

XXVII. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny
a református középiskolák számára
2024

*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

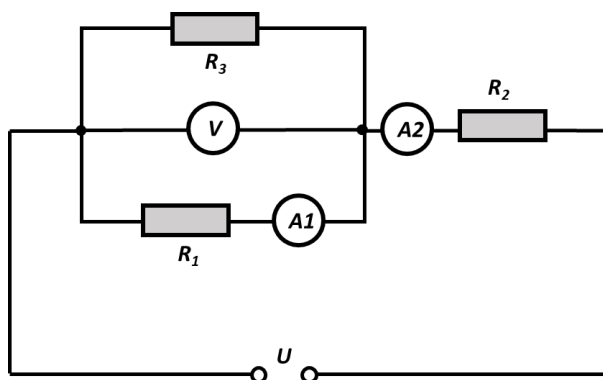
1. feladat:

Az ábrán látható kapcsolási rajz szerint összeállított, $U=24$ V egyenfeszültséget szolgáltató áramforrásról táplált áramkörben a voltmérőről 10 V, az $A1$ ampermérőről 0,2 A, az $A2$ ampermérőről pedig 0,7 A olvasható le.

a) Határozd meg az egyes ellenállások értékét!

b) Mekkora hő fejlődik 2 perc alatt az áramkörben?

Mindhárom mérőműszer ideálisnak tekinthető. Az áramforrás belső ellenállása és az összekötő vezetékek ellenállása elhanyagolható.



2. feladat:

Egy tartálykocsi Hódmezővásárhelyről a 200 km távolságban lévő Debrecenbe szállított heti rendszerességgel tejet. Egyik alkalommal a sofőr félúton észrevette, hogy a tartályon képződött pici lyukon keresztül a tej folyamatosan csöpög az útestre. Mivel 2 órája úton volt, nem fordulhatott vissza, pedig a kijelzőről leolvasható adatok szerint már 18 liter tej hiányzott a tartályból. A veszteség csökkentése érdekében inkább nagyobb sebességre kapcsolt, hogy minél előbb célba juttathassa a szállítmányt. Debrecenbe érkezve összesen 30 literrel kevesebb tejet tudott átadni, mint amennyivel eredetileg elindult.

a) Mekkora átlagsebességgel tette meg a 200 km-es távolságot a tartálykocsi?

b) Hány méterenként hagyott nyomot az útburkolaton a kicsöpögött tej az út első, illetve második felén, ha egy-egy csepp térfogata $0,1 \text{ cm}^3$?

A cseppek állandó gyakorisággal, szabályos időközönként váltak le a tartályon lévő lyuk pereméről.

3. feladat:

Gáztűzhelyen vizet melegítünk egy fazékban. Lemértük, hogy miközben a 2 liter 15 °C-os víz 50 °C-ra melegedett, 28 dm³ gázt kellett felhasználnunk.

a) A gáz elégetéséből származó energia hány százaléka melegítette a vizet? A vezetékes földgáz fűtőértéke 35000 kJ/m³, a víz fajhője 4200 J/(kg·°C).

b) Feltételezve, hogy az elégetett gáz energiájának mindig az előző pontban meghatározott hányadát kapja a víz, számítsd ki, összesen hány köbdeciméter gáz fogy el, míg a 2 liter, kezdetben 15 °C hőmérsékletű vizet felforraljuk, és 1 decilitert még el is forralunk belőle! Eredményedet egész számra kerekítsd! A víz forráshője 2260 kJ/kg.

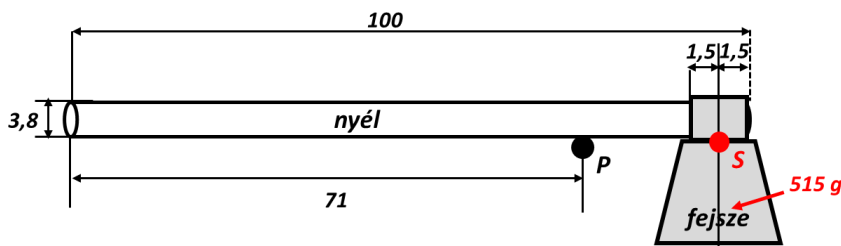
A fazékra nem tettünk fedőt, a légnyomás normál értékű. A melegítés közben fellépő párolgástól eltekinthetünk.

4. feladat:

Akire azt mondják: „úgy úszik, mint a nyeletlen fejsze”, az bizony nem tud fennmaradni a vízen, elsüllyed. „De vajon úszhat-e a 3,8 cm átmérőjű, 1 méter hosszú hengeres nyéllal ellátott, 515 gramm tömegű vas fejszénk, ha a nyél szabad végétől 71 cm távolságban ujjammal alátámasztva, vízszintes helyzetben, egyensúlyban tudom tartani?” – gondolkodott el Laci.

Mi a válasz Laci kérdésére?

Az ábrán a távolságok centiméterben vannak feltüntetve, P jelöli Laci ujjának, S pedig a fejsze súlypontjának helyét. Utóbbi a fejsze 3 cm szélességű fokát felező merőlegesre esik. A vas sűrűsége 7800 kg/m³.



XXVII. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny
a református középiskolák számára
2024

*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:

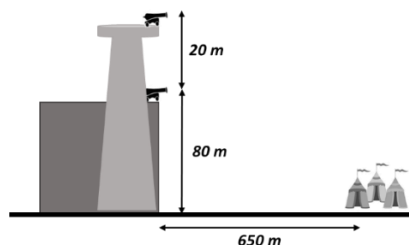
Vízszintes terepen épült vár 80 m magasságban húzódó mellvédjén elhelyezett ágyúból vízszintes irányban lehet lövedékeket kilőni. A lőportöltet alkalmas megválasztásával a lövedékek kezdősebessége legfeljebb 150 m/s nagyságúra növelhető.

- Elérhetik-e a lövedékek a várat ostromlókat, ha azok a mellvéd szélétől vízszintes irányban mérve 650 m-re ütöttek tábor?
- Legalább mekkora kezdősebességet kell adni a lövedékeknek, ha az ágyút áttelepítik a mellvéd fölé 20 m-rel magasodó bástya tetejére, és onnan szeretnék eredményesen tüzelni az ostromlókra?

A bástya és a mellvéd ostromlók felé eső oldalának „szélei” egy függőleges egyenesre esnek, és a bástya tetején is vízszintes kezdősebességet kapnak a lövedékek. A szabadesés gyorsulását vegyük 10 m/s^2 nagyságúnak, a légellenállást elhanyagolhatjuk!



1. ábra



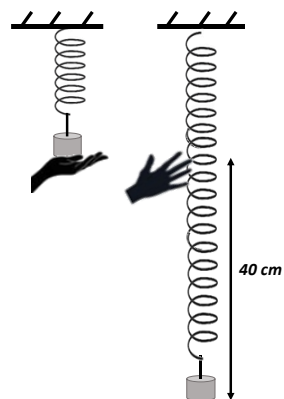
2. ábra

2. feladat:

Állványra akasztott rugó szabad végére egy 0,5 kg tömegű nehezéket kötünk, tenyerünkkel alátámasztva addig emeljük, míg a rugó deformálatlan állapotba kerül, majd hirtelen elvesszük a test alól a kezünket. Azt tapasztaljuk, hogy az elengedett nehezék 40 cm-rel lesüllyed, és a továbbiakban periodikusan ismétlődő fel-le mozgást végez.

- Mekkora a rugó rugóállandója?
- Pályájának melyik pontjában legnagyobb a nehezék sebessége, illetve gyorsulása? Mekkora ezek a maximális értékek?

A szabadesés gyorsulását vegyük 10 m/s^2 nagyságúnak, a légellenállást elhanyagolhatjuk!



3. feladat:

Két – akár szemben, akár egyirányban haladó – autó ütközésénél a járművekben keletkezett kár a mechanikai energiaveszteség nagyságától függ.

a) Számítsd ki, mekkora mechanikai energiaveszteség lép fel két, egyformán 960 kg tömegű autó tökéletesen rugalmatlannak tekinthető ütközésében, ha a balesetet megelőzően mindkét jármű 90 km/h nagyságú sebességgel haladt, egymással szemben!

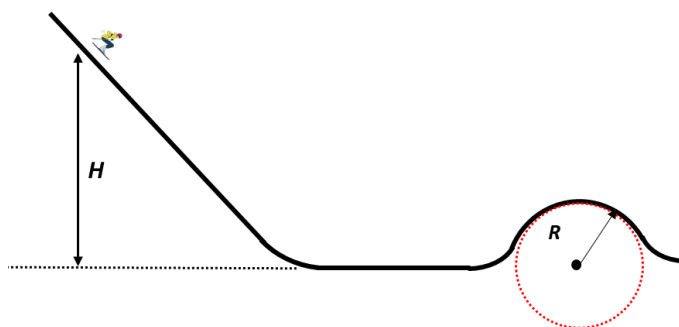
b) Vezess le egy olyan összefüggést, ami megmutatja, hogyan függ az m_1 és m_2 tömegű autók tökéletesen rugalmatlan ütközése során bekövetkező mechanikai energiaveszteség nagysága a járművek relatív (egymáshoz viszonyított) sebességének nagyságától! Vázlatosan ábrázold grafikonon a két mennyiség közötti összefüggést!

Feltételezzük, hogy az autók minden esetben vízszintes útszakaszon haladnak, és ütközésük centrális, egyenes.

4. feladat:

Legalább mekkora magasságból kell elindulnia a síelőnek, hogy a lejtő aljára akkora sebességgel érkezzen, aminek köszönhetően a lejtő folytatását képező vízszintes síkon haladva az útjába kerülő domború „ugrató” tetőpontjáról el tud repülni?

Az „ugrató” domború felülete a vízszintes síkból kiemelkedő 10 méter sugarú félgömbnek tekinthető, a súrlódás elhanyagolható.



XXVII. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny
a református középiskolák számára
2024

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!

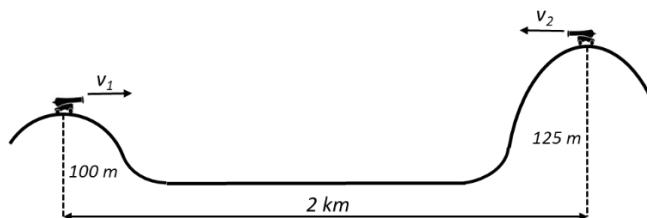
10. osztály

1. feladat:

Egymástól 2 km távolságban lévő magaslatokról a szemben lévő lőállás felé tüzel két ágyú. A 100 m magasan lévő ágyú vízszintesre beállított csövét 200 m/s, a 125 m magasan elhelyezett ágyút pedig 300 m/s nagyságú, ugyancsak vízszintes irányú torkolati sebességgel hagyja el a lövedék. (A két ágyú, és a lövedékek sebességvektorai egy függőleges síkba esnek.)

- A kilövés helyétől vízszintes irányban mérve mekkora távolságban ér földet a 125 m magasságból tüzelő ágyú lövedéke?
- Mekkora sebességgel csapódik a földre a 100 m magasságban elsütött ágyú által kilőtt lövedék?
- Ha a két ágyú egyszerre tüzel, mennyi idő elteltével kerül legközelebb egymáshoz a két lövedék? Mekkora a lövedékek közötti távolság legkisebb értéke?

A szabadesés gyorsulását vegyük 10 m/s^2 nagyságúnak, a légellenállást elhanyagolhatjuk!

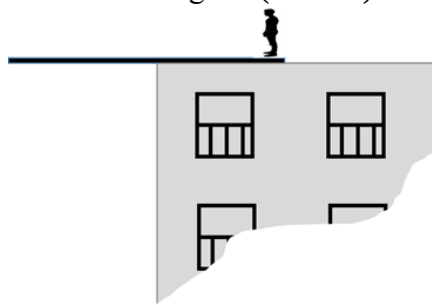


2. feladat:

Tom McPoint, a híres akrobata a hírek szerint 2024 telén Hódmezővásárhelyen is bemutatja legendás mutatványát, melyben egy toronyház tetejére rögzítés nélkül ráfektetett, az utca fölé kinyúló deszkapalló végére kisétálva integet a nézőközönségnek (1. ábra).



1. ábra



2. ábra

A produkciót megelőző napon az akrobata segédei vízzel felloccsolják a kiválasztott ház vízszintes tetejét, hogy tükörsima jégpáncél alakuljon ki rajta, majd a mutatvány kezdőpillanatában

a jégre fektetett, 6 méter hosszú pallót olyan hosszan tolják ki a tető szélén túl, hogy még éppen ne billenjen le, ha Tom a tetőn maradt végére rááll (2. ábra).

- Legfeljebb milyen hosszú lehet a mutatvány kezdetén a deszkapalló utca fölé kinyúló része, ha Tom 60 kg, a palló pedig 40 kg tömegű?
- Hány centiméterre lesz Tom a mutatvány végén a háztető szélétől, ha állandó nagyságú sebességgel 20 másodperc alatt végigsétál a deszkán?

A palló és a jég között fellépő súrlódás elhanyagolható, a mutatvány során Tom talpa nem csúszik meg a deszka felületén.

3. feladat:

A képen látható vízipuska 60 cm hosszúságú tartályának belső átmérője 6 cm. A kihúzott dugattyú betolásával egy 0,75 cm átmérőjű lyukon keresztül lehet „kilőni” a vízszugarat.



- Amikor egy fiú 1,5 méteres magasságban vízszintesen tartott puskával fecskendezte ki a vizet, akkor a vízszugár 6 méter távolságban érte el a talajt. Mekkora sebességgel lépett ki a puska végén lévő lyukon a víz?

A fiú vízszintes talajon állt, a nehézségi gyorsulás értéke $9,81 \text{ m/s}^2$.

- Mekkora sebességgel kellett a fiúnak a dugattyút a tartályban mozgatni, hogy a víz ilyen kilépési sebességgel rendelkezzen?
- Mennyi munkát végzett a fiú, míg a teli tartályban lévő vizet teljesen kifecskendezte? Eredményedet egész számra kerekítve add meg!

A súrlódás nélkül mozgatható, vékony dugattyú pontosan illeszkedik a puska víztartályként is szolgáló csövébe, a dugattyút mozgató rúd mellett levegő tud beáramlani a tartály kiüresített részébe. A víz sűrűsége 1 g/cm^3 .

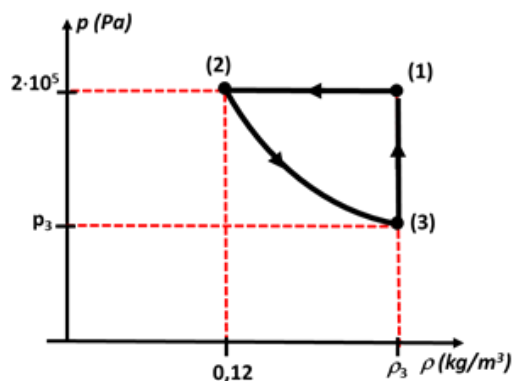
4. feladat:

Állandó mennyiségű héliumgázzal üzemelő hűgép körfolyamatának részleteit követhetjük nyomon a mellékelt nyomás-sűrűség diagramon. A gáz hőmérséklete a kiinduló, (1)-es állapotában 400 K, a (2)-es és a (3)-as állapotai között végbemenő folyamatban pedig nyomásának és sűrűségének szorzata állandó.

- Mekkora a gáz hőmérséklete a (2)-es és a (3)-as állapotban? Eredményeidet egész számra kerekítve add meg!

- Legfeljebb mekkora lehet ennek a hűgépnek a hatásfoka?

Az egyetemes gázállandó $8,31 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$, a hélium móltömege 4 g/mol .



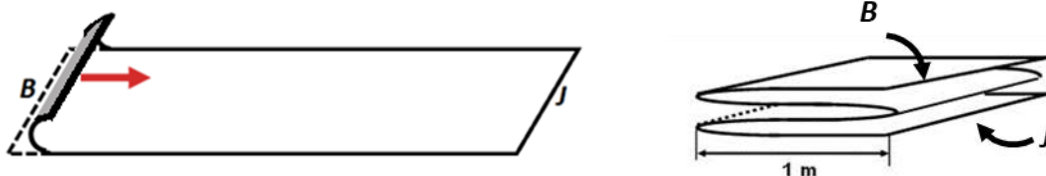
XXVII. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny
a református középiskolák számára
2024

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:

A folyosó padlójára leterített, 4 m hosszúságú szőnyeget négyrét (négy egyforma rétegben) összehajtjuk úgy, hogy bal oldali szegélyét (**B**) megfogjuk, és folyamatosan 20 cm/s nagyságú, vízszintes irányú sebességgel először jobbra, azután balra, majd ismét jobbra visszük. (Lásd az ábrát!)



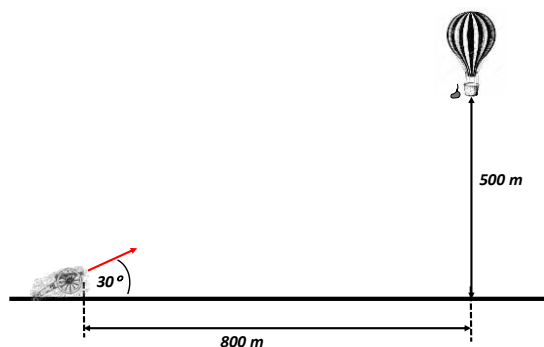
a.) Mennyi időt vesz igénybe a szőnyeg összehajtása?

b.) Az összehajtás megkezdésétől mért 5 s elteltével a szőnyegnek milyen hosszú darabja rendelkezik jobbra irányuló sebességgel?

A szőnyeg vékony, könnyen hajtható anyagból készült, és nem csúszik meg a padlón. Az irányváltoztatások pillanatszerűen következnek be.

2. feladat:

Abban a pillanatban, amikor az 500 méter magasságban lebegő léghajóból kiejtenek egy homokzsákot, a vízszintes irányban mérve tőle 800 m távolságban lévő ágyúból éppen kilőnek egy lövedéket a léghajó felé, 300 m/s nagyságú, a vízszintessel 30° -os szöget bezáró kezdősebességgel. (A léghajó, az ágyú és a lövedék sebességvektora egy függőleges síkba esik.)



a) Mekkora sebességgel ér földet a homokzsák?

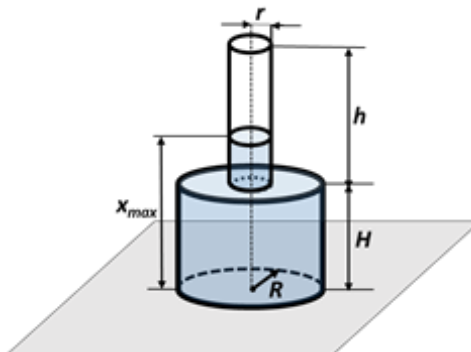
b) Mennyi idő múlva, és a kilövés helyétől mérve mekkora távolságban csapódik a vízszintes talajba az ágyúlövedék?

c) A kilövés pillanatától számítva mennyi idő elteltével kerül legközelebb a lövedék a homokzsákhoz? Mekkora lesz kettejük között a minimális távolság?

A szabadesés gyorsulását vegyük 10 m/s^2 nagyságúnak, a légellenállást elhanyagolhatjuk!

3. feladat:

Az R sugarú, H magasságú, és vele közös hossztengetlyű r sugarú, h magasságú hengerből álló tölcser az ábra szerint vízszintes asztallapra helyezük, és vizet töltünk bele. Azt tapasztaljuk, hogy legfeljebb $x_{\max}$ magasságig emelkedhet a vízszint a tölcserben anélkül, hogy alul kifolyna.



a) Mekkora a kifolyás veszélye nélkül betölthető víz tömegének maximuma?

b) Mekkora tömegű a tölcser?

Adatok: $R=10$ cm, $r=3$ cm, $H=8$ cm, $h=9$ cm, $x_{\max}=11$ cm, a szabadesés gyorsulása 10 m/s^2 -nek vehető, a víz sűrűsége 1 g/cm^3 . A felületi feszültség szerepét figyelmen kívül hagyhatod, a tölcser alkotó hengerek fala nagyon vékony.

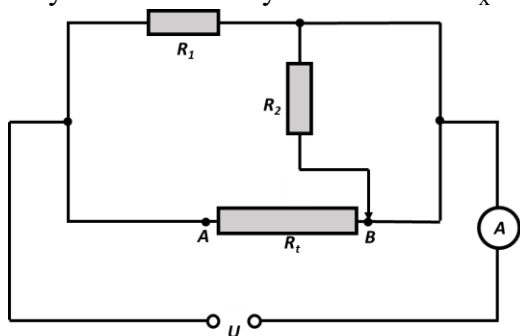
4. feladat:

Fizika szakkörön egy $U=9 \text{ V}$ kapcsolófeszültségű, elhanyagolható belső ellenállású áramforrás és egy ideális ampermérő felhasználásával különböző áramköröket vizsgáltak a tanulók.

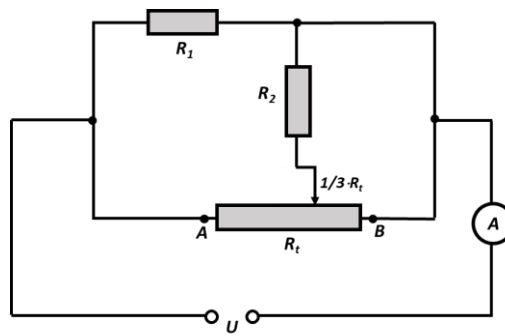
a) Először az *a)* ábrán látható kapcsolási rajz szerint állították össze az áramkört. A felhasznált ellenállások nagysága $R_1=R_2=100 \text{ } \Omega$, az $R_t=450 \text{ } \Omega$ értékű tolóellenállás csúszkája pedig a *B*-vel jelölt szélső helyzetben volt. Mekkora áramerősséget jelzett az ampermérő?

b) Mekkora áramerősséget mértek a tanulók, ha ezt követően a csúszkát a *B* pontból a tolóellenállás hosszának egyharmad részéhez állították? (Lásd a *b)* ábrát!)

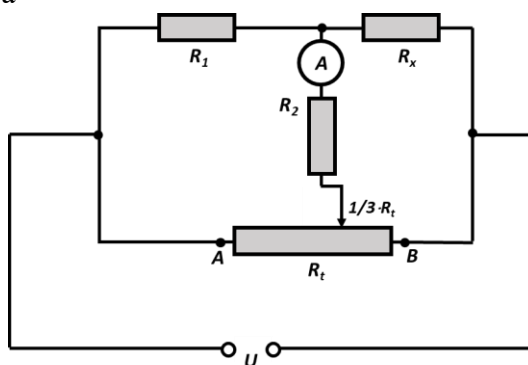
c) Amikor a gyerekek egy, a tanáruk által kiadott, ismeretlen nagyságú R_x ellenállást is az áramkörbe kötöttek a *c)* ábrán látható módon, azt tapasztalták, hogy az R_2 ellenálláson nem folyik át áram. Hány ohm lehet az R_x ellenállás értéke?



a) ábra



b) ábra



c) ábra

XXVII. Tornyai Sándor Országos Fizikai Feladatmegoldó Verseny
a református középiskolák számára
2024

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:

Tom McPoint, a híres akrobata a hírek szerint 2024 telén Hódmezővásárhelyen is bemutatja legendás mutatványát, melyben egy toronyház tetejére rögzítés nélkül ráfektetett, az utca fölé kinyúló deszkapalló végére kisétálva integet a nézőközönségnek (1. ábra).

A produkciót megelőző napon az akrobata segédei vízzel felloccsolják a kiválasztott ház vízszintes tetejét, hogy tükörsima jégpáncél alakuljon ki rajta, majd a mutatvány kezdőpillanatában a jégre fektetett, 6 méter hosszú pallót olyan hosszsan tolják ki a tető szélén túl, hogy még éppen ne billenjen le, ha Tom a tetőn maradt végére rááll (2. ábra).

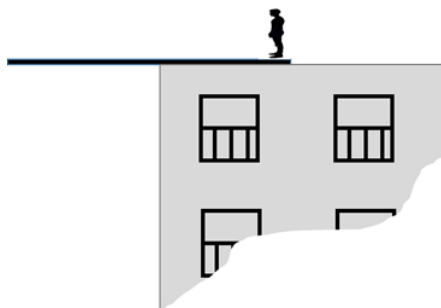
a) Legfeljebb milyen hosszú lehet a mutatvány kezdetén a deszkapalló utca fölé kinyúló része, ha Tom 60 kg, a palló pedig 40 kg tömegű?

b) Hány centiméterre lesz Tom a mutatvány végén a háztető szélétől, ha állandó nagyságú sebességgel 20 másodperc alatt végigsétál a deszkán?

A palló és a jég között fellépő súrlódás elhanyagolható, a mutatvány során Tom talpa nem csúszik meg a deszka felületén.



1. ábra



2. ábra

2. feladat:

Földünk légkörének felső határán elképzelt, a nap-sugárzásra merőlegesen álló, 1 négyzetméter nagyságú területre 1 másodperc alatt 1386 J sugárzási energia érkezik központi égitestünkről. (Az 1386 W/m^2 mennyiséget napállandónak is szokták nevezni.) A Föld pályáját körnek, a Napot gömb alakúnak tekintve, a mellékelt táblázatból a szükséges adatokat felhasználva válaszolj a következő kérdésekre!

A Nap tömege	$2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
Nap-Föld távolság	$150 \cdot 10^6 \text{ km}$
A Naprendszer kora	$4,5 \cdot 10^9 \text{ év}$
A fény terjedési sebessége vákuumban	300000 km/s
Proton tömege	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
α -részecske tömege	$6,647 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

a) Mennyi energiát bocsát ki másodpercenként a Nap, ha minden irányban azonos intenzitással sugároz?

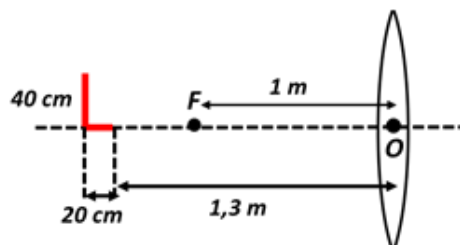
b) Számítsd ki, hány tonna másodpercenként a Nap tömegvesztése a kisugárzott energia miatt! Tömegének hányadrészét veszíti el évente központi csillagunk? Feltételezve, hogy sugárzása mindvégig azonos intenzitású volt, becsüld meg, eredeti tömegének hány százalékát „hasznalta már el” a Nap a Naprendszer kialakulása óta!

c) Az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy a Nap energiatermelését olyan fúziós folyamatok biztosítják, melyekben négy hidrogén atommagból – köztes átalakulásokat követően – egy hélium atommag alakul ki. Hány pikojoule energiát szolgáltat egy ilyen magreakció?

(Eredményeidet észszerű pontossággal add meg, a táblázatban is kerekített értékek szerepelnek!)

3. feladat:

Vékony, 1 méter fókusztávolságú gyűjtőlencse optikai tengelyére egy L-alakú, világító fénycsövet állítottak. Az L-alak 40 cm-es hosszabbik szára merőleges az optikai tengelyre, rövidebb, 20 cm hosszúságú szára pedig az optikai tengelyre illeszkedik úgy, hogy végpontja a lencsétől – a mellékelt ábrának megfelelően – 1,3 m távolságban van.



a) Vázlatosan szerkeszd meg a lencse által a fénycsőről alkotott képet!

b) Számítsd ki, milyen hosszú a fénycső képén az optikai tengellyel párhuzamos, illetve az optikai tengelyre merőleges szakasz! Mekkora nagyításban szerepel a képen a fénycső egy-egy szára?

c) Egy tengelyirányban nagyon kis kiterjedésű („kisméretű”) tárgy leképezésénél az optikai tengellyel párhuzamos méretek nagyítása megegyezik az optikai tengelyre merőleges méretek nagyításának négyzetével. Ha az előbbi pontban követett gondolatmenetedet kisméretű tárgyra vonatkozóan megvizsgálnád, tudnád-e igazolni ezt az állítást?

4. feladat:

A mellékelt kapcsolási rajznak megfelelően összeállított áramkörben az áramforrás elektromotoros ereje 6 V, belső ellenállásának nagysága $2\ \Omega$. A háromállású K kapcsolóhoz csatlakozó ideális tekercs önindukciós együtthatója 1,5 H, az R ellenállás pedig $1000\ \Omega$ nagyságú. Kezdetben a K kapcsoló a (0) állásban van.

a) Mekkora lesz a meginduló áram változási gyorsasága, amikor a kapcsolót az (1)-es állásba billentjük? Milyen erősségű áram állandósul ebben a zárt körben?

b) Mekkora töltés áramlik át az R ellenálláson, ha ezt követően a K kapcsolót hirtelen a (2)-es állásba billentjük át?

c) Mekkora hőmennyiség fejlődik az R ellenálláson?

