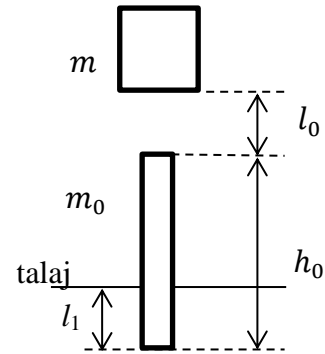


**57. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2015/2016
Kategória E – domáce kolo
Text úloh**

1. A pillér

Az építkezések alapozási műveleteinél gyakran használnak pilléreket. A pillérek nagy beton- vagy fémoszlopok (négyzetes, téglalap vagy kör keresztmetszettel) – tömegük m_0 , magasságuk h_0 . Egyes pillérfajtákat különleges gépezet segítségével, egy m tömegű kalapáccsal döngölnék a földbe (E-1 ábra).



E-1 ábra

A kalapács szabadeséssel, függőlegesen mozgott. A kalapács alsó széle és a pillér felső széle közötti kezdeti távolság l_0 volt. A kalapács, a pillérrre esve, az l_1 mélyen földbe ágyazott pillért $l_1 + d < l_0$ mélységbe nyomta. Tételezd fel, az egyszerűség kedvéért, hogy a kalapács és pillér ütközésében a rendszer mechanikus energiája nem veszett el!

- Készíts szituációs rajtot, és vázold fel benne az összes mennyiséget, amely a pillér földbe döngölését jellemzi!
- Magyarázd el, hogyan zajlik fizika értelemben a pillér földbe döngölése! Tételezd fel, hogy a talaj a pillér hossza mentén áll ellen állandó F_0 erővel a pillér áthatolásának!
- Határozd meg mekkora F_0 nagyságú erővel áll ellen a talaj a pillér áthatolásának a leírt esetben!

A feladatot old meg általánosan, majd a következő értékekre: $m_0 = 560$ kg, $m = 400$ kg, $l_0 = 0,80$ m, $d = 0,20$ m, $g = 10$ N/kg!

2. A mozgás sebességének egységei és arányai

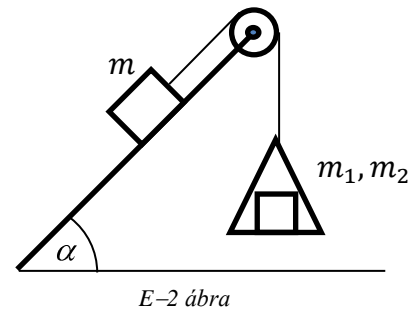
Írd a táblázat üres mezőibe, a keresztrejtvényekhez hasonlóan, a W_1/W_2 arányt, ahol W_1 az 1. sorban feltüntetett munka és W_2 az 1. oszlopban feltüntetett munka. Pl. a 4. sorban és 5. oszlopban található mezőbe (S_{45}) a következő értéket kell írni $\frac{1\text{ J}}{1\text{ kWh}} = \frac{1}{3,6 \times 10^6} = 0,278/10^6$.

oszlop → sor ↓	1	2	3	4	5	6	7
1	$\frac{W_1}{W_2}$	1 mJ	1 Ws	1 kWh	1 J	1 MWs	1 kJ
2	1 mJ						
3	1 Ws						
4	1 kWh				0,278/10 ⁶		
5	1 J						
6	1 MWs						
7	1 kJ						

Értékelés: a helyes megoldások száma 7–2 pont, 14–4 pont, 21–6 pont, 28–8 pont, 35–10 pont.

3. A ferde sík

Az $\alpha = 45^\circ$ dőlésszögű ferde síkon nyugvó $m = 2,6$ kg tömegű hasábot csigán keresztül vezetett fonál köti össze egy tányérral, amelyre nehezékeket fogunk helyezni (E-2 ábra).



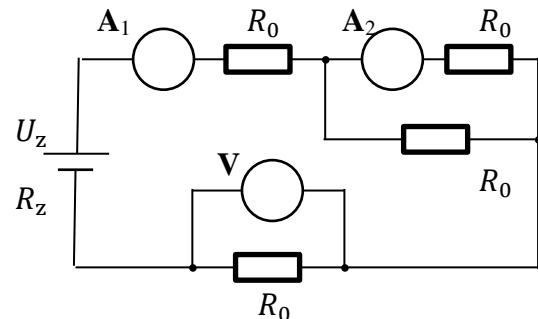
Ezzel a rendszerrel fogunk kísérletezni. Megadjuk a tányér és ráhelyezett nehezékek $m_1 = 1,38$ kg össztömegét, amelynél a rendszer egyenletesen mozog az egyik irányban, illetve a tányér és nehezékek $m_2 = 2,3$ kg össztömegét, amelynél a rendszer egyenletesen mozog az ellenkező irányban, amennyiben a rendszernek egy kicsi kezdeti impulzust¹ adunk az egyik illetve másik irányban.

- Készíts vázlatot, és ábrázd az összes erőt, amely az egyes testekre hat!
- Magyarázd meg, és indokold fizikai érvekkel melyik irányban fog mozogni a rendszer (pl. a ferde síkon felfelé vagy lefelé), amennyiben a tányér és nehezékek össztömege m_1 ill. m_2 !
- Magyarázd meg, és indokold fizikai érvekkel, hogyan fog viselkedni a testek rendszere a kísérletekben, ha a tányér és nehezékek m_i össztömege $m_1 < m_i < m_2$, tehát 1,38 kg és 2,30 kg között lesz!
- Magyarázd meg, és indokold fizikai érvekkel, hogyan fog viselkedni a testek rendszere a kísérletekben, ha a tányér és nehezékek m_i össztömege $m_i < m_1$ vagy $m_i > m_2$, tehát kisebb 1,38 kg-tól vagy nagyobb 2,30 kg-tól!
- Határozd meg a hasáb és ferdesík felszíne között fellépő f súrlódási tényezőt az adott mennyiségekből!²

A fonál tömege elhanyagolhatóan kicsi és párhuzamos a ferdesík felületével. A csiga tömege elhanyagolhatóan kicsi, és a tengelyében fellépő súrlódás szintén elhanyagolhatóan kicsi.

4. Az elektromos áram és feszültség mérése

Az E-3 ábrán látható kapcsolási sémán a négy egyforma $R_0 = 5,0 \Omega$ elektromos ellenállású rezisztoron kívül csatlakoztatva van az áramkörhöz két amperméter, egy voltméter és egy $U_z = 3,0$ V feszültségű, $R_z = 1,0 \Omega$ belső ellenállású áramforrás is.



- Határozd meg az A_1 amperméterrel mért I_1 áramerősséget!
- Határozd meg az A_2 amperméterrel mért I_2 áramerősséget!
- Határozd meg a V voltméterrel mért U feszültséget!

A mérőműszerek ideális műszerek, az amperméterek belsőellenállása elhanyagolhatóan kicsi, a voltméterek ellenállása nagyon nagy.

¹ Az impulzus rövid ideig tartó erőhatás.

² Ha egy test csúszva mozog egy felületen, az f súrlódási tényező fejezi ki, hogy hány-szorosa a test és felület közt fellépő F_t súrlódási erő nagysága, az F_n nyomóerő nagyságának, amellyel a test és felület hat egymásra:

$$F_t = f F_n. \text{ Innen } f = \frac{F_t}{F_n}.$$

5. Elektromos gyorsforraló

Egy teljesen feltöltött $V_0 = 1,7\text{ l}$ térfogatú elektromos gyorsforralóban a $t_1 = 23\text{ °C}$ kezdeti hőmérsékletű víz $\tau = 280\text{ s}$ alatt jött forrásba. A gyorsforraló gazdaságos vízmelegítésű, hatásfoka $\zeta = 93\%$.

- Határozd meg mekkora Q hőt adott le a vízforraló spirál a vízzel teli gyorsforralónak a leírt esetben!
- Határozd meg mekkora Q_1 hőt adott le a gyorsforraló a környezetének!
- Számítsd ki a vízforraló spirál P teljesítményét a forralás közben!
- Számítsd ki a vízforraló spirálban folyó I áramerősséget a víz forralásakor, ha a gyorsforralót $U = 226\text{ V}$ feszültségű áramforrás táplálta!
- Határozd meg a vízforraló spirál R elektromos ellenállását a forralás közben!
- Számítsd ki mekkora volt a W elektromos energiafogyasztás a leírt vízmennyiség felforralásakor!

A víz sűrűsége $\rho = 1000\text{ kg/m}^3$, fajlagos hőkapacitása $C = 4,2\text{ kJ/(kg} \cdot \text{°C)}$.

6. A Feketevág szivattyús vízműve

A feketevági (Čierny Váh) szivattyús vízmű a legnagyobb szivattyús vízművünk, és teljesítményét nézve a legnagyobb vízierőművünk. A felső $V_0 = 3,7 \times 10^6\text{ m}^3$ térfogatú tározó tengerszint feletti magassága $h_1 = 1\,160\text{ m}$, és nincs saját vízhozama. Az elektromos erőmű turbógenerátorai az alsó tározón vannak telepítve, a Feketevágon, $h_2 = 733\text{ m}$ tengerszint feletti magasságban. A vízmű, Szlovákia egyik reprezentációs műszaki és környezetvédelmi alkotása, gyönyörű környezetben helyezkedik el. A szivattyús vízmű kiegészítő szolgáltatást nyújt az elektromos hálózatnak (elektromos teljesítményfeleslegnél vizet szivattyúz az alsó tározóból a felsőbe; csúcspont idejében csöveken vezetik a vizet a felsőtározóból az alsó tározónál telepített generátorokba). A csövekkel biztosított vízhozam $Q = 180\text{ m}^3/\text{s}$, az átlagos évi elektromos áramtermelés pedig $W_0 = 371\text{ GWh}$.

- Határozd meg a feketevági vízmű földrajzi helyzetét! Készíts vázlatot a vízművel és mindkét tározójával!
- Magyarázd el tömören az elektromos vízmű küldetését a víz energiájának elektromos energiává való átalakításában!
- Számítsd ki a felső tározót teljesen feltöltő vízmennyiség E_p helyzeti energiáját az alsó tározó vízszintjéhez viszonyítva!
- Határozd meg az elektromos vízmű P teljesítményét, ha a csövek teljes vízhozamát az elektromos generátorokba vezetik. A víz energiáját $\zeta(\%) = 90\%$ hatásfokkal alakítják át elektromos energiává.
- Számítsd ki, mennyi elektromos energia (W_1) nyerhető ki a teljesen feltöltött felső víztározó vízmennyiségének felhasználásakor!
- Hányszor kell feltölteni a felső víztározót a W_0 elektromos energiamennyiség előállításához?

A gravitációs állandó $g = 10\text{ N/kg}$.

7. A vízcseppek vizsgálata – kísérleti feladat

Minden cseppfolyós test egyszerű részecskékből, molekulákból áll. A cseppfolyós testet kis alakzatokra, cseppekre is felbonthatjuk. Különböző folyadékok cseppjeinek térfogata és tömege eltérő. Megfigyelhetjük, hogy a folyadékok felülete fizikailag úgy viselkedik, mint valamilyen rugalmas hártya. A cseppek igyekeznek megtartani gömb alakjukat. A cseppek elnyúlásának oka a Föld tömegvonzása. Nehézkedés nélküli állapotban, amilyen az űrállomásokon is van, a cseppek és nagyobb alakulatok is megőrzik gömb alakjukat. A vízvezetékben folyó víz vízcseppjeinek tulajdonságait fogjuk vizsgálni.

Segédeszközök:

kicsi és könnyű edény, megfelelő pontosságú mérleg $n \sim 100$ vízcsepp tömegének méréséhez, vízcsap.

Feladatok:

- Tégy javaslatot olyan módszerre (írd le a módszert), amellyel meghatározható egy vízcsepp m_0 tömege!
- Figyeld meg egy vízcsepp kialakulását a vízcsap csőtorkolatán addig a pillanatig, amikor elválik a csőtől!
- Készíts vázlatot a vízcsap csőtorkolatáról, és készíts vázlatot a megfigyeléseid alapján a vízcsepp kialakulásának fázisairól, a vízcsepp kialakulásának kezdetétől a csőtől való elválásáig!
- Határozd meg a lehető legpontosabban, az a) pontban általad javasolt eljárással, egy vízcsepp átlagos m_0 tömegét!
- Tégy javaslatot olyan módszerre (írd le a módszert), amellyel meghatározható a víz σ kapilláris állandója!
- Végez elégséges számú mérést, a mérési eredményeket írd táblázatba, hogy a víz kapilláris állandóját a lehető legnagyobb pontossággal határozhad meg!
- Határozd meg a víz σ kapilláris állandóját az általad javasolt eljárással!

Megjegyzés:

- Egy d keresztmetszetű csőtorkolon egy cseppet $F = \sigma \pi d$ nagyságú erő tart egyensúlyban. Itt σ a víz kapilláris állandója – a csőtorkolat egységnyi hosszúságú peremére számított felfelé ható erő.
- A vízcsepp fokozatosan növeli tömegét, és nő a vízcsepp súlypontjában ható lefelé irányuló nehézségi erő F_g nagysága is.

További információk találhatóak a <http://fo.uniza.sk> a www.olympiady.sk honlapokon.

57. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie E

Autori úloh:	Daniel Klivanec (1–5), Ivo Čáp (6 a 7)
Recenzia a úprava úloh:	Ivo Čáp
Úlohy posúdil:	Milan Ivaška, učiteľ fyziky ZŠ, ul. Energetikov, Prievidza
Preklad:	Aba Teleki
Redakcia:	Daniel Klivanec
	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády
Vydal:	IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2015