

XXV. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny
a református középiskolák számára
2022

*A versenydolgozat megírására 90 perc áll rendelkezésre, minden segédeszköz használható. Egy-egy feladat helyes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. Törekedj a rendezett külalakra, és a megoldások áttekinthető, követhető lejegyzésére!
Jó munkát kívánunk!*

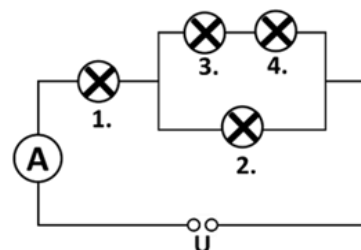
8. osztály

1. feladat: Amikor az arany és réz ötvözetéből készült 15,3 gramm tömegű ékszer egy mérőhengerben lévő vízbe dobjuk, a vízszint emelkedése 0,9 ml térfogatnövekedésről árulkodik. Számítsd ki, hány gramm aranyat tartalmaz az ékszer! Az arany és a réz egybeolvasztása során nem lépett fel térfogatváltozás. Az arany sűrűsége 19300 kg/m^3 , a rézé pedig 8900 kg/m^3 . Eredményedet egy tizedesjegyre kerekítsd!

2. feladat: Péter a kajakjában ülve 2 óra alatt evez fel a Tisza folyásirányával szemben Szegedről Algyőig. Visszafelé, folyásirányban haladva már csak 1 órára van szüksége ugyanennek a távolságnak a megtételéhez, amennyiben a vízhez viszonyítva mindkét irányban 3 m/s nagyságú sebességgel halad.

- a) Mekkora a Tisza vízének áramlási sebessége?
- b) Hány kilométer hosszúságú a folyó Algyő és Szeged közötti szakasza?

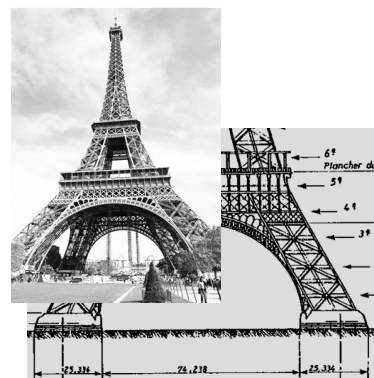
3. feladat: A mellékelt ábra szerint összeállított áramkörben négy egyforma izzó, egy ideális áramerősség-mérő műszer, és egy $U=12 \text{ V}$ feszültséget szolgáltató áramforrás szerepel.



- a) Melyik izzó világít a legfényesebben? Válaszodat részletesen indokold!
- b) Ha a 4-es számú izzót kicsavarjuk a foglalatából, az ampermérő 600 mA erősségű áramot jelez. Mekkora áramerősséget jelezett a műszer az izzó kicsavarása előtt?
- c) Hány százalékra változott az áramkör által felvett teljesítmény az izzó kicsavarásának következményeként? Eredményedet egy tizedesjegyre kerekítve add meg!

4. feladat: A 300 méter magas, 10100 tonna tömegű Eiffel-torony négy „lába” egy-egy 25,324 m oldalhosszúságú, négyzet alakú talapzaton nyugszik.

- a) Mekkora az Eiffel-torony egy talpa alatt az építmény súlyából származó nyomás? Eredményedet kerekítsd egészekre!
- b) Párizsban sokan vásárolják emléktárgyként az Eiffel-torony 15 cm magasságú kicsinyített másolatát. Ha az apró „torony” minden részletében tökéletesen hasonló lenne az eredetihez, sőt, ugyanúgy acélból készülné, mint a francia főváros nevezetessége, akkor hány gramm lenne a tömege? Eredményedet kerekítsd egy tizedesjegyre!



XXV. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny
a református középiskolák számára
2022

A versenydolgozat megírására 180 perc áll rendelkezésre, minden segédeszköz használható. Egy-egy feladat helyes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. Törekedj a rendezett külalakra, és a megoldások áttekinthető, követhető lejegyzésére!

Jó munkát kívánunk!

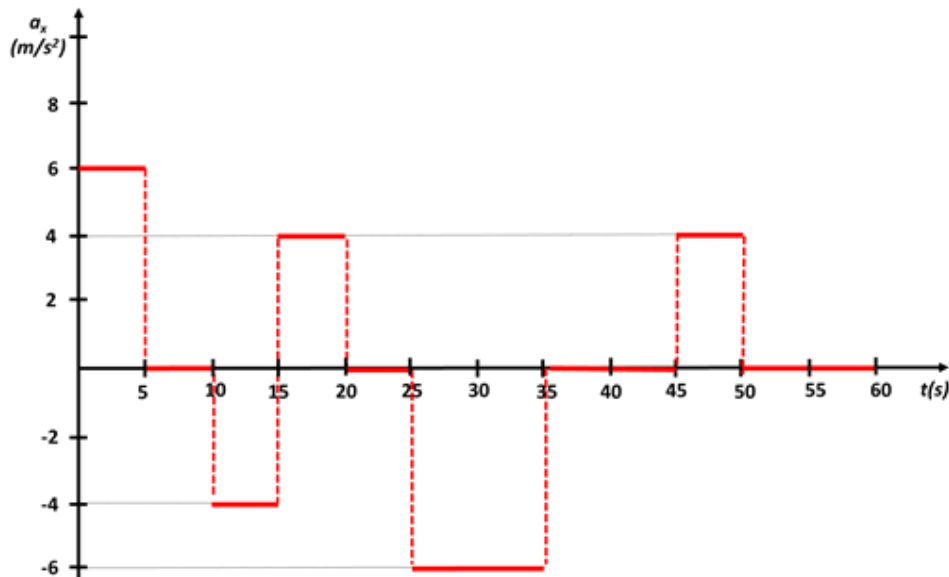
9. osztály

1. feladat: Hosszú, egyenes tesztpályán nyugalomból induló autó gyorsulását – pontosabban annak pályamenti komponensét – az indulástól eltelt idő függvényében mutatja a mellékelt grafikon. (A járműben található gyorsulásmérő által regisztrált értékeket a vizsgálatot végző mérnökök olyan vonatkoztatási rendszerhez viszonyítva ábrázolták, melynek kezdőpontját a jármű indulási helyén rögzítették, és x tengelyét az indulási gyorsulás vektorával megegyezően irányították.)

a) Ábrázold az autó sebességét az indulástól eltelt idő függvényében! (A szükséges számításokat jegyezd le!)

b) Mennyi ideig tart, míg az autó az indulási helyétől a legnagyobb távolságra jut, és mekkora ez a maximális távolság?

c) Milyen hosszú utat fut be, és mekkora az elmozdulása az autónak a tesztüzem 1 perces időtartama alatt?



2. feladat: Statikai vizsgálatok elvégzése céljából elkészítették az Eiffel-torony minden részletében hasonló, arányaiban, sőt anyagában is tökéletesen megegyező másolatát, de míg az eredeti építmény csúcsa 300 m-rel emelkedik a talajszint fölé, a makett 3 m magasságú lett. A vízszintes felületre állított kicsinyített torony-modell négy, egyenként $6,25 \text{ dm}^2$ területű talpa alá egyforma mérlegeket tettek, és leolvasták, hogy azok $2,5 \text{ kg}$ -ot mutatnak.



- a) Mekkora nyomást fejt ki a modell egy-egy mérlegre?
- b) Hány tonna az eredeti Eiffel-torony tömege?
- c) Mekkora az eredeti Eiffel-torony egy talpa alatt az építmény súlyából származó nyomás?
A nehézségi gyorsulás értékét vegyük 10 m/s^2 -nek!

3. feladat: A mennyezetre felfüggesztett zsinór szabad végére 2 kg tömegű ólomgolyót erősítünk, majd az így elkészített ingát a függőlegestől 30° -kal kitérítjük.

- a) Mekkora erő feszíti a zsinórt a golyó elengedésének pillanatában, illetve a függőleges helyzeten történő áthaladásakor?
- b) Egy másik kísérletben az ingát 60° -os szögben térítjük ki a függőlegeshez képest. Az elengedés után elszakad-e a zsinór, ha legfeljebb 35 N nagyságú erőt visel el károsodás nélkül?
A nehézségi gyorsulás értékét vegyük 10 m/s^2 -nek!

4. feladat: Az $1,25 \text{ m}$ magas asztal szélén kis golyó áll. Egy másik, háromszor nagyobb tömegű golyó a vízszintes asztallapon 2 m/s nagyságú állandó sebességgel közeledik az álló golyóhoz, és azzal centrálisan, tökéletesen rugalmasan ütközik.

- a) Ábrázold az ütközés pillanatától az első golyó vízszintes talajra érkezéséig a két golyó között mérhető távolságot az idő függvényében! (A légellenállás elhanyagolható, a nehézségi gyorsulás értékét vegyük 10 m/s^2 -nek!)
- b) Add meg, hogy a vizsgált időintervallumban mekkora a golyók közötti legnagyobb távolság!
- c) Add meg a golyók között mérhető távolságnak a kölcsönhatás pillanatától eltelt időtől való függését leíró kifejezést abban az esetben, amikor a fent leírt ütközésben azonos tömegű golyók szerepelnek! Mekkora lenne ebben az esetben a két golyó között mérhető távolság maximuma? (Vizsgálataidat most is csak az ütközés pillanatától az első golyó talajra érkezéséig eltelt időintervallumra terjeszd ki!)

XXV. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny
a református középiskolák számára
2022

*A versenydolgozat megírására 180 perc áll rendelkezésre, minden segédeszköz használható. Egy-egy feladat helyes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. Törekedj a rendezett külalakra, és a megoldások áttekinthető, követhető lejegyzésére!
Jó munkát kívánunk!*

10. osztály

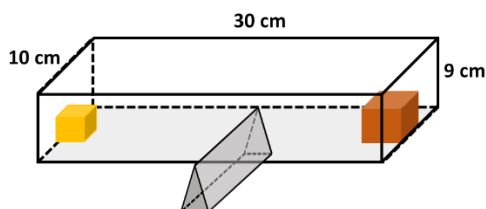
1. feladat: A mennyezetre felfüggesztett zsinór szabad végére 2 kg tömegű ólomgolyót erősítünk, majd az így elkészített ingát a függőlegestől 30° -kal kitérítjük.

a) Mekkora erő feszíti a zsinórt a golyó elengedésének pillanatában, illetve a függőleges helyzeten történő áthaladásakor?

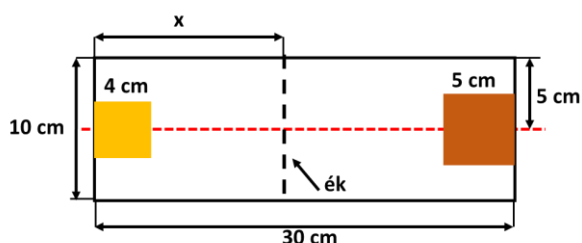
b) Legfeljebb mekkora szöggel téríthetjük ki a függőlegestől az ingát, ha nem szeretnénk, hogy a 35 N nagyságú erőt még károsodás nélkül elviselő zsinór elszakadjon?

A nehézségi gyorsulás értékét vegyük 10 m/s^2 -nek!

2. feladat: Felül nyitott, $30 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 9 \text{ cm}$ -es oldalhosszúságú, téglatest alakú, vékonyfalú edény tömege 104 gramm. Alaplapja hosszabbik középvonalának két végére, közvetlenül az edény függőleges falai mellé odatettek egy 4 cm élhosszúságú fa, illetve egy 5 cm oldalélű műanyag kockát a mellékelt ábrának megfelelően. Ezt követően az edényt egy, a 10 cm-es éllel párhuzamos állású ékkel úgy támasztották alá, hogy vízszintes helyzetben, egyensúlyban maradjon.



térbeli nézet



felülnézet

a) Az edény bal oldali – a fa kockával érintkező – függőleges falától mérve mekkora x távolságban kellett elhelyezni az éket?

b) Ha az edényt 6 cm magasságig megtöltik vízzel, majd a két kockát eredeti helyüknél a vízbe teszik, át kell-e helyezni az éket ahhoz, hogy az egyensúly továbbra is fennálljon? Válaszodat indokold meg!

A fa sűrűsége 750 kg/m^3 , a műanyagé 384 kg/m^3 .

3. feladat: Könnyen mozgó dugattyúval elzárt hengerben 5 mól ideális, egyatomos gáz van. Nagyon lassú melegítés közben a gáz 1000 J munkát végez.

a) Mennyivel változott meg a folyamat során a gáz részecskéinek átlagos mozgási energiája?

b) Mekkora hőmennyiséget kellett közölni a gázzal, hogy a folyamat végbemenjen?

Az Avogadro-állandó $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$.

4. feladat: A Nemzetközi Űrállomáson (ISS) már számos kísérletet végeztek, melyekről a kabinban elhelyezett kamera segítségével filmfelvételeket is készítettek. Az egyik ilyen felvételen az látható, hogy egy 12 N/m rugóállandójú, deformálatlan állapotában 1 m hosszúságú gumiszállal összekötöttek két kisméretű, $m=25 \text{ gramm}$ illetve $M=50 \text{ gramm}$ tömegű golyót, majd az így elkészített elrendezést 2 1/s fordulatszámmal a kabin „légtérében” forgásba hozták.

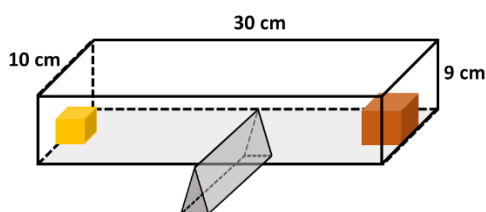
- a) Milyen hosszú forgás közben a golyókat összekötő, elhanyagolható tömegű gumiszál?
- b) Legfeljebb mekkora fordulatszámmal szabad megforgatni az összekötött testeket, hogy a gumiszál – elméletileg – biztosítani tudja a testpárnak ezt a forgómozgását?
- c) A kísérletet megismételték azzal a módosítással, hogy a két golyóra egyforma nagyságú elektromos többlettöltést vittek. Ebben az esetben az előbbi módon, ismételten 2 1/s fordulatszámmal történő forgásba hozást követően a gumiszál hossza éppen 1 m nagyságú lett. Mekkora, és milyen előjelű elektromos többlettöltést vittek az egyes golyókra?
(A golyók között fellépő gravitációs erőt, és az elektromos töltések gyorsuló mozgása közben kibocsátott sugárzást elhanyagolhatjuk. A gumiszál által kifejtett erő a vizsgált deformációs tartományban egyenesen arányos a szál megnyúlásával.)

XXV. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny
a református középiskolák számára
2022

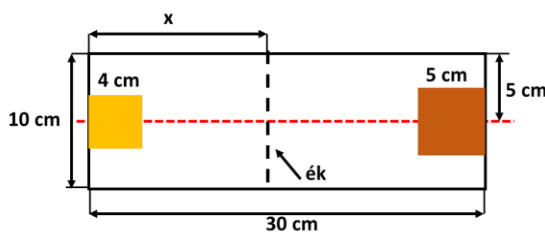
*A versenydolgozat megírására 180 perc áll rendelkezésre, minden segédeszköz használható. Egy-egy feladat helyes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. Törekedj a rendezett külalakra, és a megoldások áttekinthető, követhető lejegyzésére!
Jó munkát kívánunk!*

11. osztály

1. feladat: Felül nyitott, 30 cm x 10 cm x 9 cm-es oldalhosszúságú, téglatest alakú, vékonyfalú edény tömege 104 gramm. Alaplapja hosszabbik középvonalának két végére, közvetlenül az edény függőleges falai mellé odatettek egy 4 cm élhosszúságú fa, illetve egy 5 cm oldalélű műanyag kockát a mellékelt ábrának megfelelően. Ezt követően az edényt egy, a 10 cm-es éllel párhuzamos állású ékkel úgy támasztották alá, hogy vízszintes helyzetben, egyensúlyban maradjon.



térbeli nézet



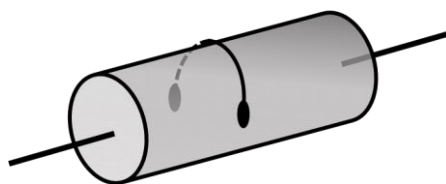
felülnézet

- Az edény bal oldali – a fa kockával érintkező – függőleges falától mérve mekkora x távolságban kellett elhelyezni az éket?
- Ha az edényt 6 cm magasságig megtöltik vízzel, majd a két kockát eredeti helyüknél a vízbe teszik, át kell-e helyezni az éket ahhoz, hogy az egyensúly továbbra is fennálljon? Válaszodat indokold meg!

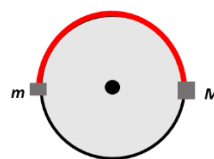
A fa sűrűsége 750 kg/m^3 , a műanyagé 384 kg/m^3 .

2. feladat: Rögzített, vízszintes hossz tengelyű hengeres rúdon átvett, a henger alapköre kerületének felével egyenlő hosszúságú fonál két végére különböző tömegű, kisméretű nehezékeket kötöttek, majd a henger tengelyének magasságából, kezdősebesség nélkül elengedték a testpárt. (Lásd a mellékelt ábrákat!) Megfigyelték, hogy a bekövetkező mozgás során a kisebb, $m=5$ gramm tömegű nehezék éppen a palást legfelső pontjához érkeve válik el a hengerfelülettől. Hány gramm a fonál másik végén lévő nehezék M tömege?

(A fonál elhanyagolható tömegű és nyújthatatlan, a nehezékek és a hengerpalást közötti súrlódástól is eltekinthetünk.)

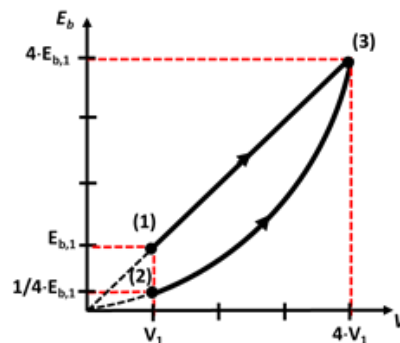


térbeli nézet

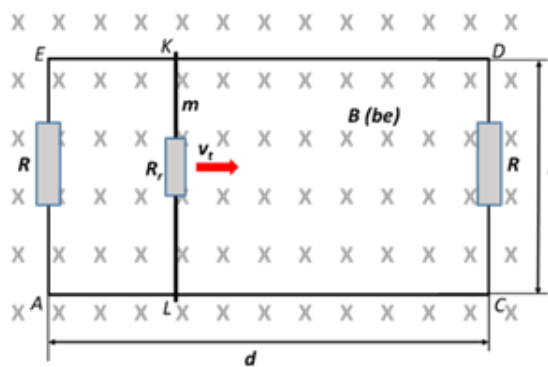


tengely irányú nézet

3. feladat: Egyatomos, ideális gáz két különböző folyamatban tanulmányozták, hogy térfogatának változtatása közben miként alakul a belső energiája. A vizsgálatok eredményeit a mellékelt ábrán látható diagram mutatja. A (2)-(3) állapotok között végbemenő folyamatot jellemző görbe egy olyan parabola szakasza, melynek csúcspontja a koordináta-rendszer origójában van. Határozd meg a gáz által a két folyamatban végzett munkák hányadosát!



4. feladat: Vízszintes síkban egymástól $l=20$ cm távolságban futó, elhanyagolható ellenállású vezetősinék két végét lezáró $R=2 \Omega$ ellenállású fémrudak távolsága $d=1$ m. (Lásd a mellékelt ábrát!) Az egész fémkeret függőlegesen lefelé irányuló, $B=0,2$ T nagyságú indukcióval jellemezhető homogén mágneses mezőben van. A lezáró fémrudakkal párhuzamos állásban ráhelyezett $R_r=1 \Omega$ ellenállású, $m=10$ gramm tömegű fémpálcá gyakorlatilag súrlódás nélkül csúszhat a sín páron. Az időmérés kezdetén ($t=0$) a keret AE oldalának közvetlen közelében lévő pálcát – a közepére mért útessel – v_0 nagyságú, a sínekkel párhuzamos irányú kezdősebességgel elindítjuk.



- Írd fel a pálcán átfolyó áram erősségét a v_t pillanatnyi sebességének függvényében megadható kifejezést! Milyen irányú a pálcán átfolyó áram?
- Legfeljebb mekkora v_0 kezdősebességet adhatunk a pálcának, hogy ne fusson túl a keret DC oldalán?
- Az összes ellenállást figyelembe véve mekkora hőmennyiség fejlődik az előző pontban meghatározott kezdősebességgel létrehozott mozgás folyamata alatt?
(Az önindukció jelenségétől és a sugárzásos veszteségektől eltekintünk.)

XXV. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny
a református középiskolák számára
2022

A versenydolgozat megírására 180 perc áll rendelkezésre, minden segédeszköz használható. Egy-egy feladat helyes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. Törekedj a rendezett külalakra, és a megoldások áttekinthető, követhető lejegyzésére!

Jó munkát kívánunk!

12. osztály

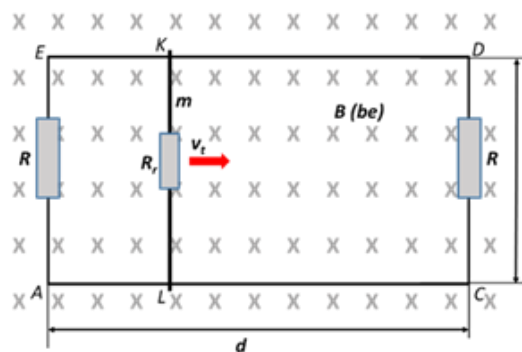
1. feladat: Egy meteorológiai műhold az Egyenlítő síkjára merőleges síkban, a sarkok fölött áthaladó – úgynevezett *poláris* – pályán, a felszíntől mérve állandó, 830 km-es magasságban kering a Föld körül.

a) Mekkora a műhold sebessége?

b) A műhold egy adott pillanatban az ecuadori Isabela-szigeten lévő, pontosan az Egyenlítőre eső Wolf-vulkán felett halad át. Miután egy teljes kört megtesz, pályája ismét keresztezi az Egyenlítőt, ezúttal a Csendes-óceán egy pontja fölött. Milyen távol van egymástól az Egyenlítőnek ez a két pontja? Melyik esik keletebbre a másiktól?

A Földet tekintsük gömb alakúnak, sugara 6370 km, tömege $6 \cdot 10^{24}$ kg, a gravitációs állandó $6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg².

2. feladat: Vízszintes síkban egymástól $l=20$ cm távolságban futó, elhanyagolható ellenállású vezetősinék két végét lezáró $R=2$ Ω ellenállású fémrudak távolsága $d=1$ m. (Lásd a mellékelt ábrát!) Az egész fémkeret függőlegesen lefelé irányuló, $B=0,2$ T nagyságú indukcióval jellemezhető homogén mágneses mezőben van. A lezáró fémrudakkal párhuzamos állásban ráhelyezett $R_r=1$ Ω ellenállású, $m=10$ gramm tömegű fémrúd gyakorlatilag súrlódás nélkül csúszhat a sín páron. Az időmérés kezdetén ($t=0$) a keret AE oldalának közvetlen közelében lévő rúdot – a közepére mért ütéssel – v_0 nagyságú, a sínekkel párhuzamos irányú kezdősebességgel elindítjuk.



a) Írd fel a rúdon átfolyó áram erősségét a v_t pillanatnyi sebességének függvényében megadott kifejezést! Milyen irányú a rúdon átfolyó áram?

b) Legfeljebb mekkora v_0 kezdősebességet adhatunk a rúdnak, hogy ne fusson túl a keret DC oldalán?

c) Az összes ellenállást figyelembe véve mekkora hőmennyiség fejlődik az előző pontban meghatározott kezdősebességgel létrehozott mozgás folyamata alatt?

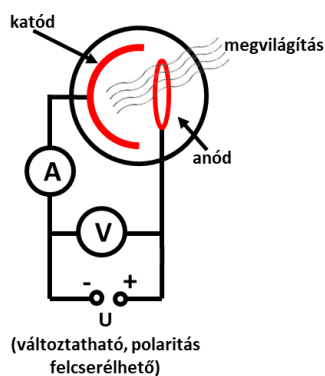
(Az önindukció jelenségétől és a sugárzásos veszteségektől eltekintünk.)

3. feladat: Egyetemi hallgatók laboratóriumi gyakorlaton az 1. ábrának megfelelő kapcsolásban vákuum-fotocella cézium katódját 0,045 mW teljesítményű, 550 nm hullámhosszú fénynyalábbal világították meg, és miközben az anód katódhoz viszonyított feszültségének mind a nagyságát, mind a polaritását változtatták, mérték az áramkörben kialakuló áram erősségét.

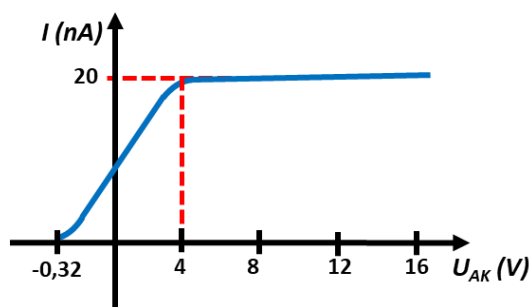
Tapasztalataikat a 2. ábrán látható diagram mutatja: amennyiben az anódot 4 V-nál nagyobb pozitív feszültségre kapcsolták, gyakorlatilag állandó, 20 nA erősségű áramot mértek (ezt *telítési áramnak* nevezzük), ha viszont az anód katódhoz viszonyított potenciálját negatívra állították be, akkor $-0,32$ V-nál (az úgynevezett *lezárási feszültségnél*), a fotoáram zérusra csökkent. A köztes intervallumba eső értékeknél a megvilágítás hatására kialakuló áram erőssége a beállított anódfeszültséggel arányosan növekedett.

- Magyarázd meg, miért így alakul az áramerősség-feszültség függvény! (Legfeljebb három-négy mondatos válaszra szorítkozz!)
- Az adott megvilágítás mellett mekkora volt a katódból kilépő elektronok maximális sebessége?
- Határozd meg a céziumra a kilépési munka nagyságát!
- A katód a rá eső fény egy részét visszaveri, illetve átengedi, ezért a fotoeffektus szempontjából csak a beérkező energiameennyiség egy része hasznosul. A telítési szakaszban a katódra érkező fotonok hány százaléka váltott ki elektront a végrehajtott vizsgálatban?

A Planck-állandó $6,63 \cdot 10^{-34}$ Js, a vákuumban mérhető fénysebesség $3 \cdot 10^8$ m/s, az elektron töltésének nagysága $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, tömege $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.



1. ábra



2. ábra

4. feladat: A 20 cm fókusztávolságú vékony gyűjtőlencse optikai tengelyén, a lencsétől mérve $d=30$ cm-re, a tengelyre merőlegesen áll egy rúd. A lencsétől mekkora x távolságban kell az optikai tengelyre merőlegesen elhelyezni egy síktükröt, hogy a rúdról a lencse által alkotott két valódi kép egyike kétszer akkora magasságú legyen, mint a másik?

