Kísérleti fizika I., 2018 őszi félév

2. gyakorlat

Szükséges előismeretek: helyvektor, sebességvektor, gyorsulásvektor, ferde hajítás, körmozgás kinematikája, centripetális és tangenciális gyorsulás, Galilei-féle relativitási elv, görbületi sugár, harmonikus rezgőmozgás kinematikája;

Feladatok órai munkára

F1. Két utasszállító repülőgép ugyanabban a magasságban halad vízszintesen, egyenes vonalban, $v_1 = 800$ km/h, illetve $v_2 = 600$ km/h állandó sebességgel úgy, hogy pályájuk egymásra merőleges. Ahogy a repülők közelednek egymáshoz, egy adott időpillanatban mindkét gép $L = 20$ km-re van a pályák egyenesének metszéspontjától. Határozzuk meg a repülőgépek legkisebb távolságát a további mozgásuk során!

F2. Határozzuk meg *fizikai megfontolások* felhasználásával néhány ismert síkgörbe görbületi sugarát a görbék jellegzetes pontjaiban, mint például

a) egy $y = \alpha x^2$ egyenletű parabola görbületi sugarát a csúcspontjában;

b) egy A amplitúdójú, λ hullámhosszúságú szinuszgörbe görbületi sugarát a hullám „tetőpontjában”.

F3. Mekkora szögsebességgel forog egy vízszintesen v_0 kezdősebességgel eldobott test sebességvektora az idő függvényében? A nehézségi gyorsulás g.

F4. Két pontszerű test indul azonos pontból vízszintes irányban, egymással ellentétes $v_1 = 3{,}0$ m/s és $v_2 = 4{,}0$ m/s nagyságú sebességgel. Mekkora távolságra lesznek egymástól a testek abban a pillanatban, amikor sebességvektoruk közötti szög 90°? A nehézségi gyorsulás $g = 9{,}81$ m/s^2.

F5. Egy 1,5 méter magas faltól 2 méterre, a talaj szintjéről indítva át akarunk dobni a fal felett egy golyót. Milyen irányú legyen a 8 m/s nagyságú kezdősebesség, hogy a golyó a fal mögött a lehető legmesszebb essen le? Mekkora ez a távolság?

F6. Egy ℓ hosszúságú fonálinga kis α_0 szögamplitúdóval leng. Oldalról vízszintes irányban az ingalengés síkjával párhuzamos fénysugarak érkeznek. Milyen mozgást végez az ingatest árnyéka a fénysugarakra merőleges falon?

F7. Az origóban egy pontszerű test nyugszik. A $t = 0$ időpillanatban a test elkezd gyorsulni, mégpedig úgy, hogy gyorsulásának nagysága mindvégig a_0, melynek iránya ω szögsebességgel egyenletesen forog az x–y síkban (pozitív körüljárás szerint). Kezdetben ($t = 0$) a gyorsulás éppen x irányú. Írjuk le a test mozgását! Milyen alakú a pálya?

Házi feladatok

H1. Egy motorcsónak folyásirányban haladva az A pontban megelőz egy, a folyón lefelé sodródó ladikot. $T = 60$ perccel később a motorcsónak megfordul, és valamennyi idő múlva újra a ladikhoz ér, amely az A ponttól $d = 6{,}0$ km-re sodródott az A ponttól. Feltételezve, hogy a motorcsónak sebességének nagysága állandó, határozzuk meg a folyó sebességét!

H2. Egy csónak állóvízben 3 m/s sebességgel képes haladni. Folyón átkelve a parthoz képest milyen irányban evezzen a csónakos, ha a lehető legrövidebb úton akar átjutni az egyik partról a másikra? A folyó sebessége mindenhol ugyanakkora, értéke

a) 2 m/s,

b) 4 m/s.

H3. Egy R sugarú félgömb alakú betontömb tetejéről vízszintesen rúgunk el egy focilabdát.

a) Legalább mekkora sebességgel rúgjuk meg a labdát, hogy a továbbiakban ne érintkezzen a beton félgömbbel?

b) A minimális ilyen sebességgel elrúgva a labdát, a betontömb aljától mekkora x távolságra ér földet a labda?

c) Mekkora szöget zár be a sebessége a vízszintessel, közvetlenül földet érés előtt?

H4. Egy hosszú, a vízszinteshez képest α hajlásszögű lejtőre bizonyos magasságból függőlegesen ráejtünk egy kicsiny, rugalmas labdát. Milyen szabályszerűséget találhatunk a labda egymást követő pattanási helyeinek távolsága között? (Az ütközéseket tekintsük tökéletesen rugalmasnak, és a közegellenállást hanyagoljuk el!)

H5. Egy h magas toronyból adott v_0 nagyságú kezdősebességgel különböző irányokba hajíthatunk el pontszerű testeket. Legfeljebb mekkora (vízszintesen mért) távolságra juthatnak el a testek, ha a légellenállás nem számottevő?

H6. Egy pontszerű test $\boldsymbol{a}$ gyorsulásvektora az alábbiak szerint, periodikusan változik a t idő függ-

vényében:

$$\boldsymbol{a} = \begin{cases} a_0\hat{x}, & \text{ha} \quad 4nT \le t < 4nT + T \\ -a_0\hat{y}, & \text{ha} \quad 4nT + T \le t < 4nT + 2T \\ -a_0\hat{x}, & \text{ha} \quad 4nT + 2T \le t < 4nT + 3T \\ a_0\hat{y}, & \text{ha} \quad 4nT + 3T \le t < 4nT + 4T\,. \end{cases}$$

Itt T idő dimenziójú állandó, n egész szám, $\hat{x}$ és $\hat{y}$ pedig az x és y irányú egységvektorokat jelölik. A pontszerű test kezdősebessége olyan, hogy mindvégig zárt pályán periodikus mozgást végez.

Vázoljuk fel a test pályáját, és határozzuk meg a test legnagyobb elmozdulását x irányban!

H7. Egy fonálinga kezdetben α szögamplitúdóval leng. Hogyan módosul a lengésideje, ha szimmetrikusan két olyan rugalmas fallal fogjuk közre, amelyek szögtávolsága α? (A falak normálvektora párhuzamos az ingatest ütközés előtti sebességvektorával.)

H8. Határozzuk meg *fizikai megfontolások* felhasználásával az alábbi síkgörbék görbületi sugarát a görbék jellegzetes pontjaiban:

a) a és b féltengelyű ellipszis görbületi sugarát a nagytengely végpontjában;

b) Vízszintes talajon csúszásmentesen gördülő henger kerületi pontja által leírt pálya (ciklois) görbületi sugarát a legmagasabb pontjában.

H9. Anna egy 6 méter sugarú, egyenletesen forgó körhinta szélén ül. Béla a körhinta középpontjától 12 méterre a földön áll. Béla úgy látja, hogy Anna éppen feléje mozog 1 m/s sebességgel. Mekkora sebességgel látja ekkor mozogni Anna Bélát?

H10. Egy toronydaru karja $L = 40$ m hosszú és az egyik vége körül, vízszintes síkban forog $\omega = 0{,}03\ \mathrm{s}^{-1}$ szögsebességgel. A karon egy kiskocsi („futómacska”) mozog a rögzített végtől indulva, a karhoz képest $u = 0{,}08$ m/s sebességgel.

a) Határozzuk meg a kiskocsi talajhoz viszonyított sebességének nagyságát az idő függvényében!

b) Ábrázoljuk a kiskocsi pályáját a talajhoz képest, amíg az végighalad a daru karján!

c) Adjuk meg a kiskocsinak a talajhoz viszonyított sebességvektorát az idő függvényében!

H11. Egyenletes körmozgást végző kis test v sebességgel halad. A kör középpontjából a testhez húzott sugár t idő alatt φ szöggel fordul el. Határozzuk meg a t idő alatti átlaggyorsulás vektorának nagyságát a fenti adatokból!

H12. Egy 1 méter hosszú fonálingát a vízszintesig kitérítünk, majd elengedünk. Mekkora a fonál végén levő test gyorsulásvektorának szögsebessége, amikor a gyorsulásvektor függőleges helyzetű?