Fyzikálna olympiáda
68. ročník - 2026/27

Kategória B

Text úloh domácej prípravy v maďarskom jazyku
Úvodné texty k témam odporúčame pozrieť v slovenskom texte

1. Nyári napforduló

Már az ókor óta jelentős népünnepély volt a napforduló megünneplése, amely a keresztény hagyományban Szent Iván éjszakájához (június 24.) kapcsolódott. A nyári napforduló azonban már június 21-én bekövetkezett. Miért van ez az eltérés?

A néphagyományban a napforduló ünneplése a legkésőbbi alkonyathoz, a látszólag leghosszabb naphoz kapcsolódott (a napkeltétől napnyugtáig tartó időt értve ezen). A Nap megfigyelése során már az ókori csillagászok is észrevették, hogy a napnyugta időpontja a napforduló után még néhány napig egyre későbbre tolódik. Ugyanakkor a napkelte időpontja is későbbre tolódik, mégpedig nagyobb mértékben, ezért a nappal hossza csökken. Csak néhány nappal a napforduló után válik meghatározóvá a nappal rövidülése a napnyugta időpontjának alakulásában, így a Nap egyre korábban kezd lenyugodni.

Mint kiderült, a napforduló és a legkésőbbi napnyugta időpontja közötti eltérés az időmérés kétféle módjával magyarázható. Az ókortól kezdve az időt a Nap helyzete alapján mérték. Ezt valódi napidőnek (PSČ) nevezzük. Mi viszont egyenletes járású órákkal mérjük az időt, az úgynevezett középnapidőt (SSČ). Míg a középnapidő szerint egy teljes nap hossza 24×3600 másodperc, addig a valódi napidő szerint a nap hosszát a Napnak a helyi délkörön (meridiánon) történő két egymást követő áthaladása közötti idő határozza meg. A kétféle időmérés közötti különbség abból adódik, hogy a Föld Nap körüli keringése nem egyenletes, és a Föld forgástengelyének az ekliptikához viszonyított hajlása is szerepet játszik. A középnapidőt ezzel szemben úgy határozzuk meg, mintha a Föld állandó sebességgel, körpályán keringene a Nap körül.

a) Mint tudjuk, a Föld ellipszispályán kering a Nap körül. Keressétek meg az interneten a Föld és a Nap közötti legnagyobb $r_{\max}$ és legkisebb $r_{\min}$ távolságot, valamint a Föld Nap körüli keringési idejét, T_{Z}-t! E három érték segítségével határozzátok meg a Föld v_{s} sebességét a helyettesítő körpályán, valamint a Föld legkisebb $v_{\min}$ és legnagyobb $v_{\max}$ sebességét az elliptikus keringési pályán.

Történelmileg az egyórás időtartamot a hatvanas számrendszer felhasználásával vezették be, amelyben többek között a 12-es számnak (egy tucatnak) is fontos szerepe volt. A napot és az éjszakát a napéjegyenlőség idején 12 egyenlő nappali és 12 egyenlő éjszakai időszakra osztották. Hasonlóképpen az évet is 12 időszakra, hónapra osztották. Az órát 60 egyenlő kis részre, percre osztották (latinul a *minutus* jelentése „kicsi”), majd ezeket másodszor is 60 egyenlő részre osztották, így kapták a másodperceket (latinul a *secundus* jelentése „második”).

Így határozták meg a középnap hosszát: $T_{\mathrm{ds}} = 1\ \mathrm{d} = 24\ \mathrm{h}$, ahol egy napon a Nap helyi délkörön történő két egymást követő áthaladása közötti átlagos időt értjük.

b) Határozzátok meg azt a T_{r} időt, amely alatt a Föld a távoli csillagokhoz viszonyítva teljes, 360°-os fordulatot tesz meg a saját forgástengelye körül (sziderikus forgási idő)!

A Föld elliptikus pályán történő keringése következtében a valódi nap hossza az év során változik.

c) Határozzátok meg a valódi nap és a középnap hossza közötti legkisebb és legnagyobb eltérést az év során, amelyet a Föld elliptikus pályán történő keringése okoz! Állapítsátok meg, mikor következnek be ezek a szélsőértékek!

Megj.: Más hatásokat, például a Föld forgástengelyének az ekliptikához viszonyított hajlását, ne vegyétek figyelembe!
A számításokhoz szükséges fizikai mennyiségek számértékeit megbízható információforrásokból keressétek ki!
A számításokhoz szükséges fizikai mennyiségek számértékeit megbízható információforrásokból keressétek ki.

2. Fázisátalakulások
A fázisátalakulások során fontos szerepet játszik az átalakulási hő, amely az anyag fázisának megváltozásakor szabadul fel vagy nyelődik el.

A fizikai táblázatokban (vagy az interneten) megtalálhatjátok a moláris átalakulási hők értékeit a víz hármaspontjának közelében, ahol a hőmérséklet $t_\mathrm{T} = 0{,}01\ °\mathrm{C}$, a nyomás pedig $p_\mathrm{T} = 611{,}7\ \mathrm{Pa}$. A víz moláris fagyáshője $L_\mathrm{tT} = 6{,}01\ \mathrm{kJ/mol}$, szublimációs hője $L_\mathrm{sT} = 51{,}06\ \mathrm{kJ/mol}$, párolgáshője pedig $L_\mathrm{vT} = 45{,}05\ \mathrm{kJ/mol}$.

A hármaspont közelében az átalakulási hők értékeit állandónak tekinthetjük. Ha azonban például a víz forrását vizsgáljuk $100\ °\mathrm{C}$ hőmérsékleten, normál légköri nyomáson (101,325 kPa), figyelembe kell vennünk a párolgáshő hőmérsékletfüggését. A párolgáshő értéke $t_{100} = 100\ °\mathrm{C}$ hőmérsékleten $L_{\mathrm{v}100} = 40{,}68\ \mathrm{kJ/mol}$.

A párolgáshő hőmérsékletfüggése meglehetősen bonyolult, de a hármasponttól $100 - 120\ °\mathrm{C}$-ig terjedő hőmérséklet-tartományban megfelelő pontossággal közelíthető lineáris függvénnyel.

a) Fejezzétek ki a víz L_v moláris párolgáshőjét a hőmérséklet lineáris függvényeként a megadott hőmérséklet-tartományban!

Az egyes fázisok közötti egyensúly feltételeit a fázisdiagram szemlélteti. Ez megadja azt a p nyomást és t hőmérsékletet, amelyen a különböző fázisok egyensúlyban vannak egymással. A fázisdiagram görbéit a Clausius–Clapeyron-egyenlet írja le.

b) Ismerkedjetek meg a Clausius–Clapeyron-egyenlettel, és ennek segítségével vezessétek le a víz fázisdiagramja mindhárom ágának $p - t$ összefüggését! Az így kapott összefüggések alapján szerkesszétek meg a víz fázisdiagramját abban a hőmérséklet-tartományban, amelyben az L_v párolgáshőt lineáris függvénnyel közelítettük, az L_t fagyáshőt és az L_s szublimációs hőt pedig állandónak tekintettük! Készítsetek három grafikont különböző léptékekkel, hogy a fázisdiagram mindhárom ágának jellegzetes tulajdonságai jól láthatók legyenek.

Végül következzen egy kísérlet, amely a felhők keletkezését modellezi.

c) Egy hengerben mozgatható dugattyúval levegőt zárunk be. A levegő relatív páratartalma $h = 60\ \%$, hőmérséklete pedig $t_0 = 20\ °\mathrm{C}$. A dugattyú gyors elmozdításával adiabatikusan megnöveljük a levegő térfogatát.

Milyen arányban kell megnövelnünk a levegő térfogatát ahhoz, hogy a henger belsejében köd jelenjen meg?

A feladat megoldásához használjatok számítógépes eszközöket, és kérhettek segítséget a mesterséges intelligenciától is.

3. Töltött gömb vezető lemez közelében

Egy ℓ hosszúságú, vékony, nem vezető fonálra egy r sugarú, kisméretű, homogén alumíniumgömböt függesztünk. Ha a fonalat a gömbbel együtt kis szöggel kitérítjük az egyensúlyi helyzetéből, majd elengedjük, a gömb lengeni kezd az egyensúlyi helyzete körül.

a) Határozzátok meg a gömb lengéseinek f_0 frekvenciáját!

Nagyfeszültségű áramforrás, például Wimshurst-féle influenciagép vagy Van de Graaff-generátor segítségével a gömböt V_0 potenciálra töltjük fel egy távoli, nagyméretű, függőleges, földelt vezető lemezhez viszonyítva.

b) Határozzátok meg a távoli lemezhez viszonyítva V_0 potenciálú gömb Q töltését!

A felfüggesztett, Q töltésű gömbhöz lassan egy függőleges vezető lemezt közelítünk, amíg a gömb középpontja és a lemez közötti távolság d nem lesz. A lemez közelítése közben a fonál a gömbbel együtt kitér eredeti függőleges helyzetéből.

A következő feladatrészekben feltételezzük, hogy a lemez és a gömb közötti távolság lényegesen nagyobb a gömb sugaránál, $r \ll d$, ezért a gömböt Q töltésű pontszerű részecskének tekinthetjük.

c) Adjatok meg összefüggést annak az F_e erőnek a nagyságára, amellyel a vezető lemez hat a töltött gömbre!. Állapítsátok meg, hogy az erő vonzó vagy taszító!

d) Mekkora az a legkisebb d_m távolság, amelyre a lemezt a gömbhöz közelíthetjük anélkül, hogy a gömb hozzáérne a lemezhez? Határozzátok meg a gömb $x_{0\mathrm{m}}$ elmozdulását az eredeti egyensúlyi helyzetéből, amikor a gömb középpontja és a lemez közötti távolság eléri a d_m értéket.

e) Ha a lemez és a gömb közötti távolság $d \gg d_\mathrm{m}$, a gömb az új egyensúlyi helyzete körül a lemezre merőleges irányban lenghet. Határozzátok meg a lengések f frekvenciáját $d = 2d_\mathrm{m}$ esetén.

A feladatot először általánosan oldjátok meg, majd számítsátok ki az eredményeket a következő adatokkal:

$\ell = 100\ \mathrm{cm}, g = 9{,}81\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}, r = 720\ \mathrm{mm}, V_0 = 10{,}0\ \mathrm{kV}$, az alumínium sűrűsége $\rho = 2{,}7 \times 10^3\ \mathrm{kg \cdot m^{-3}}$.

A feladat megoldása során tételezzétek fel, hogy a lemez méretei nagyon nagyok, ezért a felülete végtelen síknak tekinthető!

Útmutatás: A c)–d) feladatrészekben feltételezzétek, hogy a fonál függőleges helyzettől mért φ kitérési szöge nagyon kicsi, $\varphi \ll 1$ rad. Ezért alkalmazhatjátok a kis szögekre érvényes közelítő trigonometrikus összefüggéseket.

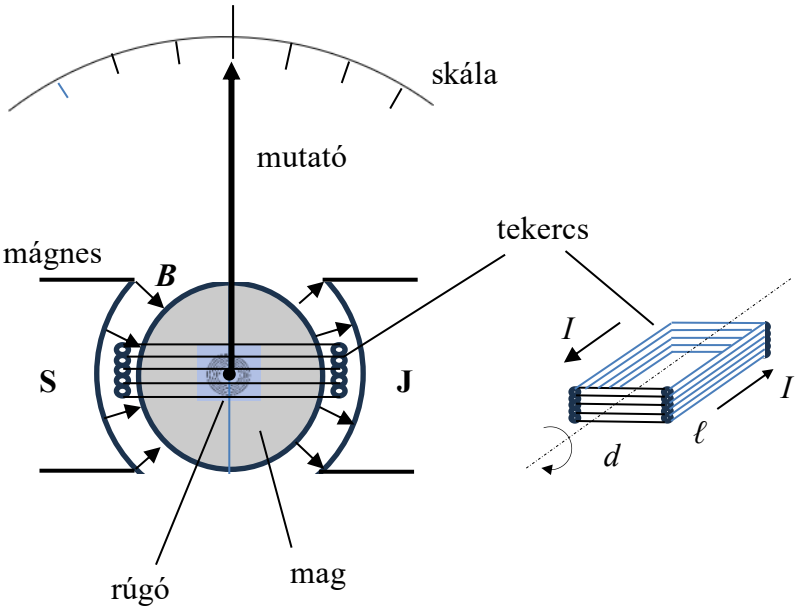
Az átalakítások során felhasználhatjátok a következő közelítő összefüggést is:

$(1 + x)^\mathrm{n} \approx 1 + nx$, ha $x \ll 1$.

4. Galvanométer

Napjainkban korszerű, félvezető alapú integrált áramköröket tartalmazó elektronikus mérőműszereket használunk. Ezek egyik legegyszerűbb képviselője a multiméter. Nem is olyan régen azonban még analóg, mutatós mérőműszereket alkalmaztak. A legérzékenyebb áramjelző műszerek közé tartozik a galvanométer. Elsősorban nullindikátorként használták, például a Wheatstone-híd kiegyenlítésekor. A galvanométer működésének alapelvét az ábra szemlélteti.





B–1 ábra

A műszer működése a mágneses térnek a forgatható tekercsre gyakorolt erőhatásán alapul. A hengeres kivágásokkal kialakított mágnes és a ferromágneses mag segítségével olyan légrést hoznak létre, amelyben B mágneses indukciójú, tengelyirányú mágneses tér alakul ki.

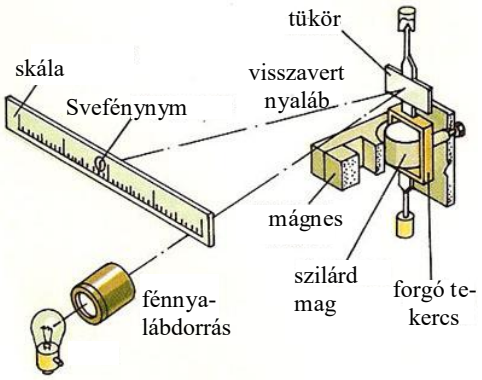
A mágneses térben egy N menetszámú, téglalap alakú kerettekercs helyezkedik el, amely a rendszer tengelye körül elfordulhat. A tekercs mérete a forgástengelyre merőleges irányban d, a tengely irányában pedig ℓ. A tekercs elfordulását a hozzá mereven rögzített mutató jelzi.

A tekercs elektromosan csatlakozik a műszer bemeneti kapcsaihoz, ezért rajta a műszer I bemeneti árama folyik át. A tekercs nullhelyzetből történő kitérésével szemben egy kis spirálrugó fejt ki visszatérítő forgatónyomatékot. A rugó direkciós nyomatéka D.

a) Írjátok fel a tekercsre ható M forgatónyomaték összefüggését, ha a tekercsen I áramerősségű áram folyik át!

b) Határozzátok meg a galvanométer k érzékenységét °/µA egységben (fok/mikroamper)!

Láthatjuk, hogy a galvanométer az áram irányát is képes megkülönböztetni. A nagy érzékenységet úgy is elérték, hogy a mutató helyett egy kis tükröt erősítettek a forgástengelyre, amelyre fénysugarat irányítottak. A tükörről visszaverődő fénysugár egy több méter távolságban elhelyezett vetítőfelületre vetült (lásd a B–2 ábrát).



B–2 ábra

c) Határozzátok meg a tükrös galvanométerrel még kimutatható legkisebb I_m áramerősséget, ha a fénypont $x_\mathrm{m} = 10$ mm-rel mozdul el az $L = 2{,}0$ m távolságban elhelyezett skálán!

Az eredményeket először általános alakban adjátok meg, majd számítsátok ki a következő adatokkal:

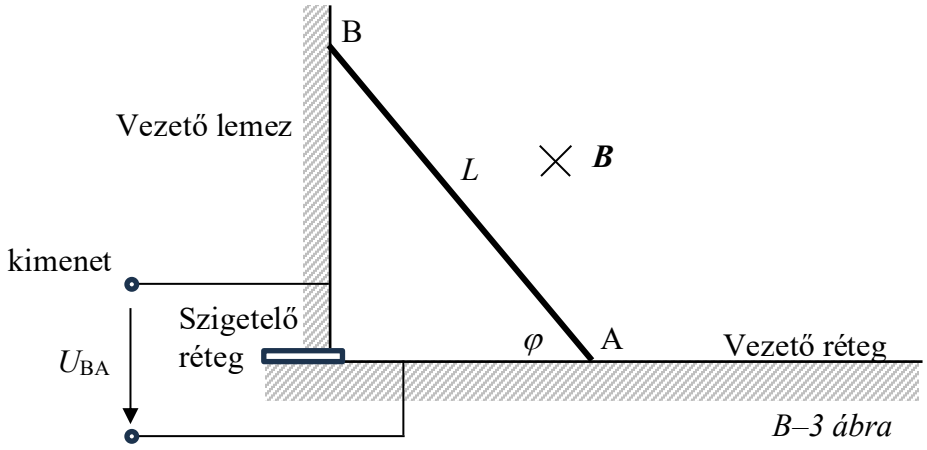
$B = 700\ \mathrm{mT}, N = 15, \ell = 25\ \mathrm{mm}, d = 20\ \mathrm{mm}, D = 21\ \mathrm{nN \cdot m/rad}.$

Ügyeljetek a mértékegységek átváltására, különösen a szögek fokban és radiánban megadott értékei közötti átváltásra!

5.Rúd a mágneses térben

Tekintsük az ábrán látható elrendezést. Egy vízszintes és egy függőleges, elektromosan vezető lemez között L hosszúságú, m tömegű vezető rúd helyezkedik el. A rúd alsó, A jelű vége a vízszintes lemezen, felső, B jelű vége pedig a függőleges lemezen mozog. A két lemezt vékony szigetelőréteg választja el egymástól, így elektromosan el vannak szigetelve egymástól.

Feltételezzük, hogy a rúd és a lemezek közötti mindkét érintkezés, valamint maguk a lemezek is tökéletesen vezetők. A rúd és a lemezek közötti súrlódás elhanyagolható.



B–3 ábra

A rúd homogén, B mágneses indukciójú mágneses térben mozog. A mágneses tér mindkét lemezzel párhuzamos.

A két vezető, egymástól elektromosan elszigetelt lemezhez nagy bemeneti ellenállású mérőműszer csatlakozik, amely rögzíti a lemezek közötti U feszültség időbeli változását.

A kezdetben nyugalomban lévő rúd φ_0 szöget zár be a vízszintes lemezzel. Elengedése után a rúd süllyedni kezd, amíg vízszintes helyzetbe nem kerül.

a) Rajzoljátok be az elrendezést szemléltető ábrába a rúdra közvetlenül az elengedése után ható erők vektorait!

b) Határozzátok meg, mikor szűnik meg a rúd érintkezése a függőleges lemezzel! Feltételezzétek, hogy a rúd a teljes esés során érintkezésben marad a vízszintes lemezzel! Azt is feltételezzétek, hogy miután megszűnt az érintkezése a függőleges lemezzel, az esés hátralévő részében már nem ér hozzá újra!

c) Határozzátok meg a rúd B pontja v_B sebességvektorának nagyságát közvetlenül a vízszintes lemezre érkezés előtt!

d) Határozzátok meg a vezető lemezek (a lemezekhez csatlakozó kimeneti kapcsok) közötti U_{BA} feszültséget a φ szög függvényében! Ábrázoljátok grafikusan a kapott függvényt!

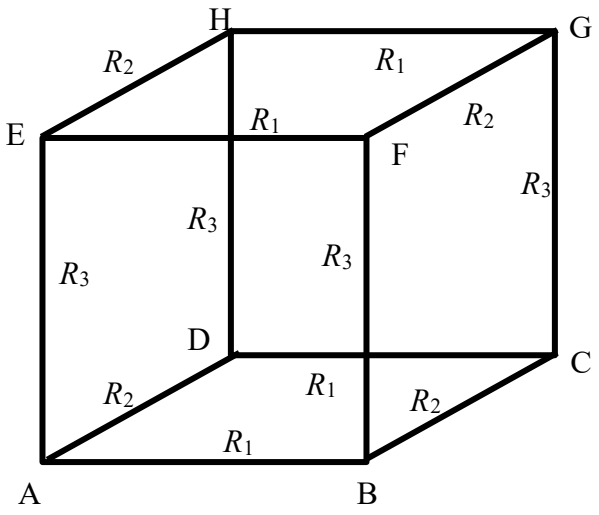
A feladatot először általánosan oldjátok meg, majd számítsátok ki az eredményeket a következő adatokkal:

$L = 50\ \text{cm}, B = 200\ \text{mT}, \varphi_0 = 60°, g = 9{,}81\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$!

6. Atommagok ütköztetése

A fiúk különböző ellenállású vezetőhuzalokból az ábrán látható kockát állították össze. Az AB élhez és a vele párhuzamos összes élhez R_1 ellenállású huzaldarabokat használtak. Az AD élhez és a vele párhuzamos élekhez R_2 ellenállású, az AE élhez és a vele párhuzamos élekhez pedig R_3 ellenállású huzaldarabokat használtak.

Ezután sorban megmérték az ellenállást a kocka különböző csúcsai között.



B–4 ábra

a) Hány különböző ellenállásértéket mértek, és mely csúcsok között?

b) Vezessétek le a kocka AG testátlójának két végpontja közötti R_{AG} eredő ellenállás összefüggését! Mekkora lesz az eredő ellenállás a többi testátló végpontjai között?

c) Határozzátok meg az egyes testátlók végpontjai közötti eredő ellenállás értékét, ha $R_1 = 10\ \Omega, R_2 = 20\ \Omega$ és $R_3 = 50\ \Omega$.

d) Adjatok meg összefüggést az R_{AG} eredő ellenállásra abban az esetben, ha a kocka valamennyi élének ellenállása azonos, R_1.

1. *útmutatás: Javasoljuk, hogy alkalmazzátok Kirchhoff törvényeit az áramkör független csomópontjaira és független hurkaira.*
2. *útmutatás: A következő megállapítást is felhasználhatjátok. Ha a kockát egy síkkal két részre osztjuk, akkor a síkon áthaladó eredő áram nulla, ha az áram bevezetési és kivezetési csomópontja a sík ugyanazon oldalán található. Ha viszont a két csomópont az elválasztó sík ellentétes oldalán helyezkedik el, akkor a síkon áthaladó eredő áram megegyezik a bevezetett árammal. (Ez Kirchhoff I. törvényének egy változata.)*

Megjegyzés: A házi felkészülés során – de nem e feladat részeként – próbáljátok meg kiszámítani az eredő ellenállást egy lapátló két végpontja, valamint egy él két szomszédos csúcsa között is. Vizsgáljátok meg például az R_{AC} és R_{AB} ellenállásokat különböző R_1, R_2 és R_3 értékek esetén, vagy ha $R_2 = R_3 \neq R_1$, illetve ha a kocka valamennyi élének ellenállása azonos!
A számítások során használjátok ki az elektromos hálózat különböző szimmetriáit!

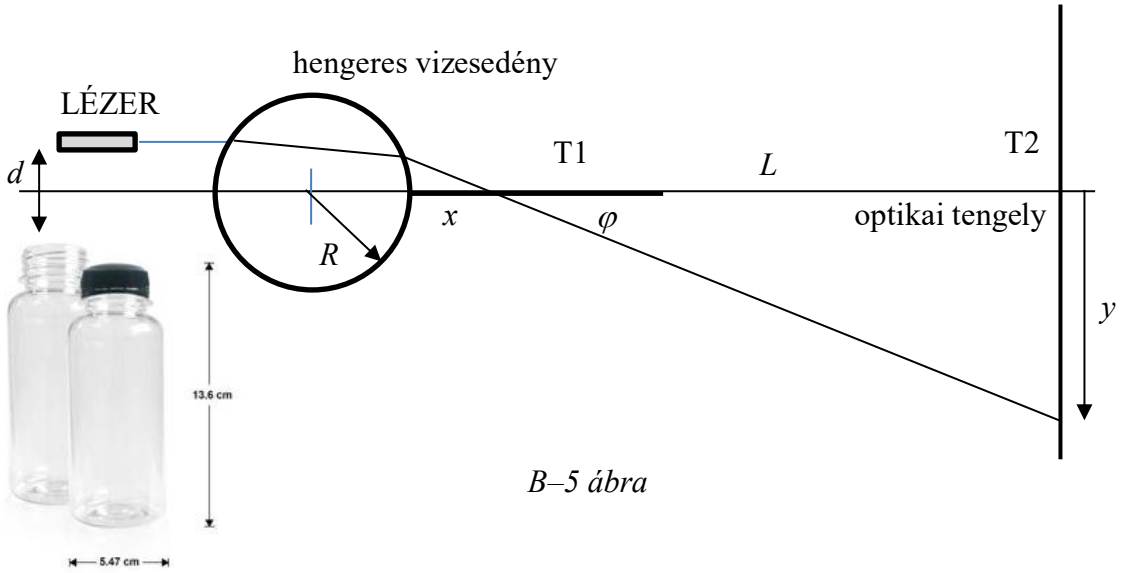
7. A LED-ek V–A karakterisztikái – *kísérleti feladat*

Az ideális lencse felülete hiperboloid vagy paraboloid alakú. Az ilyen felületek előállítása azonban viszonylag nehéz (a tükrökkel ellentétben). Egyszerűbb megoldást jelent a gömbfelület, amely könnyebben elkészíthető. Nagyobb apertúra (nyílásméret) esetén azonban jelentős leképezési hibát okoz: a lencsére érkező párhuzamos fénysugarak nem ugyanabban a fókuszsíkban metszik egymást.

Ebben a kísérleti feladatban a hengerlencse képalkotását vizsgáljátok meg.

A kísérlethez használjatok lézermutatót, 6–10 cm átmérőjű, átlátszó műanyag hengeres palackot, megfelelő tartót és hosszmérő eszközöket!

A kísérleti elrendezést a B–5 ábra alapján állítsátok össze!



B–5 ábra

Helyezzetek az asztalra egy vízzel töltött hengeres edényt. Az edény elé helyezzetek egy lézermutatót tartóállványban úgy, hogy a lézermutatót az elrendezés optikai tengelyére merőleges irányban el lehessen mozdítani, miközben a kibocsátott fénysugár párhuzamos marad az optikai tengellyel.

Az elrendezést úgy alakítsátok ki, hogy a fénysugár az optikai tengelyre merőleges T2 ernyőre érkezzen, amely az edény felületétől $L > 1$ m távolságra helyezkedik el.

A kísérlet célja, hogy a lézersugár optikai tengelytől mért különböző d távolságai esetén megmérjétek azt az x távolságot, ahol a sugár az edényen áthaladva metszi az optikai tengelyt, valamint az áthaladó sugár optikai tengelytől való φ eltérülési szögét.

Elméleti előkészítés

a) Készítsetek rajzot a kísérleti elrendezésről és a fénysugár útjáról. Az ábrán jelöljétek be az x/R arány és a φ szög d/R aránytól való függésének meghatározásához szükséges mennyiségeket, ahol R a hengeres edény sugara.

b) Írjátok fel az x/R arány és a φ szög elméleti kiszámításához szükséges összefüggéseket adott d/R arány esetén. Megfelelő számítógépes program segítségével végezzétek el a szükséges számításokat, majd ábrázoljátok grafikonon az x/R arányt és a φ szöget a d/R arány függvényében.

Kísérlet

c) Helyezzetek az asztalra egy hosszmérő eszközt az optikai tengely alá. Egy függőleges T1 ernyő segítségével, amelynek felülete áthalad az optikai tengelyen, határozzátok meg a fénysugár nyomának helyzetét, és mérjétek meg az x távolságot az adott d értékhez.

d) Távolítsátok el a T1 ernyőt, és mérjétek meg a fénysugár nyomának az optikai tengelytől mért y távolságát a T2 ernyőn. Az L, y és x távolságok segítségével határozzátok meg a φ szöget.

e) Az x és φ mért, illetve számított értékeit jelöljétek be a b) részben elkészített elméleti grafikonokon.

f) Értékeljétek a kapott eredményeket!

A víz törésmutatója $n = 1{,}33$. Az edény vékony falának a fénysugár útjára gyakorolt hatását hanyagoljátok el.

Fyzikálna olympiáda – 68. ročník – úlohy domácej prípravy kat. B

Návrh a spracovanie úloh:	Ľubomír Konrád (5, 6), Ivo Čáp (1, 2, 3, 4, 7)
Recenzia úloh:	Ľubomír Mucha, Slavomír Tuleja
Redakcia:	Ivo Čáp
Úlohy preložil:	Aba Teleki
Vydalo:	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2026