K. 851. *Egy 50L térfogatú tartályban 0°C hőmérsékleten és 100atm nyomáson nitrogén található. Mekkora tömegű gázt engedtek ki a tartályból, ha azonos hőmérsékleten a részleges kiürítés után a nyomás a tartályban az eredeti érték ötödére csökkent?*

Megoldás: Ki kell számítanunk, hogy kezdetben (1. állapot) és a gáz egy részének távozása után (2. állapot) mekkora anyagmennyiség volt a tartályban. Amennyiben a nyomás 1/5-re csökkent, azt jelenti, hogy 20atm volt a nyomás a tartályban a gáz kiengedése után. Az általános gáztörvény egyenlete szerint: $p\cdot V = \nu\cdot R\cdot T$ Az ismert értékek behelyettesítésével:

$\nu_1 = 100\cdot 50/RT$ $\quad \nu_2 = 20\cdot 50/RT$ $\quad R = V_o\cdot p_o/T_o$ $\quad V_o = 22{,}4L$

$p_o = 1atm$ $T_o = 273K$ $\quad T = T_o$

A kiengedett nitrogén tömege $m_{N2} = (\nu_1 - \nu_2)M_{N2} = 80\cdot 50\cdot 28/22{,}4 = 5000g$

Hibaigazítás: *a **K. 852.** feladat szövegét adathiánnyal közöltük, ezért egyértelmű megoldása nem lehetséges!*

Fizika

Firka 2016-17/1. – 48. o.

F. 572.

Az első, a taszított golyó nyugalomból $(v_{10} = 0)$ indul, és az első ütközésig *egyenletesen gyorsul* $a = F/m$ gyorsulással.

A d távolságot $t^{/}$ idő alatt futja be, vagyis $d = a\cdot t^{/2}/2$, honnan $t^{/} = \sqrt{2d/a} = \sqrt{2md/F}$, és így az *ü*tközés *e*lőtti sebessége: $v_1(ü.e.) = at^{/} = \sqrt{2dF/m}$.

a). A golyók ütközése *tökéletesen rugalmas*, és mivel a tömegük egyenlő „sebességet cserélnek"; (impulzus és mozgási energia megmaradási törvénye …).

Ezért az első golyó másodikkal való *ü*tközése *u*tán leáll $v_1(ü.u.) = 0$, és majd újra elkezd gyorsulni, amely aztán állandóan ismétlődik. Így a lökött golyó középsebessége: $\overline{v_1} = \dfrac{v_1(ü.e.) + v_{10}}{2} = \dfrac{\sqrt{2dF/m} + 0}{2} = \sqrt{\dfrac{dF}{2m}}$.

A második golyó – mivel rá nem hat erő – egyenletesen haladva teszi meg a d távolságot a szerzett $v_{20} = v_1(ü.e.) = \sqrt{2dF/m}$ sebességgel. Ezzel ütközik a harmadik golyóval, melynek „átadva" sebességét megáll … és így tovább.

A d befutásához szükséges idő $(t^{//})$: $t^{//} = \dfrac{d}{v_{20}} = \sqrt{\dfrac{md}{2F}}$.

Ütközve a harmadik golyóval, a *zavar*, vagyis a „lökéshullám" azonnal továbbjut magán a harmadik golyón is (befutva a D átmérőnyi utat). A golyó anyagában a *longitudinális hullám* sokkalta gyorsabban terjed, mint a golyók mozgása, ezért a zavar golyón való átjutását pillanatszerűnek tekintjük. Így, mivel a hullámfront, vagyis a *l*ökés*h*ullám a $t^{//}$ idő alatt $(d + D)$ utat tesz meg, sebessége: $v_{lh} = \dfrac{d + D}{t^{//}} = (d + D)\sqrt{\dfrac{2F}{md}}$.

A hullámfront és a taszítás sebességeinek aránya: $f_{a.)} = \frac{v_{lh}}{\bar{v}_1} = (d+D)\frac{\sqrt{2F/(dm)}}{\sqrt{dF/(2m)}} = 2\cdot\left(1+\frac{D}{d}\right)$.

Sajátos esetben, ha a golyók mérete kicsi $D \langle\langle d$, akkor $f_{a.)} \approx 2$.

b). Ha a golyók ütközése *teljesen rugalmatlan,* az ütköző golyók összetapadnak és együtt haladnak tovább. Ha a taszítás elég hosszú ideje tart, az ütközés már nagyszámú golyóra terjedt ki $(n\rangle\rangle\ )$, akkor a *t*aszítási (v_t), valamint a golyósoron a hullámfront, vagyis a – *l*ökés*h*ullám – sebessége (v_{lh}) állandósul.

Legyen $n\rangle\rangle$ melyre már állandósult a sebesség. Az F erővel taszított – összetapadt *n* golyó – a taszítási sebességgel Δt idő alatt futja be a *d* távolságot, ahhoz, hogy beleütközzék az előtte levő $(n+1)-ik$ golyóba, mely ettől ugyanerre a taszítási sebességre tesz szert: $\Delta t = d/v_t$. A taszító erő hatására nem nő tovább az összetapadt (n) golyósor sebessége, csak az impulzusa növekszik, mert nő a tömege minden ütközés során.

Egy ütközésnél az F erő Δt idő alatti erőlökése megadja a rendszer impulzusváltozását:

$\Delta P = F\cdot\Delta t$, vagyis $(n+1)mv_t - nmv_t = F\Delta t = F(d/v_t)$, így a *t*aszítási sebesség: $v_t = \sqrt{Fd/m}$. A taszítás Δt ideje alatt a golyósor *d* távolságot tesz meg, de az ütközéssel a hullámfront már egy golyó átmérőjével (D), tovább is jutott. Ezért a hullámfront terjedési sebessége (v_{lh}) : $v_{lh} = \frac{d+D}{\Delta t} = \frac{d+D}{\left(d/\sqrt{Fd/m}\right)}$, vagyis

$$v_{lh} = (d+D)\sqrt{\frac{F}{md}}.$$

A hullámfront és a taszítás sebességeinek aránya:

$$f_{b.)} = \frac{v_{lh}}{v_t} = \frac{(d+D)\sqrt{F/(md)}}{\sqrt{Fd/m}} = 1+\frac{D}{d}.$$

Sajátos esetben, ha a golyók mérete kicsi $D\langle\langle d$, akkor $f_{b.)} \approx 1$.

Észrevétel:

- Az a.) és a b.) esetben, egyaránt fennáll:

  $$\bar{v}_t\cdot v_{lh} = (d+D)\frac{F}{m};\ \left[a\ b.)\ esetben\ \bar{v}_1 = v_t\ \right].$$

- Ugyanazt a golyósort, ugyanazzal az erővel taszítva, $\sqrt{2}-ször$ gyorsabban taszíthatjuk plasztikus ütközések esetén, mint tökéletesen rugalmas ütközéseknél, és itt épp $\sqrt{2}-ször$ lassabban terjed a hullámfront, mint a rugalmas esetben.
- Érdekes lehet a feladat megoldása, ha az ütközési szám (k) $a\ \ 0\langle k\langle 1$ értéket veszi fel.

Bíró Tibor