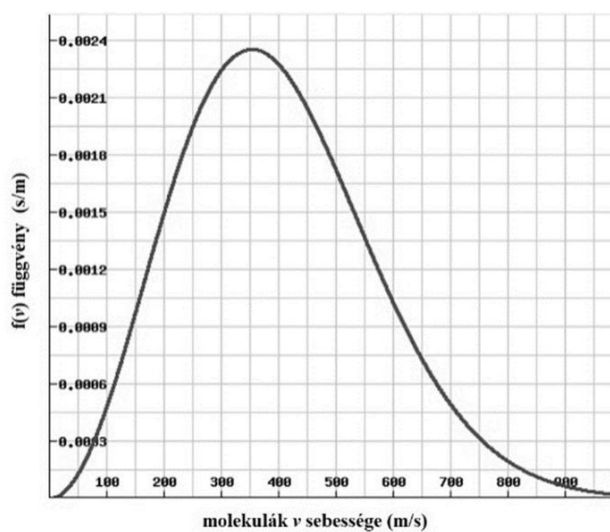
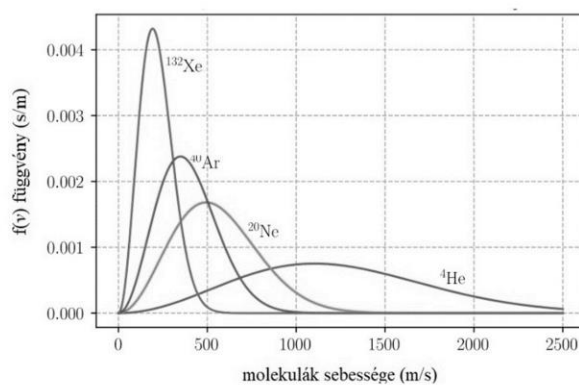


## A Maxwell–Boltzmann-eloszlás

A kinetikus gázelmélet alapján értelmezhetjük a nyomás és a hőmérséklet fogalmát a gázmolekulák mozgásának segítségével. Felvetődött a kérdés, hogy bár a molekulák átlagos mozgási sebességéről felvilágosítást ad a kinetikus gázmodell, de hogyan határozhatjuk meg, hogy a molekulák mekkora hányada mozog sokkal gyorsabban vagy sokkal lassabban az átlagnál. Hogyan határozhatjuk meg a sebesség eloszlását? Maxwell számításokkal arra az eredményre jutott, hogy a teljes gázmennyiséghez képest azon részecskék aránya, amelyek egy adott  $v_1$  sebességnél gyorsabban, de  $v_2$  sebességnél lassabban mozognak, a mellékelt  $f(v)$  függvény  $v_1$  és  $v_2$  közé eső görbe alatti területével számítható ki (1. ábra). A görbe csúcsa a legvalószínűbb, legtöbb molekulára jellemző sebességnél van. A görbe 300 K hőmérsékletű argongázra vonatkozik. Különböző gázokra, azonos hőmérsékleten elvégezve a számítást a 2. ábrán megjelenített függvényeket kaphatjuk. A görbéken láthatjuk a nemesgázok vegyjelét és moláris tömegét.



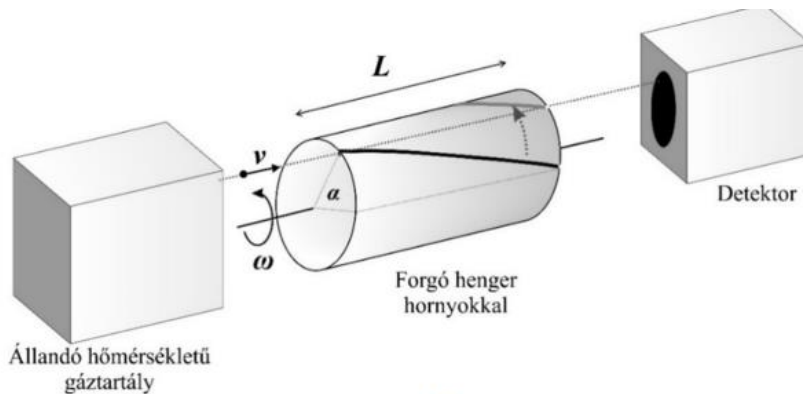
1. ábra



2. ábra

A matematikai eredményeket 1955-ben R. C. Miller és P. Kusch mérésekkel is igazolták. A mérőberendezés lelke egy forgó henger, aminek a köpenyébe csavarodó hornyokat vágtak. A vázlatos 3. ábrán ezekből csak egyet tüntettünk fel. Az egyenes vonalban haladó molekulák csak akkor jutnak végig a henger palástjába vájt horonyban a detektorig, ha nem ütköznek bele a horony falába. Minél nagyobb szögsebességgel forog a henger, annál nagyobb sebességű molekulák jutnak el a detektorig. Ezzel a precíziós mérőberendezéssel kísérletileg

is igazolták Maxwell elméleti eredményeit, a különböző sebességgel érkező molekulák aránya megegyezett az elméleti jóslattal.



3. ábra

- a) Ismertesse, hogyan modellezi a gázokat a kinetikus gázelmélet! (Csak az alapfeltevéseket írja le!)
- b) Hogyan értelmezhetjük a gáz nyomását a gázelméletben? (Ne írjon levezetést, csak kvalitatív értelmezést!)
- c) Hogyan értelmezhető a gáz hőmérséklete a kinetikus gázmodellel? (Ne írjon levezetést, csak kvalitatív értelmezést!)
- d) Mutassa be, hogyan és miért térnek el egymástól az azonos hőmérsékletű, de különböző moláris tömegű gázokra vonatkozó Maxwell-féle függvények maximumhelyei!
- e) Hogyan alakulna a függvény maximumhelye, ha ugyanazon gáz különböző hőmérsékletű görbéit vizsgálnánk?
- f) A 3. ábrán szereplő mérőeszközzel a  $v$  sebességű molekulákat szeretnénk célba juttatni. Határozza meg, hogy mekkora  $\omega$  szögsebességgel kell forgatnunk a hengert, ha  $L$  és  $\alpha$  ismert!

(2023. május)

## Megoldás: (18 pont)

a) A kinetikus gázelmélet alapfeltevéseinek ismertetése:

3 pont

A gáz kicsiny részecskékből áll (1 pont), amelyek szabadon mozognak (1 pont), egymással, illetve a tartály falával rugalmasan ütköznek (1 pont).

b) A nyomás kvalitatív értelmezése:

3 pont

Mozgás során a részecskék a tartály faláról rugalmasan visszapattannak (1 pont), az ütközés során létrejövő lendületváltozás (1 pont) eredménye a tartály falára ható erő (1 pont).

c) A hőmérséklet kvalitatív értelmezése:

2 pont

Minél melegebb a gáz, annál nagyobb a részecskék átlagos sebessége (mozgási energiája). (Ha a vizsgázó nem utal arra, hogy átlagos értékről van szó, a 2 pont akkor is megadandó!)

d) A maximumhely változásának leírása az ábra alapján:

3 pont

A nehezebb részecskékből álló gáz részecskéi ugyanakkora hőmérsékleten lassabban mozognak (1 pont), ezért a sebességeloszlás maximuma kisebb sebességnél van (1 pont), de nagyobb értéket vesz fel (1 pont).

e) A maximumhely változásának leírása növekvő hőmérséklet esetén:

3 pont

A hőmérséklet növekedésével a részecskék egyre gyorsabban mozognak (1 pont), ezért a sebességeloszlás maximuma is egyre nagyobb értékek felé tolódik (2 pont).

f) A keresett szögsebesség megadása:

4 pont

Mivel a részecske  $t = \frac{L}{v}$  (1 pont) idő alatt halad át a berendezésen, és akkor jut át, ha ezalatt a henger elfordulása pont  $\alpha$  (1 pont).

$\alpha = \omega \cdot \frac{L}{v}$  (1 pont) amiből  $\omega = \frac{\alpha \cdot v}{L}$  (1 pont).

**Összesen**

**18 pont**