TOLNA MEGYEI SZILÁRD LEÓ FIZIKAVERSENY

Szekszárd, 2004. március 12. 9-12 óra.

11. osztály

1. Vízszintes, egyik végén zárt csőben egy dugattyút $c = 1$ m/s állandó sebességgel mozgatunk a cső zárt vége felé. Eközben a csőben, egy $m = 100$ g tömegű golyó ide-oda pattog $v = 5$ m/s állandó sebességgel a dugattyú és a cső vége között. Amikor a dugattyú a cső végétől $L = 2$ m távolságra van, a golyó éppen ekkor pattan vissza a zárt csővégről.

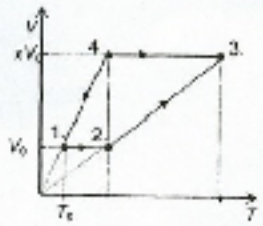
   a) Hányszor pattan vissza a golyó a dugattyúról az alatt, miközben a dugattyú $L = 2$ m távolságból $L/2 = 1$ méterre közeliti meg a cső végét?

   b) Mekkora átlagos erőt fejt ki ez idő alatt a golyó a dugattyúra?

   c) Mekkora a dugattyú munkavégzése a vizsgált szakaszon? Mire fordítódik ez a munka?

   (A dugattyú és a cső, valamint a golyó és a cső közötti súrlódástól tekintsünk el!)

2. Egyatomos ideális gáz az ábrán látható módon kétféle úton jut el az 1. állapotból a 3. állapotba. Az ábrán a ferde szakaszok meghosszabbításai átmennek az origón.



   a) Ábrázoljuk a folyamatokat $p - V$ diagramon, ha $x = 3$!

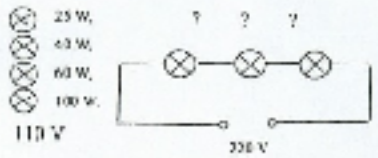
   b) Határozzuk meg a gáz hőmérsékletét a 2., 3., 4. állapotokban, ha $T_0 = 150$ K ($x = 3$ esetén).

   c) Hogyan válasszuk meg x értékét, ha azt akarjuk elérni, hogy a gáz az 1. → 2. → 3. folyamatban 1,4-szer több hőt vegyen fel, mint az 1. → 4. → 3. folyamatban ?

3. Négy darab 110V-os, egyenként 25 W, 40 W, 60 W, 100 W teljesítményű izzó áll rendelkezésünkre.

   a) Közöljük melyik hármat kapcsolhatjuk úgy sorba egy 220 V-os feszültségforrásra, hogy egyik izzó sem égjen ki ?

   b) Adjuk meg a megfelelő soros kapcsolás esetén, hogy melyik izzó világít legfényesebben és mekkora a hálózatból felvett összteljesítmény?



4. A Paksi Atomerőmű reaktorainak üzemanyaga dúsított urán. Mindkét uránizotóp (^{235}U és ^{238}U) hosszú felezési idejű radioaktív alfa-bomló. Az 1 kg tömegű dúsított uránt tartalmazó üzemanyag aktivitása 15 MBq. Az uránatommagok által kibocsátott alfa-részek mozgási energiája 0,8 pJ.

   a) Mekkora a reaktor 42 tonna tömegű, friss (amikor még nem történt maghasadás, és csak az uránizotópok radioaktívak) üzemanyag töltetének teljes aktivitása és a bomlásból származó hőteljesítménye? Kell-e ekkor gondoskodni a üzemanyagot szállító, a sugárzást elnyelő konténer hűtéséről?

A reaktorba frissen behelyezett üzemanyagtöltetben a ^{235}U atommagok neutron lövedékek hatására hasadnak el két könnyebb atommagra. A felszabaduló termikus energiából állítanak elő villamos energiát. A melléktermékként visszamaradó hasadványok rövid felezési idejűek és erősen radioaktívak. Az 1 grammnyi ^{235}U mag elhasadásakor keletkező béta és gamma sugárzó atommagok mintes aktivitása $7 \cdot 10^{15}$ Bq lesz.

   b) A friss üzemanyagtöltet reaktorba való helyezése után a reaktor 1 napig üzemel 1375 MW hőteljesítménnyel. Ezalatt hányszorosára növekszik az üzemanyagtöltet teljes aktivitása? (Egy ^{235}U atommag hasadásakor $32 \cdot 10^{-12}$ J energia szabadul fel. Az 1 nap alatt keletkező hasadványok aktivitását vegyük állandónak!)

   c) Mekkora lesz egy napi üzemelés után a radioaktív sugárzásból származó hőteljesítmény? (A béta- és gamma–sugárzás részecskéinek átlagos energiája 1 MeV, azaz $1{,}6 \cdot 10^{-13}$ J)

   d) Ha egy nap után leállítanánk a reaktort (benne a maghasadás láncreakcióját a neutron elnyelő rudak aktív zónába való leengedésével megszüntetnénk), akkor az aktív zóna hűtésére óránként hány köbméter hűtővizet kellene a zónán átáramoltatni ahhoz, hogy a hűtővíz hőmérséklete legfeljebb 10 °C-kal emelkedjen?

   e) Becsüljük meg, hogy a 42 t tömegű üzemanyagtöltetben az urán mennyi idő múlva kezdene megolvadni, ha a reaktor leállása után a hűtés elmaradna! (Az üzemanyag átlagos fajhője 500 J/kg·K és a reaktor leállásakor az aktív zóna a hőmérséklete 200 °C. Az urán olvadáspontja pedig 1132 °C.)

Dr.Kotek László, Dr.Szücs József

Pécsi Tudományegyetem
Fizikai Intézete

A versenybizottság minden versenyzőnek sikeres versenyzést kíván!