Ortvay 1974

1. Egyik végénél rögzített D direkciós erejű rugó másik végén egy M tömegű test lóg. A testet kitérítjük olyan helyzetbe, hogy a rugó feszítetlenül vízszintes irányú, és ebből a helyzetből az M tömegű testet elengedjük. Mekkora lesz a test sebessége és a rugó megnyúlása függőleges helyzetben. A feladatot nagyon kicsi és nagyon nagy rugóállandó esetében oldjuk meg!

(II. évfolyam)

2. Egy egyenes mentén rezgőmozgást végző testről véletlenszerű felvételeket készítünk. A felvételeken a test helyének adatai legyenek $y_1, \dots y_n$. Ezekből az adatokból értékeljük ki a rezgés amplitúdóját.

(II. évfolyam)

3. Ha a csillagok eloszlása véletlenszerű lenne, mekkora lenne a legközelebbi szomszédok közötti átlagos távolság? (A csillagok átlagos sűrűsége ρ.)

(II. évfolyam)

4. Hogyan változik a Föld körül elliptikus pályán keringő űrhajó pályájának alakja az atmoszféra fékezőerejének hatására?

(II. évfolyam)

5. Ha egy rézhengert gyorsan forgatunk a tengelye körül, akkor a henger körül mágneses tér jelenik meg. Magyarázzuk meg a jelenséget, és mutassuk meg, hogy ez a jelenség nem magyarázhatja meg a Föld mágneses terének eredetét!

(II. évfolyam)

6. Hogyan változik meg az atommag bomlás láncreakciójának kritikus tömege, ha az anyagot erősen összenyomjuk? Becsüljük meg a kritikus tömeget százszoros térfogati összenyomás esetén. (Szokásos sűrűség esetén a kritikus tömeg $1kg$ nagyságrendű.)

(II. évfolyam)

7. Javítható-e egy Dewar-edény hatásfoka, ha a két üveg közé a vákuumba vékony fém fóliát helyezünk?

(II. évfolyam)

8. Egy RC oszcillátor vázlatos kapcsolási rajzát mutatja az ábra. Vizsgáljuk meg az oszcillátor működését, és hogy milyen kezdeti paraméterek határozzák meg a bekapcsolási effektusokat! Tegyük fel, hogy bekapcsoláskor az erősítő erősítése nulláról A-ra ugrik!

Hiányzó kép

(III.,IV. évfolyam)

9. Egy emeletes vaságy alsó szintjén egy m_1 tömegű, a felsőn pedig m_2 tömegű ember fekszik. Ha valamelyik mocorog (áthelyezi súlypontját), akkor az ággyal együtt a másik embert is mozgásba hozza. Melyikük zavarja jobban a másik álmát, vagyis ugyanakkora "hatás" kifejtésével melyikük tudja jobban megmozdítani a másik testét? Modellezzük a vaságyat az ábrán látható merev rudakkal az A, B, C és D pontokban adott direkciós nyomatékú és csillapítású torziós rugókkal! Az "azonos hatást" értelmezzük:

a./ időegység alatt végzett azonos munkavégzéssel,

b./ súlypontjuknak az ágyhoz viszonyított azonos elmozdításával!

Hiányzó kép

(III. évfolyam)

10. Egy függőleges tengely közepére excentrikusan egy testet erősítünk. A tengely alul és felül csapágyban foroghat. Ismeretes, hogy ha a tengely gyorsan forog, stabil lesz az az állapot, amikor a tengely kissé meghajlik, úgy, hogy forgás közben a test középpontja egy helyben maradjon. Magyarázzuk meg, miért igaz ez!

(III. évfolyam)

11. Lehetséges-e az alábbi eszközök segítségével a Napból kisugárzott energia egy részét úgy felhasználni, hogy egy kis testet a Nap felszíni hőmérsékleténél nagyobb hőmérsékletre melegítsünk:

a./ ha csak optikai eszközöket használunk fel?

b./ tetszőleges bonyolult eszköz felhasználásával?

(III. évfolyam)

12. Határozzuk meg, mekkora energia tárolható egy lendkerékben! A lendkerék legfeljebb ℓ tengely-hosszúságú és d átmérőjű lehet, anyaga olyan acél, amelynek szakítószilárdsága σ_1, nyírási igénybevétele maximálisan σ_2-t érhet el. Milyen alakú lendkerék a leggazdaságosabb?

(III.,IV,V. évfolyam)

13. Egy $\mathbf{v}_i$ kezdeti sebességű, M tömegű atom fotont sugároz ki (a foton hullámvektora $\mathbf{k}$). Ennek során belső energiája E_0-lal változik. Mutassuk meg, hogy a kisugárzott foton energiája a Doppler effektus szerint függ az atom kezdeti v_i sebességétől! (Az atom mozgása nem-relativisztikus.)
Tegyük fel, hogy az atomok sebessége Maxwell eloszlású! Számítsuk ki a kisugárzott foton energiájának várható értékét és szórását!

(III. évfolyam)

14. Milyen irányba terjed a hang energiája anizotróp közegben?

(III. évfolyam)

15. Egy szabad atom által történő $\mathbf{q}$ impulzusú foton kibocsátásának amplitúdója A. Adjuk meg ugyanezen kvantum kibocsátási valószínűségét, ha az atom kezdetben egy oszcillátorpotenciál n-edik szintjén helyezkedik el! (A számítás során tételezzük fel, hogy az atom belső szerkezetét a külső potenciál nem változtatja meg!)

(IV.,V. évfolyam)

16. Mivel az elektronok Fermi-Dirac statisztikának tesznek eleget, ezért egy anyag nagyon erős összepréseléséhez igen nagy nyomásra van szükség. Becsüljük meg, hogy pl. $10^{12} atm$ nyomás mekkora elektronsűrűséget hoz létre!

(IV. évfolyam)

17. Síkos úton haladó hátsó kerék meghajtású gépkocsi hátsó kereke megcsúszik. Milyen módszerrel befolyásolható az autó mozgása? (Ha szükséges, a számításokat egyszerűbb modellen végezzük.)

(IV. évfolyam)

18. Egy vízszintes fémlapon egy fakocsi van, amelyre a síktól d távolságra egy Q töltést rögzítettünk. Meglökjük a kocsit v sebességgel. Mennyi idő múlva lesz sebessége $v/2$? (Súrlódás nincs, a fém adatai ismertek.)

(IV. évfolyam)

19. Bizonyítsuk be, hogy a $-\infty$-ből, $E > 0$ energiával induló szabad részecske visszaverődés nélkül megy át a

$$V(x) = -\frac{2}{r^2} \cdot \frac{1}{\mathrm{ch}^2 \dfrac{x}{r}}$$

alakú potenciálvölgyön (r tetszőleges paraméter) minden E-re. Mutassuk meg, hogy a potenciálnak csak egy kötött állapota van!

(IV. évfolyam)

20. Egy wolfram drótban $d \approx 100 A$ átmérőjű üregek vannak. Hogyan módosul az anyag termofeszültsége?

(V. évfolyam)

21. Egy háromdimenziós potenciálvölgy mélysége V_0, szélessége a. Az m tömegű és kis pozitív E energiájú részecske olyan állapotban van, amelyben a pályamomentum $\mathbf{L} \neq 0$. Számoljuk ki a részecske T élettartamát! A pályamomentumból eredő effektív potenciált a gömb belsejében hanyagoljuk el!

(V. évfolyam)

22. Mutassuk meg, hogy egy lineáris láncban, amelyben a szomszédos atomokat harmonikus erő köti össze, véges hőmérsékleten az atomi kitérések fluktuációja divergál! Beszélhetünk-e továbbra is valamilyen értelemben kristályszerű rendezettségről? Hogyan módosul a helyzet két-, illetve háromdimenziós rácsok esetén?

(V. évfolyam)

23. Újabban úgy hoznak létre nagyon nagy nyomást, hogy egy kis anyagdarabkát minden oldalról erős lézerfénnyel világítanak meg. Az anyag felülete párologni kezd, és a párolgás reakcióereje hozza létre a nyomást. Becsüljük meg, $10^{17} W/cm^2$ intenzitású fény (ez egy modern nagy teljesítményű lézer fókuszált intenzitása) segítségével létrehozható nyomást, és hasonlítsuk ezt össze a fénynyomással!

(V. évfolyam)

24. $V = k/r$ alakú potenciálvölgyben mozgó tömegpontra a $(\mathbf{v} \times \mathbf{N}) + k\mathbf{r}/r$ mennyiség mozgásállandó ($\mathbf{N} = m\mathbf{r} \times \dot{\mathbf{r}}$ az impulzusmomentumot jelöli). Keressük meg ennek a mennyiségnek kvantummechanikai megfelelőjét! Mutassuk meg, hogy ennek segítségével, pusztán a csererelációkat felhasználva megkaphatjuk a H-atom színképét!

(V. évfolyam)

Ortvay 1975

1. Becsüljük meg az árapály hatását a Föld forgására és a Hold keringésére!
(II.,III.,IV.,V. évfolyam)

2. Mekkora erővel vonzza egymást egy félbevágott égitest két félgömbje, ha a félgömböket csak nagyon kicsit távolítjuk el egymástól?
(II.,III.,IV.,V. évfolyam)

3. Egy M_1 tömegű égitest körül egy $M_2 \ll M_1$ tömegű másik égitest kering. Mutassuk meg, hogy ezeknek a terébe helyezett $m \ll M_2$ test stabil egyensúlyi helyzetben van az ún. Lagrange-féle pontokban, amikor M_2 és m úgy mozog, hogy a három test egy egyenlőoldalú háromszög csúcsaiban helyezkedik el!
(II. évfolyam)

4. Súlytalan $4a$ hosszúságú húrt P erő feszít ki két rögzített pont között. A húrt négy egyenlő részre osztjuk és az osztópontokhoz m, $4m/3$, m tömegű pontszerű testeket rögzítünk. A rendszer egy síkban transzverzális rezgéseket végezhet, amelyeket kis amplitúdójúaknak tételezünk fel (a húr P feszültsége a kitérés következtében nem változik meg).
Keressük azt a mozgást, amely a nyugalmi helyzetből az egyik m tömegű részecskére alkalmazott p impulzus következtében jön létre!
(II. évfolyam)

5. Milyen sebességgel kell a Földről kilőni egy ágyúgolyót, hogy elhagyja a Naprendszert? (A légellenállást hanyagoljuk el.)
(II. évfolyam)

6. Hogyan függ a repülő állatok szárnycsapásainak frekvenciája az állatok méretétől?
(II.,III. évfolyam)

7. Egy ingát, amely ℓ hosszúságú súlytalan rúdból és a végén lévő m tömegű testből áll, a másik végén csuklósan egy függőleges tengelyhez kapcsolunk. A tengelyt egyenletes (ω) szögsebességgel forgatjuk. Mekkora (Ω) frekvenciával rezeg a rúd az egyensúlyi állapota körül? Vizsgáljuk a jelenséget az egész ω tartományban!
(II. évfolyam)

8. Mekkora kinetikus energiát lehet tárolni adott tömegű öntöttvas-korongban és egy acélszalagból tekercselt korongban?
(III. évfolyam)

9. Mekkora a gyorsító erő és a gyorsulás hányadosa ("effektív tömeg") egy ideális folyadékba helyezett gömb esetén?

(III. évfolyam)

10. Egy dugattyúval elzárt fémhengerben ideális gáz van. A fémhengert körülvevő hőtartály hőmérséklete T. A dugattyút lenyomjuk, és hosszabb idő után elengedjük. Írjuk le a dugattyú mozgását, ha a fémhenger falának egységnyi felületre vonatkozó hőátadási tényezője x és a súrlódást elhanyagoljuk.

(III. évfolyam)

11. Egy roppant nagy tömegű égitest felszínéről lassan felszáll egy rakéta és elhagyja az égitestet. A rakéta egy hőszigetelő anyagból készült tartályt visz magával, amelyben ideális gáz van. Hogyan változik a gáz hőmérséklete az utazás folyamán?

(III. évfolyam)

12. Egy víz alatti tárgyat nézünk a levegőből. Hol keletkezik a tárgy látszólagos képe? Vizsgáljuk meg a leképezés asztigmatizmusát!

(IV. évfolyam)

13. Tekintsük az alábbi két kvantummechanikai rendszert:

- Egy m tömegű pont mozog a síkban egy egyenlő szárú derékszögű háromszög (a befogók hossza a) oldalai által határolt tartományban.
- Két m tömegű megkülönböztethető tömegpont mozog egy dimenzióban egy a hosszúságú szakaszon. A részecskék között a kölcsönhatás olyan, hogy találkozáskor rugalmasan visszapattannak egymásról.

Állapítsuk meg a kapcsolatot a két rendszer energianívói között!

(IV.,V. évfolyam)

14. Számítsuk ki Born-közelítésben a szórási amplitúdót a $V = \dfrac{\alpha}{r^3}(\mathbf{L}\sigma)$ potenciálon (Schwinger-szórás), ahol $\mathbf{L}$ a pályamomentum, σ a három Pauli-mátrix, α pedig egy állandó.

(IV.,V. évfolyam)

15. Nemrég megfigyelték, hogy az ostoros állatkák ostora hozzátapadhat a mikroszkóp tárgylemezéhez, és ilyenkor az állatkák gyors forgásba jöhetnek. Filmezéssel megállapítható a forgás sebessége. Azt tapasztalták, hogy a körfrekvencia zérus, vagy $\pm\omega$ egy jól meghatározott értékkel.
Egy közelmúltban megjelent (Phys. Lett. 49A, 395, 1974.) dolgozat szerzője szerint a körfrekvencia azért nem lehet bármekkora, mert az ostoros állatkák olyan kicsik, hogy a mozgásuk leírásához kvantumelméletre van szükség. Tekintsük az állatkát síkrotátornak I tehetetlenségi nyomatékkal. Az n-edik állapot impulzusmomentuma $\hbar n$, a

mozgás körfrekvenciája tehát $\omega_n = \frac{t_n}{I}$. Az állatkák I-je közelítően kiszámítható, és azt találjuk, hogy $\frac{t}{I} \approx \omega$.
A mikroszkóp alatt tehát a "rotátor-állatka" alapállapotát (zérus körfrekvencia) és első gerjesztett állapotát ($\omega \approx \omega_1$) figyeltük meg. A szerző megjegyzi, hogy magyarázatának legjobb bizonyítéka az lenne, ha $\omega_2 = 2\omega$ körfrekvenciájú mozgást is észlelnénk. Elfogadható-e a magyarázat?

(IV.,V. évfolyam)

16. Dielektrikumot erős, homogén ($\mathbf{E}$) elektrosztatikus erőtérbe helyezünk. Becsüljük meg, hogyan függ az $\mathbf{E}$-re merőleges irányban a szuszceptibilitás $\mathbf{E}$ nagyságától!

(IV. évfolyam)

17. Egy ω frekvenciával oszcilláló pontszerű klasszikus elektromos dipólus által kisugárzott teret tekinthetjük kvantumosan és klasszikusan is. Mutassuk meg, hogy kvantumos vizsgálat esetén a kisugárzott teljesítmény várható értéke megegyezik a klasszikusan számítottal.

(V. évfolyam)

18. Egy hőszigetelő tartályban olyan gáz van, amelynek molekulái mágneses dipólmomentummal rendelkeznek. A tartály kezdetben erős homogén mágneses térben van. Hogyan változik meg a gáz hőmérséklete, ha a mágneses teret lassan kikapcsoljuk?

(V. évfolyam)

Ortvay 1976

1. Adott egy ellenállásokból álló áramkör. Ismerjük a ki- és bemenő áramokat. Mutassuk meg, hogy a csomóponti törvénynek eleget tevő, de egyébként tetszőleges árameloszlások közül a ténylegesen megvalósulónál keletkezik a legkisebb hő.

(II. évfolyam)

2. Mutassuk meg, hogy a Snellius-Descartes törvény a fotonra fennálló energia- és impulzus-megmaradás következménye. (A foton energiája $E = \hbar ck$, impulzusa $\mathbf{p} = \hbar\mathbf{k}$, ahol $\hbar$ a redukált Planck állandó, c a fény sebessége az adott közegben, $\mathbf{k}$ pedig a hullámszám-vektor.)

(II. évfolyam)

3. Egy gumikötél egyik vége egy falhoz van erősítve, a másik végét egy gonosz manó fogja. Az utóbbi végéről egy katicabogár kezd mászni v sebességgel a fal felé, ugyanakkor a manó is elindul és $c \gg v$ sebességgel távolodni kezd a faltól. Eléri-e a katicabogár a falat?

(II. évfolyam)

4. Vízszintes asztalon egy test egy rugó hatása alatt egy dimenzióban mozog. Az asztal és a test között egy μ súrlódási együtthatóval jellemezhető súrlódási erő lép fel. Tegyük fel, hogy a kezdősebesség zérus és vizsgáljuk a mozgást a kezdeti kitérés függvényében.

(II. évfolyam)

5. Egy σ felületi feszültségű szappanbuborékra Q töltést viszünk. Határozzuk meg a gömbszimmetrikus egyensúlyi állapot sugarát, ha a buborékon belül és kívül egyaránt vákuum van. Vizsgáljuk meg ezen állapot stabilitását gömbszimmetrikus-, és forgásellipszoid alakú deformációkra! (A buborék jó elektromos vezető.)

(II.,III.,IV.,V. évfolyam)

6. Egy elektron mozgását külső erőtérben az Abraham-Lorentz modell alapján az

$$F(t) = m\ddot{x} - \frac{2e^2}{3c^2}\dddot{x}$$

egyenlet írja le. Az $\dddot{x}$-os tag az elektron által kisugárzott hullámok visszahatását veszi figyelembe. Mutassuk meg, hogy periodikus külső erő esetén az $\dddot{x}$-os tag mindig fékezést jelent!

Vizsgáljuk meg az álló elektron stabilitását kis erőlökéssel szemben!

(II.,III. évfolyam)

7. Állítsunk fel modellt, amely leírja a búzatábla hullámzását szélben! Mutassuk meg, hogy a frekvencia nem páros függvénye a hullámszámnak!
Vizsgáljuk az aszimmetria következményeit!
Keressünk olyan jelenségeket, amelyeket a felállított modell magyaráz!

(II.,III.,IV.,V. évfolyam)

8. A reális gázokat a Clausius által ajánlott

$$\left[P + \frac{a}{T(v+c)^2}\right](v-b) = kT$$

állapotegyenlet pontosabban írja le, mint a Van der Waals egyenlet. Mutassuk meg, hogy az ilyen anyag állandó térfogat mellett mért fajhője nem lehet független a hőmérséklettől!

(III. évfolyam)

9. m tömegű, ℓ hosszúságú, k direkciós erejű rugó egyik vége rögzített, másik végéhez egy M tömegű testet erősítünk. A rugó megnyújtása után a testet elengedjük. Írjuk le a rendszer mozgását! Mi a mozgásegyenletek általános megoldása?

(III.,IV. évfolyam)

10. Vezető huzalból kocka alakú keretet készítünk. Az egyes élek ellenállása R. A kockát homogén, időben változó $\mathbf{B}$ mágneses erőtérbe helyezzük. Mekkora áram folyik a kocka egyes éleiben?

(III.,IV. évfolyam)

11. N számú inga közös, vízszintes tengely körül végezhet mozgást (teljesen körbe is fordulhatnak). A mozgások síkjai merőlegesek a tengelyre. Az egyes ingákat a tengelyen torziós rugók kötik össze. Ezek a rendszer "alapállapotában" (valamennyi $\phi = 0$) feszültségmentesek.
Fordítsuk el az ingasor egyik felét 360°-kal a tengely körül! Írjuk le az így kapott statikus megoldást, amelyben az ingák helyzete csak egy véges szélességű tartományban tér el lényegesen a függőlegestől! Egy ilyen tartomány mozoghat is az inga-lánc mentén. Hogyan függ a tartomány szélessége a haladás sebességétől?
Mennyi energiát tárol egy ilyen tartomány?
(Tekintsünk olyan határesetet, amikor a $\phi(t)$ függvények helyett a $\phi(x,t)$ kétváltozós függvényt használhatjuk.)

(III.,IV.,V. évfolyam)

12. Egy részecske egy N potenciálgödörből álló potenciálban mozoghat. Az egyes gödrök elég mélyek és elég távol vannak egymástól. Írjuk le közelítőleg a fenti kvantummechanikai rendszer energiaspektrumát! Hogyan néz ki az energiaspektrum $N \to \infty$ esetén?

(IV.,V. évfolyam)

13. Egy ω_0 sajátfrekvenciájú kvantummechanikai oszcillátorra olyan fényhullám esik, amely N darab ω frekvenciájú fotont tartalmaz. Legyen $\omega_0 < \omega < 2\omega_0$, és legyen az oszcillátor kezdetben alapállapotban. Milyen valószínűséggel megy végbe az a folyamat, amikor az oszcillátor elnyel egy ω frekvenciájú fotont, átmegy az első gerjesztett állapotába, és ugyanakkor kisugároz egy $\omega' = \omega - \omega_0$ frekvenciájú fotont?

(IV. évfolyam)

14. Nyugvó ponttöltésre síkhullám esik.

a./ Határozzuk meg a ponttöltés sebességét!

b./ Tegyük fel, hogy a beeső hullám - egy tranziens növekedési szakasz után - ω frekvenciájú monokromatikus síkhullám (a lézerimpulzus jó közelítésben ilyen). Tegyük fel, hogy a nyaláb egyik fotonja Compton szórást szenved az elektronon. Határozzuk meg a ϑ szög alatt szórt foton ω' frekvenciáját a síkhullám intenzitásának függvényében lineáris pontossággal!

(V. évfolyam)

15. Legyen egy félvezető anyagban a tiltott sáv szélessége E_g, az elektronok és a lyukak (izotróp) effektív tömege m_e és m_h.

a./ Keressük meg a Fermi-nívó helyzetét intrinsic anyagra (nincs lokalizált állapot a félvezetőben).

b./ Dópolt (szennyezett) anyagban, ahol a donorok száma lényegesen meghaladja az intrinsic koncentrációt, magyarázzuk meg a Fermi-nívó mozgását az N_d donor koncentrációval (egyszerűség kedvéért a donor atom ionizációs energiája legyen lényegesen kisebb, mint a tilos sáv szélessége).

c./ Legyen egy erősen dópolt anyagban a donor ionizációs energiája $0,01eV$, a tilos sáv szélessége $0,26eV$, az effektív tömeg $m^* = 0,01m_e$, ahol m_e a szabad elektron tömege. Vizsgáljuk meg a Fermi energia helyzetét a vezetési sávhoz képest a hőmérséklet függvényében, ha a donor atomok száma $10^{18}/cm^3$ $(1K < T < 300K)$.

(V. évfolyam)

16. Ionos, vagy részben ionos félvezető (szigetelő) kristályokban a mozgó töltött elektron deformálja maga körül a rácsot. Ez a deformáció (polarizáció) elválaszthatatlan az elektrontól. Az egész elemi gerjesztést polaronnak nevezik. Határozzuk meg a polaron energia-sajátértékeit, sajátfüggvényeit és az effektív tömegét, ha a kölcsönhatási energia $\Omega\mathbf{p}\mathbf{y}$, ahol $\mathbf{p} = -i\hbar\frac{\partial}{\partial\mathbf{x}}$ az elektron impulzusa, $\mathbf{y}$ a rácsdeformáció mértéke, Ω pedig a csatolási állandó. A megoldandó Schrödinger-egyenlet:

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial x^2} - \frac{\hbar^2}{2M}\frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{1}{2}Ky^2 + \Omega\mathbf{p}\mathbf{y}\right]\chi(\mathbf{x},\mathbf{y}) = E\chi(\mathbf{x},\mathbf{y})$$

ahol $\frac{1}{2}Ky^2$ a rács rugalmas energiája. A csatolási állandót tekintsük kicsinek!

(V. évfolyam)

Ortvay 1977

1. Vízszintes síkon fekvő m tömegű, d hosszúságú merev egyenes rudat a végétől x távolságra F erővel gyorsítunk. Mekkora lehet F, hogy a rúd még éppen ne törjön el? A rúd szilárdságát azzal az F_0 erővel jellemezzük, amivel az egyik végén befogott rúd a másik végén még éppen terhelhető.

(II. évfolyam)

2. E, σ rugalmassági együtthatókkal rendelkező ρ sűrűségű és a élhosszúságú gumikockákat teszünk egymásra. Milyen magas tornyot lehet így felrakni?

(II. évfolyam)

3. Általában egy megfigyelő akkor lát élesen egy tárgyat, ha az a szemétől legalább $L = 15cm$-nyi távolságban van. Ez a minimális távolság meghatározza, hogy egy tárgyon milyen kis részleteket tudunk megkülönböztetni. Ha ugyanezt a tárgyat ℓ távolságból szemléljük, a felbontás L/ℓ arányban csökken. Legfeljebb hányszorosára növelhető a szem felbontóképessége, ha egy f fókusztávolságú nagyítólencsét használunk?
Adatok: $f = 7,5cm$. Legyen ℓ tetszőleges, ill. $\ell_1 = 75cm$, $\ell_2 = 10cm$.

(II. évfolyam)

4. Az ábrán látható Wheatstone hídban az R_1 ellenállás helyére egy vákuumban kifeszített egyenes wolframszálat kötöttünk. Hogyan határozható meg ezzel az elrendezéssel a W magas hőmérsékleti fajhőjének hőmérsékletfüggése? A szál méretei és a fajlagos ellenállás hőmérsékletfüggése ismertek.

Hiányzó kép

(II. évfolyam)

5. A zivatar kitörését általában az okozza, hogy az alsó légrétegek nagyon felmelegszenek és a légkör egyensúlya instabillá válik. Mekkora az atmoszféra függőleges hőmérséklet-gradiense a függőleges légáramlás megindulása előtt?
A zivatarfelhők alsó fele közelítőleg vízszintes sík, és nem követi a levegő gomolygó mozgását. Miért?

(II.,V. évfolyam)

6. Egy H magasságú, A keresztmetszetű függőleges hengerbe $1 mól$ gázt töltünk. Mekkora a gáz fajhője, ha $mgH \approx RT$, ahol m a gázrészecskék tömege, g a nehézségi gyorsulás, T pedig az abszolút hőmérséklet.

(II. évfolyam)

7. Ha egy fém tízforintost vízbe ejtünk, nem élével, hanem lapjával fordul a mozgás irányába. Miért? A Balaton déli partján a sekély, tiszta vízben megfigyelhető, hogy a homokban meglepően szabályos barázdák futnak, centiméteres hullámhosszal. Mi okozza ezeket? Miért tűnik száraznak a nedves homok felszíne, ha ujjunkkal megnyomjuk? Miért lesz vizes, ha paskoljuk? Forgalmasabb útkereszteződésekben a közlekedési lámpák előtt az aszfalton rácsszerű bordázat alakul ki, úgy, hogy a bordázat merőleges a gépkocsik haladási irányára. Mi határozza meg a bordázat "hullámhosszát"? Miért és milyen körülmények között ropog a hó a lábunk alatt? Miért véd a hajnali fagyok ellen a füstölés? Hogyan keletkeznek a jégvirágok? Ha hideg üveg felületére rálehelünk, akkor a kerek olvadt folt pereméről kardszerű jégnyúlványok indulnak befelé. Miért?

(II.,III.,IV.,V. évfolyam)

8. A mérések szerint a felmelegedett talaj felett a levegő törésmutatója az

$$n^2(z) = n_0^2 + n_1^2\left[1 - e^{-az}\right]$$

függvénnyel közelíthető, ahol z a talajtól mért távolság. Vizsgáljuk meg a délibáb keletkezésének lehetőségeit.

(III. évfolyam)

9. Határozzuk meg, hogy egy M tömegű, R sugarú gömbön belül egyenletesen elosztott porfelhő mennyi idő alatt zsugorodik össze saját gravitációs tere hatására. Tegyük fel, hogy a sűrűség csak az időtől függ.

(III. évfolyam)

10. Egy d vastagságú, tetszőleges alakú vékony vezető lemez szélére négy érintkezőt teszünk (lásd az ábrát). A k és l érintkezők között I_{kl} áram folyik, a p és q érintkezők között V_{pq} feszültséget mérünk. Mutassuk meg, hogy fennáll a következő összefüggés:

$$\exp\left[-R_{34}^{12}\cdot\sigma\cdot\pi\cdot d\right] + \exp\left[-R_{23}^{14}\cdot\sigma\cdot\pi\cdot d\right] = 1$$

ahol $R_{pq}^{kl} = \dfrac{V_{pq}}{I_{kl}}$ és σ a vezetőképesség!

Hiányzó kép

(III.,IV. évfolyam)

11. Vizsgáljuk az alábbi Lagrange függvénnyel leírt rendszert $M \gg m$ közelítésben.

$$L = \frac{M}{2}\left(\dot{x}_1^2 + \dot{x}_2^2\right) + \frac{m}{2}\dot{y}^2 - \frac{k}{2}\left(x_1 - y\right)^2 - \frac{k}{2}\left(x_2 - y\right)^2$$

Adiabatikus közelítésnek nevezzük azt a leírást, amikor feltételezzük, hogy a könnyű (m tömegű) test úgy mozog, hogy mindig az x_1 és x_2 pillanatnyi értékének megfelelő potenciál minimumában helyezkedik el. Mutassuk meg, hogy az adiabatikus $y\left[x_1(t), x_2(t)\right]$-nek a Lagrange-függvénybe való behelyettesítésével x_1 és x_2 mozgására egy olyan új effektív Lagrange-függvényt kapunk, amely az egzakt mozgásegyenlet m/M szerinti sorfejtésének vezető járulékát generálja!

(III. évfolyam)

12. Hogyan változik egy vízcsepp térfogata, amely telített gőzben lebeg, ha a vízben konyhasót oldunk fel?

(III. évfolyam)

13. Egy állandó hőmérsékleten tartott kokillába fémolvadékot öntünk. Hogyan mozog a szilárd és az olvadék fázis határa?

(III. évfolyam)

14. Az N független részecskéből álló rendszer (klasszikus) minden részecskének csak két különböző állapota lehet, melyekhez különböző energiaérték tartozik. A rendszer egyensúlyban van a T_0 hőmérsékletű hőtartállyal. Egy adott pillanatban a rendszert átvisszük egy másik $T \neq T_0$ hőmérsékletű környezetbe. Írjuk le hogyan változik az idő függvényében az egyes szintek betöltési száma! Az egyszerűség kedvéért tegyük fel: annak valószínűsége, hogy egy részecske dt idő alatt a nagyobb energiájú állapotból az alacsonyabb energiájúba kerül, a vizsgált hőmérséklet-tartományban $A \cdot dt$, ahol A állandó.

(IV. évfolyam)

15. A Nap körül keringő űrhajón legfeljebb milyen hatásfokkal alakítható át a napenergia elektromos energiává?

(IV.,V. évfolyam)

16. Molekulák gerjesztési színképét változtatható frekvenciájú monokromatikus lézerfénnyel lehet meghatározni oly módon, hogy a gerjesztési energia függvényében mérjük a fény abszorpcióját. Az abszorpciós csúcs nem ideálisan vékony, kiszélesedésének egyik oka a molekulák rendezetlen mozgásával kapcsolatos Doppler effektus. Tegyük fel, hogy egy olyan gerjesztést akarunk vizsgálni, melynek energiája egy külső statikus elektromos tértől a Stark-effektus miatt

$$\omega = \omega_0 + b \cdot E^2$$

módon függ (b ismert állandó). Statikus elektromágneses teret alkalmazva hogyan lehet olyan berendezést készíteni, amely kiküszöböli a termikus Doppler-kiszélesedést?

(IV.,V. évfolyam)

17. Az $U = Ax^4 - Bx^2 + B^2/4A$ potenciál $A, B > 0$ paraméterei olyanok, hogy a benne mozgó m tömegű részecske $\hbar\omega_0$ alapállapoti energiája sokkal kisebb mint a két minimum közötti potenciálgát. A $t_0 = 0$ időpillanatban a részecske a jobboldali potenciálgödörben volt, az alapállapothoz közeli energiával. A $[t_1, t_2]$ időintervallumban az

$x > 0$ tartományon egy helytől független $F(t)$ erőt alkalmazunk. Hogyan befolyásolja ez a hatás az alagúteffektus valószínűségét a $t > t_1, t_2$ időpontban? (Ha szükséges, tekinthetjük azt az esetet, mikor az erő változási sebessége kicsi ω_0-hoz képest.)

(IV. évfolyam)

18. Az A ponttól egyenlő távolságra levő B és C pontokban két teljesen egyforma álló űrhajó található. Az A-ból küldött fényjel hatására mindkét űrhajó beindítja hajtóművét úgy, hogy mindketten a nyíl irányában állandó (kis) gyorsulással mozogjanak. Mi történik az űrhajókat összekötő laza kötéllel?

Hiányzó kép

(IV.,V. évfolyam)

19. Bizonyítsuk be, hogy a

$$\mathbf{H} = \lambda \sum (\mathbf{a}_i^\dagger \mathbf{a}_{i+1} + \mathbf{a}_i \mathbf{a}_{i+1}^\dagger) + U_1 \sum \mathbf{n}_i \mathbf{n}_{i+1} + \mu \sum \mathbf{n}_i$$

Hamilton operátorral leírt egydimenziós fermionrendszer ($\mathbf{a}_i^\dagger$ az i helyen fermiont keltő operátor, $\mathbf{n}_i = \mathbf{a}_i^\dagger \mathbf{a}_i$) ekvivalens a

$$\mathbf{H} = \mathbf{J}_z \sum \mathbf{S}_i^z \mathbf{S}_{i+1}^z + \mathbf{J}_x \sum \mathbf{S}_i^x \mathbf{S}_{i+1}^x + \mathbf{J}_y \sum \mathbf{S}_i^y \mathbf{S}_{i+1}^y + h \sum \mathbf{S}_i^z$$

egydimenziós spinrendszerrel ($\vec{\mathbf{S}}_i$ az helyen rögzített részecske spinoperátora).

(V. évfolyam)

20. A π^0 mezon instabil részecske, 2 fotonra bomlik. Javasoljunk olyan mérést, melyből meghatározható a π^0 mezon paritása! (Elektromágneses bomlásoknál a paritás megmarad.) A mérésekből az adódik, hogy a π^0 mezon pszeudoskalár részecske. A Lorentz-invariancia, a paritás-megmaradás és a foton-statisztika figyelembevételével írjuk fel a

$$\left\langle 2\gamma; k_1^\mu, \epsilon_1^\mu, k_2^\mu, \epsilon_2^\mu \middle| \pi^0; p^\mu \right\rangle$$

átmeneti mátrixelem legáltalánosabb alakját (p, k_1 és k_2 a részecskék négyesimpulzusát, ϵ_1 és ϵ_2 pedig a polarizációt jelöli). Mi a kapcsolata a mátrixelem felírásánál szereplő állandónak és a π^0 mezon élettartamának?

(V. évfolyam)

Digitalizálta Gombkötő Ákos