Fizika

F. 586. Egy adott pillanatban az egyforma ionok egyenletes eloszlásban, egy síklapszerű alakzatban helyezkednek el (nevezzük ezt „ionfalnak”). Az ionfal *kezdeti* vastagsága d_0 és az ionok koncentrációja n_0 .

Határozzuk meg az ionfal vastagságának idő szerinti változását, ha:

a.) az ionokon kívül nincs jelen más anyag, tehát az ionfal *vákuum*ban terjed szét;

b.) jelen van az ionokat származtató *semleges gáz*, vagyis az ionok szétszóródása gázban történik $\left(n \rangle\rangle n_0\right)$.

(Ismertnek tekintjük még az ionok q töltését, m tömegét, *u mozgékonyságát*, valamint a gáz n koncentrációját.)

Bíró Tibor feladata

F. 587. Egymástól adott d távolságra található két kikötő közötti távolságon egy hajó a vízhez viszonyítva v sebességgel mozog. Állóvízen vagy folyóvízen tartana hoszszabb ideig az oda-vissza út? Indokoljuk a választ.

F. 588. Párhuzamos, keskeny fénynyaláb R sugarú, homogén és izotrop anyagból készült átlátszó gömbre esik úgy, hogy a nyaláb központi sugara a gömb középpontján halad át. A gömb elhagyásakor a nyaláb keresztmetszetének átmérője harmadrésze a beeső nyaláb keresztmetszete átmérőjének.

Határozzuk meg:

a.) A gömb anyagának törésmutatóját.

b.) Milyen távolságra található a gömb középpontjától a gömbnek, mint vastag lencsének, a képtéri gyújtópontja?

c.) Mekkora kell legyen a gömb anyagának törésmutatója, hogy szórólencseként viselkedjék?

F. 589. Ahhoz, hogy 100 g tömegű ideális gáz hőmérsékletét 4 K-el növeljük egy olyan állapotváltozás során, amelyben a nyomás egyenesen arányosan növekedett a térfogattal, 831 J-al több hőmennyiséget kellett közölni, mintha ezt a hőmérsékletváltozást izochor folyamat során értük volna el. Határozzátok meg, milyen gáz vett részt a folyamatban!

F. 590. Egy hídról leugró sportoló a h = 20 m hosszúságú gumikötél egyik végét a korláthoz, a másik végét pedig magához erősíti. A kötél fékezi a sportoló esését, és eközben a legnagyobb megnyúlása 2h. Mekkora maximális sebességre gyorsul fel, és mennyi ideig tart az esése? (A sportoló nem éri el a víz felszínét. A gumikötél követi a Hooke-törvényt és a tömege elhanyagolható. A légellenállástól eltekintünk!).

F. 586.

BBTE Fizika kar, XXII. AUGUSTIN MAIOR Fizikaverseny, 2017.11.25.

Szabadon választva, oldjon meg az alább javasolt 4 feladat közül 2 feladatot:

F1. Egy m = 1 kg tömegű test h = 20 m magasról szabadon esik.

a.) Mennyi idő múlva ér földet, és mennyi ebben a pillanatban a sebessége?

b.) A földfelszíntől milyen magasságra egyenlő a mozgási energia a potenciális energia felével?

c.) Mekkora utat tesz meg a test a mozgás utolsó másodpercében?

d.) Milyen ellenállási erő hat a testre a talajban, ha d = 2 cm távolságra fúródik be?

Adott g =10 m/s^2.

F2. Egy egyatomos ideális gáz (C_V = 3R/2), melynek hőmérséklete T_1, a következő állapot-változásokon megy át: 1-2 izobár ($V_2 = 2V_1$), 2-3 p = a•V (a = állandó, $V_3 = V_2/4$); 3-4 izobár ($V_4 = V_1$) és 4-1 izochor.

a.) Ábrázoljuk grafikusan (p, V) (p, T) és (V, T) koordinátákban a fent említett állapotváltozásokat

b.) Számítsuk ki a gáz jellemző paramétereit mind a 4 állapotváltozásban

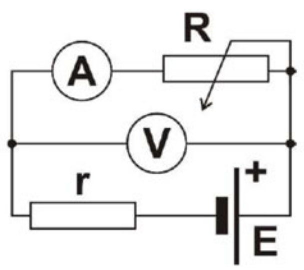
c.) Határozzuk meg a gázmolekulák számát

d.) Számítsuk ki a 2-3 változás során végzett munkát és a cserélt hőt

Az Avogadro-féle számot (NA) és a p_1, V_1, T_1 paramétereket ismertnek tekintjük.

F3. Az ábrán látható áramkörben a telep elektromotoros feszültsége (E) és belső ellenállása (r) ismeretlenek, az A ampermérő és V voltmérő ideálisnak tekinthetők, míg az R ellenállás változtatható értékű. Az R ellenállás különböző értékeire az áramforrás sarkain az U feszültség és az I áramerősség mért értékeit az alábbi táblázat tartalmazza:

U [V]	9	8	7	6	5	4	3	2	1
I [A]	1	2	3	4	5	6	7	8	9



a.) Ábrázoljuk az U feszültség változását az I áramerősség függvényében, és adjuk meg azt az egyenletet, amely meghatározza ezt a változást.

b.) Határozzuk meg a telep elektromotoros feszültségét (E) és belső ellenállását (r)

c.) R milyen értékére kapunk maximális teljesítményt az áramkörben? Adjuk meg ennek a teljesítménynek az értékét

d.) R milyen értékére kapunk maximális áramerősséget az áramkörben? Adjuk meg ennek az áramerősségnek az értékét.

F4. Egy f '= 30 cm fókusztávolságú gyűjtőlencse egy tárgyról a lencsétől 60 cm-re alkot képet. A gyűjtőlencsére ráillesztenek egy szórólencsét, amelynek a fókusztávolsága f ''= – 15 cm. Határozzuk meg:

a.) a rendszert alkotó lencsék törőképességét,
b.) a tárgy helyzetét a gyűjtőlencséhez viszonyítva. Rajzoljuk meg a sugármenetet,
c.) a két lencséből álló rendszer fókusztávolságát,
d.) a két lencséből álló rendszer által alkotott kép helyzetét és milyenségét. Rajzoljuk meg a sugármenetet.

Az alábbi négy elméleti kérdés közül szabadon választva válaszoljon meg egy kérdést:

E1. Jelentsük ki a fényvisszaverődés és a fénytörés törvényeit! Készítsünk ábrát, amelyen feltüntetjük és értelmezzük a törvényekben szereplő jelöléseket.
E2. Megadva az összefüggésben szereplő jelölések fizikai értelmezését és a mennyiségek mértékegységét, jelentsük ki és írjuk fel Ohm törvényét a teljes áramkörre.
E3. Jelentsük ki a csúszó súrlódás törvényeit!
E4. Jelentsük ki a termodinamika első főtételét, és írjuk fel annak matematikai kifejezését, megadva a felhasznált jelölések fizikai értelmezését és mértékegységét.

Munkaidő: 90 perc
Elérhető maximális pontszám = 100 pont
Pontozás: (F1.) = 40 pont, (F2.) = 40 pont, (F3.) = 40 pont, (F4.) = 40 pont, (E.) = 10 pont; 10 pont hivatalból

Megoldott feladatok

Kémia – *FIRKA 2017-2018/2.*

K. 883. *80 g 80 %-os kénsav-oldatba 0,15 mólnyi vegytiszta rezet tettek. A reakció végbemenetele után mekkora az oldat tömege?*

Megoldás: a reakciót leíró egyenlet: $Cu + 2\ H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$

$M_{Cu} = 63{,}54$ g/mol $M_{H2SO4} = 98$ g/mol $\nu_{Cu} = \nu_{SO2} = 0{,}15$ mol $M_{SO2} = 64$ g/mol

A reakcióegyenlet értelmében a 0,15 mol Cu 0,3 mol kénsavval képes reagálni.

A 80 g kénsav-oldatban 80·80/100 = 64 g H_2SO_4 van, ami 64/98 = 0,653 mol, tehát kénsav van feleslegben, a Cu teljes mennyisége feloldódik só formájában. A reakció hevítés hatására megy végbe, amely során a rézzel egyenértékű felszabaduló SO_2 gáz nem marad az oldatban. Tehát a reakció végén a tömegmegmaradás törvénye értelmében az oldat tömege = kénsav tömege + réz tömege – kén-dioxid tömege = 80 + 0,15·63,5 – 0,15·64 = 79,925 g

K. 884. *100 g 10 tömegszázalékos NaOH oldathoz 50 g ismeretlen töménységű salétromsav-oldatot töltöttek. A reakció lejátszódása után az elegy savas kémhatású volt. Meghatározva az elegyben a salétromsav töménységét, arra 5 tömeg%-ot kaptak. Állapítsátok meg, hogy milyen töménységű salétromsav-oldatot használtak a NaOH semlegesítésére!*

Megoldás:

$m_{NaOH} =$ 100·10/100 = 10 g $M_{NaOH} = 40$ g/mol $M_{HNO3} = 63$ g/mol

4 gNaOH ... 63 g HNO_3
10 g ... x = 15,75 g
m_{elegy} a reakció végén: 100 + 50 = 150 g A m_{HNO3} felesleg az elegyben =150·5/100 = 7,5 g
Az eredeti oldatban 15,75 + 7,5 = 16,25 g HNO_3 volt
50 g oldat ... 16,25 g HNO_3
100 g ... x C_{HNO3} old. = 32,50 % m/m

K. 885. *Pentén és 1,3-butadién 1,67 g tömegű keveréke 672 cm³ normálállapotú klórgázt addícionált. Állapítsátok meg a kiinduló szénhidrogén keverék tömegszázalékos összetételét!*

Megoldás:

M_{C5H10} = 70 g/mol M_{C4H6} = 54 g/mol V_{Cl2}= 22,4 dm³/mol
$C_5H_{10} + Cl_2 = C_5H_{10}Cl_2$ $C_4H_6 + 2Cl_2 = C_4H_6Cl_4$
Jelöljük a C_5H_{10}-t 1-el, a C_4H_6 molekulát 2-vel:
$m_1 + m_2 = 1{,}67$ g $V_1 + V_2 = 672$ cm³ 1 cm³ = 10^{-3} dm³
70 g C_5H_{10} ... 22,4 dm³ Cl_2 54 g C_4H_6 ... 2·22,4 dm³ Cl_2
m_1 g .... V_1 m_2 g .....V_2
$V_1 = 22{,}4 \cdot m_1/70$ $V_2 = 2 \cdot 22{,}4 \cdot m_2/54$
$22{,}4 \cdot m_1/70 + 2 \cdot 22{,}4 \cdot m_2/54 = 0{,}672$ (1)
$m_1 + m_2 = 1{,}67$ (2) Az (1) és (2) egyenletből $m_1 = 1{,}4$ g $m_2 = 0.27$ g

1,67 g keverékben ...1,4 g C_5H_{10}
100 g keverékben....x = 83,83 g 100 – 83,83 = 16,1 7 g
Tehát a szénhidrogén keverék 83,83 % pentént és 16,17 % 1,3-butadiént tartalmazott.

K. 886. *Egy üzemben olyan polipropilént gyártottak, amelynek a polimerizációs foka 1200. A termékből egy polipropilén fólia forgalmazó felhasználó 2 tonna mennyiséget rendelt. Ennek az anyagmennyiségnek a biztosítására legkevesebb mekkora anyagmennyiségű szennyezésmentes nyersanyaggal kellett rendelkeznie a termelőegységnek, ha 95%-os hozam mellett tudták kielégíteni a rendelőt?*

Megoldás:

$M_{polimer}/M_{monomer} = 1200$ M_{C3H6} = 42 g/mol
$m_{polimer} = m_{monomer}$ Ezért két t monomérre lenne szükség teljes átalakulás során.
Mivel a polimericázió 95% , minden 100 kg monomérből csak 95 kg alakul át.
100 kg C_3H_6 .... 95 kg
x .... 2000 kg x =2105,3 kg $\nu = m/M$ ν_{C3H6} = 50,12 Kmol.

Fizika – *FIRKA 2017-2018/2.*

F. 585.

a.) A kezdeti pillanatban $(t_0 = 0)$ a görgőscsapágy részeinek szögsebessége és sugara: külső gyűrű $\cdots \omega_{01}$, R_1 // görgők forgási $\cdots \omega_{02}$, R_2 // görgők keringési $\cdots \omega_0$, $(R_3 + R_2)$ // belső gyűrű ...ω_{03} , R_3 .

A Firka 2015-16/4 számában közölt *F. 571.* feladat figyelembevételével belátható, hogy a görgőscsapágynál a szögsebességek közti összefüggések azonosak a golyóscsapágynál kapottakkal, melyek a $k=\dfrac{R_1}{R_3}$ jelöléssel: $\begin{cases}\omega_{02}=\dfrac{2k}{k-1}\omega_{01}-\dfrac{k+1}{k-1}\omega_0\\ \omega_{03}=(k+1)\omega_0-k\omega_{01}\end{cases}$, de mivel a

kezdeti pillanatban $\omega_{01}=0$ *és* ω_{03} adott: $\begin{cases}\omega_{02}=-\dfrac{k+1}{k-1}\omega_0\\ \omega_{03}=(k+1)\omega_0\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\omega_{02}=-\dfrac{\omega_{03}}{k-1}\\ \omega_0=\dfrac{\omega_{03}}{k+1}\end{cases}$.

Az *impulzusnyomaték* megmaradási tétele szerint, mivel – a forgásba hozott, majd elengedett csapágy – a környezetétől *elszigetelt* rendszer, a teljes perdülete megmarad: $J_{csapágy}(t_0=0)=J_{csapágy}(t\rangle\rangle)$. Viszont, egy forgó test impulzusnyomatéka (J) a test adott tengelyre vonatkoztatott szögsebességének (ω) és tehetetlenségi nyomatékának (I) a szorzata $(J=\omega\cdot I)$; kiszámításához szükséges a megfelelő tehetetlenségi nyomaték ismerete.

▪ A csapágy *külső* és *belső* gyűrűi, a csapágy középpontján áthaladó $\left(OO^{/}\right)$ tengely körül forognak, így tehetetlenségi nyomatékuk: $I_1=m_1R_1^2$, *és* $I_3=m_3R_3^2$.

▪ A görgők hengeres testek. Levezethető, hogy az R sugarú, m tömegű homogén henger *saját tengelyére* vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatéka: $I(\textit{forgó henger})=mR^2/2$.

Egy csapágygörgő esetén, melynek tengelye $O_2O_2^{/}$: $I(\textit{forgó görgő})=m_2R_2^2/2$, viszont $R_2=(R_1-R_3)/2$, így: $I(\textit{forgó görgő})=m_2(R_1-R_3)^2/8=m_2R_3^2(k-1)^2/8$.

▪ A forgó csapágynál, ennek $OO^{/}$ tengelye körül, a görgők *keringő* mozgást is végeznek. Körpályáiknak sugara (r) egyenlő a csapágy $OO^{/}$ és a görgő $O_2O_2^{/}$ párhuzamos tengelyeinek távolságával, $\left(O_2O_2^{/}\|OO^{/}\right)$. Az ábra alapján: $r=R_3+R_2$ és $R_2=(R_1-R_3)/2$ honnan: $r=(R_1+R_3)/2$.

Ha egy hengeres test (R,m), egy tőle r távolságra levő – olyan tengely körül *kering* – mely saját tengelyével párhuzamos, a henger erre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatéka meghatározható: $I(\text{ker.}\ \textit{henger})=mr^2+\left(mR^2\right)/2$. Ezt alkalmazva a csapágy egyik keringő görgőjére: $I(\text{ker.}\textit{görgő})=m_2\left(\dfrac{R_1+R_3}{2}\right)^2+m_2\left(\dfrac{R_1-R_3}{2}\right)^2\cdot\dfrac{1}{2}$. Mivel a csapágyban N görgő van: $I(N\,\text{ker.}\textit{görgő})=Nm_2\left(3R_1^2+3R_3^2+2R_1R_3\right)/8$, vagy:

$$I(N\,\text{ker.}\textit{görgő})=Nm_2R_3^2\left(3k^2+2k+3\right)/8.$$

Bármely pillanatban a *csapágy* teljes impulzusnyomatéka (*b*első/*k*ülső *gy*űrűk, *g*örgők):

$J(\textit{csapágy})=J(k.gy.)+J(b.gy.)+J(N\,g.\textit{forg.})+J(N\,g.\text{ker.})$.

▪ A *kezdő* pillanatban $\left(t_0=0\right)$: $J_0\left(csapágy\right)=\omega_{01}I_1+\omega_{03}I_3+N\omega_{02}I\left(forgó\,g.\right)+N\omega_0 I\left(\mathrm{ker}.g.\right)$.
Beírva a már ismert szögsebességeket és tehetetlenségi nyomatékokat:

$$J_0\left(cs.\right)=0m_1R_1^2+\omega_{03}m_3R_3^2+N\frac{-\omega_{03}}{k-1}m_2R_3^2\frac{\left(k-1\right)^2}{8}+N\frac{\omega_{03}}{k+1}m_2R_3^2\frac{3k^2+2k+3}{8}\ ,$$

vagy: $J_0\left(cs.\right)=\omega_{03}R_3^2\left(m_3+Nm_2\dfrac{k^2+k+2}{4\left(k+1\right)}\right)$.

▪ Egy későbbi $\left(t\right)$ pillanatban, mikor már a szabadon engedett csapágynál, a gördülő súrlódási erő leállította a csapágy részeinek egymáshoz viszonyított mozgását, az egész csapágy ω szögsebességgel fog forogni. Ekkor a csapágy impulzusnyomatéka:

$$J\left(cs.\right)=\omega\cdot I\left(cs.\right)=\omega\left[m_1R_1^2+m_3R_3^2+Nm_2R_3^2\frac{\left(k-1\right)^2}{8}+Nm_2R_3^2\frac{3k^2+2k+3}{8}\right]\ ,$$

vagy: $J\left(cs.\right)=\omega R_3^2\left(m_1k^2+m_3+Nm_2\dfrac{k^2+1}{2}\right)$.

▪ Alkalmazva a perdület megmaradás törvényét: $J\left(cs.\right)=J_0\left(cs.\right)$

$$\omega R_3^2\left(m_1k^2+m_3+Nm_2\frac{k^2+1}{2}\right)=\omega_{03}R_3^2\left(m_3+Nm_2\frac{k^2+k+2}{4\left(k+1\right)}\right).$$

Tehát, elég hosszú idő után, a csapágy forgási szögsebessége:

$$\omega=\omega_{03}\frac{\left(k^2+k+2\right)Nm_2+4\left(k+1\right)m_3}{2\left(k+1\right)\left[2k^2m_1+\left(k^2+1\right)Nm_2+2m_3\right]}\ .$$

b.) A magára hagyott gördülősúrlódásos csapágyban, elég hosszú idő eltelte után, a *fejlődő hőmennyiség* $\left(Q\right)$ egyenlő a csapágy mozgási energiájának a csökkenésével:

$$Q=-\Delta E_{mozgási}\left(cs.\right)=E_{0m}\left(cs.\right)-E_m\left(cs.\right).$$

Az ω szögsebességgel, I tehetetlenségi nyomatékkal rendelkező forgó test *m*ozgási energiája: $E_m=I\cdot\left(\omega^2/2\right)$.

▪ A *kezdő* pillanatban: $E_{0m}\left(cs.\right)=\dfrac{I_1\omega_{01}^2}{2}+\dfrac{I_3\omega_{03}^2}{2}+N\dfrac{I\left(f.g.\right)\omega_{02}^2}{2}+N\dfrac{I\left(k.g\right)\omega_0^2}{2}$,

vagyis: $E_{0m}\left(cs.\right)=\dfrac{\left(k^2+k+1\right)Nm_2+2\left(k+1\right)^2m_3}{4\left(k+1\right)^2}R_3^2\omega_{03}^2$.

▪ Elég *hosszú idő* után: $E_m\left(cs.\right)=I\left(cs.\right)\cdot\left(\omega^2/2\right)$, vagyis:

$$E_m\left(cs.\right)=\frac{1}{2}R_3^2\left(k^2m_1+\frac{k^2+1}{2}Nm_2+m_3\right)\cdot\left[\omega_{03}\frac{\left(k^2+k+2\right)Nm_2+4\left(k+1\right)m_3}{4\left(k+1\right)\left[k^2m_1+m_3+\left(k^2+1\right)Nm_2/2\right]}\right]^2.$$

▪ Ezután már a fejlődő hőmennyiség kiszámítható: $Q=\ldots$. **Bíró Tibor** feladata