

# Ortvay 1978

1. Egy kezdetben  $M$  tömegű, álló esőcseppre időegység alatt  $m$  tömegű vízpára csapódik ki. Hogyan mozog az esőcsepp?

(II. évfolyam)

2. Tekintsük a  $H_2^+$  ion alábbi egyszerű mechanikai modelljét! Két  $M$  tömegű és a közöttük levő  $m \ll M$  tömegű részecske egy egyenes mentén mozoghat. A könnyű részecskét mindkét nehéz részecske ugyanakkora állandó  $F$  erővel vonzza. A könnyű részecske a két nehéz között pattog, ütközéskor rugalmasan verődik vissza. Mekkora a nehéz részecskék távolsága az egyensúlyi helyzetben és mekkora a távolság-változáshoz tartozó kis rezgések frekvenciája?

(II. évfolyam)

3. Egy tengely végeire két egyforma, szabadon forgó keretet erősítünk. A kapott eszközt egy a vízszintessel kis szöget bezáró síkra helyezzük és a síkra merőleges tömegközépponti tengely körül megforgatjuk. A kerekek súrlódásmentesen gördülnek. Írjuk le a mozgást!

(II.,III. évfolyam)

4. Ha egy hőszigetelt hengerbe dugattyúval bezárt gáz térfogatát gyorsan megnöveljük, akkor energiaveszteség nincs. Ha lassan növeljük, akkor a változás adiabatikus, ahol a munkavégzés véges. Adjuk meg az energiaveszteséget tetszőleges dugattyúsebességre!

(II. évfolyam)

5. Egy homorú tükör a  $T$  pontról ideálisan éles valódi képet alkot  $K$ -ban.  $T$ -be egy kiterjedt tárgyat teszünk. Mennyire mosódik el ennek képe a  $K$ -ba helyezett ernyőn?

(II. évfolyam)

6. Két, egymástól  $d$  távolságra kifeszített kis keresztmetszetű dróton  $\omega$  frekvenciájú jelet továbbítunk. Mekkora a jel terjedési sebessége?

(II. évfolyam)

7. Egy ejtőernyős ejtőernyő nélkül  $V$ , ejtőernyővel  $v$  sebességgel esik. Nagy magasságból kiugorva milyen magasan nyissa ki az ernyőt, hogy a leggyorsabban érjen földet?

(II. évfolyam)

8. Mekkora forgatónyomatékkal fékezi egy viszkózus folyadék a benne állandó szögsebességgel forgó gömböt?

(III. évfolyam)

9. Egy edény oldalán vízszintes csövön át folyik ki az edényben levő folyadék. A cső ellipszis keresztmetszetű. A kifolyó folyadéksugár lánchoz hasonló alakot vesz fel, keresztmetszete hol vízszintes, hol függőleges irányban nyújtott ellipszis. Magyarázzuk meg a jelenséget és becsüljük meg a "láncszemek" távolságát!

(III. évfolyam)

10. A palástján hőszigetelt fém rúd egyik végét állandó hőmérsékleten tartjuk ( $T_0$ ), másik vége ennél nem sokkal hidegebb ( $T_1$ ) levegővel érintkezik. A rúd mentén a kezdeti hőmérséklet-eloszlás

$$T(x) = T_0 + \frac{T_1 - T_0}{L} \cdot x$$

( $L$  a rúd hossza). Határozzuk meg a hőmérséklet időbeli változását a rúd mentén és a stacionárius eloszlást!

(III. évfolyam)

11. Mutassuk meg, hogy a Föld-Hold rendszer potenciálja a Nap erőterében egy hónapos periódusra átlagolva

$$U(r) = -\frac{\alpha}{r} - \frac{\beta}{r^3},$$

ahol  $r$  a Föld-Hold rendszer tömegközéppontjának a Naptól mért távolsága. Tételezzük fel az egyszerűség kedvéért, hogy a Hold keringési síkja egybeesik a Föld pályasíkjával. Határozzuk meg a fenti potenciálból származó perihélium-elfordulást!

A Hold tömege 81-szer kisebb a Föld tömegénél, a Hold-Föld távolság 380ezer *km*, az átlagos Föld-Nap távolság pedig 150*millió km*.

(III. évfolyam)

12. Tekintsünk egy véges négyzethálót, amelynek minden éle  $R$  ellenállású huzal. Pl.

Egy él végpontjához ( $A, B$ ) kapcsoljuk egy feszültségforrás két sarkát.

Tekintsünk ezek után egy új négyzethálót, amit úgy kapunk, hogy a régi háló minden éléhez hozzárendelünk egy rá merőleges, a felezőpontján áthaladó "duális élet". A duális háló csomópontjai a régi lapközépeiben lesznek. Így a fenti háló duálisja:

A feszültségforrást kapcsoljuk rá az  $AB$  él duálisának végpontjaira ( $C, D$ ), az élek szabadon álló végpontjait pedig földeljük le. Mutassuk meg, hogy az első hálózat egy élén át ugyanakkora áram folyik, mint a második hálózat megfelelő duális élén (kivéve azokat az éleket, amelyekre a feszültségforrást kapcsoltuk). Mutassuk meg, hogy az első hálózatnál a  $\sum I^2 R = \min.$ , a másodiknál a  $\sum \frac{(\Delta U)^2}{R} = \min.$  feltételből kaphatjuk meg az áram- és potenciáeloszlást!

hiányzó kép?

(III. évfolyam)

13. Az első fajú szupravezető anyagok belsejében a mágneses térerősség nulla (Meissner effektus). Határozzuk meg ennek alapján, hogy mekkora a szupravezető átalakulás latens hője, ha tudjuk, hogy az átalakulási hőmérséklet hogyan függ az alkalmazott mágneses tértől!

(III. évfolyam)

14. Sok egyforma, egymással kölcsönható részecske egy egyenes mentén láncot alkot. A részecskék kis, hosszirányú rezgéseinek frekvenciája függ a rezgés hullámhosszától. Milyen feltételek mellett lesz ez a függvény az origóból induló egyenes?

(IV. évfolyam)

15.  $B$  mágneses térben egy elektron  $\omega$  szögsebességgel körpályán mozog. Hány fotont sugároz ki egy körülfordulás alatt és mennyire változik meg a szögsebessége?

(IV. évfolyam)

16. Egy mágneses dipól a közegbeli fénysebességnél gyorsabban mozog. Határozzuk meg a kibocsájtott elektromágneses sugárzás jellemzőit!

(IV. évfolyam)

17. Egy tükrös galvanométer tekercsének tehetetlenségi nyomatéka  $I$ , és a felfüggesztés direkciós nyomatéka  $D$ . Határozzuk meg a szögkitérés négyzetének várható értékét, ha a galvanométeren nem folyik áram!

(IV. évfolyam)

18. A klasszikus mechanikában a teljes szórási hatáskeresztmetszet csak akkor véges, ha a kölcsönhatási potenciál egy adott távolságon túl azonosan nulla (ilyen pl. a merev gömb esete). Vizsgáljuk meg, hogy ez az állítás hogyan módosul a kvantummechanikában? Mi az eltérés szemléletes magyarázata?

(IV. évfolyam)

19. Határozzuk meg annak valószínűségét, hogy a hidrogénatom alapállapotban marad, ha az atommag egy  $v$  sebességű neutronnal ütközik!

(IV. évfolyam)

20. Kvantummechanikai részecske olyan  $V(r)$  potenciál hatására mozog, amelyre  $V(r) \leq 0$ , ha  $r \leq R$  és  $V(r) = 0$ , ha  $r > R$ . Hogyan változnak meg a kötött állapotok energia értékei, ha a potenciált az  $r > R$  tartományban az ábrán látható módon megváltoztatjuk (szaggatott vonal) ?

hiányzó kép

(IV. évfolyam)

21. Becsüljük meg a  $H$  atom

a./  $2s_{1/2} \rightarrow 1s_{1/2}$  átmenetének

b./  $2p_{1/2} \rightarrow 1s_{1/2}$  átmenetének

valószínűségét! Bizonyítsuk be, hogy a Lamb-shift miatt lehetséges  $2s_{1/2} \rightarrow 2p_{1/2}$  átmenet valószínűsége kicsi és ezért nem csökkenti lényegesen a  $2s_{1/2}$  állapot élettartamát!

Mekkora statikus külső elektromos teret kell alkalmazni, hogy a  $2s_{1/2}$  állapot élettartama 9 nagyságrenddel csökkenjen?

(V. évfolyam)

22. Egy  $Z$  rendszámú atom  $\beta$  bomlásának hatására egy  $K$  héjhoz tartozó elektron ionizálódott és  $E$  energiával kirepült. Hogyan függ e folyamat valószínűsége  $Z$ -től és  $E$ -től, ha  $E$  sokkal nagyobb, mint az ionizációs energia? Becsüljük meg annak valószínűségét, hogy az elektront a  $\beta$  bomlásból származó elektron taszítja ki, és vizsgáljuk azt az esetet, amikor ez a valószínűség elhanyagolható!

(V. évfolyam)

23. Az atomi elektron és az elektromágneses tér zérusponti rezgései közötti kölcsönhatás miatt az energianívók eltolódnak. (Lamb-shift) Vizsgáljuk ezt a jelenséget két lépésben:

a./ Becsüljük meg, hogy az elektron az atomon belül hogyan fluktuál a zérusponti rezgések miatt! (Mekkora a fluktuáció amplitúdó-négyzetének átlagértéke?)

b./ Vizsgáljuk meg, hogy ez az elkentség hogyan tolja el az energianívót!

(V. évfolyam)

24. Milyen az elektron sugárzási tere, amikor  $E_1$  dielektromos állandójú féltérből  $E_2$  dielektromos állandójúba lép át? Az elektron sebessége kisebb a fény mindkét féltérbeli terjedési sebességénél és merőleges a féltérbet elválasztó síkra.

(V. évfolyam)

25. A grafit kristályban a szénatomok hatszöges szerkezetű rétegeket alkotnak. Bizonyítsuk be, hogy ha nem vesszük figyelembe a különböző rétegek elektron-pályáinak átfedését, akkor az elektron állapotsűrűség a Fermi nívón nulla, de attól tetszőlegesen kis távolságra már véges (félvezető zérus gap-pel).

(V. évfolyam)

26. Egy egydimenziós elektron rendszer Hamilton operátora

$$\mathbf{H} = \sum_{k=-N}^N [\dots]$$

ahol  $\mathbf{a}_k^\dagger$  a  $k$  helyen elektront keltő operátor. Legyen  $E_k = E$  minden  $k$ -ra kivéve  $k = 0$ -t, ahol  $E_0 = E + \Delta$ . Milyen lesz a rendszer energiaspektruma?

(V. évfolyam)

27. Az  $A$  fém egyensúlyi szilárd fázisban nem oldja a  $B$  elemet. Gyors hűtéssel  $A$ -ba  $C_B$  koncentrációjú interstíciós ötvözőként  $B$ -t visszük, mely hőkezelés hatására a kristályszemcsék határán gyűlik össze. Hogyan változik a  $B$  elem koncentrációja a szemcse belsejében a hőkezelés idejének függvényében?

(V. évfolyam)