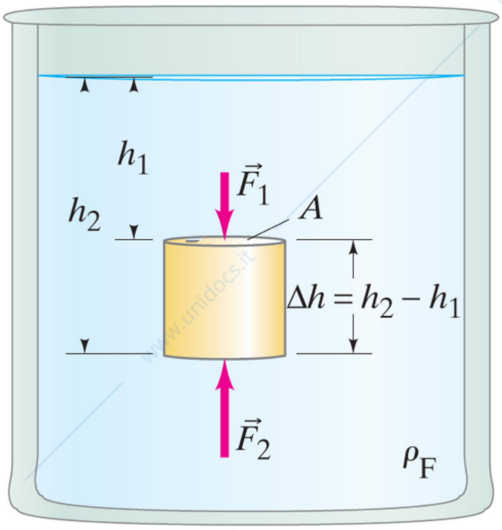
- Lamina fluida in equilibrio (principio di solidificazione)
- La pressione in un fluido aumenta con la profondità

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Il principio di Archimede: $F_A = \rho_L V g$



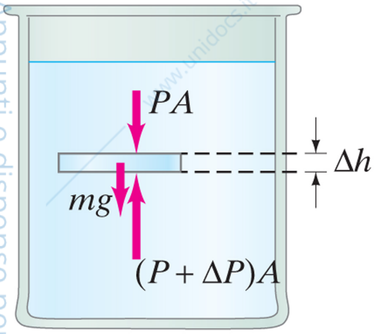


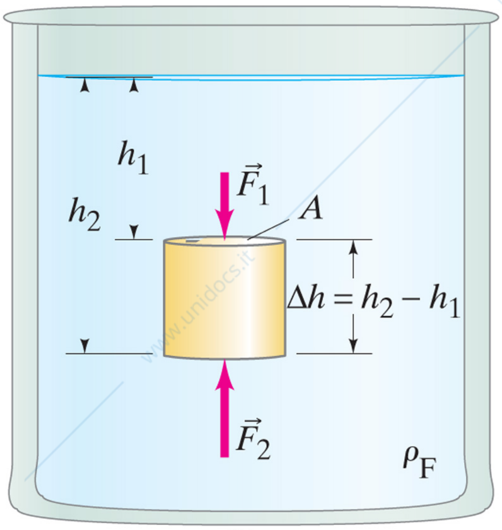
- Lamina fluida in equilibrio (principio di solidificazione)
- La pressione in un fluido aumenta con la profondità
- La pressione è perpendicolare alla superficie (Pascal)

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Il principio di Archimede: $F_A = \rho_L V g$



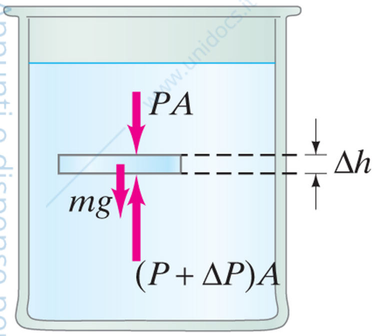


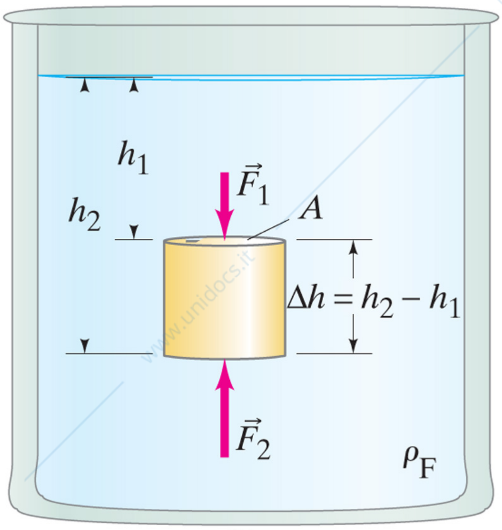
- Lamina fluida in equilibrio (principio di solidificazione)
- La pressione in un fluido aumenta con la profondità
- La pressione è perpendicolare alla superficie (Pascal)
- Sulla superficie superiore $P_1 = \rho g h_1$ verso il basso

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Il principio di Archimede: $F_A = \rho_L V g$



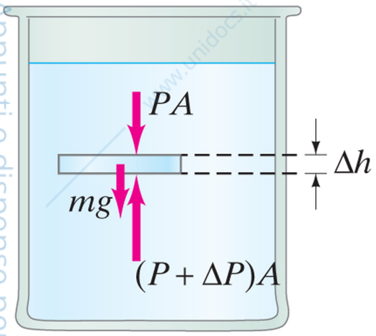


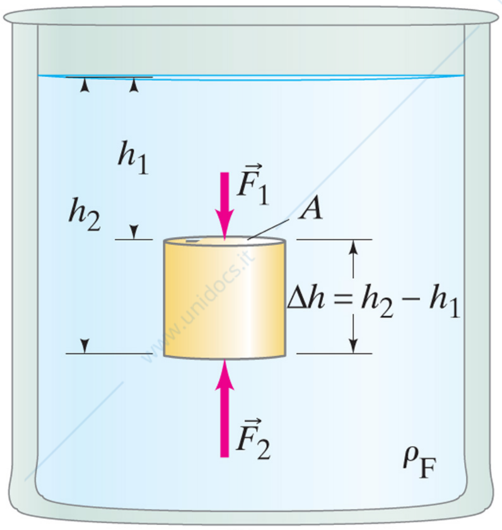
- Lamina fluida in equilibrio (principio di solidificazione)
- La pressione in un fluido aumenta con la profondità
- La pressione è perpendicolare alla superficie (Pascal)
- Sulla superficie superiore $P_1 = \rho g h_1$ verso il basso
- Sulla superficie inferiore $P_2 = \rho g h_2$ verso l'alto

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Il principio di Archimede: $F_A = \rho_L V g$





- Lamina fluida in equilibrio (principio di solidificazione)
- La pressione in un fluido aumenta con la profondità
- La pressione è perpendicolare alla superficie (Pascal)
- Sulla superficie superiore $P_1 = \rho g h_1$ verso il basso
- Sulla superficie inferiore $P_2 = \rho g h_2$ verso l'alto
- quindi $\Delta P = \rho g(h_2 - h_1) = \rho A \Delta h = m_f g$
- Se, anzichè un fluido in quiete abbiamo un solido con ρ_s $(\rho_S > \rho_L, \rho_S = \rho_L, \rho_S < \rho_L)$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

I fluidi reali: oltre Bernoulli,la viscosità

- In un fluido reale gli attiti interni non sono trascurabili:$\Rightarrow$ viscosità e caoticità del moto.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

I fluidi reali: oltre Bernoulli,la viscosità

- In un fluido reale gli attiti interni non sono trascurabili:$\Rightarrow$ viscosità e caoticità del moto.
- Per mantenere un fluido in moto in un condotto orizzontale serve una ΔP

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

I fluidi reali: oltre Bernoulli,la viscosità

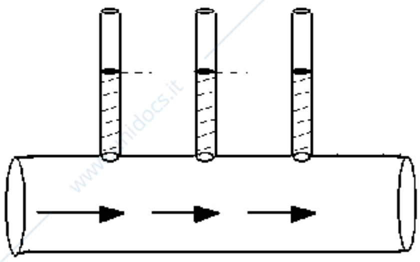
- In un fluido reale gli attiti interni non sono trascurabili:$\Rightarrow$ viscosità e caoticità del moto.
- Per mantenere un fluido in moto in un condotto orizzontale serve una ΔP
- Si può definire una **resistenza idrodinamica**

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

I fluidi reali: oltre Bernoulli,la viscosità

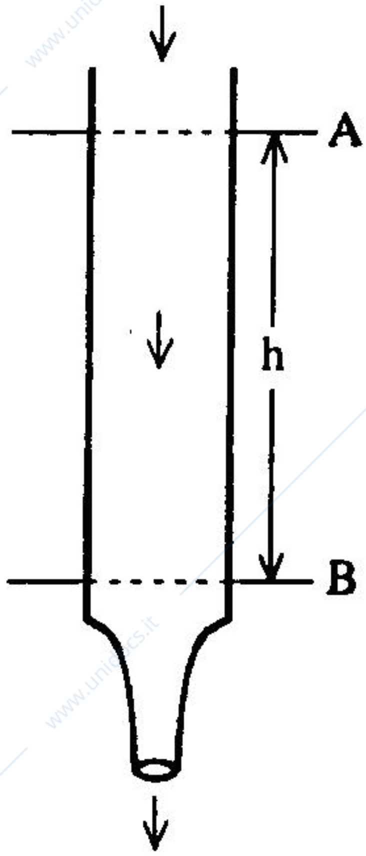
- In un fluido reale gli attiti interni non sono trascurabili:$\Rightarrow$ viscosità e caoticità del moto.
- Per mantenere un fluido in moto in un condotto orizzontale serve una ΔP
- Si può definire una **resistenza idrodinamica**
- La natura molecolare della viscosità è ancora non del tutto compresa



www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

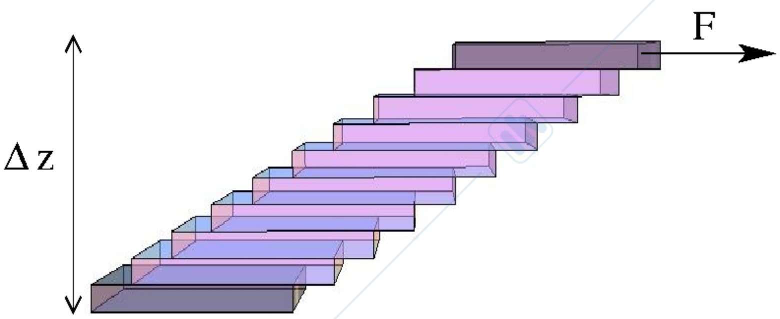
Misure di viscosità:viscosimetri



www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La forza viscosa $F = \eta \cdot A\frac{\Delta v}{\Delta z}$

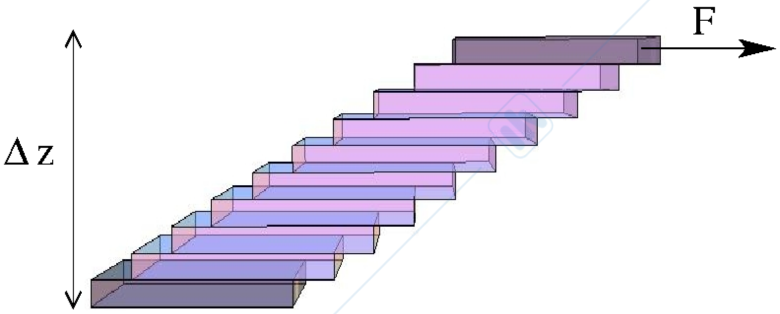


- La forza viscosa dipende dalla quota Δz

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La forza viscosa $F = \eta \cdot A\frac{\Delta v}{\Delta z}$

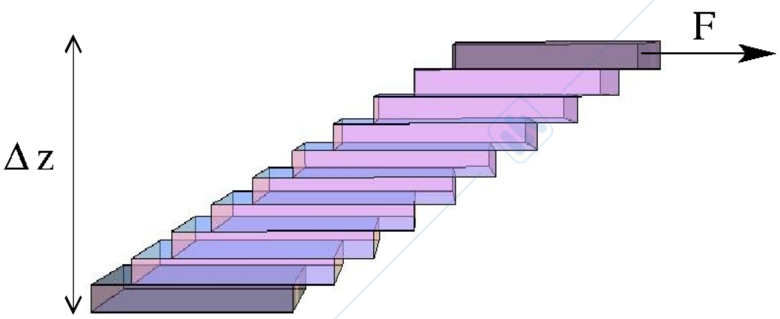


- La forza viscosa dipende dalla quota Δz
- Si ha proporzionalità con l'area A.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La forza viscosa $F = \eta \cdot A \frac{\Delta v}{\Delta z}$

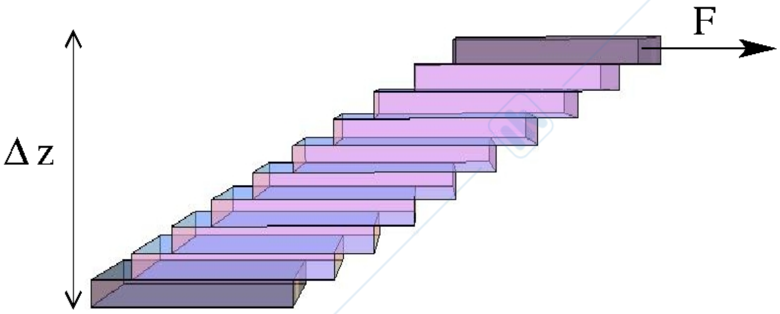


- La forza viscosa dipende dalla quota Δz
- Si ha proporzionalità con l'area A.
- La velocità delle lamine diminuisce con Δz.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La forza viscosa $F = \eta \cdot A \frac{\Delta v}{\Delta z}$

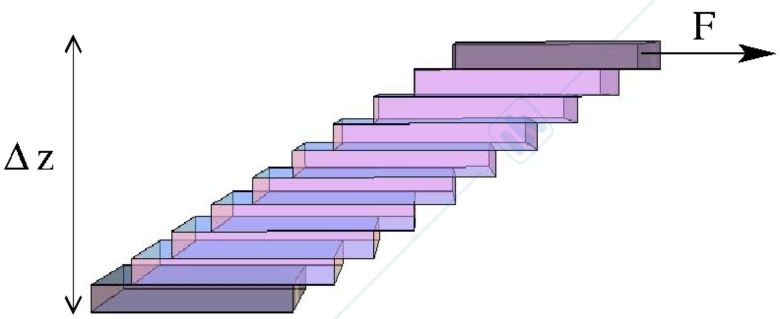


- La forza viscosa dipende dalla quota Δz
- Si ha proporzionalità con l'area A.
- La velocità delle lamine diminuisce con Δz.
- $\eta = \frac{F \Delta z}{\Delta v \Delta A}$.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La forza viscosa $F = \eta \cdot A \frac{\Delta v}{\Delta z}$

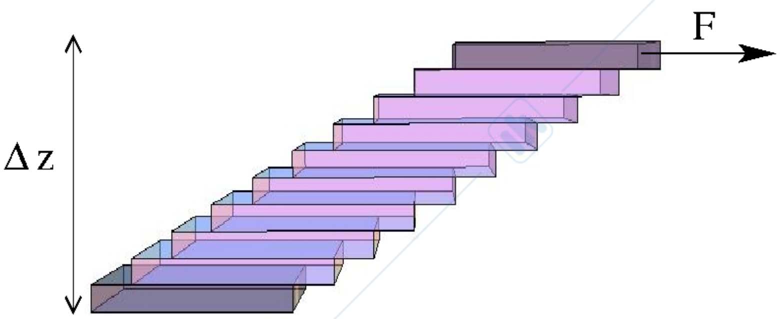


- La forza viscosa dipende dalla quota Δz
- Si ha proporzionalità con l'area A.
- La velocità delle lamine diminuisce con Δz.
- $\eta = \frac{F \Delta z}{\Delta v \Delta A}$.
- η si misura in $Pa \cdot s$ (Poise).

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La forza viscosa $F = \eta \cdot A\frac{\Delta v}{\Delta z}$

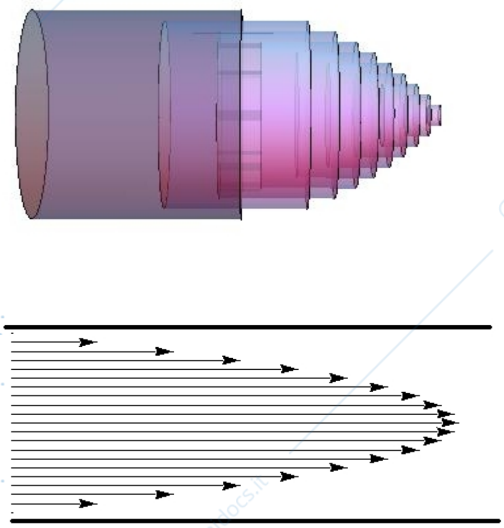


- La forza viscosa dipende dalla quota Δz
- Si ha proporzionalità con l'area A.
- La velocità delle lamine diminuisce con Δz.
- $\eta = \frac{F \Delta z}{\Delta v \Delta A}$.
- η si misura in $Pa \cdot s$ (Poise).

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Il moto laminare dei fluidi reali

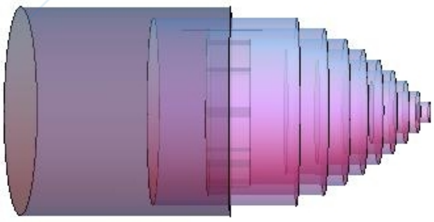


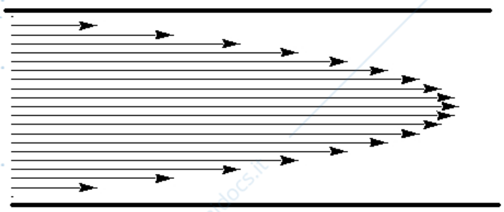
- Strati cilindrici coassiali di raggio r compresi fra 0 e R.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Il moto laminare dei fluidi reali



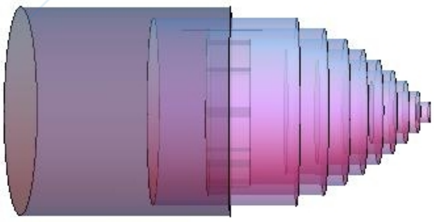


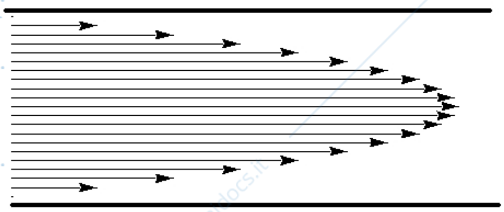
- Strati cilindrici coassiali di raggio r compresi fra 0 e R.
- Le velocità variano a seconda della distanza dall'asse.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Il moto laminare dei fluidi reali





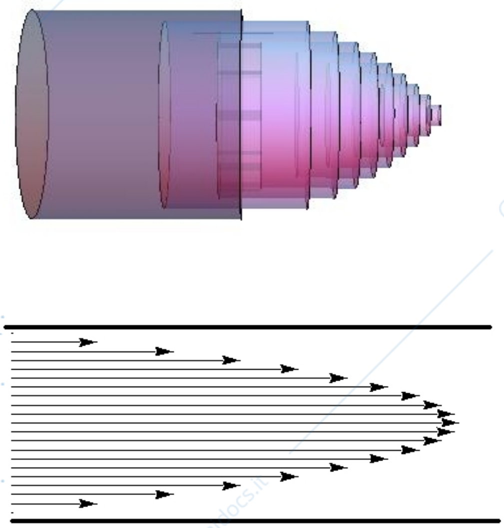
- Strati cilindrici coassiali di raggio r compresi fra 0 e R.
- Le velocità variano a seconda della distanza dall'asse.
- Le velocità dei diversi strati sono date da:

$$v(r) = \frac{1}{4\pi}\left[\frac{P_1 - P_2}{l}\right]\left(R^2 - r^2\right)$$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Il moto laminare dei fluidi reali



- Strati cilindrici coassiali di raggio r compresi fra 0 e R.
- Le velocità variano a seconda della distanza dall'asse.
- Le velocità dei diversi strati sono date da:

$$v(r) = \frac{1}{4\pi}\left[\frac{P_1 - P_2}{l}\right]\left(R^2 - r^2\right)$$

- v massima sull'asse $r = 0$, $v = 0$ sulla parete ($r = R$)

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La legge di Poiseuille: $\Delta P = R \cdot Q$

La legge di Poiseuille dimostra che in un condotto dove scorre un fluido viscoso in regime laminare, a parità degli altri parametri, la portata aumenta con la quarta potenza del Raggio della condotta.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La legge di Poiseuille: $\Delta P = R \cdot Q$

La legge di Poiseuille dimostra che in un condotto dove scorre un fluido viscoso in regime laminare, a parità degli altri parametri, la portata aumenta con la quarta potenza del Raggio della condotta.

$$Q = \frac{\pi}{8} \frac{\Delta P}{l} \frac{r^4}{\eta}$$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La legge di Poiseuille: $\Delta P = R \cdot Q$

La legge di Poiseuille dimostra che in un condotto dove scorre un fluido viscoso in regime laminare, a parità degli altri parametri, la portata aumenta con la quarta potenza del Raggio della condotta.

$$Q = \frac{\pi}{8} \frac{\Delta P}{l} \frac{r^4}{\eta}$$

- ΔP è la variazione di pressione (ovvero perdita di carico).

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La legge di Poiseuille: $\Delta P = R \cdot Q$

La legge di Poiseuille dimostra che in un condotto dove scorre un fluido viscoso in regime laminare, a parità degli altri parametri, la portata aumenta con la quarta potenza del Raggio della condotta.

$$Q = \frac{\pi}{8} \frac{\Delta P}{l} \frac{r^4}{\eta}$$

- ΔP è la variazione di pressione (ovvero perdita di carico).
- l è la lunghezza del condotto.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La legge di Poiseuille: $\Delta P = R \cdot Q$

La legge di Poiseuille dimostra che in un condotto dove scorre un fluido viscoso in regime laminare, a parità degli altri parametri, la portata aumenta con la quarta potenza del Raggio della condotta.

$$Q = \frac{\pi}{8} \frac{\Delta P}{l} \frac{r^4}{\eta}$$

- ΔP è la variazione di pressione (ovvero perdita di carico).
- l è la lunghezza del condotto.
- η è la viscosità dinamica del fluido considerato.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La legge di Poiseuille: $\Delta P = R \cdot Q$

La legge di Poiseuille dimostra che in un condotto dove scorre un fluido viscoso in regime laminare, a parità degli altri parametri, la portata aumenta con la quarta potenza del Raggio della condotta.

$$Q = \frac{\pi}{8} \frac{\Delta P}{l} \frac{r^4}{\eta}$$

- ΔP è la variazione di pressione (ovvero perdita di carico).
- l è la lunghezza del condotto.
- η è la viscosità dinamica del fluido considerato.
- Definendo $R = \frac{8 l \eta}{\pi r^4}$ si ottiene $\Delta P = R \cdot Q$ che è formalmente analoga alla legge di Ohm.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La legge di Poiseuille: $\Delta P = R \cdot Q$

La legge di Poiseuille dimostra che in un condotto dove scorre un fluido viscoso in regime laminare, a parità degli altri parametri, la portata aumenta con la quarta potenza del Raggio della condotta.

$$Q = \frac{\pi}{8} \frac{\Delta P}{l} \frac{r^4}{\eta}$$

- ΔP è la variazione di pressione (ovvero perdita di carico).
- l è la lunghezza del condotto.
- η è la viscosità dinamica del fluido considerato.
- Definendo $R = \frac{8 l \eta}{\pi r^4}$ si ottiene $\Delta P = R \cdot Q$ che è formalmente analoga alla legge di Ohm.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Conseguenze della legge di Poiseuille

- La legge di Poiseuille può essere applicata al flusso sanguigno nel corpo umano anche se il sangue non si muove sempre di moto laminare, ma ci sono alcune zone in cui il moto è turbolento (imbocco dell'aorta "rumori cardiaci").
- Il sangue non è incomprimibile poiché contiene delle cellule al suo interno.
- Se il raggio delle arterie viene ridotto (indurimento delle pareti arteriose e deposito di colesterolo), la resistenza idrodinamica aumenta, e quindi, per mantenere la stessa portata occorre aumentare la pressione, es. se il raggio diminuisce della metà, il cuore deve aumentare la pressione di un fattore 2^4 per mantenere la stessa portata.
- Il lavoro cardiaco aumenta ma non riesce a mantenere la portata originale, quindi una pressione sanguigna alta significa che il cuore sta lavorando più che in condizioni normali, e che la portata sanguigna è comunque ridotta.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

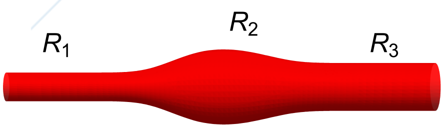
www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Resistenze in serie e in parallelo

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

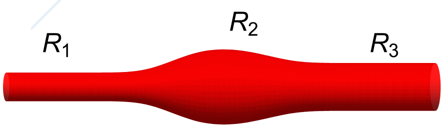
Resistenze in serie e in parallelo

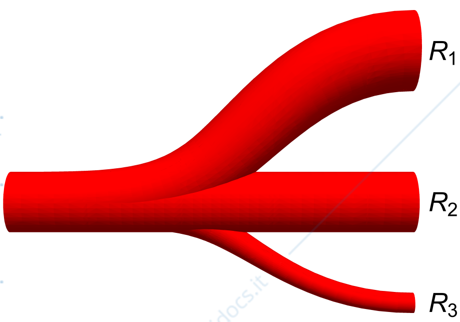


www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Resistenze in serie e in parallelo

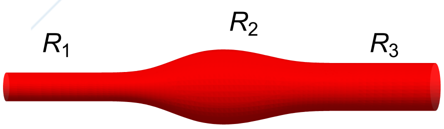


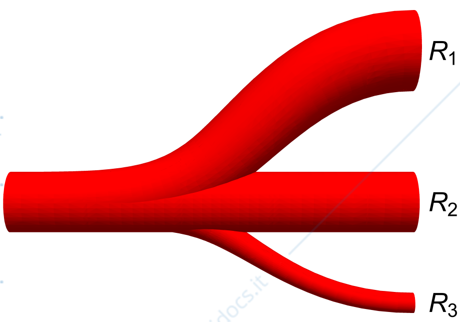


www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Resistenze in serie e in parallelo



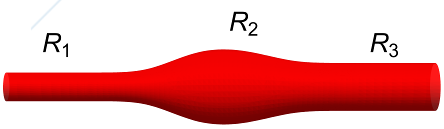


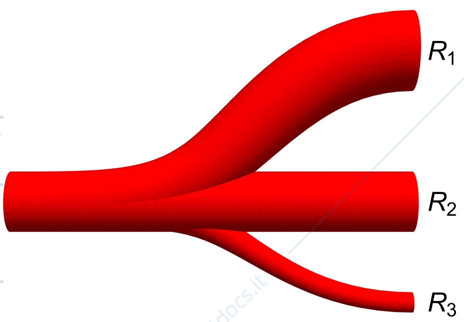
- La resistenza totale di n resistori in serie è data dalla somma delle resistenze di ciascun resistore:
$R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Resistenze in serie e in parallelo



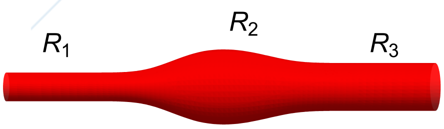


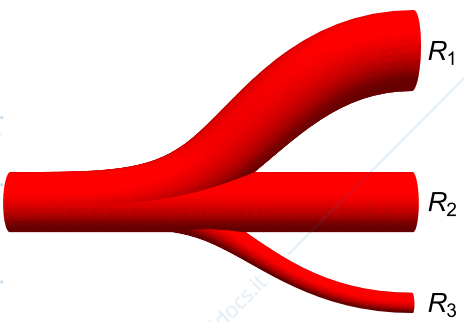
- La resistenza totale di n resistori in serie è data dalla somma delle resistenze di ciascun resistore:
  $R_{eq} = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$
- La resistenza totale di n resistori in parallelo è data da:
  $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}$ reciproco della somma dei reciproci .

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Resistenze in serie e in parallelo



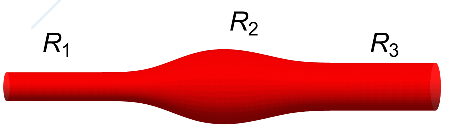


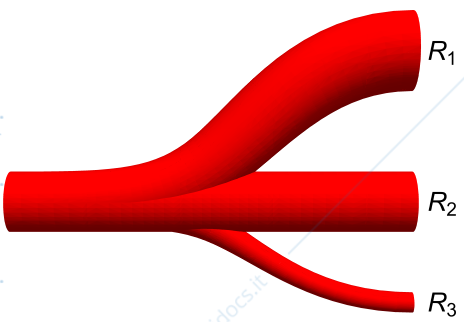
- La resistenza totale di n resistori in serie è data dalla somma delle resistenze di ciascun resistore:
  $R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$
- La resistenza totale di n resistori in parallelo è data da:
  $\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}$ reciproco della somma dei reciproci .
- Per due resistori:
  $R_{\text{eq}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$
  e se sono uguali $R_{\text{eq}} = \frac{R}{2}$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Resistenze in serie e in parallelo





- La resistenza totale di n resistori in serie è data dalla somma delle resistenze di ciascun resistore:
  $R_{eq} = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$
- La resistenza totale di n resistori in parallelo è data da:
  $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}$ reciproco della somma dei reciproci .
- Per due resistori:
  $R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$
  e se sono uguali $R_{eq} = \frac{R}{2}$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

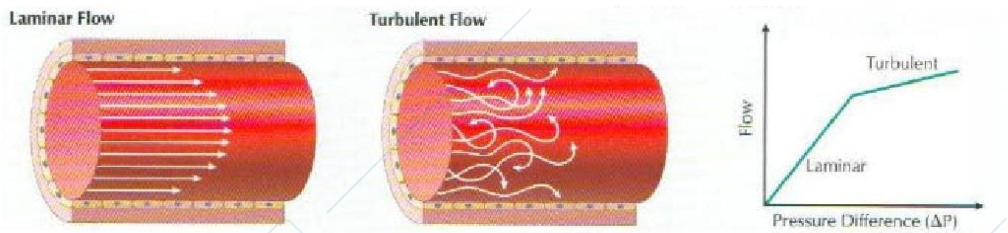
Il moto turbolento

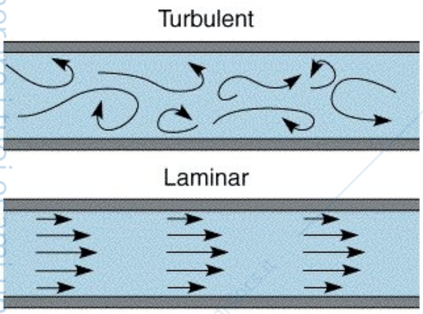
- Le considerazioni precedenti sono valide in condizioni di flusso laminare. Ma il moto dei fluidi reali può essere turbolento. Le turbolenze appaiono quando il fluido possiede un'alta velocità: in questo caso le linee di corrente acquistano una struttura complessa e la legge di Poiseuille non è più valida.
- Al crescere della velocità, cominciano a formarsi dei gorghi (vortici). Poiché la velocità nei vortici è elevata, si ha corrispondentemente una diminuzione di pressione (resistenza di pressione). Inoltre, l'esistenza di linee di velocità lungo direzioni differenti da quella del condotto evidenziano come diventi sempre più difficile per il fluido procedere lungo il condotto (a parità di pressione applicata).
- Le condizioni in cui comincia a manifestarsi il moto vorticoso dipendono dalla velocità del fluido, dalla sua densità e viscosità, e dalla forma del condotto.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Il moto turbolento: Il numero di Reynolds



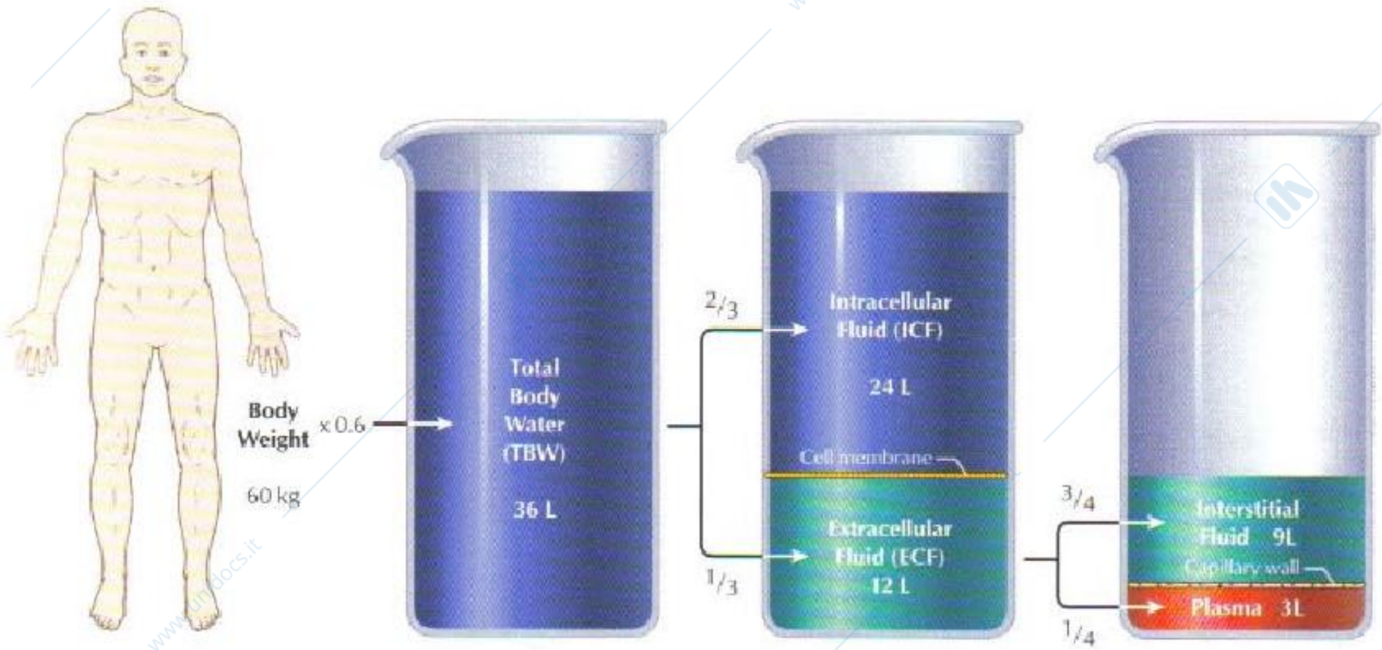


- il numero di Reynolds: $R = \frac{\rho v L}{\eta}$
- v è la velocità media del fluido,
- η è la viscosità, e ρ è la densità del fluido
- L è il diametro del tubo

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

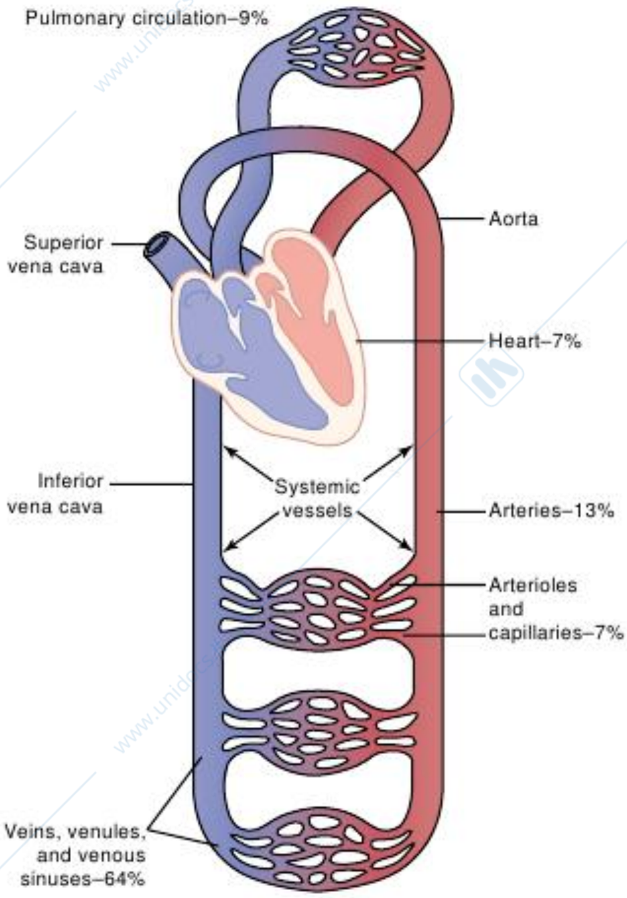
Applicazioni Mediche:Fluidi biologici



www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Distribuzione del volume sanguigno



Vessel	Cross-Sectional Area (cm^2)
Aorta	2.5
Small arteries	20
Arterioles	40
Capillaries	2500
Venules	250
Small veins	80
Venae cavae	8

- L'area delle vene è $\approx$ 4 volte le arterie ($\Rightarrow$ contengono più sangue)
- Come si calcolano le velocità?

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Distribuzione delle pressioni

- Costanza della portata⇒ $v \approx cost/A$ (proporzionalità inversa).

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Distribuzione delle pressioni

- Costanza della portata$\Rightarrow$ $v \approx cost/A$ (proporzionalità inversa).
- A riposo $v_{AORTA} \approx 33cm/sec$, $v_{CAPILLARI} \approx v_{AORTA}/1000$, $\approx 0.3mm/sec$.Poichè $l_{CAPILLARI} \approx 0.3 - 1mm$, il sangue resta nei capillari per 1-3 sec (Tempo corto per gli scambi)

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Distribuzione delle pressioni

- Costanza della portata$\Rightarrow$ $v \approx cost/A$ (proporzionalità inversa).
- A riposo $v_{AORTA} \approx 33cm/sec$, $v_{CAPILLARI} \approx v_{AORTA}/1000$, $\approx 0.3mm/sec$.Poichè $l_{CAPILLARI} \approx 0.3 - 1mm$, il sangue resta nei capillari per 1-3 sec (Tempo corto per gli scambi)
- Il cuore pompa sangue continuamente e quindi, in media $P_{AORTA} \approx 100mmHg$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Distribuzione delle pressioni

- Costanza della portata$\Rightarrow$ $v \approx cost/A$ (proporzionalità inversa).
- A riposo $v_{AORTA} \approx 33cm/sec$, $v_{CAPILLARI} \approx v_{AORTA}/1000$, $\approx 0.3mm/sec$.Poichè $l_{CAPILLARI} \approx 0.3 - 1mm$, il sangue resta nei capillari per 1-3 sec (Tempo corto per gli scambi)
- Il cuore pompa sangue continuamente e quindi, in media $P_{AORTA} \approx 100mmHg$
- A causa della pulsatilità, $P_{DIAST} = 80mmHg < P_{ARTERIOSA} < P_{SIST} = 120mmHg$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Distribuzione delle pressioni

- Costanza della portata$\Rightarrow$ $v \approx cost/A$ (proporzionalità inversa).
- A riposo $v_{AORTA} \approx 33 cm/sec$, $v_{CAPILLARI} \approx v_{AORTA}/1000$, $\approx 0.3 mm/sec$.Poichè $l_{CAPILLARI} \approx 0.3 - 1 mm$, il sangue resta nei capillari per 1-3 sec (Tempo corto per gli scambi)
- Il cuore pompa sangue continuamente e quindi, in media $P_{AORTA} \approx 100 mmHg$
- A causa della pulsatilità, $P_{DIAST} = 80 mmHg < P_{ARTERIOSA} < P_{SIST} = 120 mmHg$
- Alla fine della vena cava la pressione cade a 0 mm Hg

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Distribuzione delle pressioni

- Costanza della portata$\Rightarrow$ $v \approx cost/A$ (proporzionalità inversa).
- A riposo $v_{AORTA} \approx 33cm/sec$, $v_{CAPILLARI} \approx v_{AORTA}/1000$, $\approx 0.3mm/sec$.Poichè $l_{CAPILLARI} \approx 0.3 - 1mm$, il sangue resta nei capillari per 1-3 sec (Tempo corto per gli scambi)
- Il cuore pompa sangue continuamente e quindi, in media $P_{AORTA} \approx 100mmHg$
- A causa della pulsatilità, $P_{DIAST} = 80mmHg < P_{ARTERIOSA} < P_{SIST} = 120mmHg$
- Alla fine della vena cava la pressione cade a 0 mm Hg
- $P_{VENULE} \approx 10 - 17mmHg <= P_{CAPILLARI} <= P_{ARTERIOLE} \approx 35mmHg$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Distribuzione delle pressioni

- Costanza della portata$\Rightarrow$ $v \approx cost/A$ (proporzionalità inversa).
- A riposo $v_{AORTA} \approx 33cm/sec$, $v_{CAPILLARI} \approx v_{AORTA}/1000$, $\approx 0.3mm/sec$.Poichè $l_{CAPILLARI} \approx 0.3 - 1mm$, il sangue resta nei capillari per 1-3 sec (Tempo corto per gli scambi)
- Il cuore pompa sangue continuamente e quindi, in media $P_{AORTA} \approx 100mmHg$
- A causa della pulsatilità, $P_{DIAST} = 80mmHg < P_{ARTERIOSA} < P_{SIST} = 120mmHg$
- Alla fine della vena cava la pressione cade a 0 mm Hg
- $P_{VENULE} \approx 10 - 17mmHg <= P_{CAPILLARI} <= P_{ARTERIOLE} \approx 35mmHg$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Distribuzione delle pressioni

- P_{VENULE} è abbastanza bassa da fare uscire il plasma dai capillari e scambiare così anche nutrienti.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Distribuzione delle pressioni

- P_{VENULE} è abbastanza bassa da fare uscire il plasma dai capillari e scambiare così anche nutrienti.
- La pressione polmonare arteriosa è pulsatile, come nell'aorta, ma minore: la pressione sistolica dell'arteria polmonare è di 25 mm Hg, mentre quella diastolica è di 8 mm Hg.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Distribuzione delle pressioni

- P_{VENULE} è abbastanza bassa da fare uscire il plasma dai capillari e scambiare così anche nutrienti.
- La pressione polmonare arteriosa è pulsatile, come nell'aorta, ma minore: la pressione sistolica dell'arteria polmonare è di 25 mm Hg, mentre quella diastolica è di 8 mm Hg.
- La pressione polmonare capillare è, in media, di soli 7 mm Hg, sufficienti al compito dei polmoni, cioè di esporre il sangue all'ossigeno.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Distribuzione delle pressioni

- P_{VENULE} è abbastanza bassa da fare uscire il plasma dai capillari e scambiare così anche nutrienti.
- La pressione polmonare arteriosa è pulsatile, come nell'aorta, ma minore: la pressione sistolica dell'arteria polmonare è di 25 mm Hg, mentre quella diastolica è di 8 mm Hg.
- La pressione polmonare capillare è, in media, di soli 7 mm Hg, sufficienti al compito dei polmoni, cioè di esporre il sangue all'ossigeno.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

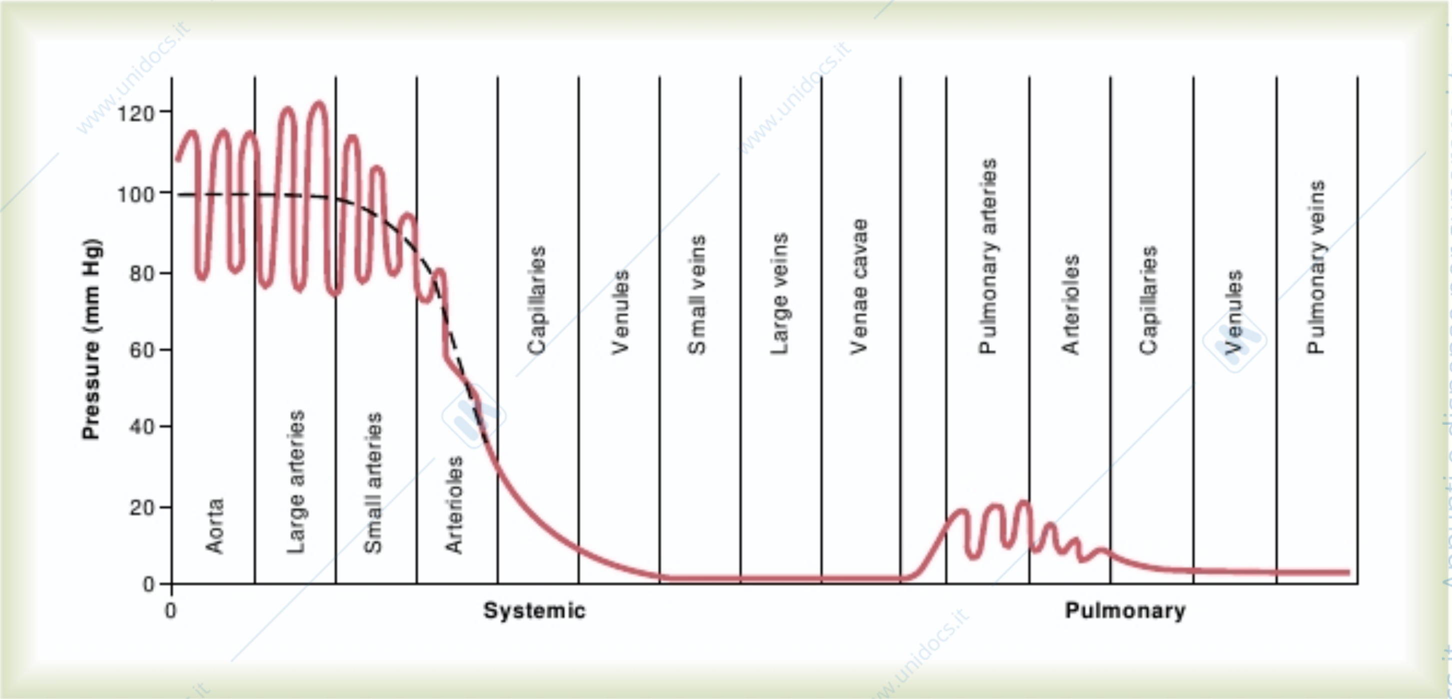


Figure 14–2

Normal blood pressures in the different portions of the circulatory system when a person is lying in the horizontal position.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

1. Il tasso di flusso sanguigno nei tessuti dipende dal loro stato: se sono attivi richiamano un flusso 20-30 volte maggiore rispetto allo stato basale. Il cuore può aumentare il suo output solo di 7 volte, per cui si controlla la dilatazione microvasale locale sia tramite sensing dei nutrienti sia tramite controllo nervoso.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

1. Il tasso di flusso sanguigno nei tessuti dipende dal loro stato: se sono attivi richiamano un flusso 20-30 volte maggiore rispetto allo stato basale. Il cuore può aumentare il suo output solo di 7 volte, per cui si controlla la dilatazione microvasale locale sia tramite sensing dei nutrienti sia tramite controllo nervoso.
2. L'output cardiaco è controllato dalla somma di tutti i flussi locali tramite un feed-back venoso, ma serve anche un ulteriore controllo di origine nervosa.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

1. Il tasso di flusso sanguigno nei tessuti dipende dal loro stato: se sono attivi richiamano un flusso 20-30 volte maggiore rispetto allo stato basale. Il cuore può aumentare il suo output solo di 7 volte, per cui si controlla la dilatazione microvasale locale sia tramite sensing dei nutrienti sia tramite controllo nervoso.
2. L'output cardiaco è controllato dalla somma di tutti i flussi locali tramite un feed-back venoso, ma serve anche un ulteriore controllo di origine nervosa.
3. In generale, il controllo della pressione arteriosa è indipendente dal flusso locale e dall'output cardiaco. Se la pressione scende sotto i 100 mm Hg il SN interviene con segnali che:

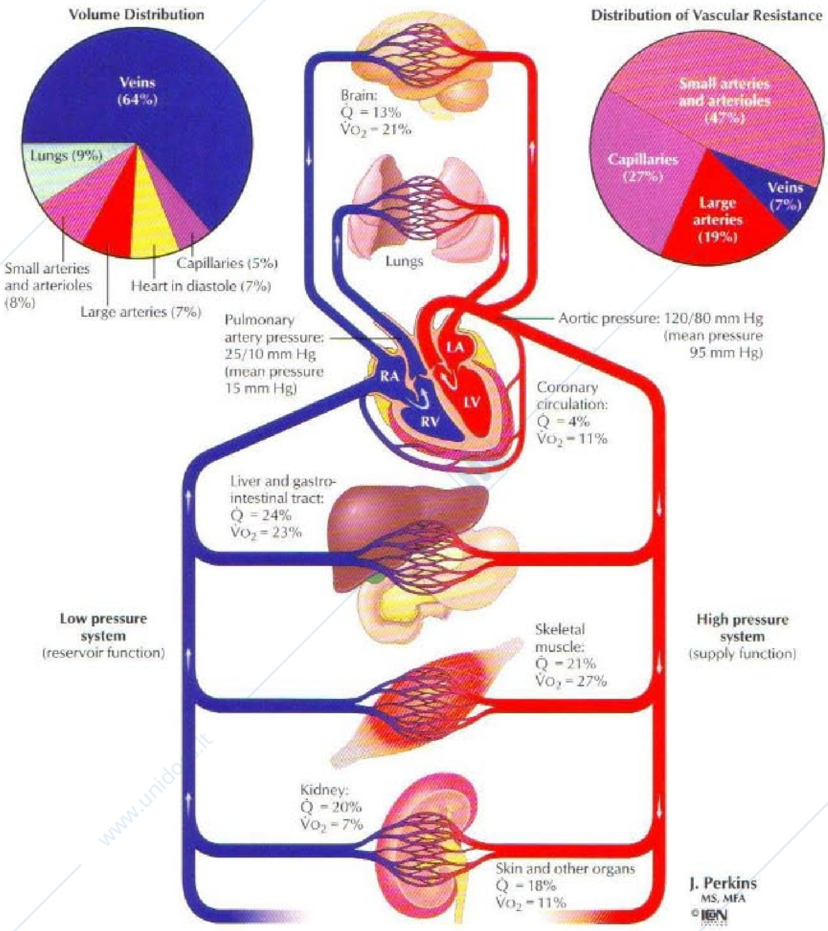
www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

1. Il tasso di flusso sanguigno nei tessuti dipende dal loro stato: se sono attivi richiamano un flusso 20-30 volte maggiore rispetto allo stato basale. Il cuore può aumentare il suo output solo di 7 volte, per cui si controlla la dilatazione microvasale locale sia tramite sensing dei nutrienti sia tramite controllo nervoso.
2. L'output cardiaco è controllato dalla somma di tutti i flussi locali tramite un feed-back venoso, ma serve anche un ulteriore controllo di origine nervosa.
3. In generale, il controllo della pressione arteriosa è indipendente dal flusso locale e dall'output cardiaco. Se la pressione scende sotto i 100 mm Hg il SN interviene con segnali che:
    1. Aumentano la forza del pompaggio cardiaco
    2. Causano la contrazione delle grosse vene, causando un maggiore afflusso sanguigno al cuore
    3. Generano costrizione generalizzata delle arteriole in maniera tale da avere più sangue nelle arterie e quindi una maggiore pressione arteriosa. Inoltre, su una scala temporale più lunga (ore e giorni) il rene secerne ormoni che controllano la pressione e il volume sanguigno.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari



Il cuore pompa il sangue nella C.P. e nella C.S. per lo scambio di CO_2 e O_2.
A riposo l'output cardiaco è di 5 l/min nella C.P e C.S.
Q è la portata e VO_2 l'utilizzo % di ossigeno/min a riposo. I vari distretti sono mostrati in parallelo. Sia Q sia VO_2 sono aggiustabili .
Notare che la maggior parte del sangue risiede nelle vene.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Nel momento in cui consideriamo il moto di un punto materiale di massa m in un fluido reale, occorre tenere in considerazione che su di esso non agisce solo la forza peso, ma anche la forze di Archimede e la resistenza viscosa.

La forza di Stokes

Se un oggetto si muove all'interno di un fluido reale con velocità v su di esso agirà una forza opposta al moto che dipende sia dalla velocità che dalla forma (aereodinamica) dell'oggetto.

$$F_{Stokes} = -\beta v$$

Se consideriamo oggetti sferici:

$$F_{Stokes} = -6\pi\eta r v$$

dove η è la viscosità del mezzo, r è il raggio della sfera e v è la velocità dell'oggetto (il coefficiente 6π è legato alla forma della particella).

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

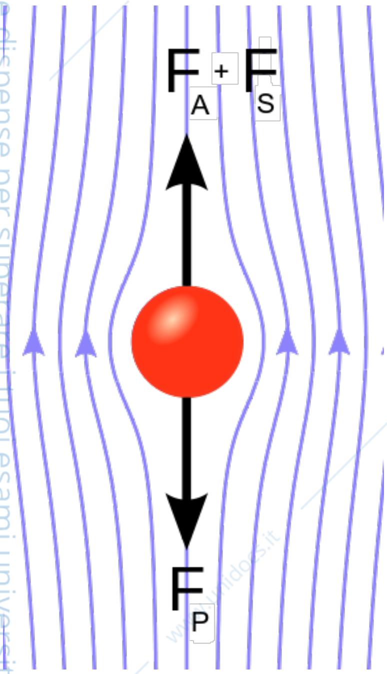
www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La velocità di sedimentazione

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

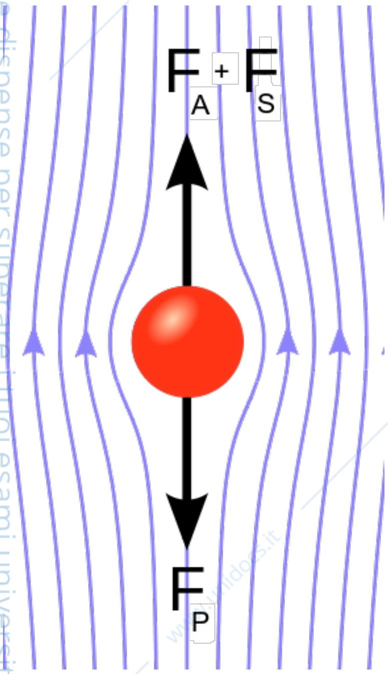
La velocità di sedimentazione



www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La velocità di sedimentazione

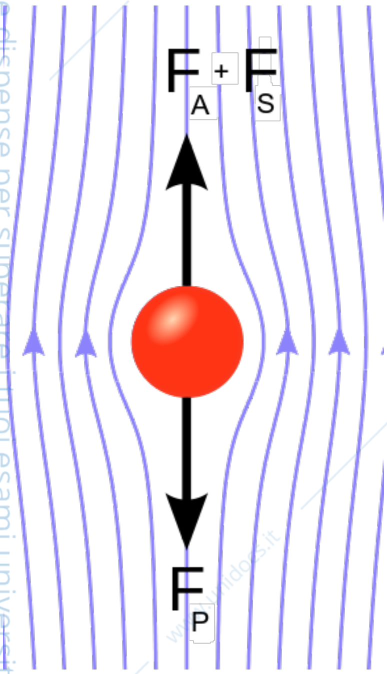


Una sfera di massa m in moto di caduta in un fluido viscoso di viscosità η sperimenta tre forze:

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La velocità di sedimentazione



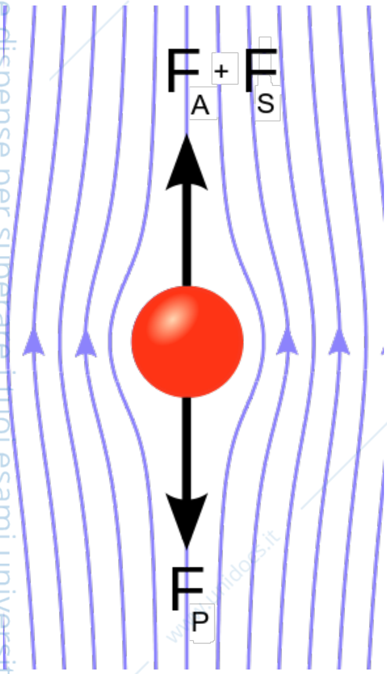
Una sfera di massa m in moto di caduta in un fluido viscoso di viscosità η sperimenta tre forze:

- La forza peso $\vec{F}_P = m\vec{g} = \rho_S V \vec{g}$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La velocità di sedimentazione



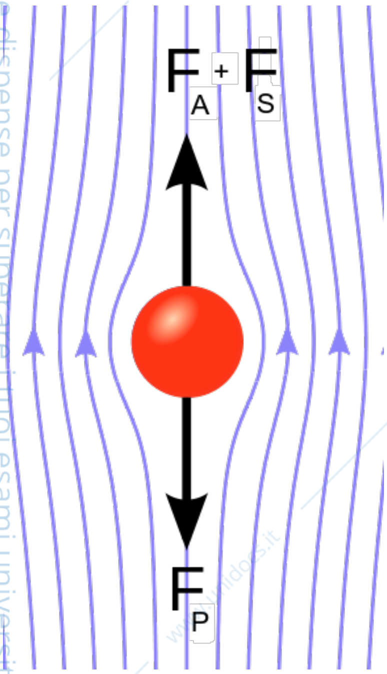
Una sfera di massa m in moto di caduta in un fluido viscoso di viscosità η sperimenta tre forze:

- La forza peso $\vec{F}_P = m\vec{g} = \rho_S V \vec{g}$
- La spinta di Archimede $\vec{F}_A = m\vec{g} = \rho_L V \vec{g}$
- La forza viscosa di Stokes $\vec{F}_S = -6\pi\eta r v$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La velocità di sedimentazione



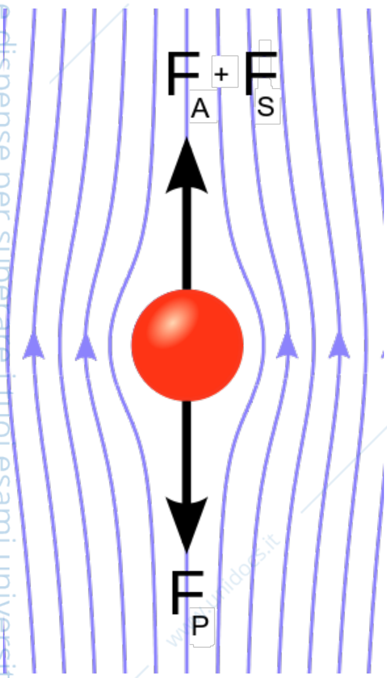
Una sfera di massa m in moto di caduta in un fluido viscoso di viscosità η sperimenta tre forze:

- La forza peso $\vec{F}_P = m\vec{g} = \rho_S V \vec{g}$
- La spinta di Archimede $\vec{F}_A = m\vec{g} = \rho_L V \vec{g}$
- La forza viscosa di Stokes $\vec{F}_S = -6\pi\eta r v$
- All'equilibrio:
  $F_P - F_A - F_S = 0 \Rightarrow F_S = F_P - F_A$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La velocità di sedimentazione



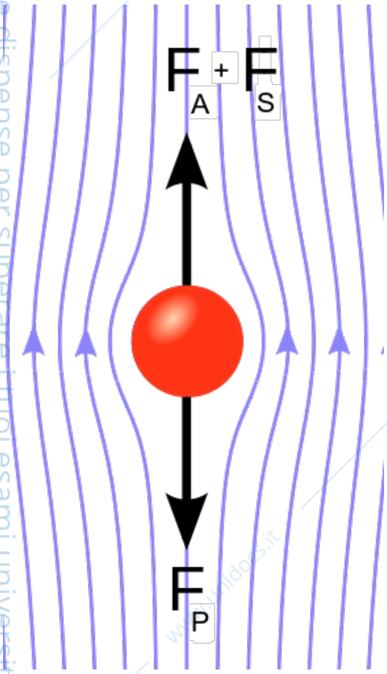
Una sfera di massa m in moto di caduta in un fluido viscoso di viscosità η sperimenta tre forze:

- La forza peso $\vec{F}_P = m\vec{g} = \rho_S V \vec{g}$
- La spinta di Archimede $\vec{F}_A = m\vec{g} = \rho_L V \vec{g}$
- La forza viscosa di Stokes $\vec{F}_S = -6\pi\eta r v$
- All'equilibrio: $F_P - F_A - F_S = 0 \Rightarrow F_S = F_P - F_A$
- $v_{Sed} = \dfrac{F_P - F_A}{\beta} \Rightarrow v_{Sed} = \dfrac{F_P - F_A}{6\pi\eta r}$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La velocità di sedimentazione



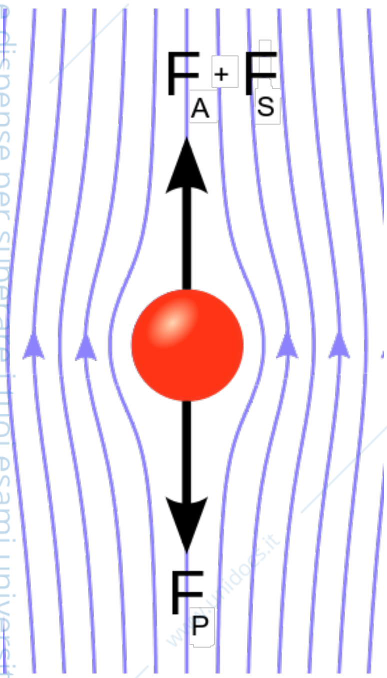
Una sfera di massa m in moto di caduta in un fluido viscoso di viscosità η sperimenta tre forze:

- La forza peso $\vec{F}_P = m\vec{g} = \rho_S V \vec{g}$
- La spinta di Archimede $\vec{F}_A = m\vec{g} = \rho_L V \vec{g}$
- La forza viscosa di Stokes $\vec{F}_S = -6\pi\eta r v$
- All'equilibrio: $F_P - F_A - F_S = 0 \Rightarrow F_S = F_P - F_A$
- $v_{Sed} = \dfrac{F_P - F_A}{\beta} \Rightarrow v_{Sed} = \dfrac{F_P - F_A}{6\pi\eta r}$
- $V_{Sfera} = \dfrac{4\pi r^3}{3} \Rightarrow m = \rho \cdot V_{Sfera}$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La velocità di sedimentazione



Una sfera di massa m in moto di caduta in un fluido viscoso di viscosità η sperimenta tre forze:

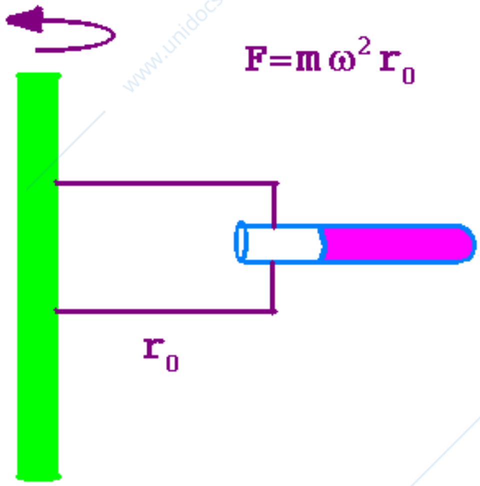
- La forza peso $\vec{F}_P = m\vec{g} = \rho_S V \vec{g}$
- La spinta di Archimede $\vec{F}_A = m\vec{g} = \rho_L V \vec{g}$
- La forza viscosa di Stokes $\vec{F}_S = -6\pi\eta r v$
- All'equilibrio: $F_P - F_A - F_S = 0 \Rightarrow F_S = F_P - F_A$
- $v_{Sed} = \dfrac{F_P - F_A}{\beta} \Rightarrow v_{Sed} = \dfrac{F_P - F_A}{6\pi\eta r}$
- $V_{Sfera} = \dfrac{4\pi r^3}{3} \Rightarrow m = \rho \cdot V_{Sfera}$

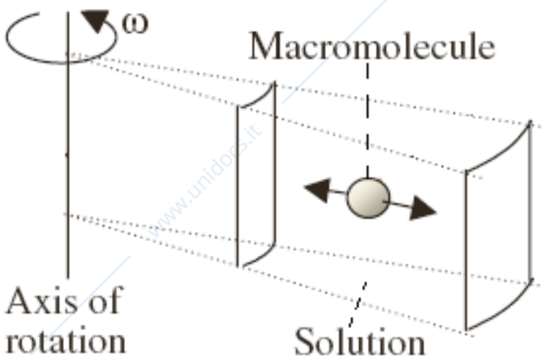
$$v_{Sed} = \frac{(\rho_S - \rho_F)\, V \vec{g}}{6\pi\eta r} = \frac{2}{9}\frac{(\rho_S - \rho_F)}{\eta} g\, r^2$$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La centrifuga: $v_S = \frac{2r^2}{9}\frac{(\rho_S - \rho_F)}{\eta}\omega^2 R$





Per aumentare la velocità di sedimentazione di particelle piccole e/o per separarle dalle soluzioni, si usa la centrifuga, che genera un'accelerazione $\omega^2 R$ quindi la velocità di sedimentazione diventa (sostituendo a g $\omega^2 R$):

$$v_S = \frac{2r^2}{9}\frac{(\rho_S - \rho_F)}{\eta}\omega^2 R$$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

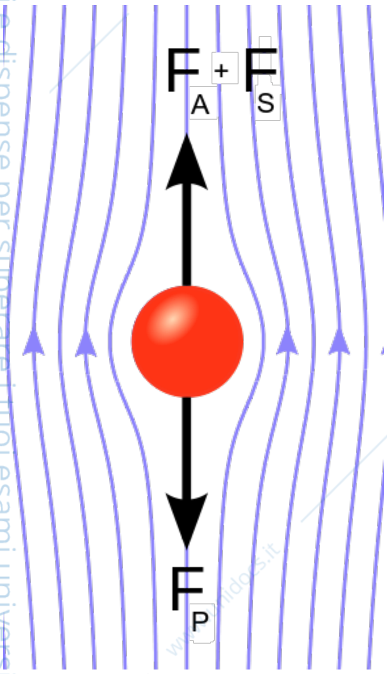
www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La velocità di sedimentazione: $v_S = \frac{2}{9}\frac{(\rho_S - \rho_F)}{\eta}\, g\, r^2$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

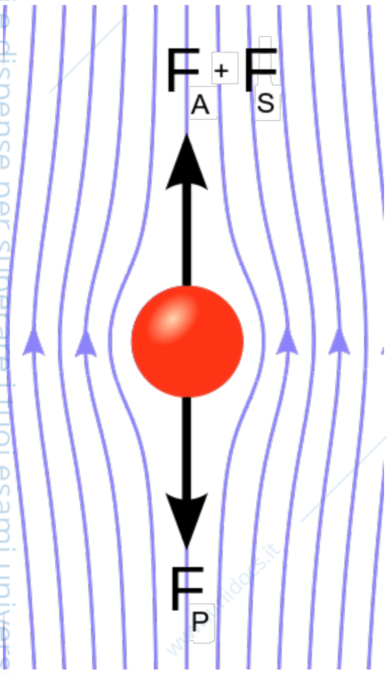
La velocità di sedimentazione: $v_S = \frac{2}{9}\frac{(\rho_S - \rho_F)}{\eta} g\, r^2$



www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La velocità di sedimentazione: $v_S = \frac{2}{9}\frac{(\rho_S - \rho_F)}{\eta} g\, r^2$

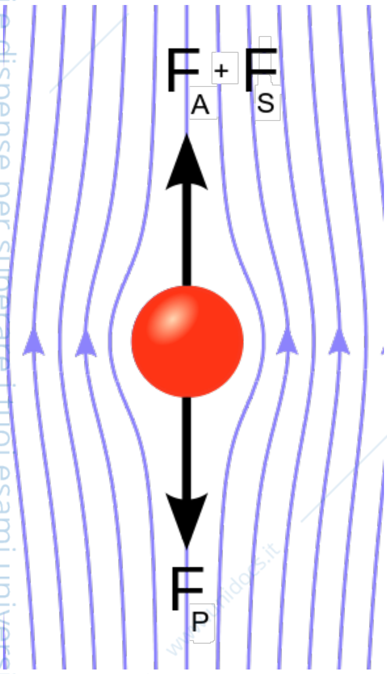


Una sfera di massa m in moto di caduta in un fluido viscoso di viscosità η sperimenta tre forze:

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La velocità di sedimentazione: $v_S = \frac{2}{9}\frac{(\rho_S - \rho_F)}{\eta} g\, r^2$



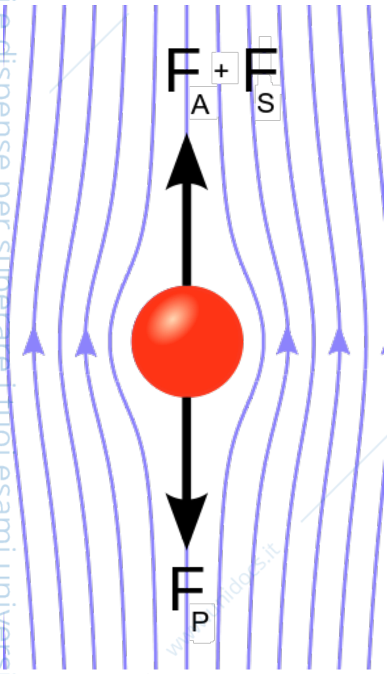
Una sfera di massa m in moto di caduta in un fluido viscoso di viscosità η sperimenta tre forze:

- La forza peso $\vec{F}_P = m\vec{g} = \rho_S V \vec{g}$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La velocità di sedimentazione: $v_S = \frac{2}{9}\frac{(\rho_S - \rho_F)}{\eta} g\, r^2$



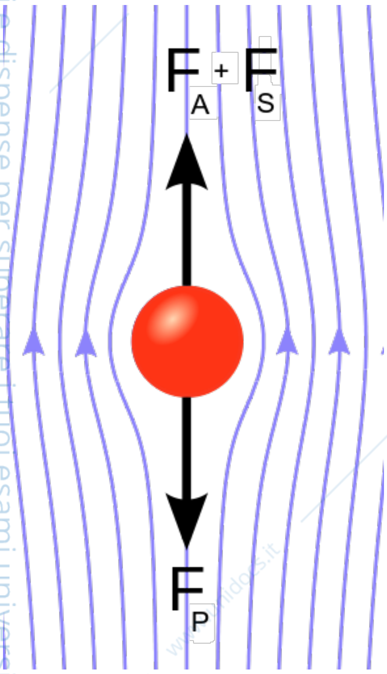
Una sfera di massa m in moto di caduta in un fluido viscoso di viscosità η sperimenta tre forze:

- La forza peso $\vec{F}_P = m\vec{g} = \rho_S V \vec{g}$
- La spinta di Archimede $\vec{F}_A = m\vec{g} = \rho_L V \vec{g}$ (V Volume sfera $V = 4/3\pi r^3$)

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La velocità di sedimentazione: $v_S = \frac{2}{9}\frac{(\rho_S - \rho_F)}{\eta} g\, r^2$



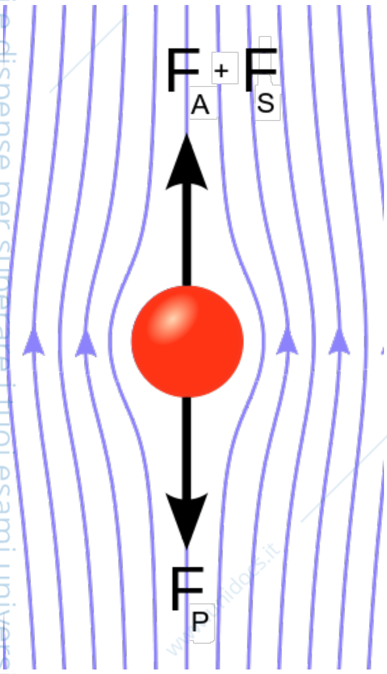
Una sfera di massa m in moto di caduta in un fluido viscoso di viscosità η sperimenta tre forze:

- La forza peso $\vec{F}_P = m\vec{g} = \rho_S V \vec{g}$
- La spinta di Archimede $\vec{F}_A = m\vec{g} = \rho_L V \vec{g}$ (V Volume sfera $V = 4/3\pi r^3$)
- La forza viscosa di Stokes $\vec{F}_S = -6\pi\eta r v$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La velocità di sedimentazione: $v_S = \frac{2}{9}\frac{(\rho_S - \rho_F)}{\eta} g\, r^2$



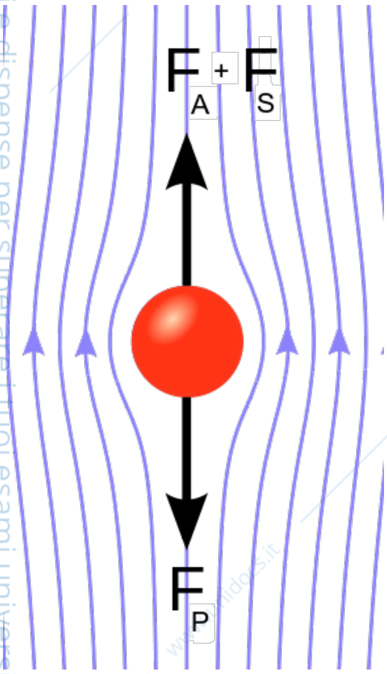
Una sfera di massa m in moto di caduta in un fluido viscoso di viscosità η sperimenta tre forze:

- La forza peso $\vec{F}_P = m\vec{g} = \rho_S V \vec{g}$
- La spinta di Archimede $\vec{F}_A = m\vec{g} = \rho_L V \vec{g}$ (V Volume sfera $V = 4/3\pi r^3$)
- La forza viscosa di Stokes $\vec{F}_S = -6\pi\eta r v$
- All'equilibrio: $F_A + F_P = F_S$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La velocità di sedimentazione: $v_S = \frac{2}{9}\frac{(\rho_S - \rho_F)}{\eta} g\, r^2$



Una sfera di massa m in moto di caduta in un fluido viscoso di viscosità η sperimenta tre forze:

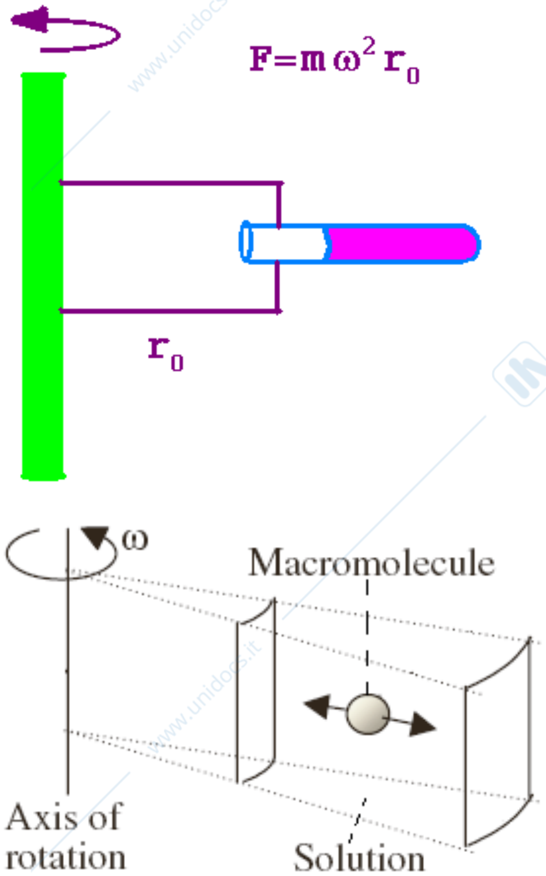
- La forza peso $\vec{F}_P = m\vec{g} = \rho_S\, V\, \vec{g}$
- La spinta di Archimede $\vec{F}_A = m\vec{g} = \rho_L\, V\, \vec{g}$ (V Volume sfera $V = 4/3\pi r^3$)
- La forza viscosa di Stokes $\vec{F}_S = -6\pi\eta r v$
- All'equilibrio: $F_A + F_P = F_S$
- $6\pi\eta r v = \rho_S\, V\, \vec{g} - \rho_F\, V\, \vec{g} \Rightarrow$

$$v = \frac{(\rho_S - \rho_F)\, V\, \vec{g}}{6\pi\eta r} = \frac{2}{9}\frac{(\rho_S - \rho_F)}{\eta} g\, r^2$$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

La centrifuga: $v_S = \frac{2r^2}{9}\frac{(\rho_S - \rho_F)}{\eta}\omega^2 R$



Per aumentare la velocità di sedimentazione di particelle piccole e/o per separarle dalle soluzioni, si usa la centrifuga, che genera un'accelerazione $\omega^2 R$ quindi la velocità di sedimentazione diventa (sostituendo a g $\omega^2 R$):

$$v_S = \frac{2r^2}{9}\frac{(\rho_S - \rho_F)}{\eta}\omega^2 R$$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari