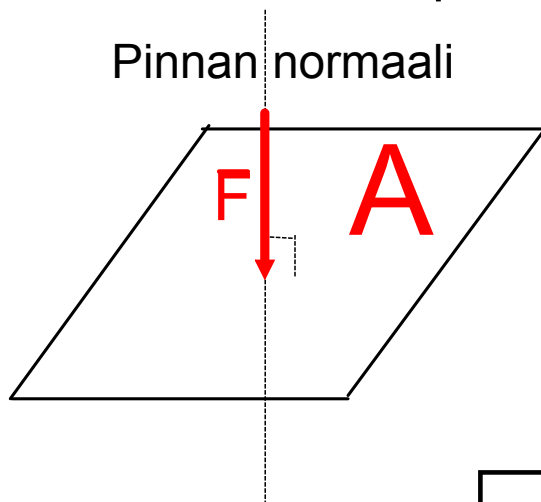


## 2 Paine

Voima aiheuttaa paineen



Paine määritellään kohtisuoran voiman ja taso-pinnan alan avulla:

pressure →  $p = \frac{F}{A}$

tammi 12-8:45

Paineen yksikkö:

$$[p] = \frac{[F]}{[A]} = \frac{1\text{N}}{1\text{m}^2} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1\text{Pa (pascal)}$$

Muita paineen yksiköitä:

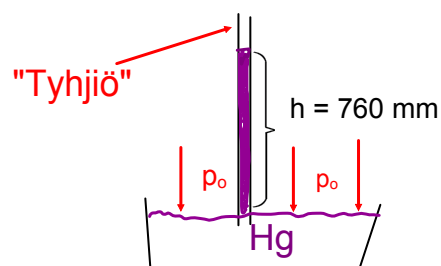
$$1\text{bar} = 1\text{baari} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa}$$

Normaali ilmanpaine

$$p_0 = 101325 \text{ Pa} \approx 1,013 \text{ bar} = \underline{1013 \text{ mbar}}$$

Toisaalta  $p_0 = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$

"elohopea-millimetri"      torri



tammi 12-8:52

# Hydrostaattinen paine

Tutkimus: Paine-eron riippuvuus nestekerroksen paksuudesta

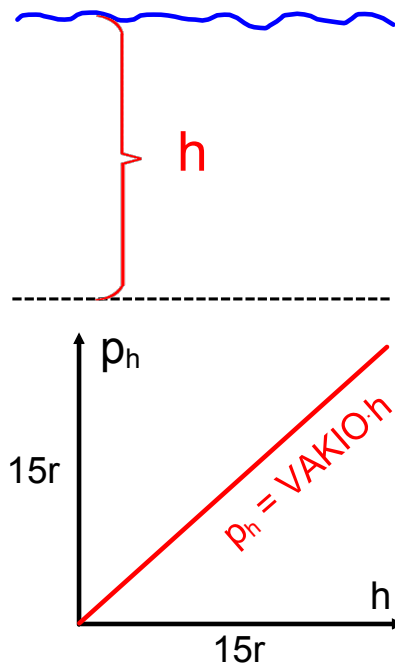
Merkitään:

$h$  = nestekerroksen paksuus

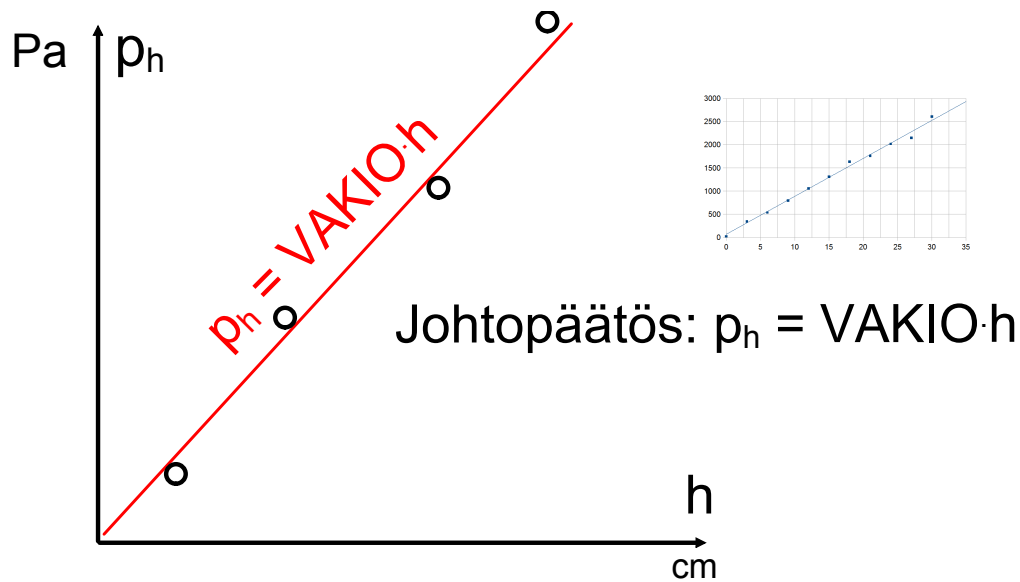
$p_h$  = paine-ero pintaan nähden syvyydellä  $h$

tammi 12-9:52

$h$ (cm)	$p_h$ (Pa)
0,00	23,6
3,00	345,6
6,00	538,7
9,00	796,3
12,00	1053,9
15,00	1311,4
18,00	1633,4
21,00	1762,1
24,00	2019,7
27,00	2148,5
30,00	2607,2



tammi 12-9:58



tammi 12-10:11

Teoreettisesti voidaan osoittaa, että

$$p_h = \rho g h$$

MAOL s. 127

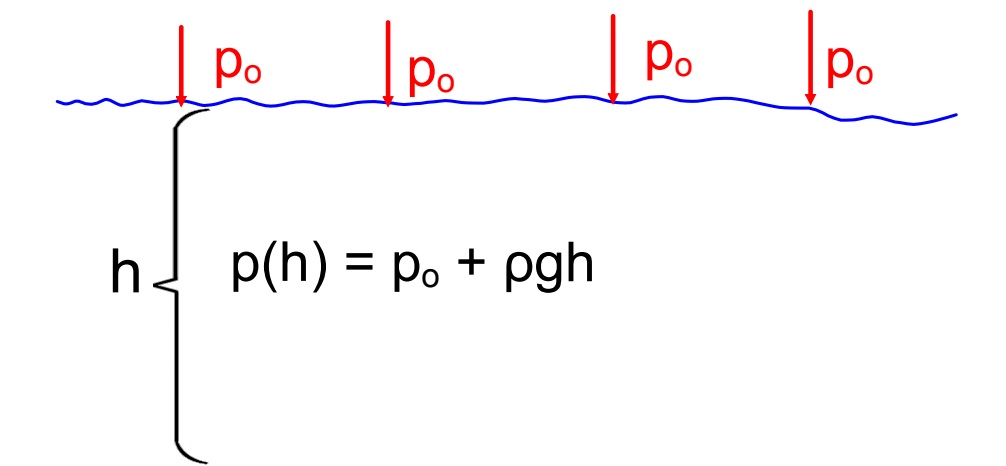
$\rho$  = nesteen tiheys,  $[\rho] = 1 \text{ kg/m}^3$

$g$  = putoamiskiihtyvyys  $\approx 9,81 \text{ m/s}^2$

$h$  = nestekerroksen paksuus,  $[h] = 1 \text{ m}$

tammi 12-10:18

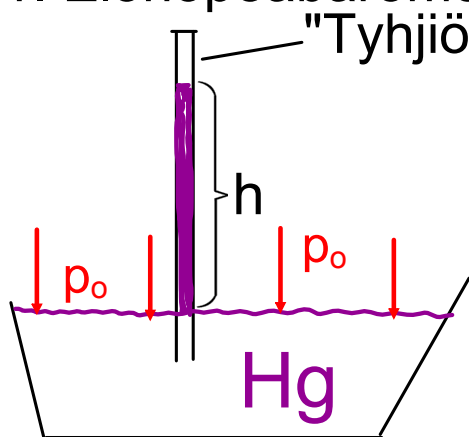
Ulkoinen ilmanpaine vaikuttaa myös nesteen pinnan alapuolella:



tammi 14-13:53

## Paineen mittaaminen

### 1. Elohopeabarometri



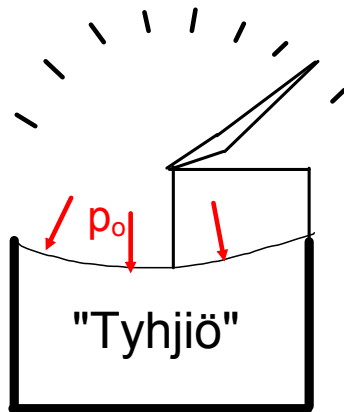
Kun  $p = p_0$ ,  $h = 760$  mm.

Patsaan korkeus muuttuu ilmanpaineen muuttuessa.

$$p = \rho gh$$

tammi 14-14:01

## 2. Rasiabarometri

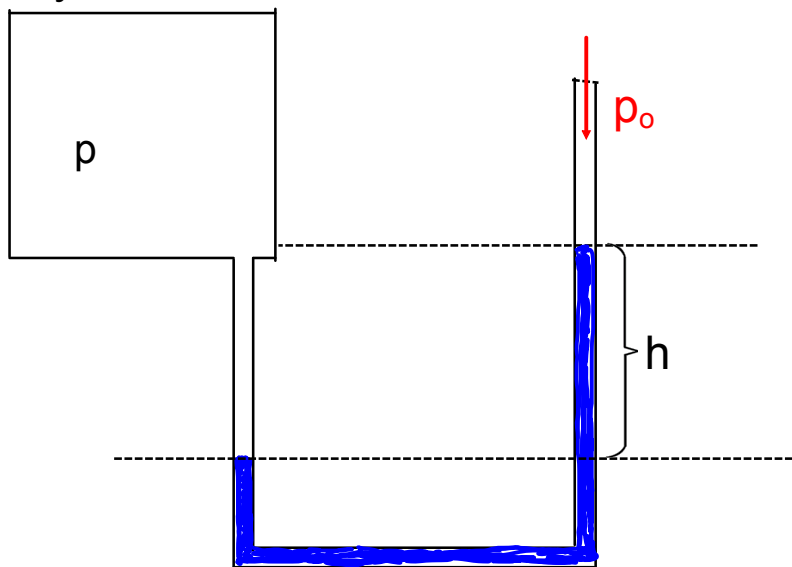


Metallikotelon kansi painuu kasaan paineen kasvaessa.

tammi 14-14:13

## 3. Nestemanometrit

-käytetään PAINE-EROJEN mittaamiseen



Tasapainoehto:

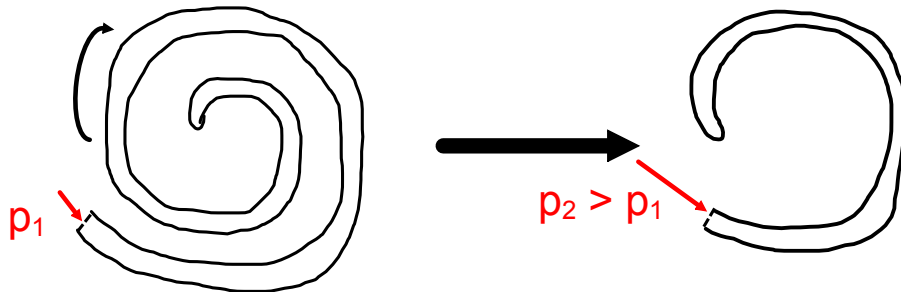
$$p = p_0 + \rho gh, \quad \rho = \text{nesteen tiheys}$$

tammi 14-14:20

## 4. Muodonmuutosmanometrit

-Bourdon-putki

-spiraaliputki kiertyy auki paineen kasvaessa:



marras 11-11:24

## 5. Sähköiset paineanturit

-venymäliuska-anturit (taivutus aiheuttaa jännitteen)

-pietsosähköiset anturit (puristus aiheuttaa jännitteen)

-kapasitiiviset paineanturit  
(painetta mittaava kalvo on samalla kondensaattorin levy)

tammi 14-14:34

## 6. "Tyhjiön" eli hyvin pienen kaasunpaineen mittaaminen

-yleensä mitataan MOLEKYYLITIHEYTTÄ, koska paineen aiheuttamat voimat ovat liian pieniä

-mittaaminen voi perustua

- kaasun lämmönjohtavuuden mittaamiseen
- kaasun ionisointiin ja syntyvän sähkövirran mittaamiseen

tammi 14-14:49

loka 30-12:42