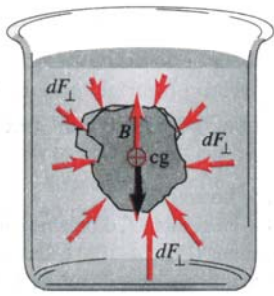
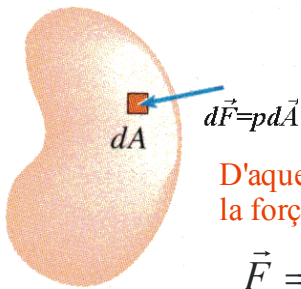


Pressió



Un sòlid submergit en un fluid pateix en tots els punts que estan en contacte amb el fluid una força que és perpendicular a la superfície de l'objecte.

Es defineix com pressió a la força normal exercida pel fluid per unitat d'àrea:



$$p = \frac{dF}{dA}$$

D'aquesta manera podem calcular la força resultant com:

$$\vec{F} = \int p d\vec{A}$$

Unitats, S.I. : Pa (Pascal), 1 Pa = 1 N/m²

Altres: 1 bar = 10⁵ mil·libars = 100 kPa

1 atm = 760 mmHg = 760 Torr = 101.325 Pa

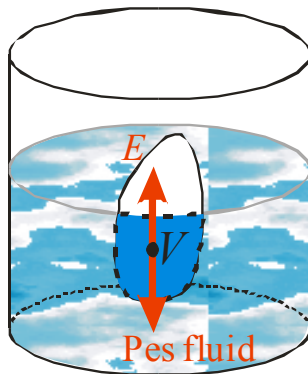
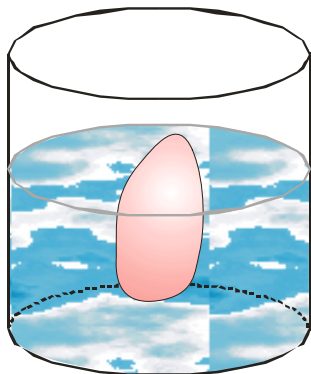
Principi d'Arquimedes

La força que experimenta un cos submergit total o parcialment en un fluid s'anomena força ascensional o empenyiment E , i és igual al pes del fluid desallotjat.

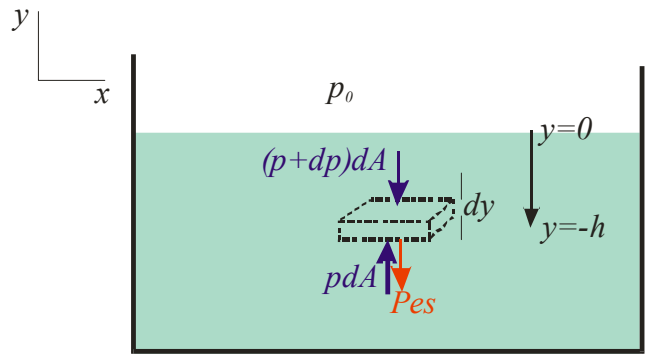
$$E = \rho g V$$

on ρ és la densitat del fluid i V és el volum de fluid desplaçat.

En el cas de que la densitat del fluid sigui constant, el punt d'aplicació correspon al centre geomètric del volum.



Equació fonamental de l'estàtica de fluids



$$(p+dp)dA + \rho g dA dy = p dA$$

$$dp = -\rho g dy$$

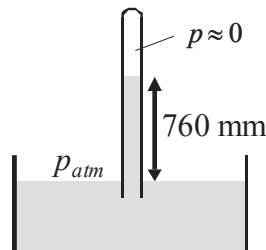
Fluid incompressible:

$$\int_0^h dp = \int_0^{-h} -\rho g dy = -\rho g \int_0^{-h} dy$$

$$p(h) - p(0) = \rho g h \Rightarrow p(h) = p_0 + \rho g h$$

$$\rho g h = \frac{\rho g h A}{A} = \frac{mg}{A}; \text{ pes per unitat d'àrea}$$

Pressió atmosfèrica



Experiència de Torricelli

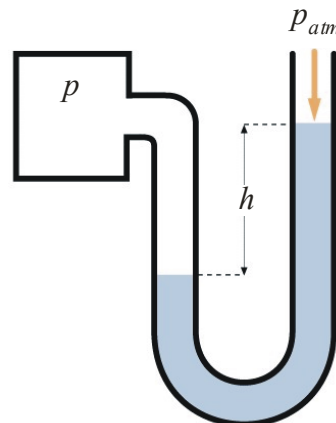
$$p_{atm} = 0 + \rho_{Hg} g h$$

$$\rho_{Hg} = 13,595 \text{ kg/m}^3$$

$$h = 760 \text{ mm}$$

$$p_{atm} = 1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ Torr} = 101325 \text{ Pa}$$

Manòmetre

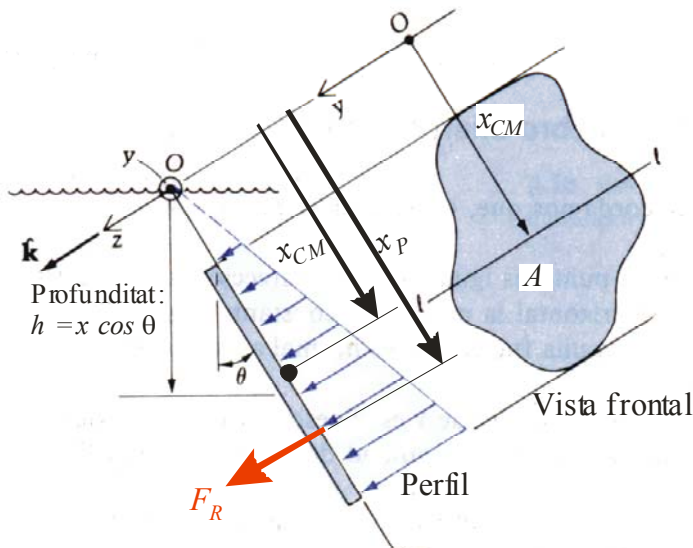


$$p = p_{atm} + \rho g h$$

$$p - p_{atm} = \rho g h$$

$$\bar{p} = \rho g h$$

Forces i moments sobre parets



Pressió manomètrica: $p = \rho g h = \rho g x \cos \theta$

Força de guda a la pressió: $dF = p dA$

$$F_R = \int \rho g x \cos \theta dA = \rho g \cos \theta \int x dA = \rho g \cos \theta x_{CM} A$$

Moment resultant:

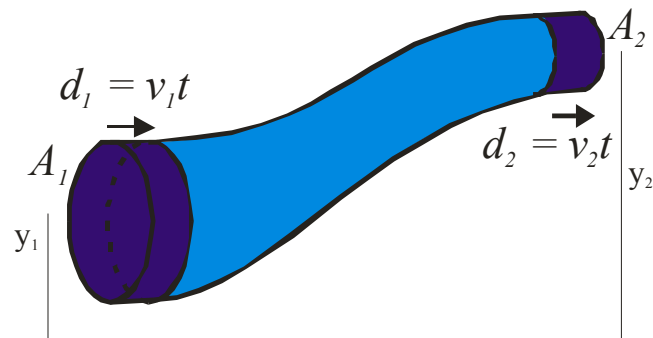
$$M_{R,O} = \int x p dA = \rho g \cos \theta \int x^2 dA = \rho g \cos \theta I_{e,O,Y}$$

Centre de pressions: $x_p = \frac{M_{R,0}}{F_R} = \frac{I_{e,O,Y}}{x_{CM} A}$

Equació de Bernoulli

Suposem:

- fluid incompressible $\Leftrightarrow$ Cabal constant
- fluid ideal $\Leftrightarrow$ Conservació de l'energia
- flux estacionari $\Leftrightarrow$ velocitat independent del temps



Balanç energètic en un interval Δt :

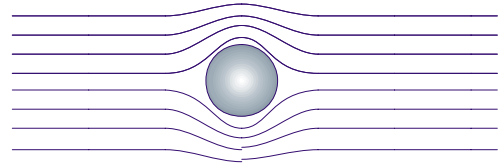
$$W = \Delta E_m = \Delta E_c + \Delta U_g = E_{c,2} - E_{c,1} + U_{g,2} - U_{g,1}$$

$$\begin{cases} \Delta E_c = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} Q \Delta t \rho (v_2^2 - v_1^2) \\ \Delta U_g = m g y_2 - m g y_1 = Q \Delta t \rho g (y_2 - y_1) \\ W = \int \vec{F} d\vec{s} = p_1 A_1 d_1 - p_2 A_2 d_2 = Q \Delta t (p_1 - p_2) \end{cases}$$

$$Q \Delta t (p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2) = Q \Delta t (p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2)$$

$$p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

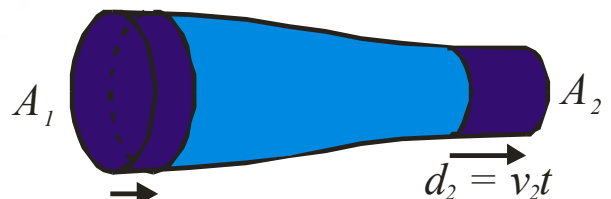
Fluid Estacionari. Línies de corrent



Flux estacionari: la velocitat del fluid en un punt no depèn del temps.

Equació de Continuitat

Suposem un fluid incompressible i flux uniform



$$\Delta V_1 = \Delta V_2 \Leftrightarrow A_1 d_1 = A_2 d_2 \Leftrightarrow$$

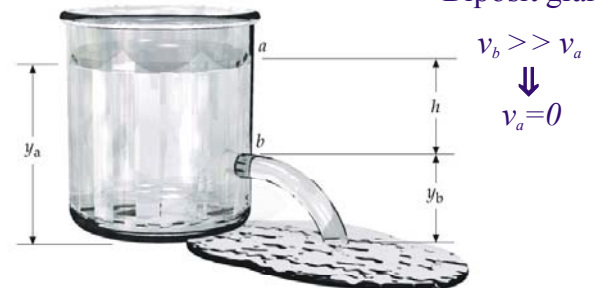
$$\begin{aligned} A_1 v_1 &= A_2 v_2 \\ \Downarrow \\ Q_1 &= Q_2 \end{aligned}$$

Cabal: $Q = A \cdot v$, unitats: m^3/s

Quan el flux no és uniform: $Q = A \cdot \bar{v}$.
on $\bar{v}$ és la velocitat promig.

Teorema de Torricelli

Dipòsit gran:

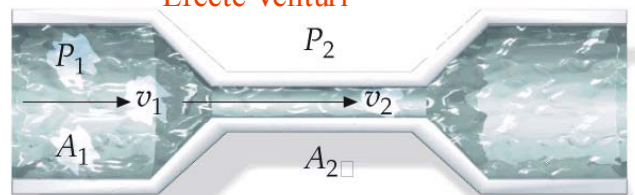


$$p_a + \rho g y_a + \frac{1}{2} \rho v_a^2 = p_b + \rho g y_b + \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

$$\rho g y_a = \rho g y_b + \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

$$v_b = \sqrt{2 g h}$$

Efecte Venturi

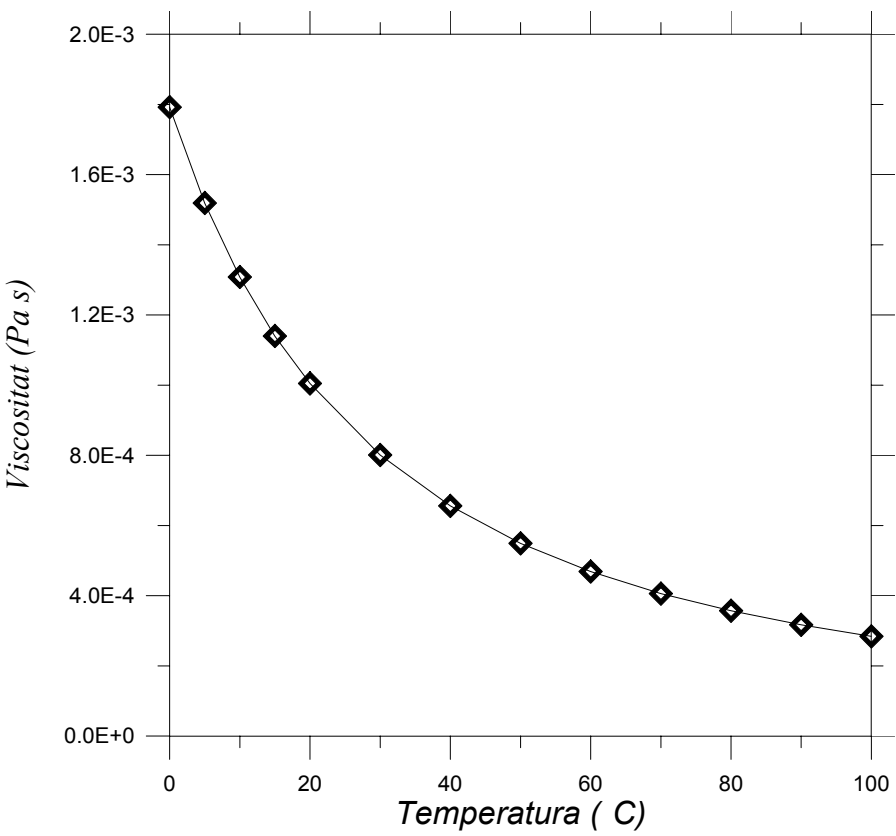


$$Q_1 = Q_2 \Leftrightarrow A_1 v_1 = A_2 v_2 \text{ i } A_1 \gg A_2 \Rightarrow v_2 \gg v_1$$

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \Rightarrow p_1 \gg p_2$$

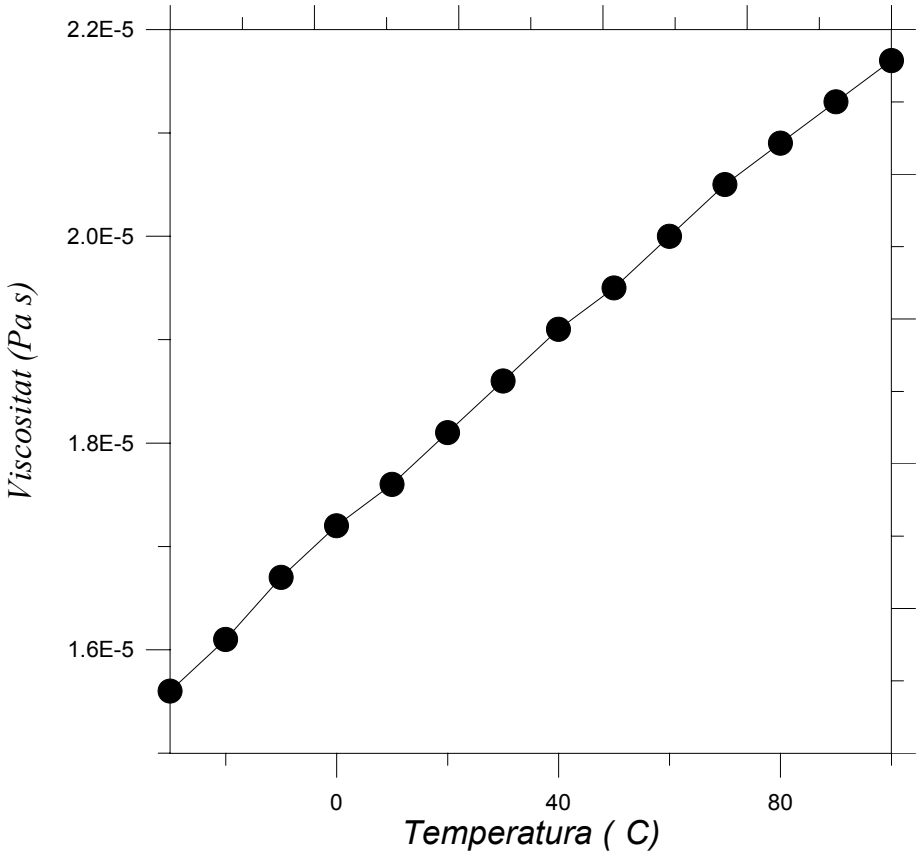
Viscositat i viscositat cinemàtica de l'aigua

Tempera tura °C	Viscositat (N·s/m ²)	Viscositat Cinemàtica (m ² /s)
0	1,792 10 ⁻³	1,792 10 ⁻⁶
5	1,519 10 ⁻³	1,519 10 ⁻⁶
10	1,308 10 ⁻³	1,308 10 ⁻⁶
15	1,140 10 ⁻³	1,141 10 ⁻⁶
20	1,005 10 ⁻³	1,007 10 ⁻⁶
30	0,801 10 ⁻³	0,804 10 ⁻⁶
40	0,656 10 ⁻³	0,651 10 ⁻⁶
50	0,549 10 ⁻³	0,556 10 ⁻⁶
60	0,469 10 ⁻³	0,477 10 ⁻⁶
70	0,406 10 ⁻³	0,415 10 ⁻⁶
80	0,357 10 ⁻³	0,367 10 ⁻⁶
90	0,317 10 ⁻³	0,328 10 ⁻⁶
100	0,284 10 ⁻³	0,296 10 ⁻⁶



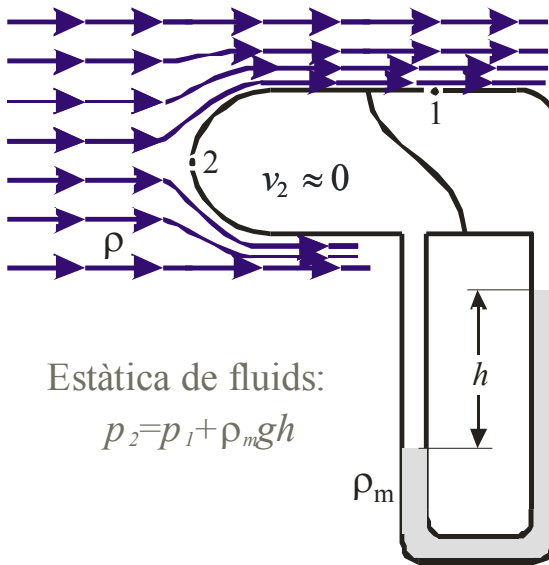
Temperatura °C	Viscositat (N·s/m ²)	Viscositat Cinemàtica (m ² /s)
-30	1,56 10 ⁻⁵	1,08 10 ⁻⁵
-20	1,61 10 ⁻⁵	1,16 10 ⁻⁵
-10	1,67 10 ⁻⁵	1,24 10 ⁻⁵
0	1,72 10 ⁻⁵	1,33 10 ⁻⁵
10	1,76 10 ⁻⁵	1,42 10 ⁻⁵
20	1,81 10 ⁻⁵	1,51 10 ⁻⁵
30	1,86 10 ⁻⁵	1,60 10 ⁻⁵
40	1,91 10 ⁻⁵	1,69 10 ⁻⁵
50	1,95 10 ⁻⁵	1,79 10 ⁻⁵
60	2,0 10 ⁻⁵	1,89 10 ⁻⁵
70	2,05 10 ⁻⁵	1,99 10 ⁻⁵
80	2,09 10 ⁻⁵	2,09 10 ⁻⁵
90	2,13 10 ⁻⁵	2,19 10 ⁻⁵
100	2,17 10 ⁻⁵	2,30 10 ⁻⁵
200	2,57 10 ⁻⁵	3,45 10 ⁻⁵
300	2,93 10 ⁻⁵	4,75 10 ⁻⁵

Viscositat i viscositat cinemàtica de l'aire



Tub de Prandtl

Mesura la velocitat d'un fluid



Estàtica de fluids:

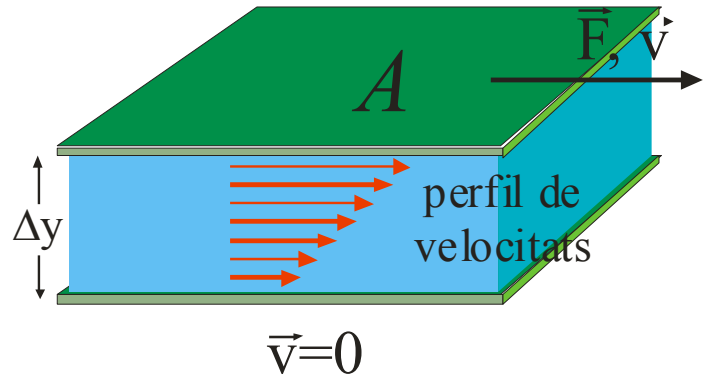
$$p_2 = p_1 + \rho_m g h$$

Bernoulli: $p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2$$

$\rho_m g h \Rightarrow$ pressió dinàmica
 $p_1 \Rightarrow$ pressió estàtica
 $p_2 \Rightarrow$ pressió total

Viscositat



$$F \equiv \eta A \frac{dv}{dy} = \eta A \frac{\Delta v}{\Delta y}$$

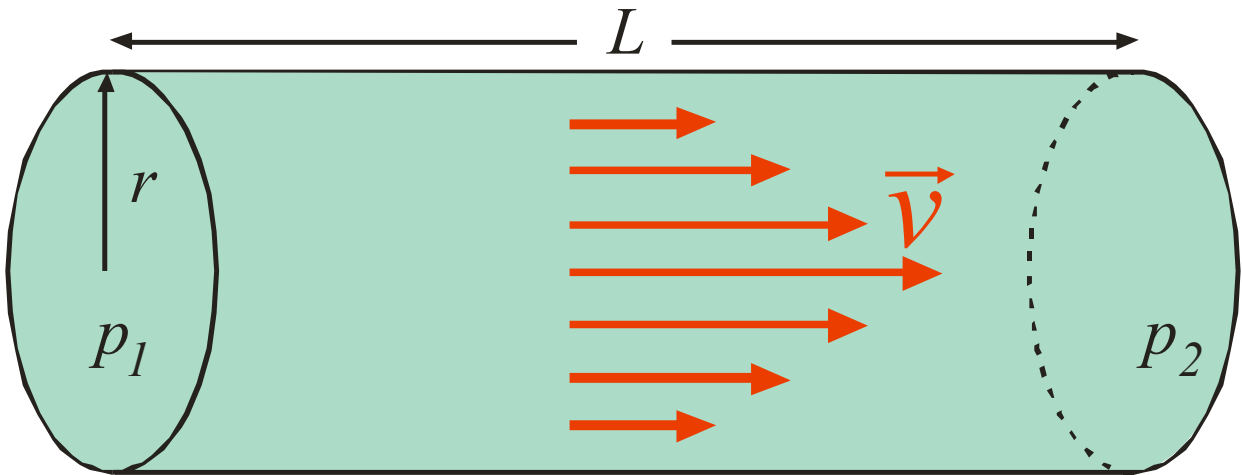
Unitats:

SI: Pa·s
 CGS: Poise

1 Poise = 1 dina·s/cm², 1 Pa·s = 10 Poise
 cp (centipoise) 100 cp = 1 Poise

Fluid	Temperatura °C	Viscositat Pa·s
Oli lubricant	16	113 · 10 ⁻³
	38	34 · 10 ⁻³
	100	4,9 · 10 ⁻³
Acetona	25	0,316 · 10 ⁻³
Etanol	20	1,2 · 10 ⁻³
Èter	20	0,233 · 10 ⁻³
Glicerina	20	1490 · 10 ⁻³
Mercuri	20	1,55 · 10 ⁻³
Metà	20	0,0109 · 10 ⁻³
Vapor d'aigua	100	0,0125 · 10 ⁻³
Sang	20	3,015 · 10 ⁻³
	37	2,084 · 10 ⁻³

Flux en una canonada



Llei de Poiseuille (règim laminar):

$$p_1 - p_2 = \Delta p = \frac{8\eta L}{r^2} \bar{v} = \frac{8\eta L}{\pi r^4} Q$$

Cas general:

$$Q = \frac{\Delta p}{R_F} \begin{cases} \text{Laminar: } R_F = \frac{8\eta L}{\pi r^4} \\ \text{Turbulent, } R_F \text{ tabulat.} \end{cases}$$

Potència dissipada:

$$Pot = Q \cdot \Delta p = Q^2 R_F = \frac{\Delta p^2}{R_F}$$