



TOLNA MEGYEI SZILÁRD LEÓ FIZIKAVERSENY

Paks, 2011. március 10. 9-12 óra.

11. osztály

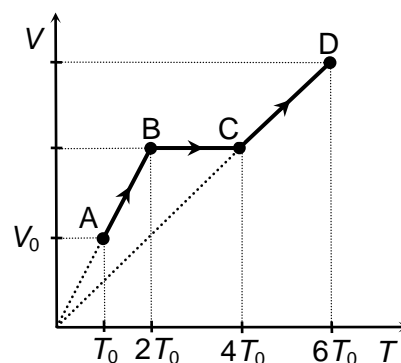
1. Egy ejtőernyős lép ki csukott ernyővel $h = 5000$ m magasságból a vízszintesen 360 km/h sebességgel haladó repülőgépből. A repülőgéppel – ugyanakkora magasságban ugyanakkora sebességgel – együtt haladó másik gépből filmezik az ejtőernyőst. A kamera és az ejtőernyős kezdeti távolsága $d = 192$ m.

- a) A kilépés után 4 másodperc elteltével milyen messze lesz a filmkamerától a szabadeséssel zuhanó ejtőernyős? (Kezdetben a légellenállást hanyagoljuk el!)
- b) Ha az operatőr végig követi az ejtőernyőst, akkor 4 másodperc elteltével mekkora a pillanatnyi szögsebességgel kell a függőleges síkban lefelé forgatni a kamerát, hogy a zuhanó ejtőernyős képben maradjon?
- c) Az ejtőernyős végül a kinyílt ernyővel $v = 5$ m/s sebességgel ér földet. Mekkora munkát végeznek a földre érkezésig az emberre és ernyőjére ható közegellenállási erők, ha az együttes tömeg 80 kg?

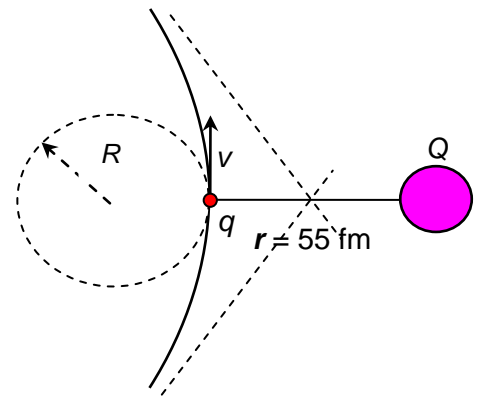
(A nehézségi gyorsulás értéke $g = 10$ m/s².)

2. Egyatomos ideális gáz $V - T$ diagramon az ábrán látható folyamatot végzi. A gáz állapotjelzői az **A** állapotban: nyomása p_0 , térfogata V_0 , hőmérséklete $T_0 = 200$ K.

- a) Ábrázoljuk a folyamatot $p - V$ diagramon!
- b) Keressük meg a folyamat azon **E** állapotát, amelyre igaz, hogy a gáz által az **A**→**E** folyamatban végzett munka egyenlő az **E**→**D** folyamatban végzett munkával, azaz $W_{AE}^* = W_{ED}^*$. Mennyi gáz hőmérséklete az **E** állapotban?
- c) Hányszor több hőt vett fel a gáz az **A**→**E** folyamatban, mint az **E**→**D** folyamatban?



3. Száz évvel ezelőtt – 1911-ben Rutherford (Geiger és Marsden) munkatársaival vékony aranylemezt bombáztak alfa-részecskékkal. Nagyon ritkán, egyes alfa-részek erősen eltérültek a lemezen. Így fedezték fel – a kb. femtométer méretű – (10^{-15} m) atommagokat. Rutherfordék feltételezték, hogy a $Q = Z \cdot e$ töltéssel rendelkező atommagok elektromos mezője téríti el a $q = 2e$ pozitív töltésű lövedékeket. Egy ilyen, kb. 90° – kal eltérülő, alfa-rész pályáját láthatjuk az ábrán magközelben, – az atommag középpontjától $r = 55$ fm távolságra – amikor a részecske éppen a hiperbola pálya csúcsában van. Ekkor a lövedék sebessége $v = 6400$ km/s.



- Mekkora és milyen irányú az alfa-rész gyorsulása ebben a helyzetben?
- Mekkora ebben a pontban a pályához simuló kör R sugara (amelyet görbületi sugárnak nevezünk)?
- Az adott energiájú alfa-rész – ha a legmegfelelőbb irányban közelít az atommag felé – elérheti-e a magot? (Határozzuk meg azt a lehető legkisebb távolságot, amennyire képes ekkor az alfa-lövedék az atommag centrumát megközelíteni!) Mekkora ilyen esetben a lövedék eltérülési szöge?

Adatok: Az arany rendszáma $Z = 79$, az alfa-rész tömege $m_\alpha = 6,7 \cdot 10^{-27}$ kg, az atommag sugara $R = 8$ fm, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

4. Amennyiben Pakson újabb reaktor-blokkot építenek, akkor megfontolják, hogy az erőmű-blokk hűtését már esetleg nem a Duna-vízzel oldják meg (a folyó hőterhelésének kímélése végett), hanem hűtőtornyot alkalmaznak, ahol a turbináknál fellépő hőveszteség a víz elpárolgotatására fordítódik. (A képen egy ilyen hűtőtornyos megoldás látható a németországi Isar1, Isar2 reaktor-blokkoknál.)



- Legfeljebb mekkora tömegű vízgőz párolog el a toronyban másodpercenként, ha a párolgó víz hőmérséklete $T = 60^\circ\text{C}$? Mekkora k (m^3/s) vízhozamú víz-forrás szükséges a víztorony vizének állandó szinten való tartásához?
- Adjuk meg a reaktorban üzemkőzben, adott idő alatt elhasadt U-235 és a hűtőtornyban elpárolgott víz tömegarányát! Milyen energiák arányára jellemző a kapott érték?
- Hogyan változik a fenti tömegarány az atomerőmű blokkjának folyamatos (több hónapon át tartó) üzeme közben?

Adatok: Tegyük fel, hogy a tervezett új 5. blokk villamos teljesítménye 1000 MW lesz, termikus hatásfoka pedig 33,33%! Egy ^{235}U uránmag hasadásakor 32 pJ energia szabadul fel. A víz párolgáshője 60°C hőmérsékleten $L_p = 2360$ kJ/kg.