

66. ročník Fyzikální olympiády
v školskom roku 2024/2025
domáce kolo kategória B
text úloh v maďarskom jazyku

1. Lyuk a hordóban

A műhelyben egy nagy, függőleges, henger alakú D alapátmérőjű hordóba, amely magassága H , ρ sűrűségű gázolajat öntöttek – a gázolaj a hordót h_0 magasságig töltötte meg. A hordó felső széléhez egy sík fedelet rögzítettek, amely légmentesen lezárta a hordót. A hordó alján egy kisméretű, d átmérőjű, kör alakú nyílást vágtak ($d \ll D$), amelyen keresztül a gázolaj kezd kifolyni.

- a) Határozzák meg a gázolaj kezdeti Q_{V_0} térfogatáramát közvetlenül a nyílás megnyitása után!
- b) Határozzák meg a gázolaj V_{nc} térfogatát, amely kifolyik a hordóból, ha a nyílást nyitva hagyják! Mekkora η hányadát képezi ez a térfogat, az eredetileg a hordóban levő gázolaj V_{n0} térfogatának?
- c) Határozzák meg a gázolajsínt h_1 magasságát a hordóban, amikor a kifolyó gázolaj térfogatárama $Q_{V_1} < Q_{V_0}$ értékre csökken!

A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: $D = 80$ cm, $H = 200$ cm, $\rho = 800$ kg · m⁻³, $h_0 = 150$ cm, $d = 15$ mm, a légköri nyomás $p_0 = 100$ kPa, $g = 9,81$ m · s⁻², $Q_{V_1} = 30$ liter/min.

Tételezzék fel, hogy ideális folyadékról van szó (ne vegyék figyelembe a viszkozitást), és hogy a hordó alján lévő nyíláson keresztül a gázolaj kifolyása során nem kerül levegőbuborék a hordóba. A műhely és a hordó belső hőmérséklete állandó, 20 °C.

2. A Hold

Egy gimnáziumi diák szívesen figyeli meg a világűrt, és élvezettel old meg különböző, szokatlan fizikai problémákat. Mérésből már ismerte mennyi idő telik el két egymást követő telihold közt (szinódikus hónap), de úgy döntött, hogy ezt az időt anélkül határozza meg, hogy kivárná a teliholdtól teliholdig eltelő teljes időt.

A következő információkat használta fel: egy év 365,25 napig tart, és egy nap 24 órából áll, a Hold átmérője $D_M = 3\,476$ km, a Föld átmérője $D_Z = 12\,756$ km, a Hold és a Föld tömegének aránya $p = 0,0123$, a gravitációs tér intenzitása a Föld felszínén (a gravitációs gyorsulás) $g = 9,81$ N · kg⁻¹.

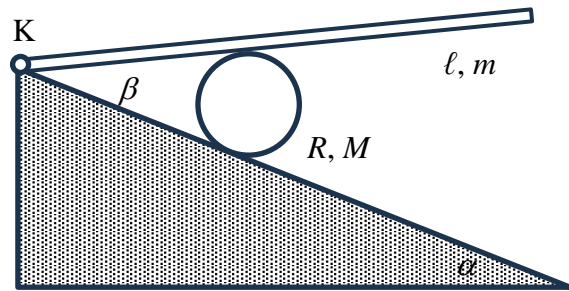
Ezután elővette a fényképezőgépét, amelynek fókusztávolsága 55 mm, és teliholdkor lefényképezte a Holdat a fényképezőgép félvezető chipjére, amelynek méretei $22,3 \times 14,9$ mm. A felvételt kinyomtatta egy $183,8 \times 122,8$ mm-es fotóra, és megmérte a Hold képének átmérőjét a fotón – ez $d = 4,1$ mm volt.

- a) Mekkora Hold-Föld távolságot számított ki ezekből az adatokból?
- b) A Hold és a Föld a közös tömegközéppontjuk körül keringenek. Mekkora a Hold r_M körpályájának sugara, , a Föld-Hold rendszer tömegközépponti rendszerében?
- c) Határozzák meg a Hold sziderikus (csillagokhoz viszonyított) keringési idejét!
- d) Határozzák meg a Hold T_M szinódikus keringési idejét (a földi megfigyelőhöz viszonyítva).

A fényképezőgép objektívjét tekintsek vékony lencsének. A Föld-Hold távolságra való tekintettel a Föld és a Hold sugarát elhanyagolhatónak vehetjük.

3. Statikus egyensúly

Egy homogén, ℓ hosszúságú és m tömegű rudat egy α dőlésszögű lejtő felső végéhez rögzítünk a K csuklóval, amely vízszintes tengelye körül szabadon elfordulhat. A rúd és a lejtő közé egy homogén, R sugarú és M tömegű hengert helyezünk (lásd B-1. ábrát). A henger és a rúd közötti súrlódási tényező f_1 , míg a henger és a lejtő közötti súrlódási tényező f_2 .



B-1 ábra

- Rajzolják be az ábrába a hengerre és a rúdra ható erőket!
- Fejezzék ki a henger és a lejtő, valamint a henger és a rúd közötti súrlódási erőket és nyomóerőket, ha a testek statikai egyensúlyban vannak!
- Határozzák meg a β szög azon tartományát, amelyben a henger statikus egyensúlyban marad! Oldják meg grafikus módszerrel, az adott mennyiségeket a β szög függvényeként ábrázolva!
- Határozzák meg, hogy a henger egyensúlyban marad-e a következő szögeknél: $\beta_1 = 10^\circ$, $\beta_2 = 30^\circ$, $\beta_3 = 50^\circ$, és $\beta_4 = 60^\circ$!

Az a) és b) részfeladatokat oldják meg általánosan, míg a c) és d) részfeladatokat az alábbi értékekkel: $m = 1,20 \text{ kg}$, $M = 400 \text{ g}$, $\ell = 80 \text{ cm}$, $R = 10 \text{ cm}$, $\alpha = 30^\circ$, $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $f_1 = 0,60$, $f_2 = 0,55$.

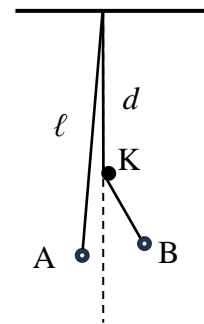
4. Az inga és az akadály

Egy kis acélgolyó lóg egy vékony fonálon. Kicsit kitérítve az egyensúlyi helyzetéből, a golyó T_0 periódusidővel leng az egyensúlyi helyzete körül.

- Határozzák meg a fonal ℓ hosszát!

Ezután, a felfüggesztési pont alá, attól d távolságban, egy vízszintes rudat helyezünk el (lásd a B-2 ábrát), amely megakasztja a fonalat a golyó mozgása közben.

- Mekkora φ_1 szöggel téríthetjük ki a fonalat az A pozícióba úgy, hogy az akadály mögött a fonál a függőlehhel $\varphi_2 < \varphi_1 = 5^\circ$ szöget zárjon? Határozzák meg a golyó T_1 periódusidejét ebben az esetben!
- Határozzák meg az A pozíció maximális φ_3 kitérítési szögét, hogy a golyó az elengedése után periodikus mozgást végezzen!
- Határozzák meg az A pozíció kezdeti φ_4 kitérítési szögét, amelynél a golyó körpályán halad át a K akadály felett!



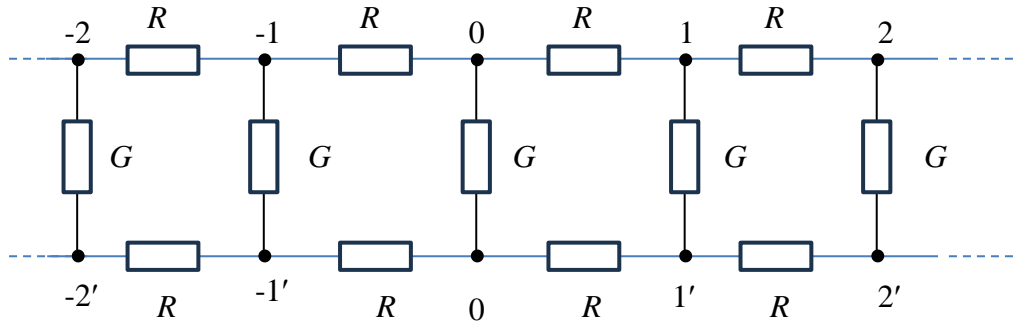
B-2 ábra

A feladatot oldják meg általánosan, majd az alábbi értékekkel: $T_0 = 1,00 \text{ s}$, $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $d = 15 \text{ cm}$!

Ne vegyék figyelembe a golyó méretét, a rúd átmérőjét és a fonál tömegét!

5. Ellenálláslánc

Egy hosszú elektromos vezeték, amelyen állandó áram folyik, helyettesíthetünk (megközelítőleg) egy hosszú ellenálláslánccal (lásd B-3 ábrát). A láncban lévő R ellenállású rezisztorok a vezeték ellenállását modellezzik, míg a G vezetőképességű ellenállások a vezeték közötti keresztirányú áramszivargást. A lánc minden egyes eleme a vezeték egy $L = 1,0$ km hosszú szakaszát képviseli.



B-3 ábra

A $0-0'$ csomópontok közé egy ideális, állandó U_0 feszültségű áramforrást csatlakoztatunk.

- Mekkora I_0 áramot és mekkora P teljesítményt ad le az áramforrás a vezetéknek.
- Mekkora (U_n) a feszültség ℓ távolságra az áramforrástól?
- Számítsák ki az áramforrás által a jobb oldali ágnak leadott P_1 teljesítményt, és hogy ennek a teljesítménynek hány százaléka (k %-ban kifejezve), alakul hővé a $0-0'$ csomóponttól számított ℓ hosszúságú vezetékszakaszon.

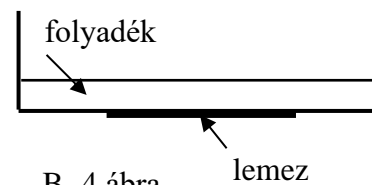
Oldják meg a feladatot általánosan, majd az alábbi értékekre: $U_0 = 400$ V, $R = 0,12$ Ω , $G = 2,1$ mS, $\ell = 10$ km.

6. Elektrosztrikció

Az elektrosztrikció egy olyan fizikai jelenség, amely során a külső elektromos tér hatására a dielektrikumok deformálódnak. Ezt a jelenséget például a pásztázó alagútmikroszkóp tűjének finom, nanométeres pontosságú beállításához vagy ultrahang generálásához használják, amikor egy kristályt váltakozó elektromos térbe helyeznek.

Példaként vizsgálják meg milyen hatással van az elektromos tér egy dielektrikus folyadék szintjére egy edényben!

Egy üvegtál alján, amely nagyon vékony, vízszintes és átmérője D , egy, kör alakú $d < D$ átmérőjű vezető lemez van elhelyezve (lásd B-4 ábrát). Az edénybe egy vékony réteg dielektrikus folyadékot öntünk, amelynek vastagsága $h \ll d$ és relatív permittivitása ϵ_r .



B-4 ábra

Ezután a lemezt Q elektromos töltéssel töljük fel. Az egyszerűség kedvéért tételezzék fel, hogy a töltés a lemezen egyenletesen oszlik el!

Határozzák meg, hogyan befolyásolja a töltés jelenléte a folyadékszintet az edényben, és számítsák ki a folyadékréteg vastagságának változását a lemez felett!

Tegyük fel, hogy a lemez feletti folyadékban az elektromos tér homogén, míg a lemezen kívüli részben az elektromos tér nulla!

Oldják meg a feladatot általánosan, majd az alábbi mennyiségekre:

A folyadék sűrűsége $1,00 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, a folyadék relatív permittivitása: $\epsilon_r = 81$, $D = 100 \text{ mm}$, $d = 60 \text{ mm}$, az elektromos állandó $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$, a gravitációs gyorsulás: $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, a töltés: $Q = 100 \text{ nC}$.

A tál fenekén lévő üvegréteg hatását ne vegyék figyelembe!

7 Avogadro-állandó – kísérleti feladat

Az Avogadro-állandó értékének kísérleti igazolása elektrolízis és galvánbevonat segítségével.

- Vezessék le az elektrolízis 1. Faraday-törvényét, és fejezzék ki az Avogadro-állandót a katódon kivált fém tömegének segítségével!
- Mérjék meg az elektrolízis során a katódon kivált fém tömegét, és határozzák meg az Avogadro-állandót!

Eljárás:

- Készítsenek réz-szulfát (CuSO_4), azaz rézgalic vizes oldatot, kb. 1 mol/liter moláris koncentrációval!
- Készítsenek elő két fém elektródát – lehetőség szerint két réz-, alumínium- vagy rozsdamentes acéllemez legyen, nagyjából 5 cm \times 8 cm méretben (használhatóak összetettebb formájú fém elektródák is).
- Az elektródákat gondosan tisztítsák meg, és mérjék meg a katód tömegét laboratóriumi mérlegen mg pontossággal!
- Az elektródákat krokodilcsipeszekkel csatlakoztassák egy állandó feszültségű áramforráshoz, majd helyezték azokat az oldatba úgy, hogy a csipeszek az oldat felszíne felett maradjanak!
- Becsüljék meg a katód oldatba merített részének felületét, és határozzák meg mekkora I áramnak kell folynia az áramkörben, hogy az elektróda felületén a fajlagos áramerősség 20 – 50 mA/cm² legyen!
- Az elektródákat reosztáton és ampermérőn keresztül csatlakoztassák az áramforráshoz, állítsák be a kiszámított áramerősséget (I), és tartsák ezt állandó értéken az elektrolízis teljes időtartama alatt!
- Határozzák meg azt a t időtartamot, amely a meghatározott I áramerősség mellett szükséges legalább 100 mg réz kiválasztásához, ha az alkalmazott mérleg mérési pontossága 1 mg, és ha ismerik a réz egy atomjának m_{Cu} tömegét és a Cu^{++} rézion vegyértékét!
- Vezessék át a kiszámított I áramerősséget az elektrolit oldaton a meghatározott t ideig!
- Az áram kikapcsolása után vegyék ki a katódot, öblítsék le enyhe vízszaggal, majd szárítsák meg úgy, hogy a kivált réz ne kopjon le (lehetőleg hajszárítóval szárítva)!
- Ezután mérjék meg a katód tömegét, és határozzák meg a kivált réz m tömegét!

Számítsák ki az Avogadro-állandó értékét a mérés során meghatározott I , t és m mennyiségek segítségével! Hasonlítsák össze a kiszámított értéket a táblázati értékkel (az SI egységrendszerben definiált értékkel), és számítsák ki a számított érték relatív eltérését a táblázati értéktől.

Fizikálna olimpiáda – 66. ročník – úlohy domáceho 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 2024