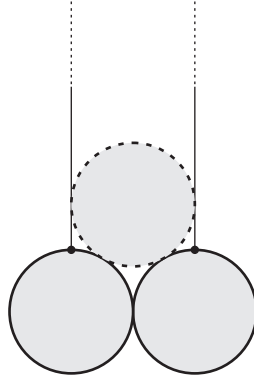


A Kunfalvi Rezső fizikaverseny elméleti feladatai

Budapest, 2010. április 26–28.

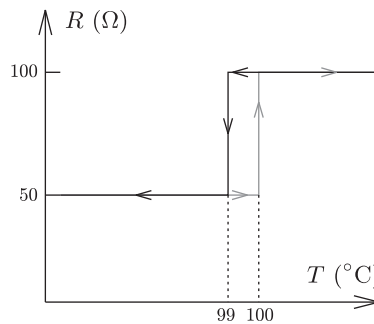
Első forduló

1. feladat. Két egyforma, homogén tömegeloszlású gumihengert egy-egy alkotójuk végpontjainál nagyon hosszú fonalakkal felfüggesztünk. A hengerek tengelye ugyanolyan magasan van és vízszintes, továbbá a két henger éppen érinti, azonban nem nyomja egymást (lásd az *ábrát*).



Ezután a két henger tetejére, velük párhuzamosan, nagyon óvatosan egy ugyanolyan méretű és ugyanolyan tömegű harmadik gumihengert helyezünk. Legalább mekkora legyen a tapadási súrlódási együttható a hengerek között, hogy a harmadik henger ne essen le?

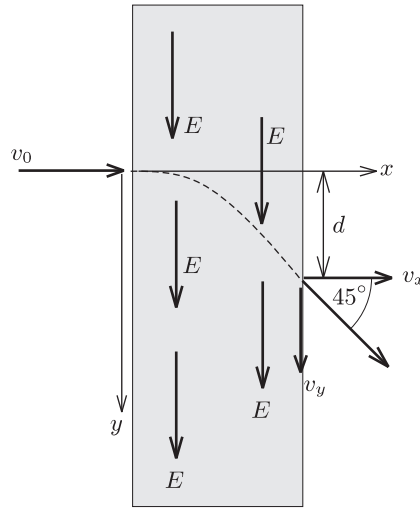
2. feladat. Régóta ismertek az úgynevezett nemlineáris ellenállások, melyek ellenállásának hőmérsékletfüggését széles körben vizsgálták. Készíthető olyan ellenállás, melynek kezdeti $R_1 = 50 \, \Omega$ ellenállása $R_2 = 100 \, \Omega$ értékre ugrik $T_1 = 100 \, ^\circ\text{C}$ hőmérsékleten, illetve az ellenállás hűtésekor az ellenállás $T_2 = 99 \, ^\circ\text{C}$ -on ugrik vissza a kezdeti értékre (lásd az *ábrát*).



Egy másik kísérletben állandó értékű, $U_1 = 60 \, \text{V}$ feszültséget kapcsoltak ugyanerre az ellenállásra, aminek hatására az ellenállás hőmérséklete $T_3 = 80 \, ^\circ\text{C}$ hőmérsékleten stabilizálódott. Végül $U_2 = 80 \, \text{V}$ feszültséget kapcsoltak az ellenállásra, és ekkor spontán módon kialakuló áram-oszcillációt észleltek az áramkörben.

Határozzuk meg az áram-oszcilláció periódusidejét, és ábrázoljuk grafikusán az áramerősséget az idő függvényében! (A laboratóriumban a levegő hőmérséklete $T_0 = 20 \, ^\circ\text{C}$ -os volt. Feltételezhetjük, hogy az ellenállás hőleadása teljes mértékben hővezetéssel történik, ami egyenesen arányos az ellenállás, illetve a labor levegőjének hőmérsékletkülönbségével. Az ellenállás hőkapacitása $C = 3 \, \text{J/K}$.)

3. feladat. Egy elektron a fénysebesség 60%-ával mozogva a sebességére merőleges irányú, homogén elektromos mezőbe érkezik. Amikor elhagyja az elektromos mezőt, sebességének iránya a kezdősebesség irányával 45° -os szöget zár be.



- a) Mekkora sebességgel mozog az elektromos mezőt elhagyó elektron?
 b) Az elektromos tér irányában mekkora d távolsággal mozdul el az elektron, ha a térerősség $E = 510 \text{ kV/m}$? (Az elektron nyugalmi tömege $m_0 = 510 \text{ keV}/c^2$.)

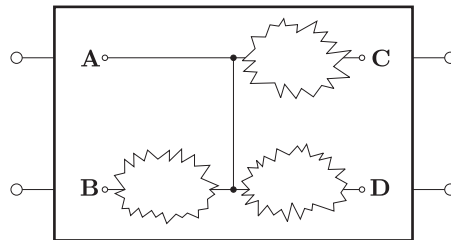
Útmutatás: Vigyázat! Ez nem könnyű példa, hanem furfangos fizika feladat.

4. feladat. Egy l hosszúságú, α hajlásszögű, egyenes lejtőre futószőnyeget terítünk az esésvonallal párhuzamosan, a lejtő tetejétől egészen az aljáig. A szőnyeg vékony, de nem elhanyagolható d vastagságú, hajlékony, a lejtőn a súrlódás miatt nem tud lecsúszni, azonban nem ragad a lejtő felületére.

A szőnyeg felső végét egy kis darabon feltekerjük, majd a gurigát elengedjük. A guriga egyre nagyobb sebességgel mozogva gurul le a lejtőn, miközben az átmérője is egyre nagyobb lesz.

- a) Mekkora lesz a guriga sebessége abban a pillanatban, amikor befejeződik a feltekeredés?
 b) Becsüljük meg, hogy legalább milyen hosszan kell a szőnyeget kezdetben feltekerni, hogy megindulhasson a lejtőn lefelé?

5. feladat. A fizikaszertár lomtalanítása közben a kezünkbe akadt az ábrán látható „fekete doboz”. A dobozra ragasztott kapcsolási rajz nagy része az évek során lekopott, csak néhány részlet maradt ép. Kíváncsiságból a doboz különböző kivezetéseit hálózati váltófeszültségre kapcsoltuk, és egy mutatós, ideálisnak tekinthető ampermérővel megmértük a körben folyó áram erősségét.



Tapasztalataink a következők:

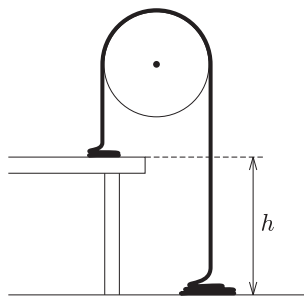
- α) Az **AB**, **AC** és **AD** kivezetések között egyaránt 200 mA áramot mértünk.
 β) A **BC** kivezetések bekötése esetén 125 mA áram folyik.
 γ) A **CD** kivezetések használatakor az ampermérő még a legnagyobb, 20 A -es méréshatáron is kiakad.

Kérdések:

- a) Mekkora áramot mérnénk a **BD** kivezetések között?
 b) Rajzoljuk meg az áramkör egy lehetséges változatát, és tüntessük fel, hogy milyen adatok jellemzik az egyes áramköri elemeket!

Második forduló

6. feladat. Egy h magasságú asztalon egy nagy kupac, vékony, hajlékony kötél fekszik, melynek egységnyi hosszúságú darabja ρ tömegű. A kötél egyik végét egy súlytalan, súrlódásmentes csigán vetjük át úgy, hogy leérjen a padlóra, majd a rendszert magára hagyjuk.



- a) Mekkora állandósult sebességet vesz fel a köté?l?
- b) Ha a köté?l mozgását analógiába akarjuk állítani más mozgásokkal, akkor milyen mozgással hozható kapcsolatba? (Olyan mozgással, melyben a fékező erő:
- állandó nagyságú súrlódási erő;
 - a sebességgel arányos közegellenállás, amit a Stokes-törvény ír le;
 - a sebesség négyzetével arányos közegellenállási erő;
 - szuperszónikus sebességek esetén fellépő, a sebesség köbével arányos fékezőerő?)
- c) Az állandósult sebesség beállta után másodpercenként mennyi hő keletkezik (ha egyáltalán keletkezik) az asztalon?
- c) Az állandósult sebesség beállta után másodpercenként mennyi hő keletkezik (ha egyáltalán keletkezik) a padlón?

7. feladat. Egy gáz fele részben egyatomos, fele részben kétatomos részecskékből áll. A gázzal annyi hőt közlünk, hogy kezdeti nyomása is, kezdeti térfogata is megduplázódjon. A nyomás-térfogat diagramon a folyamatot leíró görbe monoton növekvő. Határozzuk meg a gáz által végzett munka és a gázzal közölt hő arányának lehetséges minimális és lehetséges maximális értékét!

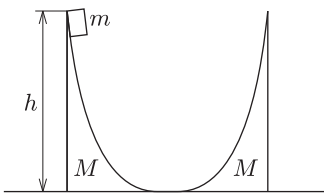
8. feladat. Egy kúp belső felületét beezüstözzük, így kúptüköröt hozunk létre. A kúp szimmetriatengelyében vékony, egyenes izzószálat helyezünk el. Mekkora legyen a kúp nyílásszöge, hogy az izzószálról kiinduló fénysugarak egynél többször semmiképpen ne tudjanak visszaverődni a kúptükrőről?

Harmadik forduló

9. feladat. Két egyforma, h magasságú, M tömegű, súrlódásmentesen elcsúsztatható lejtő áll egymással szemben az ábrán látható módon egy vízszintes, súrlódásmentes asztalon.

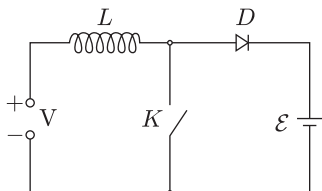
A bal oldali lejtő tetejéről egy m tömegű, pontszerű testet indítunk el nyugalmi helyzetből. A lejtők törésmentesen csatlakoznak a vízszintes asztalfelülethez.

- a) Milyen magasra jut fel a pontszerű test a másik lejtőn?



b) A pontszerű testet egy ugyancsak m tömegű tömör hengerre cseréljük, amely olyan érdes felületű, hogy a mozgás bármely szakaszában azonnal (illetve igen rövid idejű köszörülés után) tiszta gördüléssel mozog. Milyen magasra jut fel ez a henger a másik lejtőn?

10. feladat. Egy $\mathcal{E} = 12 \text{ V}$ elektromotoros erejű, újratölthető elemet az ábrán látható áramkörrel szeretnénk feltölteni, amit egy $V = 5 \text{ V}$ -os feszültségforrás táplál. Az áramkörben lévő tekercs induktivitása $L = 1 \text{ henry}$, a D dióda ideálisnak tekinthető, és a K kapcsoló periódikusan nyit és zár $\tau_1 = \tau_2 = 0,01 \text{ s}$ időközönként.



Határozzuk meg az elem töltőáramának időátlagát!

11. feladat. Legalább mekkora energiájú kell legyen az a gamma-foton, amely egy álló elektronnak ütközve képes pozitront kelteni? (Az elektron és a pozitron nyugalmi energiája 510 keV , az elemi töltés $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, a fénysebesség $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.)