



Oktatási Hivatal

A 2013/2014. tanévi
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny
második forduló

FIZIKA II. KATEGÓRIA

FELADATOK

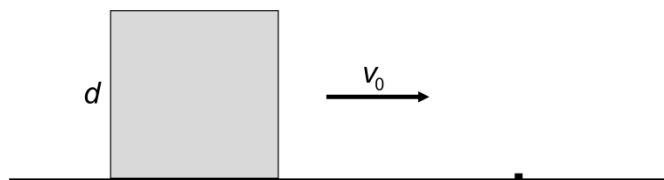
1.) Vízszintes, súrlódásmentes (légpárnás) felületen, egyik lapjára merőlegesen v_0 sebességgel mozog egy merev, tömör, homogén anyageloszlású, d oldalélű kocka. A kocka beleütközik egy kicsiny, a felületből éppen csak kiálló, rögzített, d hosszúságú akadályba, ami a kocka homloklapjával párhuzamos. Az ütközés pillanatában a kocka homloklapjának alsó éle teljes hosszúságában nekifeszül az akadálynak. Az ütközés rugalmatlan, amit úgy kell értelmeznünk, hogy a pillanatszerű ütközés folyamatában a kocka ütköző, alsó éle megáll. A pillanatszerű ütközést követően a kocka mozgása különböző módon folytatódhat attól függően, hogy mekkora volt a kocka v_0 kezdősebessége. Kicsiny kezdősebességek esetén az ütközés után a kocka kissé felbillen, majd visszaesik a vízszintes felületre.

a) Egy bizonyos v_{01} kezdősebesség után a kocka már felborul, vagyis átfordul kezdeti mozgásának homloklapjára. Mekkora ez a v_{01} sebesség?

b) Ha a kezdősebességet v_{02} értékig tovább növeljük, akkor közvetlenül a pillanatszerű ütközés után a kocka ütköző éle hátracsúszik. Mekkora ez a v_{02} sebesség?

c) Ha még tovább növeljük a kezdősebességet v_{03} értékig, akkor közvetlenül a pillanatszerű ütközés után a kocka ütköző éle felugrik a vízszintes felületről. Mekkora ez a v_{03} sebesség?

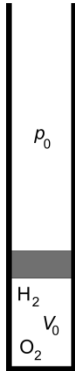
(A tömör, homogén kocka tehetetlenségi nyomatéka bármely, a tömegközéppontján átmenő tengelyre vonatkoztatva $\Theta_0 = \frac{md^2}{6}$.)



2.) Hosszas kísérletezés után Mekk mesternek sikerült megalkotnia a durranógáz rakétakilövőt. Hosszú, függőleges, alul zárt, erős csőbe, melyet felülről súlyos, 50 kg tömegű dugattyú, vagyis a rakéta zárt le, hidrogén és oxigén gáz előmelegített keverékét zárta, mégpedig 2 mól hidrogént és 1 mól oxigént. Az 5 dm² keresztmetszetű cső alján a gázkeverék kezdeti térfogata 75 liter volt, a külső légnyomás 10⁵ Pa.

A gázkeveréket beépített elektromos szerkezettel gyújtotta meg. A gázkeverék égése nem pillanatszerű robbanásként következett be, mert a geometriai viszonyok olyanok voltak, hogy a gyújtás pillanatától kezdve a gáz úgy tágult, hogy a nyomása mindvégig állandó maradt, mégpedig a kezdeti érték háromszorosa. A teljes gázkeverék égése éppen akkor fejeződött be, amikor a dugattyú elhagyta a hengert.

A kémiai reakcióban felszabaduló hő 490 kJ volt, amiből 137 kJ hő a cső falát melegítette. Ugyancsak veszteséget jelentett az is, hogy a begyújtást követően a mozgó dugattyúra súrlódási fékező erő hatott, amelynek nagysága megegyezett a dugattyú súlyával. (A gázkeverék begyújtása előtt a dugattyú súrlódása elhanyagolható volt, csak a durranógáz begyújtásakor bekövetkező hőtágulás váltotta ki a súrlódást.)



- Milyen hosszú csőből építette meg Mekk mester a rakétakilövőjét?
- Mekkora sebességgel hagyta el a csövet a kilőtt dugattyú?
- Mekkora a gáz hőmérséklete abban a pillanatban, amikor kiszabadul a csőből?

Útmutatás: A hidrogén és az oxigén molekulák szabadsági foka 5, a vízgőz molekulákét tekintjük 6-nak.

3.) $l = 0,4$ m hosszúságú rézdrótból négyzet alakú merev keretet hajlítunk. A keret az egyik éle, mint vízszintes tengely körül súrlódásmentesen elfordulhat. A keretet kis szögben kitérítjük, majd magára hagyjuk.

- Határozzuk meg a kialakuló lengés periódusidejét!
- Határozzuk meg a kialakuló lengés periódusidejét, ha jelen van egy függőleges irányú, $B = 0,1$ T indukciójú homogén mágneses tér!

Tekintsünk el a légellenállástól, az önindukciótól, továbbá a Föld mágneses terének hatásától.

Útmutatás: Ha egy D direkciós erejű rugón rezgő m tömegű tömegpontra a rugóerőn kívül egy sebességgel arányos $k \cdot v$ nagyságú fékező erő is hat, a kialakuló csillapodó rezgés körfrekvenciája

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{m} - \left(\frac{k}{2m}\right)^2}, \text{ amennyiben a } \sqrt{\frac{D}{m}} > \frac{k}{2m} \text{ feltétel teljesül.}$$

Adatok: A réz fajlagos ellenállása $\rho^* = 1,68 \cdot 10^{-2} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, sűrűsége $\rho = 8960 \text{ kg}/\text{m}^3$.

