

59. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2017/2018
Kategória F – domáce kolo
Text úloh

1. Speed skiing – gyorsasági sielés

A szokásos sí sportversenyeken túl léteznek sajátos síversenyek is, mint pl. az alpesi sielésből kifejlődött gyorsasági sielés (avagy szabad stílusú sielés, melynek rövidítése KL – a francia *kilomètre lance*-ból). A világon csak néhány olyan pálya létezik, amely alkalmas a gyors sielésre. A sípályák felülete speciálisan kezelt hó illetve jég, ezen siklanak le a félelmet megvető versenyzők (férfiak és nők egyaránt). A pálya hossza néhány kilométer. Az első szakasz hossza $400 \div 1\,000$ m, ez a gyorsulási szakasz. Ezt követi egy 100 m hosszú (60° dőlésszögű) szakasz, amelyen a sebességet mérik. A pálya utolsó szakasza a lassítást szolgálja, és általában egy emelkedő, megállási résszel végződik. Az új világcsúcs az S-1 kategóriában (*Speed One* – speciális öltözet) 2016 március 16-án született meg, értéke 254,958 km/h. A világcsúcstartó az olasz Ivan Origone. Az SDH kategóriában (*Speed Downhill* – gyári felszerelés) a magas-tátrai szlovák Michal Bekeš tartja a szlovákiai csúcst, ennek értéke 196,292 km/h.



Obr. F-1

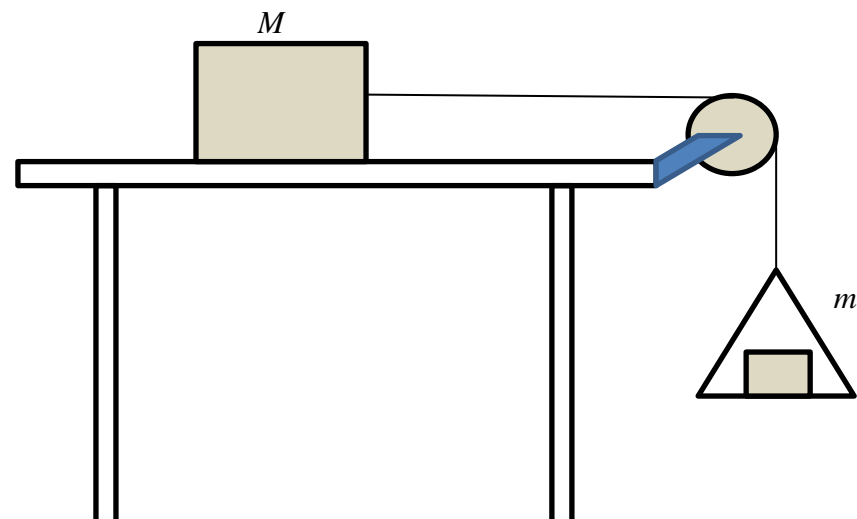
- Határozd meg I. Origen világcsúcsát m/s egységben!
- Mennyi idő alatt (t) tette meg Origen a mérési szakasz 100 méteres hosszát?
- Mekkora pontossággal kell meghatározni a 100 méteres szakasz hosszát, és milyen pontossággal kell mérni a megtételéhez szükséges időt (t), hogy az eredményt a feltüntetett pontossággal lehessen meghatározni (254,958 km/h)?

2. A súrlódási tényező

A vízszintes asztallapra helyezett M tömegű test egy csigán át vezetett fonállal van összekötve a tányérral, amelyre súlyokat rakunk (lásd az F–2 ábrát). A tányér és a súlyok össztömege m . Az asztallap és a test között fellépő dinamikus súrlódási tényező f_d .

- Rajzoljátok be az F–2 ábrába a rendszer részeire függőlegesen és vízszintesen ható erőket! Határozd meg az m tömeget a következő esetekben:
- A test és a súlyok nyugalomban vannak (m_1).
- A test és súlyok rendszere nyugalomban vannak, de ha kis impulzust adunk a rendszernek a rendszer egyenletes mozgást végez (m_0).
- A test és súlyok rendszere (miután elengedtük őket) gyorsuló mozgást végeznek (m_2).
- Tégy javaslatot az asztallap és a test között fellépő f_d dinamikai súrlódási tényező mérésére az F–2 ábrán vázolt kísérlettel!

A csiga és fonál súlya, valamint a csiga tengelyén fellépő súrlódás elhanyagolhatóan kicsi!



Obr. F-2

3. A Duna medrének tisztítása

A folyók medrében lerakódik a mellékágakból, tavakból érkező üledék. A hajózásra használt folyók medrét karban kell tartani, hogy a megadott hajózási útvonalakon a hajók biztonságosan közlekedhessenek. Az előírások szerint, a Dunán, $a = 120$ m szélességben és $b = 2,8$ m mélységben (a hajózási útvonalon) a folyó vize szabadon kell, hogy folyjék, hogy biztosítva legyen a nagyobb hajók biztonságos közlekedése.

A lerakódott kavics és homok eltávolítására lépegető markológépeket használnak, amelyek az üledéket szállítóuszályokra rakják. Az uszályokat vontatóhajók vontatják vagy tolják az osztályozóba, ahol az üledéket alkotó kavicsot és homokot elválasztják egymástól. A kavicsot és homokot építkezési vállalatok vásárolják fel.

A mi esetünkben az uszály hasáb alakú, hossza $d = 20$ m, szélessége $s = 6,0$ m (ezek külső méretek), tömege pedig $m = 96$ t.

- Készíts vázlatot a vízen úszó üres uszályról, jelöld be az ábrán az uszály h_1 merülési mélységét!
- Számítsd ki a h_1 merülési mélységet!

A markológép három kupac kavicsot rak az uszályra, pontosan a kijelölt helyekre. A kúp alakú kavicskupacok sugara a kúp alapjánál $r = 2,5$ m, a kúp magassága $v = 2,0$ m. A kavics sűrűsége $\rho_1 = 1\,800$ kg/m³. A kavicskupacok középpontja az uszály középvonalán, 5 m, 10 m és 15 m távolságban vannak az uszály elejétől.

- Készíts vázlatot a vízen úszó kavicsal megrakott uszályról!
- Mekkora Δh értékkel nőtt az uszály merülése az üres uszályhoz viszonyítva?

A folyóvíz sűrűsége $\rho_v \approx 1\,000$ kg/m³.

4. Kalorimetria

A kalorimetria tradicionális, de ma is használt fizikai mérési módszer, amely az anyagok alapvető hőtulajdonságainak meghatározására szolgál, mint hőkapacitás (C), fajhő (c), moláris fajhő (c_m).

- Írd le a *hő* fizikai mennyiségének jelét! Határozd meg (definiáld) és írd le a hő fő mértékegységét!
- Definiáld a test C hőkapacitását! Definiáld az anyag c fajhőjét! Írd le mindkét mennyiség (C és c) mértékegységét!
- Add meg a víz, jég, acél és réz fajhőjét a Matematikai, fizikai, kémiai táblázat vagy az internet segítségével!
- Függnek a C és c mennyiségek az anyag hőmérsékletétől, vagy tőle függetlenek? A választad indokold meg!

A kaloriméter egy hőszigetelt edény, mint a termosz, amelyet egy hőmérővel és keverővel láttak el. Az elektromos kaloriméter egy elektromosan táplált hőforrást is tartalmaz, amellyel a kaloriméterben található testek közötti hőcseréhez szükséges hőt lehet biztosítani.

A $V = 250$ ml vizet tartalmazó kaloriméterbe egy $a = 23$ mm, $b = 15$ mm és $c = 10$ mm élhosszúságú fémhasábot helyezünk. A kalorimétert hőszigetelő fedéllel zárjuk le. A víz hőmérsékletét a kaloriméter hőmérőjével mérjük (alkohollal töltött vagy elektromos hőmérő). A víz hőmérséklete a $t_1 = 19$ °C értéken állapodik meg. A kaloriméterbe épített hőforrást egy $U = 12$ V feszültségű áramforráshoz csatlakoztatjuk, amelyen $\tau = 158$ s időtartamig, az áramkör megszakításáig, állandó $I = 2,8$ A erősségű áram folyik. A kaloriméter vizét állandóan keverjük. Megszakítva az áramkört a kaloriméterben még egy kis ideig emelkedik a hőmérséklet, majd csökkenni kezd, és $t_2 = 24$ °C-on állapodik meg.

- Készíts vázlatos rajzot a kísérletről! Számítsd ki a megadott értékekből a fémhasáb c térfogati fajhőjét! Határozd meg a Matematikai, fizikai, kémiai táblázat segítségével, hogy milyen fémből készült (a legnagyobb valószínűséggel) a fémhasáb!

Tételezd fel, hogy a kaloriméter és környezete közti hőcsere elhanyagolhatóan kicsi!

5. Pohár nyílásával lefelé

A pohár tömege $m = 50$ g és $\rho = 5,00$ g/cm³ sűrűségű üvegből készült. A pohár űrtartalma $V = 200$ ml. A poharat szájával lefelé fordítjuk, és a tartályban levő víz felszínéhez érintjük, majd a pohár fenekét a kezünkkel nyomva a poharat bele nyomjuk a vízbe úgy, hogy a pohár szája állandóan vízszintes helyzetben legyen.

- Készítsd el a pohár rajzát, amikor teljesen elmerül a vízben, és az alja a víz szabad felületével van egy szinten! Az ábrába rajzold be a pohárra ható összes erőt, és nevezd meg őket!

Határozd meg az F erőt, amellyel a kezünk hat a pohárra, hogy a leírt helyzetben tartsuk!

Az űrhajósok úgy döntöttek, hogy a kísérletet egyenesen a Hold felszínén hajtják végre (légüres térben).



Obr. F-3

- b) Keresd ki megfelelő irodalomban, és add meg, mekkora a gravitációs gyorsulás a Hold felszínén!
- c) Készítsd el a pohár rajzát, miután a vízbe merítették, és a pohár alja a víz szabad felszínével volt egy szinten (ugyanúgy, mint a Földön az *a*) pontban leírt esetben)! A rajzon tüntesd fel a pohárra ható összes erőt, és nevezd meg őket!
- d) Határozd meg az F_m erőt, amellyel az úrhajós hat a pohárra, hogy a pohár alját a víz szintjével egy szinten tartsa!

Megjegyzés: Ez a kísérlet a Holdon tisztán gondolatbeli kísérlet. Nem lehet végrehajtani, mivel légüres térben a szabad felületű víz azonnal forrni kezd, függetlenül a hőmérsékletétől, és forrni fog egészen addig a pillanatig, amíg meg nem fagy. Ezt a tényt a feladatban nem vesszük figyelembe!

6. Különböző energiaforrások

Az energia bebiztosítása, főleg az energiaforrás egyes fajtaiból, nagy jelentőséggel bír a lakosság, közlekedés és szállítás, valamint a hétköznapi és termelés szempontjából. Az energiaforrásoknak kitüntetett figyelmet szentelnek mindenütt a világon. A kérdés kiemelkedő fontosságát hangsúlyozza az a tény is, hogy az energiaforrások használata jelentősen befolyásolja a környezet minőségét.

- a) Nevezd meg legalább öt, a mindennapi életben és termelésben használatos elsődleges energiaforrást!
- b) Ismerkedj meg a $k = 1360 \text{ W/m}^2$ napállandó fogalmával, írd körül tömören, és magyarázd el a felhasználhatóságát a gyakorlatban!
- c) Mi a különbség a megújuló és nem megújuló elsődleges energiaforrások között? Nevezd meg mindkét csoportból hármat!
- d) Az elektromos energia előállításának legjelentősebb forrása, a múltban és ma is, a folyók vizének energiája, amelyet a folyókon üzemeltetett elektromos erőművek alakítanak elektromos energiává. Készítsd el a vízi erőmű egyszerű fizikai modelljének rajzát! Tételezd fel, hogy a folyó $Q = V/t$ vízhozama (a t idő alatt átfolyó víz V térfogata) állandó, és a víz h magasságkülönbséget tesz meg a Föld gravitációs terében ($g \approx 10 \text{ N/kg}$)! Határozd meg a patak P teljesítményét, ha $Q = 1,00 \text{ l/s}$, a magasságkülönbség $h_1 = 1,00 \text{ m}$ illetve $h_2 = 20,0 \text{ m}$, a víz sűrűsége pedig $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$!
- e) Jancsi össze akarta hasonlítani a napelem ill. közeli patakon megépíthető kis vízi erőmű műszaki nehézségeit, illetve az áramforrások előnyeit és hátrányait. A patakon elérhető szintkülönbség $h_0 = 4,3 \text{ m}$. Határozd meg a patak Q_0 vízhozamát, amelynél a kis vízi erőmű azonos teljesítményt adna, mint egy $S = 1,0 \text{ m}^2$ felületű napelem tökéletes körülmények között! Milyen előnyei és hátrányai vannak a két energiaforrásnak külön-külön?

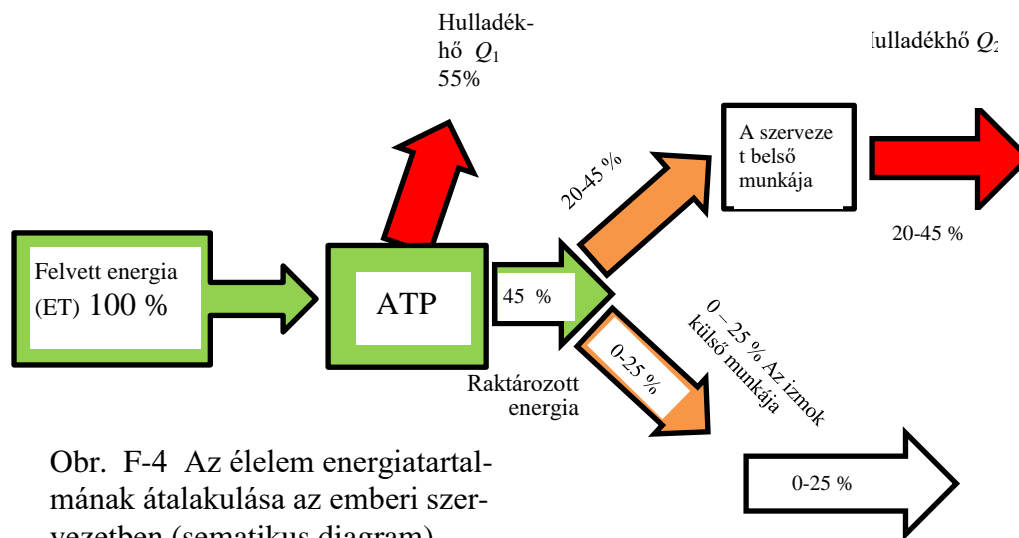
7. Az emberi szervezet, mint gép – kísérleti feladat¹

Az emberi szervezetre úgy is tekinthetünk, mint egy gépre, amely átalakítja (felhasználja) az élelmiszer és oxigén energiáját az emberi szervek működtetéséhez, miközben hőt ad le a környezetének. Egy felnőtt személy naponta elfogyasztott élelmének energiatartalma (ET) 6,3 MJ. Az emberi szervezet ennek az energiatartalomnak az 55 %-át hő formájában (Q_1) adja le a környezetének. A maradék 45 %-ot az ember szervezete használja fel akkumulált energia formájában (pl. az adozin-trifoszfát, ATP formájában; az ATP energiáját a sejtek képesek hasznosítani), ebből biztosítja a saját működését. Ennek az energiatartaléknak a nagyobbik részét, körülbelül 20-45 %-át a szervezet a szervek belső működésére (sejtek megújulása, a belső szervek működése, a szervek karbantartása) és az izmok belső munkájára használja. Az

¹ A feladat megoldásához igénybe lehet venni a biológianár segítségét is.

akkumulált energia 0-25 %-át az izmok külső munkavégzésére fordítja (az energia tartalom emberi szervezetben történő átalakulásának diagrammját lásd az F-4 ábrán).

Ha a szervezet nem végez külső munkát, akkor csak a „karbantartás” és a szervek belső működése igényel energiát (üresjárat). Ekkor a szervezet az energiát a vér áramoltatására és a belső szervek működésére fordítja – ekkor beszélünk *bazális anyagcseréről*. Ebből az ember 1 m²-nyi testfelületére 4 MJ/nap energia jut. Az emberi test felszínének nagyságát BSA rövidítéssel szokták jelölni (Body Surface Area). Egy 45 kg testtömegű ember bazális anyagcseréje 6,7 MJ/nap, míg egy 90 kg testtömegűé 10 MJ/nap. Az energiataralomnak csak kis része használandó a végtagok mozgatására, az izmok működtetésére. A diagramból kiolvasható, hogy kevesebb mint 25 %-a. Egy felnőtt ember energiafogyasztása séta közben 1,0 MJ/h, könnyű testgyakorlatoknál 1,7 MJ/h, nehéz testgyakorlatoknál 2,5 MJ/h (más fizikai tevékenységekre is igaz).



Obr. F-4 Az élelem energiataralmának átalakulása az emberi szervezetben (sematikus diagram).

A felvett energia és bazális anyagcsere, valamint fizikai tevékenységekhez felhasznált energia különbsége, mint nem felhasznált energia, a zsírokban tárolódik el. Ha a táplálékkal felvett energia nem fedezi a szervezet energiaigényét, akkor a szervezet a zsírokban tárolt energiát használja. A zsírmennyiség szabályozásának három fő tényezője van: 1 a bazális anyagcsere aránya (fogyasztás), 2. izomműködés, 3 ételfogyasztás. Egyesek az élelemmel több energiát vesznek fel, mint amennyire a szervezetüknek szüksége van. Amennyiben nem mozognak aktívan, a testtömegük ellenőrizhetetlenül növekszik. Mások bazális anyagcseréje csak kis részét képviseli az energiaháztartásuknak, így kevesebb élelem felvételekor is növekszik a testtömegük.

A testtömegünk a felvett élelem mennyiségétől a bazális anyagcserétől és a naponta elvégzett munkától függ.

Egy négytagú család évente átlagosan 2500 kg élelmiszert fogyaszt.

- Figyeld meg, egyrészt, az általad naponta elfogyasztott élelmiszerek és folyadékok energetikai értékét a megfelelő irodalomban (internet) található táblázatok segítségével, másrészt, az általad végzett fizikai munkát!
- Határozd meg a saját szervezeted bazális anyagcserére fordított energia egy napra eső közelítőleges értékét, ha a BSA értékéből indulsz ki! Hasonlítsd össze az értéket olyan osztálytársadéval, akinek BSA értéke jóval nagyobb!

- c) Mekkora a tested hőmérséklete (t_1), és mekkora a környezet hőmérséklete (t_2) amikor étkezel?
- d) Számítsd ki a testtömegindexedet (BMI – Body Mass Index – testtömegindex), amely a kilogrammban kifejezett testtömeg osztva a méterben kifejezett testmagasság négyzetével:

$$BMI = \frac{m}{h^2}.$$

Bár az testtömegindex (BMI) az egyén egészségét illetően nem lényeges tényező, az orvosok feljegyzik az értékét az egyén egészségügyi dokumentációjába – főleg a felnőtteknél és idősebbeknél. A BMI értékét főleg a lakosság egészségügyi statisztikáiban tüntetik fel.

A test felületének nagysága (BSA): kiszámítására egy bonyolult képlet is használható

$$BSA = 0,007184 m^{0,425} h^{0,725}.$$

Itt BSA a test felülete négyzetméterben kifejezve, m a testtömeg kilogrammban kifejezve és h az egyén magassága centiméterben kifejezve. Fontold meg, és írd le, hogyan függ az ember által leadott hő a BSA értékétől!

- e) Készítsd el a szervezetedben zajló energiaátalakulások blokkdiagramját (hasonlót az F-4 ábrán láthatóéhoz), ahol az általad mért adatokból indulsz ki! A grafikon azon részeinek energia értékeit, amelyek hiányzanak az adataidból, becsléssel állapítsd meg! Amennyiben sétáról van szó, használhatod az okostelefon „pedometer” alkalmazását.

59. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie F

Autori úloh:	Daniel Kluvanec (1 – 4, 6, 7), Aba Teleki (5)
Recenzia a úprava úloh:	Ivo Čáp
Preklad textu do maďarského jazyka:	Aba Teleki
Redakcia:	Daniel Kluvanec Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Vydal:	IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2017