

**58. ročník Fyzikálnej olympiády**  
**v školskom roku 2016/2017**  
**Kategória E – domáce kolo**  
*Text úloh*

### 1. Fizikai mennyiségek és mértékegységei

A fizikai jelenségeket fizikai mennyiségek segítségével írjuk le, amelyek értékét a megfelelő mértékegységben adjuk meg. A Nemzetközi Mértékegységrendszerben (SI) 7 alapmennyiség van meghatározva, a többi levezetett mértékegység.

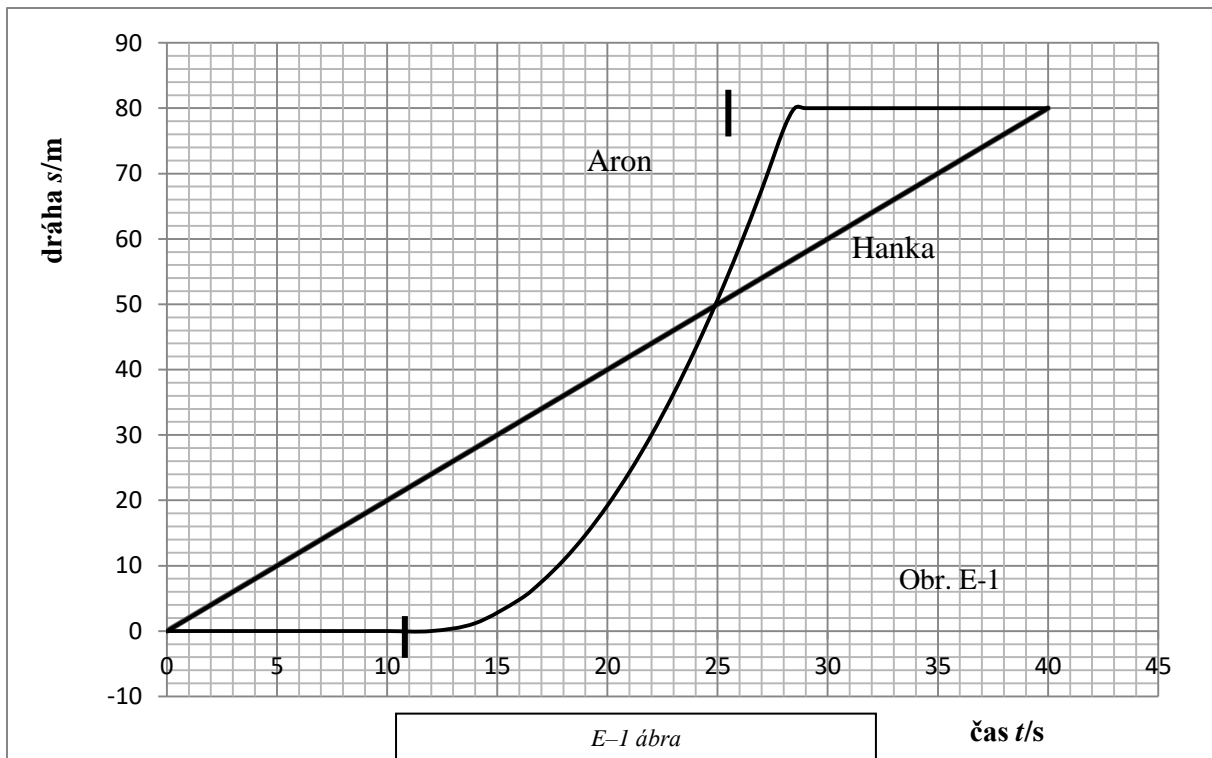
- Keresd ki a hét alapmennyiség mértékegységét!
- Keress 10 példát objektumokra méret, hossz, távolság szerint a legkisebbtől (pl. egy atom méretétől) a legnagyobbig (pl. a Nap-Föld távolságig)!
- Keress 10 példát időtartamokra a legrövidebbtől (pl. a fény periódusától) a leghosszabbig (pl. a Világegyetem koráig)!
- Keress 10 példát különböző tömegű objektumokra a legkisebbtől (pl. az elektron tömegétől) a legnagyobbig (pl. a Nap tömegéig)!
- Keress 10 példát különböző hőmérsékletű objektumokra a legkisebbtől (pl. szupra folyékony héliumétől) a legnagyobbig (pl. a Nap központi hőmérsékletéig)!
- Adj meg 20 levezetett mértékegységet, amely neve egy jelentős tudós nevéből ered, tündesd fel mikor élt, és mi tette híressé a tudóst!
- A feladat részeire adott válaszokat, a)-tól f)-ig, írd a megoldásba!
- Írd a kijelölt helyekre a megfelelő értékeket (számokat), hogy a megadott egyenlőségek érvényesek legyenek!

$$\begin{array}{llll} 10 \text{ s} = \dots\dots \text{ min} ; & 4 \text{ km} = \dots\dots \text{ m} ; & 1 \text{ kg} = \dots\dots \text{ t} ; & 2,1 \text{ g} = \dots\dots \text{ mg} ; \\ 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \dots\dots \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} ; & 5,3 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \dots\dots \frac{\text{m}}{\text{s}} ; & 11 \text{ kN} = \dots\dots \text{ MN} ; & 7,6 \text{ mK} = \dots\dots \mu\text{K} ; \\ 3,1 \frac{\text{N}}{\text{cm}} = \dots\dots \frac{\text{N}}{\text{m}} ; & 1 \frac{\text{J}}{\text{cm}^2} = \dots\dots \frac{\text{kJ}}{\text{m}^2} . & & \end{array}$$

### 2. Séta a kiskutyával

Hanka és a kiskutyája Aron szerettek játszani a mezőn, és versenyt futni egy sík egyenes szakaszon. Aron fegyelmezett kiskutya volt. A versenyfutás előtt beálltak a közös starthelyükre. Először Hanka iramodott neki, majd egy kis idő után Aronnak is kiadta a start parancsot, ekkor Aron is nekiiramodott. Az E-1 ábrán látható a két „versenyző” által megtett  $s$  úthossz grafikonja a  $t$  idő függvényében. Határozd meg a grafikonból kiindulva:

- a versenytáv  $s$  hosszát!
- Melyik pillanatban ( $t_1$ ) indult el Aron?
- Melyik pillanatban ( $t_0$ ) és a pálya melyik pontján ( $s_0$ ) előzte meg a gyorsabb futó a lassabbat?
- Nevezd meg, mily mozgást végzett Hanka, és milyet Aron!
- Melyik pillanatban ( $t_{HC}$ ) ért a célba Hanka, és melyik pillanatban ( $t_{AC}$ ) Aron?
- Határozd meg, mennyi időre ( $t_H$ ) volt szüksége Hankának, és mennyire ( $t_A$ ) Aronnak, hogy megtegye a „versenytávot”!
- Mekkora  $v_{H0}$  sebességgel futott Hanka, és közelítőleg mekkora sebességgel ( $v_{A0}$ ) futott Aron, amikor elelőzték egymást?
- Mennyi ideig ( $\tau$ ) várakozott a célban az egyikük a másikra?



### 3. Egy pohár jeges víz

Teó nagybátyja a legnagyobb melegben dolgozott a kertben. Megkérte Teót, hozzon neki egy pohár hidegvizet. Teó jégkockákat tett a pohárba, majd színültig töltötte vízzel. A jégkockák úsztak a vízben, nem értek a pohár aljához, és némileg kiemelkedtek a víz színe felé. Mire a nagybátyja inni jött, a jég már elolvadt.

a) Mi történt a pohárban levő vízzel, miután a jég elolvadt (a válaszodat indokold fizikai érvekkel):

- egy kevés víz kifolyt,
- a víz szintje a pohárban lecsökkent,
- a víz szintje a pohárban változatlan maradt (nem csökkent és a víz sem ömlött ki).

Készíts vázlatot a jég elolvadása előtti és utáni szituációról!

b) Egy liter tej tömege azonos, nagyobb vagy kisebb, mint egy liter víz tömege?

c) Mi lenne a válaszod az a) részfeladat esetében, ha a jégkockákat Teó tejjel és nem vízzel öntötte volna fel? Készíts vázlatot a szituációról, és a válaszodat fizikai érvekkel indokold!

*Megjegyzés (1): A tej sűrűsége  $1033 \text{ kg/m}^3$ .*

*Megjegyzés (2): A jéghez használt víz ugyanolyan csapvíz volt, mint amivel Teó felöntötte, sűrűsége  $1000 \text{ kg/m}^3$ .*

#### 4. Vízmelegítés napsugarakkal

Napos időkben, a mi földrajzi szélességünkben, a napsugárzás hatékony energiaforrás, amelyet hasznosítani lehet vízmelegítésre. Az  $1 \text{ m}^2$  nagyságú felületre merőlegesen eső napsugárzás teljesítménye a Föld felszínén  $1,36 \text{ kW}$  volna, ha a Földnek nem lenne atmoszférája. A  $k = 1,36 \text{ kW/m}^2$  egységnyi felületre eső teljesítményt *szoláris állandónak* nevezzük. Az említett napsugárzás egy részét azonban a légkör visszaveri a világűrbe, egy részét elnyeli, egy részét pedig maga a megvilágított felület veri vissza. Az atmoszféra feletti napsugárzásnak azon részét, amely végül elnyelődik egy felületen, a Föld felszínén, jelöljük  $\eta$ -val!

Jancsi egy módszert ajánlott a szüleinek a hétvégi házukban zuhanyozásra használt víz melegítésére. Ehhez beszerzett egy hasáb alakú zárt műanyag dobozt, amelynek méretei  $2 \text{ m}$ ,  $1 \text{ m}$  és  $0,2 \text{ m}$  voltak. A doboz felszínét matt fekete festékkel festette le. A dobozt a vízvezetékhez csatlakoztatta, és egy szelepen keresztül a zuhanyozó rózsájához vezette ki. Ezt a hőtárolót egy állványra szerelte úgy, hogy a napsugarak merőlegesen érijék a doboz legnagyobb oldal felületét.

- Miért festette Jancsi a doboz felületét feketére?
- Mekkora hőt vett fel a vízzel töltött tartály  $t \approx 3,5 \text{ h}$  alatt, ha zavartalanul sütött a nap és  $\eta = 76 \%$  volt?
- Mekkora hőmérsékletre melegedett fel a tartályban levő víz az adott körülmények között, ha a víz kezdeti hőmérséklete  $t_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$  volt?

*Megjegyzés: A sűrűségre és fajhőre vonatkozó értékeket keressétek ki a táblázatokban!*

#### 5. Kerékpározás

A fiúk érdeklődését felkeltette az a kérdés, hogy milyen ellenállást kell kerékpározás közben, és milyen teljesítményt kell kifejteniük. A kérdés megválaszolásának egy érdekes módját gondolták ki. Két kerékpárt kötöttek egymás mögé egy kötéllel, amelyen egy erőmérő is volt. Az első kerékpáron pedálozó fiú ezen a kötélen vontatta a másikat, aki nem pedálozott. A tankönyvben elolvasták, hogy a mozgás által kiváltott ellenállás két részből tevődik össze, egy állandó  $F_k$  erőből, és a dinamikus ellenállást kifejező  $F_d$  erőből, amely egyenesen arányos a környező levegőhöz viszonyított sebesség négyzetével. A teljes ellenállást az  $F = F_k + kv^2$  erő adja meg, ahol  $k$  légellenállási tényező.

A kísérletet vízszintes, egyenes úton, teljes szélcsendben végezték. Minkét kerékpár egyforma volt, a fiúk is nagyjából egyformák voltak és a kerékpárjukon is egyformán ültek. Először nagyon lassan, állandó sebességgel haladtak, hogy a légellenállás ne nyilvánuljon meg – ekkor az erőmérő  $F_1 = 20 \text{ N}$ -t mutatott. Ezután maximális ( $v_m = 18 \text{ km/h}$ ) sebességgel haladtak, és az erőmérő  $F_2 = 24 \text{ N}$ -t mutatott.

- Készítsd el a kísérlet szituációs rajzát, bejelölve az első és a második kerékpár-fiú rendszerre ható erőket!
- Határozd meg a megadott képletben fellépő  $F_k$  és  $k$  értékeket, valamint szerkeszd meg az  $F$  erő grafikonját a mozgás  $v$  sebességének függvényében!
- Határozd meg az első fiú maximális  $P_m$  teljesítményét, amelyet a maximális  $v_m$  sebesség-elérésekor kellett kifejtenie, húzva a társát másik kerékpáron!
- Készítsd el a kerékpározó  $P_1$  teljesítményének grafikonját a mozgásának  $v$  sebessége függvényében, ha csak önmaga kerékpározott!
- Határozd meg a d) részfeladat grafikonja segítségével, mekkora  $v_m$  sebességet érhetne el az első kerékpározó önmagában (lekapcsolt kötéllel) a  $P_m$  maximális teljesítménye elérésekor?

A sportoló hosszú távú maximális teljesítményének, többek között, a maximális oxigén felvétel szab határt (aerob folyamatok). Rövid ideig az ember képes megnövelt (akár kétszeres) maximális teljesítményre is az izmokban tárolt véges energiatartalékok felhasználásával, amelyek nem oxigén égetésével zajlanak (anaerob folyamatok).

Sagan Peter képes hosszú távon 500 W feletti teljesítményre is, anaerob módban. A cél előtti hajrában, anaerob módban azonban képes akár 1200 W teljesítményt is elérni. Ez a kivételes képesség szokta őt a győzelemre segíteni.

f) Mekkora  $v_{m3}$  maximális sebességet érhetne el a fiú egy rövid ideig tartó hajrában, ha képes volna anaerob módban elérni a  $P_m$  maximális (aerob) teljesítménye kétszeresét?

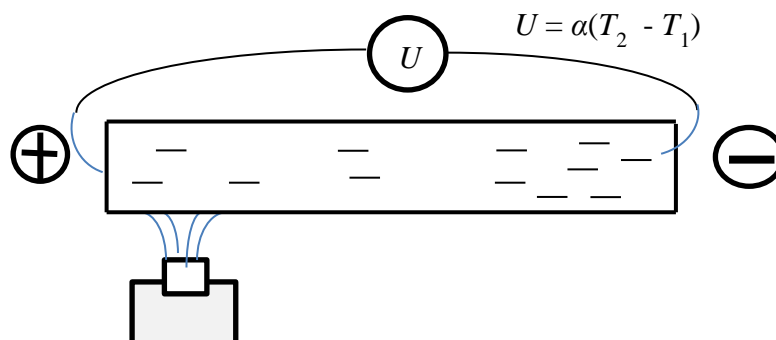
## 6. Jégtutaj

A svédországi jég hotel alkalmazottjai azokat a lehetőségeket vizsgálták, amelyek új attrakcióként szolgálhatnak a látogatóik számára – hajózás jégtutajon és jégcsónakon.

- Magyarázd meg fizikai szempontból, hogy lehet-e jégből készült tutajnak valódi tutaj kúldetésének megfelelő tulajdonsága!
- A szálloda alkalmazottjai készítettek egy hasáb alakú kádat, amely vízszintes alja  $a = 1,0$  m széles és  $b = 2,0$  m hosszú volt. A kádba  $V = 828$  l vizet engedtek, majd a vizet hagyták megfagyni. Határozd meg a  $\Delta h = h - h_0$  különbséget az így kialakított jég hasáb  $h$  vastagsága és a kádban levő, eredetileg nem befagyott víz  $h_0$  mélysége között!
- Az elkészített jégtáblát kivitték a folyóra, hogy kipróbálják a stabilitását a vízben. Határozd meg a vízbe merült jégtábla víz alatti  $h_p$  magasságának és a víz szintje fölé emelkedő  $h_v$  magasságának  $p$  arányát!
- A szállítás megfelelő hatékonysága és a szállított személyek biztonsága érdekében a jég hasáb szélét ellátták fémkorláttal. A fémkorlát  $H = 1,0$  m magas és  $d = 4,0$  mm vastag vaslemezről készült. Így egy  $H$  magasságú csónakot kaptak, amelynek az alja a jégtábla volt. A csónak maximális merülését  $h_{max} = 60$  cm-ben határozták meg. Határozd meg hány  $h_p = 75$  kg tömegű utast szállíthat a csónak, hogy ne lépjenek túl a csónak maximális merülését!

Megjegyzés: a szükséges értékeket keresd ki megfelelő táblázatban!

## 7. Termofeszültség– kísérleti feladat



E-2 ábra: termofeszültség.

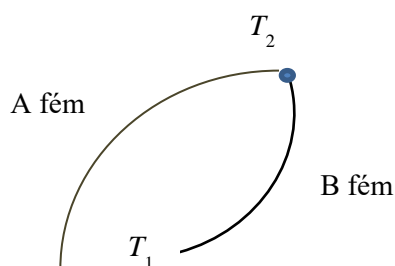
Ha egy fém vezető (rövid drót, fémhenger) egyik végét felmelegítjük, pl. öngyújtóval, Bunsen-égővel (E–2 ábra), a fémvezető felmelegített (meleg) részében levő szabad elektronok (elektron gáz) nagyobb mozgási energiára tesznek szert, mint amekkora a hideg részében levő

elektronok mozgási energiája. Az elektronok mozogni kezdenek a vezető meleg végéből a hideg vége felé, hasonlóan, mint ahogy egy gáz molekulái tennék egy zárt edényben. A vezető meleg részén, az elektronok hiányának köszönhetően, *pozitív elektromos töltés* jelenik meg, míg a hideg végén *negatív elektromos töltés*. Ez a jelenség már több mint 200 éve ismert, és felfedezőjéről Seebeck-effektusnak nevezzük. A vezető két vége között termofeszültség keletkezett.

Meggyőződhetünk róla, hogy az  $U$  termofeszültség egyenesen arányos ( $U = \alpha(T_2 - T_1)$ ) a vezető meleg ( $T_2$ ) és hideg ( $T_1$ ) vége közti  $T_2 - T_1$  hőmérséklet különbséggel, ahol  $\alpha$  a fém ún. Seebeck-együtthatója. Két különböző (anyagú) fém vezetőt a végén összekapcsolva, pl. forrasztással vagy csak összezsavarva, elektromos feszültségforrást, *termoelemet* kapunk (E-3 ábra).

A két fém szabad vége közt  $U_{AB}$  elektromos feszültség keletkezik, amely a két vezetők keletkező feszültség különbsége

$$U_{AB} = \alpha_B(T_2 - T_1) - \alpha_A(T_2 - T_1) = (\alpha_B - \alpha_A)(T_2 - T_1) = \alpha_{AB}(T_2 - T_1) = \alpha(T_2 - T_1).$$



E-3 ábra: termoelem.

Néhány fém  $\alpha^1$  Seebeck-együtthatója  $\mu\text{V/K}$  mértékegységben: tiszta fémek élvezetők

|    |       |              |              |
|----|-------|--------------|--------------|
| Fe | +13,4 | Si (p típus) | +100 ÷ +1000 |
| Au | +0,1  | Si (n típus) | -100 ÷ -1000 |
| Cu | 0,0   |              |              |
| Ag | -0,2  |              |              |
| Al | -3,2  |              |              |
| Pt | -5,9  |              |              |
| Co | -20,1 |              |              |
| Ni | -20,4 |              |              |

*Segédeszközök:* két könnyen beszerezhető, néhány tizedmilliméter átmérőjű, 10-15 cm hosszúságú vezető (drót), érzékeny voltméter (mérési

tartomány 0,01 mV, max. 1 mV), Bunsen-égő, gázégő, gyertya vagy öngyújtó.

*Feladatok:*

- Készíts termoelemet a összezsavarva a két drótot egyik végükön (érintkezési pont), a másik végüket szabadon hagyva (a termoelem nyitott végződése) – lásd az E-3 ábrát!
- Határozd meg, a fenti táblázatban feltüntetett értékek segítségével, a termoelem elektromos polaritását (a + és – sarkakat)! Magyarázd meg!
- Csatlakoztasd a voltmétert a termoelem nyitott végződéseire!
  - Mérd meg a szabad végzördések közti feszültséget, ha az érintkezési pont és a szabad végzördések azonos hőmérsékletűek!
  - Közelítsd a hőforrást a termoelem érintkezési pontjához, míg a láng el nem éri! Ismételd meg a kísérletet azzal a különbséggel, hogy a szabad végzördéseket jégkásába meríted! Mindkét esetben mérd a termoelemen keletkező feszültséget!
- Használd a c) részfeladat (2) pontjában leírt elrendezést! Mérd a termoelemen fellépő  $U$  feszültséget, miközben a gáz lángjával felhevített érintkezési pontot hagyod önmagától lehűlni (eloltod vagy eltávolítod a lángot)! A mérést egészen a nulla feszültségig folytasd,

<sup>1</sup> A táblázatokban egy fém Seebeck-együtthatóját olyan termoelem feszültségével adják meg, ahol a másik fém réz (fém-Cu termoelem). Az egyszerűség kedvéért  $\alpha_{\text{Cu}} = 0 \text{ V/K}$

táblázatba írva az  $U$  feszültséget és a mérés  $t$  idejét! Készítsd el a hűlő termoelem  $U$  feszültségének grafikonját a  $t$  idő függvényében!

1. megjegyzés: mivel az  $U$  feszültség gyorsan csökken, ajánlatos, hogy a kísérletet két ügyes kísérletező végezze! Gondoljátok át a mérési eljárást, és ha kell a mérést ismételjétek meg! Ajánljuk azonban a 2. megjegyzésben feltüntetett eljárást!

2. megjegyzés: a mérést egyszerűsíteni és pontosítani lehet olyan műszaki segédeszközök segítségével, amelyek ma már a diákok rendelkezésére állna. Az időt az okos telefon stopperóra alkalmazásával mérd! Az említett okos telefont és a multimétert (voltmétert) helyezd egymás mellé! Egy másik okos telefont rögzítsd videón a kísérletet (a termoelem felmelegítésétől), hogy a felvételen a stopperóra és a voltméter által mért értékek is láthatóak legyenek! Az okos telefon több alkalmazása is hasznosítható fizikai vagy természettudományi kísérletekben, egyszerűsítve és pontosítva az adatok rögzítését.

e) Tégy javaslatot, hogyan használd fel a termoelemet hőmérséklet méréséhez!



A b), c), d), e) részfeladatokra adott választ írd le, és készíts hozzá megfelelő szituációs rajzokat!