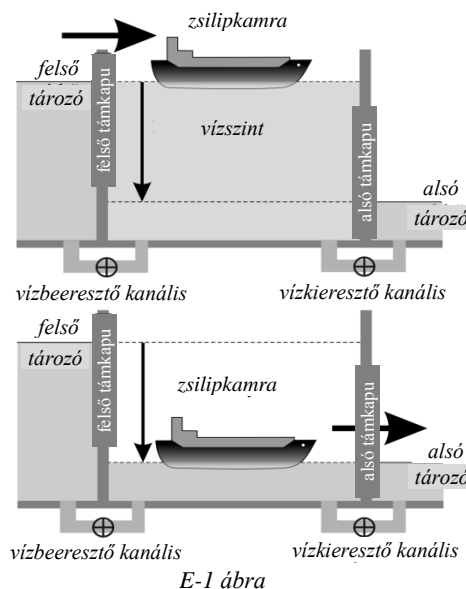


57. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2015/2016
Okresné kolo kategórie E
Text úloh v maďarskom jazyku

1. Hajózsilip a gabčíkovói (Bős) vízerőműn

Olyan folyón, ahol gát működik, a hajóközlekedést hajózsilippel biztosítják, átjuttatva a hajókat a tározó magasabb vízszintű (felső) részéből az alacsonyabb vízszintű (alsó) részébe. A bősi vízerőmű hajózsilipének vázlata az E-1 ábrán látható, ilyen zsilip biztosítja egy hajó átjutását a tározó magasabb vízszintű részéből (felső tározó) az alacsonyabb szintű részébe (alsó tározó) és fordítva. A zsilip két támkapuja közti zsilipkamra biztosítja a hajók közlekedését. Fentről lefelé hajózáskor az alsó támkapu zárva, a felső pedig nyitva van, és a hajó behajózik a zsilipkamrába. Ezután a felső támkaput bezárják, és a vízkieresztő kanálison kiengedik a vizet a zsilipkamrából, egyenesen csökkentve a zsilipkamra vízszintjét az alsó tározó szintjére. Ezután kinyitják az alsó támkaput, a hajó kihajózik – a zsilip készen áll az ellenkező irányba irányuló hajózásra.



E-1 ábra

A tározó felső és alsó részének vízszintje közti szintkülönbség $h = 20$ m. Az alsó tározó vízfelülete $h_0 = 5,5$ m-vel van a zsilipkamra alja felett. Zárt támkapuknál a zsilipkamra vizét a felső tározóból lehet vízzel feltölteni a vízbeeresztő kanálisokon keresztül, és a vízkieresztő kanálisokon keresztül lehet kiengedni az alsó tározóba. A be- és kihajózáskor a zsilipkamra vízszintje az alsó vagy a felső tározó vízszintjével azonos – a hajózás fázisának megfelelően. A bősi víztározó zsilipkamrájának hossza $d = 275$ m, szélessége pedig $\check{s} = 34$ m.

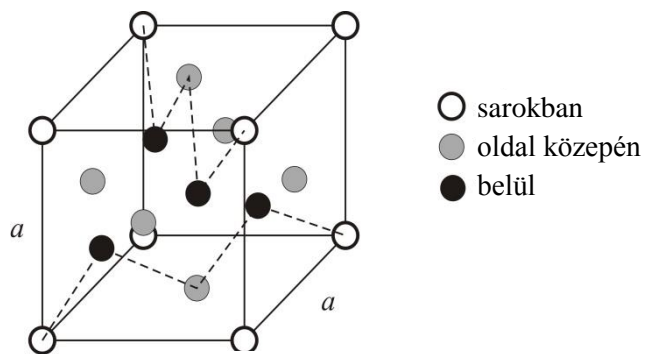
Ebben a feladatban egy $m = 500$ tonna tömegű hajó felső tározóból az alsó tározóba való áthajózását fogjuk megoldani. A zsilipkamra kiürítése $t = 13$ percig tart.

- Határozd meg a hajó által kiszorított víz V_0 térfogatát (= a hajónak a víz szintje alá merülő részének térfogata)!
- Határozd meg a zsilipkamrában levő víz V_1 térfogatát közvetlenül az után, hogy a hajó a felső tározóból behajózott a zsilipkamrába, és bezárták a felső támkaput!
- Határozd meg a zsilipkamrában levő víz V_2 térfogatát közvetlenül az alsó támkapu kinyitása előtt!
- Mekkora volt a zsilipkamrából az alsó tározóba kiengedett víz V térfogata?
- A zsilipkamra vízszintjének csökkentésekor a fölösleges vizet egyenesen engedték ki a zsilipkamrából. Számítsd ki a vízkieresztő kanálisban áramló víz átlagos Q térfogatáramát!

A víz sűrűsége $\rho = 1\,000$ kg/m³, a nehézségi gyorsulás $g = 10$ N/kg.

2. A tömeg alapegységének (1 kg) definíciója

Már hosszabb ideje készítik elő szakemberek a tömeg alapegységének, a kilogrammnak az új meghatározását. Az SI egységrendszer többi alapegységét már egy ideje olyan kísérletek segítségével határozzák meg, amelyek bármely országban elvégezhetők. Egyedül a tömegegység, a kilogramm, meghatározása történik etalon segítségével. A standard tömegetalon egy 1 kg tömegű Pt-Ir ötvözetből készült henger, amelyet a párizsi Sèvresben a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatal pánceletermében őriznek.



E-1 Az Si egykristály elemi cellája (gyémánt kristályszerkezet).

A standard tömegegység (1 kg) meghatározására szilícium (Si) egykristályból készített gömb elkészítését javasolják, többek között. Ma szinte minden ország rendelkezik műszaki eszközökkel, amelyekkel nagyon pontos sugarú gömb alakú nehezéket tudnak készíteni Si egykristályból. Ilyen nehezék szolgálna a tömegegység (1 kg) standard tömegetalonjaként. Egykristály (más néven monokristály) alatt olyan kristályt értünk, amelyben az atomok szabályos geometriai rendben helyezkednek el az egész kristályban. A szilícium esetében a geometriai elrendeződés egyforma kockákban, úgynevezett *elemi cellákban* valósul meg (E-2 ábra). Az Si kristály rácsállandója (a – az elemi cellát alkotó kocka élének hossza), modern mérőeszközökkel, nagy pontossággal (10 tizedes jegyre) határozható meg. A mi céljainkhoz a szilícium rácsállandóját öt tizedes jegyre adjuk meg $a \approx 5,4310 \times 10^{-10}$ m ($T \approx 300$ K laboratóriumi hőmérséklet mellett).

- Indokold meg és magyarázd el, az E-1 ábra segítségével, hogy az a^3 térfogatú elemi cellára miért $n = 8$ Si atom jut!
- Határozd meg az 1,0000 kg tömegű Si egykristályból készült gömb R sugarát!

A szilícium (Si) relatív atomtömege $A_r = 28,085$.

Az atomi tömegegység $u = 1,6605 \times 10^{-27}$ kg, $\pi = 3,1416$.

3. Vízforralás mikrohullámú sütőben

Roman gyakran melegít vizet mikrohullámú sütőben. Ez nagyon praktikus, amennyiben csak egy pohár forróvízre van szüksége, pl. teához. Fizikai kísérletbe kezdett, hogy megállapítsa, mennyi idő alatt forralható fel egy pohár víz (pl. tea elkészítéséhez), és tisztázza a mikrohullámú sütő működési elvét. Egy vékonyfalú tűzálló üvegből készült pohárba $V_0 = 2,00$ dl térfogatú $t_1 = 28,0$ °C hőmérsékletű vizet öntött. A mikrohullámú sütő teljesítményét $P = 750$ W értékre állította, a vizet a pohárral a mikrohullámú sütőbe helyezte, majd bekapcsolta a mikrohullámú sütőt. Megfigyelte, hogy $\tau = 120$ s melegítés után a víz teljes térfogatában forni kezdett.

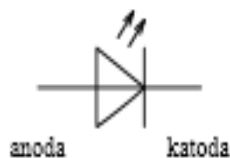
- a) Határozd meg a mikrohullámú sütő által kisugárzott energia E mennyiségét az alatt az idő alatt, amely alatt a víz a pohárban t_1 hőmérsékletéről a forráspont hőmérsékletére melegedett!
- b) Határozd meg a mért értékek segítségével a víz c_v fajhőjét! Hasonlítsd össze a kiszámított értéket a táblázatokban feltüntetett $c_{v,lab} = 4,18$ kJ/(kg · °C) értékkel!
- c) A mikrohullámú sütő mekkora P_t elméleti teljesítménye felel meg a táblázatokban feltüntetett $c_{v,lab}$ fajhő értékének, ha a pohárban levő víz τ idő alatt kezd forni teljes térfogatában?
- d) Írd le, milyen fizikai okokra vezethető vissza a fajhő általad kiszámított és a táblázatokban feltüntetett értéke közti jelentős különbség!

A víz sűrűsége $\rho = 1000$ kg/m³.

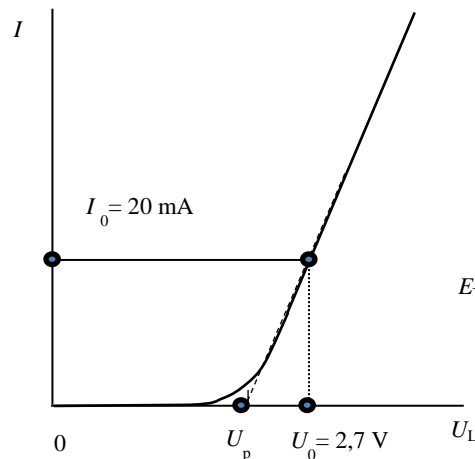
Megjegyzés: A mikrohullámú sütők használatához tervezett edények anyaga nem nyeli el a mikrohullámú sugárzást, a mikrohullámú sugárzást teljes mértékben a melegített élelmiszer nyeli el (ebben az esetben a víz).

4. Áramkör világító diódával (LED)

A fényt kibocsátó dióda jelentős műszaki fejlesztés. Nemzetközileg elismert rövidítésük LED (Light Emitting Diode), sématisuk jelük az E-3 ábrán látható. Már évek óta zajlik a volfrám-szálas izzók és kompakt fénycsövek lecserélése új, gazdaságos LED lámpákra, amelyek forradalmi változást jelentenek a megvilágítás technikában. A LED lámpát (mint fényforrást) több LED diódából állítják össze.



E-3 ábra



E-4 ábra

Minden LED diódát egy bizonyos U_0 névleges elektromos feszültség és I_0 névleges elektromos áram jellemez (a LED munkaponti értékei), amelynél a dióda a megkövetelt fényteljesítményt szolgáltatja. Ez időben, a kék fényt kisugárzó GaN (gallium-nitrid) LED diódák alakítják át az elektromos energiát legnagyobb hatásfokkal ($\eta = 0,9$) látható sugárzássá.

Az $U_0 = 2,68$ V és $I_0 = 20$ mA névleges értékű LED-et $U_B = 4,5$ V feszültségű laposelemmel működtetjük. Ahhoz, hogy a laposelemmel táplált LED a megadott munkaponton üzemeljen, az áramkörbe egy R elektromos ellenállású rezisztort iktatunk.

- Rajzold le a megfelelő áramkör kapcsolási rajzát, amely az áramforrásból (elem), rezisztorból és LED-ből áll!
- Határozd meg a rezisztor R elektromos ellenállását, amely mellett a LED csatlakozásain a LED névleges értékei lesznek (a munkaponton üzemel)!
- Számítsd ki a dióda P bemeneti teljesítményét ebben az esetben!
- Határozd meg a LED P_s fényteljesítményét, ha a LED $\eta = 0,85$ hatásfokkal alakítja át az elektromos energiát a látható sugárzás (fény) energiájává!

Az E-4 ábrán a LED *volt-ámpér karakterisztikája* látható. A dióda már a névleges feszültségtől kisebb U_p feszültségnél világítani kezd. A feszültség növelésével nő a látható sugárzás intenzitása is.

- Határozd meg a képletet, amely a LED-en fellépő U_L feszültséget adja meg az áramkörben folyó I áram függvényeként, miközben az elem feszültsége U_B , a rezisztor R elektromos ellenállásának értéke pedig a b) részben kiszámított érték! Ezt a képletet nevezzük „*terhelési karakterisztikának*”. Rajzold le a megoldásodba az E-4 ábrán látható volt-ámpér karakterisztikát, majd egészítsd ki a terhelési karakterisztikával! Jelöld be az ábrán a LED névleges elektromos feszültségét és elektromos áramát!
- Sorold fel a LED lámpák néhány jellemzőjét, összehasonlítva a klasszikus izzószálas égővel!