

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TERAMO

Fisica

Medicina Veterinaria — Semestre Aperto
2026

Prof. Francesco de Pasquale

Lezioni 24 e 25

Outline

Lezione 24

- Principio di Pascal per la trasmissione della pressione nei fluidi incomprimibili
- Esempi ed esercizi

Lezione 25

- Principio di Archimede per la spinta che un fluido esercita su un corpo immerso.
- Analisi delle condizioni di galleggiamento.

Legge di Stevino (riepilogo)

In un fluido in quiete, la pressione aumenta linearmente con la profondità.

$$P = P_0 + \rho gh$$

Dove: P_0 è la pressione superficiale, ρ è la densità del fluido, g è l'accelerazione di gravità, h è la profondità.

Componenti e Unità di Misura

- **P:** Pressione totale (Pascal – Pa)
- **P_0 :** Pressione superficiale (Pa)
- **ρ (rho):** Densità del fluido (kg/m^3)
- **g :** Accelerazione di gravità (9.81 m/s^2)
- **h :** Profondità (metri – m)

Proprietà Fondamentali

- A parità di profondità, la pressione è uguale in tutti i punti del fluido.
- La pressione non dipende dalla forma o dalla dimensione del contenitore.

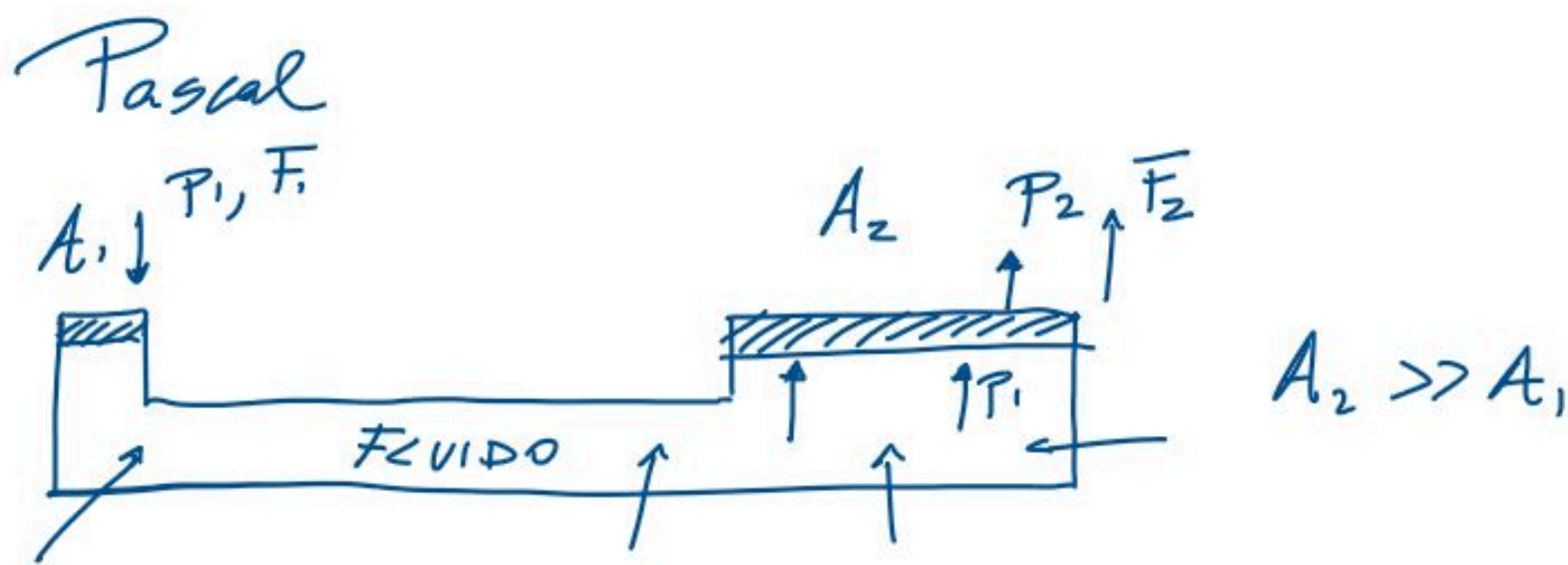
Applicazioni Biomediche

- Differenze di pressione sanguigna nel corpo (es. tra testa e piedi).
- Effetti della pressione esterna sul corpo durante l'immersione subacquea.

 La Legge di Stevino è valida esclusivamente per fluidi in quiete (fluidostatica), non per fluidi in movimento.

Principio di Pascal

In un fluido confinato, una variazione di pressione si trasmette **inalterata** in qualunque punto del fluido e delle pareti del recipiente che lo contiene



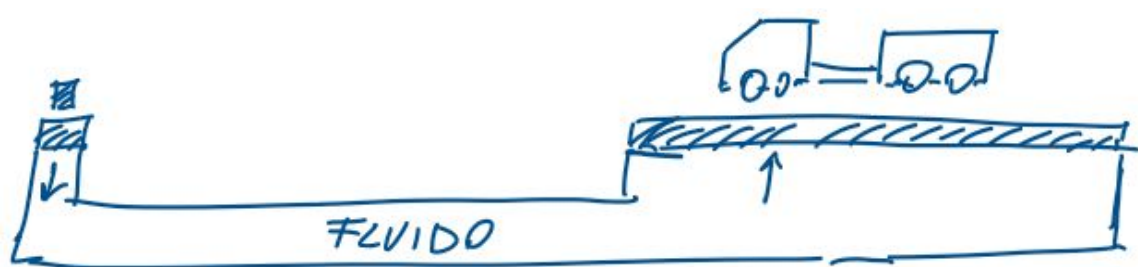
$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1$$

$$\text{Se } A_2 \gg A_1 \Rightarrow F_1 \ll F_2$$

⇓
all'aumentare della sup. A_2 posso mettere in equilibrio
una forza F_2 con una F_1 molto più piccola



Schema del torchio idraulico: un fluido trasmette la pressione tra due pistoni di area diversa.

Principio

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} \cdot F_1$$

Amplificazione della forza

Se $A_1 \ll A_2$, una piccola forza F_1 genera una forza molto maggiore F_2 .

Esempio: se $A_2 = 100 \cdot A_1$, allora $F_2 = 100 \cdot F_1$.

Applicazioni

- Freni idraulici
- Cric idraulico
- Presse industriali

Riepilogo amplificazione della forza

Pistone piccolo

Area A_1 piccola

Forza applicata: F_1

Pressione trasmessa

$$P_1 = P_2$$

Trasmissione inalterata nel fluido

Pistone grande

Area $A_2 \gg A_1$

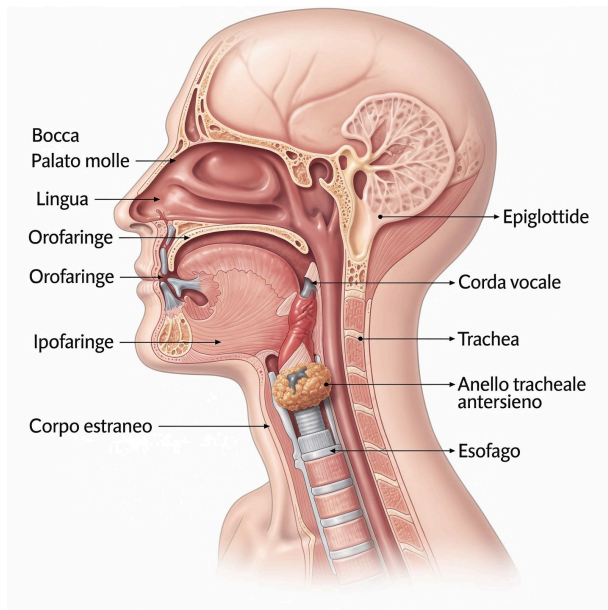
Forza risultante: $F_2 \gg F_1$

 Applicazione pratica: il cric idraulico, il freno idraulico dell'auto, la pressa industriale.

Applicazione Biomedica: Manovra di Heimlich

 Basata sul Principio di Pascal: ΔP applicata sull'addome si trasmette inalterata ai polmoni → espulsione del corpo estraneo

Vie aeree ostruite



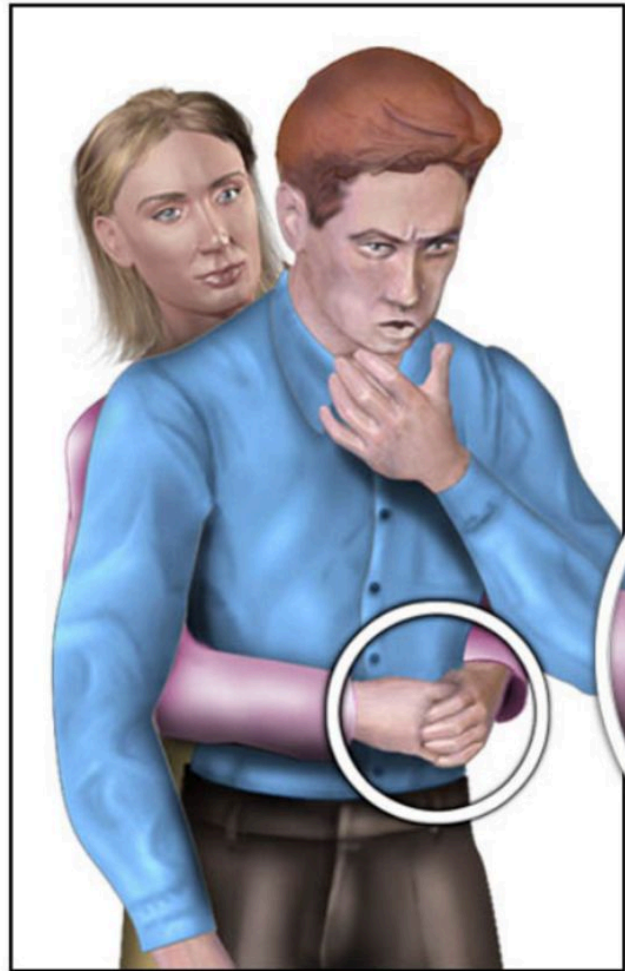
Il corpo estraneo blocca il flusso d'aria verso i polmoni

Principio fisico

$$\Delta P_{\text{addome}} = \Delta P_{\text{polmoni}}$$

Una compressione rapida sull'addome aumenta la pressione intra-addominale. Per il Principio di Pascal, questa variazione si trasmette inalterata all'aria nei polmoni, generando un flusso espulsivo.

 La forza deve essere applicata sotto lo sterno, mai sulle costole



Adulto

Compressioni addominali decise verso l'alto da dietro, sotto lo sterno.



Bambino

Forza ridotta, posizione adattata. Stesso principio fisico: ΔP trasmessa inalterata.

Applicazione Biomedica: Sfigmomanometro

Il Principio di Pascal trova una delle sue applicazioni più dirette e vitali nella misurazione della pressione arteriosa attraverso lo sfigmomanometro.



Come Funziona

Il bracciale dello sfigmomanometro viene gonfiato per esercitare una pressione esterna sull'arteria brachiale, occludendola temporaneamente. Questa pressione, applicata al fluido (sangue) all'interno dell'arteria, si trasmette inalterata, secondo il Principio di Pascal, al manometro che ne rileva il valore.

Valori Misurati

- **Pressione Sistolica (Massima):** La pressione esercitata dal sangue sulle pareti arteriose quando il cuore si contrae (tipicamente ~120 mmHg).
- **Pressione Diastolica (Minima):** La pressione residua quando il cuore è a riposo tra un battito e l'altro (tipicamente ~80 mmHg).

Collegamento con il Principio di Pascal

La pressione esterna applicata dal bracciale (ΔP) viene trasmessa uniformemente al fluido (sangue) all'interno dell'arteria. Il manometro, essendo collegato a questo sistema fluido-bracciale, rileva la pressione arteriosa interna. Questo permette di "leggere" la forza che il sangue esercita sulle pareti dei vasi, sfruttando la trasmissione della pressione in un sistema chiuso.

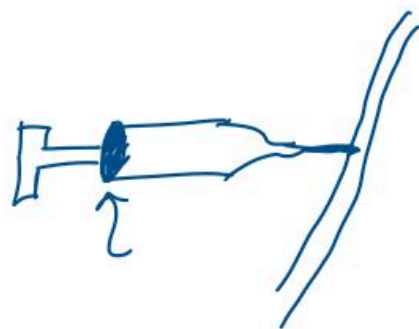
⚠ **Valori Normali:** tipicamente 120/80 mmHg. **Iperensione:** valori superiori a 140/90 mmHg indicano una condizione di rischio.

Esercizi

Esercizio #813

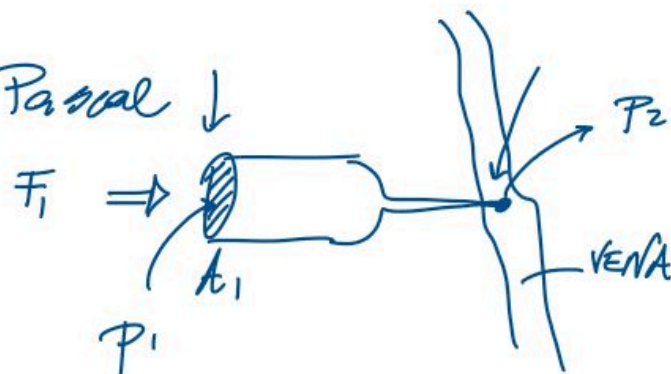
$$d = 1 \text{ cm}$$

$$P = 12 \text{ mm Hg}$$



- A) 1230 N
- B) 125 N
- C) 12,5 N
- D) 1,25 N
- E) 0,125 N ←

Per il principio di Pascal ↓



$$P_2 = P_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

$$F_1 = P_2 A_1$$

$$= P_2 (\pi r^2) = P_2 \left(\pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right)$$

$$P_2 = 12 \text{ mm Hg} = 12 \cdot 133,3 \text{ Pa} = 1599 \text{ Pa}$$

$$F_1 = 1599 \cdot (3,14) \left(\frac{0,01}{2} \right)^2$$

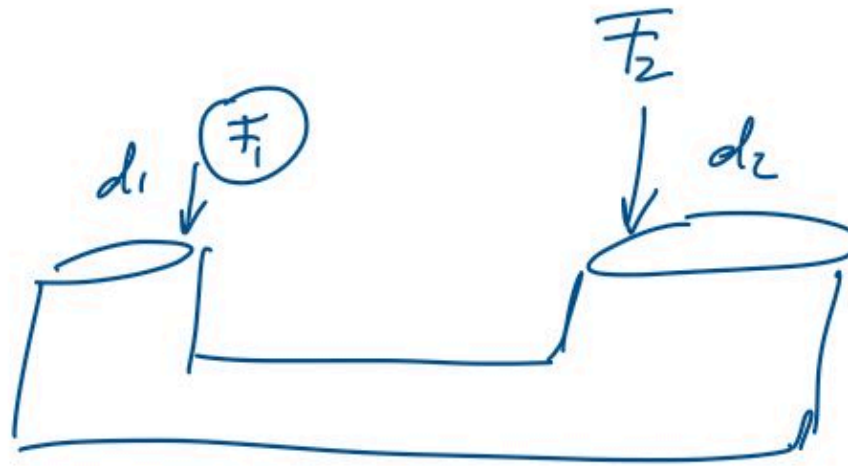
$$\approx 1600 \cdot 3,14 \cdot 0,000025$$

$$F_1 = 0,125 \text{ N}$$

E) ✓

Esercizio # 818

$$F_2 = 80 \cdot 10^3 \text{ N}$$



$$\frac{d_2}{d_1} = 20$$

$$F_1 = ?$$

- A) $200 \text{ N} \leftarrow$
- B) 20 N
- C) 2 N
- D) 400 N
- E) 4000 N

Pascal



$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_1 = \frac{A_1}{A_2} F_2 = \frac{\cancel{\pi} d_1^2}{\cancel{\pi} d_2^2} F_2$$

$$= \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 \frac{1}{\left(\frac{d_2}{d_2} \right)^2} F_2$$

$$= \frac{d_1^2}{\cancel{4}} \frac{\cancel{4}}{d_2^2} F_2$$

$$F_1 = \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 F_2 = \frac{1}{(20)^2} \cdot 80 \cdot 10^3$$

$$= \frac{\cancel{80} \cdot 10^3 \cancel{8000}}{\cancel{400}} = 200$$

$$F_1 = 200 \text{ N} \quad \text{A) } \checkmark$$

Principio di Archimede

Un corpo immerso in un fluido riceve una spinta dal basso verso l'alto, applicata al suo centro di massa, pari al peso del volume di fluido spostato



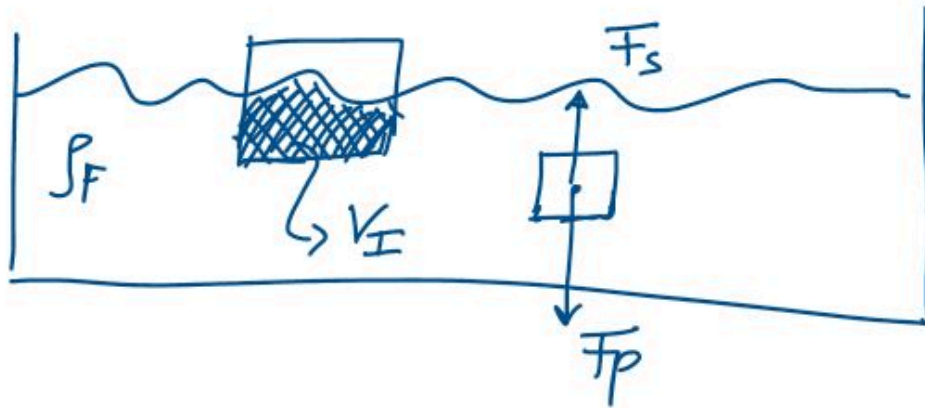
Espressione generale

La spinta di Archimede, per un oggetto che sposta un volume V_E di fluido con densità ρ_F , è pari a:

$$F_s = \rho_F \cdot V_I \cdot g$$

dove V_I è il **volume immerso** (volume di fluido spostato), **non necessariamente il volume totale** dell'oggetto.

Spinta di Archimede



$$F_S = \underset{\text{SPOSTATA}}{F_{P, H_2O}} = \underset{\text{SPOST.}}{M_{H_2O}} \cdot g = \rho_F \cdot V_I g$$

$$F_S = \rho_F V_I g$$

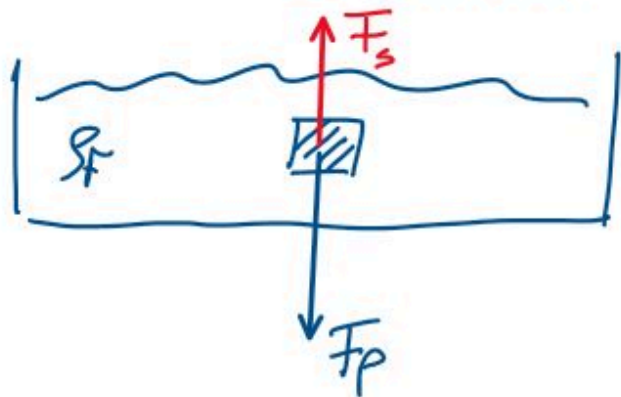
Dipende dal fluido ρ_F
" " $V_I \Rightarrow$ geometria

NON DIPENDE DALLA DENSITA' OGGETTO

Ma quando un oggetto immerso galleggia?

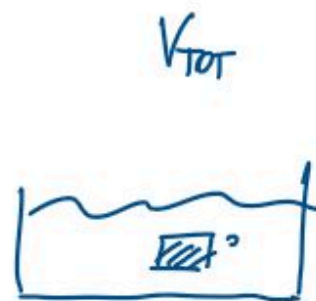


CONDIZIONI DI GALLEGGIAMENTO



Condizione minima di galleggiamento:

$$-F_P + F_S = 0$$



$$F_S = F_P$$

$$\rho_F V_I g = m_o g$$

oggetto complet.
immerso



$$V_I = V_{TOT}$$

$$\cancel{\rho_F V_{TOT}} = \cancel{\rho_o V_{TOT}}$$

$$\boxed{\rho_o = \rho_F}$$

condiz. di galleggiamento
in eq. (minima)

Se invece $F_S > F_P$



$$\boxed{\rho_o < \rho_F}$$

condiz. gall.



risalita verso l'alto

L'oggetto affonda se

$$\boxed{\rho_o > \rho_F}$$

Condizione di Galleggiamento (Appunti)

Per un oggetto in equilibrio sul fluido, la spinta di Archimede bilancia il peso:

$$F_p = F_s \Rightarrow m_o g = \rho_F V_I g$$

Se l'oggetto è completamente immerso ($V_E = V_o$), la condizione di galleggiamento diventa:

$$\boxed{\rho_o = \rho_F}$$

Tre Casi Possibili

$$\rho_o < \rho_F$$

$$F_P < F_S$$

L'oggetto **sale in superficie** e galleggia parzialmente immerso.

$$\rho_o = \rho_F$$

$$F_P = F_S$$

L'oggetto è in **equilibrio indifferente**: galleggia completamente immerso.

$$\rho_o > \rho_F$$

$$F_P > F_S$$

L'oggetto **affonda**: il peso supera la spinta.

Alcuni valori di riferimento:

Oggetto	Densità (kg/m ³)	Comportamento in acqua dolce
Piombo 	11.340	↓ Affonda
Rame 	8.960	↓ Affonda
Acciaio 	7.850	↓ Affonda
Alluminio pieno 	2.700	↓ Affonda
Vetro 	2.500	↓ Affonda
Ghiaccio 	917	↑ Galleggia
Legno di pino 	500	↑ Galleggia
Sughero 	240	↑ Galleggia
Pallina da ping-pong 	≈ 85	↑ Galleggia
Palla gonfiata di aria 	≈ 50 – 150	↑ Galleggia

Esempio: L'Iceberg (Appunti)



...è solo la punta dell'iceberg...

Solo un modo di dire o ha un fondamento fisico?

L'iceberg galleggia perché $\rho_{\text{ghiaccio}} < \rho_{\text{oceano}}$

Dati

$$\rho_{ice} = 916 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{oc} = 1025 \text{ kg/m}^3$$

Formula

$$f_E = 1 - \frac{\rho_{ice}}{\rho_{oc}} = 1 - \frac{916}{1025} \approx 0,106$$

10%

Volume Emerso

La parte visibile sopra la superficie

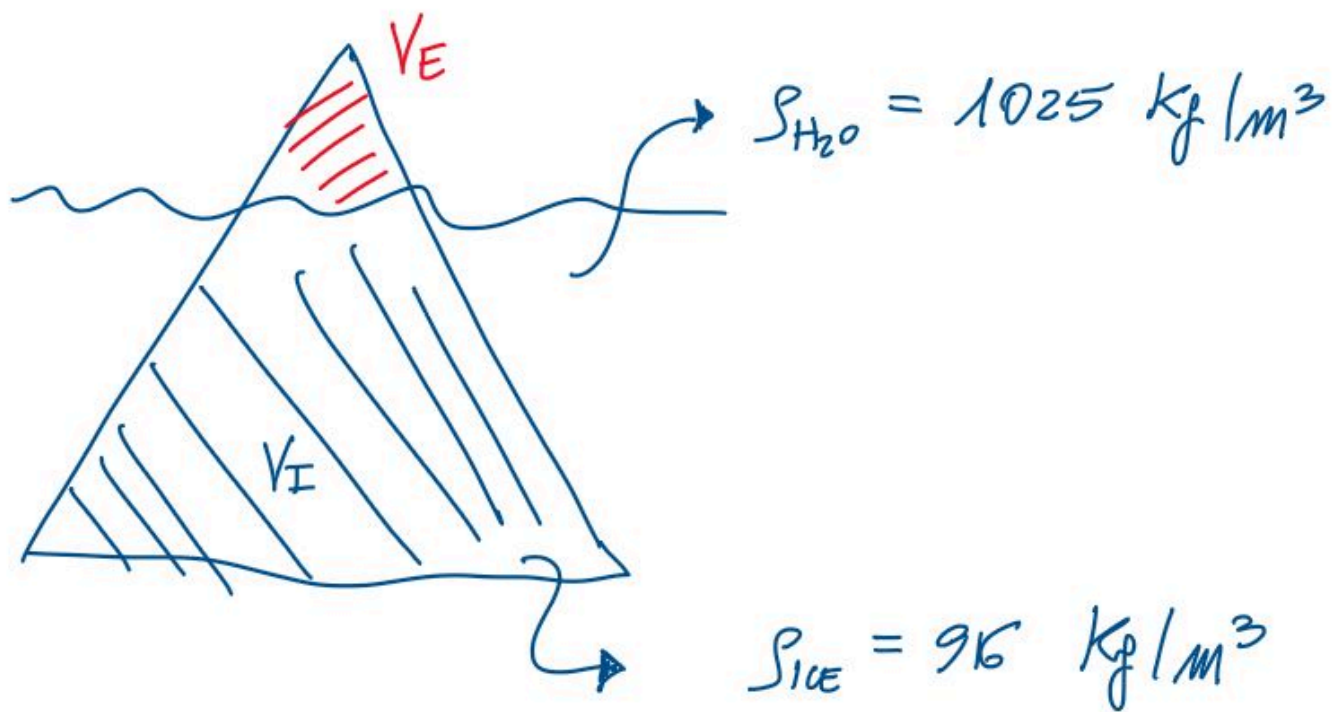
90%

Volume Immerso

La parte nascosta sotto l'acqua

⊗ Solo il **10%** del volume dell'iceberg è visibile! Il **90%** è sommerso.

IUEBERG



Voglio calcolare la frazione di Volume emerso:

$$f_E = \frac{V_E}{V_{TOT}} = \frac{V_{TOT} - V_I}{V_{TOT}} = \left(\frac{V_{TOT}}{V_{TOT}} - \frac{V_I}{V_{TOT}} \right) = \left(1 - \frac{V_I}{V_{TOT}} \right)$$

$$\frac{V_I}{V_{TOT}} = ?$$

Se galleggia

$$F_P = F_S$$

Condizione di gallegg.

$$M_{ICE} \cdot g = \rho_{H_2O} \cdot V_I \cdot g$$

$$\rho_{ICE} \cdot V_{TOT} = \rho_{H_2O} V_I$$

$$\frac{V_I}{V_{TOT}} = \frac{\rho_{ICE}}{\rho_{H_2O}} = \frac{916}{1025} \approx 0,89 \approx 0,9$$

$$f_E = 1 - \frac{V_I}{V_{TOT}} = (1 - 0,9) = 0,1 = 10\%$$

La frazione che emerge è molto piccola rispetto al volume totale, solo il 10% il resto è sommerso

Riepilogo: frazione emersa dell'Iceberg

Dalla condizione di galleggiamento $F_P = F_S$:

$$m_{ice} \cdot g = \rho_{oc} \cdot V_I \cdot g$$

$$\rho_{ice} \cdot V_{TOT} = \rho_{oc} \cdot V_I \Rightarrow \frac{V_I}{V_{TOT}} = \frac{\rho_{ice}}{\rho_{oc}}$$

La frazione **emersa** è:

$$f_E = 1 - \frac{V_I}{V_{TOT}} = 1 - \frac{916}{1025} \approx 10\%$$

L'iceberg galleggia perché $\rho_{\text{ghiaccio}} < \rho_{\text{oceano}}$

10%

Volume Emerso

La parte visibile sopra la superficie

90%

Volume Immerso

La parte nascosta sotto l'acqua

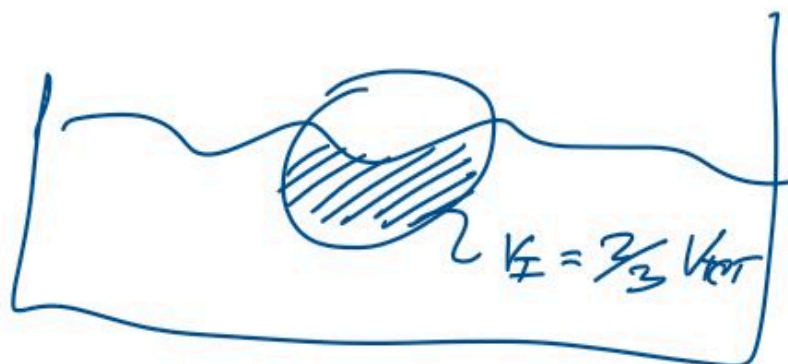
⊗ Solo il **10%** del volume dell'iceberg è visibile! Il **90%** è sommerso.

Esercizi

Esercizio # 816

$$d = 10 \text{ cm}$$

$$V_I = \frac{2}{3} V_{TOT}$$



F_p del corpo:

- A) 3,4 N ←
- B) 0,1 N
- C) 0,75 N
- D) 6,5 N
- E) 9,8 N

$$F_p = F_s = \rho_F V_I g = 10^3 \cdot \frac{2}{3} \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right) \cdot 9,81$$

$$= \cancel{10^3} \frac{2}{3} \frac{4}{3} 3,14 \left(0,1/2 \right)^3 \cdot \cancel{9,81}$$

$$= \cancel{10^4} \frac{8}{9} \cancel{3,14} \frac{1}{8} \cancel{(10^{-1})^3} \cancel{10^{-3}} 10 \frac{1}{3}$$

$$\approx 3,5 \text{ N} \quad \text{A) } \checkmark$$

Riepilogo: Principio di Pascal

Una variazione di pressione in un fluido confinato si trasmette **inalterata** in ogni punto. Questo permette di amplificare le forze: $F_2 = (A_2/A_1) \cdot F_1$.

Applicazioni: torchio idraulico, freni, manovra di Heimlich.

Formule Chiave della Lezione

Pressione

$$P = \frac{F_{\perp}}{A}$$

Densità

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

Stevino

$$P = P_0 + \rho gh$$

Archimede

$$F_s = \rho_F V_I g$$

Riepilogo della Lezione

Lezione 24 — Principio di Pascal

Definizione: variazione di pressione trasmessa inalterata in un fluido confinato

Formula: $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$

- Amplificazione della forza nei sistemi idraulici
- **Applicazioni:** torchio idraulico, freni, cric idraulico, presse industriali
- **Biomedica:** Manovra di Heimlich
- **Biomedica:** Sfigmomanometro

Lezione 25 — Principio di Archimede

Definizione: spinta dal basso verso l'alto pari al peso del fluido spostato

Formula: $F_s = \rho_F \cdot V_I \cdot g$

- **Tre casi:** $\rho_o < \rho_F$ (galleggia), $\rho_o = \rho_F$ (equilibrio), $\rho_o > \rho_F$ (affonda)
- **Condizione di galleggiamento:** $\rho_o = \rho_F$
- **Esempio:** iceberg (10% emerso, 90% immerso)

 Tutte le leggi si basano sul concetto fondamentale di pressione: $P = \frac{F_{\perp}}{A}$

Domande di Autovalutazione

- 1 Enunciare il Principio di Pascal e spiegare cosa si intende per "trasmissione inalterata" della pressione.
- 2 In un torchio idraulico, il pistone piccolo ha area $A_1 = 10 \text{ cm}^2$ e quello grande $A_2 = 200 \text{ cm}^2$. Quale forza F_2 si ottiene applicando $F_1 = 50 \text{ N}$?
- 3 Come si applica il Principio di Pascal nella manovra di Heimlich? Descrivere il meccanismo fisico.
- 4 Enunciare il Principio di Archimede e scrivere la formula della spinta di Archimede, specificando il significato di ogni termine.
- 5 Un oggetto ha densità $\rho_o = 800 \text{ kg/m}^3$ e viene immerso in acqua ($\rho_F = 1000 \text{ kg/m}^3$). Galleggia o affonda? Quale frazione del volume è immersa?
- 6 Perché circa il 90% del volume di un iceberg è sommerso? Ricavare la formula della frazione emersa a partire dalla condizione di galleggiamento.

 Suggerimento: per ogni risposta, parti sempre dalla definizione fisica e poi applica la formula.