

## 65. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2023/2024

### 1. kolo kategória E

Texty úloh v maďarskom jazyku

#### 1. Nehezék az edényben

Az E–1 ábrán egy edény látható, melynek alja téglalap alakú, méretei  $a = 600$  mm és  $b = 900$  mm. Az edény súlya  $G_n = 500$  N, az acélnehezék súlya  $G_z = 200$  N. A nehezéket az edény aljának közepére helyezzük, a tartályt pedig a vízre (E–1a ábra).

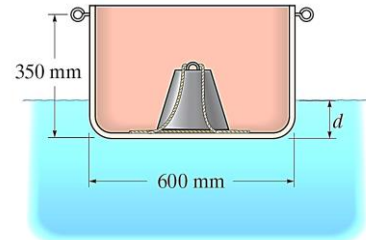
a) Milyen  $d$  mélyen merül az edény a vízbe (E–1a ábra)?

Ezután a súlyt egy vékony fonálra akasztjuk, melynek végeit az edény füleihez rögzítjük. A nehezéket úgy függesztjük fel, hogy a vízben úszó edény alatt lógjon (E–1b ábra).

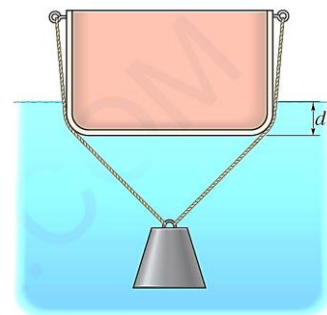
b) Az edény jobban vagy kevésbé merül a vízbe, mint az (a) esetben? Számítsd ki az edény  $d'$  merülési mélységét!

c) Mekkora a nehezék legkisebb  $G'_z$  súlya, amelynél az egyik említett esetben az edény olyan mélyre süllyed, hogy elkezd belé folyni a víz?

A fonál térfogata és tömege elhanyagolhatóan kicsi. Az ötvözet sűrűsége, amelyből a nehezék készült  $\rho = 8000$  kg/m<sup>3</sup>, a víz sűrűsége  $\rho_v = 1000$  kg/m<sup>3</sup>, a gravitációs állandó  $g = 9,81$  N/kg.



(a)



(b)

E–1 ábra

#### 2. Fémalátét

Az étteremben fémtálakban adják ki a leveseket a konyhából. Egy üres tál tömege  $m_m = 100$  g. A tálban  $m_p = 300$  g leves van. Mielőtt a szakács a leveses tálát a fémalátétre helyezi, a leves és a tál hőmérséklete azonos  $t_p = 80,0$  °C. Az alátét ugyanabból a fémből készült, mint a tál, súlya  $M = 1000$  g. Az első leves kiadása előtt az alátét hőmérséklete  $t_0 = 20,0$  °C. Az alátét hőszigetelve van a pulttól, amelyen található.

a) Milyen  $t_a$  hőmérsékleten állapodik meg az alátét, a tál és a leves hőmérséklete, ha a tálát elég sokáig hagyjuk az alátéten, és a hőmérsékleteik kiegyenlítődnek?

Valójában a pincérek jönnek-mennek, és viszik a leveses tálakat a vendégeknek. Egy tál sem marad elég sokáig az alátéten ahhoz, hogy a hőmérsékletek kiegyenlítődjenek. Csak annyi ideig maradnak ott, ameddig a tál és leves a leadható hő felét leadja az alátétnek – a felét annak a hőnek, amit tökéletes hőmérséklet-kiegyenlítés esetén adnának le.

b) Milyen  $t_b$  hőmérsékletre fog felmelegedni az alátét az első tál leves után, ha a leves és a tál csak a felét adja át annak a hőnek, amit a hőmérséklet teljes kiegyenlítésekor tudna átadni?

c) Mennyi hőt ad át sorban a harmadik tál és leves az alátétnek?

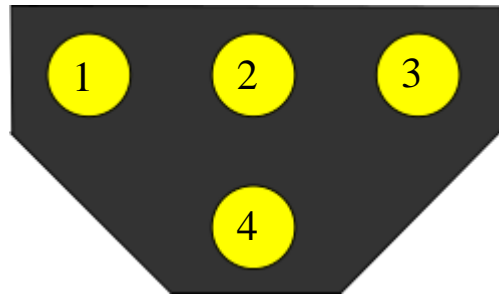
d) Milyen hőmérsékletet közelít az alátét hőmérséklete, ha sok tál levest adunk ki?

A leves tömegei (fajlagos) hőkapacitása  $c_p = 3800$  J/(kg · °C), a tál és alátét fém anyagának fajlagos hőkapacitása  $c = 420$  J/(kg · °C).

Megjegyzés: Feltételezzük, hogy a tál és a leves hőmérséklete együtt változik, tehát mindig ugyanazok. A hőcsere csak az alátét, a tál és a leves között történik, a környezettel nem.

### 3. Jelzőtábla

Az E-2 ábrán egy jelzőberendezés látható. A berendezés négy izzóból áll (1, 2, 3, 4 izzók). Ha az 1-2-3 izzó világít, az a STOP jelzés (mint a piros a közlekedési lámpánál). Ha a 2,4 izzók világítanak, az SZABAD-ot jelöl (zöld a közlekedési lámpánál).



Obr.: E-2

a) Rajzolj egy kapcsolási rajzot az 1, 2, 3, 4 izzókkal és egyetlen Z áramforrással! Helyezz el az áramkörben egy kétállású P kapcsolót úgy, hogy ezzel az egyetlen kapcsolóval a STOP és a SZABAD jelzések között lehessen kapcsolni (a két pozíció). A kapcsolón pozícióján jelöld a STOP-ot S-vel, a SZABAD-ot V-vel.

b) Mit mondhatunk az egyes izzók ellenállásáról, ha megköveteljük, hogy STOP állapotban ugyanannyi áram folyon az áramforráson, mint a SZABAD állapotban?.

### 4. Archimédesz törvénye a Marson

*A Mars Expresszt az Európai Űrügynökség (ESA) 2003. június 2-án indította útjára, amit 2023. június 2-án egész napos élő közvetítéssel ünnepelt a Marsról. A tudományos tevékenység 2004-es megkezdése óta a Mars Express lélegzetelállító háromdimenziós látványt továbbít a Marsról. Megadta a légkör kémiai összetételének legteljesebb térképét, példátlan részletességgel tanulmányozta a Mars belső holdját, a Phobost, és nyomon követte a víz történetét az egész bolygón. Bebizonyította, hogy a Mars egykor olyan környezeti feltételeket biztosított, amelyek alkalmazásak lehettek az élet fennmaradására.*

Károly vett egy fakockát, amelynek élhossza  $a = 5,00$  cm. A kockát  $\rho = 1,00$  g/cm<sup>3</sup> sűrűségű vízbe helyezte.

A kocka úgy lebegett a vízben, hogy a felső oldala vízszintes volt és  $h = 4,0$  mm-re emelkedett a víz szabad felszíne fölé.

a) Mekkora  $F_Z$  felhajtóerő hatott a fakockára, ha a gravitációs állandó  $g_Z = 9,81$  N/kg?

b) Mekkora a kocka  $m$  tömege?

A Marson a gravitációs állandó kisebb, mint a Földön,  $g_M = 3,71$  N/kg.

c) Mekkora  $F_M$  felhajtóerő hat a fent említett fakockára, ha Károly, a Marson helyezi a kockát vízbe, és úgy tartja, hogy a felső oldala vízszintes helyzetben  $h = 4,0$  mm-re emelkedjen ki a víz szabad felszíne fölé?

d) Mi fog történni, ha ezután elengedi a fakockát (a Marson): a kocka úszni fog, lebegni vagy lesüllyed a víz szabad felszíne alá? Indokold meg!

## 5. Forma 1 – Monaco

Az egyik ikonikus Forma 1-es futam Monacóban zajlik. 2023-ban egy kör  $\ell = 3,337$  km hosszú volt és a verseny  $N = 78$  körből állt.

Az Forma 1 szabályai szerint a versenyzők háromféle abroncsot használhatnak: S (Soft – lágy), M (Medium – közepesen kemény), H (Hard – kemény). A kemény gumik a versenyt kibírnák végig, de a szabályok szerint a versenyzőknek legalább kétféle gumit kell használniuk a verseny során. Az M-en egy kört  $\Delta t_M = 0,300$  s-mal gyorsabban tesz meg egy versenyző, mint a H gumikon, míg S-n  $\Delta t_S = 0,500$  s-mal gyorsabban, mint a H gumikon. Az M gumik azonban csak 40 kört bírnak ki, míg az S-ek pedig csak 20 kört.

a) Monacóban minden típusú gumit használtak. 2023-ban a legjobb időt egy körön (körüdő), senki által nem zavartatva, Lewis Hamilton érte el  $t_F = 1$  min 15,650 s alatt. Milyen sebességgel és milyen gumikon tette meg a kört?

A szabályok értelmében a versenyzők kötelesek a verseny során legalább egyszer gumikat cserélni. A kerékcseré a boxban mindössze néhány másodpercet vesz igénybe, de a teljes idővesztés  $t_d = 25,00$  s, mivel a boxutcában a megengedett legnagyobb sebesség mindössze 50 km/h.

b) Mennyi idő alatt teljesítené ( $t_b$ ) egy senkitől sem zavart versenyző a Monacoi Nagydíjat, ha az első  $n_1 = 20$  kört S gumikon, a verseny hátralévő részét pedig H gumikon tenné meg? Mekkora lesz a  $v_b$  átlagsebessége?

Milyen gumicserével fenyegethetné leginkább a b) részfeladatban említett versenyzőt az ellenfele, ha kétszeri gumicsere mellett döntene? Mennyi idő alatt teljesítené a Monacoi Nagydíjat, ha zavartalanul haladhatna ő is?

*Megjegyzés: A versenyző sebessége az adott gumikon állandó. Minden gumiabroncscsere esetén az idővesztés  $t_d$ . A sebességeket m/s és km/h egységekben is add meg, az időt pedig h, min, s egységekben. Ne vedd figyelembe az azonos gumikon közlekedő versenyzők közötti személyi adottságokból eredő különbségeket!*

## 6. Hajó a folyón

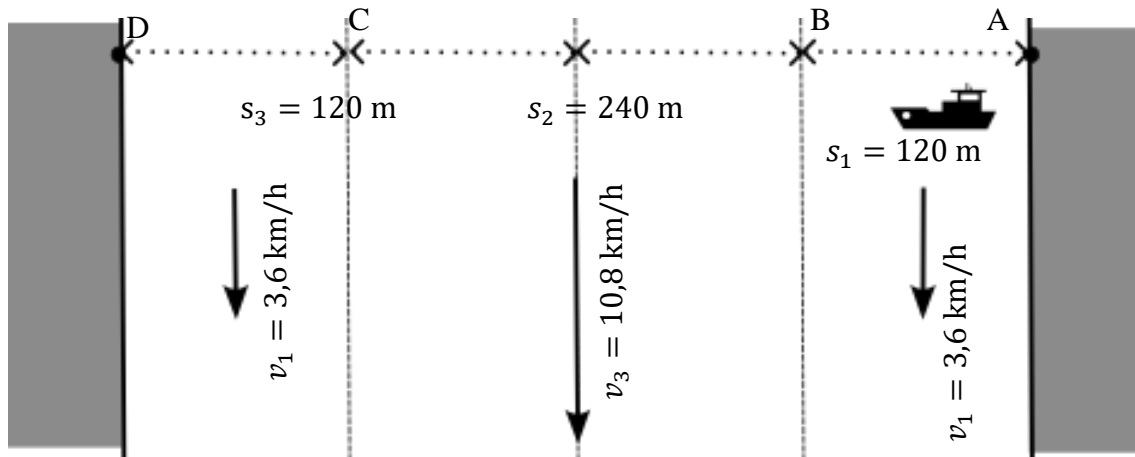
A folyó szélessége  $s = 480$  m, egyik partjától a másikig hajó közlekedik rajta. A hajó a vízhez képest  $v_L = 14,4$  km/h sebességgel úszik. A folyó vize az egyenes partokkal párhuzamosan folyik. Az áramlási sebesség a folyó közepén a legnagyobb, a partok felé csökken. Az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy a folyó sebessége az adott szakaszokban állandó (lásd az alábbi táblázatot). A hajó az A kikötőből indul.

a) Milyen legrövidebb  $t_1$  idő alatt juthat a hajó az A kikötőből a túlsó partra?

b) Határozd meg a D kikötőtől mekkora  $s_b$  távolságra ér partot a hajó, ha  $t_1$  idő alatt éri el a másik partot (tehát az a) részfeladat szerint)?

c) Mennyi idő alatt ( $t_2$ ) kel át a hajó a folyón, ha az A és D kikötőket összekötő egyenes mentén halad?

| szakasz  | A víz sebessége a parthoz viszonyítva |
|----------|---------------------------------------|
| AB és CD | $v_1 = 3,6$ km/h                      |
| BC       | $v_2 = 10,8$ km/h                     |



E-3 ábra

### 7. Ohm törvénye – kísérleti feladat

A teljes hosszában azonos anyagból készült, homogén és azonos átmérőjű vezető elektromos ellenállása a vezető hosszától függ.

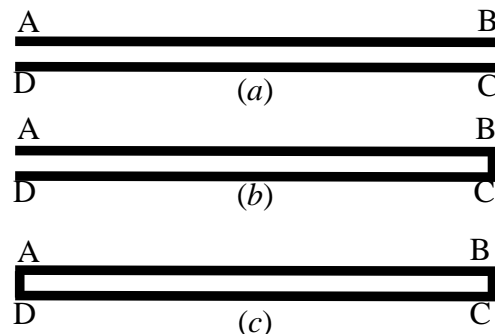
Ezt a tényt a következőképpen írhatjuk le

$$R(\ell) = R_0 \frac{\ell}{\ell_0},$$

ahol  $R_0$  az  $\ell_0$  hosszúságú vezető elektromos ellenállása, és  $R(\ell)$  az  $\ell$  hosszúságú vezető elektromos ellenállása.

*Segédeszközök:*

Ceruza puha betétű grafitral B, BB, B2 és hasonlókkal (ceruza grafit mikrobetéttel), irodai papír, mérőszalag, ohmmérő vagy multiméter ohmmérő funkcióval.



E-4 ábra

*Eljárás:*

- (1) Ceruzával húzz legalább  $\ell_0 = 10$  cm hosszúságú vonalakat (AB ill. CD). Rajzold meg ceruzával mind az AB vonalat, mind a CD vonalat 30-szor (közel egymáshoz a két szakaszt), az (a) ábrán látható módon.
- (2) Mérd meg az A és B pontok, valamint a C és D pontok közötti ellenállásokat [az a) ábra], és add meg a mért eredményeket.
- (3) Mérd meg az A pont és egy X pont közötti ellenállást az AB szakaszon különböző  $\ell = |AX|$  távolságokra. Jegyezd le az  $\ell$  és  $R(\ell)$  értékeket egy jól áttekinthető táblázatba!
- (4) Szerkeszd meg az  $R(\ell)$  függvény grafikonját, ahol a vízszintes tengelyre  $\ell/\ell_0$ , míg a függőleges tengelyre  $R(\ell)/R_0$  értékeket viszed fel! Értékelj ki az  $R(\ell)$  függést!
- (5) Kösd össze a B és C pontokat úgy, hogy ceruzával rajzolj egy rövid BC szakaszt (legalább 30-szor). Mérd meg az ellenállást az A és D pontok között! Megfelel az eredmény az AB és CD szakaszok soros kapcsolásának?
- (6) Kösd össze az A és D pontot ceruzával egy rövid AD vonallal (legalább 30-szor). Mérd meg az ellenállást az A=D és B=C pontok között! Megfelel az eredmény az AB és CD szakaszok párhuzamos kapcsolásának?

*Megjegyzés.* 0,5 mm átmérőjű B2-es puhaságú mikrobetétet használva, 30-szor meghúzva 10 cm hosszúságú egymást átfedő vonalakat, azok ellenállása néhány tíz k $\Omega$  nagyságrendű.

---

Fyzikálna olympiáda – 65. ročník – úlohy domáceho kola kat. E

Autori úloh: Boris Lacsny 1, 2, 7, Aba Teleki 3, 4, 5, 6

Recenzia úloh: Ivo Čáp

Redakcia: Ivo Čáp

Úlohy preložil: Aba Teleki

Vydal: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2023