

1. Egy üzemi feszültségen működő elektromos merülőforralóval (feszültség 230 V, áramerősség 2 A) melegítenek 12 percen át 4 liter vizet (a víz fajhője 4200 J/kg K).
- a) Hány forintba kerül a vízmelegítés, ha 1 kWh elektromos energia ára 32,20 Ft?
- b) Mennyi lesz a víz hőmérséklete a melegítés végén, ha a melegítés hatásfoka 90%, és kezdetben a víz hőmérséklete 20 °C volt? (2005. október)

**Megoldás:**

*Átváltások, adatok:*

$$t = 12 \text{ perc} = 720 \text{ s} \quad 1 \text{ pont}$$

kWh átváltása J-ra vagy fordítva 2 pont

$$m = 4 \text{ kg} \quad 1 \text{ pont}$$

(Indoklás nélkül is elfogadható.)

(Az első két átváltás pontszáma az a) részhez, a harmadiké a b) részhez tartozik a feladatlapon lévő összesítésben.)

a) *A felhasznált energia kiszámítása*

$$W_{el} = U \cdot I \cdot t;$$

$$W_{el} = 230 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} \cdot 720 \text{ s} = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Ws} \quad 2 \text{ pont}$$

1 + 1 pont

*A költség meghatározása*

$$W_{el} = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Ws} = 0,09 \text{ kWh}$$

*K – költség forintban*

$$K = 0,09 \text{ kWh} \cdot 32,20 \text{ Ft/kWh} = 2,9 \text{ Ft} \approx 3 \text{ Ft} \quad 1 + 1 \text{ pont}$$

1 + 1 pont

b) *A melegítésre fordított energia meghatározása*

$$Q = 0,9 \cdot W_{el} = 2,97 \cdot 10^5 \text{ Ws} \quad 2 + 1 \text{ pont}$$

2 + 1 pont

*A hőmérsékletváltozás kiszámítása*

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad 1 \text{ pont}$$

1 pont

$$\Delta T = \frac{Q}{m \cdot c} = \frac{2,97 \cdot 10^5 \text{ Ws}}{4 \text{ kg} \cdot 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}} = 17,7^\circ\text{C} \quad 2 + 1 + 1 \text{ pont}$$

2 + 1 + 1 pont

(A kifejezés és a behelyettesítés sorrendje felcserélhető.)

*Az új hőmérséklet megadása*

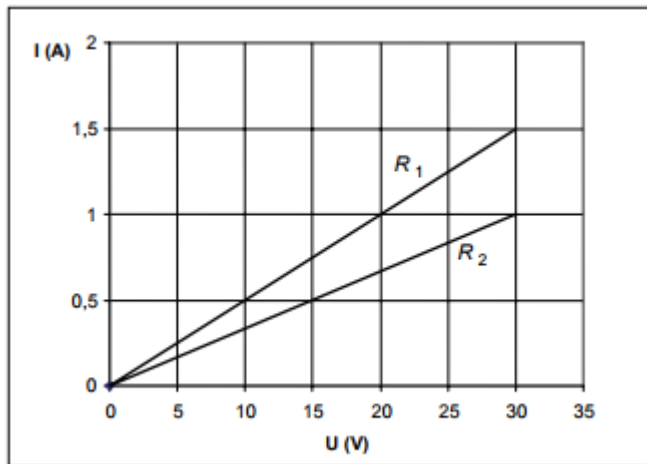
1 pont

$$T = 37,7^\circ\text{C}$$

**Összesen**

**19 pont**

2. Két ellenállás ( $R_1$  és  $R_2$ ) áramerősség–feszültség grafikonja látható az alábbi ábrán.



- a) Határozzuk meg a két ellenállás nagyságát!  
 b) A két ellenállást sorosan kapcsoljuk. Mekkora a rájuk kapcsolt teljes feszültség, ha az ellenállásokon átfolyó áram erőssége 0,5 A?  
 c) Mekkora az egyes ellenállások elektromos teljesítményfelvételei a b) kérdésben leírt soros kapcsolás esetén? (2007. május id.)

**Megoldás:**

Jelölések:  $I = 0,5 \text{ A}$

- a) Az egyes összetartozó feszültség–áramerősség értékpárok leolvasása a grafikonról: (Bármelyik összetartozó értékpár használata esetén az 1-1 pont megadható.)

**1+1 pont**

Az ellenállások kiszámítása Ohm törvénye alapján:

$$R_1 = \frac{30 \text{ V}}{1,5 \text{ A}} = 20 \Omega, \quad R_2 = \frac{30 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 30 \Omega.$$

**3 pont**  
(bontható)

(Az Ohm-törvény használatáért 1 pont, a helyes eredményekért 1-1 pont.)

- b) A két ellenállás soros eredőjének meghatározása vagy a részfeszültségek leolvasása a grafikonról:

$$R_e = R_1 + R_2 \rightarrow R_e = 20 \Omega + 30 \Omega = 50 \Omega.$$

vagy

$$U_1 = 10 \text{ V}, \quad U_2 = 15 \text{ V}.$$

(Az utóbbi esetben indoklás, pl. a grafikonon történő bejelölés nélkül 1 pont adható.)

**2 pont**  
(bontható)

$I = 0,5$  A áramerősségnél a teljes feszültség meghatározása:

$$U = (R_1 + R_2)I = 25 \text{ V}$$

vagy

$$U = U_1 + U_2 = 25 \text{ V}.$$

(2 pont a megfelelő összefüggés használatáért, 1 pont a helyes eredményért.)

**3 pont**  
(bontható)

c) Az egyes ellenállások teljesítményének meghatározása:

$$P_1 = R_1 I^2 = 5 \text{ W}, \quad P_2 = R_2 I^2 = 7,5 \text{ W}.$$

**5 pont**  
(bontható)

(A megfelelő összefüggés használatáért 3 pont, a helyes eredményért 1-1 pont.)

**Összesen**

**15 pont**

3. Egy kisebb üzemben a villamos berendezések 400 kW összteljesítménnyel működnek. Az üzemet ellátó, villamos energiát szállító bekötő távvezeték pár teljes ellenállása 1,2 Ω. Az energiaellátásnál veszteségnek számítjuk ezen távvezetékek ellenállásán a töltések mozgása miatt fejlődő hőt. A veszteség 2 kW.
- Mekkora az energiaszállítás hatásfoka?
  - Mekkora a távvezetékben folyó áram erőssége?
  - Mekkora az üzem csatlakozási feszültsége?
  - Mekkora feszültség esik összesen a két bekötő távvezetékre?
- (2007. május)

**Megoldás:**

Adatok: Üzem teljesítménye:  $P_{\bar{u}} = 400 \text{ kW}$ ; veszteség:  $P_v = 2 \text{ kW}$ ; a vezeték ellenállása  $R_v = 1,2 \Omega$ .

- a) *A hatásfok kiszámítása*

*A hatásfok fogalmának felírása és a hasznos, illetve összes teljesítmény helyes értelmezése:*

$$\eta = \frac{P_{\text{hasznos}}}{P_{\text{összes}}}, \text{ ahol } P_{\text{hasznos}} = P_{\bar{u}} \text{ és } P_{\text{összes}} = P_{\bar{u}} + P_v$$

**1+1 pont**

(A teljesítmények helyes értelmezése a számolás során a behelyettesített értékekből is kiderülhet, formális megfogalmazásukra nincs szükség.)

*A hatásfok számszerű meghatározása:*

$$\eta = 99,5\%$$

**1 pont**

(A hatásfok valós szám alakban is megadható.)

- b) *A vezetéken folyó áram meghatározása:*

*Annak felismerése, hogy a vezetékben folyó áram teljesítménye a hőveszteség teljesítményével egyenlő:*

$$P_{\text{vezeték}} = P_{\text{veszteség}}$$

**1 pont**

(A felismerés a behelyettesített értékből is kiderülhet a számítás során.)

*Az elektromos teljesítmény és áramerősség összefüggésének felírása:*

$$P_v = I^2 \cdot R_v$$

**2 pont**

*rendezés és számolás:*

$$I = \sqrt{\frac{P_v}{R_v}} = 40,8 \text{ A}$$

**1+1 pont**

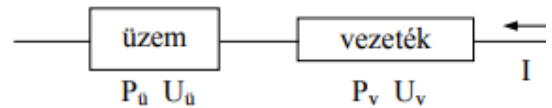
- c) *Az üzem csatlakozási feszültségének meghatározása:*

*Annak felismerése, hogy a keresett feszültséget az üzemi összteljesítmény és a vezetéken folyó áram határozza meg, azaz*

$$P_u = U_u \cdot I_v$$

**3 pont**

Az összteljesítmény vonatkozásában az üzem egyetlen fogyasztónak tekinthető, amelyen a vezetéken folyó áram halad keresztül.



*A feszültség kiszámítása:*

$$U_u = 9804 \text{ V}$$

**2 pont  
(bontható)**

- d) *A bekötő távvezetékparra eső összes feszültség meghatározása:*

$$P_v = U_v \cdot I_v \text{ /vagy } P_v = \frac{U_v^2}{R_v} /$$

**1 pont**

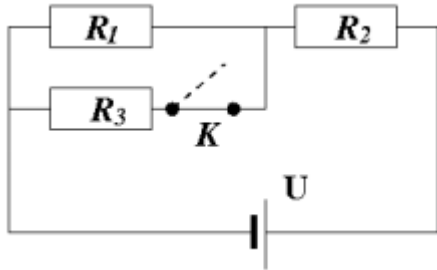
*rendezés, számítás:*

$$U_v = 49 \text{ V}$$

**2 pont  
(bontható)**

**Összesen 16 pont**

4. Az ábrán látható áramkörben egy kapcsoló szakítja meg az egyik vezetékét. Az ellenállások értéke  $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \Omega$ , az áramkört tápláló telep feszültsége  $U = 5 \text{ V}$ . Mekkora az egyes ellenállásokra jutó teljesítmény, ha a K kapcsoló
- a) zárva van?  
 b) nyitva van?



(2008. október)

**Megoldás:**

Adatok:  $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \Omega$ ,  $U = 5 \text{ V}$

a) Teljesítményadatok zárt kapcsoló mellett:

$R_1$  és  $R_3$  eredőjének felírása, kiszámolása:

*1+1 pont*

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_{13}} \Rightarrow R_{13} = 5 \Omega$$

A teljes eredő ellenállás felírása és kiszámítása:

$$R_e = R_2 + R_{13} = 15 \Omega$$

*1+1 pont*

Az egyes ellenállásokra jutó feszültség vagy az egyes ellenállásokon átfolyó áram meghatározása:

*1 + 1 + 1 pont*

Az áramkörön átfolyó teljes áram:  $I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{1}{3} \text{ A} = 0,33 \text{ A}$ . Ez teljes egészében átfolyik

$R_2$ -n;  $R_1$ -en és  $R_3$ -on pedig egyaránt a fele,  $\frac{1}{6} \text{ A} = 0,167 \text{ A}$  folyik át.

vagy:

Az ellenállásokon jutó feszültség egyenesen arányos az ellenállások értékével:

$$U_2 = U \cdot \frac{R_2}{R_e} = \frac{10}{3} \text{ V} = 3,33 \text{ V}, \text{ illetve } U_1 = U_3 = U \cdot \frac{R_{13}}{R_e} = \frac{5}{3} \text{ V} = 1,67 \text{ V}.$$

A teljesítmény képletének felírása:

$$P = U \cdot I \text{ vagy } P = I^2 \cdot R \text{ vagy } P = \frac{U^2}{R}.$$

*1 pont*

Az egyes ellenállásokra jutó teljesítmény kiszámolása a feszültségek, illetve áramerősségek segítségével:

*1 + 1 + 1 pont*

$$P_1 = P_3 = 0,28 \text{ W}, \quad P_2 = 1,11 \text{ W}$$

b) Teljesítményadatok nyitott kapcsoló mellett:

A teljes eredő ellenállás felírása és kiszámítása:

$$R_e = R_2 + R_1 = 20 \Omega$$

**1+1 pont**

Az egyes ellenállásokra jutó feszültség vagy az egyes ellenállásokon átfolyó áram meghatározása:

**1 + 1 + 1 pont**

Az áramkörön átfolyó teljes áram:  $I_e = \frac{U}{R_e} = \frac{1}{4} \text{ A} = 0,25 \text{ A}$  Ez teljes egészében átfolyik

$R_2$  -n és  $R_1$  -en,  $R_3$  -on viszont nem folyik áram.

vagy:

Az ellenállásokon jutó feszültség egyenesen arányos az ellenállások értékével:

$$U_1 = U_2 = U \cdot \frac{R_2}{R_e} = 2,5 \text{ V} , \text{ valamint } U_3 = 0 \text{ V} .$$

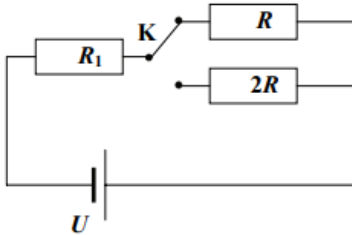
Az egyes ellenállásokra jutó teljesítmény kiszámolása a feszültségek, illetve áramerősségek segítségével:

**1 + 1 pont**

$$P_1 = P_2 = 0,625 \text{ W} , \quad P_3 = 0 \text{ W}$$

**Összesen: 18 pont**

5. Az ábra szerinti kapcsolásban egy  $U = 10 \text{ V}$  feszültségű telepre ellenállásokat kötünk egy  $K$  kapcsoló közbeiktatásával, amely két állásában egy  $R$ , illetve egy  $2R$  ellenállást tartalmazó vezetékszakaszhoz kapcsolódik. Kezdetben a kapcsoló az  $R$  ellenállást tartalmazó vezetékszakaszhoz érintkezik. ( $R_1 = R = 10 \Omega$ )
- a) Mennyivel változik a kapcsolat eredő ellenállása, ha a  $K$  kapcsolót átkapcsoljuk?
- b) Mekkora áram folyik át az  $R_1$  ellenálláson az egyik, illetve a másik kapcsolóállásnál?
- c) Mennyivel változik az  $R_1$  ellenállású fogyasztó teljesítménye a  $K$  kapcsoló átkapcsolásakor?



(2010. május id.)

**Megoldás:**

Adatok:  $R_1 = R = 10 \Omega$ ,  $U = 10 \text{ V}$

- a) *Az eredő ellenállás felírása és kiszámítása az első esetben:*

$$R_e = R_1 + R = 20 \Omega$$

*1 + 1 pont*

*Az eredő ellenállás felírása és kiszámítása a második esetben:*

$$R_e' = R_1 + 2R = 30 \Omega$$

*1 + 1 pont*

*Az ellenállás megváltozásának felírása és meghatározása:*

$$\Delta R_e = R_e' - R_e = 10 \Omega$$

*1 + 1 pont*

(Megfelelő indoklás esetén a pontszám az egyes eredő ellenállások meghatározása nélkül is jár.)

- b) *Az áramkörben folyó áram erősségének felírása és kiszámítása az első esetben:*

$$I = \frac{U}{R_e} = 0,5 \text{ A}$$

*1 + 1 pont*

*Az áramkörben folyó áram erősségének felírása és kiszámítása a második esetben:*

$$I' = \frac{U}{R_e'} = 0,33 \text{ A}$$

*1 + 1 pont*

- c) *A fogyasztó teljesítményének felírása és kiszámítása az első esetben:*

$$P_1 = I^2 \cdot R_1 = 2,5 \text{ W} \quad (I = 0,5 \text{ A felhasználásával})$$

*1 + 1 pont*

*A fogyasztó teljesítményének felírása és kiszámítása a második esetben:*

$$P_1' = I'^2 \cdot R_1 = 1,1 \text{ W} \quad (I' = 0,33 \text{ A felhasználásával})$$

*1 + 1 pont*

*A teljesítmény megváltozásának felírása és meghatározása:*

$$\Delta P_1 = P_1' - P_1 = -1,4 \text{ W}$$

*1 + 1 pont*

(Teljes pontszám csak helyes előjel esetén jár. Ha a számszerű érték helyes, de az előjel nem, vagy nem derül ki, hogy csökkenésről van szó, a második pont nem jár.)

**Összesen 16 pont**

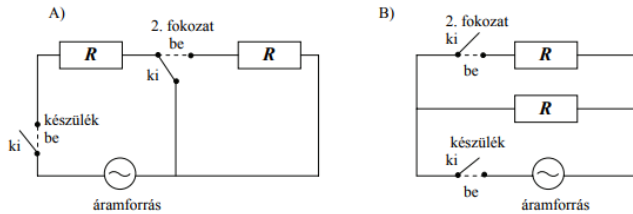


6. Egy 230V-os hálózatban használható elektromos fűtőtestnek két fokozata van, amelyek két egyforma ellenállásból állnak. Ha a készülék be van kapcsolva, de a második fokozat nincs, akkor 1 kW-os teljesítménnyel fűt. Ha a második fokozat is be van kapcsolva, akkor összesen 2 kW teljesítményt ad le.

a) Mekkora lehet egy fokozat  $R$  elektromos ellenállása?

b) Vajon melyik ábra mutatja helyesen a második fokozat kapcsolójának működését? Válaszát indokolja!

c) Mekkora volna a fűtőtest teljesítménye a második fokozat bekapcsolása után, ha a másik (helytelen) kapcsolási rajz szerint működne a kapcsoló?



(2010. október)

**Megoldás:**

Adatok:  $U = 230 \text{ V}$ ,  $P_1 = 1 \text{ kW}$ ,  $P_2 = 2 \text{ kW}$

a) Az első fokozat ellenállásának meghatározása:

6 pont  
(bontható)

$$P_1 = \frac{U^2}{R} \quad (2 \text{ pont})$$

$$R = \frac{U^2}{P_1} = \frac{(230 \text{ V})^2}{1 \text{ kW}} = 53 \Omega \quad (\text{Rendezés 1 pont, behelyettesítés 2 pont, számítás 1 pont.})$$

b) A helyes kapcsolás megnevezése és indoklás:

1 + 3 pont

A B) jelű kapcsolás mutatja a helyes működést, mivel párhuzamos kapcsolás esetén lesz a második fokozat ellenállására jutó feszültség szintén 230 V.  
(Bármilyen más helyes indoklás is elfogadható.)

c) A helytelen kapcsolás teljesítményének kiszámítása:

6 pont  
(bontható)

Az A) ábrán egy soros kapcsolás látható, (1 pont)

$$\text{tehát } R_x = 2 \cdot R = 106 \Omega \quad (2 \text{ pont})$$

$$P_2' = \frac{U^2}{R_x} \quad (1 \text{ pont})$$

$$P_2' = \frac{(230 \text{ V})^2}{106 \Omega} = 0,5 \text{ kW} \quad (2 \text{ pont})$$

Vagy:

Az A) ábrán egy soros kapcsolás látható. (1 pont)

Egy ellenállásra csak  $U' = \frac{U}{2} = 115 \text{ V}$  jut. (2 pont)

Így az összes teljesítmény  $P_2' = 2 \cdot \frac{U'^2}{R}$  (1 pont)

$$P_2' = 2 \cdot \frac{(115 \text{ V})^2}{53 \Omega} = 0,5 \text{ kW} \quad (2 \text{ pont})$$

(Az arányosságokra hivatkozó szöveges kifejtés is elfogadható.)

**Összesen 16 pont**

7. Elektrolízis során rézgálic oldatot használunk, az oldatból  $\text{Cu}^{2+}$  ionok válnak ki a katódon.

a) Hány rézion válik ki a katódon öt perc alatt, ha az árammérő 1 mA áramot mutat?

b) Mennyi a katódón az ezen idő alatt kivált réz tömege? A réz moláris atomtömege  $M_{\text{Cu}} = 63,55 \text{ g/mol}$ .

(2011. október)

**Megoldás:**

Adatok:  $M_{\text{Cu}} = 63,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ;  $I = 1 \text{ mA}$ ;  $t = 5 \text{ perc}$ .

a) Az öt perc alatt átáramlott töltésmennyiség felírása és kiszámítása:

2 + 2 pont  
(bontható)

$$Q = I \cdot t = 10^{-3} \text{ A} \cdot 300 \text{ s} = 0,3 \text{ C}$$

Az átáramlott elektronok számának felírása és kiszámítása:

2 + 2 pont  
(bontható)

$$N_e = \frac{|Q|}{e} = 1,88 \cdot 10^{18}$$

A katódon kivált rézionok számának megadása:

1 + 1 pont

Mivel egy  $\text{Cu}^{2+}$  rézion semlegesítéséhez két elektron kell, a katódon kiváló rézionok száma  $N_{\text{Cu}} = \frac{N_e}{2} = 9,4 \cdot 10^{17}$ .

b) A katódon kivált réz tömegének felírása és kiszámítása:

2 + 2 pont  
(bontható)

Egy mól réz tömege 63,55 g, tehát

$$m = M_{\text{Cu}} \cdot \frac{N_{\text{Cu}}}{6 \cdot 10^{23}} = 63,55 \cdot \frac{9,4 \cdot 10^{17}}{6 \cdot 10^{23}} \text{ g} = 0,1 \text{ mg}$$

**Összesen 14 pont**

8. Egy tengerentúli országban vásárolt, 110 voltos feszültségre méretezett, 60 watt névleges teljesítményű izzólámpát szeretnénk itthon 230 voltos hálózatról üzemeltetni. Ehhez egy előtét-ellenállást használunk, amelyet az izzóval sorba kötünk. Mekkora legyen az előtét-ellenállás értéke, hogy működés közben az izzólámpára csak 110 V feszültség jusson?  
(2012. október)

**Megoldás:**

Adatok:  $U_{\text{névleges}} = 110 \text{ V}$ ,  $P_{\text{névleges}} = 60 \text{ W}$ ,  $U_{\text{hálózat}} = 230 \text{ V}$

*Az előtét-ellenállásra eső feszültség meghatározása:*

**4 pont  
(bontható)**

Mivel az előtét-ellenállást az izzóval sorba kötjük, a rajta eső  $U'$  feszültség:

$U_{\text{hálózat}} = U_{\text{izzó}} + U'$  (2 pont), tehát  $U' = 230 \text{ V} - 110 \text{ V} = 120 \text{ V}$  (2 pont).

*Az izzó névleges teljesítményéhez tartozó áramerősség meghatározása:*

**5 pont  
(bontható)**

Ha az izzót a névleges feszültségének megfelelő 110 V-os hálózatra kapcsoljuk, 60 W-os teljesítménnyel világít. Így

$P_{\text{névleges}} = U_{\text{névleges}} \cdot I_{\text{névleges}} = 60 \text{ W}$  (2 pont), amiből az izzón átfolyó áram

$I_{\text{névleges}} = \frac{P_{\text{névleges}}}{U_{\text{névleges}}} = 0,55 \text{ A}$  (rendezés és számítás, 1 + 2 pont).

*Az előtét-ellenállás értékének meghatározása:*

**4 pont  
(bontható)**

Ha az előtét-ellenálláson az izzó névleges áramának hatására  $U' = 120 \text{ V}$  feszültség esik, akkor az ellenállás értéke

$R' = \frac{U'}{I_{\text{névleges}}} = 220 \Omega$  (képlet és számítás 2 + 2 pont)

**Összesen 13 pont**

II. változat:

*Az előtét-ellenállásra eső feszültség meghatározása:* (lásd fent, 4 pont)

*Az izzó ellenállásának meghatározása:*

**5 pont  
(bontható)**

$P_{\text{névleges}} = \frac{U_{\text{névleges}}^2}{R} = 60 \text{ W}$  (2 pont), amiből az izzó ellenállása

$R = \frac{U_{\text{névleges}}^2}{P_{\text{névleges}}} = 201,7 \Omega$  (rendezés és számítás, 1 + 2 pont).

*Az előtét-ellenállás értékének meghatározása:*

**4 pont  
(bontható)**

Mivel a sorba kötött ellenállásokon a feszültségés egyenesen arányos az ellenállások nagyságával,

$\frac{R'}{U'} = \frac{R}{U_{\text{névleges}}} \Rightarrow 220 \Omega$  (képlet és számítás 2 + 2 pont)

9. Egy akkumulátorral végig üzemi hőmérsékleten működtetett lámpa 5 percig világít. Ezalatt az izzószálon 800 C töltés áramlik át, és 192 J energia szabadul fel fény formájában. Tudjuk, hogy a lámpa hatásfoka 2%. Mekkora az akkumulátor feszültsége? Mekkora a lámpa izzószálának ellenállása működés közben? (2013. május)

**Megoldás:**

Adatok:  $t = 5$  perc,  $Q = 800$  C,  $E_{\text{fény}} = 192$  J,  $\eta = 0,02$ .

Az izzószálban folyó áram felírása és kiszámítása:

2 + 1 pont

A lámpán öt perc alatt átmenő töltésmennyiségből

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{800 \text{ C}}{300 \text{ s}} = \frac{8}{3} \text{ A} = 2,67 \text{ A} .$$

A lámpa által felhasznált összes elektromos energia felírása és kiszámítása:

2 + 2 pont

A lámpa az általa felhasznált energia 2%-át alakítja fényvé, tehát

$$E_{\text{fény}} = E_{\text{elektromos}} \cdot \eta \Rightarrow E_{\text{elektromos}} = \frac{E_{\text{fény}}}{0,02} = 9600 \text{ J} .$$

Az elektromos teljesítmény felírása és kiszámítása:

2 + 1 pont

A lámpán öt perc alatt átmenő töltésmennyiségből

$$P = \frac{E_{\text{elektromos}}}{t} = 32 \text{ W} .$$

Az akkumulátor feszültségének felírása és kiszámítása:

2 + 1 pont

$$U = \frac{P}{I} = 12 \text{ V} .$$

Ha a vizsgázó a feszültséget közvetlenül számítja ki a  $U = \frac{E_{\text{elektromos}}}{Q} = 12 \text{ V}$  összefüggésből, a 6 pont megadandó.

Az izzószál ellenállásának felírása és kiszámítása:

2 + 1 pont

$$R = \frac{U}{I} = 4,5 \Omega .$$

**Összesen 16 pont**

10. A gazdaságos elektromos autók építésének az egyik legnagyobb problémája az elektromos energia tárolása. Ehhez jelenleg általában lítiumakkumulátorokat alkalmaznak. Egy autógyár egy új alsó kategóriás, városi elektromos autójához a következő elvárásokat fogalmazza meg: Az autó állandó, 25 kW elektromos teljesítmény leadása mellett legyen képes 100 km/h állandó sebességgel 200 km távolságot megtenni. A rendelkezésre álló lítiumakkumulátor tipikus adatait az alábbi táblázat tartalmazza (lítium-foszfát akkumulátor esetén):

Tárolókapacitás kWh/m <sup>3</sup>	Előállítási költség Ft/m <sup>3</sup>	Átlagos sűrűség kg/m <sup>3</sup>	Töltési ciklusok száma	Tervezett élettartam év
400	10 millió	4000	Kb. 1000	5–10

- a) Mennyi elektromos energiára van szüksége a tervezett elektromos autónak a kívánt távolság előírt módon történő megtételéhez?  
 b) Mekkora tömegű akkumulátorra van ehhez szükség?  
 c) Mennyibe kerül az egy autóra szükséges lítiumakkumulátor előállítása?  
 (2016. május)

**Megoldás:**

Adatok:  $P = 25 \text{ kW}$ ,  $s = 200 \text{ km}$ ,  $v = 100 \text{ km/h}$ .

- a) *A szükséges elektromos energia mennyiségének meghatározása:*

**5 pont**  
(bontható)

A gépkocsi az előírt távolságot az előírt sebességgel  $t = s/v = 2$  óra alatt teszi meg (képlet + számítás, 1 + 1 pont).

Ezért  $E = P \cdot t = 50 \text{ kWh}$  (képlet + számítás, 2 + 1 pont).

- b) *A szükséges akkumulátor tömegének meghatározása:*

**6 pont**  
(bontható)

Mivel a megadott energiamennyiséget tárolni képes akkumulátor térfogata:

$$V = \frac{50 \text{ kWh}}{400 \text{ kWh/m}^3} = 0,125 \text{ m}^3$$

(képlet + adat behelyettesítése a táblázatból + számítás, 1 + 1 + 1 pont),

ezért az akkumulátor tömege:

$$m = 0,125 \text{ m}^3 \cdot 4000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 500 \text{ kg}$$

(képlet + adat behelyettesítése a táblázatból + számítás, 1 + 1 + 1 pont).

- c) *Az akkumulátor előállítási költségének meghatározása:*

**4 pont**  
(bontható)

$$\text{Ár} = 0,125 \text{ m}^3 \cdot 10 \text{ millió Ft/m}^3 = 1,25 \text{ millió Ft}$$

(képlet + adatok behelyettesítése + számítás, 1 + 2 + 1 pont).

**Összesen 15 pont.**

11. Egy üreszköz építéséhez szükség van egy  $R = 0,05 \Omega$  ellenállású,  $l = 5 \text{ m}$  hosszúságú vezetékre. Természetesen a lehető legkisebb tömegű vezetéket kell a rendelkezésre álló anyagokból elkészíteni. Az alábbi táblázatban megtalálhatjuk négy felhasználható fém sűrűségét ( $\rho$ ) és fajlagos ellenállását (jelöljük most  $\rho^*$ -gal). Melyik anyagból lehet az adott feltételeknek megfelelő, lehető legkönnyebb vezetéket elkészíteni?

anyag	Sűrűség $\rho \left( \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$	fajlagos ellenállás $\rho^* (\Omega \text{m})$
alumínium	2,7	$2,67 \cdot 10^{-8}$
réz	8,9	$1,69 \cdot 10^{-8}$
ezüst	10,5	$1,63 \cdot 10^{-8}$
titán	4,5	$5,40 \cdot 10^{-7}$

(2017. október)

### Megoldás:

*Annak megadása, hogy egy adott anyagú, ellenállású és hosszúságú vezetéknek mekkora a keresztmetszete:*

4 pont  
(bontható)

$$R = \rho^* \cdot \frac{l}{A}, \text{ amiből } A = \rho^* \cdot \frac{l}{R} \text{ (képlet + rendezés 2 + 2 pont).}$$

1. megoldás:

*Annak megadása, hogy az adott tulajdonságú vezeték tömege hogyan függ az anyagi minőségétől:*

4 pont  
(bontható)

Mivel a vezeték tömege

$$m = \rho \cdot l \cdot A, \quad m = \rho \cdot l \cdot \rho^* \cdot \frac{l}{R} = \rho \cdot \rho^* \cdot \frac{l^2}{R}$$

(Képlet + egyenletrendezés, 2 + 2 pont.)

*Annak felismerése, hogy a sűrűség és a fajlagos ellenállás szorzatának lehető legkisebb értéke biztosítja a legkisebb tömeget:*

4 pont

*A keresett anyag megnevezése:*

3 pont

A táblázatban található anyagok közül az alumínium esetén minimális a szorzat, tehát ebből kell készíteni a vezetéket.

2. megoldás:

*A megadott adatokkal a szükséges keresztmetszet kiszámítása az egyes anyagokra:*

5 pont  
(bontható)

A korábban felírt egyenletbe helyettesítve  $A = \rho^* \cdot \frac{l}{R}$ , az alumínium:  $2,67 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ ,

a réz:  $1,69 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ , az ezüst:  $1,63 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ , a titán:  $5,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$  keresztmetszetű.

(Az első adat kiszámítása 2 pont, a többi 1-1 pont.)

*Az egyes vezetékek tömegének meghatározása az  $m = \rho \cdot l \cdot A$  összefüggés alapján:*

5 pont  
(bontható)

Alumínium:  $3,6 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$ , réz:  $7,5 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$ , ezüst:  $8,6 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$ , titán:  $1,2 \text{ kg}$ .

(Az első adat kiszámítása 2 pont, a többi 1-1 pont)

*A keresett anyag megnevezése:*

1 pont

Ezek közül a vezetékek közül az alumínium a legkönnyebb.

**Összesen 15 pont**

12. Az arany egy rendkívül könnyen hajlítható, deformálható fém. Egy 1 grammos darabból akár 2 km hosszú drótot is ki lehet alakítani.

a) Milyen maximális ellenállású drótot lehet 1 g aranyból készíteni?

b) Mekkora lesz ennek a drótnak az ellenállása, ha négy egyenlő részre vágjuk, és a részeket egymás mellé téve összesodorjuk?

Az arany sűrűsége  $\rho = 19,3 \text{ g/cm}^3$ , az arany fajlagos ellenállása  $\rho_f = 22,14 \cdot 10^{-9} \Omega \cdot \text{m}$ .

(2019. május)

**Megoldás:**

Adatok:  $m = 1 \text{ g}$ ,  $l = 2 \text{ km}$ ,  $\rho = 19,3 \text{ g/cm}^3$ ,  $\rho_f = 22,14 \cdot 10^{-9} \Omega \cdot \text{m}$ .

a) *Annak felismerése, hogy az adott mennyiségű anyagból készült drót ellenállása akkor lesz a legnagyobb, ha a hossza a lehető legnagyobb, illetve a keresztmetszete a legkisebb:*

2 pont

Ezt a felismerést nem feltétlenül szükséges leírni, amennyiben a vizsgázó később a megadott 2 km-es hosszúságot használja a számolásokban, ez a pont jár.

*A drót ellenállásának meghatározása:*

7 pont  
(bontható)

Mivel a drót térfogata:  $V = l \cdot A = \frac{m}{\rho}$  (1 pont), ebből

$$A = \frac{m}{\rho \cdot l} = \frac{1 \text{ g}}{19,3 \text{ g/cm}^3 \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ cm}} = 2,6 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^2 = 2,6 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2$$

(rendezés + behelyettesítés + számítás, 1 + 1 + 1 pont).

$$\text{Így az ellenállás: } R = \rho_f \cdot \frac{l}{A} = 22,14 \cdot 10^{-9} \Omega \text{m} \cdot \frac{2 \cdot 10^3 \text{ m}}{2,6 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2} = 1,7 \cdot 10^6 \Omega$$

(képlet + behelyettesítés + számítás, 1 + 1 + 1 pont).

b) *A négyfelé vágott drót ellenállásának meghatározása:*

6 pont  
(bontható)

Mivel most 4 db. egyenként  $R/4$  ellenállású, párhuzamosan kapcsolt ellenállás eredőjét kell meghatározni (2 pont), így

$$\frac{1}{R_*} = 4 \cdot \frac{4}{R} \text{ (2 pont), amiből } R_* = \frac{R}{16} = 1,1 \cdot 10^5 \Omega \text{ (rendezés + számítás, 1 + 1 pont).}$$

**Összesen: 15 pont**