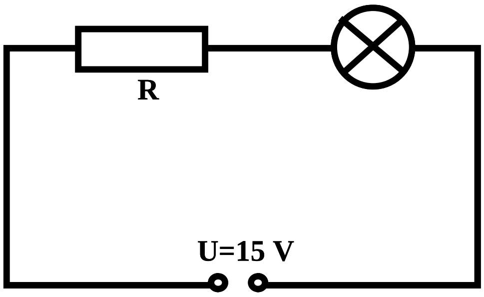
I) Igaz – hamis feladatok (40 pont)

Döntsd el, hogy az alábbi állítások közül melyik igaz, és melyik hamis! Ha szükséges, a rendelkezésre álló területen végezz számításokat! Mindig indokold a döntésedet!

1) Áramkörbe-körbe (10 pont)



A mellékelt kapcsolási rajz szerint 15 V feszültségű áramforrásra kapcsolunk egy 10 V feszültségre méretezett, 20 W üzemi teljesítményű izzólámpát, és egy megfelelően megválasztott, *R* nagyságú ellenállást. Az izzólámpa teljes fényerősségével világít.

A) Ha az *R* ellenállást nem kapcsolnánk az áramkörbe, az izzólámpa kiégne.

Igaz, mert akkor a teljes 15 V az izzóra jutna, és túlterhelné.

....

....

B) Az izzólámpán és az *R* ellenálláson átfolyó áram erőssége egyaránt 2 A.

Az izzó áramerőssége: $I = \frac{P}{U} = \frac{20\text{W}}{10\text{V}} = 2\text{ A}$

....

Az állítás igaz, mert az izzó sorba van kapcsolva az ellenállással.

....

C) Az *R* ellenállás értéke kétszer akkora, mint az izzó ellenállása.

Hamis, mert az ellenállásra feleakkora feszültség jut (5 V), mint az izzóra, így az ellenállása is feleakkora.

....

....

D) Az izzólámpa ellenállása 20 Ω.

Hamis, mert az izzó ellenállása: $R_i = \frac{U_i}{I} = \frac{10\text{V}}{2\text{A}} = 5\ \Omega$

....

....

E) Az *R* ellenállású fogyasztó teljesítménye 10 W.

Igaz, mert: $P = U_R \cdot I = 5\text{V} \cdot 2\text{A} = 10\text{ W}$

....

....

Minden jó döntés egy pontot ér, mint ahogy a jó indoklások is.

2) Nem Transformer (10 pont)

Egy transzformátort építünk egy 600 menetes és egy 1200 menetes tekercsből, valamint egy zárt vasmagból.

A) Az első transzformátor megalkotói magyarok voltak: Csonka János és Galamb József.

Hamis, mert Déri Miksa, Bláthy Ottó és Zipernowsky Károly alkották az első jól használható transzformátort.

....

....

B) Ha az egyik tekercset a 230 V-os feszültségű hálózati áramforrásra kapcsolom, akkor a másik tekercsen kaphatok 115 V-os feszültséget.

Igaz. Ennek az a feltétele, hogy a szekunder körben levő tekercs menetszáma fele legyen a primer körben találhatónak.

....

....

C) Ha az egyik tekercset a 230 V-os feszültségű hálózati áramforrásra kapcsolom, akkor a másik tekercsen kaphatok 460 V-os feszültséget.

Igaz. Ennek az a feltétele, hogy a szekunder körben levő tekercs menetszáma kétszerese legyen a primer körben találhatónak.

....

....

D) Ha az egyik tekercset egy 4,5 V-os zsebtelepre kapcsolom, akkor a másik tekercsen kaphatok 9 V feszültséget.

Hamis, hiszen a transzformátor nem alkalmas egyenfeszültség átalakítására.

....

....

E) Ha áramforrásként egy 4,5 V-os zsebtelepet használok, akkor a szekunder oldalon nulla lesz a feszültség.

Igaz, hiszen ilyenkor nem indukálódik feszültség a szekunder körben.

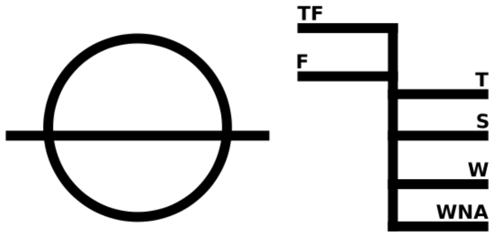
....

....

Minden jó döntés egy pontot ér, mint ahogy a jó indoklások is.

3) A Lloyd-karika (10 pont)

1875-ben Samuel Plimsoll angol parlamenti képviselő javaslatára a nemzetközi forgalmú hajók oldalára festik az ún. Plimsoll-jelet a „Lloyd karikával”, amely a víz sótartalmától és hőmérsékletétől függően jelzi a hajó maximális merülését (terhelhetőségét). A jelzések figyelembevételével biztosítható, hogy a hajó minden várható körülmény között is normálisan tud üzemelni. Plimsoll az alábbi merülési jeleket festette fel a hajók vízvonalára:



TF – Tropical Fresh Water – trópusi édesvíz
F – Fresh Water – édesvíz
T – Tropical Seawater – trópusi tengervíz
S – Summer Seawater – nyári tengervíz
W – Winter Seawater – téli tengervíz
WNA – Winter North Atlantic – téli Észak-atlanti tengervíz

A) Korábban sok baleset történt azért, mert a berakodás kedvezőtlen esetben hideg, nagy sótartalmú tengeren történt, míg a hajóút meleg édesvízen keresztül vezetett, ahol a hajó sokkal mélyebbre merült.

Igaz. A hajóra minden esetben a súlyával megegyező felhajtóerő hat. A felhajtóerő a víz sűrűségével és a bemerülő térfogattal arányos. Vagyis a kisebb sűrűségű édesvízben a hajó nagyobb térfogatú része merül be.

....

....

B) Az édesvízre vonatkozó jelzések azt veszik figyelembe, hogy a kevésbé sós vízben a hajó kevésbé merül be.

Hamis. Itt a víz eltérő hőmérsékletéből adódó eltérő sűrűséget veszik figyelembe.

....

....

C) Az Atlanti-óceánon ugyanaz a hajó jobban bemerül a vízbe, mint a trópusi tengereken.

Hamis. Leolvasható a vonalakról, hogy a trópusi tengerben nagyobb a bemerülés.

....

....

D) Az édesvíz kisebb sűrűségű, mint a trópusi tengervíz.

Igaz, mert az édesvízben az ábra szerint kicsit nagyobb a bemerülés, amiből következik, hogy kisebb a sűrűsége.

....

....

E) A Lloyd-karika a téli tengervízi terhelhetőséget jelzi.

Hamis. Leolvasható az ábráról, hogy a karika vízjele a nyári tengervíz vonalával van egy magasságban.

....

....

Minden jó döntés egy pontot ér, mint ahogy a jó indoklások is.

4) Nem is hizlal? (10 pont)

Anya azt mondja a hetedikes gyermekének, hogy ne igyon annyi cukros üdítőt, mert szénhidráttartalma miatt meghízik. A gyerek erre azt feleli, hogy ha kellően (0°C-ra) lehűti az üdítőt, és úgy fogyasztja el, a testhőmérsékletre (36°C) való felmelegítés felemészti a lebontás során felszabaduló hőt. Kinek van igaza? Az üdítő energiatartalma 39 kcal (1 kcal 4,18 kJ-nak felel meg) minden 100 ml-ben.
Az üdítő sűrűsége 1,05 $\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$, a fajhője 4180 $\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg°C}}$.

Megoldás:

Számoljunk például 100 ml üdítőre!

A felmelegítéshez szükséges hőmennyiség:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 4180 \frac{J}{kg°C} \cdot 0{,}105 kg \cdot 36°C = 15{,}8\ kJ \text{ (4 p)}$$

A lebontás során felszabaduló energia:

$$E = 39 \cdot 4{,}18\ kJ = 163\ kJ \text{ (3 p)}$$

Vagyis a lebomlásakor felszabaduló energia sokkal több (több, mint tízszerese) a felmelegítéshez szükséges hőmennyiségnek. (2 p)

Tehát Anyának van igaza. (1 p)

II) Számítási feladatok (40 pont)

1) Vizezünk (20 pont)

Egy üvegedényt mérlegre tettünk, tömegét üresen 30,60 g-nak mértük. Ezután 25°C-os 0,997 $\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$ sűrűségű vízzel színültig töltve 80,45 g az össztömeg. Az egészet a mérlegen hagyva egy fémdarabkát helyezünk bele, némi víz kifolyik és a mérleg érzékelő felületén marad. Ekkor 114,35 g-ot mutat a kijelzője. Ha most levesszük a poharat a mérlegről, még mindig 2,99 g-ot jelez.

a) Mekkora az edény űrtartalma?
b) Mekkora a fém térfogata és sűrűsége?
c) Állapítsd meg az alábbi adatok segítségével, hogy mi a fémtárgy anyaga!

Anyag	sűrűség $\left(\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right)$
Arany	19,3
Ezüst	10,5
Cink	7,1
Ólom	11,3
Ón	6,5
Réz	8,9
Vas	7,8

Megoldás:

a) A beöntött víz tömege: $m_{víz} = 80{,}45\ g - 30{,}6\ g = 49{,}85\ g$ (1 p)

Ennek térfogata egyenlő az edény belső térfogatával: $V_{edény} = \frac{m_{víz}}{\rho_{víz}} = \frac{49{,}85g}{0{,}997\frac{g}{cm^3}} = 50\ cm^3$ (2 p)

b) A fémdarab tömege: $m_{fém} = 114{,}35g - 80{,}45g = 33{,}9\ g$ (1 p)

A fémdarab térfogata megegyezik a kiszorított (kifolyt) víz térfogatával:

$$V_{fém} = \frac{m_{kifolyt}}{\rho_{víz}} = \frac{2{,}99g}{0{,}997\frac{g}{cm^3}} = 2{,}999\ cm^3 \text{ (2 p)}$$

Ebből a sűrűsége: $\rho_{fém} = \frac{m_{fém}}{V_{fém}} = \frac{33{,}9g}{2{,}999cm^3} = 11{,}3\ \frac{g}{cm^3}$ (3 p)

c) Vagyis a fémdarab valószínűleg ólomból készült. (1 p)

2) Jégkocka (20 pont)

Az 5 cm élhosszúságú, kocka alakú jégdarabba belefagyott egy szintén kocka alakú, 3 cm élhosszúságú fadarab.

a) Számítsd ki, hogy a vízbe helyezett jégkocka térfogatának hány százaléka van a víz felszíne felett!

A testet beledobjuk egy fűthető termoszban levő fél liter vízbe és várunk. Kis idő múlva megállapítjuk, hogy a termoszban a hőmérséklet 0 ºC, és a jégdarabból nem olvadt meg semmi.

b) A lezárt termoszt 300 W hasznos teljesítményű fűtőszállal 200 másodpercig fűtjük. Mit találunk ezután a termoszban, és mekkora hőmérsékleten? A víz sűrűsége 1000 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a jégé 900 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a fadarabé 600 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a jég olvadáshője 334 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$, a víz fajhője 4,2 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot{}^\circ\text{C}}$, a fadarabé 820 $\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$.

Megoldás:

a) Ismeretes, hogy a folyadékba merülő test bemerülő térfogata annyiad része a teljes térfogatának, mint ahányad része a test átlagsűrűsége a folyadék sűrűségének. (Ez a felhajtóerő és a testre ható nehézségi erő egyenlőségéből azonnal következik.)

Vagyis a test átlagsűrűségét kell meghatározni!

A jég térfogata: $V_{jég} = 5^3\text{cm}^3 - 3^3\text{cm}^3 = 98\text{ cm}^3$ (1 p)

A jég tömege: $m_{jég} = \rho_{jég} \cdot V_{jég} = 0{,}9\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 98\text{cm}^3 = 88{,}2\text{ g}$ (1 p)

A fa térfogata: $V_{fa} = 3^3\text{cm}^3 = 27\text{ cm}^3$ (1 p)

A fa tömege: $m_{fa} = \rho_{fa} \cdot V_{fa} = 0{,}6\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 27\text{cm}^3 = 16{,}2\text{ g}$ (1 p)

A test átlagsűrűsége: $\rho_{test} = \frac{m_{összes}}{V_{összes}} = \frac{88{,}2\text{g}+16{,}2\text{g}}{125\text{cm}^3} = 0{,}8352\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ (4 p)

Ez 83,5 %-a a víz sűrűségének, így a test térfogatának 16,5 %-a van a víz felszíne felett. (2 p)

b) A melegítés megkezdése előtt a közös hőmérséklet 0 °C volt. (1 p)

Számítsuk ki, mennyi hőt ad le adott idő alatt a fűtőszál:

$$Q_{le} = P \cdot t = 300\text{W} \cdot 200\text{s} = 60\text{ kJ (2 p)}$$

Az összes jég megolvasztásához szükséges hőmennyiség 0 °C-on:

$$Q_1 = L_o \cdot m_{jég} = 334\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0{,}0882\text{kg} = 29{,}46\text{ kJ (2 p)}$$

Vagyis az összes jég megolvad. A maradék hőmennyiség: $Q_2 = 60\text{kJ} - 29{,}46\text{kJ} = 30{,}54\text{ kJ}$ (1 p)

Számítsuk ki, hogy az összes víz és a fadarab mekkora hőmérsékletre melegszik a maradék hőmennyiség hatására:

$$\Delta T = \frac{Q_2}{c_{víz}\cdot(m_{víz}+m_{jég})+c_{fa}\cdot m_{fa}} = \frac{30{,}54\text{kJ}}{4{,}2\frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}\cdot(0{,}5\text{kg}+0{,}0882\text{kg})+0{,}82\frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}\cdot 0{,}0162\text{kg}} = 12{,}3\ {}^\circ\text{C (3 p)}$$

Vagyis a kaloriméterben 12,3 °C hőmérsékleten víz, és a fadarab található a melegítés végén. (1 p)