

FISICA GENERALE I

Docente: Prof. G. Carboni
giovanni.carboni@cern.ch

Esercitatore: Dott. R. Petrillo
roberto.petrillo@roma2.infn.it

Anno Accademico 2012 - 2013

Queste lezioni sono scaricabili in formato pdf
dalla pagina

<http://people.roma2.infn.it/carboni>

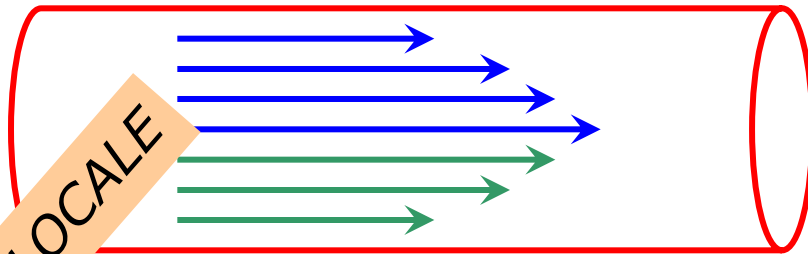
UTENTE: fis1_studenti
PW: disp_fis1

→ *Necessario Adobe Reader*

Idrodinamica

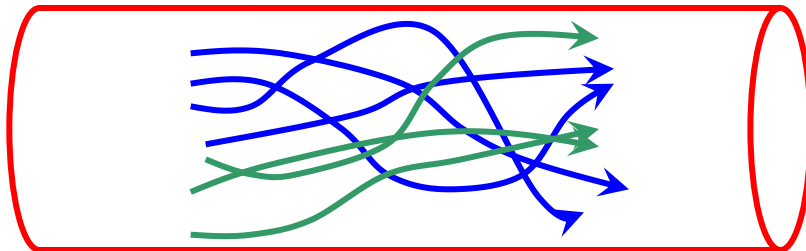
Moto laminare e turbolento

Il moto laminare avviene per scorrimento di strati infinitesimi di fluido (filetti) gli uni rispetto agli altri senza rimescolamento del fluido



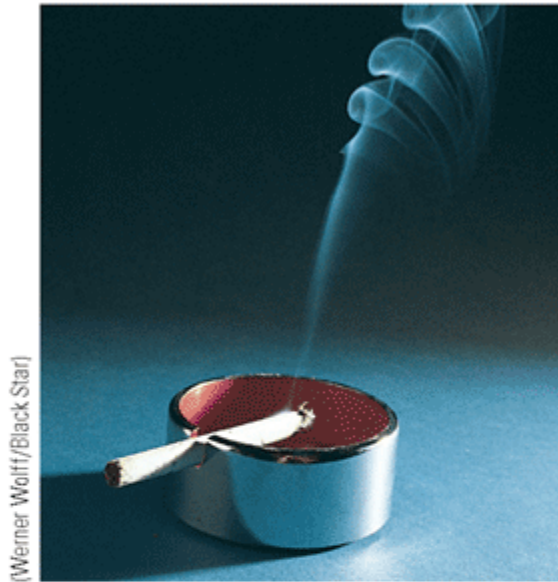
- velocità costante in ogni punto
- longitudinale

Moto turbolento: mescolamento dei filetti fluidi



- velocità variabile irregolarmente
- vortici

approccio LOCALE



(Werner Wolff/Black Star)

FIGURA 15.14 Il gas caldo prodotto da una sigaretta è visibile mediante particelle di fumo. Il flusso è laminare in basso e quindi diventa turbolento.

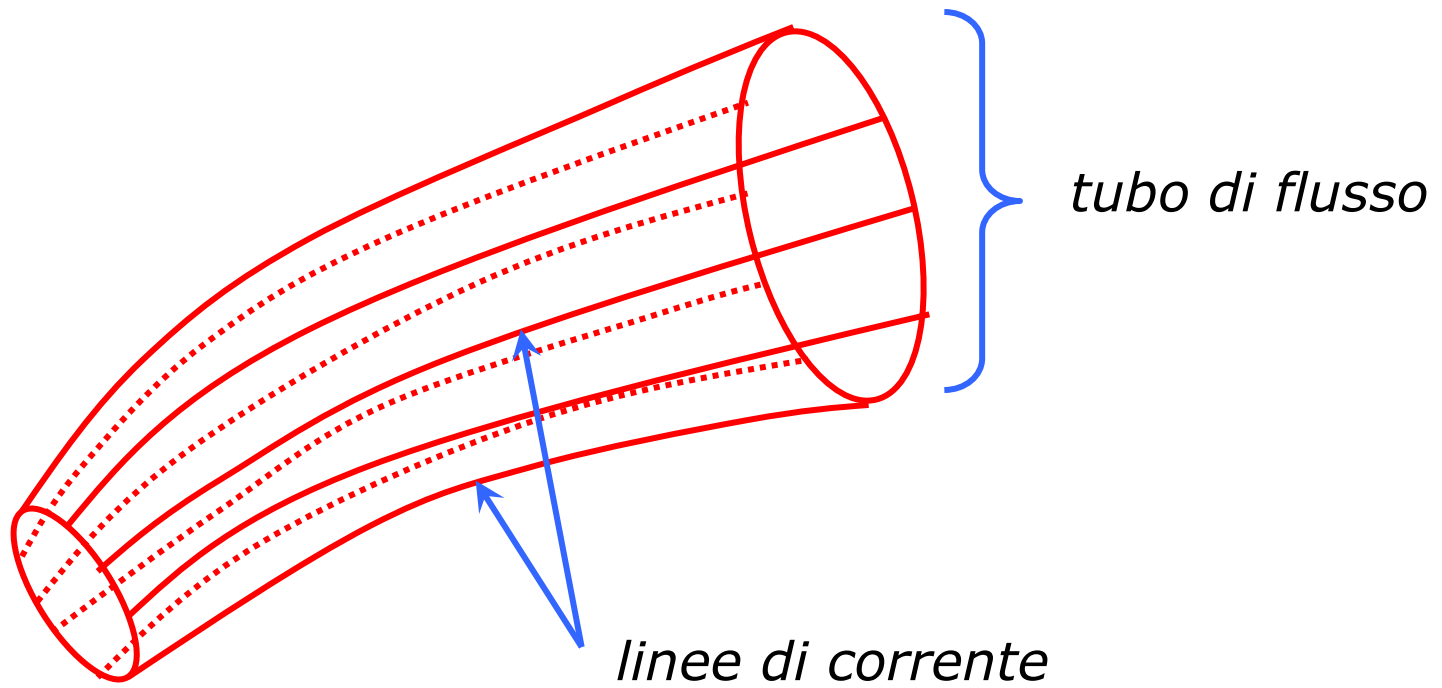


Serway, Jewett
Principi di Fisica, IV Ed.
EdiSES

Fluido ideale

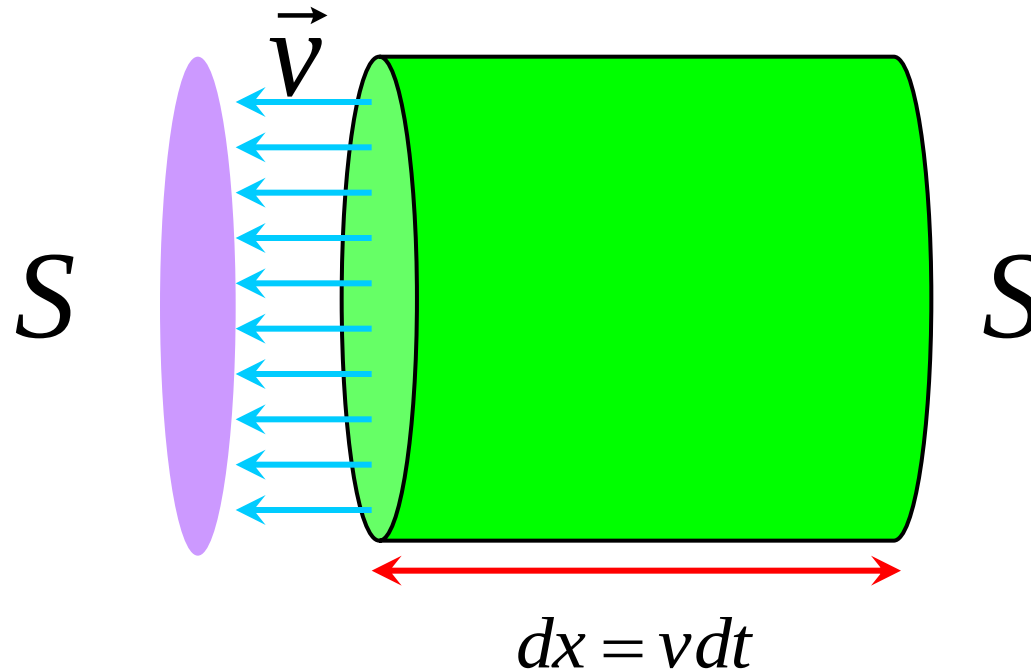


1. Non viscoso → assenza di attrito
2. Flusso laminare o stazionario
3. Incomprimibile → $\rho = \text{costante}$
4. Assenza di vortici



$$dV = Svdt$$

volume trasportato nel tempo dt
attraverso l'area S



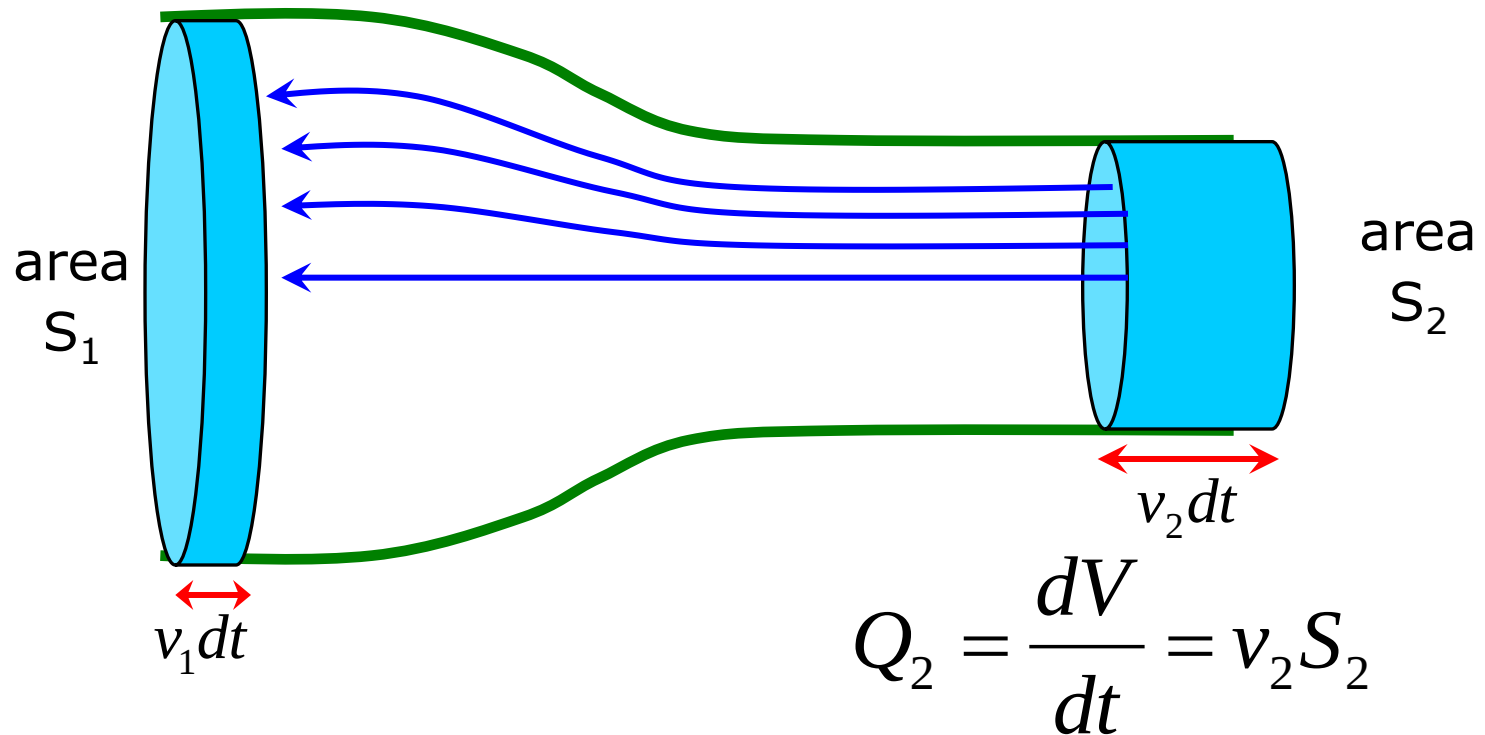
$$dm = \rho Svdt$$

massa trasportata nel tempo dt
attraverso l'area S

La portata



è semplicemente il volume di fluido
che scorre nel tubo di flusso



→ **Q** si misura in m³/s o litri/s o

Quanto tempo per riempire
una bottiglia da 2 litri
se la portata è $100 \text{ cm}^3/\text{s}$?



$$Q = 100 \text{ cm}^3/\text{s} = 0,1 \text{ litri/s}$$



$$T = V/Q = 2/0,1 = 20 \text{ s}$$



Qual è la velocità di uscita dell'acqua se la portata è $100 \text{ cm}^3/\text{s}$ e il diametro del tubo 1 cm ?



$$Q = vS = v\pi \frac{d^2}{4}$$



$$v = \frac{Q}{\pi \frac{d^2}{4}}$$



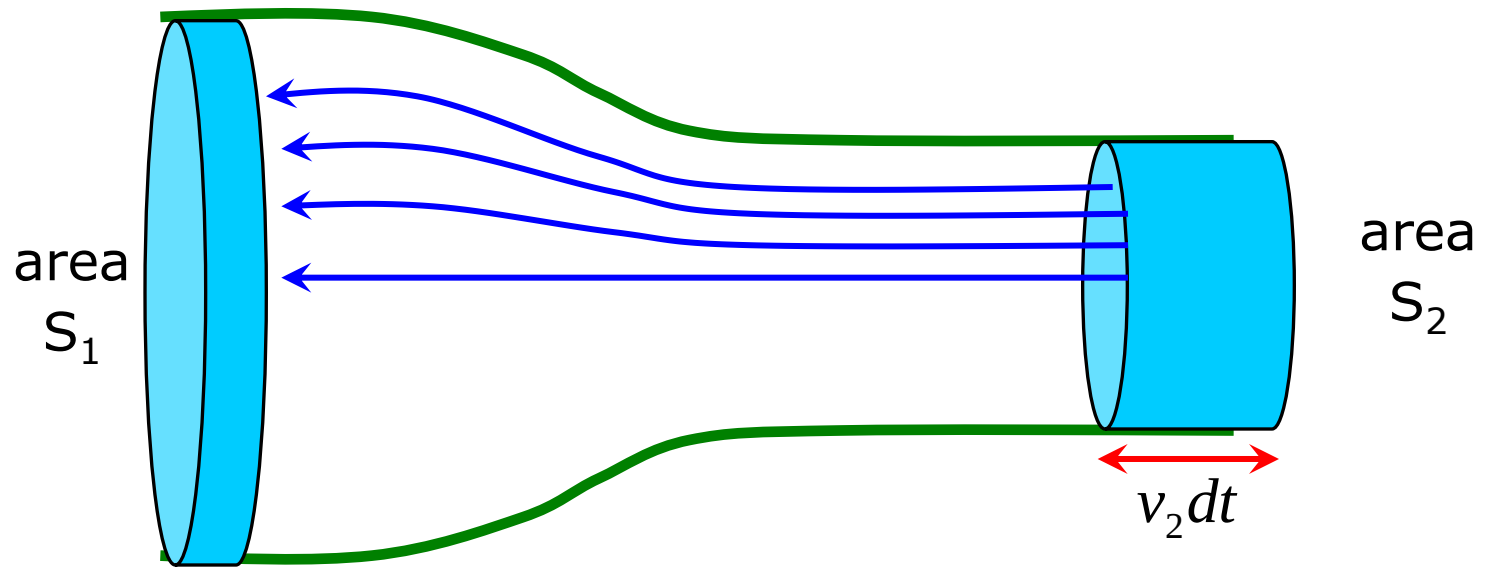
$$v = \frac{10^2 \cdot 10^{-6}}{\pi \frac{1 \cdot 10^{-4}}{4}}$$

$$v = \frac{4}{\pi} = 1,27 \text{ m/s}$$

L'equazione di continuità



esprime la conservazione della massa
nel tubo di flusso



$$\frac{dm}{dt} = \rho_1 v_1 S_1$$

$$\frac{dm}{dt} = \rho_2 v_2 S_2$$

sono uguali

Equazione di continuità

$$\rho_1 v_1 S_1 = \rho_2 v_2 S_2$$

Per fluidi incompressibili $\rho = \text{costante}$ per cui
in quel caso

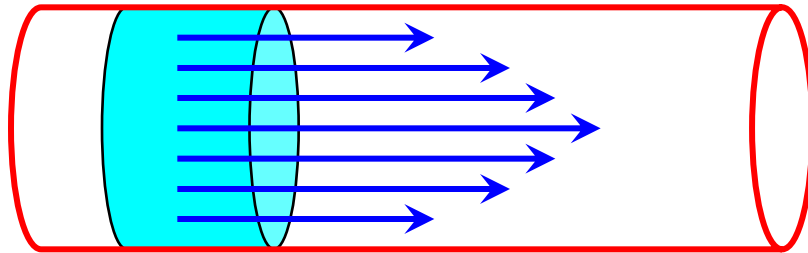
Equazione di continuità
per fluidi incompressibili

$$v_1 S_1 = v_2 S_2$$

La portata è costante

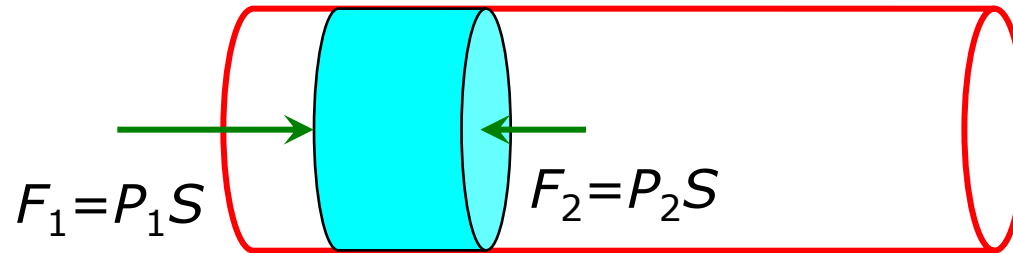
Energia cinetica di un fluido

$$\frac{E_c}{\text{Volume}} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{V} = \frac{1}{2}\rho v^2$$



Nel caso pratico si deve
fare la media di v^2

Lavoro delle forze di pressione

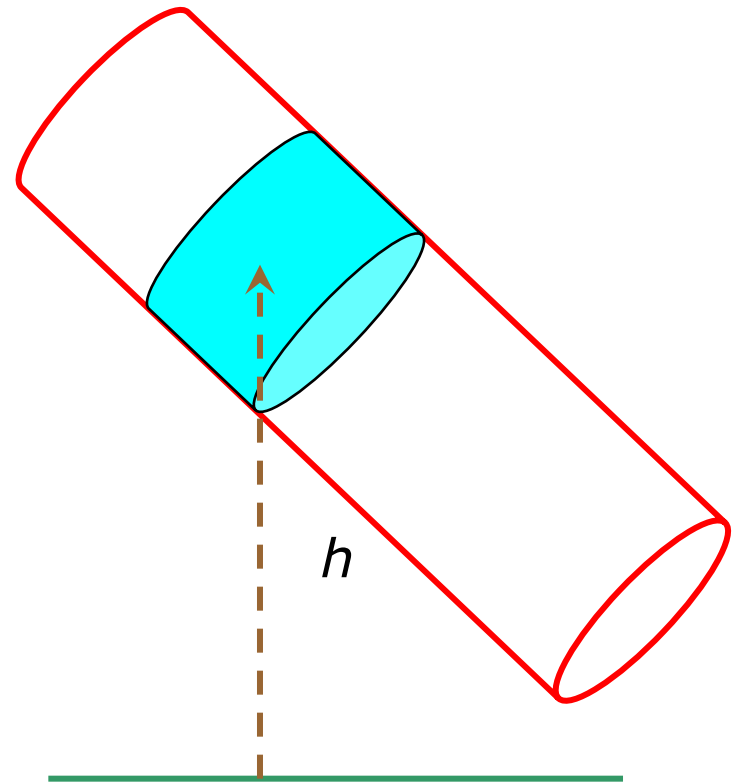


$$\frac{\mathcal{L}_{\mathcal{P}}}{\text{Volume}} = \frac{(P_1 - P_2)S\Delta x}{S\Delta x} = P_1 - P_2$$

Il fluido quindi accelera verso destra se $P_1 > P_2$

Energia potenziale di un fluido

$$\frac{U}{\text{Volume}} = \frac{mgh}{V} = \rho gh$$



applichiamo il teorema delle forze vive

$$\frac{\mathcal{L}_p}{\text{Volume}} = \frac{\Delta E_c + \Delta U}{V}$$

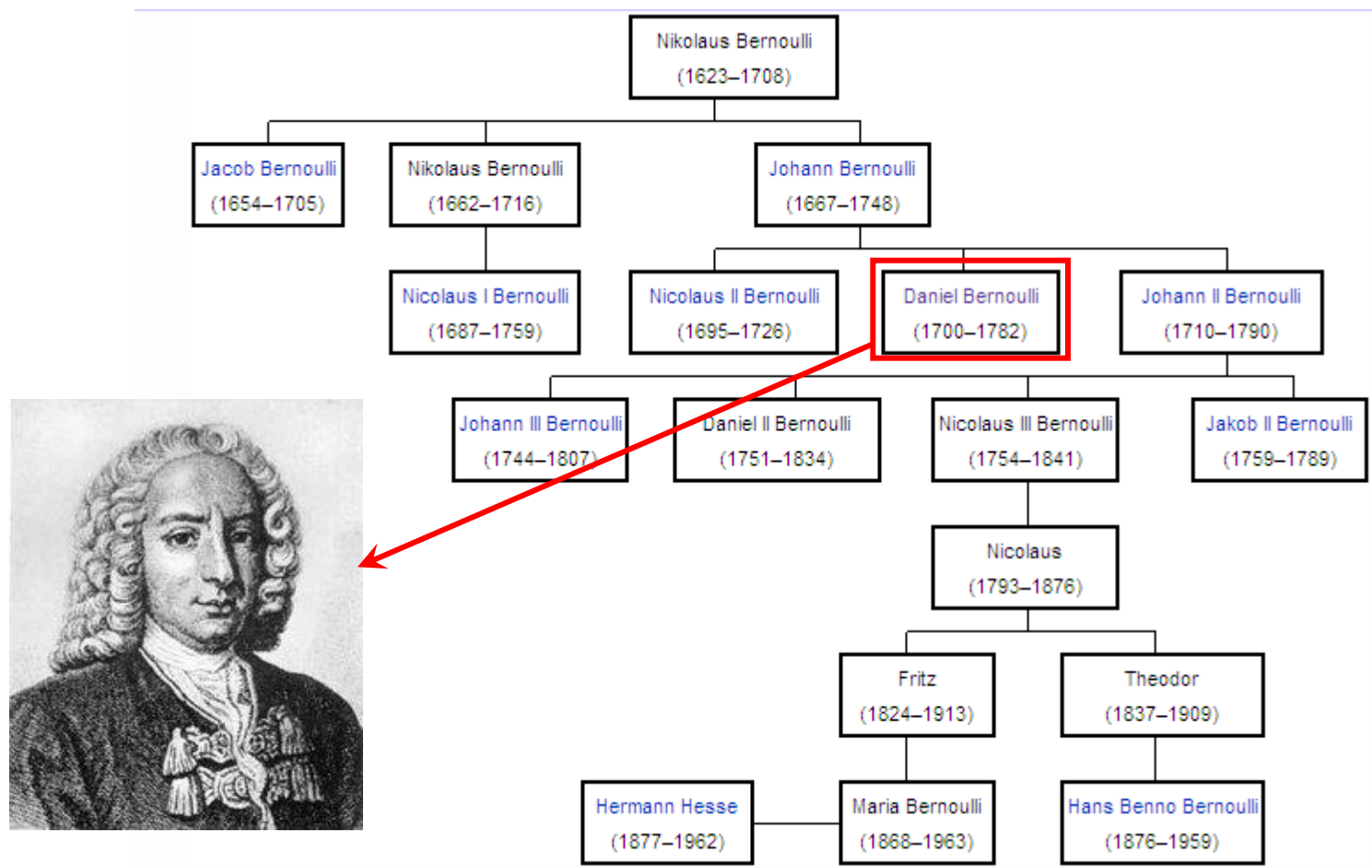
$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g (h_2 - h_1)$$

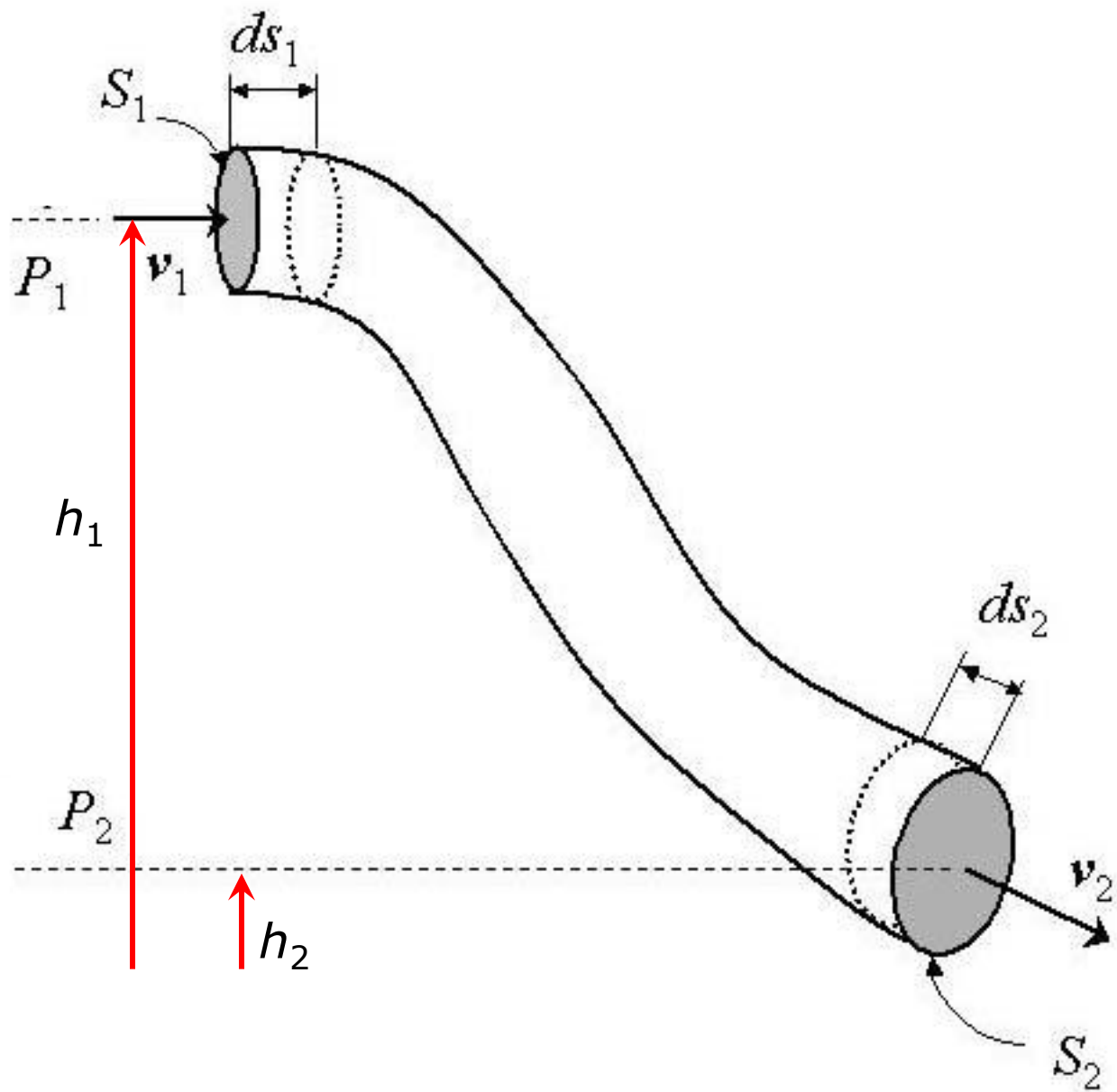


Equazione di Bernoulli

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

Legge di Bernoulli

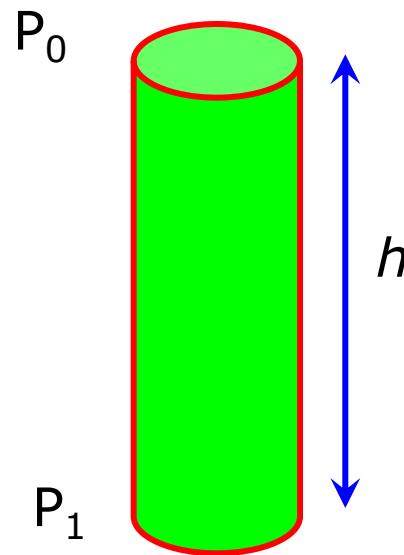




L'equazione di Bernoulli contiene anche la legge di variazione di P con la profondità

Infatti se $v=0$

$$P + \rho gh = \text{costante}$$



$$P_1 = P_0 + \rho gh$$

$$2 \frac{P_1 - P_2}{\rho} + 2g\Delta h + v_1^2 = v_2^2$$

$$v_1 < v_2$$

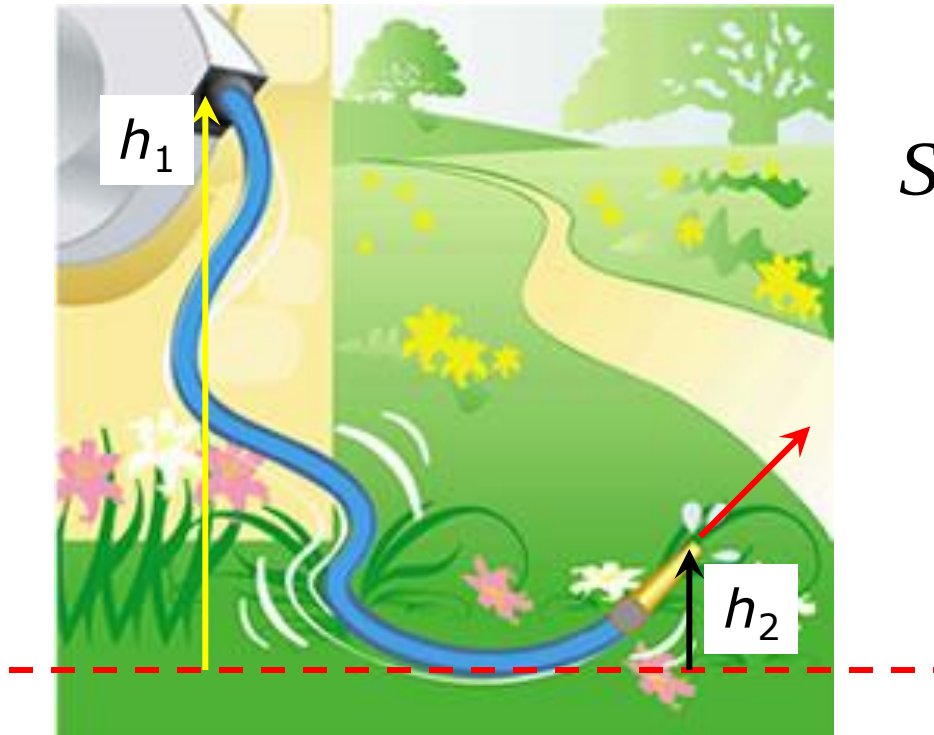
Per equazione di continuità $S_1 v_1 = S_2 v_2$

$$S_2 = S_1 \frac{v_1}{v_2} < S_1$$

$$d_2 = d_1 \sqrt{\frac{v_1}{v_2}} < d_1$$



Supponiamo che l'ugello abbia diametro $\ll$ tubo



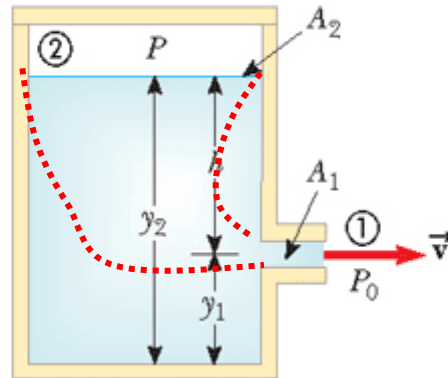
Allora per
 $S_1 v_1 = S_2 v_2$

trascuriamo v_1

$$P_1 - P_0 + \rho g(h_1 - h_2) = \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

P_0 è la pressione all'uscita e quindi è
la P atmosferica

Il teorema di Torricelli



Per l'equazione di continuità

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

FIGURA 15.18

(Esempio 15.7) Il fluido esce dal foro nel serbatoio alla velocità v_1 .

$$2 \frac{P - P_0}{\rho} + 2gh + v_2^2 = v_1^2$$

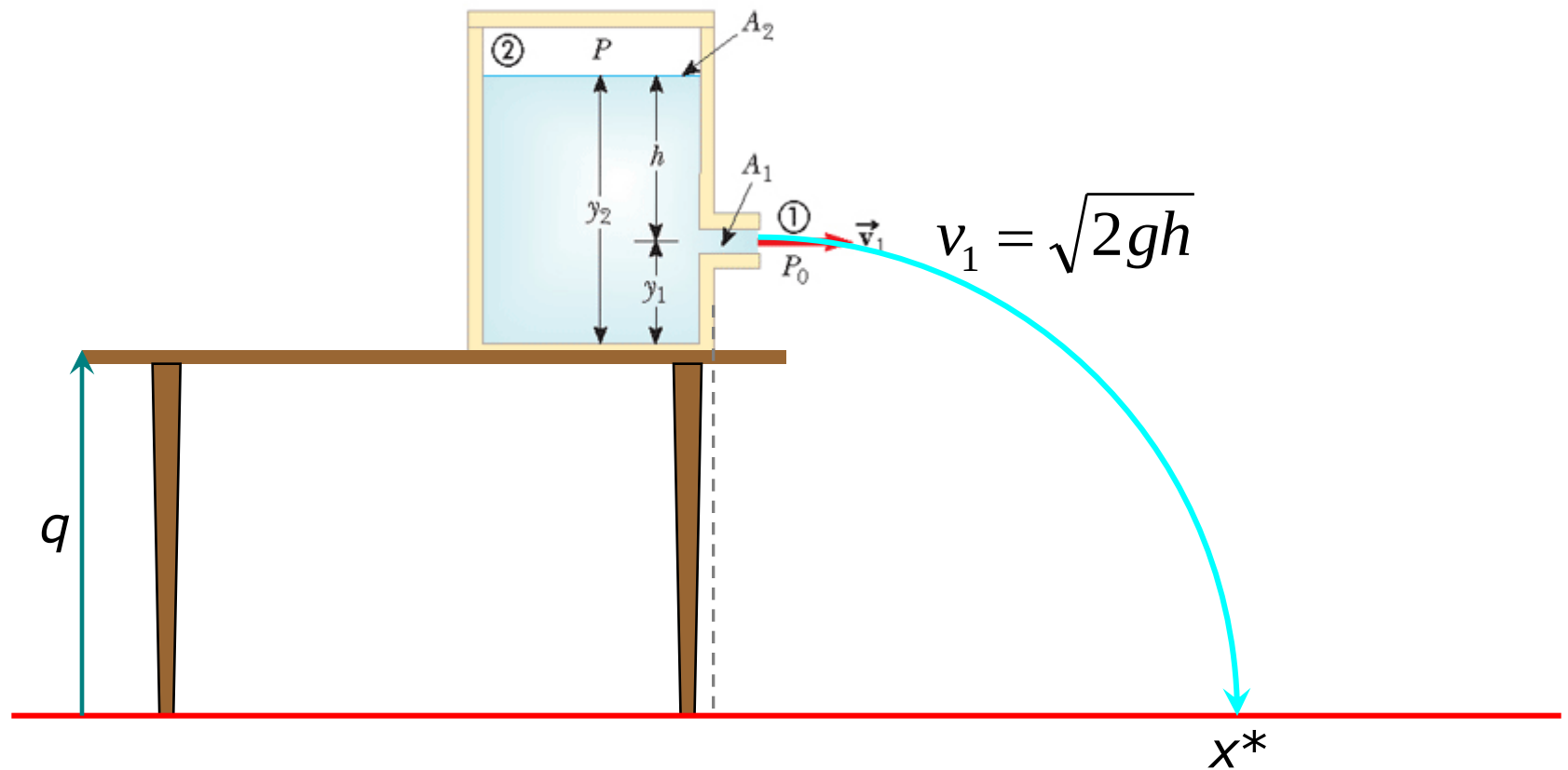
$$v_1^2 \gg v_2^2$$

Recipiente chiuso con pressione $P > P_0$

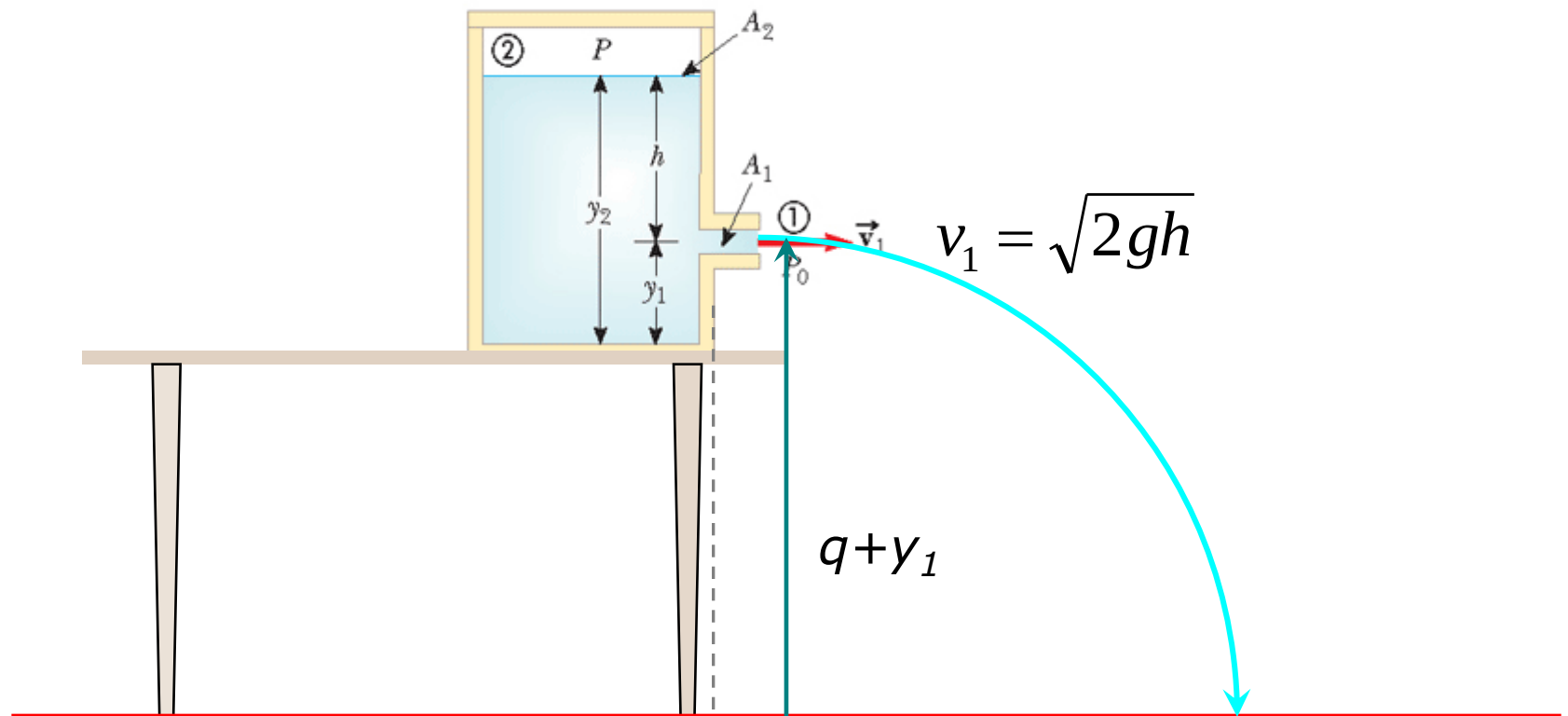
$$v_1 = \sqrt{2gh + 2 \frac{P - P_0}{\rho}}$$

Recipiente aperto con pressione $P = P_0$

$$v_1 = \sqrt{2gh}$$



A che distanza x^* arriva l'acqua?



$$t^* = \sqrt{\frac{2(q + y_1)}{g}}$$

corpo pesante che cade

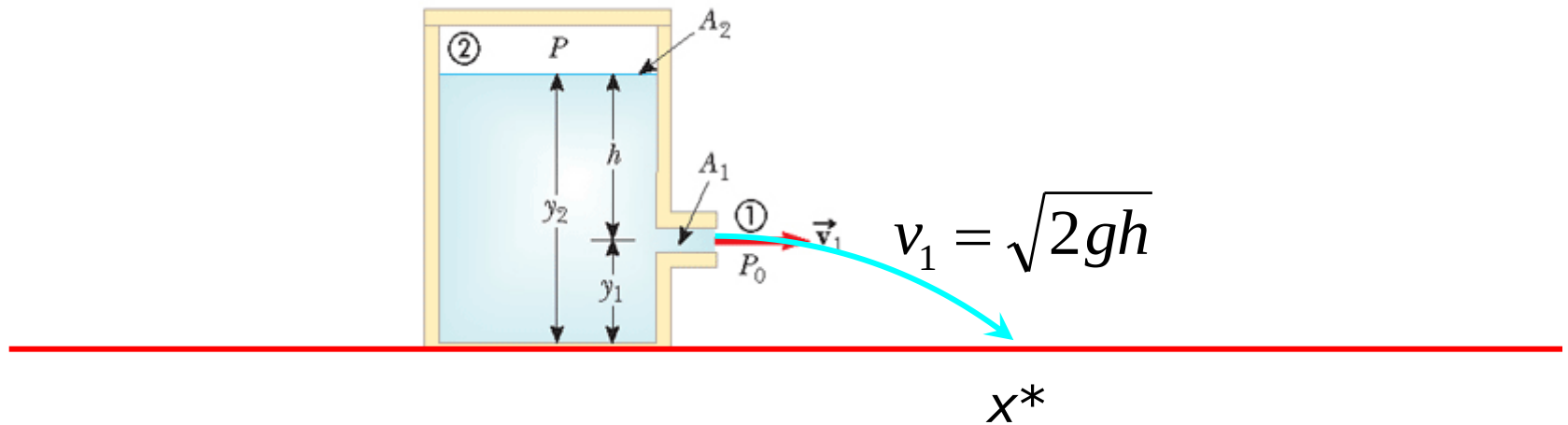
$$x^* = v_1 \sqrt{\frac{2(q + y_1)}{g}}$$

$$x^* = v_1 \sqrt{\frac{2(q + y_1)}{g}}$$

$$x^* = \sqrt{\frac{2gh \cdot 2(q + y_1)}{g}}$$

$$x^* = \sqrt{4h(q + y_2 - h)}$$

A terra



$$x^* = \sqrt{4h(q + y_2 - h)} \quad \Rightarrow \quad x^* = \sqrt{4h(y_2 - h)}$$

Quanto dev'essere h per massimizzare x^* ?

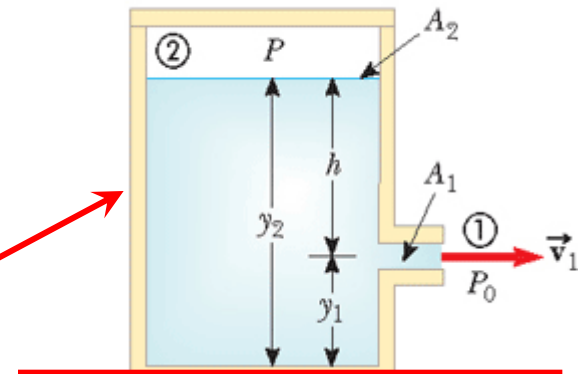
Per cercare il massimo osserviamo che è anche il massimo di x^{*2} . Per cui possiamo massimizzare la funzione

$$f(h) = 4h(y_2 - h)$$

$$\frac{df(h)}{dh} = 4 \frac{d}{dh} [hy_2 - h^2] = 0$$

$$y_2 - 2h = 0$$

$$h^* = \frac{y_2}{2}$$



The end