

66. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2024/2025

krajské kolo kategória B

text úloh v maďarskom jazyku

1. Nehézségi gyorsulás

A Föld felszínén a nehézségi gyorsulás értéke helyről helyre változik, amit befolyásol például a Föld forgási sebessége vagy a földkéregben található kőzetek. Ezek a hatások rövid időn belül nem változnak. Létezik azonban egy időben gyorsabban változó hatás is, amelyet a Holdnak a Föld körüli mozgása, és a Földnek a Nap körüli keringése idéz elő. Ennek az időbeli változásnak a következményei a dagályjelenségek, például az óceánok apályja és dagályja.

A nehézségi gyorsulásra a Hold gyakorolja a legjelentősebb hatást. Mint ismeretes, naponta kétszer van dagály, 12 óras időközönként. A legnagyobb vízszintemelkedést Kanada északi atlanti partvidékén figyelték meg, ahol az akár 20 métert is elérhet.

A feladat annak meghatározása, hogy mekkora a nehézségi gyorsulás Δg eltérése összehasonlítva a Föld felszínén a Hold felé eső és az attól elforduló oldalakat, a Föld és a Hold középpontját összekötő egyenes mentén.

- Határozzák meg a Föld és a Hold közti gravitációs hatás által okozott Δg_{gp} és Δg_{go} nehézségi gyorsulás-eltérést a Föld Hold felé eső (Δg_{gp}), illetve attól elforduló (Δg_{go}) oldalán.
- Határozzák meg az r_Z sugarát annak a körpályának, amelyen a Föld középpontja a Föld–Hold rendszer tömegközéppontja körül kering, valamint az r_Z/R_Z arányt!
- Határozzák meg a Földnek a Föld–Hold tömegközéppont körüli keringéséből származó Δg_{np} és Δg_{no} nehézségi gyorsulás-eltérést a Holdhoz legközelebbi és legtávolabbi ponton.
- Határozzák meg a Δg teljes nehézségi gyorsulás-eltérést a Föld felszínének Holdhoz legközelebbi és legtávolabbi pontján, amelyet a Hold idéz elő, és hasonlítsák össze ezeket az értékeket a $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ szabványos nehézségi gyorsulással!

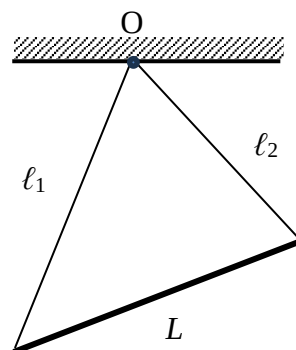
A feladatot oldják meg általánosan, majd a megadott értékekre:

a Föld és a Hold középpontjának távolsága: $R_m = 384 \times 10^3 \text{ km}$, a Föld sugara $R_Z = 6,38 \times 10^3 \text{ km}$, a Föld tömege $M_Z = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$, a Hold tömege $M_M = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$ az univerzális gravitációs állandó $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

Tegyük fel, hogy a Föld és a Hold körpályán keringenek közös tömegközéppontjuk körül!

2. Függő rúd

Egy *homogén*, vékony rúd, amelynek tömege m , hossza L , két végénél egy-egy fonállal van felfüggesztve. A fonalak hossza ℓ_1 és ℓ_2 , a fonalak felső vége az állványhoz az O közös pontban van rögzítve (lásd B2–1 ábrát).



B2–1 ábra

- Készítsenek rajzot az egyensúlyi helyzetben lévő rendszerről, jelöljék be a rúdra ható erőket, és tüntessék fel a tömegközéppont helyét!
- Határozzák meg mekkora α szöget zár a rúd egyensúlyi helyzetben a vízszintessel!
- Mekkora távolságban van a rúd tömegközéppontja az O felfüggesztési ponttól?
- Határozzák meg a fonalakban fellépő feszítőerőket az egyensúlyi helyzetben!

A rudat kis szögben kitérítjük az O ponton áthaladó, a rúd és a fonalak által meghatározott függőleges síkra merőleges tengelye körül. Elengedve a rendszert, a rúd az egyensúlyi helyzete körüli rezgőmozgást végez.

- Határozzák meg a rúd rezgőmozgásának T periódusát a rajz síkjában történő lengésekkor!

A feladatot oldják meg általánosan, majd az alábbi adatokkal: $m = 2,0 \text{ kg}$, $L = 80 \text{ cm}$, $\ell_1 = 90 \text{ cm}$, $\ell_2 = 60 \text{ cm}$, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

A fonalak tömege elhanyagolhatóan kicsi a rúd tömegéhez viszonyítva.

Megjegyzés: a rúd tehetetlenségi nyomatéka arra a tengelyre, amely merőleges a rúdra és a tömegközépponton halad át $J_0 = (1/12)mL^2$.

Kis szögekre érvényes közelítések: $\sin \varphi \approx \varphi$, $\cos \varphi \approx 1 - (1/2)\varphi^2$.

3. Páratartalom a légkörben

Meteorológiai ballonok segítségével megállapították, hogy a troposzférában körülbelül 10 km-es magasságig a hőmérséklet lineárisan csökken a magassággal. A csökkenés mértéke körülbelül $k = 6,0 \text{ }^\circ\text{C/km}$. Ellentétben az oxigénnel és a nitrogénnel, amelyek nagy magasságokba is eljutnak, a vízmolekulák nem érik el az ilyen magas rétegeket. Ennek oka, hogy a vízgőz nyomásának csökkenésével kondenzáció lép fel, és a víz csapadék formájában visszajut a földre.

Tegyük fel, hogy a légkör állandósult állapotban van, nincs légmozgás. A földfelszín felett a levegő hőmérséklete $t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, relatív páratartalma $\eta = 60 \%$, vagyis a vízgőz parciális nyomása a telített gőz nyomásának 60%-a ezen a hőmérsékleten.

- Határozzák meg az egységnyi térfogatú (1 m^3) $t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű telített vízgőzben a vízmolekulák közötti a átlagos távolságot, a molekulák N számát, valamint a víz tömegét (m)!
- Írják fel a vízgőz ρ_v sűrűségére és parciális nyomásának dp_v változására vonatkozó összefüggést kis dh magasságkülönbség esetén! Határozzák meg a vízgőz parciális nyomásának $p_v(h)$ függését a magasság h függvényeként!
- Az alábbi táblázat a víz p_n telített gőznyomásának értékeit tartalmazza különböző hőmérsékleteken. Egészítsék ki a táblázatot: számítsák ki a megfelelő h magasságokat az adott hőmérsékletekhez, és töltsék ki az egyes magasságokhoz tartozó vízgőznyomás p_v értékeit!

$t/^\circ\text{C}$	2	4	6	8	10	12	14	16	18		20
p_n/Pa	706	813	935	1073	1228	1402	1598	1817	2063		2337
h/m											0
p_v/Pa											1402

- Rajzolják (kézzel, de a lehető legpontosabban) meg a grafikont – a táblázat adatai alapján – amelyben egyszerre tüntetik fel a vízgőz p_v parciális nyomását és a telített gőz p_n nyomását a h földfelszín feletti magasság függvényeként! Határozzák meg, a grafikon alapján? azt a h_m magasságot, ahol megkezdődik a felhőképződés!

A feladatot oldják meg általánosan, majd a mennyiségek következő értékeire:

moláris gázállandó $R = 8,31 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)}$, Boltzmann-állandó $k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$, gravitációs gyorsulás $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, a víz moláris tömege: $M_m = 18,0 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$

Megjegyzés: $\int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{x-a} = \ln \frac{x_2-a}{x_1-a}$.

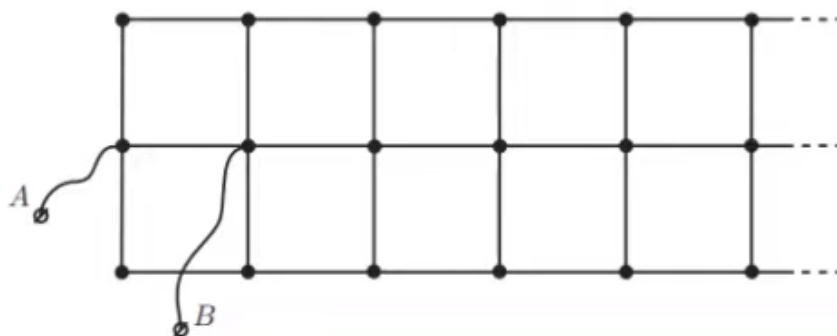
Tételezzék fel, hogy a vízgőzre érvényes az ideális gázok állapotegyenlete!

4. Elektromos áramkör

A B2–2 ábra egy ellenálláshálót ábrázol, amely ellenállásvezetőkkel összeállított négyzetekből épül fel. Két szomszédos csomópont közötti vezető ellenállása R . A hálózat A és B csomópontjára elektromos áramforrást kapcsolunk, amelynek feszültsége U .

- Alakítsák át és rajzolják újra a hálózatot oly módon, hogy az ellenállásvezetőket ellenállás szimbólumok helyettesítik!
- Határozzák meg az áramforráson átfolyó I áramot!

A hálózatot tekintsék végtelen kiterjedésűnek! A megoldás során használják ki a hálózat hosszirányú szimmetriáját!



B2–2 ábra

Fizikálina olimpiáda – 66. ročník – úlohy krajského kola kat. B

Návrh a úprava úloh:	Lubomír Konrád, Ivo Čáp
Recenzia úloh:	Lubomír Mucha, Aba Teleki
Redakcia:	Ivo Čáp
Úlohy preložil:	Aba Teleki
Vydalo:	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády Národný inštitút vzdelávania a mládeže Bratislava 2025