



**LATVIJAS
UNIVERSITĀTE**
ANNO 1919

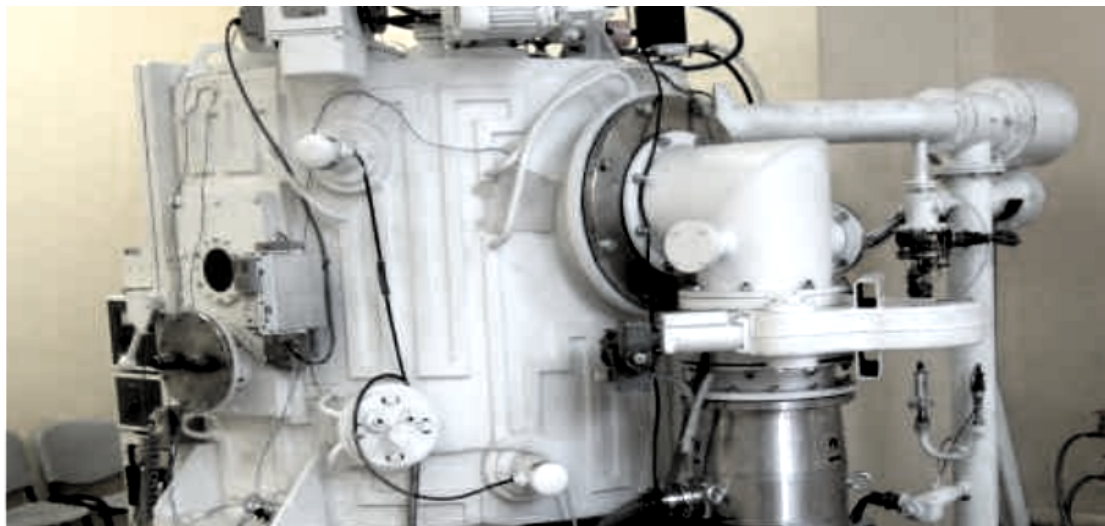
Vakuumpārklājumu tehnoloģija

Jānis Erdmanis

2016. gada 10. janvāris

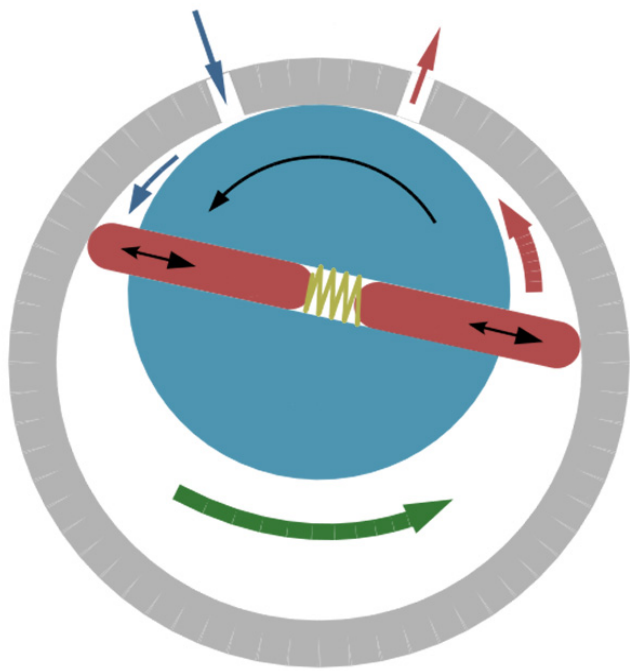
L^AT_EX
IPE 7 

Fizikas un matemātikas fakultātē



Vakuums

Ir nepieciešams dažādu zinātnisko (piemēram CERN) un industriālo darbību veikšanai



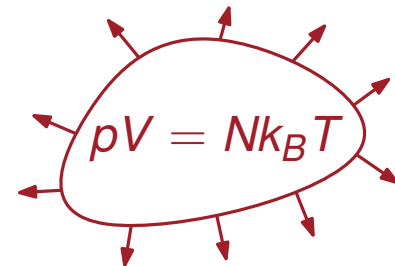
Mehāniskais sūknis priekšvakuma iegūšanai



Turbomolekulārais sūknis

Vakuumsūkņi

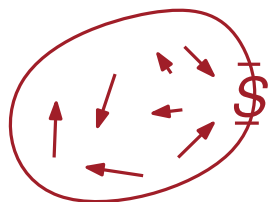
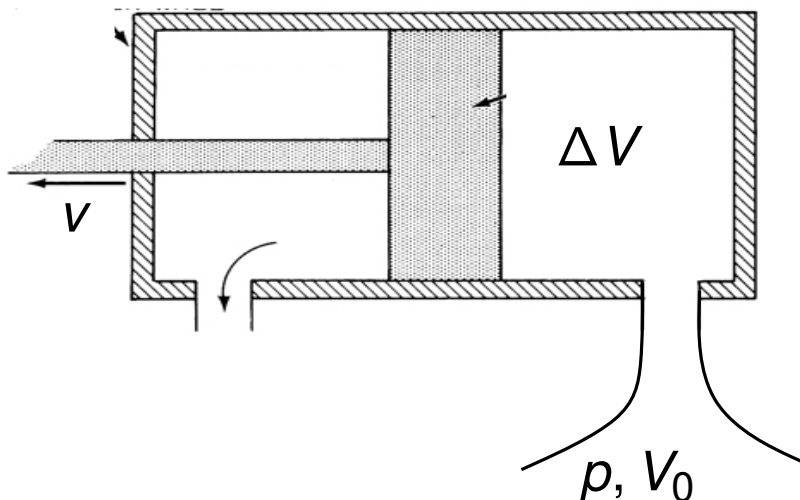
$$Q = \frac{d}{dt}pV = p\frac{dV}{dt} + V\frac{dp}{dt}$$



0, ja esam tuvu
stac. stāvoklim

Vienam ciklam:

$$S_x = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

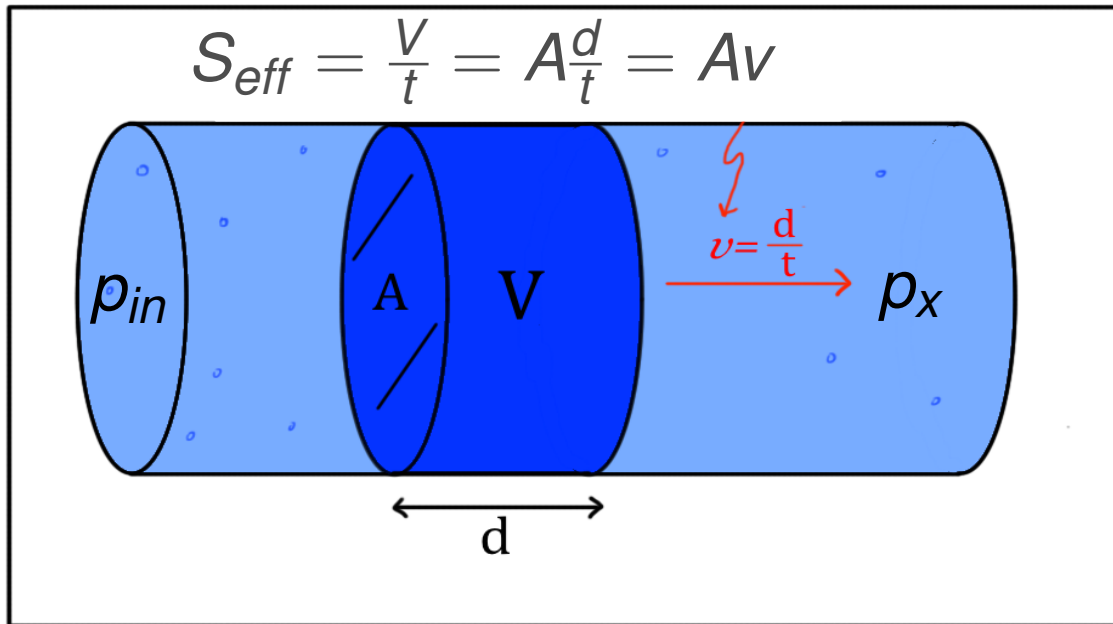


Krītošo daļiņu skaits

$$pS = F = \frac{d\tilde{p}}{dt} \approx m \frac{dN}{dt} \implies Q = k_B T \frac{dN}{dt} = p \cdot \frac{k_B TS}{m}$$



$$S_{eff} = U(p_{in} - p_x)$$



Lamināra plūsma.
Caurules gadījumā tam
atbilst Puazeļa likums

$$\Delta P = \frac{8\mu L \dot{V}}{\pi r^4}$$

Efektīvais sūkņēšanas ātrums ir izsakāms no sūkņa un cauruļu īpašībām

$$S_{eff} p_{in} = Q = S_x p_x$$

$$S_{eff} = \frac{U S_x}{S_x + U}$$

Kameras raksturlielumi

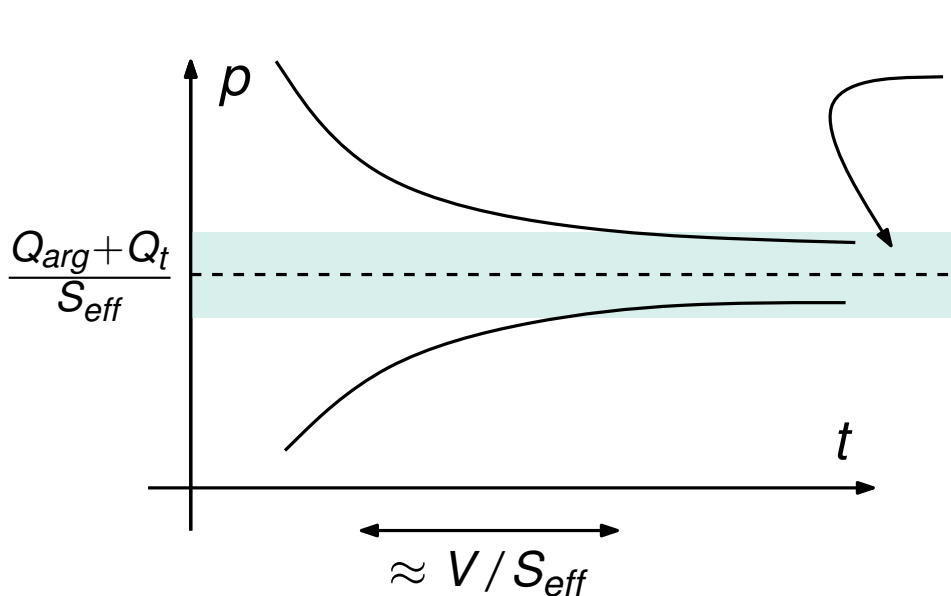
$$Q = \frac{d}{dt}pV = V \frac{dp}{dt}$$

$$Q = Q_{arg} + Q_t - pS_{eff}$$

$$Q_t \approx Up_{out} = const$$

Risinot:

$$p = \frac{Q_{arg} + Q_t}{S_{eff}} + C_1 e^{-tS_{eff}/V}$$



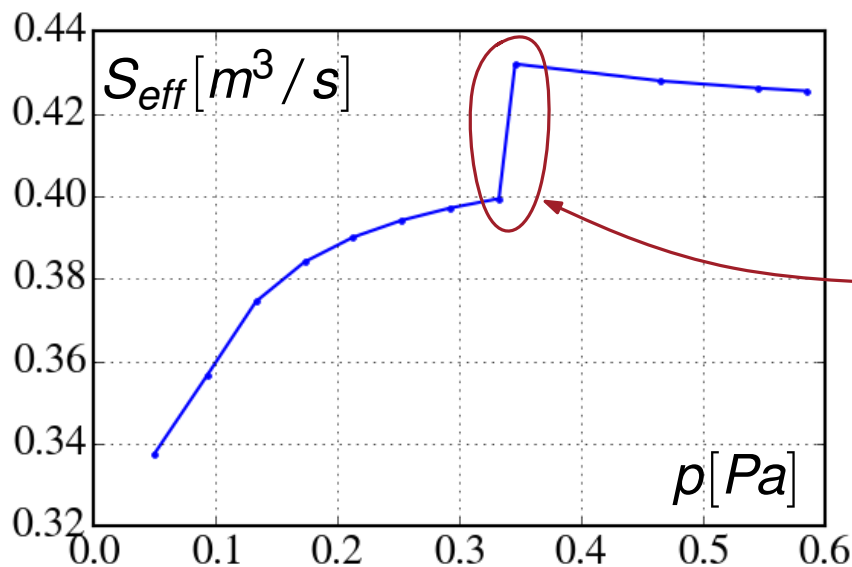
Spiediena vērtība, kura 1h laikā nemainās vairāk par 10% jeb $p(t + 1h) / p(t) < 0.9$

Tāds apgabals neeksistētu, ja sūknis būtu pārāk mazs

$$S_{eff} = -\frac{V \ln(0.9)}{1h} = 29.2 cm^3 / s$$

Efektīvā atsūkņēšanas ātruma S_{eff} atkarība no kameras spiediena p

$$S_{eff} = \frac{Q_t + Q_{arg}}{p} \text{ nav gluži konstants}$$



Pavisam dīvaini!

$\lambda \approx 10cm$

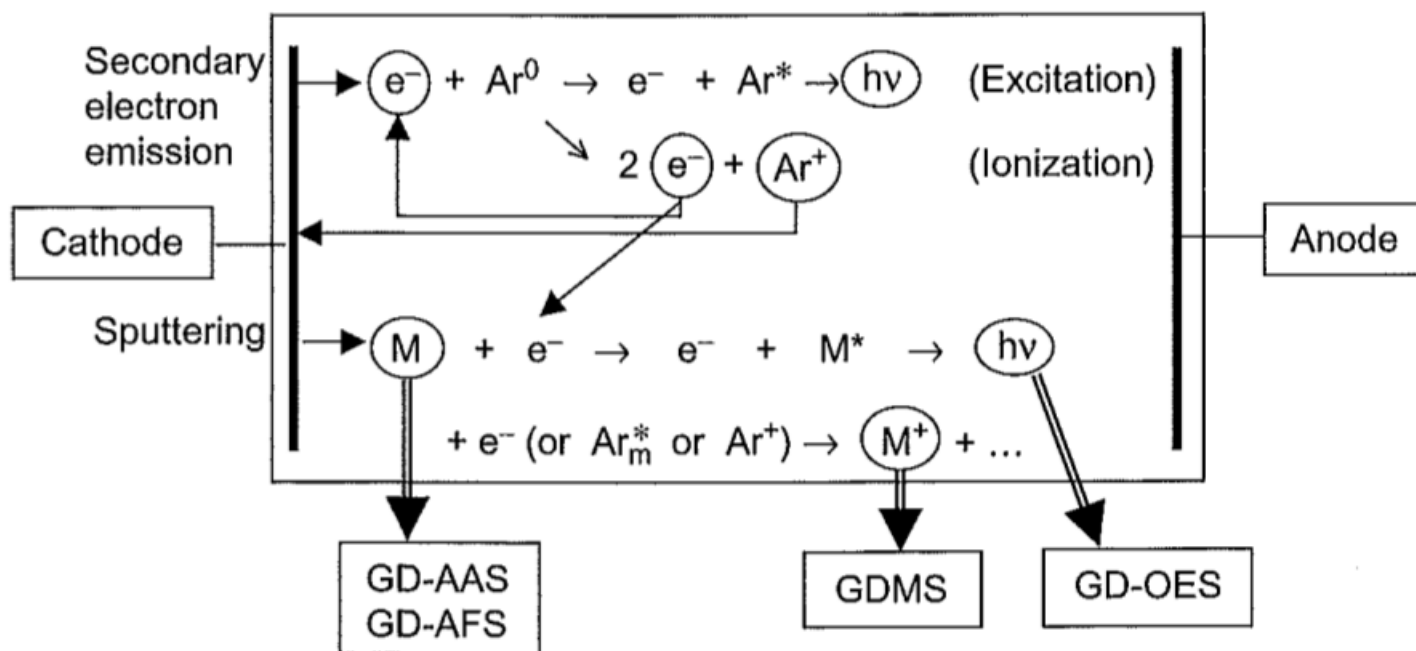
Atpakaļejošās plūsmas
ietekme

Gāzes molekulas savstarpējo
sadursmju rezultātā iespēj
izlīdzināt ātrumu sadalījumu

Lai samazinātu robežspiedienu ...

- Jānovērš teces no blīvēm un metināšanas porām, kuras mērīšanas brīdī bija $Q_t = V \frac{dp}{dt} \approx 584 \text{ cm}^3 / \text{s}$
- Jāsamazina atpakaļejošā plūsma. Var palielināt rotācijas frekvenci vai samazināt priekšvakuma spiedienu
- Jāsamazina cauruļu radītā pretestība
- Jāuzstāda jaudīgāks turbomolekulārais sūknis

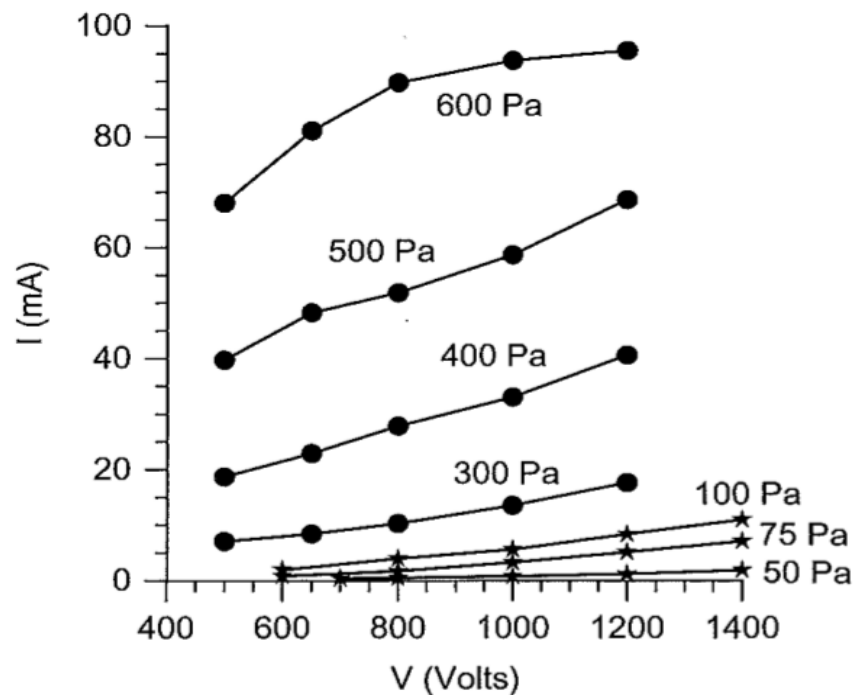
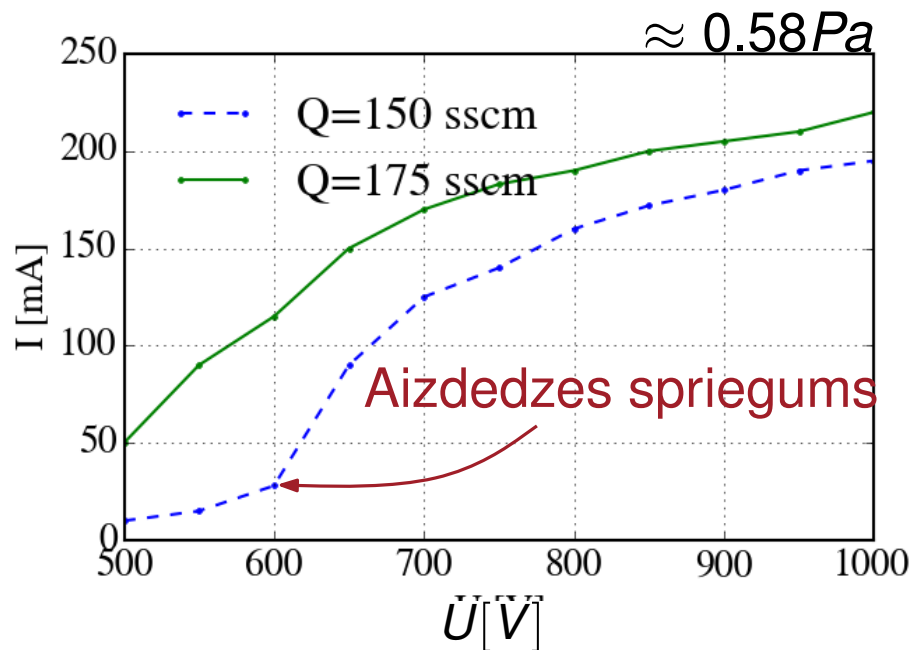
Putināšana



Elektronam pietiekami jāieskrienās, lai $e^- + Ar^0 \rightarrow 2e^- + Ar^+$

Elektrons savu enerģiju var zaudēt arī ieskrienot anodā, jonizējot Ar^0 vairāk

Voltampērraksturlīkne



Ātrākai putināšanai

- Pievadām vairāk argona
- Palielinām spriegumu

Atsauces

- Vakumsūkņu attēli no Wikipedia
- Edmunds Mačevskis, Uldis Rogulis (2014). Vakuumpārklājumu tehnoloģija, Metodiskie norādījumi laboratorijas darbam
- Von Engel, A., & Singer, S. F. (1956). Ionized Gases. Physics Today, 9(6), 26. doi:10.1063/1.3059995
- Kudriavtsev, Y., Villegas, A., Godines, A., & Asomoza, R. (2005). Calculation of the surface binding energy for ion sputtered particles. Applied Surface Science, 239(3-4), 273–278. doi:10.1016/j.apsusc.2004.06.014
- Vogl, J. (2011). Diane Beauchemin and Dwight E. Matthews (Eds.): The encyclopedia of mass spectrometry, Volume 5: Elemental and isotope ratio mass spectrometry. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 401(2), 573–574. doi:10.1007/s00216-011-5106-0

Paldies par Uzmanību