

2. feladat.¹

Biliárdgolyók ütközése (10 pont). Ebben a feladatban két biliárdgolyó ütközését vizsgáljuk.

A biliárdasztal közepén nyugszik az első (A) golyó. A második (B) golyó az asztal középső hossz tengelye mentén 1 méterre áll az elsőtől. A B golyót vízszintes dákóval úgy lökjük meg, hogy a dákó a golyó középpontján átmenő vízszintes síktól felsugárnyi távolságban ütközik közel pillanatszerűen a golyóval. Ezt követően a két golyó között centrális, egyenes ütközés jön létre, amely tökéletesen rugalmasnak és szintén pillanatszerűnek tekinthető. A B golyó az ütközést követően megáll, és az asztal közepén állva is marad. A golyók között a súrlódás elhanyagolható, a golyók és az asztal közötti súrlódási együttható értéke 0,3.

- Legalább mekkora a tapadási súrlódási együttható értéke a dákó vége és a második golyó között? (2 pont)
- Mekkora sebességgel indítottuk el a dákóval a B golyót? (5 pont)
- Mekkora sebességgel éri el az A golyó a biliárdasztal szélét? (3 pont)

3. feladat.

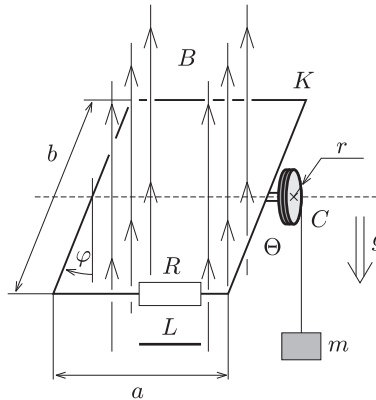
Visszapillantó tükör (5 pont). Az autók középső visszapillantó tükré elforgatható, így éjszaka a vezetőket nem vakítja el a mögöttük haladó járművek erős fénye, mert az elfordított tükörrel a vezető ugyanazt a képet gyengítettebben látja. Ezt a hatást a középső tükörrel úgy érik el, hogy a tükör külső síkúveg felülete és a belső fonsorozott (ezüstözött) szintén sík felülete nem párhuzamos, hanem valamekkora szöget zár be egymással.

Mekkora ez a szög, ha a tükröt 6 fokkal lehet elforgatni, és az üveg törésmutatója 1,5?

Útmutatás: A közelítő számítás során tekintsünk el a fény vízszintes síkban történő eltérítésétől, vagyis kezeljük a problémát úgy, mintha a fénysugarak tisztán függőleges síkban haladnának, és a tükör elfordításakor alkalmazott vízszintes forgástengely erre a síkra merőleges lenne.

4. feladat.

Forgó keret (10 pont). Az $A = a \times b$ területű K fémkeret az r sugarú C csigához van rögzítve. A két test együtt vízszintes tengely körül súrlódásmentesen forog. A keret síkjának a függőlegessel bezárt szögét jelölje φ , és a rendszer tehetetlenségi nyomatéka a forgástengelyre vonatkoztatva legyen Θ . A csigára nyújthatatlan, elhanyagolható tömegű fonalat csévélnünk, melynek a végére m tömegű testet akasztunk. A nehézségi gyorsulás g . A keretet B indukciójú, függőleges irányú homogén mágneses térbe helyezzük.



Az A , r , Θ , m , g és B paramétereket az egész feladat során adotttnak tekinthetjük.

Ellenállás. Ebben a részfeladatban a zárt fémkeret (ohmikus) elektromos ellenállása R . Feltesszük, hogy a keretben indukált áram mágneses tere jóval kisebb, mint a külső B tér.

1. Határozzuk meg a keretben indukált $I(t)$ áram értékét az idő függvényében, ha a keretet állandó ω szögsebességgel forgatjuk! (0,6 pont)

2. Határozzuk meg a keretre ható elektromágneses erők $M(t)$ forgatónyomatékát az idő függvényében, ha a keretet állandó ω szögsebességgel forgatjuk! (0,6 pont)

3. Határozzuk meg a forgatónyomaték időátlagát! (0,6 pont)

A keretet függőleges helyzetbe állítjuk, és a rendszert (a keretet és a csigán lógó testet) magára hagyjuk. A következő két kérdés megválaszolásánál tételezzük fel, hogy

(*) Az elektromágneses forgatónyomaték (egy fordulatra vett) időátlaga jól közelíti a pillanatnyi forgatónyomatékot!

4. Határozzuk meg a keret ω_∞ (átlagos) szögsebességét hosszú idő múlva! (0,6 pont)

5. Határozzuk meg a keret (fordulatonként átlagolt) szögsebességének időfüggését! (1 pont)

¹ A versenyen összesen négy elméleti és két mérési feladat szerepelt. Az 1. elméleti feladatot múlt havi számunkban közzeltük. A mérési feladatok egyikében fakockákban elrejtett kis mágnesek közötti erőhatást mérték a versenyzők; a másikban egy villanyvasaló, stopper, hőmérő és kormozásra használható gyertya segítségével a Stefan-Boltzmann-törvény állandóját határozták meg.

6. Vizsgáljuk meg, hogy milyen paraméterértékek mellett jogos a (*) feltevés? (1 pont)
7. Írjuk föl a keret forgómozgásának egzakt mozgásegyenletét, a (*) feltevés felhasználása nélkül! (0,6 pont)
- Szupravezető.* Most tételezzük föl, hogy a keret szupravezető, azaz elektromos ellenállása zérus.
8. Ha megforgatjuk a keretet, feltételezhetjük-e, hogy a keretben folyó áram mágneses tere jóval kisebb, mint a külső B tér? (Válaszunkat indokoljuk!) (0,5 pont)
- Legyen a keretnek (mint egymenetes tekercsnek) az önindukciós együtthatója L . A keretet függőleges helyzetbe állítjuk, ekkor a keretben nem folyik áram, és a rendszert magára hagyjuk.
9. Határozzuk meg a keretben folyó I áramot, valamint keretre ható elektromágneses erők M forgatónyomatékát a keret φ elfordulásának függvényében! (1 pont)
10. Írjuk föl a keret forgómozgásának mozgásegyenletét! (0,5 pont)
11. Határozzuk meg a keret ω szögsebességét a keret φ elfordulásának függvényében! (2 pont)
12. Mekkora a keret $\varphi_{\max}$ maximális szögelfordulása a mozgás során? (1 pont)