

MOLEKULIŲ PASISKIRSTYMAS PAGAL GREIČIUS

MAKSVELIO PASISKIRSTYMAS

- Dujoms esant pusiausvyros būsenoje, molekulių skaičius yra didžiulis ir, joms chaotiškai judant, molekulių padėtis ir greitis visą laiką kinta.
- Dėl šių priežasčių negalima rasti molekulių greičio verčių tam tikru laiko momentu.

- **Laikant molekulių greitį
atsitiktiniu nenutrūkstamu dydžiu,
galima rasti molekulių
pasiskirstymą pagal greičius.**

- dN – skaičius molekulių, kurių greitis yra intervale $d\mathbf{v}$ (nuo \mathbf{v} iki $\mathbf{v} + d\mathbf{v}$):

$$dN = N \cdot f(\mathbf{v}) \cdot d\mathbf{v}.$$

- Funkcija $f(\mathbf{v})$ nusako dujų molekulių pasiskirstymą pagal greičius ir yra vadinama **pasiskirstymo funkcija**.
- N – visas dujų molekulių skaičius nagrinėjamame tūryje.

Pasiskirstymo funkcijos matematinį pavidalą 1860 m. išvedė D. Maksvelas.

Jis laikė, kad

- visos dujų molekulės yra vienodos,
- visame inde dujų temperatūra vienoda,
- dujos nėra veikiamos iš išorės.

$$\frac{dN}{N} = f(v) \cdot dv$$

dN/N - tai tikimybė, kad molekulės greitis yra intervale nuo v iki $v + dv$.

Pasiskirstymo funkcija yra normuota:

$$\int_0^{\infty} f(v) \cdot dv = 1.$$

**Maksvelio pasiskirstymo
funkcija (*Maksvelio molekulių
pasiskirstymas pagal greičius*):**

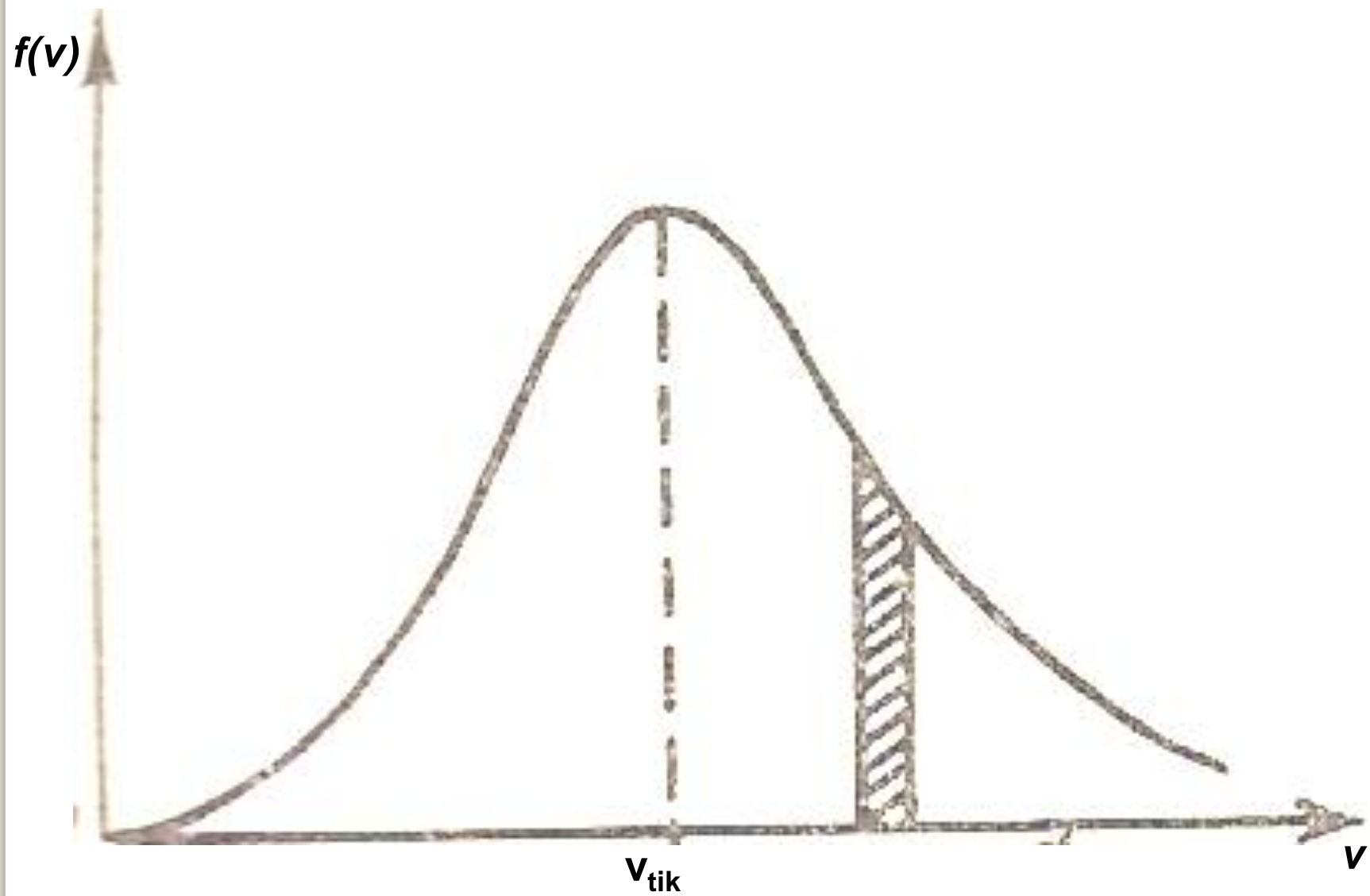
$$f(v) = A \cdot e^{-\frac{mv^2}{2kT}} \cdot v^2$$

Čia

- A – daugiklis, nepriklausantis nuo greičio v ,
- m – molekulės masė,
- k – Bolcmano konstanta.

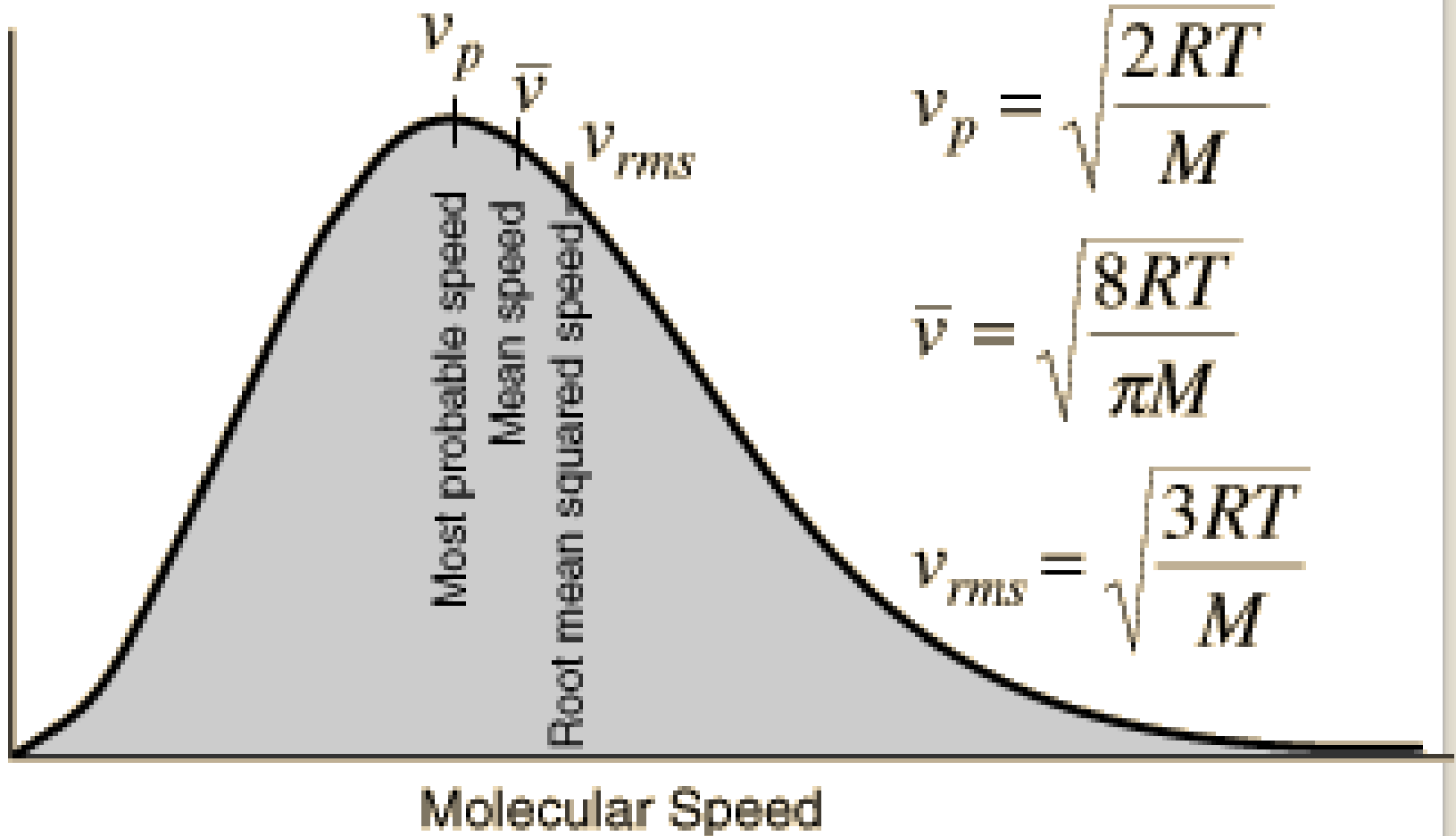
Molekulių, kurių greitis yra intervale nuo v iki $v + dv$, **skaičius bus lygus:**

$$N_{v,v+dv} = \int_v^{v+dv} N \cdot f(v) \cdot dv$$



$$f(v) = 4\pi \left[\frac{M}{2\pi RT} \right]^{\frac{3}{2}} v^2 \exp \left[\frac{-Mv^2}{2RT} \right]$$

Maxwell Speed Distribution
Function $f(v)$



$$v_p = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$$

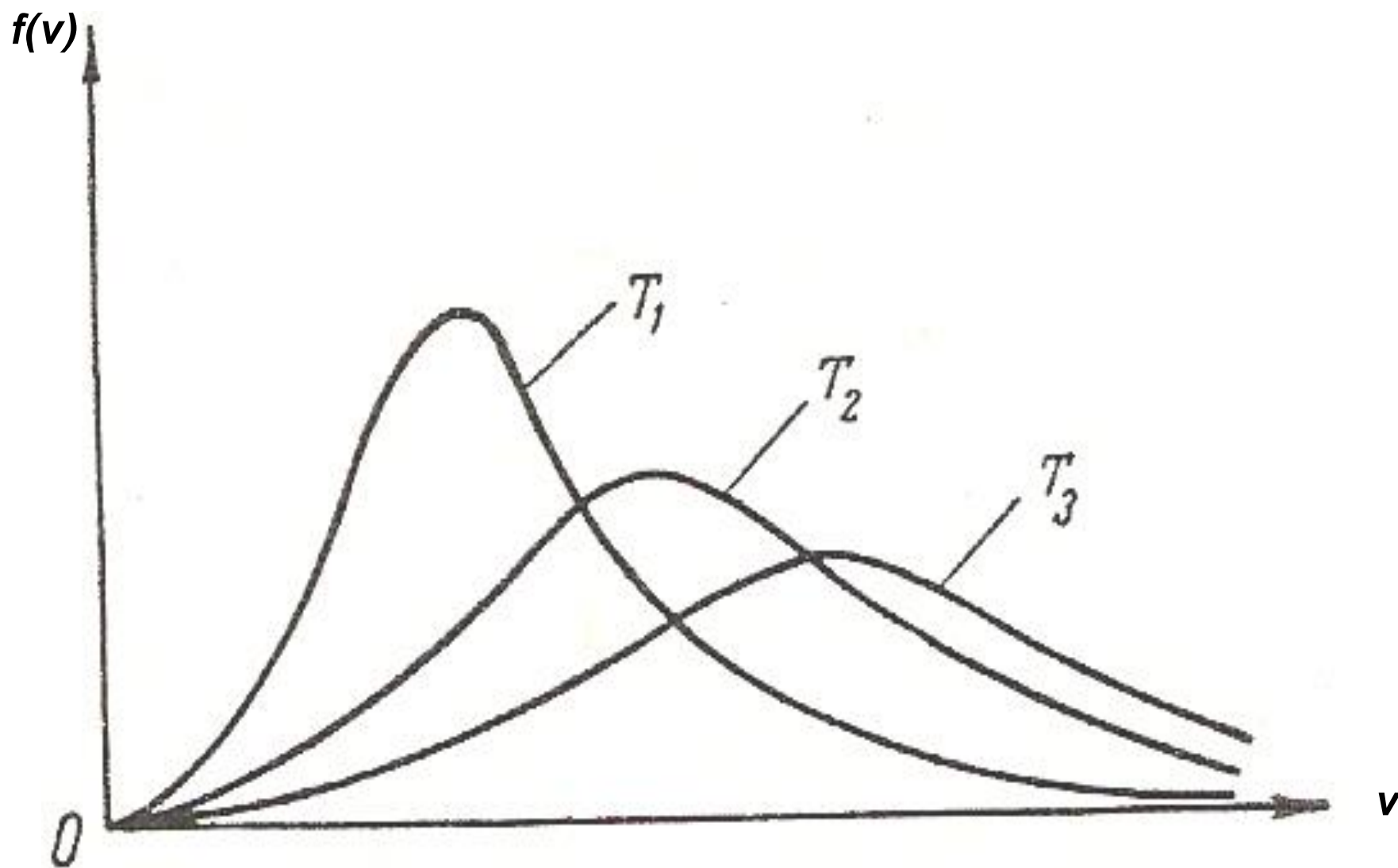
$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$$

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

- Konkrētus pasiskirstymo funkcijas pavidalas priekšnosaukums ir:
 - duju rūšis (molekulārā masa m) ;
 - būsēnos parametru (no temperatūras T).

- Greitis, atitinkantis pasiskirstymo funkcijos maksimumą, vadinamas **tikimiausiu greičiu**:

$$v_{tik} = \sqrt{\frac{2kT}{m}} = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$$

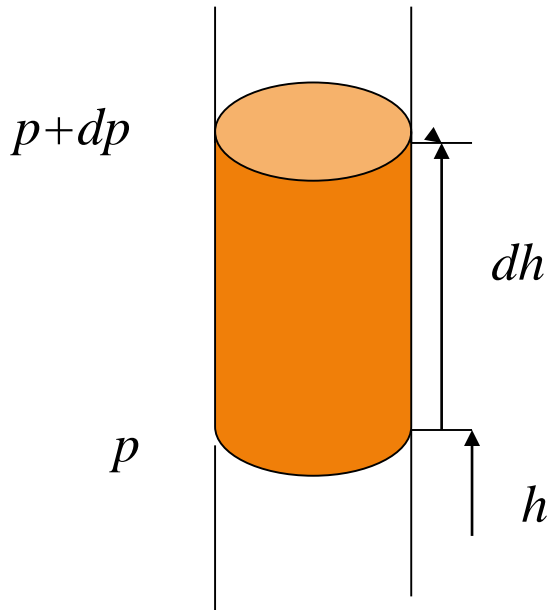


$$T_1 < T_2 < T_3$$

- Didėjant dujų temperatūrai, kreivės maksimumas pasislenka į didesnių greičių pusę, o jo absoliutinis didumas sumažėja.
- Šildant dujas, lėčiau judančių molekulių dalis mažėja, o greičiau judančių dalis didėja.
- Daugumos molekulių greičiai yra palyginti artimi tikimiausiam greičiui v_{tik} ir tik nedaugelio molekulių greičiai yra žymiai didesni ar mažesni už tikimiausią greitį.

BAROMETRINÉ FORMULÉ

Atmosferinį slėgį bet kuriame aukštyje h lemia virš jo esantys dujų sluoksniai.



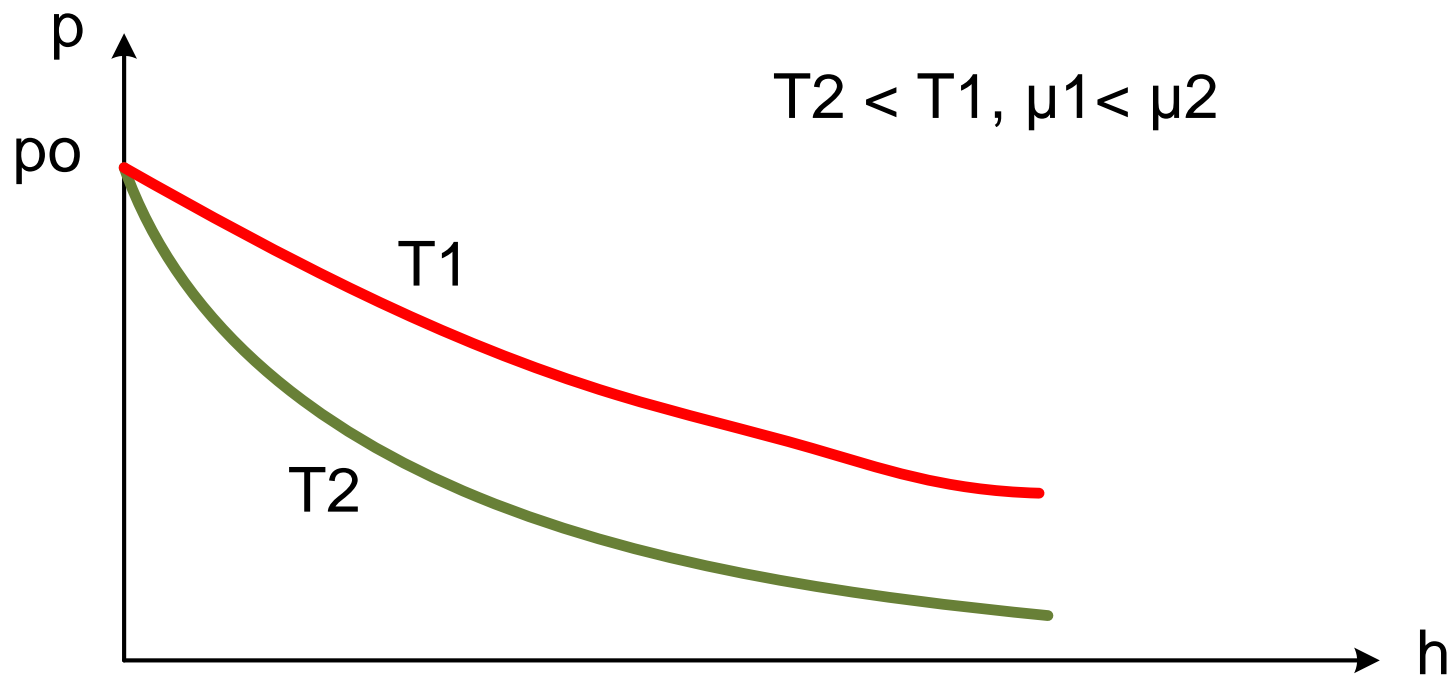
Slėgių skirtumas yra lygus cilindre esančių dujų svariui:

$$p - (p + dp) = \rho \cdot g \cdot dh$$

- **Barometrinė formulė** išreiškia slėgio p priklausomybę nuo aukščio h , laikant, kad temperatūra T nepriklauso nuo aukščio, t.y. pastovi:

$$p = p_0 \cdot e^{-\frac{\mu g h}{RT}}$$

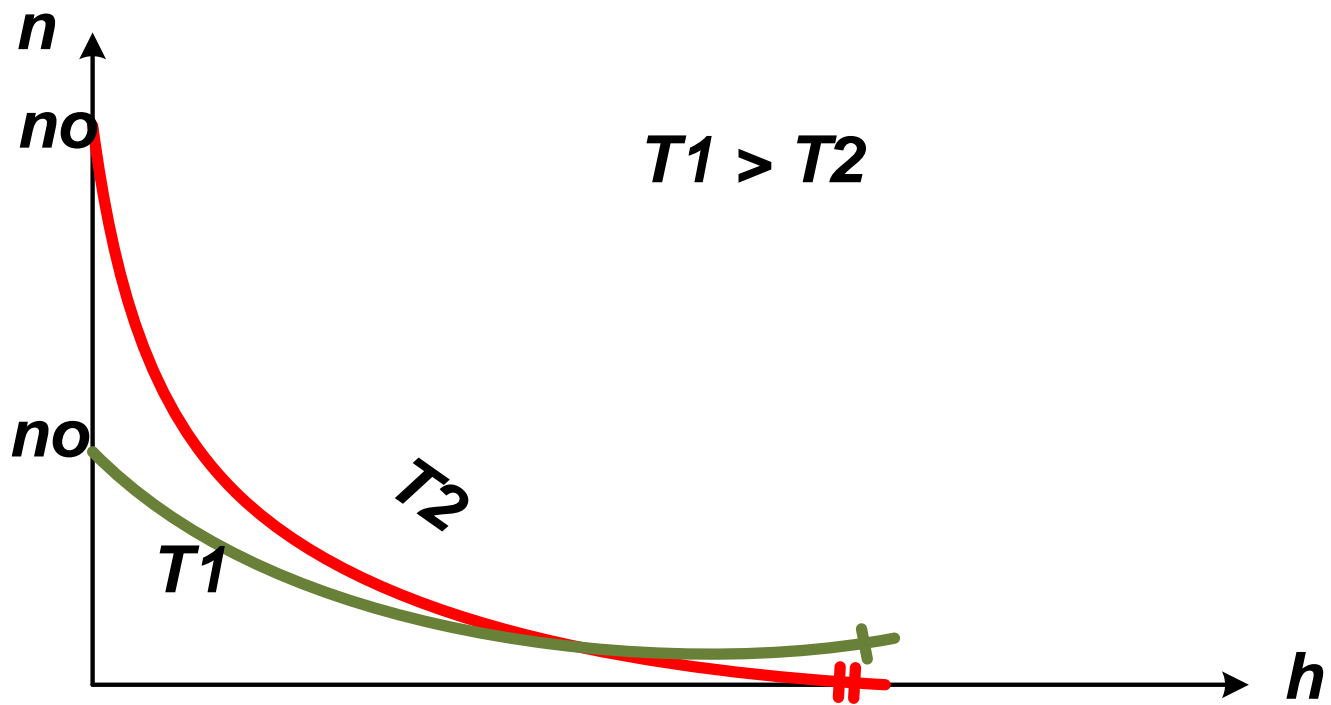
- **Kylant aukštyn, slėgis eksponentiškai mažėja.** Mažėjimo greitis priklauso nuo dujų rūšies (molinės masės) ir temperatūros.



BOLCMANO PASISKIRSTYMAS

Pasinaudoję barometrine formule ir dujų slėgio bei jų molekulių koncentracijos sąryšiu ($p=nkT$), galime rasti dujų molekulių koncentracijos n priklausomybę nuo aukščio h :

$$n = n_0 \cdot e^{-\frac{\mu g h}{RT}} = n_0 \cdot e^{-\frac{m g h}{kT}}$$



- Kylant aukštyn, dujų molekulių koncentracija eksponentiškai mažėja.
- Kai $T \rightarrow \infty$, tai $n \rightarrow n_0$, t.y. temperatūrai didėjant, dujų koncentracija visame tūryje vis labiau išsilygina (šiluminis judėjimas stengiasi tolygiai paskirstyti molekules pagal aukščius).
- Kai $T \rightarrow 0^\circ\text{K}$, tai $n \rightarrow 0$, t.y. visos molekulės, veikiamos Žemės traukos, išsidėsto ant Žemės paviršiaus.

**Mūsų atmosfera egzistuoja tik
dėl oro dalelių šiluminio
judėjimo.**

- Molekulių pasiskirstymą pagal aukščius galime nagrinėti ir kaip jų pasiskirstymą pagal turimas **potencines energijas**.
- Šis pasiskirstymas vadinamas **Bolcmano pasiskirstymu**:

$$n = n_0 \cdot e^{-\frac{E_p}{kT}}$$

**Šis pasiskirstymas galioja
sankaupai bet kokių vienodų
dalelių, judančių chaotiškai
potencialinių jėgų lauke.**

- **Maksvelio** pasiskirstymas duoda molekulių pasiskirstymą pagal jų turimas **kinetines energijas** (*kaip ir pagal greičius*),
- **Bolcmano** – pagal **potencines energijas**.

**Jei energija kinta tolygiai, tai apibendrintą
Maksvelio-Bolcmano pasiskirstymą
išreiškiame taip:**

$$dn_{E_p, v} = n_0 \cdot A \cdot e^{-\frac{E_p + E_k}{kT}} \cdot v^2 \cdot dv$$