Ortvay 1980

1. Egy magas téglakéményt le kell bontani, ezért feldöntik. Dőlés közben eltörik.

Mekkora dőlési szögnél és a kémény melyik pontján kezdődik a repedés? Mi történik, ha a kémény földet érésig egészben maradt?

(II.,III.,IV.,V. évfolyam)

2. Ha egy borotválkozó tükörtől távolodunk, képünket egy adott távolságnál megfordulni látjuk. Milyen messze vagyunk ekkor a tükörtől? Adjuk meg a szögnagyítást a távolság függvényében! A tükör fókusztávolsága legyen $20cm$, a szemgolyó átmérője $\approx 5cm$, a két pupilla távolsága $\approx 6,5cm$. Két szemmel $\approx 12cm$ távolságról, egy szemmel $\approx 10cm$ távolságról tudunk még olvasni, ha a szemünket megerőltetjük.

(II. évfolyam)

3. A levegő radioaktív radontartalmának meghatározását végezzük régóta nem szellőztetett helységben. Mérési módszerünkben egy Q $(m^3/óra)$ teljesítményű szivattyúval egy szűrőn szívjuk át a levegőt sok órán keresztül. A szűrőpapír h hatásfokkal felfogja a levegőben lévő mikrorészecskéket, amelyekre a nemesgáz radon radioaktív bomlástermékei ráülnek. Mekkora a levegő radontartalma, ha a mintavétel befejezésekor a szűrőpapir alfa részecskékre vonatkozó aktivitása $A_{alfa} = 0$? Hogyan változik $A_{alfa}(t)$ a mintavétel befejezésétől számított t idő függvényében?
A radon bomlássémája:

Hiányzó kép

(II. évfolyam)

4. Gömb alakú, m tömegű, Θ tehetetlenségi nyomatékú űrhajót elhanyagolható tömegű, tökéletesen visszaverő, R sugarú kör alakú fólia közepébe helyezünk. (A vitorlát merevítő bordázat tömege is elhanyagolható.) Az űrhajó segédrakétáival változtatni lehet a vitorla Naphoz viszonyított állásszögét.

- Adjuk meg a napvitorlás mozgásegyenleteit!
- Milyen pályán mozog a segédrakétáit nem használó napvitorlás?
- Próbáljunk meg olyan vitorlakezelési stratégiát kidolgozni, amellyel a vitorlás egyenes vonalban húzhat el a Nap mellett!

(A Napállandót vegyük táblázatból, m, Θ, R értékeit becsüljük!)

(II. évfolyam)

5. d hosszúságú, súlytalan rúd alsó végét csuklósan a padlóhoz rögzítjük és a rudat mindkét oldalon k direkciós erejű, egyformán összenyomott, vízszintes rugóval támasztjuk ki. A rugók a padlótól h távolságra érintkeznek a rúddal és a rúd középső

helyzetében F erőt fejtenek ki. (A csukló csak a rúd és a rugók által meghatározott síkban való mozgást engedi meg.) A rúd másik végére m tömegű testet helyezünk.

Határozzuk meg az egyensúlyi helyzetet és az egyensúly körüli kis rezgések frekvenciáját!

(II. évfolyam)

6. Homogén gravitációs térben esőcsepp zuhan. Esés közben tömege a környező vízgőz kondenzációja következtében pillanatnyi felületével arányosan növekedni kezd. Kezdetben $R = R_0$ és $v = v_0$.
Adjuk meg az esőcsepp mozgását!

(II. évfolyam)

7. A Mars Phobos nevű holdja $16km$ átmérőjű, $9300km$ sugarú pályán $7óra39 39perc$ alatt kerüli meg a bolygót. Keringési ideje csillagászati mérések szerint lassan csökken:

$$\frac{\Delta T}{T} = -8 \cdot 10^{-12}$$

A Phobos magasságában a mars-légkör sűrűsége kisebb $2{\cdot}10^3 molekula/cm^3$-nél. Becsüljük meg, hogy a légkör fékező hatása meg tudja-e magyarázni a keringési idő változását!

(II. évfolyam)

8. Határozzuk meg egy csillag valódi és látszólagos iránya közti különbséget, ha az atmoszféra törésmutatója

$$n(r) = r + \nu_0 \cdot \exp\big[-\mu(r-R)\big]$$

szerint változik (ahol R a Föld sugara, $\nu_0 = 2,7 \cdot 10^{-4}$, $\mu = 0,14km^{-1}$) és a csillag látszólagos zenitmagassága Θ_0!
Meg lehet-e ennek alapján magyarázni azt a tapasztalatot, hogy a lenyugvó Nap lapultnak látszik?

(III. évfolyam)

9. Egy fémkristályban az x_1, x_2, x_3 derékszögű koordináta-rendszerben a fajlagos ellenállás tenzora diagonális:

$$\rho = \begin{pmatrix} \rho_1 & 0 & 0 \\ 0 & \rho_2 & 0 \\ 0 & 0 & \rho_3 \end{pmatrix}$$

Az egykristályból az $\mathbf{n}$ egységvektorral párhuzamosan vékony tűt vágunk ki. Mekkora fajlagos ellenállást mérünk, ha a tűn hosszanti irányban áramot bocsátunk át?

(III. évfolyam)

10. Mély vízből egy kicsiny légbuborék száll fölfelé. Hogyan mozog? Mennyi idő alatt éri el a felszínt? Milyen adatok esetén alkalmazható a Stokes-formula?

(III. évfolyam)

11. Egy magnetofon felvevőfejének légrése $1\mu m$. Mekkora felső határfrekvenciát enged ez meg $9,5 cm/s$-os szalagsebességnél?

(III. évfolyam)

12. Vezessük le a hanghullámok terjedésére vonatkozó egyenletet és peremfeltételt, feltételezve, hogy a gázban terjedő hanghullám és a szilárd felület találkozásakor a felület közelében lévő gázmolekulák nem mozognak! Ezt felhasználva írjuk le a hang terjedését egy a, b oldalú, téglalap keresztmetszetű csőben!
Mi történik, ha a hang frekvenciája kisebb egy kritikus értéknél?

(III. évfolyam)

13. Egyik végén gömbcsuklóval rögzített ℓ hosszúságú, m tömegű, vékony, merev rúd mágneses anyagból készült és ezért - a párhuzamosan álló spinek miatt - egy I nagyságú, a rúd irányába mutató belső impulzusmomentummal rendelkezik. Vizsgáljuk a rúd erőmentes mozgását! Keressünk olyan kezdőfeltételeket, amelyek mellett a rúd gravitációs térben egyszerű mozgást végez!

(III. évfolyam)

14. Adjuk meg a Stern-Gerlach kísérlet Hamilton-operátorát és számoljuk ki a hatáskeresztmetszetet!

(IV. évfolyam)

15. Dolgozzuk ki egy szabad, térbeli rotátor, illetve a hidrogénatom kanonikus kvantumelméletét kezdettől fogva térbeli polárkoordinátákat használva! Határozzuk meg az energiaspektrumot!

(IV. évfolyam)

16. Az ^{16}O atommag töltéseloszlásának vizsgálatára az egyik korai (1963) kísérletben $420 MeV$ energiájú elektronok szóródását tanulmányozták. A mérésben kapott differenciális szögeloszlás adatait az alábbi táblázat tartalmazza:

ϑ_{CM}	$d\frac{d\sigma}{d\Omega}\left(\frac{cm^2}{strad}\right)$
$32°$	$5,10 \cdot 10^{-30}$
$35°$	$3,54 \cdot 10^{-30}$
$38°$	$4,96 \cdot 10^{-31}$
$40°$	$1,52 \cdot 10^{-31}$
$42°$	$3,98 \cdot 10^{-32}$
$44°$	$1,05 \cdot 10^{-32}$
$46°$	$1,51 \cdot 10^{-32}$
$48°$	$2,20 \cdot 10^{-32}$
$50°$	$2,46 \cdot 10^{-32}$
$52°$	$2,81 \cdot 10^{-32}$
$54°$	$2,8 \cdot 10^{-32}$
$60°$	$1,31 \cdot 10^{-32}$
$65°$	$5,02 \cdot 10^{-33}$
$70°$	$2,0 \cdot 10^{-33}$
$75°$	$5,1 \cdot 10^{-34}$

Hiba mindenütt $\pm 10\%$.
Határozzuk meg az ^{16}O mag radiális töltéssűrűség eloszlását és a mag közepes sugarának értékét a fenti mérési adatok analíziséből!

(IV.,V. évfolyam)

17. Egy $Fe_{78}B_{12}Si_{10}$ fémüvegből hőkezelés hatására először $FeSi$ szilárd oldat kristályosodik ki az alábbi egyenlet szerint:

$$a \cdot Fe_{0,78}B_{0,12}Si_{0,1} = c \cdot Fe_{1-z}Si_z + (1-c) \cdot Fe_{1-x-y}B_xSi_y$$

ahol c a kristályosodott hányad. Megmértük a fémüveg fázis Curie hőmérsékletét az összetétel és a kristályos hányad függvényében:

$$\left.\frac{\partial T_c}{\partial x}\right|_{y=konst} = 900 \pm 200K,$$
$$\left.\frac{\partial T_c}{\partial y}\right|_{x=konst} = 600 \pm 200K$$
$$\text{és} \qquad \frac{\partial T_c}{\partial c} = 65 \pm 15K.$$

Becsüljük meg a kiváló $Fe_{1-z}Si_z$ fázis összetételét!

(IV. évfolyam)

18. Bizonyos fajta kenőcsök (kétfázisú emulziók) viszkozitása (adott hőmérsékleten) a nyírófeszültség függvényében jellegzetes "merev-folyékony átmenetet" mutat:

$$\eta = \begin{cases} \infty & \sigma_t < \sigma_0 \\ \eta_0 & \sigma_t > \sigma_0 \end{cases}$$

A σ_0 folyási határ meghatározására alkalmazott módszer az ún. "szétterülőképesség" mérése, amely abból áll, hogy ismert V térfogatú kenőcs-labdát két üveglap közé helyeznek, és az üveglapokat G súllyal összenyomják, majd megmérik az általában kör alakú kenőcs-folt d átmérőjét.
Becsüljük meg egy ilyen kenőcs folyási határát, ha a fenti mérések az alábbi adatsort eredményezik!
$V = (1,0 \pm 0,05)cm^3$, a G (*pound*-ban) és d (*mm*-ben) összetartozó értékei:

$$(G; d) = (20; 33), (50; 39), (100; 46), (150; 49), (200; 52),$$

és d leolvasási hibája $\pm 1mm$.

(IV. évfolyam)

19. Egy R sugarú rögzített, jól vezető fémgömbre $\lambda \gg R$ hullámhosszúságú síkhullámot bocsátunk. Melyik irányban sugároz a gömb leggyengébben? Mekkora a teljes szórási hatáskeresztmetszet?

(IV. évfolyam)

20. Vizsgáljuk azt a háromállapotú rendszert, melynek energiaviszonyait ill. az egyes állapotok közötti átmenetek lehetőségeit az alábbi ábra szemlélteti:

Hogyan változik az időben a rendszer valószínűség-eloszlása T hőmérsékletű környezetben, ha a kezdeti eloszlást ismerjük? Mutassuk meg, hogy abban az esetben, ha $E \gg \epsilon$ és $\epsilon \approx kT$, az egyensúlyi eloszlás független lesz az E energiától! Milyen típusú mennyiségekben játszik viszont E lényeges szerepet? Mondjunk olyan fizikai

rendszereket, melyeket ilyen három állapotú rendszerrel modellezhetünk!
(Tekintsük a μ_2, λ_2 időegységre eső átmeneti valószínűségeket adottnak!)

Hiányzó ábra

(V. évfolyam)

21. Egy egydimenziós rácson egy Ze töltésű részecske mozgását a külső $E(t)$ tér hatására a következő (master) egyenlet írja le:

$$\frac{\partial}{\partial t}p(j,t) = \alpha\big(1+F(t)\big)\left[p(j-1,t) - p(j,t)\right] + \alpha\big(1-F(t)\big)\left[p(j+1,t) - p(j,t)\right]$$

$$j = 0, \pm 1, \ldots, \frac{N}{2} \qquad ; \qquad F(t) = \frac{ZeaE(t)}{k_B T}$$

ahol $p(j,t)$ a j-ik helyen t időben tartózkodás valószínűsége és "a" a rácsállandó. Mutassuk meg, hogy a sebesség várható értéke $(\partial_t \langle x \rangle)$ arányos a külső térrel, és határozzuk meg az arányossági tényezőt!
Útmutatás: tételezzük fel, hogy $t = 0$ időpontban a részecske az origóban van és vizsgáljuk az $N \to \infty$ határesetet!

(V. évfolyam)

22. 1980 nyarán tudományos szenzációt jelentett az a hír, hogy a legújabb vizsgálatokból arra lehet következtetni, hogy az elektron neutrínó (és antineutrínó) nyugalmi tömege nem pontosan zérus.

a./ Határozzuk meg az E_0 energiájú béta-átmenethez tartozó elektronspektrumot azzal a feltételezéssel, hogy az antineutrínó nyugalmi tömege $\approx 10eV$!

b./ A béta bomlás elektronspektrumának pontos mérésével szeretnénk meghatározni az antineutrínó feltételezett, kb. $10eV$ nyugalmi tömegét $2eV$ pontossággal. Milyen energiafelbontású és statisztikájú méréssel lehetne a feladatot végrehajtani, ha a vizsgált kvantumátmenet $1000keV$-es, a bomló mag tömegszáma 100?
(A kirepülő elektron és a mag Coulomb kölcsönhatásától tekintsünk el az egyszerűség kedvéért!)

(V. évfolyam)

23. Két megkülönböztethető, 1/2 spinű részecske spinállapotát a ρ sűrűségmátrix írja le. Ez legyen olyan tulajdonságú, hogy ha a részecskéknek egy $\mathbf{t}$ egységvektor irányába vetett spinvetületét képezzük, akkor a vetületek szorzatának várható értéke mindig α, $\mathbf{t}$ irányától függetlenül:

$$Spur\big\{\rho(\mathbf{s}_1\mathbf{t}) \cdot (\mathbf{s}_1\mathbf{t})\big\} = \alpha$$

Mekkora lehet α?

(V. évfolyam)

24. Folyassunk vizet egy vízcsapból! A csapot lassan elzárva a kifolyó víz alakja egyszercsak hullámossá válik. Miért? Milyen paraméterektől és hogyan függ a hullámhossz?

(V. évfolyam)