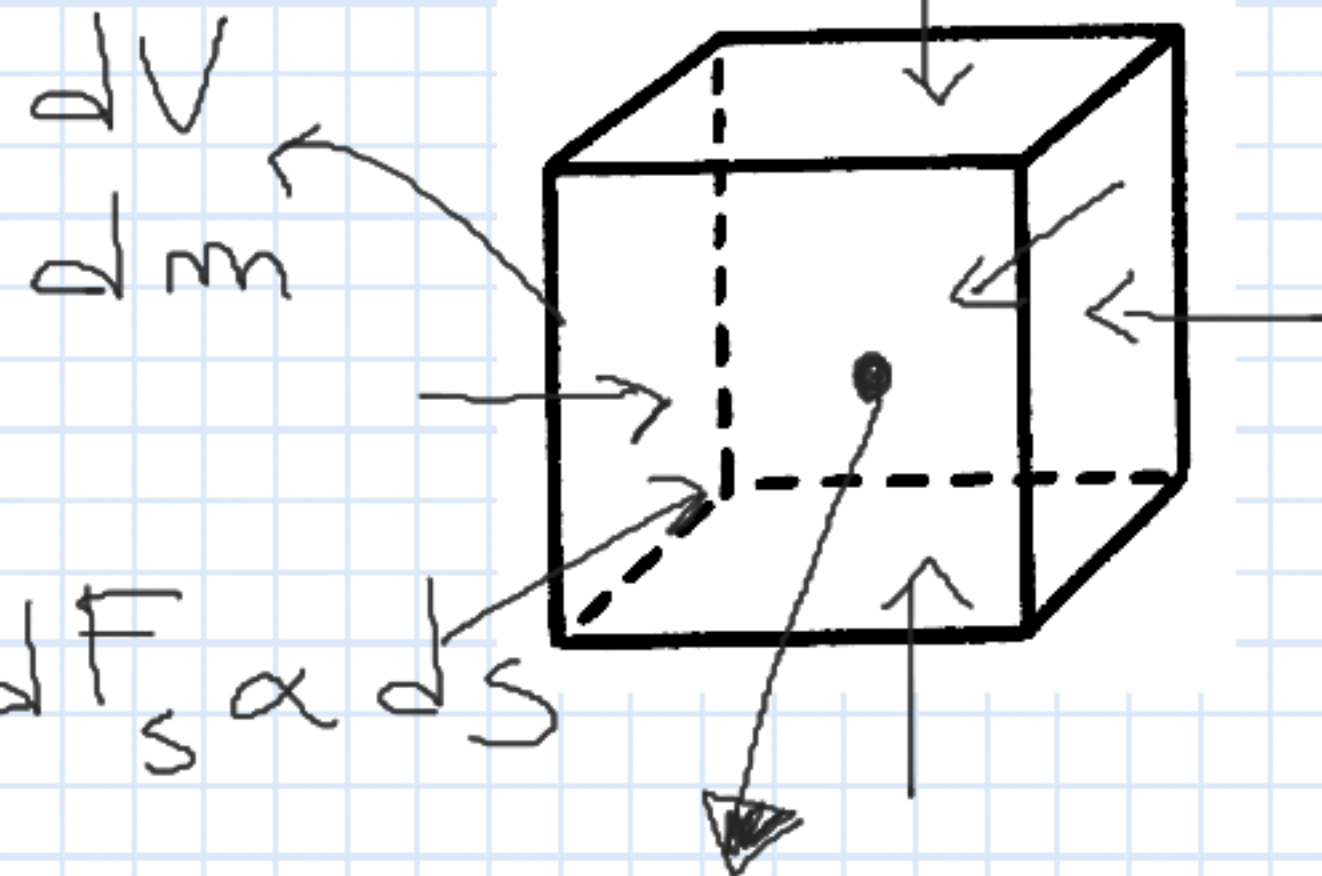


liquid: $\rho_{liq} \gg \rho_{gas}$

gas: $\rho_{gas} \ll \rho_{liq}$



• $dm \equiv \rho dV$ [kg]

• $\rho = \frac{dm}{dV} \Rightarrow \rho = \frac{m}{V}$ [$\frac{kg}{m^3}$]

• $P = \frac{d\Pi_s}{dS}$ [P_a] = $\frac{N}{m^2}$

$P = \Pi_s / S$

UNITÀ DI MISURA PRESSIONE:

- $[Pa] = N/m^2$ S.I.

- $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

- $1 \text{ atm} = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa} \approx 1 \text{ bar}$

- $1 \text{ mmHg} = 1 \text{ Torr} = \frac{1}{760} \text{ atm} = 133,3 \text{ Pa}$

Pressione:

È UNA QUANTITÀ SCALARE

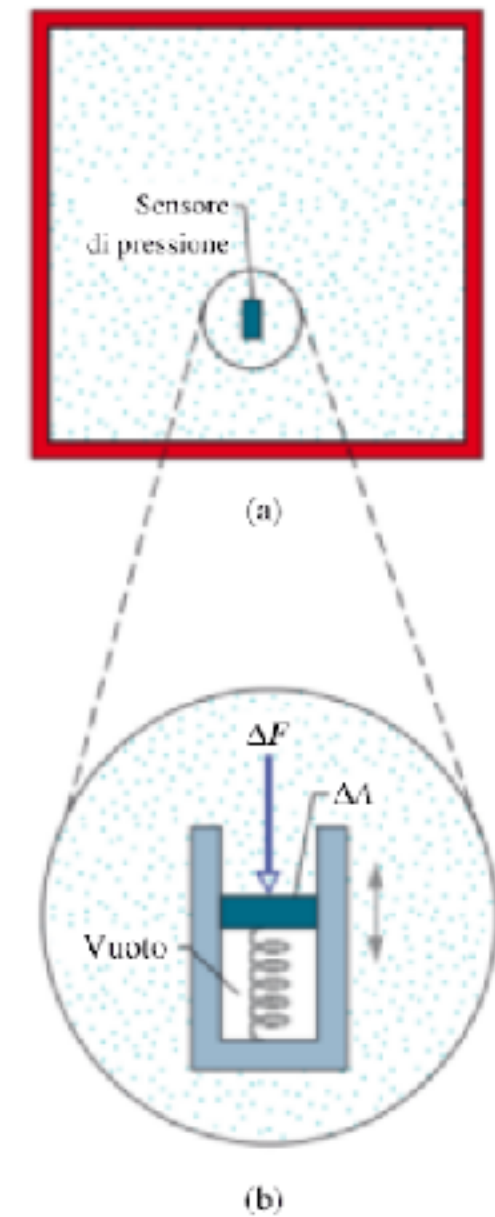


Figura 14.1 (a) Un contenitore riempito di un fluido con un sensore di pressione al suo interno; i dettagli del sensore sono mostrati in (b). La pressione è misurata dalla posizione relativa del pistone del sensore.

TABELLA 14.1 Alcuni valori di massa volumica o densità

Sostanza o oggetto	Massa volumica (kg/m ³)
Spazio interstellare	10 ⁻²⁰
Massimo «vuoto» raggiungibile in laboratorio	10 ⁻¹⁷
Aria: a 20 °C e 1 bar	1,21
a 20 °C e 50 bar	60,5
Polistirolo espanso	1 · 10 ²
Acqua: a 20 °C e 1 bar	0,998 · 10 ³
a 20 °C e 50 bar	1,000 · 10 ³
Acqua del mare: a 20 °C e 1 bar	1,024 · 10 ³
Sangue	1,060 · 10 ³
Ghiaccio	0,917 · 10 ³
Ferro	7,9 · 10 ³
Mercurio	13,6 · 10 ³
Terra: valor medio	5,5 · 10 ³
nucleo	9,5 · 10 ³
crosta	2,8 · 10 ³
Sole: valor medio	1,4 · 10 ³
nucleo	1,6 · 10 ³
Stella nana bianca (nucleo centrale)	10 ¹⁰
Nucleo dell'uranio	3 · 10 ¹⁷
Stella di neutroni (nucleo centrale)	10 ¹⁸

TABELLA 14.2 Alcuni valori di pressione

	Pressione (Pa)
Centro del Sole	2 · 10 ¹⁶
Centro della Terra	4 · 10 ¹¹
Massima pressione raggiunta in laboratorio	1,5 · 10 ¹⁰
Fossa oceanica più profonda, sul fondo	1,1 · 10 ⁸
Tacchi a spillo su una pista da ballo	1 · 10 ⁶
Pneumatici di un'automobile ^a	2 · 10 ⁵
Pressione atmosferica al livello del mare	1,0 · 10 ⁵
Pressione del sangue ^{a,b}	1,6 · 10 ⁴
Massimo «vuoto» raggiungibile in laboratorio	10 ⁻¹²

^a Pressione in eccesso rispetto a quella atmosferica.

^b Pressione sistolica, corrispondente a circa 120 torr sui misuratori di pressione per uso medico (sfigmomanometri).

Es: Forza esercitata dalla pressione atmosferica

$$S = 0,04 \text{ m}^2$$

$$p = \frac{F}{S} \Rightarrow p = \frac{F}{S} \Rightarrow F = pS \approx$$

$$\approx 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,04 \text{ m}^2 = 4 \cdot 10^3 \text{ N}$$

↓
Peso della colonna
d'aria sopra la
mostra testata

Fluido in Equilibrio Statico (overo a riposo)

$$d\vec{F}_s + d\vec{F}_v = 0$$

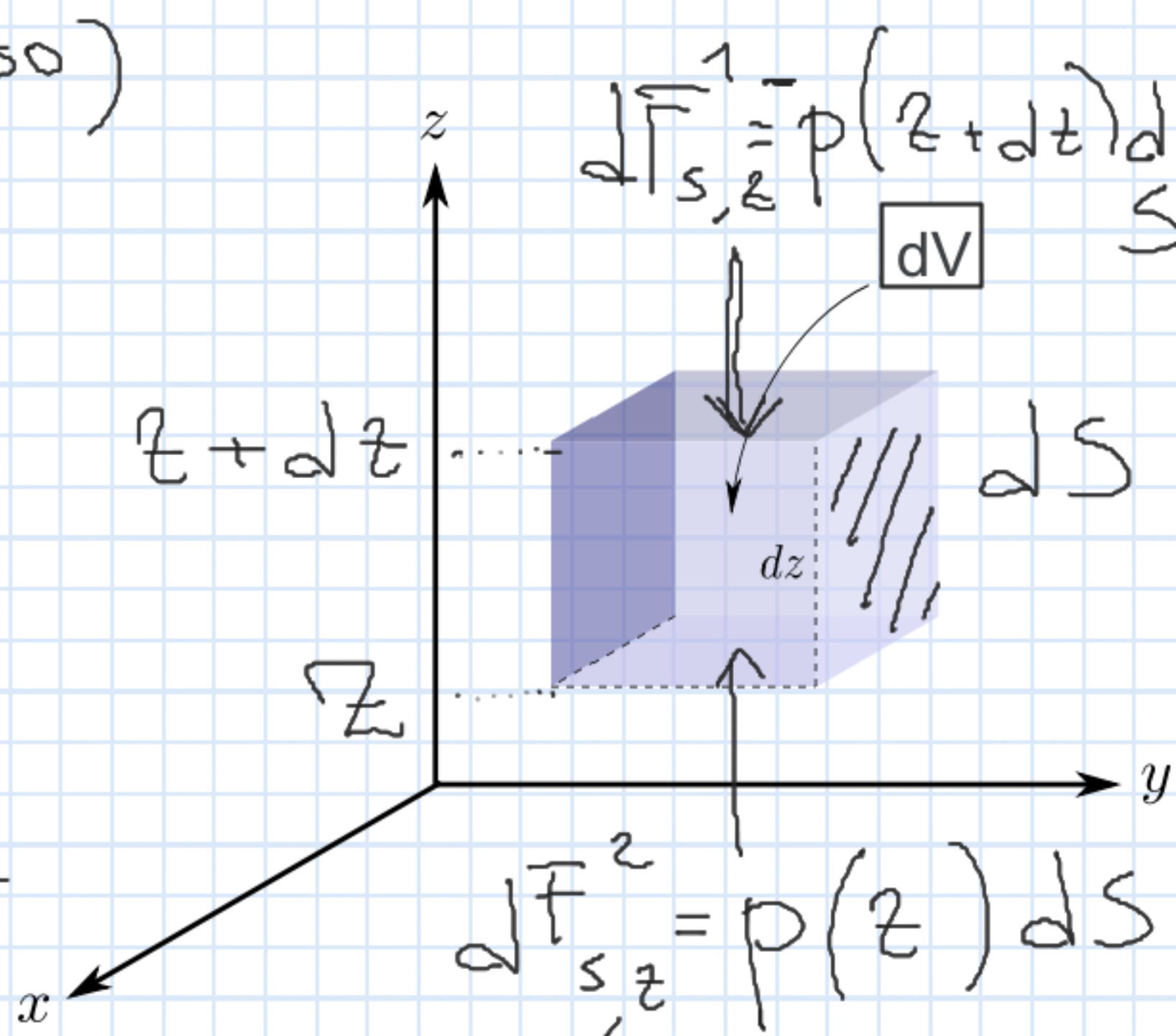
lungo asse z:

$$dF_{s,z} = dF_{s,z}^1 + dF_{s,z}^2 =$$

$$= +p(z)ds - p(z+dz)ds =$$

$$p(z) + dp$$

$$= -dp ds$$



Fluido in Equilibrio Statico (overo a riposo)

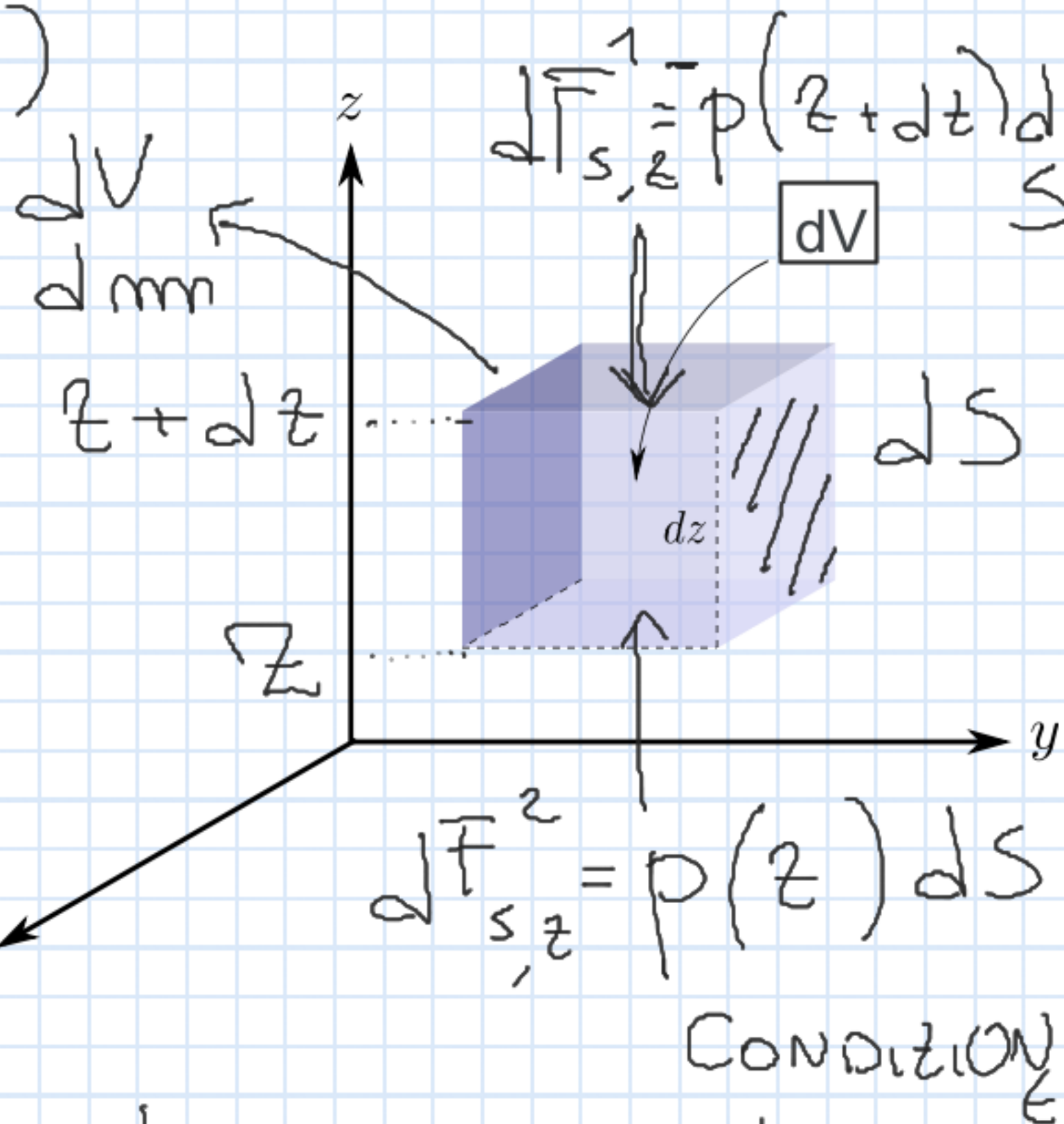
$$d\vec{F}_s + d\vec{F}_v = 0$$

lungo asse z:

$$dz ds$$

$$dF_{v,z} = \int_z dm = \int_z \rho g dV$$

e.g. per la forza peso: $g \cdot dm$



$$\Rightarrow -dp ds + \int_z \rho g dz ds = 0 \Rightarrow \frac{dp}{dz} = -\rho g \Rightarrow \text{Equilibrium Condition}$$

Condizione equilibrio statico:

$$\frac{dp}{dz} = \rho f_z ; \quad \frac{dp}{dx} = \rho f_x ; \quad \frac{dp}{dy} = \rho f_y \Rightarrow \vec{\nabla} p = \rho \vec{f}$$

\Rightarrow Se agisce una forza lungo una direzione
la pressione NON SARÀ COSTANTE $\left(\frac{dp}{dz} \neq 0 \right)$

\Rightarrow In particolare la pressione aumenta
lungo la direzione della forza
 $\left(\frac{dp}{dz} > 0 \right)$

Equilibrio statico in presenza della forza peso

Lungo x, y la $\bar{F}_v = 0$, visto che è elemento di fluido e' in quiete $\Rightarrow \bar{F}_{sx} = \bar{F}_{s,y} = 0$

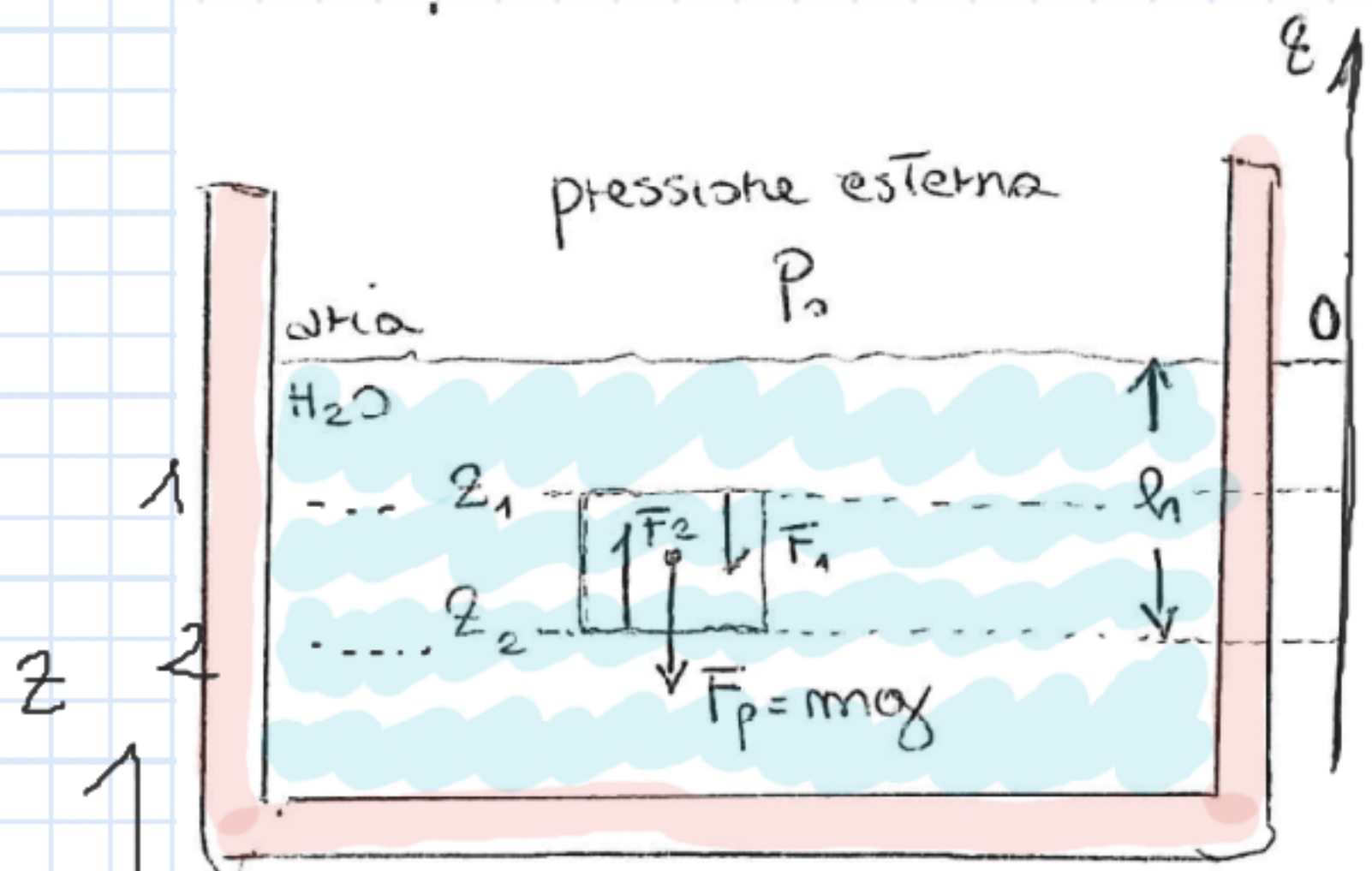
Lungo z :

Condizione

i) $F_2 = F_1 + F_p \Rightarrow$ di equilibrio

ii) $F_2 = p_2 S$; $F_1 = p_1 S$; $F_p = mg = gV \rho = gS(z_1 - z_2) \rho$

i) $\Rightarrow p_2 S = p_1 S + gS(z_1 - z_2) \rho \Rightarrow p_2 - p_1 = \rho g (z_1 - z_2)$



superficie

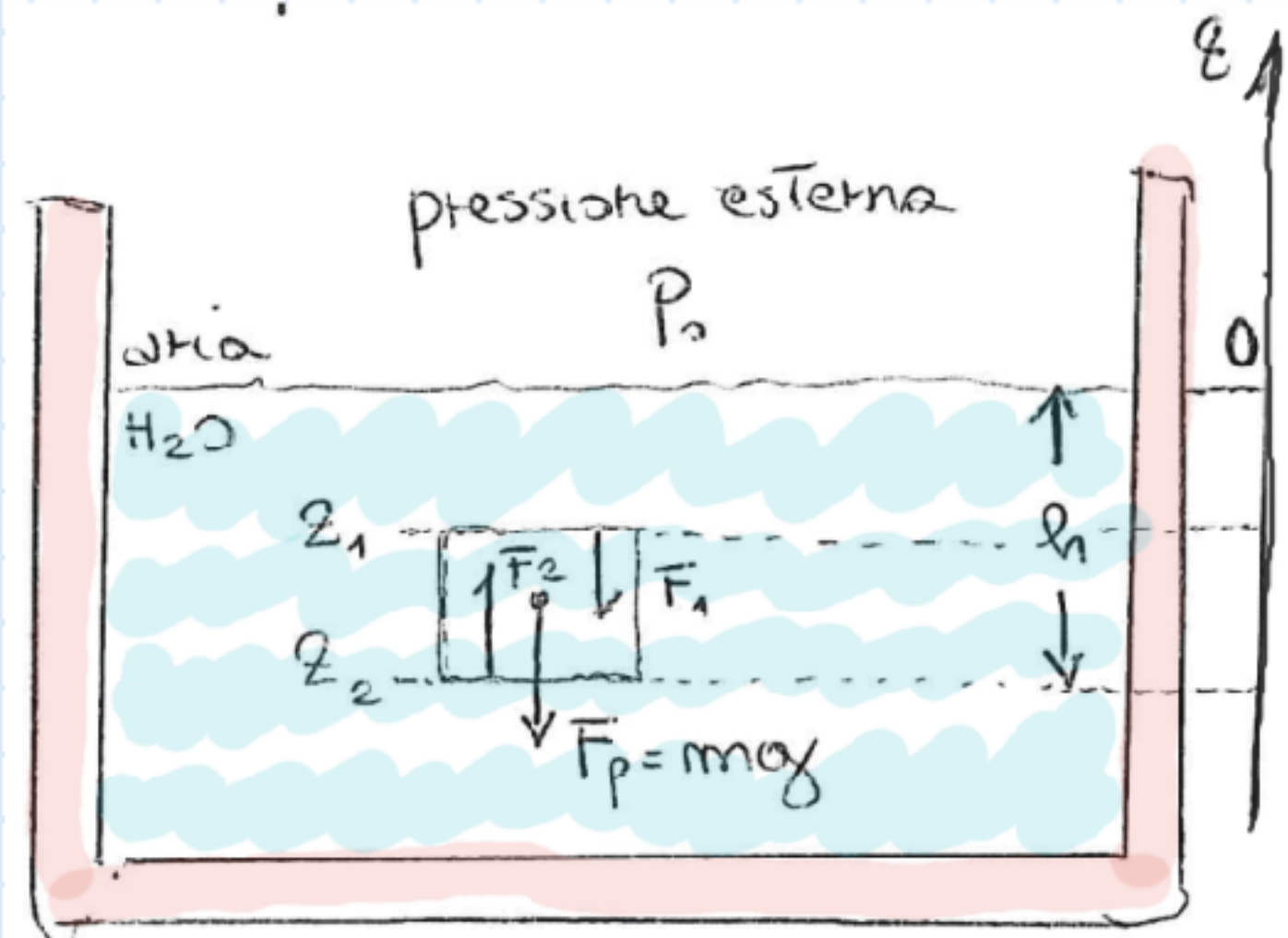
altezza

Equilibrio statico in presenza della forza peso

$$p(h) = p_0 + \rho g h \quad \text{legge di Stevino}$$

pressione
esterna

pressione
della colonna
di fluido
sostostante



Legge di Stevino da condizione di eq. statico di un fluido

$$\frac{dp}{dz} = \rho f_z = -\rho g$$

$$f_z = \frac{m g}{m} = -g$$

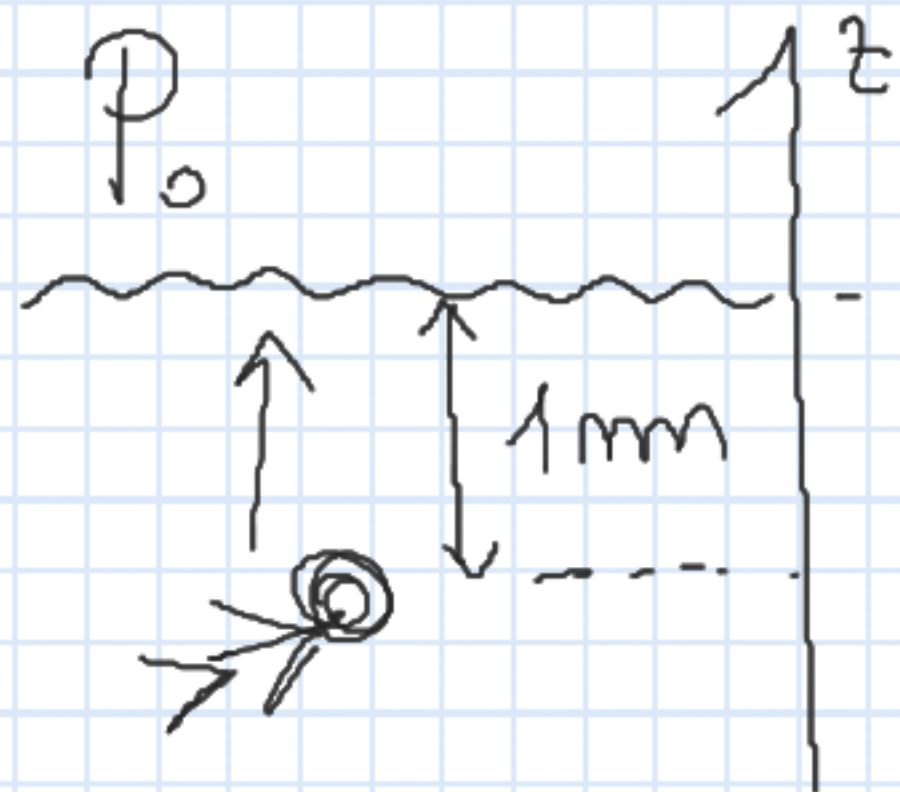
$$f_x = f_y = 0 \Rightarrow \frac{dp}{dx} = \frac{dp}{dy} = 0$$

La pressione
è costante
lungo x e y

$$\int_{p_1}^{p_2} dp = \int_{z_1}^{z_2} -\rho g dz \Rightarrow p_2 - p_1 = \rho g (z_1 - z_2)$$

Esempio: Sub inesperto

$$\left. \begin{aligned} p_i &= p_o + \rho g h \\ p_f &= p_o \end{aligned} \right\}$$

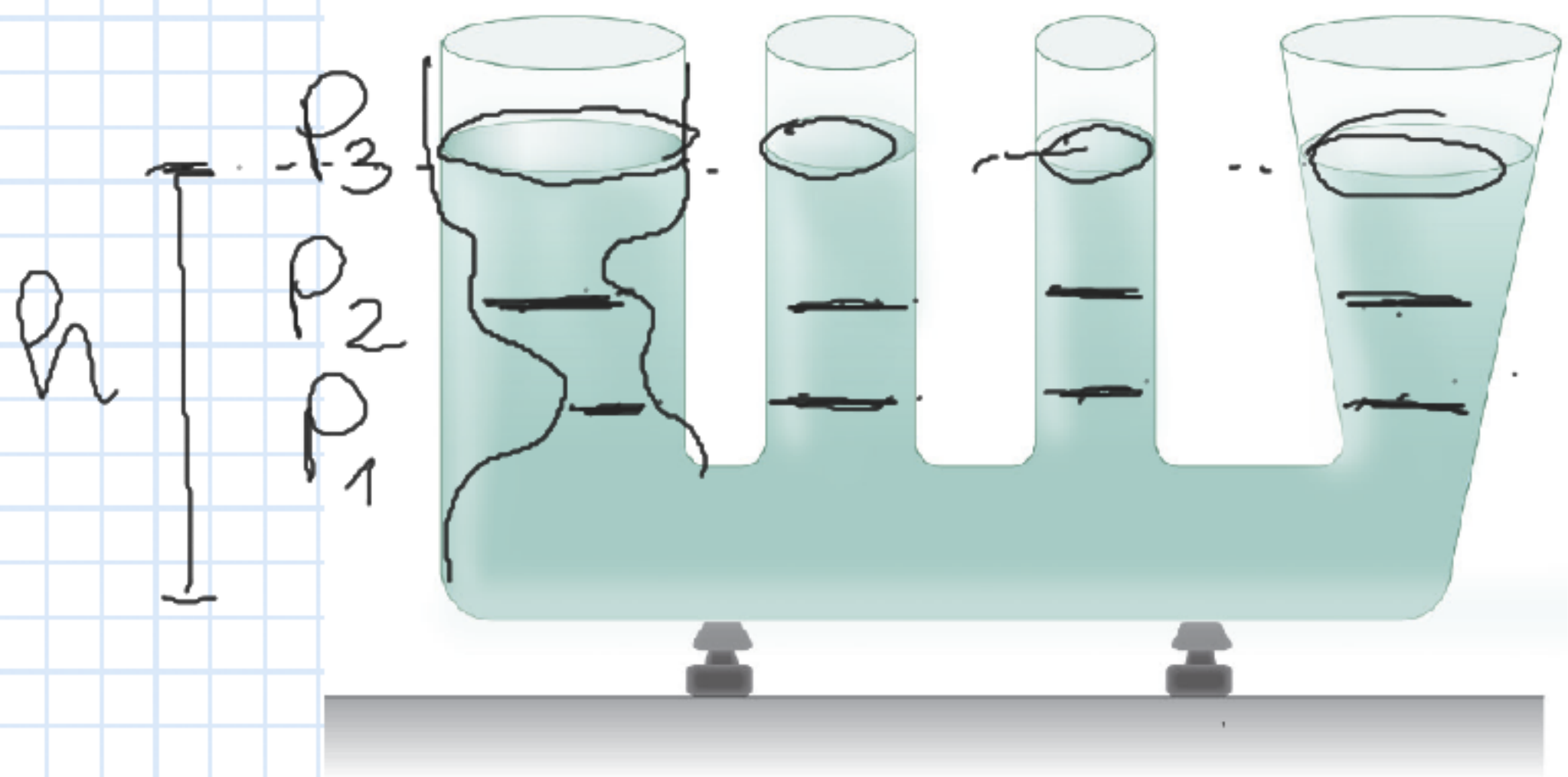


$$\Delta p = p_f - p_i = p_o - p_o - \rho g h = -\rho g h \approx$$

$$\approx -1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{m} = -10^4 \text{ Pa}$$

Legge dei vasi comunicanti

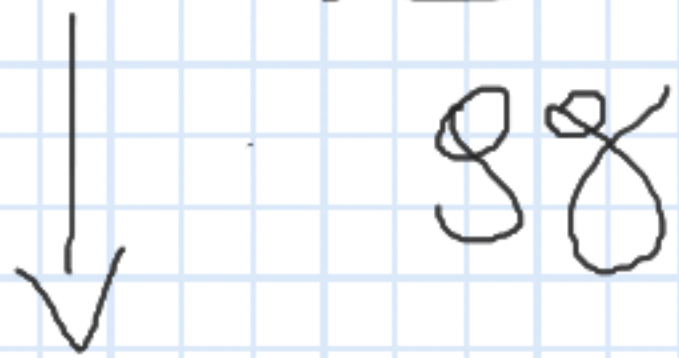
$$p = p_0 + \rho g h$$



Manometro a U:

$$P_2 - P_1 = \rho g h$$

$$\Rightarrow h = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} = P_{atm}$$



tramite il misuratore la differenza di pressione tra il fluido nel serbatoio e l'esterno

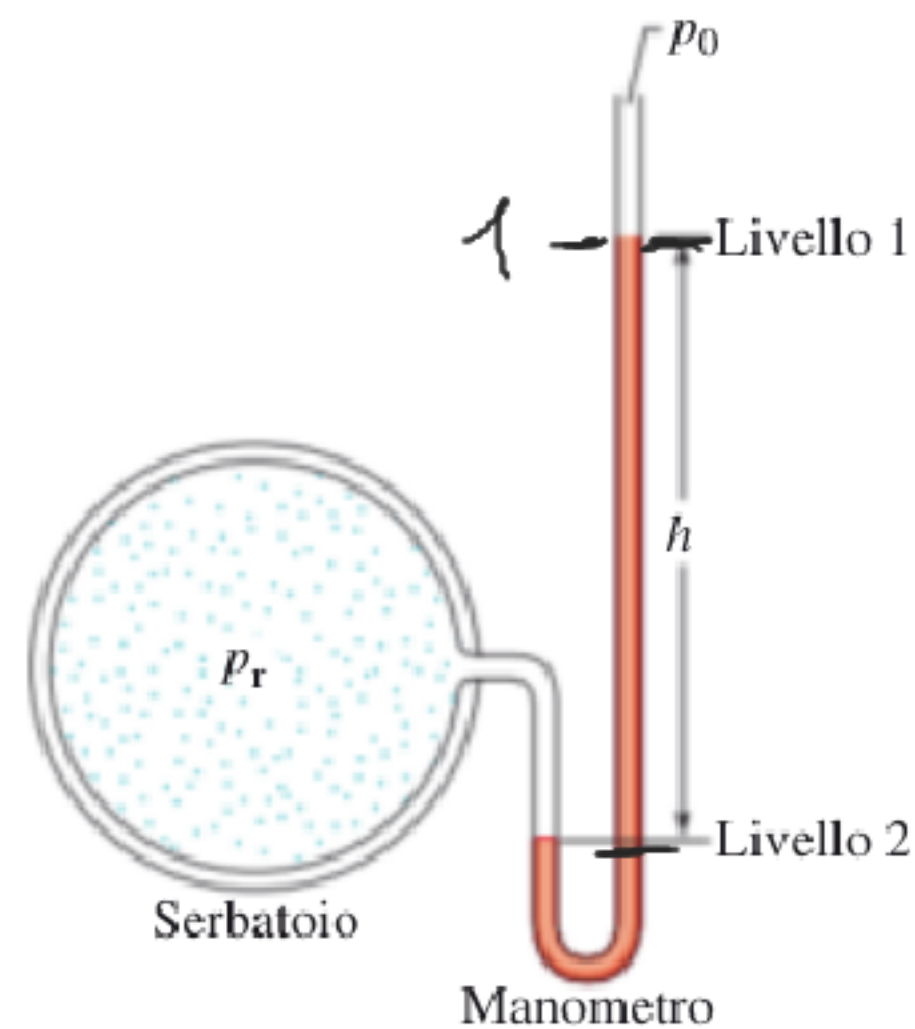


Figura 14.6 Un manometro a tubo aperto, collegato in modo da misurare la pressione del gas nel serbatoio di sinistra. Il braccio destro del tubo a forma di U è aperto all'atmosfera.

Barometro di Torricelli

$p_1 \approx 0 \Rightarrow$ pressione del
vapore d. Hg

$$p_2 = p_0$$

$$p_2 - p_1 = \rho_{Hg} g h$$

$$p_0 = \rho_{Hg} g h \rightarrow 760 \text{ mm}$$

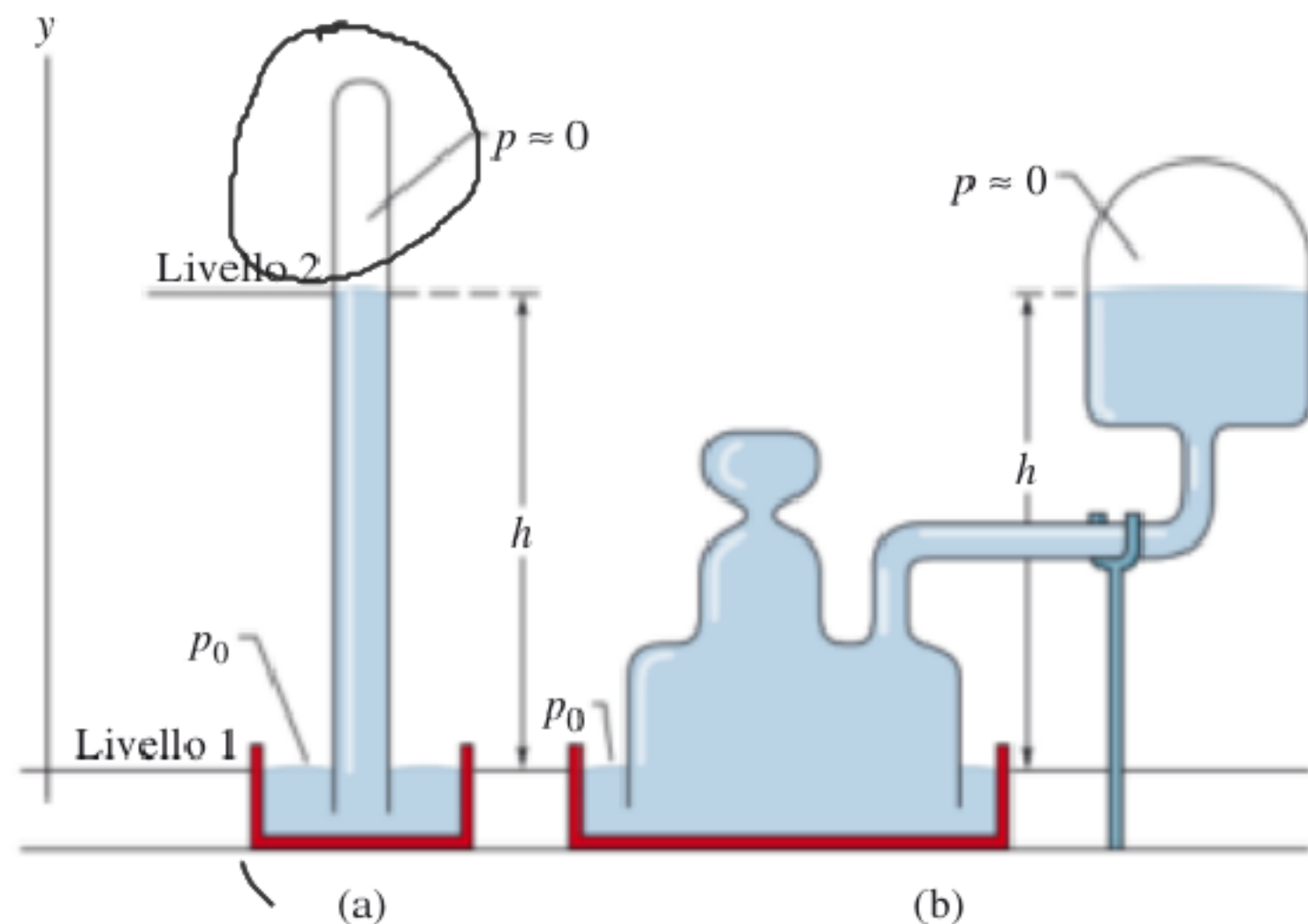


Figura 14.5 (a) Un barometro a mercurio. (b) Un altro barometro a mercurio. Il valore di h è lo stesso in entrambi i casi.

Equilibrio pressioni in tubo a U

$$P = P_0 + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1}$$

$$\rho_1 = \frac{\rho_2}{\rho_1} \rho_2$$

