

**63. ročník Fyzikálnej olympiády**  
v školskom roku 2021/2022  
**Kategória E**  
Domáce kolo – text úloh

### 1. Ellenállási drót

Egy  $L = 2,50$  km hosszúságú fémdrót elektromos ellenállása  $R = 100 \Omega$ .

- Ebből a fémdrótból kéne levágnunk egy darabot úgy, hogy az elektromos ellenállása  $R_1 = 2,5 \Omega$  legyen. Milyen hosszúnak ( $L_1$ ) kéne lennie a levágott darabnak?
- Az eredeti  $L$  hosszúságú drótot  $N_1$  egyforma hosszú részre vágjuk, majd a részeket párhuzamosan csatlakoztatjuk egymáshoz. Határozd meg hány ( $N_1$ ) részre kell vágni a drótot, hogy a párhuzamosan csatlakoztatott részek teljes ellenállása  $R_2 = 1,00 \Omega$  legyen?
- Az eredeti,  $L$  hosszúságú drótot  $N_2 = 25$  egyforma hosszúságú részre vágjuk. Soros és párhuzamos kapcsolásokkal a 25 drótdarabot egy egésszé kombináljuk. Mekkora az  $R_{\max}$  legnagyobb, ill. az  $R_{\min}$  legkisebb így kialakítható ellenállás, ha az összes drótdarabot felhasználjuk? Az eredményedet indokold meg, vázold fel kapcsolási rajzon, vagy magyarázd el!

### 2. Kád az asztal szélén

Az asztal szélére egy kicsi kádat helyeztek, amelynek alja négyzet alakú, belső oldalhossza  $L = 25,0$  cm. Úgy helyezték el, hogy két oldala párhuzamos az asztal szélével, míg a közepe közvetlenül az asztal széle felett van, de még nem essik le az asztról. Hogy másképpen is biztosítsák a kádat, egy  $m = 500$  g tömegű kockát helyeztek bele (lásd az E-1 ábra baloldali rajzát). A kocka oldalának hossza  $a = 10$  cm.

A kádba ekkor, lassan, vizet kezdtek folyatni egy vízcsapból. A víz térfogati árama  $Q = 150$  ml/min volt.

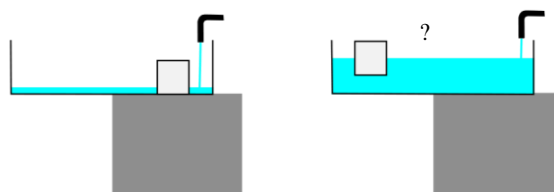
- Mennyi víznek (mekkora a  $V_1$  térfogatnak) kell a kádba folynia, hogy a kocka úszni kezdjen? Fejezd ki  $\text{dm}^3$  egységben!

- Mennyi időnek ( $t$ ) kell eltelnie a csap megnyitásától, hogy a kocka úszni kezdjen?

Ahogy a kocka úszni kezdett, a gyenge vízáram lassan sodorni kezdte a kád másik vége felé.

- Írd le, hol lesz a kocka, amikor a kád lefordul az asztról, illetve, dönts el, lefordul-e egyáltalán a kád az asztról! Válaszodat indokold meg fizikai érvekkel!

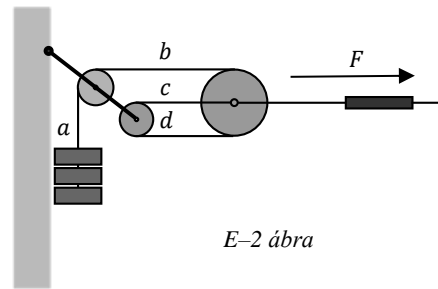
A víz sűrűsége  $\rho = 1,00 \text{ g/cm}^3$ . Tételezd fel, hogy amikor a kocka úszik, felső oldala mindvégig vízszintes!



E-1 ábra

### 3. Az elektromos vezeték felfüggesztése

A vasúti pályák mellett, valamint vasútállomásokon láthatunk olyan szerkezeteket, amelyekkel a vasútpálya elektromos vezetékrendszerét függesztik fel. Az elektromos vezetékrendszer a pálya fölött halad, és a tartószerkezet kötelei a pályára merőleges irányból tartják, ahogy az E-2 ábra mutatja. A vezetéket tartó  $F$  erőt három csiga segítségével fejtik ki, két kisebb állócsiga és egy nagyobb mozgócsiga segítségével. Az ábra rajzán vázolt három nehezék mindegyikének tömege, külön-külön,  $m = 80,0$  kg.



- Mekkora erő feszíti meg a kötelet az  $a, b, c$  és  $d$ -vel jelölt szakaszokon (E-2 ábra)?
- Mekkora  $F$  erő húzza a elektromos vezeték tartóelemét a pálya felett? Rajzoljátok le azokat az erőket, amelyekkel a kötelek hatnak a nagy csigára!
- Mi az oka a vezetékek ilyen, látszólag bonyolult felfüggesztésének – indokold meg fizikai érvekkel!

A nehézségi gyorsulás  $g = 9,81$  N/kg. A csigákon, valamint tengelyeikben fellépő súrlódás, valamint a csigák tömege elhanyagolhatóan kicsi.

### 4. Egy népszerű tévésorozat

Emma lelkesen követi figyelemmel azt a tévésorozatot, amelyben kovácsok versenyeznek különböző történelmi vasfegyverek elkészítésében. A verseny egyik alapvető mozzanata az acél megedzése. Az acél a vas és szén (esetleg még más fémek) ötvözete. A szén oldódik a vasban. A mennyisége elérheti az acél tömegének akár maximális  $p_{\max} = 2,14$  %-át is. Az edzés egy eljárás, amelyben az acélt nagyon gyorsan lehűtjük valamilyen közegben (vízben, olajban, olvadt sóban). Általános érvényességű, hogy minél kevesebb szenet tartalmaz az acél, annál gyorsabban kell hűteni edzés közben. Adott széntartalomnál a gyorsabb hűtés keményebb acélt eredményez, amely azonban kevésbé rugalmas, és ez fordítva is érvényes.

A versenyben egy nagy,  $m = 2,80$  kg tömegű kardot edzenek.

- Határozd meg, mennyi szén ( $m_C$ ) van a kardban, ha ez a  $p_{\max}$  maximális mennyiség  $p = 60$  %-ka! Fejezd ki grammokban!

A kovács  $V_0 = 8,00$  L térfogatú  $t_0 = 20,0$  °C hőmérsékletű olajfürdőt használ a  $t_m = 660$  °C hőmérsékletű kard megedzéséhez. Egy kemény, de ugyanakkor rugalmas kardot akar, ezért, miután a kardot az olajfürdőbe meríti, rögtön ki is húzza azt onnan. Ezt az eljárást összesen ötször végzi el – gyorsan egymás után. Minden egyes hűtés után a kard és az olajfürdő közti hőmérsékletkülönbség a felére csökken.

- Mennyi hőt ( $Q_1$ ) ad át a kard az olajfürdőnek az első merítése közben?
- Milyen hőmérsékletű ( $t_{m5}$ ) lesz a kard és milyen hőmérsékletű ( $t_5$ ) az olajfürdő az ötödik merítés után?

Az ásványi olaj fajlagos hőkapacitása  $c_0 = 1,67$  kJ/(kg · °C), az acél fajlagos hőkapacitása  $c_m = 470$  J/(kg · °C), az olaj sűrűsége  $\rho_0 = 0,865$  g/cm<sup>3</sup>.

### 5. Fény a sötétben

Pali reggel arra ébredt, hogy a szoba nehéz sötétítőfüggönyén át, egy kis kerek nyíláson a felkelő nap erős fénye szűrődik be, és a különben sötét szoba falán egy kis fényfoltot hoz létre.

A fal  $L = 3,5$  m távolságban van a függönytől. A fénysugarak majdnem párhuzamosan terjednek, és merőlegesen a megvilágított falra.

Eszébe jutott a nagymamától kapott Optik Kabinet kísérletező készlet, ahol különböző optikai lencsék voltak. Kivett egy  $+2,00$  dioptriájút és egy  $-1,50$  dioptriájút.

- a) Melyik lencsét és milyen messze kell a faltól a fénysugarakba helyezni, hogy a falon a lehető legkisebb fényfolt keletkezzen? Válaszodat indokold meg vázlatos rajz segítségével, amelyen a berajzolt fénysugarak mutatják a kialakított fényfoltot!

Amikor jobban szemügyre vette a fényfoltot, tudatosította, hogy nem egy fénypontot lát, hanem a Nap leképezett képét.

- b) Mekkora volt a Nap képének  $d_2$  átmérője a falon?

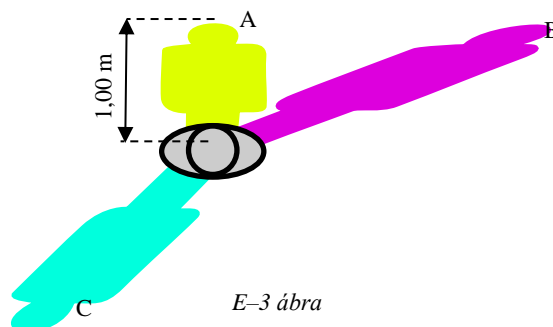
Pali elgondolkodott, hogy meg tudná-e növelni a Nap képét a falon a másik lencse segítségével.

- c) Tégy javaslatot, hogyan tudnád Pali helyében megnövelni a Nap képét a falon a két rendelkezésre álló lencse segítségével, pl. ha összekapcsolod őket. Mekkora  $d_3$  átmérője lesz ekkor a Nap képének a falon?

Pali emlékezett, hogy a Nap átmérője nagyjából  $D = 1,4$  millió km, a Nap-Föld távolság pedig nagyjából  $r = 150$  millió km. A függönyben levő nyílás kisebb, de különben összehasonlítható a lencsék nagyságával.

## 6. Egy idegen bolygón

Tánya, egy tudományos-fantasztikus regény főhőse, sokat utazik. Egyszer olyan bolygón találja magát, amelynek három kis napja van. Az egyik pirosan világít, a másik kéken, a harmadik pedig zölden. Tánya egy vízszintes behavazott síkságon áll, a feje felett ott lebeg egy drón, amely rögzíti Tánya árnyékait a fehér havon (E-3 ábra). Tánya magas növésű –  $175$  cm –, de  $25$  cm mélyen belesüppedt a hóba. A legkisebb árnyéka a havon  $1,00$  m hosszú, és pont északra



vetődik. Az A árnyék sárga, a B purpur és a C árnyék türkizzöld.

- a) Miért fehér a hó a drón felvételein?
- b) Melyik csillag melyik árnyékot veti?
- c) Milyen magasan vannak az egyes napok? A „magasságukat” fejezd ki azzal a szöggel, amely alatt láthatók a vízszintes sík felett (a síkság felett, ahol Tánya áll)!

Az árnyékok közelítőleges színét megnézheted színkeverő alkalmazás segítségével (pl. <https://www.csfieldguide.org.nz/en/interactives/rgb-mixer/>). Az árnyékok színe RGB kódolásban a következő: A(222,255,0), B(255,0,222), C(0,255,222).

## 7. A méter megszerkesztése – kísérleti feladat

Ma, az SI mértékegységrendszer hossz mértékegységét, a métert, az idő segítségével definiáljuk. 1671-ben a francia szerzetes és csillagász Jean Picard, szintén az idő segítségével definiálta a métert. A métert úgy határozta meg, mint a *másodperc inga* hosszát. A *másodperc inga* az egyik szélső helyzetből a másikba (fél lengés) 1 másodperc alatt jut el, a (teljes) lengésideje tehát 2 másodperc. Az inga egy vékony fonálból áll, amelyet az egyik végén rögzítünk. A fonál másik végén kis nehezék van.

### Feladat

Állíts össze egy *másodperc ingát*, és győződj meg arról, hogy a hossza valóban 1,00 méter-e! Írd le az eljárást, amellyel az inga hosszát pontosítottad!

### Segédeszközök

Egy legalább 1,5 méter hosszú szilárd (nem nyúló), hajlékony fonál, egy kis nehezék (egy átfúrt fémgolyó, anyacsavar, vagy más kicsi, de nehéz tárgy), stopperóra vagy okostelefon alkalmazás. Hosszmérő (csak a végső ellenőrzéshez, magához a kísérlethez ne használd).

### Eljárás

A kis testet (pl. anyacsavart) rögzítsd a fonál egyik végére, a fonál másik végét rögzítsd (de ne vágd el!) valami stabil tárgyhoz! A fonál rögzítése legyen olyan, hogy változtathasd a nehezék és a fonál felfüggesztési helye közti távolságot!

A fonál szabad végén függő testet kitéríted a szélső helyzetébe, majd elengeded – hagyod, hogy szabadon lengjen a fonálon.

Azt az időt fogod mérni, amíg az inga megtesz egy fél lengést. A mérés pontossága érdekében legalább 10 féllengés idejét mérd meg a stopperórával (tehát 5 teljes lengésidejét). A mért adatokat jegyezd le jól áttekinthető táblázatba!

Az inga fonálának hosszát változtasd, hogy végül olyan ingát kapjál, amelynek fél lengésideje pontosan 1 másodperc!

Ennek az ingának a hosszát ellenőrizd a hosszmérővel – az összehasonlítási adatot szintén jegyezd le a táblázatodba! Fejezd ki, hány százalékkal tér el a másodperc inga hossza az 1,00 m hosszúságtól (a használt hosszmérő szerint), majd az eltérést indokold meg!

*Megjegyzés: Az inga lengésideje mindig ugyanannyi ideig tart, feltéve, hogy a kilengések kicsik, tehát, a függőleges iránytól (az egyensúlyi helyzetétől) csak kis mértékben (legfeljebb 5°-kal) térnek el.*

