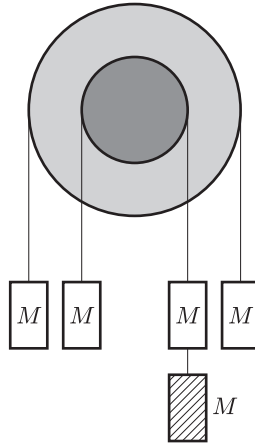
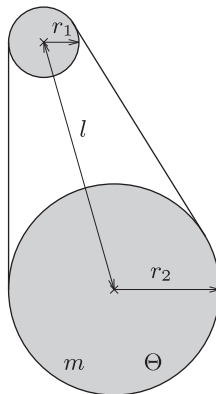


1. Két elhanyagolható tömegű csiga foroghat egymáshoz rögzítve vízszintes tengely körül. A nagy csiga sugara kétszer akkora, mint a kisebbé. A kettős csigán négy azonos, M tömegű test függ egyensúlyi állapotban, nyugalomban. A kis csigán függő egyik tömeghez egy új, szintén M tömegű testet rögzítünk az *ábrán* látható módon, és a rendszert elengedjük.



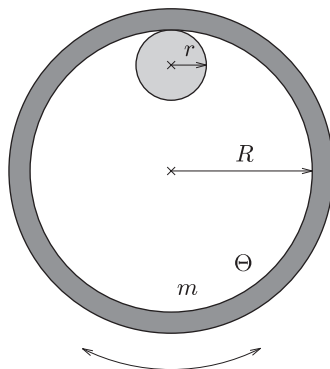
- a) Mekkora gyorsulással indul el az utoljára elhelyezett test, ha a csigák és a fonalak közötti súrlódás nulla?
 b) Mekkora gyorsulással indul el az utoljára elhelyezett test, ha a csigák és a fonalak közötti súrlódás olyan nagy, hogy a fonalak nem csúsznak meg a csigákon?
 c) Legalább mekkora a fonalak és a csigák közötti tapadási súrlódási együttható értéke a kis-, illetve a nagy csiga esetén, ha a fonalak nem csúsznak meg a csigákon?
 d) Mekkora gyorsulással indul el az utoljára elhelyezett test, ha a csigák és a fonalak közötti súrlódási együttható mindenhol 0,14? (A csúszási és a tapadási súrlódási együtthatókat tekintsük egyenlőnek.)
2. Egy lendkerekű játékautót két első kerekénél megfogva az autó nagy periódusidejű lengéseket tud végezni. Modellezzük ezt a mozgást a következő módon: Rögzített, r_1 sugarú tengelyen fonál van átvetve, amelyben r_2 sugarú, m tömegű és Θ tehetetlenségi nyomatékú test mozog a fonál által megengedett módon. A fonál sehol nem csúszik meg. A két tengely távolsága l , amint az *1. ábrán* is látható.



1. ábra

- a) Mennyi az így kapott inga lengésideje?
 b) Milyen speciális eset valósul meg, ha
- i) $r_1 = r_2$, ii) $r_1 = 0$?
- c) Milyen fizikai rendszert írhat le az a) pontban kapott lengésidő képlet, ha $r_1 < 0$?
 d) Hogyan alkalmazható a fenti lengésidő képlet egy r sugarú rögzített tengelyen gördülő R belső sugarú gyűrűre (*2. ábra*)?

¹A versenyen – amely a Nemzetközi Diákolimpa válogatója volt – összesen három mérési és hét elméleti feladatot kaptak a versenyzők. Utóbbiak közül itt négyet mutatunk be.



2. ábra

4. Két hosszú, egyforma szolenoid szorosan egymás mellett úgy helyezkedik el, hogy a tengelyük közös. A tekercsek keresztmetszete A , egységnyi hosszukra n menet jut. Mekkora erő hat közöttük, ha az egyik tekercsbe I_1 , a másikba I_2 erősségű áramot vezetünk?

7. **Plazma lencse.** A nagy intenzitású részecske nyalábok fizikájának megismerése nemcsak az alapkutatás számára fontos, hanem az orvosi és az ipari felhasználás részére is. A plazma lencse egy olyan eszköz, amely különlegesen erős fókuszálást biztosít a lineáris gyorsítók végén. A plazma lencse tulajdonságainak megfelelő értékelését elősegíti, ha összehasonlítjuk a szokásos mágneses és elektrosztatikus lencsékkel. Mágneses lencsék esetén a fókuszálási képesség arányos a mágneses tér gradiensevel (a mágneses mező hely szerinti megváltozásával). Kvadrupol fókuszáló lencsék esetén a gyakorlatban elérhető felső határ 10^2 T/m nagyságrendű, míg plazma lencsék esetén 10^{17} cm $^{-3}$ sűrűség érhető el, aminek fókuszálási képessége $3 \cdot 10^6$ T/m mágneses tér gradiensnek felel meg (négy nagyságrenddel nagyobb érték, mint a legjobb kvadrupol lencsénél).

A következőkben azt kell megmutatnod, hogy intenzív relativisztikus részecske nyalábok önfókuszálónak válhatnak, ahelyett hogy szerteszét szóródnak magukat a tér minden irányába.

a) Tekintsünk egy n egyenletes részecskesűrűségű, hosszú, hengeres elektronnyalábot, melynek átlagsebessége v (mindkét mennyiség a laboratóriumi rendszerben mérve). A klasszikus elektrodinamika alapján határozd meg az elektromos térerősség kifejezését a nyaláb hossz tengelyétől r távolságra! (10 pont)

b) Ugyanezen a helyen add meg a mágneses indukció kifejezését is! (10 pont)

c) Mekkora eredő erő hat egy olyan elektronra, amely a nyalábban a hossz tengelytől r távolságra halad? (10 pont)

d) Feltéve, hogy az előző alkérdésben szereplő formula relativisztikus sebességek esetén is alkalmazható, mekkora lesz az elektronra ható erő, ha v tart a c fénysebességhez, ahol $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$? (10 pont)

e) Ha az R sugarú elektronnyaláb egyenletes sűrűségű ($n_0 < n$) plazmába lép be (a plazmát tekintjük azonos töltéssűrűségű ionokból és elektronokból álló ionizált gáznak), mekkora lesz az eredő erő, ami egy labor rendszerben álló töltött plazma részecskére hat, amely a plazmába belépő elektronnyalábon kívül, annak tengelyétől r' távolságra helyezkedik el? Feltehetjük, hogy az áthaladó elektronnyaláb nem változtatja meg a plazma ionok sűrűség eloszlását, ami szintén hengerszimmetrikusnak tekinthető. (20 pont)

f) Elegendően hosszú idő múlva mekkora lesz az eredő erő egy olyan elektronra, amely a nyalábban éppen a hossz tengelytől r távolságra halad a plazmában, feltéve hogy $v \rightarrow c$, továbbá biztosítva, hogy a plazma ionok állandó sűrűsége és a hengerszimmetria megmarad? (20 pont)

g) A fenti számítások alapján két-három mondatban írd le, hogyan játszódik le a fókuszálás! (20 pont)