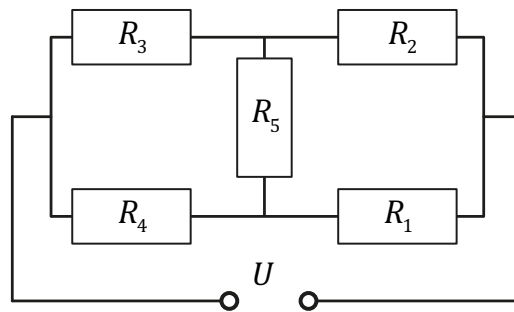


Fizika F kategória (11-12. osztályosok)  
 Helyi forduló 2014. 11. 14.

1. Tekintsük az 1. ábrán látható elektromos hálózatot!

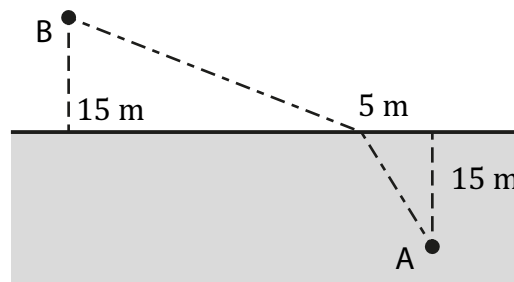
- (a) Hogyan válasszuk meg az 1-es, 2-es, 3-as és 4-es ellenállások értékét ahhoz, hogy az 5-iktől az eredő ellenállás ne függjön?
- (b) Mennyi az egyes ellenállások teljesítménye, ha  $U = 1,5 \text{ V}$ ,  $R_1 = R_3 = 2 \Omega$ ,  $R_2 = R_4 = 10 \Omega$  és ha az 5-ös ellenállást rövidre zárjuk ( $R_5 = 0$ )?



1. ábra. A feladathoz tartozó kapcsolási rajz

2. Jelenleg a tengerben az  $A$  jelű pontban állunk. Szeretnénk a leggyorsabban a szárazföld  $B$  pontjába érni. A tengerben  $v_t = 0,5 \text{ m/s}$  sebességgel tudunk haladni, a szárazföldön  $v_{sz} = 1 \text{ m/s}$ -mal. Az  $A$  és a  $B$  pont is az egyenes tengerparttól  $h = 15 \text{ m}$  távolságra van. Az  $A$ -ból a  $B$  pontba a leggyorsabb úton haladva a szárazföld eléréséig  $5 \text{ m}$ -t mozdulunk el a parttal párhuzamosan.

- (a) Mennyi az  $A$  és  $B$  pont távolsága? ( $d_{AB} = ?$ )



2. ábra. A tengerpart

*Segítség: A feladat egy fizikai jelenség analógja. Mi az, ami a lehetséges utak közül azt „választja”, melyet a legrövidebb idő alatt tesz meg? Mi lehet az ide vonatkozó fizikai törvény?*

3. A feladatban azt vizsgáljuk, hogy álló vízben egy hajó sebessége az evezősök számának milyen hatványával változik. Egy  $v$  sebességgel haladó,  $A$  keresztmetszettel a vízbe merülő hajóra ható közegellenállási erő:  $F_{\text{közeg}}(v, A) = CAv^2$ , ahol  $C$  a vizet jellemző állandó.

- (a) Milyen teljesítménnyel kell eveznünk, ha azt szeretnénk, hogy az  $A$  keresztmetszetű hajónk  $v$  sebességgel haladjon? ( $P(v, A) = ?$ )
- (b) Tegyük fel, hogy a csónakban ülő emberek mind azonos  $m$  tömegűek. Hogyan függ az  $A$  keresztmetszet értéke a csónakban ülő emberek  $N$  számától? ( $A \sim N^\alpha$ ,  $\alpha = ?$ )  
 A csónak tömegét hanyagoljuk el! Használjuk ki Arkhimédész törvényét és azt, hogy a keresztmetszet az elmerült térfogat  $2/3$ -adik hatványával arányos:  $A \sim V^{2/3}$
- (c) Tegyük fel továbbá, hogy mindegyik csónakban ülő ember azonos,  $P_0$  teljesítményt fejt ki evezés közben. Hogyan függ a csónak  $v$  sebessége az evezősök  $N$  számától? ( $v \sim N^\beta$ ,  $\beta = ?$ )
4. Az alábbi feladatban egy, a csillagászatban használt távolságméréssel fogunk megismerkedni, mely a vöröseltolódáson alapul. Ez a távolságmérés az alábbi három egyszerű elven alapul:
- Az univerzum folyamatosan tágul, egy melegedő fémlaphoz hasonlóan: a kezdetben messzebb lévő objektumok nagyobb sebességgel távolodnak, mint a közeliak. (Példaként képzeljünk el egy fémlapon 3 pontot: ez 1. és 2. távolsága legyen  $x$ , az 1. és 3. távolsága pedig  $2x$ . Ha az 1. és 2. pont távolsága 1 cm-re megnőtt, akkor ugyanennyi idő alatt az 1. és 3. pont távolsága 2 cm-rel nőtt meg. Tehát az 1. ponttól kétszer olyan sebességgel távolodott a 3. mint a 2.)
  - Ismerjük a Doppler-effektust, mely szerint ha a hullámforrás kibocsájtója vagy megfigyelője mozog, akkor a kibocsájtott és a megfigyelt hullám frekvenciája különböző lesz. (Emiatt halljuk más frekvenciájúnak a közeledő, a távolodó és az álló szirénázó autó hangját.)
  - Már csak egy állandó frekvenciájú forrásra van szükségünk a méréshez. Ezt az állandó frekvenciát a hidrogén atom vonalas színe fogja adni. (Valójában nem kibocsájtja azt a stabil frekvenciát, hanem az összes közül pontosan csak a kiválasztottakat nyeli el. Erre a későbbiekben még visszatérünk.)

**A hidrogén vonalas színe:** Az atomok elektronjai az atom körül csak meghatározott energiájú pályákon tudnak keringeni. A Bohr-modell hidrogén esetén nagyon jól megadja ezeket az energiákat:  $E_n = E_0 \frac{1}{n^2}$ , ahol  $E_0 = -13,6$  eV, és  $n$  a héj sorszáma, ahol az elektron tartózkodik. (Kémia órán  $n$ -t főkvantumszámnak hívjuk.) Az  $n$  lehetséges értékei: 1, 2, 3... Fényt (vagy általában elektromágneses-sugárzást) úgy bocsájt ki egy atom, hogy az elektronja egy nagy energiájú pályáról (atommagtól távoli pályáról) egy kis energiájú (közeli) pálya „ugrik át”, és az energiakülönbséget egy  $\Delta E = h\nu$  energiájú fotonként sugározza ki. ( $h$  a Planck-állandó:  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  Js,  $\nu$  a foton frekvenciája.) Hasonlóan nyelnek el fényt az atomok: amikor pont a megfelelő  $\Delta E$  energiájú fotonnal találkozik az atom, akkor az elektronja egy kis energiájú pályáról egy nagy energiájú pályára „ugrik” miközben elnyeli a foton.

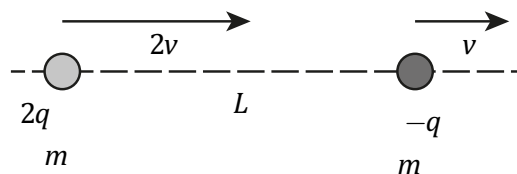
- a) Adjuk meg, hogy milyen energiájú foton nyel el a hidrogén atom az  $n = 1 \rightarrow n = 2$  átmenet során! ( $\Delta E_{1 \rightarrow 2} = ?$ )
- b) Melyik átmenet nyeli el a  $\nu_{n_1 \rightarrow n_2} = 4,567 \cdot 10^{14}$  Hz frekvenciájú foton? ( $n_1 = ?$ ,  $n_2 = ?$ )

A csillagokat elképzelhetjük úgy, mint forró, hidrogénből álló gázgömbök. Forró objektumként (a feketetest-sugárzás miatt) elég széles frekvencia tartományban sugároznak. Viszont a bennük lévő hidrogén elnyeli azokat a frekvenciájú fotonokat, melyek energiája megegyezik egy átmenetéhez szükséges energiával. Ezeket a hiányzó frekvenciákat „vonalaknak” is szoktuk nevezni, mert prizmával felbontva a fényt a keletkező szivárványban a hiányzó frekvenciáknál fekete vonalat láthatunk.

**A tágulás és a Doppler-effektus:** Az univerzum tágulását a Hubble-törvény írja le:  $v = H \cdot s$ , ahol  $v$  a megfigyelt objektum hozzánk viszonyított relatív sebessége,  $s$  az objektum távolsága,  $H$  pedig a Hubble-állandó:  $H = 2.20 \cdot 10^{-18} \frac{1}{s}$ .

A fényre vonatkozó Doppler-effektus, ha tőlünk  $v$  sebességgel távolodó objektumot figyelünk meg:  $\frac{\nu_{kib.}}{\nu_{megf.}} = \sqrt{\frac{1+v/c}{1-v/c}}$ , ahol  $\nu_{kib.}$  és  $\nu_{megf.}$  a kibocsájtott illetve megfigyelt fény frekvenciája, és  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s a fénysebesség. A vörös eltolódás megadására használatos a  $z = \frac{\nu_{kib.} - \nu_{megf.}}{\nu_{megf.}}$  dimenziótlan szám.

- c) Milyen távol van tőlünk az a csillag, melynek vöröseltolódását  $z = 1,319 \cdot 10^{-3}$ -nak mértük? ( $s = ?$ )
- d) Milyen frekvenciájúnak látjuk a  $\nu = 4,567 \cdot 10^{14}$  Hz vonalat ekkor? ( $\nu_{megf.} = ?$ )
5. Két  $R = 5$  cm sugarú,  $m = 0,1$  kg tömegű vezető gömböt a 3. ábrán látható módon elindítunk. Az ábra adatai:  $v = 2$  m/s,  $q = 2,582 \mu\text{C}$ , a Coulomb-állandó legyen:  $k_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9,0 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$ . A gömbök középpontjainak a távolsága kezdetben  $L$ . Az elektromos megosztás jelenséget hanyagoljuk el! (Azaz a töltéseket képzeljük a gömbök közepére.)
- (a) Mekkora sebességgel fognak ütközni? ( $v_{bal}(L) = ?$ ,  $v_{jobb}(L) = ?$ )
- (b) Mekkora lesz a gyorsulásuk az ütközés utáni pillanatban? ( $a_{bal} = ?$ ,  $a_{jobb} = ?$ )
- (c) Megválasztható-e – és ha igen, hogyan – az  $L$  kezdeti távolság mind tökéletesen rugalmas, mind tökéletesen rugalmatlan esetben ahhoz, hogy
- ütközés utáni pillanatban
  - az ütközés után végtelen sok idővel
- a bal oldali gömb álljon?



3. ábra. Két töltött gömb, sebességük egybeeső

*Használható segédeszközök: író- és rajzolóeszközök, számológép, függvénytáblázat.*

*A feladatok megoldására 180 perc áll a csapatok rendelkezésére.*

Sikeres versenyzést kívánnak:

a szervezők