

12 feladatsor

megoldásokkal és megjegyzésekkel

Összeállította:
Dr. Radnóti Katalin

Lektor:
Dr. Adorjánné Farkas Magdolna

Szertesző:
Dr. Király Béla

2018

Tartalomjegyzék

1. Előszó	4
2. Bevezetés	5
2.1. Mi lehet a feladatmegoldás célja a fizika oktatása során?	5
2.2. A dolgozatok szerkezete	8
3. 2006 szeptember	10
3.1. 2006 évi feladatok.....	10
3.2. 2006 évi megoldások	12
4. 2007 szeptember	17
4.1. 2007 évi feladatok	17
4.2. 2007 évi megoldások	19
5. 2008 szeptember	22
5.1. 2008 évi feladatok	22
5.2. 2008 évi megoldások	25
6. 2009 szeptember	39
6.1. 2009 évi feladatok	39
6.2. 2009 évi megoldások	42
7. 2010 szeptember	53
7.1. 2010 évi feladatok	53
7.2. 2010 évi megoldások	55
8. 2011 szeptember	61
8.1. 2011 évi feladatok	61
8.2. 2011 évi megoldások	64
9. 2012 szeptember	67
9.1. 2012 évi feladatok	67
9.2. 2012 évi megoldások	70

10. 2013 szeptember	73
10.1. 2013 évi feladatok.....	73
10.2. 2013 évi megoldások	75
11. 2014 szeptember	82
11.1. 2014 évi feladatok.....	82
11.2. 2014 évi megoldások	84
12. 2015 szeptember	91
12.1. 2015 évi feladatok.....	91
12.2. 2015 évi megoldások	93
13. 2016 szeptember	100
13.1. 2016 évi feladatok.....	100
13.2. 2016 évi megoldások	103
14. 2017 szeptember	112
14.1. 2017 évi feladatok.....	112
14.2. 2017 évi megoldások	115

1. Előszó

Jelen gyűjtemény olyan feladatsorokat mutat be, melyeket a felsőoktatásba érkező hallgatók szeptember elején írtak meg, még az egyetemi tanulmányaik megkezdése előtt. A feladatsorok mellett bemutatom az elvárt megoldásokat, továbbá a hallgatók által kapott megoldásokhoz fűzött megjegyzéseimet is.

A kiértékelési módszer kialakításában férjemnek, Király Bélának volt oroszlán része, melyet köszönök!

A gyűjteményt azért állítottam össze, hogy a leendő diákok felkészülését segítsem, tanáraiknak pedig bemutassam, hogy milyen jellegű tévképzetek szoktak megjelenni a megoldások során, melyek kiküszöbölésére talán ezek segítségével nagyobb gondot tudnak fordítani az oktatómunka során. A jobb elkülönítés végett megjegyzéseimet **kék** színnel írtam.

A gyűjtemény elkészítése társadalmi munka volt, melyet a fizika és oktatása, annak javítása, iránti elkötelezettség motivált.

Bármilyen észrevételt örömmel veszek!

A bevezetőben röviden áttekintem a feladatmegoldással kapcsolatos, általam fontosnak tartott módszertani elemeket, majd az egyes években íratott dolgozatok és a megoldások elemzése következik időrendben.

Radnóti Katalin

2. Bevezetés

2.1. Mi lehet a feladatmegoldás célja a fizika oktatása során?

A fizikatanítás egyik jellegzetes eleme a feladatmegoldás. A tanárok és a tanulók munkáját nagyon sok különböző feladatgyűjtemény segíti. Ezekben zömmel valamilyen szituációk néhány mondatos leírásai szerepelnek, melyeket különböző fizikai mennyiségekkel lehet kvantitatív módon jellemezni. Általában az a feladat, hogy a diákok a megadott adatok segítségével néhány további mennyiséget kiszámítsanak. Napjainkban ez kiegészül az új érettségi követelményeknek megfelelően tesztes feladatokkal, továbbá egyszerű kísérletes leírásokkal, melyek némelyikéhez mérési adatok is tartoznak, és azok segítségével kell valamit kiszámítani, esetleg függvényszerűen ábrázolni.

- Ténylegesen miért is oldatunk meg a diákokkal fizika feladatokat?
- Mi a fizikai feladatok megoldásnak célja a fizika oktatása során?

A fizika tantárgynak tükröznie kell a fizikának, mint tudománynak a sajátosságait is, melynek fontos eleme *a jelenségek mennyiségi jellemzése*, a legtöbb elméletet számolással lehet alátámasztani, ezért e tudomány tanulása során is szükséges a számolás.

A fizika tanulása során a feladatmegoldások általában a már megtanult megoldási algoritmusok begyakorlását, továbbá ezen algoritmusoknak a fizikai jellegű problémákhoz való hozzárendelését, s ezen keresztül a tudás még alaposabb elsajátítását szolgálják. A tudás, ha már egyszer elsajátítottuk, megerősítést, konszolidálást igényel. Úgy gondoljuk, hogy ebben az ismételéseknek van szerepe, és így a feladatmegoldások, amelynek során újból felidézünk egy-egy tudásterületet, hozzájárulhatnak a folyamathoz (Nahalka, Poór 2002).

A fizikai feladatoknak szerep jut a fizikai fogalmak kialakításában, azok megerősítésében és elmélyítésében, amennyiben azok valós jelenségekhez kapcsolódnak. A feladatoknak szerepe lehet abban, hogy a tanulók meglássák a valóság és annak modellje közötti viszonyt. Valamint tudatosuljon bennük az, hogy sok esetben a fizikai problémák megoldásánál elengedhetetlen az *idealizálás* és a *közelítés*. Ehhez meg kell találni, hogy melyek azok a részletek, amelyek a jelenség leírásához elengedhetetlenül fontosak, és melyek azok, amelyeket el lehet hanyagolni. A fogalomalkítás szempontjából különös szerepük van a kvalitatív feladatoknak. Az ilyenek bizonyos fajta nyomozási feladatnak is felfoghatók, hiszen nincs lehetőség sablon, vagy rutin alapján eljutni a megoldáshoz, ellentétben azokkal a kvantitatív feladatokkal, amelyek megoldása sok esetben csupán egy képletbe való behelyettesítést igényel.

A kvantitatív, tehát numerikus számolást igénylő feladatok esetében is először úgy célszerű tekinteni a feladatra, mintha az egy kvalitatív feladat lenne. Fontos elemezni a jelenséget, a lényegét megérteni, az okokat, összefüggéseket feltárni. Az ilyen feladatok valójában a fogalmak *függvényszerű* kapcsolatát világítják meg (Holics 1970).

A feladatmegoldás lehetséges céljai:

- a fizikai jelenségek kvantitatív leírása,
- a fizikai fogalmak, összefüggések, törvények alkalmazásának bemutatása,
- a fizikai fogalmak jelentésének elmélyítése,
- a fizikai fogalmak gyakorlása,
- a fizikai jellegű gondolkodásmód fejlesztése,
- a matematikai és a fizikai fogalmak közötti többszörös transzfer gyakorlása,
- problémamegoldással kapcsolatos gondolkodás fejlesztése, mint
 - o algoritmikus,
 - o arányossági,
 - o összehasonlítási,
 - o oksági,
 - o kritikai,
 - o analógiás,
 - o a feltevések megfogalmazása,
 - o a lehetséges elhanyagolások, közelítések megállapítása,
 - o a várható - akár számszerű - eredmények becslése,
 - o a következtetések megfogalmazása,
 - o a megoldás bemutatása.

A fentiekén kívül még a továbbiakat tartom fontosnak, melyekre eddig talán kevesebb figyelem irányult,

- o problémafelvetés,
- o a probléma kvantitatív megoldása, melynek érdekében szükséges az adatok szervezése, például ábrázolása oszlopdiagramként,
- o a megoldás függvénykapcsolatként való megjelenítése, az adatok értelmezése akár saját mérésből, akár mások méréseiből származnak (dolgozatok esetében csak az utóbbiról lehet szó),
- o a számítások eredményei alapján magyarázat megalkotása,
- o a kritikai észrevételek megfogalmazása.

A fizika tudományában foglalkoznak nagyon kicsiny és nagyon nagy méretű objektumokkal is, gondoljunk az atomokra és az égitestekre. A számértékeket ezért tíz hatványai alakjában célszerű felírni. A számítások során erre külön nagyon kell figyelni. Továbbá sok esetben az egyes jellemzők különböző mértékegységekben szerepelnek, ezek átváltása általában SI-re szintén külön odafigyelést, elsősorban arányossági gondolkodást igényel.

A fentiek figyelembe vételével erősíthető a diákok *természettudományos szemlélete*, miszerint *a tények, adatok szolgáltatják a racionális, tudományos gondolkodás alapját*. A különböző vizsgálatok során kapott kvantitatív adatokat a matematika, mint eszköz

felhasználásának segítségével igyekszünk formába önteni, melyek ténylegesen függvénykapcsolatok.

Fontos a tanulók gondolkodásának fejlesztése szempontjából a *tanulói hipotézisalkotás*, melyre a feladatok esetében is számtalan lehetőség van. Ezzel érzékeltetni lehet az ismeretszerzés nehézkes útját, továbbá így lesz ténylegesen a tanuló sajátja a megszerzett új ismeret. Érdeemes a probléma megoldása végén, mintegy lezárásaként *visszatekinteni magára a folyamatra, reflektálni*, honnan hová jutottunk, hogyan gondolkodtunk előtte és utána, milyen új ismeretet szereztünk és az mire lesz jó nekünk?

Azt gondolom, hogy a fizikatanítás célja *nem* a feladatmegoldás! A feladatmegoldás mindössze *eszköz* a diákok fizikai gondolkodásba való bevezetéséhez.

Milyen a jó feladat?

A jó feladatnak többféle kritériuma lehet, mint például:

- legyen érdekes a témája a diákok számára,
- legyen megfelelő az éppen feldolgozandó témakör szempontjából,
- legyen megoldható a diákok aktuális tudása alapján,
- jelentsen erőfeszítést a megoldás a diákok számára, vagyis ne legyen túl könnyű. Azonban ne legyen túl nehéz sem,

Változott-e napjainkban a feladatok „jóságának” megítélése?

Azt gondolom, hogy igen. Szükség van újszerű feladatok kitűzésére, melyek egyben a fizika tantárgy modernizálásához is hozzá tudnak járulni. A fizika írásbeli érettségien megjelentek a fentiekben említetteken kívül másféle feladatok is. A korábbi évekkel összehasonlítva már nem csak a rövid, és sok esetben unalmas szövegű számításos feladatokat kell a diákoknak megoldani, hanem teszt, feleletválasztós feladatokat is. Továbbá különböző *mérési eredményeket, grafikonokat is kell értelmezni és/vagy készíteni*. Ezért a képzésbe belépő hallgatók dolgozataiban is helyet kaptak hasonló feladatok.

A mai magyar diákok tanulásának egyik jellegzetessége sajnos a tényorientált, összefüggéstelen leketanulás, ahol minden egyes tananyagrészt külön, izolált egységnek tekintenek. Általános az egyik napról a másikra való tanulás, ahol az egyes leckék nem kapcsolódnak egymáshoz. Például fizika esetében minden tanórán tanulnak a diákok egy – két új „képletet”, melyet az óra végi gyakorlásnak és elmélyítéshez használt rutinszerű, életidegen, unalmas szövegű, sokszor csak a képletbe történő behelyettesítést igénylő feladatmegoldás során felhasználnak. Amennyiben régebbi anyagrésze történik hivatkozás, a diákok azt is külön „mondatként” megtanulják. De az esetek nem elhanyagolható részében *nem* alakul ki semmiféle rendszer a fejekben, melyre mutatnak példákat a tanulói megoldások elemzésénél.

Azt gondolom, hogy a fizikai feladatok megoldása nem egyszerűen a megfelelő képletek megtalálása és az azokba való behelyettesítést jelenti. A feladatmegoldás során

nem eshetünk a képletek bűvöletébe, legjobb, ha a képlettáblázatokat elő sem vesszük. Sőt, mint már említettem, a fizikai jellegű törvények ténylegesen függvénykapcsolatok!

Az első éves egyetemistáknak tartott úgynevezett felzárkóztató óráimon rendszeresen találkozom olyan esettel, hogy több hallgató az egyenes vonalú egyenletesen változó mozgásnál jól kiszámolja a pillanatnyi sebességet a gyorsulás és az idő segítségével, majd az utat már az egyenes vonalú egyenletes mozgást leíró összefüggéssel akarja számolni. Vagyis a hallgató nem jelenségben, hanem képletekben gondolkodik!

A matematika fontos eszköz a fizika számára, de mielőtt alkalmazzuk, különböző megfontolásokat kell tennünk a vizsgálandó jelenséggel kapcsolatban, milyen mennyiségekkel tudjuk azt leírni, és azok közt milyen összefüggések vannak, majd a számítások elvégzését követően vissza kell csatolni a kiindulási problémára. Ez kétszeres transzfert kíván! A probléma megértését követően áttesszük azt a matematika nyelvére, majd utána elemezni kell a kapott eredményt, az reális-e, ami ismét egy transzfer, de fordított irányban. Ez egyben fontos gondolkodásfejlesztési lehetőség is!

Holics László: Feladatmegoldások és fizikai tartalom. *Fizikai Szemle*. XX. évfolyam 1970/9. szám.

Nahalka István – Poór István (2002): Problémák és feladatok megoldása a fizika tanulása során. In. *A fizikatanítás pedagógiája* (Szerk.: Radnóti Katalin – Nahalka István) Nemzeti Tankönyvkiadó. Budapest. 2002. 188-207. oldalak

2.2. A dolgozatok szerkezete

A dolgozat minden esetben az úgynevezett demográfiai kérdésekkel indult, melyben érdeklődtünk a leendő hallgatók érettségi- és versenyeredményeiről, arról, hogy első helyen jelölték-e meg intézményünket, illetve milyen irányban terveznek szakosodni.

Ez azért volt fontos a számunkra, mert így össze tudtuk hasonlítani a diákok dolgozatban mutatott tudását azzal, hogy mennyit foglalkoztak eddig a fizikával. Az eredmény nem meglepetés, a dolgozat azoknak a hallgatóknak sikerült a legjobban, akik emelt szinten érettségiztek, illetve versenyen vettek részt. Szerencsére 10 évvel az első dolgozat megíratása és az eredmények közzététele után kötelező lett a legalább középszintű fizika érettségi a fizika BSc-re és tanárszakra való jelentkezéshez.

A tényleges dolgozat első felében teszt jellegű kérdések szerepelnek, majd néhány számításos feladat. Az első években 1,5 óráig írhattak a hallgatók, majd később csökkentettük a feladatok számát és csak 1 órás lett a dolgozat.

A témából több cikk/könyvfejezet is született, melyekre hivatkozom a megfelelő helyeken.

Radnóti Katalin (2006): Első éves BSC hallgatók fizikatudása. *Fizikai Szemle*. LVI- évfolyam 2006/12. szám 424-427. oldalak

<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0612/FizSzem-200612.pdf>

Radnóti Katalin (2007): Miért buknak meg jelentős számban az elsőéves egyetemisták? *Új Pedagógiai Szemle*. LVII. Évfolyam. 11. szám november 42-49- oldal.

<http://folyoiratok.ofi.hu/uj-pedagogiai-szemle/lapszamok/2007-11>

Radnóti Katalin (2009): A fizikatanítás helyzete és eredményessége. *Nukleon*. 2009. január 23. II. évfolyam

http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon2_1_31_Radnoti.pdf

Radnóti Katalin (2009): Felzárkóztatás a felsőoktatásban?! . *A Fizika Tanítása*. MOZAIK Oktatási Stúdió. Szeged. XVII. Évfolyam 2. szám 9-18. oldalak

Radnóti Katalin – Pipek János (2009): A fizikatanítás eredményessége a közoktatásban. *Fizikai Szemle*. LIX. évfolyam 3. szám 107-113. oldalak

<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0903/FizSzem-200903.pdf>

Radnóti Katalin (2010): Elsőéves fizika BSc-s és mérnökhallgatók fizikatudása. *A Fizika Tanítása*. MOZAIK Oktatási Stúdió. Szeged. XVIII. Évfolyam 1. szám 8-16. oldalak

Radnóti Katalin (2010): A fizikaoktatás jövője a felsőfokú alapképzésben. *Matematikát, fizikát és informatikát oktatók XXXIV. konferenciája*. Szent István Egyetem Gazdasági Kar. Békéscsaba, 2010. konferenciakötet 19. oldal

Radnóti Katalin (2010): A 2009. szeptemberi országos fizika és kémia felmérésekről. *Iskolakultúra* 2010/10. 71-78. oldalak

<http://www.iskolakultura.hu/ikultura-folyoirat/documents/149.html>

Radnóti Katalin (Szerk.): *A természettudomány tanítása. Szak módszertani kézikönyv és tankönyv*. MOZAIK Kiadó. Szeged. 2014. 575 oldal

Nagy Mária, Radnóti Katalin (2014): A grafikus ábrázolás szerepe a fizika oktatásában – egy felmérés tükrében. *Fizikai Szemle*. LXIV. évfolyam. 7-8. szám. 272-278. oldalak

<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz140708/FizSzem-20140708.pdf>

3. 2006 szeptember

3.1. 2006 évi feladatokat

Törvények, meghatározások

A felméréshez csak számológépet használhat, mint segédeszközt! A táblázat második oszlopába írja be a megnevezett törvényt, összefüggést! A jelölések magyarázatát nem kérjük!

Centripetális erő kiszámítása	
Newton II. törvénye	
Coulomb – törvény	
Boyle – Mariotte törvény	
A lendület (impulzus) definíciója	

(10 pont)

Tesztfeladatok

Az alábbi kérdésekre adott válaszok közül csak egy jó. Minden helyes válasszal 2 pont szerezhető.

1.) Mi a nyomás mértékegysége?

- a.) kg/m b.) N/m c.) N/m² d.) kg/m² e.) N·m

2.) Mi az erő mértékegysége?

- a.) N·m b.) N/m c.) kg·m/s d.) kg·m²/s e.) N

3.) Mi a fajhő mértékegysége?

- a.) J/K b.) J/mol·K c.) J/kg·K d.) K/J·mol e.) K/J·kg

4.) Mi az elektromos térerősség mértékegysége?

- a.) N/m b.) V/m c.) J/m d.) V/C e.) A/m

5.) Mi a kondenzátor kapacitásának mértékegysége?

- a.) A·V/m b.) A·s/m c.) A·s/V d.) V·s/A e.) A·m/s

6.) Nagyságrendileg mekkora a Föld tömege?

- a.) 10²⁴ kg b.) 10¹⁵ kg c.) 10¹⁰ kg d.) 10³⁰ kg
e.) 10⁵⁰ kg

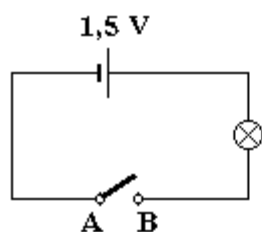
7.) Milyen nagyságrendű az atomok mérete?

- a.) 0,1-1 mm b.) 0,1-1 cm c.) 0,1-1 nm d.) 0,01-0,1 μm
e.) 10-100 nm

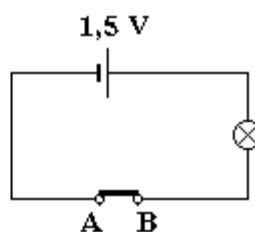
8.) Milyen irányú erő hat a ferdén elhajított testre pályája felszálló ágában? (A közegellenállástól eltekintünk.)

- a.) $\rightarrow$ b.) $\downarrow$ c.) nem hat rá erő d.) $\uparrow$ e.) $\leftarrow$

9.) Mekkora feszültség mérhető az AB pontok között ideálisnak tekinthető feszültségmérővel a vázolt két esetben? Válassza ki, hogy melyik állítás igaz a felsoroltak közül!



1)



2)

- a.) 1,5 V és 1,5 V
b.) 0 V és 0 V
c.) 1,5 V és 0 V
d.) 0 V és 1,5 V
e.) Nem dönthető el, mert nem tudjuk az izzó ellenállását.

10.) Egy kerékpáros a 20 km-es utat 15 km/h sebességgel, az azt követő 20 km-es utat 25 km/h sebességgel teszi meg. Mekkora a teljes útra vonatkozó átlagsebessége?

- a.) 20 km/h b.) $3 \cdot (5/2)^2$ km/h c.) $(4,5)^2$ km/h

11.) 1000 kg tömegű gépkocsit daruval emelünk a magasba. Az emelés során másodpercenként 2 m/s - mal nő a kocs sebessége. Mekkora erő ébred a kötélben?

- a.) $K = 1200$ N b.) $K = 12000$ N c.) $K = 8000$ N

12.) Kék fénysugár levegőből vízbe halad. Az alábbi jellemzők közül melyek nem változnak meg a fény vízben történő terjedésekor a levegőbeli terjedéshez képest?

- a.) Sebesség, hullámhossz. b.) Hullámhossz, frekvencia.
c.) Szín, sebesség. d.) Frekvencia, szín.

13.) Miért hajnalban keletkezik a harmat?

- a.) Mert ekkor hűl le annyira a levegő, hogy a benne lévő pára lecsapódjon.
b.) Mert a talajban lévő víz ekkor párolog legerősebben.
c.) Mert a növények ekkor párologtatják a legtöbb vizet.

14.) 4,5 V - os laposelemet kötünk egy tekercs kivezetéseire. Mekkora feszültség keletkezik a tekercs kivezetésein, ha az áramkört megszakítjuk?

- a.) Az indukálódó feszültség csak kisebb lehet, mint 4,5 V.
b.) Az indukálódó feszültség sokkal nagyobb lehet, mint 4,5 V.
c.) Mindig $\sqrt{2} \cdot (4,5 \text{ V})$ feszültség indukálódik.
d.) Nulla.

- 15.) Párhuzamosan kapcsolt $1\ \Omega$ - os és $2\ \Omega$ - os ellenálláson összesen 1watt teljesítmény jelenik meg. Mekkora áram folyik az $1\ \Omega$ - os ellenálláson?
- a.) 225 mA b.) 0,408 A c.) 816 mA

Számításos feladatok

- 1.) Egy átlagos fékezésnél - $4\ \text{m/s}^2$ gyorsulással kell számolni. Egy autó 72 km/óra nagyságú sebességgel közlekedik, majd fékezni kezd.
- a.) Mekkora utat tesz meg az autó a fékezés ideje alatt?
 b.) Mennyi idő alatt áll meg az autó?
 c.) Ábrázolja az autó sebesség idő grafikonját a fékezés során!

(12 pont)

- 2.) Két darab 200 W teljesítményű elektromos fűtőtestet
- a) sorba,
 b) párhuzamosan kapcsolunk a hálózatra.
 Mekkora teljesítményt szolgáltat a rendszer a két esetben?

(12 pont)

- 3.) Mekkora sebességgel érkezett az elektron a $s_1=20\ \text{cm}$ hosszú síkkondenzátor lemezei közé, azokkal párhuzamosan, ha az $E=10^4\ \text{V/m}$ térerősség hatására a kondenzátoron való áthaladás után eltérése az eredeti irányától $s_2 = 5\ \text{cm}$?

(Az elektron tömege $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\ \text{kg}$, töltése $e = -1,6 \cdot 10^{-19}\ \text{C}$.)

(16 pont)

3.2. 2006 évi megoldások

Tesztfeladatok

Kérdés sorszáma	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
Válasz betűjele	C	E	C	B	C	A	C	B	C	B	B	D	A	B	C

Számításos feladatok

- 1.) Egy átlagos fékezésnél - $4\ \text{m/s}^2$ gyorsulással kell számolni. Egy autó 72 km/óra nagyságú sebességgel közlekedik, majd fékezni kezd.
- a.) Mekkora utat tesz meg az autó a fékezés ideje alatt?
 b.) Mennyi idő alatt áll meg az autó?
 c.) Ábrázolja az autó sebesség idő grafikonját a fékezés során!

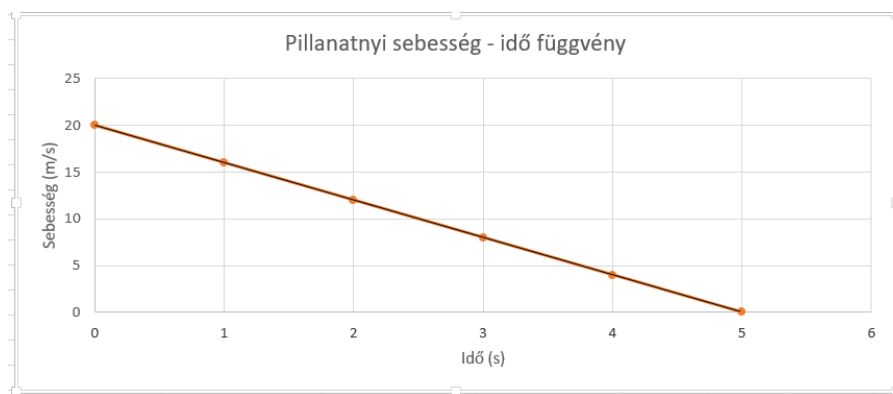
12 pont)

a.) $a = -4 \text{ m/s}^2$, $v = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$

$$s = \frac{v^2}{2a} = \frac{400 \text{ m}^2/\text{s}^2}{8 \text{ m/s}^2} = 50 \text{ m}$$

c.) $t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{100 \text{ m}}{4 \text{ m/s}^2}} = \sqrt{25 \text{ s}} = 5 \text{ s}$, vagy másképpen: $t = \frac{v}{a} = \frac{20 \text{ m/s}}{4 \text{ s}} = 5 \text{ s}$

c.) Ezt a legegyszerűbb kiszámítani. Ténylegesen ez után lehet megrajzolni a grafikont. Az átlagsebességgel is lehet számolni az utat, mely $v/2 = 10 \text{ m/s}$ és a c.) alkérdésben kiszámolt 5 s – mal a keresett út $10 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s} = 50 \text{ m}$. Vagy a sebességgörbe alatti területtel.



2.) **Két darab 200 W teljesítményű elektromos fűtőtestet. Mekkora teljesítményt szolgáltat a rendszer a két esetben?**

- a) sorba,
b) párhuzamosan kapcsolunk a hálózatra.

(12 pont)

a) Soros kapcsolás esetén a leadott teljesítmény $P_1 = \frac{U^2}{R_1}$, ahol R_1 a két sorba kapcsolt fűtő ellenállása. Egy fűtőtest ellenállása: $R = \frac{U^2}{P}$, így $R_1 = 2R$. Innen $P_1 = \frac{U^2}{2 \frac{U^2}{P}} = \frac{P}{2}$,

ami 100 W, vagyis *feleakkora*, mintha csak egyetlen fűtőtestet használnánk!

b) Párhuzamos kapcsolás esetében: $R_2 = \frac{R}{2}$, és $P_2 = \frac{U^2}{\frac{R}{2}} = \frac{U^2}{\frac{U^2}{2 \cdot P}} = 2 \cdot P$, ami 400 W,

vagyis a két fűtőtest teljesítményének az összege.

Megjegyzés

A mindennapi eset, hiszen például a lakásban, irodában a különböző elektromos berendezéseink párhuzamosan vannak kapcsolva.

- 3.) Mekkora sebességgel érkezett az elektron a $s_1 = 20$ cm hosszú síkkondenzátor lemezei közé, azokkal párhuzamosan, ha az $E = 10^4$ V/m térerősség hatására a kondenzátoron való áthaladás után eltérése az eredeti irányától $s_2 = 5$ cm?

(Az elektron tömege $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, töltése $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C.)

(16 pont)

Az elektron a kondenzátorlemezekkel párhuzamosan egyenes vonalú egyenletes mozgást végez a beérkezési sebességével, míg arra merőlegesen egyenletesen gyorsuló mozgást. Addig az időtartamig, míg $s_1 = 20$ cm = 0,2 m-t megtesz, addig $s_2 = 5$ cm = 0,05 m - t egyenletesen gyorsulva tesz meg. A gyorsulása: $E \cdot e = m_e \cdot a$, innen

$$a = \frac{E \cdot e}{m} = \frac{10^4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}} =$$

$$1,76 \cdot 10^{15} \text{ m/s}^2. \quad \text{Az egyenletes mozgás ideje: } t = \frac{s_1}{v}.$$

A gyorsuló mozgással megtett út: $s_2 = \frac{a}{2} t^2 = \frac{a}{2} \cdot \frac{s_1^2}{v^2}$, ahonnan a keresett sebesség kifejezhető:

$$v^2 = \frac{a \cdot s_1^2}{2 \cdot s_2} = \frac{1,76 \cdot 10^{15} \cdot (0,2)^2}{2 \cdot 0,05} \approx 7 \cdot 10^{14} \text{ m}^2/\text{s}^2, \text{ innen a sebesség } v = 2,6 \cdot 10^7 \text{ m/s}.$$

Megjegyzés

Ez ugyan a fénysebességnek egy kicsit több, mint tized része, de még nem kell relativisztikusan számolni, mert a tömegnövekedés miatt bekövetkező energianövekedés csak kb. század része a nyugalmi energiának.

A mozgás analóg a függőleges hajítással, csak ebben az esetben a gyorsulás az elektromos mező következtében történik.

A megoldások eredményessége, tapasztalatok

A maximálisan elérhető pontszám **80** pont volt. Függvénytáblázatot nem lehetett használni, de számológépet igen. A dolgozat szerkezete a következő volt:

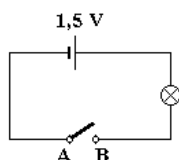
Egyszerű törvények, összefüggések felírása (5 darab), 10 pont

Teszt jellegű feladatok (15 darab), 30 pont

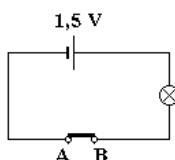
3 darab számolós feladat összesen 40 pontért (12+12+16 pont)

A tesztek közül a leggyengébben a 9-es ment, melynek megoldottsága 20%-os volt. Ez a feladat több esetben is szerepelt, hasonló eredménnyel. Ennek oka minden bizonnyal a feszültség és áramerősség fogalmak differenciálatlan volta.

Mekkora feszültség mérhető az AB pontok között ideálisnak tekinthető feszültségmérővel a vázolt két esetben?



1)



2)

a.) 1,5V és 1,5V

b.) 0V és 0V

c.) 1,5V és 0V

d.) 0V és 1,5V

e.) Nem dönthető el, mert nem tudjuk az izzó ellenállását.

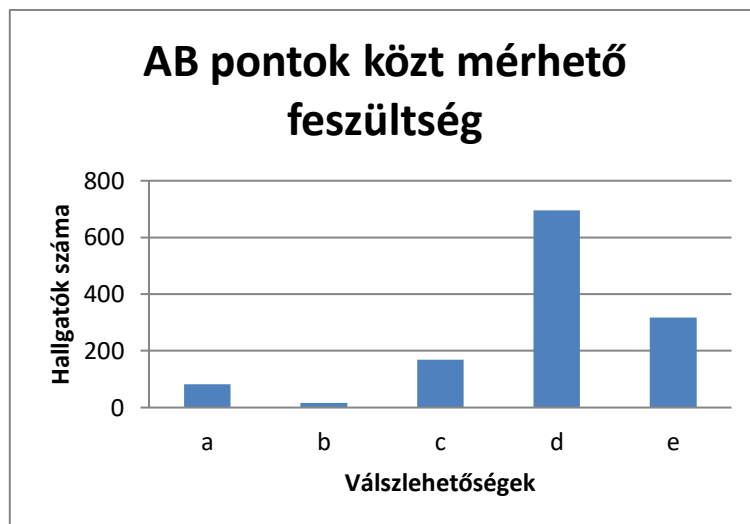
2008 őszén 1324 fő, a felsőoktatás mérnöki és fizika BSc szakjaira beiratkozó diák írt meg egy, a hallgatók fizikatudás-szintjét vizsgáló dolgozatot, melynek egyik kérdése volt a fenti feladat. A megoldottság 17,9 %-os volt. Mivel ötféle válaszlehetőség volt megadva, ezért véletlenszerű választás esetében is 20%-os teljesítési átlagnak kellett volna adódnia. A kapott érték ez alatt van, tehát „tudatos” volt a helytelen válaszadás. A feladat még azon hallgatók körében is okozott nehézséget, akik emelt szinten érettségiztek. Sokan írtak le a feladathoz olyan téves megjegyzéseket, hogy ha nem zárt az áramkör, akkor nem is lehet feszültséget mérni. Ehhez hasonló gondolatmenet alapján jutottak arra a következtetésre is, hogy csak a d) válasz lehet a jó (Radnóti és Pipek, 2009)¹.

2015 őszén egy újabb felmérésben szerepelt ez a feladat. A felmérésben 1320 fő vett részt, mindannyian az adott évben érettségizett diákok, de az előbbi felméréssel ellentétben nem csak mérnök, illetve fizika BSc-s hallgatók. A teljesítés mindössze 12,7%-os volt. Mivel mindkét esetben a véletlenszerű találat esélye 20%-os lett volna, és a kapott érték alacsonyabb, tehát *valódi tévképzettről van szó!*

A 2015-ös felmérés esetében nem csak azt vizsgáltuk, hogy a válasz jó, vagy nem, hanem azt is, hogy hányan választották az egyes lehetőségeket. A kapott adatok megerősítették a fentebb írtakat, miszerint a diákok ténylegesen keverik az áramerősség és a feszültség fogalmakat.

¹ Radnóti Katalin – Pipek János (2009): A fizikatanítás eredményessége a közoktatásban. *Fizikai Szemle*. LIX. évfolyam 3. szám 107-113. oldalak

<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0903/FizSzem-200903.pdf>



Az egyszerű áramkör tesztfeladat megoldottsága

Mint az ábrából látható, a legtöbben a d) választ, vagyis éppen a fordítottját jelölték meg jó megoldásként a valóban helyes c) válasz helyett. Ez a feszültség és az áramerősség fogalmak *differenciálatlan* voltát mutatja a frissen érettségizett hallgatók esetében. Az e) válaszlehetőséget megjelölők pedig minden bizonnyal egy számításos feladatnak tekintették és kevésnek találták a megadott adatokat. Az eredmények azt mutatják, hogy fontos a fizika tanulása során a ténylegesen megépített áramköri méréseket elvégezni és az eredményeket elemezni.

4. 2007 szeptember

4.1. 2007 évi feladatok

Kérjük, hogy mindenki legjobb tudása szerint oldja meg a feladatokat! A dolgozat eredményéből csak annyit szeretnénk megtudni, hogy kik azok a hallgatók, akiknek az első időkben több segítségre van szükségük ahhoz, hogy eredményesen el tudják végezni választott szakjukat. A dolgozat megírásához csak számológépet használhat, mint segédeszközt!

Mértékegységek

Fizikai mennyiség	Mértékegysége (SI)
Gyorsulás	
Impulzus	
Fajhő	
Elektromos térerősség	
Indukált feszültség	

(1 – 1 pont szereszhető)

Tesztfeladatok

- 1.) Egy 1800 kg tömegű autót két ember betol. Az egyik 275 N, a másik pedig 395 N erőt képes kifejteni. Az autóra ható, a súrlódásból származó erő 560 N. Mekkora lesz a kocsí gyorsulása?
a.) 0,061 m/s² b.) 0,61 m/s² c.) 6,1 m/s² d.) 0,091 m/s²
e.) 0,91 m/s²
- 2.) Mi a súrlódási együttható mértékegysége az alábbiak közül?
a.) N/m b.) N·m c.) nincs mértékegysége d.) N/m² e.) J/N
- 3.) Magasugrásnál kevésbé veszélyes az ugrás, ha matracra ugrunk, mintha a kemény talajra ugranánk. A matrac csökkenti:
a.) az ütközéskor fellépő energiaváltozást.
b.) az ütközéskor fellépő lendületváltozást.
c.) a lendületváltozás gyorsaságát.
d.) A fentiek közül egyiket sem, a matrac csak az ugró attól való félelmét csökkenti, hogy jól megüti magát.
- 4.) Egy rézlemezbe kicsiny lyukat fúrnak, majd egyenletesen hűtik. Mi történik a lyukkal?
a.) Nagyobb lesz. b.) Kisebb lesz. c.) Nem változik a mérete.
- 5.) Egy pontszerű töltés körül milyen alakú felületen vannak azok a pontok, amelyen a térerősség nagysága ugyanakkora?
a.) kocka b.) gömb c.) forgási ellipszoid

(2 -2 pont szereszhető)

Számításos feladatok

- 1.) Egy gépkocsi sebességét 54 km/h-ról 90 km/h-ra növelte állandó $1,6 \text{ m/s}^2$ gyorsulással. Mennyi ideig tartott ez, és mekkora utat tett meg a gépkocsi ezalatt?
(6 pont)
- 2.) Egy elektron a $3 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ mágneses indukciójú homogén mezőbe az indukcióvonalakra merőlegesen érkezik $6 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ sebességgel. (Az elektron töltése $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, tömege $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.)
a.) Mekkora erő hat a mezőben az elektronra?
b.) Milyen pályán fog mozogni az elektron?
c.) Számítsa ki a pálya jellemző adatát!
(10 pont)
- 3.) Egy lézer 20 J energiájú impulzust bocsát ki $0,5 \text{ }\mu\text{s}$ időtartamig 580 nm hullámhosszon. Ez a fény céziumlapra érkezik egy $12 \text{ }\mu\text{m}$ átmérőjű körre fókuszálva. A fény 90%-a elnyelődik, 10%-a pedig visszaverődik. ($h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, a cézium kilépési munkája $0,3 \text{ eV} = 3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.)
a.) Mekkora a lézer teljesítménye?
b.) Hány foton éri a fémlapot ebben az impulzusban?
c.) Mekkora nyomást fejt ki a fénysugár a kör felületére?
d.) Mekkora maximális sebességgel hagyják el a céziumlapot a fény által kiváltott elektronok?
(14 pont)

Megjegyzések

Ebben az évben a fizika BSc-re jelentkező hallgatók esetében már kettős célkitűzést kellett kielégítenünk. Egyrészt az előző évhez hasonlóan azon hallgatók kiválogatása, akik felzárkóztatásra szorulnak, de e mellett azokat a hallgatókat is ki kellett válogatnunk, akik kifejezetten jók fizikából, és emelt szintű képzést tudunk felajánlani számukra. Ezért nem csak a szűken vett „alapokat” kérdeztük, hanem 3. példaként beiktattunk egy olyan feladatot is, mellyel ez utóbbi célt kívántuk elérni.

Ez egy Szilárd Leó versenyen már szerepelt feladat. Azért esett erre a választás, mivel a megoldásához a fizika több területéről származó ismereteket kell alkalmazni a sikeres megoldáshoz, ami általában csak azoknak sikerül, akik igazán tisztában vannak a fizika törvényszerűségeivel. Vagyis a fizikából tehetséges diákoknak. Ugyanakkor a középiskolai tananyag végén szereplő modern fizikai ismereteknek csak azokat a részeit kellett felhasználni, ameddig azért általában el szoktak jutni. Továbbá a fő rész valójában mechanikai jellegű, az erő pontos fogalmának ismeretét igényli.

4.2. 2007 évi megoldások

Tesztfeladatok

1.	2.	3.	4.	5.
a	c	c	b	b

(2 -2 pont szerezhető)

- 1.) Egy gépkocsi sebességét 54 km/h-ról 90 km/h-ra növelte állandó 1,6 m/s² gyorsulással. Mennyi ideig tartott ez, és mekkora utat tett meg a gépkocsi ezalatt?

(6 pont)

15 m/s-ról 25 m/s-ra növekedett a sebesség. $\Delta v = 10$ m/s. $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, innen

$$\Delta t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{10}{1,6} = 6,25 \text{ s} \quad (3 \text{ pont})$$

$$s = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot t = \frac{15 + 25}{2} \cdot 6,25 = 125 \text{ m} \quad (3 \text{ pont})$$

$$\text{Vagy: } s = v_1 t + \frac{a}{2} t^2 = 15 \cdot 6,25 + \frac{1,6}{2} (6,25)^2 = 93,75 + 32,24 = 125 \text{ m}$$

Megjegyzés

A hallgatók nagy része foglalkozott a feladattal. A mozgás idejét általában jól ki is számolták. Azonban a megtett út esetében sokan elfelejtették, hogy nem álló helyzetből történt a gyorsulás.

- 2.) Egy elektron a $3 \cdot 10^{-3}$ T mágneses indukciójú homogén mezőbe az indukcióvonalakra merőlegesen érkezik $6 \cdot 10^5$ m/s sebességgel. (Az elektron töltése $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, tömege $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.)

- a.) Mekkora erő hat a mezőben az elektronra?
b.) Milyen pályán fog mozogni az elektron?
c.) Számítsa ki a pálya jellemző adatát!

(10 pont)

a.) $F = Bqv = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 6 \cdot 10^5 = 2,88 \cdot 10^{-16} \text{ N.}$ (4 pont)

b.) Körpályán fog mozogni. (2 pont)

c.) A körpálya sugara:

$$F = m \frac{v^2}{R}, \text{ innen } R = \frac{m \cdot v^2}{F} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 36 \cdot 10^{10}}{2,88 \cdot 10^{-16}} = 11,4 \cdot 10^{-4} \text{ m} \quad (4 \text{ pont})$$

Megjegyzések

Ezzel a feladattal már jóval kevesebben foglalkoztak. A következő jellegzetes hibák voltak:

Úgy számoltak néhányan, mintha elektromos mezőről lett volna szó. Sajnos sok tanár tapasztalata szerint is kezdettől keveredik a tanulók fejében az elektromosság a mágnesesség, és később sem válik szét mindenkinél.

Több hallgató az erő kiszámításához rossz összefüggést használt, melyben vagy szerepelt a tömeg is, vagy a töltés lemaradt stb.

A pálya alakjára többen érdekes görbéket írtak, mint pl. ellipszis, hiperbola, kicsit elhajlik, és csavarvonal. Ez utóbbi abból adódott, hogy nem olvasták el rendesen a feladat szövegét, miszerint az elektron az indukciójonalakra merőlegesen érkezik.

A pálya jellemző adatára többen az elektron gyorsulásra gondoltak a körpálya sugara helyett.

- 3.) Egy lézer 20 J energiájú impulzust bocsát ki 0,5 μ s időtartamig 580 nm hullámhosszon. Ez a fény céziumlapra érkezik egy 12 μ m átmérőjű körre fókuszálva. A fény 90%-a elnyelődik, 10%-a pedig visszaverődik. ($h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, a cézium kilépési munkája 0,3 eV = $3 \cdot 10^{-19}$ J.)

- Mekkora a lézer teljesítménye?
- Hány foton éri a fémlapot ebben az impulzusban?
- Mekkora nyomást fejt ki a fénysugár a kör felületére?
- Mekkora maximális sebességgel hagyják el a céziumlapot a fény által kiváltott elektronok?

(14 pont)

a.) A teljesítmény: $P = \frac{E}{\Delta t} = \frac{20 \text{ J}}{5 \cdot 10^{-7} \text{ s}} = 4 \cdot 10^7 \text{ W} = 4000 \text{ kW} = 4 \text{ MW}$ (2 pont)

b.) Egyetlen foton energiája: $E = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{5,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 3,42 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

A fotonok száma: $N = \frac{20 \text{ J}}{3,42 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 5,81 \cdot 10^{19}$ (3 pont)

c.) Az összes foton lendülete kezdetben: $I = N \frac{h}{\lambda} = 5,81 \cdot 10^{19} \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{5,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 6,67 \cdot 10^{-8} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

(7 pont)

Az impulzus-változás két részből áll, mert az elnyelt fotonok más impulzust adnak át, mint azok, amelyek visszaverődnek. Ez utóbbiak kétszer annyit. Ezért

$$\Delta I = 0,9 I_0 + 0,1 \cdot 2 I_0 = 1,1 I_0 = 1,1 \cdot 6,67 \cdot 10^{-8} = 7,34 \cdot 10^{-8} \text{ kgm/s}$$

A nyomóerő: $F = \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{7,34 \cdot 10^{-8} \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{5 \cdot 10^{-7} \text{ s}} = 0,15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$

A nyomás: $p = \frac{F}{A} = \frac{0,15 \text{ N}}{\pi \cdot 3,6 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2} = 1,3 \cdot 10^9 \text{ Pa}!!!!$

d.) A kilépő elektronokra: $\frac{1}{2} m \cdot v^2 = E - W_{ki}$ innen $v = 3 \cdot 10^5 \text{ m/s}$. (2 pont)

Megjegyzések

Ezzel a feladattal körülbelül annyian foglalkoztak, mint az előzővel. Sok részpontoszámot szedtek össze a hallgatók a feladatból. Volt olyan hallgató, akinek ez éppen ahhoz volt elég, hogy ne kelljen felzárkóztatóra járnia. Vagyis egyáltalán nem mondható el az, hogy a modern fizika érintett fejezete kimaradna a középiskolai tananyagból, vagy nehezebb lenne, mint pl. az elektromosságtan, sőt! Akik elérték a 20 pontos határt szinte majdnem mindenki foglalkozott a feladattal.

A feladat a.), b.) és d.) részével foglalkoztak a legtöbben.

Jellegzetes hibák, félreértések:

- A teljesítmény definícióját rosszul tudták, az energia és az idő hányadosa helyett a szorzatot vették.
- Voltak, akik a 90%-os elnyelődés miatt azt gondolták, hogy 0,9-del szorozni kell a lézer teljesítményét. Vagyis összekeverték, hogy melyik tárgyról is van szó, illetve a teljesítmény mire is vonatkozik.
- Voltak, akik a hatásfokkal keverték a teljesítményt.
- Voltak, akik a fotoeffektus estében számoltak úgy, mintha a foton energiájának csak 0,9-ed része okozná az effektust. Vagyis egy mikroszkopikus jelenséget, eseményt keverték össze egy makroszkopikus dologgal, a nyomással.
- Volt, aki úgy értelmezte, hogy a céziumlapot csak a fotonok 90%-a éri el. (Nem olvasta el rendesen a feladatot, nem jól értelmezte a szöveget.)
- A feladat „mumus” része a c.) alkérdés volt. A nyomás definícióját sokan tudták ugyan, de azt már nem, hogy miként is tudnak erőt számolni. Különösen a visszaverődéses esetben volt problémás az impulzusváltozás kiszámítása. Tehát a modern fizika témakörébe tartozó feladatnak az a része okozott sok, feltehetően versenyes, okos gyerekek is problémát, mely éppen a mechanika témakörébe tartozik.

5. 2008 szeptember

5.1. 2008 évi feladatok

Kérjük, hogy mindenki legjobb tudása szerint oldja meg a feladatokat! A dolgozat eredményéből csak annyit szeretnénk megtudni, hogy kik azok a hallgatók, akiknek az első időkből több segítségre van szükségük ahhoz, hogy eredményesen el tudják végezni választott szakjukat. A dolgozat megírásához csak számológépet használhat, mint segédeszközt!

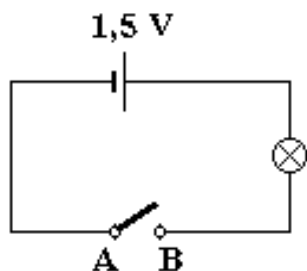
Mértékegységek

5 pont

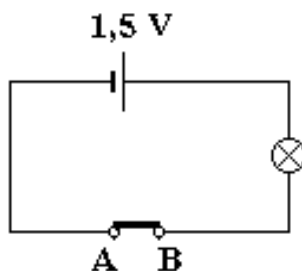
Fizikai mennyiség	Mértékegysége (SI)
Erő	
Dioptria	
Forgatónyomaték	
Súrlódási együttható	
Indukált feszültség	

Tesztfeladatok

- 1.) Mekkora feszültség mérhető az AB pontok között ideálisnak tekinthető feszültségmérővel a vázolt két esetben? Válassza ki, hogy melyik állítás helyes a felsoroltak közül! Indokoljon!



1)



2)

- a.) 1,5 V és 1,5 V
- b.) 0 V és 0 V
- c.) 1,5 V és 0 V
- d.) 0 V és 1,5 V
- e.) Nem dönthető el, mert nem tudjuk az izzó ellenállását.

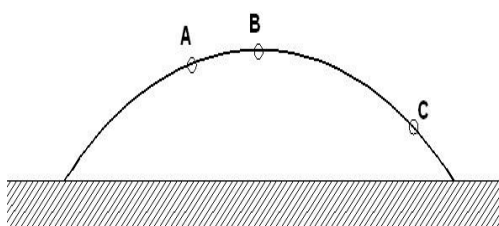
2 pont

2.) **Magasugrásnál kevésbé veszélyes az ugrás, ha matracra érkezünk, mintha a kemény talajra érkezénénk. A matrac csökkenti:**

- a.) az ütközéskor fellépő energiaváltozást.
- b.) az ütközéskor fellépő lendületváltozást.
- c.) az ütközéskor fellépő fékező erőt.
- d.) A fentiek közül egyiket sem, a matrac csak az ugró félelmét csökkenti attól, hogy jól megüti magát. Indokolja választát!

2 pont

3.) **Egy testet az ábrán látható módon, ferdén elhajítottunk. A közegellenállástól eltekintünk. Rajzolja be, hogy milyen irányú erő hat a testre a pálya A, B és C pontjaiban! Indokoljon!**



2 pont

4.) **Egy pontszerű töltés körül milyen felületen vannak azok a pontok, amelyen a térerősség nagysága ugyanakkora?**

- a.) kocka b.) gömb c.) forgási ellipszoid

1 pont

5.) **Ön szerint melyik anyagnak lehet a legkisebb a fajlagos elektromos ellenállása a felsoroltak közül?**

- a.) polietilén b.) szilícium c.) réz d.) szén

1 pont

Kérdések

Történik-e munkavégzés a következő esetekben? Indokolja választát minden esetben!

- 1.) Egy Föld körül keringő űrhajón végez-e munkát a gravitációs mező?

2 pont

- 2.) Az elektromos erővonalakra merőlegesen mozgó töltésen?

2 pont

- 3.) Gázlángon vizet melegítünk.

2 pont

Vizsgálat

- 1.) Egy karácsonyfaizzó foglalatán a következő adatok találhatók: 14 V, és 3 W. Hogyan határozná meg, hogy helyes teljesítményt írtak-e fel az izzóra? A válaszhoz készítsen ábrát!

4 pont

Számításos feladatok

- 1.) Egy üres ballon tömege 2 kg, gömb alakúra felfújva sugara 1,2 m. Teljesen megtöltik 23 °C-os héliumgázzal. Így éppen lebeg a levegőben, nem emelkedik, nem süllyed. A körülötte lévő levegő sűrűsége 1,19 kg/m³. Mekkora a héliumgáz tömege a ballonban?

7 pont

- 2.) Egy tanyán 10 méter mély kútból, méterenként 10 N súlyú láncsal 11 liter vizet húzunk fel a főzéshez, mosakodáshoz. A vödör súlya 10 N.²

a.) Ábrázolja a vödör felhúzásához szükséges erőt a lánc hosszúságának a függvényében!

b.) Mekkora munka árán tudunk felhúzni egy vödör vizet?

c.) Mekkora a teljesítményünk, ha fél perc alatt húzzuk fel a vizet?

d.) Mekkora a folyamatban a ténylegesen hasznos munka, ha a víz felhúzását tekintjük hasznosnak?

e.) Mekkora a munkavégzés hatásfoka?

10 pont

- 3.) A pozitron (az elektron antirészecskéje, tömege teljesen megegyezik az elektron tömegével, de töltése pozitív) létezésére először az 1920-as években elméleti megfontolásokból következtettek (P.A.M. Dirac) A részecske kimutatása végett Carl Anderson a kozmikus sugárzást kezdte el tanulmányozni, és 1932-ben

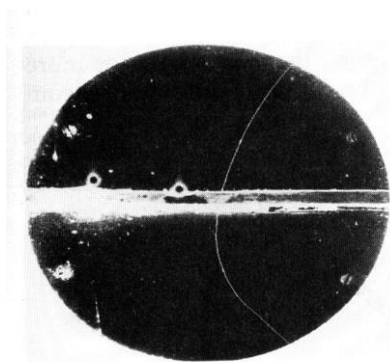


FIGURE 18.5
The photo that won a Nobel Prize.
This photo alone established the
existence of a positive electron.

sikerral járt. A Nobel-díjjal elismert kísérlet dokumentuma a mellékelt ábrán látható ködkamrás felvétel. A fotón megfigyelhető vékony görbe vonal a pozitron nyomvonala a ködkamrában. A bemutatott felvétel sajátossága az erősen görbült nyomvonal, mivel úgy készült a felvétel, hogy a ködkamrát mágneses mezőbe helyezték. Az indukcióvonalak merőlegesek voltak a beérkező részecskék sebességére.

a.) Értelmezze a töltött részecske nyomvonalának görbülését a mágneses mezőben! Honnan tudhatta Anderson, hogy nem proton okozta a jelenséget?

(A választ illusztrálja egyszerű számolással! Modell-számítása során a mágneses mező indukcióját tekintse 0,01

² A feladat ötletét a Dér – Radnai - Soós: Fizikai feladatok I. kötet 4/29-es feladat adta.

T értékűnek és a részecskék feltételezett sebességét vegye a vákuumbeli fénysebesség tizedének! (A megadott adatok esetén a relativisztikus tömegnövekedéstől eltekinthetünk)

(Az elemi töltés $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, az elektron tömege $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, a fény terjedési sebessége vákuumban $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, a proton tömege: $1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)

- b.) Anderson arra is gondolt, hogy esetleg egy lentről felfelé érkező elektron nyomképét látja, nem pedig a keresett pozitív töltésű részecskéét. Ennek eldöntésére egy vékony ólomlemez helyezte el a ködkamrában, mely a képen vízszintes sávként látható. Úgy okoskodott, hogy amennyiben fentről (a kozmikus sugárzásból) érkező pozitív részecske nyomképéről van szó, akkor látnunk kell, hogy a részecske a lemezen áthaladva lelassul.

Látható ez a képen? Mi utal rá és hogyan?

10 pont

5.2. 2008 évi megoldások

Mértékegységek

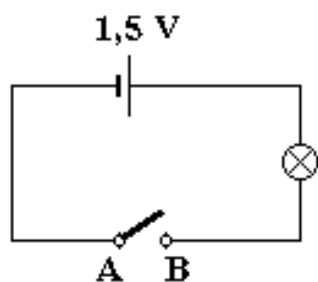
Fizikai mennyiség	Mértékegysége (SI)
Erő	N
Dioptria	nincs, illetve nem használjuk. A fókusz távolság reciproka, tehát tulajdonképpen van. Természetesen minkét válasz jó volt.
Forgatónyomaték	Nm
Súrlódási együttható	nincs
Indukált feszültség	V

Megjegyzés

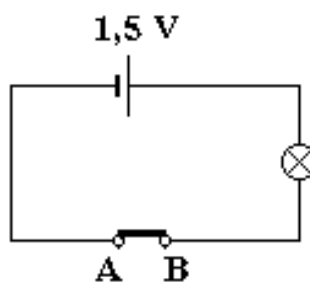
A súrlódási együtthatónál csak akkor volt fogadható, ha egyértelműen jelezte a hallgató, hogy nincs mértékegysége, vagy leírja, vagy egy vízszintes vonallal. Ha üresen hagyta, az 0 pont. Ez a kérdés és a dioptria mértékegysége volt problematikus.

Tesztfeladatok

- 1.) Mekkora feszültség mérhető az AB pontok között ideálisnak tekinthető feszültségmérővel a vázolt két esetben? Válassza ki, hogy melyik állítás helyes a felsoroltak közül! Indokoljon!



1)



2)

- a.) 1,5V és 1,5V
- b.) 0V és 0V
- c.) 1,5V és 0V
- d.) 0V és 1,5V
- e.) Nem dönthető el, mert nem tudjuk az izzó ellenállását.

Csak a c.) válasz jó, hiszen nyitott kapcsoló esetében nincs sehol potenciálesés, tehát a telep feszültségét mérhetjük. A zárt kapcsoló esetében pedig magának a kapcsolónak alig van ellenállása, így alig van rajta potenciálesés, így 0 V mérhető.

Megjegyzések

A feladat a nemzetközi szakirodalomból ismert, az áram és a feszültség fogalmak helyes értelmezését firtató kérdés, mely 2006-ban is szerepelt. Látszólagos egyszerűsége ellenére sokaknak gondot szokott okozni. A szakirodalomban leírt jellegzetes félreértelmezések a magyar diákok körében is megjelentek, amint azt az eredmények mutatják.

Sokan írtak olyan téves megjegyzéseket, hogy ha nem zárt az áramkör, akkor nem is lehet feszültséget mérni. Továbbá hasonló gondolatmenet alapján jutottak arra a következtetésre, hogy csak a d.) válasz lehet a jó.

Mivel 5 féle válaszlehetőség volt megadva, ezért ha véletlenszerűen jelölik meg a hallgatók a válaszokat, akkor 20%-os teljesítési átlagnak kell adódnia. Az elért átlag ez alatt van, tehát „tudatos” volt a helytelen válaszadás. Ugyanakkor azt is meg kell jegyezni, hogy kifejezetten szép, teljes mértékben korrekt válaszok is voltak.

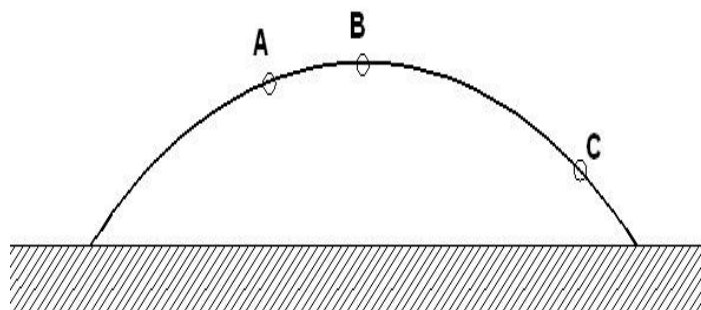
2.) **Magasugrásnál kevésbé veszélyes az ugrás, ha matracra érkezünk, mintha a kemény talajra érkeznénk. Ennek az az oka, hogy a matrac csökkenti:**

- a.) az ütközéskor fellépő energiaváltozást.
- b.) az ütközéskor fellépő lendületváltozást.
- c.) az ütközéskor fellépő fékező erőt.
- d.) A fentiek közül egyiket sem, a matrac csak az ugró félelmét csökkenti attól, hogy jól megüti magát. Indokolja választát!

Csak a c.) válasz volt itt is a helyes. Indoklasként az erő definícióját kellett tudni:

$F = \Delta I / \Delta t$. A matrac a lendületváltozás idejét nyújtja meg.

3.) **Egy testet ferdén elhajítottunk. Az ábra a mozgás pályáját mutatja. A közegellenállástól eltekintünk. Rajzolja be, hogy milyen irányú erő hat a testre a pálya A, B és C pontjaiban! Indokoljon!**



Csak abban az esetben volt elfogadható a válasz, ha függőleges irányú és azonos nagyságú nyilakat rajzolt a hallgató, továbbá leírta, hogy végig csak a nehézségi (vagy a gravitációs) erő hat.

Megjegyzések

Ez a feladat is a nemzetközi szakirodalomból ismert, a newtoni fizika alapelemeinek megértését vizsgáló feladat. Látszólagos egyszerűsége ellenére nem könnyű.

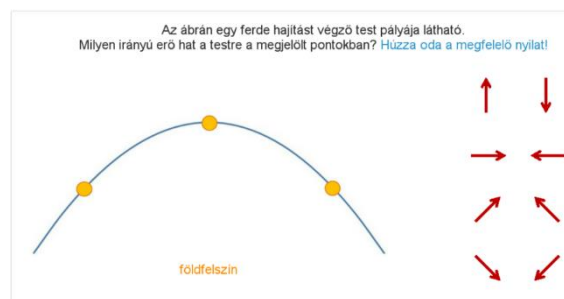
- Félreértelmezési lehetőségek, melyek meg is jelentek:

- A labda felszálló ágában a gravitációs erőn kívül sokan egy a vízszintessel párhuzamos $F_{gy}(v_0)$ erőt is berajzolnak, mely esetleg a v_0 kezdősebesség függvénye. Volt, aki összeadta a sebességvektort és az erővektort, ami elég abszurd gondolat.
- Függőlegesen fölfelé irányuló F_d erőket találunk a föl- és leszálló ágaknál, melyet többen „dobóerő”-nek neveznek.

- A lefelé mutató F_{gr} gravitációs erő függőlegesen felfelé mutató ellenpárjaként az F_{neh} nehézségi erőnek tulajdonítja a pálya görbülését.
- A G gravitációs erőt csak az F_e érintő irányú eredő erő egyik komponensének tartja a diákok egy része. Az ilyen érintő irányú erők a legjellemzőbbek.

Hasonló feladat más hazai felmérésben is szerepelt. 2015 szeptemberében átfogó felmérésre került sor mindösszesen 1320 fő bevonásával online módon. Az adatfelvételen a tanulmányaikat kezdő, abban az évben érettségizett első évfolyamos hallgatók vettek részt.

A felmérés célja annak megállapítása volt, hogy a hallgatók milyen tudást sajátítottak el a középiskolában, és milyen általános problémamegoldó képességgel rendelkeznek, milyen induló tudásszintről kezdik meg egyetemi tanulmányaikat. Az adatfelvétel szakoktól függetlenül minden hallgató számára egységes volt. A mérések kiterjedtek a három kötelező érettségi tárgyra, a magyar nyelv és irodalomra, a matematikára és a történelemre. Ezekhez csatlakozott negyedikként a természettudomány (biológia, kémia, fizika), amely tantárgyak közül ugyan egyik sem kötelező érettségi tantárgy, de azt gondoljuk, hogy a természettudományos gondolkodás, a természettudományos műveltség sokféle képességgel összefügg.

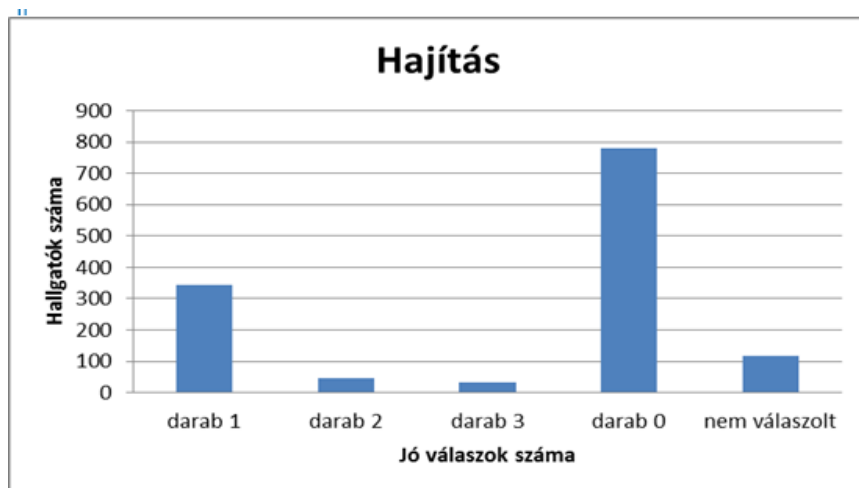


Ebben a felmérésben a kiértékelés során nem csak azt vizsgáltuk, hogy hányan, illetve milyen %-ban adtak jó választ a hallgatók, hanem azt is, hogy milyen válaszokat adtak.

A hallgatói válaszokból az látható, hogy sokan *érintő irányú* erőt gondolnak a ferdén elhajított test parabola pályájának különböző, vagy mindhárom pontjában, mely teljes mértékben az *arisztotelészi* szemlélet. E szemlélet szerint az erő arányos a sebességgel, és a mozgáshoz, annak fenntartásához erő szükséges. Tehát az erőt a sebességgel azonos irányúnak gondolják ezek a hallgatók. Tanulmányiak során nem jutottak el a newtoni fizika alapjait képező legfontosabb gondolathoz, hogy az erő a sebesség megváltozását okozza, iránya a gyorsulás irányával egyezik meg.

Valószínűleg nem differenciálódott a sebesség és a gyorsulás fogalma a tanulmányok során. Ezért a gyorsulást sem tudják összekapcsolni az erő fogalmával.

Megnéztük, hogy hány fő választotta **szisztematikusan a 3 érintő irányú vektort**. Erre **303** adódott. Ez a felmérésben résztvevőknek közel a negyede.



Megnéztük azt is, hogy hány hallgató adott jó választ egy, két, vagy mindhárom alkérdésre (7. ábra). Mindhárom válasz jó (mindhárom *b*), tehát tökéletes megoldása mindössze 33 hallgatónak volt. Ez mindössze 2,75 %! Sokan nem válaszoltak a feladatra, vagy az egyes részkérdésekre.

- 4.) Egy pontszerű töltés körül milyen felületen vannak azok a pontok, amelyeken a térerősség nagysága ugyanakkora?

a.) kocka b.) gömb c.) forgási ellipszoid

A helyes válasz b.)

- 5.) Ön szerint melyik anyagnak lehet a legkisebb a fajlagos elektromos ellenállása a felsoroltak közül?

a.) polietilén b.) szilícium c.) réz d.) szén

A helyes válasz c.)

Kérdések

Történik-e munkavégzés a következő esetekben? Indokolja válaszát minden esetben

- 1.) Egy Föld körül keringő űrhajón végez-e munkát a gravitációs mező?

Nem, az erő és az elmozdulás merőleges egymásra, ha körpályán meg az űrhajó. Ha ellipszis pályára is gondol a diák, és ezért igen a válasz, természetesen az is jó.

- 2.) Az elektromos mező az erővonalakra merőlegesen mozgó töltésen?

Nem végez munkát, mert az erő és az elmozdulás merőlegesek.

- 3.) Gázlángon vizet melegítünk.

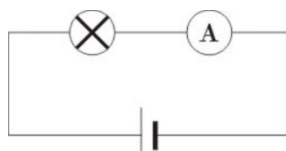
Nem, hőközlés történik. Ha másodrendű effektusokat leírt a hallgató, pl. tágulási munka, akkor természetesen jó a válasz.

Vizsgálat

- 1.) Egy karácsonyfaizzó foglalatán a következő adatok találhatók: 14 V, és 3 W. Hogyan határozná meg, hogy helyes teljesítményt írtak-e fel az izzóra? A válaszhoz készítsen ábrát!

Tudni kellett az elektromos teljesítmény kiszámításához szükséges $P = U \cdot I$ összefüggést. Tudni kellett, hogy az izzót 14 V feszültségre kell kapcsolni, majd az áramerősséget megmérni. Ki kellett tudni számolni, hogy áramerősségre $I = \frac{P}{U} = 0,21$ A körüli értéket kell kapni a mérésnél.

Fel kellett tudni rajzolni az áramkört, benne a sorosan bekötött áramerősség mérővel. Ha ennyit leírtak a hallgatók, akkor 4 pontot kaptak!

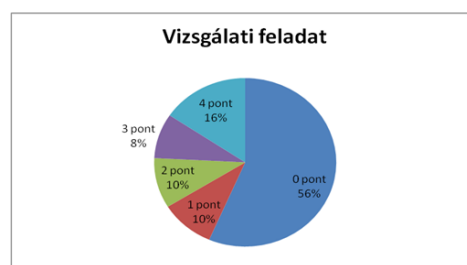
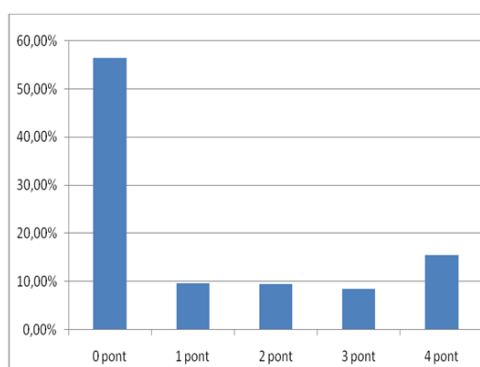


Megjegyzések

Esetleg azt is megjegyezhatték a hallgatók, hogy az áramerősség mérőnek kicsi az ellenállása, illetve azt is, hogy a feszültséget is meg kell mérni, melynek 14 V-nak kell lenni. De ezt már nem kértük a 4 pontos válaszhoz.

A kérdés valójában nagyon egyszerű volt, csak nem példaként, hanem mérési módszer megalkotásaként tettük fel a kérdést, vagyis a tanultak alkalmazását kértük számon. A nehézséget ez okozta.

A vizsgálati feladat megoldásának %-os eloszlása



Amint az ábrákból látható, sajnos sokan semmit sem tudtak kezdeni a feladattal.

A feladat némileg összefüggésbe hozható a PISA vizsgálatok során kapott magyar eredményekkel. A PISA feladatokban nem csak egyszerűen bizonyos tudáselemek meglétét mérik, hanem az alkalmazható tudást, a mindennapi élet kontextusában, vagy olyan kérdéskör esetében, melyről sokat lehet hallani (pl. savas eső). A feladatkitűzők fontosnak tartják a természettudományos problémák felismerésének képességét, mérések, vizsgálatok eredményeinek elemző értékelését, vizsgálatok megtervezését. Jelen feladat egy egyszerű mérés megtervezését várta el a diákoktól, tanult ismereteik felhasználásával.

Számításos feladatok

- 1.) Egy üres ballon tömege 2 kg, gömb alakúra felfújva sugara 1,2 m. Teljesen megtöltik 23 °C-os héliumgázzal. Így éppen lebeg a levegőben, nem emelkedik, nem süllyed. A körülötte lévő levegő sűrűsége 1,19 kg/m³. Mekkora a héliumgáz tömege a ballonban?

$$\text{A ballon térfogata: } V = \frac{4 \cdot \pi}{3} R^3 = 7,24 \text{ m}^3$$

Newton 2. axiómája szerint az, hogy a ballon éppen lebeg, azt jelenti, hogy a rá ható erők eredője nulla. Tehát

$$F_{\text{felhajtó}} = m_{\text{összes}} \cdot g \quad \text{és a felhajtóerő a levegőben } F_{\text{fel.}} = \rho_{\text{levegő}} \cdot g \cdot V$$

$$\text{Az összes tömeg: } m_{\text{össz}} = m_{\text{He}} + 2 \text{ kg.}$$

$$\text{Tehát } \rho_{\text{levegő}} \cdot g \cdot V = g \cdot (m_{\text{He}} + 2 \text{ kg}). \text{ Innen a héliumgáz tömege:}$$

$$m_{\text{He}} = \rho_{\text{levegő}} \cdot V - 2 \text{ kg} = 6,61 \text{ kg.}$$

Megjegyzések

Többen nem írták fel Newton 2. axiómáját, csak egyszerűen úgy számoltak, hogy tudták, az a lebegés feltétele, hogy az átlagsűrűségek azonosak legyenek. A helyes végeredmény természetesen úgy is megkapható. A maximális pontszámot is megkapták, bár nem szép az ilyen megoldás.

- 2.) Egy tanyán 10 méter mély kútból, méterenként 10 N súlyú láncsal 11 liter vizet húzunk fel a főzéshez, mosakodáshoz. A vödör súlya 10 N.

a.) Ábrázolja a vödör felhúzásához szükséges erőt a lánc hosszúságának a függvényében!

b.) Mekkora munka árán tudunk felhúzni egy vödör vizet?

c.) Mekkora a teljesítményünk, ha fél perc alatt húzzuk fel a vizet?

d.) Mekkora a folyamatban a ténylegesen hasznos munka, ha a víz felhúzását tekintjük hasznosnak?

e.) Mekkora a munkavégzés hatásfoka?

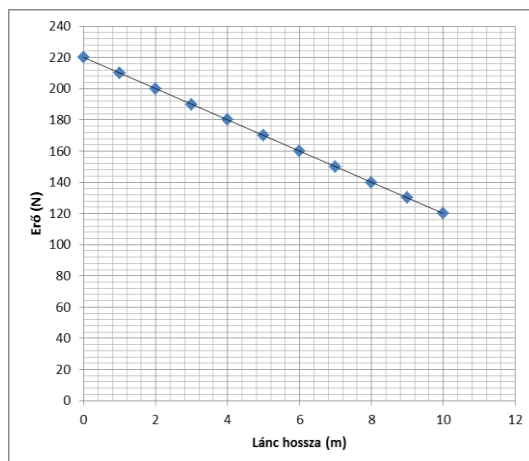
a.) Teli vödör esetében (így értelmes a feladat) az erő nagysága 120 N – 220 N közt lineárisan változik a lánchossz függvényében.

b.) átlagos erővel kell számolni, ami 170 N, 10 m az elmozdulás. $W = 1700 \text{ J}$.

c.) teljesítmény $P = \frac{W}{t} = \frac{1700}{30} = 56,7 \text{ W}$.

d.) a hasznos munkát csak a víz felhúzása jelenti, tehát ez 1100 J.

e.) a hatásfok: $\eta = \frac{1100}{1700} = 0,647$



3.) A pozitron (az elektron antirészecskéje, tömege teljesen megegyezik az elektron tömegével, de a töltése pozitív) létezésére először az 1920-as években elméleti megfontolásokból következtek (P.A.M. Dirac) A részecske kimutatása végett Carl Anderson a kozmikus sugárzást kezdte el tanulmányozni, és 1932-ben sikerrel járt. A Nobel-díjjal elismert kísérlet dokumentuma a mellékelt ábrán látható ködkamrás felvétel. A fotón megfigyelhető vékony görbe vonal a pozitron nyomvonala a ködkamrában. A bemutatott felvétel sajátossága az erősen görbült nyomvonal, mivel úgy készült a felvétel, hogy a ködkamrát mágneses mezőbe helyezték. Az indukcióvonalak merőlegesek voltak a beérkező részecskék sebességére.

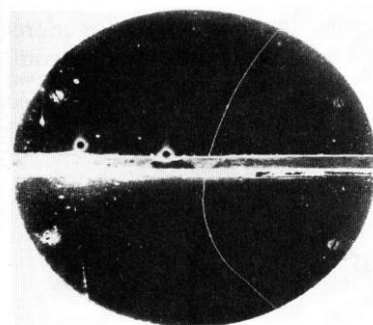


FIGURE 18.5
The photo that won a Nobel Prize.
This photo alone established the
existence of a positive electron.

- Értelmezze a töltött részecske nyomvonalának görbülését a mágneses mezőben! Honnan tudhatta Anderson, hogy nem proton okozta a jelenséget? (A választ illusztrálja egyszerű számolással! Modell-számítása során a mágneses mező indukcióját tekintse 0,01 T értékűnek és a részecskék feltételezett sebességét vegye a vákuumbeli fénysebesség tizedének! (A megadott adatok esetén a relativisztikus tömegnövekedéstől eltekinthetünk)
(Az elemi töltés $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, az elektron tömege $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, a fény terjedési sebessége vákuumban $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, a proton tömege: $1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)
- Anderson arra is gondolt, hogy esetleg egy lentől felfelé érkező elektron nyomképét látja, nem pedig a keresett pozitív töltésű részecskéét. Ennek eldöntésére egy vékony ólomlemez helyezte el a ködkamrában, mely a képen vízszintes sávként látható. Úgy okoskodott, hogy amennyiben fentről (a kozmikus sugárzásból) érkező pozitív részecske nyomképéről van szó, akkor látnunk kell, hogy a részecske a lemezen áthaladva lelassul. Látható ez a képen? Mi utal rá és hogyan?

a.) A töltött részecske nyomvonalának görbülése

A mozgó töltésre mágneses térben a Lorentz-erő hat. Az erő nagysága a töltés nagyságától, sebességétől és a mágneses tér intenzitásától függ. Iránya a sebesség-vektor és a mágneses indukció-vektor által meghatározott síkra merőleges, irányítását a töltés előjele szabja meg.

$$\pm F = (\pm q) \cdot v \times B$$

Anderson a ködkamrát a sugárzás irányára merőleges mágneses térbe helyezte. A sugárzás töltött részecskéit a Lorentz-erő a pillanatnyi sebességüknek megfelelően térítette el. A ködkamrában megfigyelhető görbült ködcsíkok a Lorentz-erő hatására folyamatosan változó irányban haladó részecskék pályáját mutatják. A mágneses tér irányát ismerve Anderson a görbülés irányából látta, hogy a Lorentz-erő által eltérített részecske töltése pozitív. A pálya görbületéből a részecske tömegére következtetett. A feladat szerint ezt a megadott paraméterekkel számolva kellett bemutatni.

B indukciójú homogén mágneses mező hatására, a tér irányára merőlegesen, állandó v sebességgel mozgó q töltésű, m tömegű részecske R sugarú körpályán mozog. A körmozgás centripetális gyorsulását a Lorentz erő biztosítja:

$$q \cdot v \times B = m \frac{v^2}{R}.$$

A feladatban megadott adatokkal számolva a pálya görbületi sugara

pozitron esetén 17 mm,

proton esetén 31 m, tehát ez utóbbi esetben alig látnánk görbülést.

Megjegyzés

Megjegyezzük, hogy a valóságban a pozitron relativisztikus tömegnövekedést szenved, de a kért modellszámításunk így is szemléletes volt.

b.) A fotó bizonyítja az ólomlemezen áthatoló részecske lassulását.

Az ólomlemez hatására a részecske sebességének változását a pálya görbületének megváltozása jelzi. Kisebb sebesség esetén a körpálya sugara csökken. A görbületi sugarak aránya megegyezik a sebességek arányával. A fényképfelvétel alapján „szemre” megrajzolhatjuk a görbült pályához illeszkedő simulókört. Az ólomlemez előtti pályaszakaszhoz illeszkedő kör sugara jóval nagyobb, mint az ólomlemez utáni pálya sugara. Az ólomlemezen történt áthaladás során tehát a pozitron sebessége a korábbi sebességnek kevesebb, mint fele.

Az a.) részre 3-3 pontot lehetett kapni, ha kiszámították a pozitron, illetve a proton pályájának a sugarát, és levonták a megfelelő következtetéseket.

A b.) részre 4 pontot lehetett kapni.

Megjegyzés

Sokan úgy szedtek össze pontokat, hogy ténylegesen elkezdtek szövegesen elemezni a fényképen található nyomvonalat, és egészen jó következtetésre jutottak.

A dolgozat írásának körülményei 2008-ban

A Magyar Rektori Konferencia Műszaki Tudományos Bizottsága ebben az évben elhatározta a műszaki felsőoktatásba beérkező hallgatók felkészültségének a felmérését. Ennek előzményeként a műszaki felsőoktatásban oktatók körében sokakban felmerült az a jogos igény, hogy a felsőoktatási intézményekbe érkező hallgatók fizika tudásszintjének általánosan tapasztalt visszaesését a szubjektív benyomásokon felül, valamilyen objektíven mérhető formában is dokumentálni kellene. Egy ilyen jellegű, több felsőoktatási intézményben is elvégzett, széleskörű vizsgálat alkalmasnak mutatkozott arra, hogy az oktatási kormányzat figyelmét felhívja a közoktatásban lezajlott negatív jelenségek kezelésének elodázhatatlanságára. Különösen fontos volt ez az aktuális körülmények között, melyek napjainkban is érvényesek, miszerint a deklarált célok között szerepel a műszaki-természettudományos végzettségű szakemberek képzésének kiemelt támogatása, mivel az ezen a területen jelentkező piaci kereslet jóval meghaladja a jelenlegi diplomás kibocsátást.

Ezen túl úgy gondoltuk, hogy az intézmények maguk is sokat nyernek egy ilyen tájékozódó felmérésből, hiszen saját oktatási tevékenységük hatékonysága is nagyban múlik azon, hogy vajon egy feltételezett, de a valóságban hiányzó ismeretanyagra alapoznak-e, vagy pedig a realitásokat figyelembe véve próbálnák a hallgatók tudásszintjét az elvárt felsőfokú szintre emelni.

Az ELTE TTK-n akkor már 3. éve írtak a belépő hallgatók kritérium dolgozatot, melynek célja kettős. Egyrészt azoknak a hallgatóknak a kiválogatása, akik segítségre szorulnak, másrészt azok kiválogatása, akik emelt szintű képzést igényelnek. Ezt, a fentebb ismertetett dolgozatot írták meg ebben az évben több intézmény hallgatói.

A körülmények különösen alkalmasak voltak erre, hiszen az Országos Köznevelési Tanács (OKNT) számára éppen ebben az időszakban folyt a természettudományos tantárgyak helyzetelemzése (fizika, kémia, biológia). Így ez a felmérés ehhez a munkához is kapcsolódott.

A dolgozatban feltett kérdésekkel, feladatokkal nagyon sok adatot szerettünk volna kapni a fizikai jellegű előzetes tudást feltételező szakokra jelentkező diákok tudásszintjéről. Természetesen voltak előzetes elképzeléseink is, ezeknek megfelelően fogalmaztuk meg kérdéseinket.

2008-ban több, mint ezer, pontosan 1324 diák írta meg a fentebb ismertetett dolgozatot, melyről azt gondoltuk, hogy tekintélyes száma miatt komoly jelzés értékűnek mondható. A felmérésben a következő intézményekből vettek részt diákok:

Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem több karáról

Debreceni Egyetem

Eötvös Loránd tudományegyetem Természettudományi Kara

Kecskeméti Főiskola

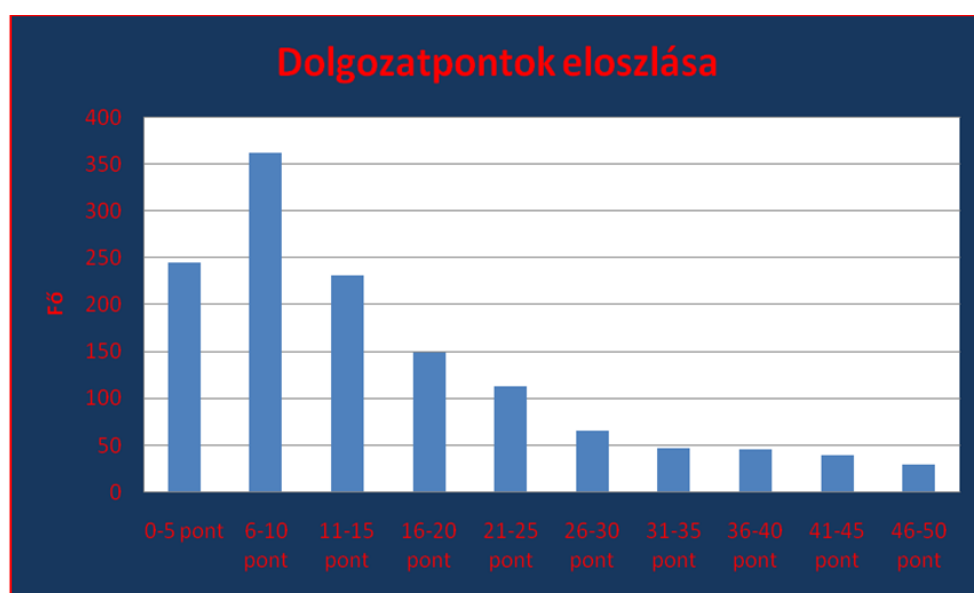
A mintában 142 fő fizika BSc szakra jelentkezett hallgató volt, míg a többiek mérnökhallgatók, akik különféle szakirányokra jelentkeztek.

A dolgozat felépítése a következő volt:

- mértékegységes táblázat 5 pont
- 5 darab teszt kérdés 8 pont
- 3 kérdés + indoklások 6 pont
- 1 vizsgálati módszer 4 pont
- 3 feladat (7+10+10) 27 pont

Összesen 50 pont

Minden intézmény saját maga javította a dolgozatokat. Az adatok feldolgozása Excel táblázatkezelő program segítségével történt. Az alábbiakban bemutatok néhány fontos és tanulságos megállapítást. Elsőként a dolgozatpontok eloszlását.

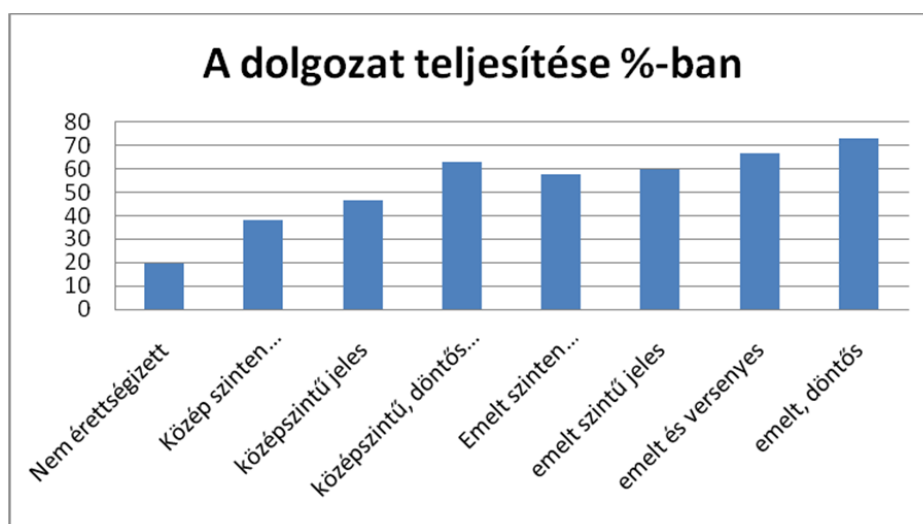


Amint az eloszlásból látható, a dolgozat kifejezetten gyengén sikerült. A teljesítési átlag 30%. A mintában szereplő 142 fő fizika BSC-re jelentkezett hallgatóval együtt kell ezt érteni, akik pedig sokkal jobban teljesítettek. A magas pontszámot elért hallgatók elsősorban közülük kerültek ki. Az eloszlás ezeknél a hallgatóknál egészen más jellegű.

Ha megnézzük, hogy a hallgatók hány %-a nem éri el az 50%-os szintet, akkor megdöbbentő adathoz jutunk, mivel ez 83%! Vagyis a hallgatók jelentős részénél az volt várható, hogy fizikából nem tudják teljesíteni az első félévet sem. És ez sajnos megegyezett az akkori évek oktatói tapasztalataival a különböző mérnöki szakokon!!

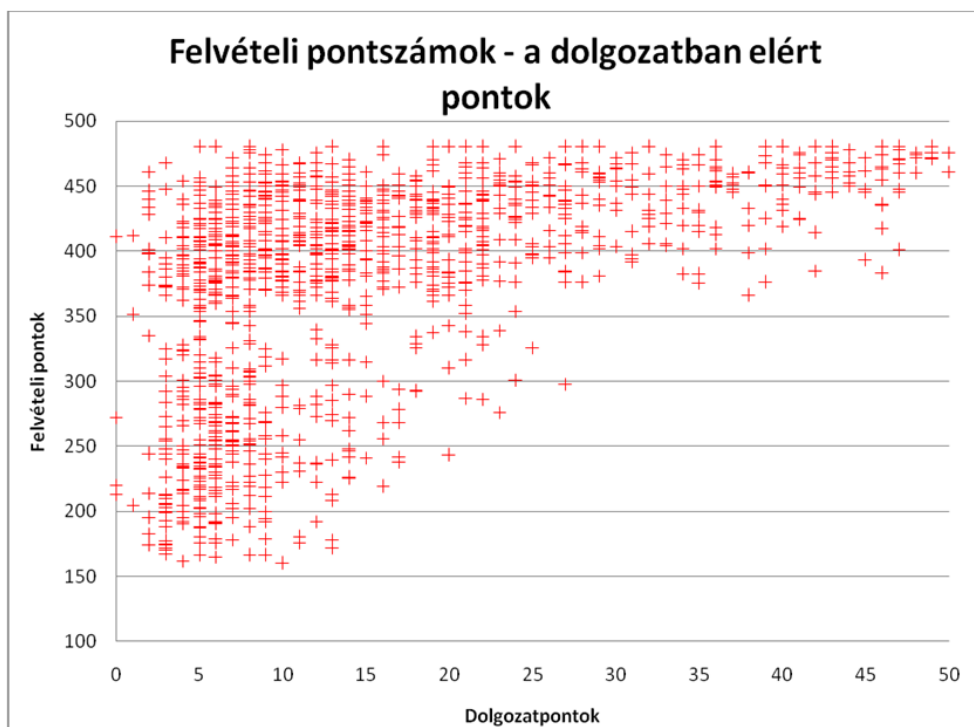
A demográfiai kérdések segítségével vizsgáltuk a fizikából érettségizettek és a tanulmányi versenyeken részt vevők esetében, hogy miként teljesítették a dolgozatot. Az alábbi táblázat és ábra ezt mutatja.

Érettségi	Diákok száma (fő)	Teljesítési %
Nem érettségizett	785	19,6
Közép szinten érettségizett	383	38,1
középszintű jeles	218	46,8
középszintű érettségi és döntős fizikaverseny	54	63,2
Emelt szinten érettségizett	183	57,7
emelt szintű jeles	169	59,9
emelt szintű és fizikaverseny	116	66,5
emelt szintű és fizikaverseny döntős (csak ELTE, BME VIK és BME fizika BSc hallgatók)	71	72,9



Egyértelműen látható, hogy minél többet foglalkozott a diák a fizikával, mint érettségire, versenyekre való felkészüléssel, annál jobb dolgozatot írt!

A felvételi pontok és a dolgozatban elért pontok összefüggését is vizsgáltuk. Abban az évben maximálisan 480 felvételi pontot lehetett szerezni.



Az ábrából az látható, hogy csak nagyon gyenge kapcsolat van a két adatsor között! Akik kevés pontszámmal jutottak be, azok a hallgatók gyenge dolgozatot is írtak. De azok, akik magas pontszámmal jutottak be sem írtak jó dolgozatot az esetek nagy részében! Sok 480 pontos hallgató is írt néhány pontos dolgozatot. Ábránkból szépen látszik, hogy a pontok két tartományban sűrűsödnek. Egyrészt az alacsony felvételi pontszám és alacsony dolgozatpontszám területen. De van egy sűrűsödés a magas pontszám és alacsony dolgozatpontszám területen is. Ez a tény elgondolkasztató!

Egy pont általában egy hallgató összetartozó adatait mutatja. Azért csak általában, hiszen lehet több olyan hallgató is, akiknek pl. 480 pontjuk van és mindketten 50 pontos dolgozatot írtak. Bár sajnos nem ez a jellemző. A pontok sűrűsége a 2-10 dolgozatpont közötti tartományban a legnagyobb.

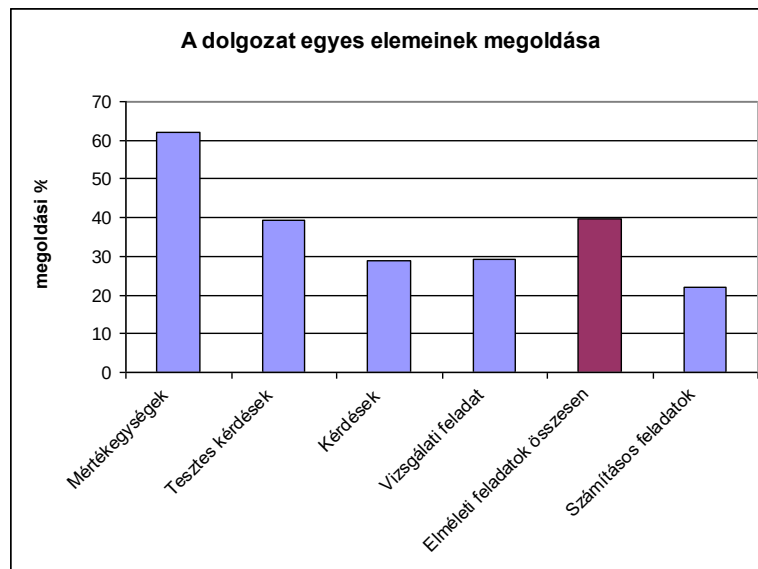
Sok hallgató viszonylag magas pontszámmal érkezett, de mégis gyenge dolgozatot írt. Ennek a magyarázata valószínűleg az lehet, hogy a felvételi alapján számolt pontszám nagyon sok részből tevődik össze, sokféle tevékenységért lehetett plusz pontokat szerezni, így a fizika tudást mutató pontszámok kevésbé határozzák meg a felvételi pontszámot.

A témáról részletesebben lehet olvasni a Fizikai Szemlében (Radnóti – Pipek 2009)³

³ Radnóti Katalin – Pipek János (2009): A fizikatanítás eredményessége a közoktatásban. *Fizikai Szemle*. LIX. évfolyam 3. szám 107-113. oldalak

<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0903/FizSzem-200903.pdf>

A dolgozat egyes részelemeinek teljesítése



Amint arra számítani lehetett, a számításos feladatok okozták a nagyobb problémát a diákoknak. Az elméleti jellegű kérdések megoldási %-a 40% volt, a feladatoké csak 20% körüli érték.

6. 2009 szeptember

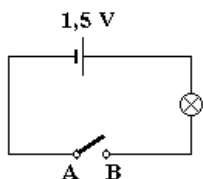
6.1. 2009 évi feladatok

Tesztfeladatok

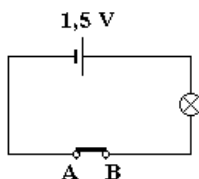
Minden kérdéshez csak egy helyes válasz tartozik. Kérjük, hogy a helyesnek tartott választ egyértelműen jelölje meg! Minden helyes válasz 2 pontot ér.

- 1.) Egy $\alpha = 10^\circ$ -os lejtőn 15 m/s sebességgel megy lefelé egy autó. Mekkora az autóra ható erők eredője?
 - a.) $F = m \cdot g \cdot \sin \alpha$
 - b.) $F = 0$ N
 - c.) $F = m \cdot g \cdot \cos \alpha$
 - d.) $F = m \cdot g \cdot \tan \alpha$
- 2.) Egy test kelet felé mozog, és nyugat felé gyorsul. Lehetséges ez?
 - a.) Nem lehetséges, hiszen a test kelet felé mozog.
 - b.) Lehetséges, de csak keleti irányú erő hatására.
 - c.) Lehetséges, de csak nyugati irányú erő hatására.
 - d.) Lehetséges, de csak ha azonos nagyságú keleti és nyugati irányú erő hat rá.
- 3.) Milyen erő hat a levegőben eldobott kőre?
 - a.) Csak a nehézségi erő.
 - b.) A nehézségi erő és a levegő által kifejtett közegellenállási erő eredője.
 - c.) A nehézségi erő és a dobóerő eredője.
 - d.) A nehézségi erő, a levegő által kifejtett közegellenállási erő és a dobóerő eredője.
- 4.) A fonálinga mozgása közben végez-e munkát a fonálban lévő feszítőerő?
 - a.) Igen, hiszen tartja az ingamozgást végző testet.
 - b.) Igen, hiszen van elmozdulás.
 - c.) Nem, mivel az elmozdulás merőleges a fonálban ható erőre.
 - d.) Nem, mivel az inga ugyanolyan magasra tér vissza mozgása során.
- 5.) Melyik állítás igaz a homogén mágneses mező indukciójára?
 - a.) Nem egyenletes sűrűségű párhuzamos egyenesek.
 - b.) Egyenletes sűrűségű párhuzamos egyenesek.
 - c.) Nem ábrázolhatóak.
 - d.) Csak a patkó alakú mágnes közötti térrészre vonatkoztathatóak.

- 6.) Mekkora feszültség mérhető az AB pontok között ideálisnak tekinthető feszültségmérővel a vázolt két esetben?



1)



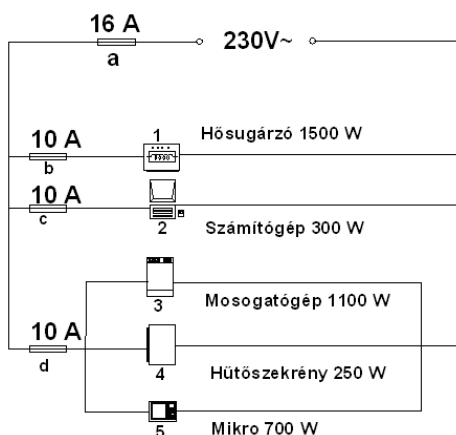
2)

- a.) 1,5V és 1,5V
 b.) 0V és 0V
 c.) 1,5V és 0V
 d.) 0V és 1,5V
 e.) Nem dönthető el, mert nem tudjuk az izzó ellenállását.
7. Melyik állítás igaz a fény terjedési sebességére?
- a.) A fény terjedési sebessége vízben és levegőben egyaránt 300 000 km/s.
 b.) A fény terjedési sebessége vákuumban a legnagyobb.
 c.) A fény terjedési sebessége vákuumban függ a fény hullámhosszától.
8. Melyik az a tükör, amelyik a tárgyról valódi és látszólagos képet is adhat?
- a.) A domború tükör.
 b.) A homorú tükör.
 c.) A síktükör.
9. Az orvosi diagnosztikában alkalmazott endoszkóp fontos eleme az optikai kábel. Milyen elven működik?
- a.) A fényelhajlás jelenségének egyik esete alapján.
 b.) Annak alapján, hogy az üvegben nagyobb a fény terjedési sebessége.
 c.) A teljes belső visszaverődés jelensége alapján.
- 10.) Miért nem alkalmas a víz 0°C és 100°C közötti tartományban a tengerszinten egyszerű hőmérő-folyadéknak?
- a.) A víz fagyott állapotában nagyobb térfogatú, mint folyékony halmazállapotban.
 b.) A skála egyik tartományában egy sűrűségi értékhez két hőmérsékletérték is tartozik.
 c.) A vízben hidrogénkötések vannak, ezért nagyon kicsi a hőtágulása.
 d.) A víz már 100°C alatt elkezd forrni.
- 11.) Ha 1000 m-t úszik az ember a 21°C-os úszómedencében, akkor kimelegszik, kipirul az arca. Miért fázik mégis azután, hogy kijött a vízből?
- a.) Mert a bőrünkön lévő víz párolog, és ez energiát von el a testünktől.
 b.) Mert a külső levegő mindig hidegebb.
 c.) Mert a levegő energiát von el a vizes bőrtől.
 d.) Mert a szervezet kifárad a vízben.

12. Az Egyesült Államokban épített NIF (National Ignition Facility) fúziós kísérleti berendezés 192 db hatalmas lézere nemrégén készült el. A lézerek 1 ns (10^{-9} s) hosszúságú impulzusban összesen 1,8 MJ energiát koncentrálnak egy 1 mm sugarú kis gömböcske felszínére, amely 150 mikrogrammnyi 1:1 atomarányú deutérium - trícium keveréket tartalmaz. A deutérium (D) a hidrogén kettes tömegszámú izotópja, míg a trícium (T) a hármas tömegszámú izotóp.
A fúziós reakció: ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + n$, de ezt csak érdekességképp írtuk fel, erre nincs szükség az alábbi kérdések megválaszolásához. Mekkora a 192 db lézer együttes teljesítménye az impulzus során?
- a.) $1,8 \cdot 10^{25}$ W b.) $0,8 \cdot 10^{15}$ W c.) $1,8 \cdot 10^{10}$ W d.) $1,8 \cdot 10^{15}$ W
- 13.) Mekkora a gömböcskében lévő trícium és deutérium tömege?
- a.) 90 mikrogramm trícium és 60 mikrogramm deutérium
b.) 75 mikrogramm trícium és 75 mikrogramm deutérium
c.) 60 mikrogramm trícium és 90 mikrogramm deutérium
d.) 100 mikrogramm trícium és 50 mikrogramm deutérium
- 14.) Hány trícium- és deutérium-atommag van a gömböcskében?
- a.) $18 \cdot 10^{18}$ darab trícium és ugyanennyi deutérium
b.) $18 \cdot 10^{18}$ darab trícium és fele ennyi deutérium
c.) $18 \cdot 10^{18}$ darab trícium és kétszer ennyi deutérium
d.) $18 \cdot 10^{18}$ darab trícium és negyed ennyi deutérium

Számításos feladatok

- 1.) Az alábbi példa egy megtörtént esetet mutat be. Egy lakás bejövő 230 V-s hálózatába egy 16 A-es főbiztosíték (a) volt bekötve. A főág háromfelé ágazott szét és a mellékágakat egyenként 10 A-es biztosíték (b, c, d) védte. A mellékelt rajz szerint a 1., 2., 3., 4. számú fogyasztókat csatlakoztattuk a hálózathoz. Ön szerint mi történt, amikor az 5. számú fogyasztót, a mikrohullámú sütőt is bekapcsoltuk? Számítással indokolja válaszát!



8 pont

2. Korunk egyik legnagyobb műszaki teljesítményének számító, a CERN-ben megépített LHC (Large Hadron Collider = Nagy hadron ütköztető) gyorsítóját az elmúlt évben kapcsolták be először. A tervek szerint a föld alá helyezett kör alakú 26,7 km kerületű gyorsítóban 7 TeV (tera = 10^{12}) energiájú protonok fognak keringeni és ütközni. A teljes kerület mentén 2808 csomagban keringenek a protonok. Egy csomagban $1,15 \cdot 10^{11}$ darab proton van. ($1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$)

- Mekkora egy protoncsomag teljes energiája?
- Ha egy 150 kg tömegű kismotor ekkora mozgási energiával rendelkezne, mekkora sebességgel mozogna?
- Mekkora a teljes kerület mentén mozgó protonok energiája?
- Mekkora tömegű 25°C fokos aranytömböt lehetne megolvasztani ekkora energiával?

Adatok: az arany fajhője $126 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, olvadáspontja: $1337,6 \text{ K}$, olvadáshője $64,9 \text{ kJ/kg}$.
14 pont

6.2. 2009 évi megoldások

Tesztfeladatok

Kérdés sorszáma	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Válasz betűjele	B	C	B	C	B	C	B	B	C	B	A	D	A	A

összesen 28 pont

A következőkben az egyes feladatok megoldottságát elemzem.

- 1.) Egy $\alpha = 10^\circ$ -os lejtőn 15 m/s sebességgel megy lefelé egy autó. Mekkora az autóra ható erők eredője?

- $F = m \cdot g \cdot \sin \alpha$
 - $F = 0 \text{ N}$
 - $F = m \cdot g \cdot \cos \alpha$
 - $F = m \cdot g \cdot \tan \alpha$
- A helyes válasz a b.)

Megjegyzés

A kérdés többek számára nem volt igazán egyértelmű, mivel kérdés, hogy pillanatnyi vagy átlagsebességről van-e szó. Azt gondolom, elemezve a többi hasonló jellegű feladat szövegezési gyakorlatát, hogy ha nem írunk konkrétan erről, akkor azt kell érteni, hogy az autó a lejtőn végig ekkora sebességgel megy. Ami azt jelenti, hogy az autó sebessége végig állandó, vagyis nulla a gyorsulása. Ez pedig csak úgy lehetséges, ha nulla a rá ható erők eredője.

2.) Egy test kelet felé mozog, és nyugat felé gyorsul. Lehetséges ez?

- a.) Nem lehetséges, hiszen a test kelet felé mozog.
- b.) Lehetséges, de csak keleti irányú erő hatására.
- c.) Lehetséges, de csak nyugati irányú erő hatására.
- d.) Lehetséges, de csak ha azonos nagyságú keleti és nyugati irányú erő hat rá.

A helyes válasz a c.)

3.) Milyen erő hat a levegőben eldobott kőre?

- a.) Csak a nehézségi erő.
- b.) A nehézségi erő és a levegő által kifejtett közegellenállási erő eredője.
- c.) A nehézségi erő és a dobóerő eredője.
- d.) A nehézségi erő, a levegő által kifejtett közegellenállási erő és a dobóerő eredője.

A helyes válasz a b.)

Megjegyzés

A kérdés látszólagos egyszerűsége ellenére nem könnyű, mivel a nemzetközi szakirodalom alapján és saját tanári tapasztalataim alapján tudom, hogy a jelenséggel kapcsolatban nagyon sok félreértelmezés van a diákok fejében. Például többek szerint, amíg a test fölfelé megy, addig kell hatnia egy felfelé ható erőnek stb. Részletesebb elemzés található a témáról a 2007-es dolgozatok eredményeinek elemzésénél.

4.) A fonálinga mozgása közben végez-e munkát a fonálban lévő feszítőerő?

- a.) Igen, hiszen tartja az ingamozgást végző testet.
- b.) Igen, hiszen van elmozdulás.
- c.) Nem, mivel az elmozdulás merőleges a fonálban ható erőre.
- d.) Nem, mivel az inga ugyanolyan magasra tér vissza mozgása során.

A helyes válasz a c.)

5.) Melyik állítás igaz a homogén mágneses mező indukciójának vonalaira?

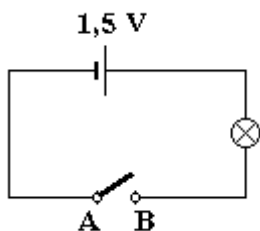
- a.) Nem egyenletes sűrűségű párhuzamos egyenesek.
- b.) Egyenletes sűrűségű párhuzamos egyenesek.
- c.) Nem ábrázolhatóak.
- d.) Csak a patkó alakú mágnes közötti térrészre vonatkoztathatóak.

A helyes válasz a b.)

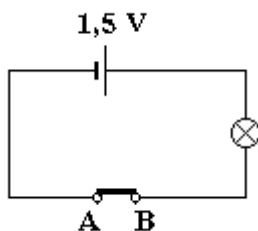
Megjegyzés

A következő feladat több éve szerepel a dolgozatokban a következő feladat:

- 6.) Mekkora feszültség mérhető az AB pontok között ideálisnak tekinthető feszültségmérővel a vázolt két esetben?



1)



2)

- a.) 1,5V és 1,5V
- b.) 0V és 0V
- c.) 1,5V és 0V
- d.) 0V és 1,5V
- e.) Nem dönthető el, mert nem tudjuk az izzó ellenállását.

A helyes válasz a c.)

Megjegyzés

A megoldottság: 16,2%, mely a korábbi évekhez hasonlóan alacsonyabb, mint ami a véletlenszerű találgatásokból adódna, tehát valódi tévképzetről van szó.

7. Melyik állítás igaz a fény terjedési sebességére?

- a.) A fény terjedési sebessége vízben és levegőben egyaránt 300 000 km/s.
 - b.) A fény terjedési sebessége vákuumban a legnagyobb.
 - c.) A fény terjedési sebessége vákuumban függ a fény hullámhosszától.
- A helyes válasz a b.)

8. Melyik az a tükör, amelyik a tárgyról valódi és látszólagos képet is adhat?

- a.) A domború tükör.
 - b.) A homorú tükör.
 - c.) A síktükör.
- A helyes válasz a b.)

Megjegyzés

A kérdés egyszerűsége miatt érdekes, hogy csak alig több, mint a diákok fele válaszolt helyesen.

9. **Az orvosi diagnosztikában alkalmazott endoszkóp fontos eleme az optikai kábel. Milyen elven működik?**

- a.) A fényelhajlás jelenségének egyik esete alapján.
 - b.) Annak alapján, hogy az üvegben nagyobb a fény terjedési sebessége.
 - c.) A teljes belső visszaverődés jelensége alapján.
- A helyes válasz a c.)

10.) **Miért nem alkalmas a víz 0°C és 100°C közötti tartományban a tengerszinten egyszerű hőmérő-folyadéknak?**

- a.) A víz fagyott állapotában nagyobb térfogatú, mint folyékony halmazállapotban.
- b.) A skála egyik tartományában egy sűrűségi értékhez két hőmérsékletérték is tartozik.
- c.) A vízben hidrogénkötések vannak, ezért nagyon kicsi a hőtágulása.
- d.) A víz már 100°C alatt elkezd forrni.

A helyes válasz a b.)

11.) **Ha 1000 m-t úszik az ember a 21°C-os úszómedencében, akkor kimelegszik, kipirul az arca. Miért fázik mégis azután, hogy kijött a vízből?**

- a.) Mert a bőrünkön lévő víz párolog és ez energiát von el a testünktől.
- b.) Mert a külső levegő mindig hidegebb.
- c.) Mert a levegő energiát von el a vizes bőrtől.
- d.) Mert a szervezet kifárad a vízben.

A helyes válasz a.)

Az Egyesült Államokban épített NIF (National Ignition Facility) fúziós kísérleti berendezés 192 db hatalmas lézere nemrégén készült el. A lézerek 1 ns (10^{-9} s) hosszúságú impulzusban összesen 1,8 MJ energiát koncentrálnak egy 1 mm sugarú kis gömböcske felszínére, amely 150 mikrogrammnyi 1:1 atomarányú deutérium - trícium keveréket tartalmaz. A deutérium (D) a hidrogén kettes tömegszámú izotópja, míg a trícium (T) a hármas tömegszámú izotóp. A fúziós reakció: ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + n$, de ezt csak érdekességképp írtuk fel, erre nincs szükség az alábbi kérdések megválaszolásához.

12.) **Mekkora a 192 db lézer együttes teljesítménye az impulzus során?**

- a.) $1,8 \cdot 10^{25}$ W b.) $0,8 \cdot 10^{15}$ W c.) $1,8 \cdot 10^{10}$ W d.) $1,8 \cdot 10^{15}$ W

A helyes válasz a d.)

13. **Mekkora a gömböcskében lévő trícium és deutérium tömege?**

- a.) 90 mikrogramm trícium és 60 mikrogramm deutérium
- b.) 75 mikrogramm trícium és 75 mikrogramm deutérium
- c.) 60 mikrogramm trícium és 90 mikrogramm deutérium
- d.) 100 mikrogramm trícium és 50 mikrogramm deutérium

A helyes válasz a.)

A válasz gyakorlatilag kiolvasható volt a szövegből.

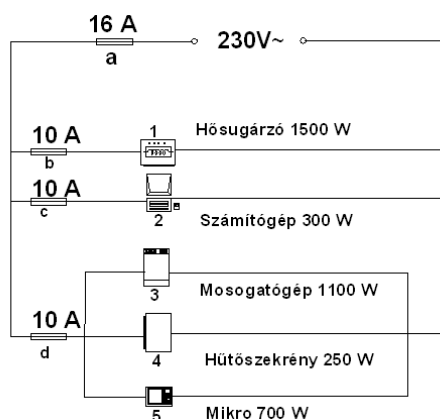
14. Hány trícium- és deutérium-atommag van a gömböcskében?

- a.) $18 \cdot 10^{18}$ darab trícium és ugyanennyi deutérium
- b.) $18 \cdot 10^{18}$ darab trícium és fele ennyi deutérium
- c.) $18 \cdot 10^{18}$ darab trícium és kétszer ennyi deutérium
- d.) $18 \cdot 10^{18}$ darab trícium és negyed ennyi deutérium

A helyes válasz a.)

A számításos feladatok megoldásáról

- 1.) Az alábbi példa egy megtörtént esetet mutat be. Egy lakás bejövő 230 V-s hálózatába egy 16 A-es főbiztosíték (a) volt bekötve. A főág háromfelé ágazott szét és a mellékágakat egyenként 10 A-es biztosíték (b, c, d) védte. A mellékelt rajz szerint a 1.,2.,3.,4. számú fogyasztókat csatlakoztattuk a hálózathoz. Ön szerint mi történt, amikor az 5. számú fogyasztót, a mikrohullámú sütőt is bekapcsoltuk? Számítással indokolja válaszát!



8 pont

- | | | |
|---|--------|----------------------------|
| b.) Hősugárzó | 6,52 A | |
| c.) Számítógép | 1,3 A | |
| d.) Mosogatógép | 4,78 A | |
| Hűtőszekrény | 1,08 A | összesen 5,86 A a d. ágban |
| Mindösszesen: 13,68 A a főágban folyó áramerősség értéke. | | |

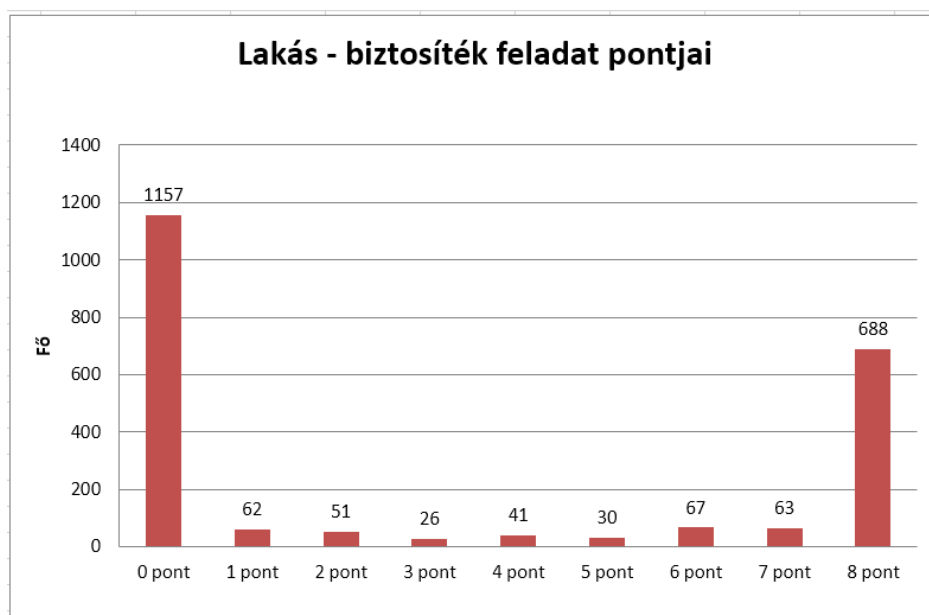
Ha bekapcsoljuk a mikrohullámú sütőt is, akkor ez még plusz 3,04 A terhelés jelent a d. ágban, ahol így az áramerősség összesen 8,9 A lenne.

DE a főágban már 16,73 A lenne az áramerősség, tehát a főágban lévő 16 A-es biztosíték fog kimenni.

Megjegyzés

A feladat megoldása 39,5%-os volt, ami nem rossz átlag. Ellenben 1157 fő nem is foglalkozott a feladattal. Maximális 8 pontot 688 fő kapott. A többiek részpontszámokat szereztek. Vagyis aki megértette, az általában hibátlanul megcsinálta, aki viszont nem, az nem is foglalkozott vele.

A feladat egy úgynevezett „nem struktúrált feladat”, inkább probléma típusú, vagyis nincs világosan megfogalmazva a kérdés, hanem csak egy szituáció van leírva. A kérdést valójában a megoldónak kell megfogalmaznia. Ha ez sikerült a hallgatónak, akkor már meg tudta oldani.



A lakásbiztosítékos feladat megoldása

2.) Korunk egyik legnagyobb műszaki teljesítményének számító, a CERN-ben megépített LHC (Large Hadron Collider = Nagy hadron ütköztető) gyorsítóját az elmúlt évben kapcsolták be először. A tervek szerint a föld alá helyezett kör alakú 26,7 km kerületű gyorsítóban 7 TeV (tera = 10^{12}) energiájú protonok fognak keringeni és ütközni. A teljes kerület mentén 2808 csomagban keringenek a protonok. Egy csomagban $1,15 \cdot 10^{11}$ darab proton van. ($1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$)

- Mekkora egy protoncsomag teljes energiája?
- Ha egy 150 kg tömegű kismotor ekkora mozgási energiával rendelkezne, mekkora sebességgel mozogna?
- Mekkora a teljes kerület mentén mozgó protonok energiája?
- Mekkora tömegű 25°C fokos aranytömböt lehetne megolvasztani ekkora energiával?

Adatok: az arany fajhője $126 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, olvadáspontja: $1337,6 \text{ K}$, olvadáshője $64,9 \text{ kJ/kg}$.
(14 pont)

a) $7 \text{ TeV} = 7 \cdot 10^{12} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,12 \cdot 10^{-6} \text{ J}$ egy darab részecske energiája.

Egy csomag energiája tehát: $1,12 \cdot 10^{-6} \text{ J} \cdot 1,15 \cdot 10^{11} = \underline{1,29 \cdot 10^5 \text{ J}}$. (2 pont).

b.) A kismotor sebessége $v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2,58 \cdot 10^5}{150}} = \underline{41,47 \text{ m/s} \sim 149 \text{ km/h}}$. (5 pont).

c) A teljes kerület mentén mozgó összes proton energiája:

$$E_{\text{össz}} = 1,29 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot 2808 = \underline{362,2 \text{ MJ}}. \quad (2 \text{ pont}).$$

d.) $E_{\text{össz}} = c \cdot m \cdot \Delta T + L \cdot m$, amiből kapjuk: $m = \frac{E_{\text{össz}}}{c \cdot \Delta T + L} = \underline{1849 \text{ kg.}} \quad (5 \text{ pont}).$

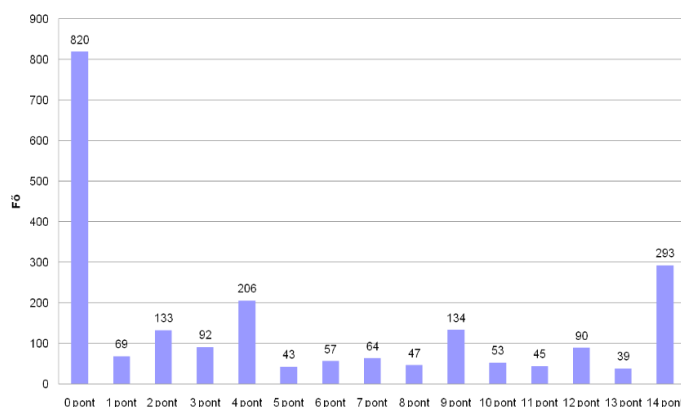
Megjegyzés

A feladat megoldása 35,1%-ban volt sikeres. 820 fő nem foglalkozott a feladattal, nulla pontot kaptak. Ők 25,4%-osra írták a dolgozatot. 292 fő megoldása teljesen jó volt, maximális pontszámot kaptak. Ezek a hallgatók 86,3%-osra írták meg a dolgozatot. A másik példa megoldása 78,8%-os volt esetükben.

Mindkét feladatot 187 fő oldotta meg maximális pontszámmal. Az ő ZH-n nyújtott összteljesítményük 91%-os.

A feladat megoldása kapcsán nagyon sok érdekes hiba és tévképzet jelent meg. Ezekből adok egy rövid összefoglalót, melyhez több száz kijavított dolgozatot néztem át.

LHC feladat pontjai



Az LHC feladat megoldottsága

Akik 2 pontot kaptak, azok a hallgatók általában csak az a.) kérdésre tudtak válaszolni, vagyis ki tudták számolni egy protoncsomag energiáját (133 fő). Akik 4 pontot szereztek, azok az a.) és c.) kérdésre tudtak válaszolni, vagyis ki tudták számolni a 2808 darab protoncsomag energiáját, de tovább már nem jutottak (206 fő).

- Többen osztottak a 2808-al a szorzás helyett.
- Volt, akinél szövegértési probléma volt, mivel úgy értelmezte, hogy a 2808 darab protoncsomag energiája 7 TeV.
- Volt, aki a kör kerületével is szorozott, vagy osztott.
- Voltak, akiknek az eV okozott gondot. Majd a b.) illetve a d.) részekben eV-ban akartak továbbszámolni a J helyett.
- Volt, aki jóval nagyobb sebességet kapott, mint a fénysebesség, és ez fel sem tűnt. Többen viszont túl kicsit, mely talán gyanús lehetett volna, hiszen a feladatról lehetett sejteni, hogy éppen azt akarja demonstrálni, hogy az valószínűleg nem kicsi.
- Többeknek az aranyra akkora tömeg jött ki, amennyi a világon nincsen, mint 10^{22} kg , illetve 10^{13} kg , és ez fel sem tűnt.

A mozgási energia képlete nagyon sokaknak okozott gondot. A Függvénytáblázatot nem használhatták a hallgatók, így azt onnan nem tudták kikeresni. De az alábbiakban felsorolt „érdekességek” valószínűleg nem csak ennek tudhatók be, hanem sokkal inkább annak, hogy a hallgatók valójában nincsenek tisztában az alapvető fizikai fogalmakkal. A fizikai témájú szakmódszertani irodalom egy jelentős része foglalkozik a tanulók tévképzeivel, illetve a fogalmak fejlődésének útjával, a fogalmak differenciálódásával a tanulók fejében. Egyik megállapítás szerint a fizikai világra vonatkozó, úgynevezett gyermektudományi jelenségek megismerése során rendkívül fontosnak bizonyult az a felismerés, hogy a fizikai (és más természettudományi) fogalmak a gyerekekben lényegében két „fogalommasszából”, két differenciálatlan „ősfogalomból” alakulnak ki. A fizikához talán közelebb áll, ha „statikus” és „dinamikus” fogalomrendszerekről írunk. Jelen esetben a dinamikusak fontosak számunkra az alábbi jelenségek értelmezéséhez. Olyan fogalmak tartoznak ide, mint az erő, a mozgás, a gyorsaság (később a sebesség, a gyorsulás), a nyomás, az energia, a hő, és a hőmérséklet. Az alábbi, a hallgatói dolgozatokból származó példák azt mutatják, hogy az *energia, impulzus, erő fogalmak differenciálódása sok hallgató esetében még nem történt meg*, mely alapvető fontosságú a velük való további foglalkozások (felzárkóztató) tematikájának összeállításához.

Az energia és az erő fogalmát sokszor a köznapi életben is össze szokták keverni. Gondoljunk például az erőmű elnevezésre, ahol energiát termelnek, melyet utána elfogyasztunk, hiszen fizetünk érte. Ténylegesen energia átalakításról van szó, hiszen az energia megmarad. A felhasználás is átalakítást jelent. Az már más kérdés, hogy az átalakulás olyan formává történik, melyet már nem tudunk tovább alakítani. Például a számítógép, melyen jelen szöveg is készült, elektromos energiával működik. A hálózathoz felvett energia átalakul a vezetékekben, az integrál áramkörökben az elektronok mozgásává, majd a képernyőn fénné, és még melegszik is a számítógép, mely miatt külön ventillátort kell alkalmazni. A fénné és termikus energiává átalakult energiát nem tudjuk visszaalakítani elektromos energiává és visszatáplálni a hálózatba, hogy újból felhasználhassuk.

Óralátogatásaim során is tapasztaltam sok esetben az erő és az energia fogalmak keverését. Például 11. évfolyamos diákok körében, ahol egy rezgő test energiáját kellett kiszámítani többen a testre ható erőt számolták ki.

- Többen nem tudták helyesen a mozgási energia képletét, elfelejtettek 2-vel osztani.
- Volt, aki a sebességet az $F = m \cdot a$ összefüggésből akarta kiszámolni, majd ebből kifejezte a „sebességet”, $v = F/m$ – ként. De szerepelt $F = v \cdot m$ képlet is. Találkoztam $E = m \cdot a$, $F = m \cdot v^2 / 2$ illetve $F = m \cdot v^2$ összefüggésekkel is, de a centripetális erő képletével is (mely valójában nem is külön erő, hiszen sokféle kölcsönhatás során jöhet létre körmozgás), melyek mindegyike azt mutatja, hogy a hallgatók az energia fogalmát az erővel keverik. Többen keverték a mértékegységeket is, mint J és N. Volt, aki le is írta, hogy $F_{mozg.} = E_1$ és N a mértékegysége. Továbbá szerepelt a $E_{mozg.} = a \cdot m \cdot g$ összefüggés is.
- Nagyon sokan voltak, akinél a mozgási energia $m \cdot v$, vagyis az energia fogalma teljes mértékben keveredik az impulzus fogalommal. Ennek a ténynek az az érdekessége, hogy ezt a korábbi kutatások során csak kvalitatív, szöveges megfogalmazások esetében vizsgálták. Esetünkben pedig számításos feladatok esetében került elő ez a probléma.

- Az olvadáshőről nagyon sokan elfeledkeztek, csak felmelegítették az aranyat az olvadáspontjára.
- Érdekes még az, hogy az olvadáspontig történő felmelegítés esetében néhányan helyesen ki tudták számítani a hőmérsékletváltozást, mely 1041,6 K, melyet utána „átváltottak” 1312,6 °C-ra?!
- Többen érdekes összefüggésekkel akartak számolni, mint $Q = L_0 \cdot m \cdot \Delta T$, hiszen a halmazállapot-változás esetében lényeges, hogy akkor nem változik az anyag hőmérséklete. (Ez egyéb céllal íratott hallgató dolgozatokban is szokott szerepelni vagy képletes, vagy szöveges formában.) Továbbá találkoztam $Q = L_0 \cdot m \cdot \Delta T \cdot c$ összefüggéssel is.
- Ezekben az esetekben a hő és a hőmérséklet fogalmak nem megfelelő kezeléséről van szó.

A következőkben megpróbálunk valamilyen kvantitatív jellegű becslést adni, arányokat megfogalmazni az olvadáshőről való elfeledkezésről és az energia – impulzus fogalmak felcserélésével kapcsolatban.

A tételeken átnézett 864 darab dolgozat közül azokban jelent meg valamelyik félreértelmezés, amelyekben a feladatra 4 és 11 pont közötti pontot kapott a diák. Ennek indoklása a következő: 4 pontot általában akkor kapott a hallgató, ha megoldotta az a.) és a c.) kérdéseket. Tehát azok közt a hallgatók között található a leírt félreértelmezések, akik már hozzáfogtak a b.) vagy a d.) részhez. Ha csak számolási hibája volt a hallgatónak, akkor 2-4 pontot vontak le tőle a javítók. A 4-11 ponttartományban teljesítő hallgatók száma a tételeken átvizsgált mintában 162 fő. Egyszerű becslésünkben ez lesz a 100%.

Főbb megállapítások:

- Közülük 48 fő volt az, aki csak felmelegítette az aranyat, de az olvadáshőről elfeledkezett. Ez 29,6 %.
- Közülük 50 fő volt az, aki a mozgási energia összefüggését összekeverte a lendülettel. Ez 30,8 %.
- Akik nem tudták rendesen a mozgási energia képletét, mivel elfeledkeztek a 2-vel történő osztásról 25-en voltak. Ez 15,4%.
- A többiek egyéb hibákat vétettek, melyeket fentebb leírtunk.
- A fentiekben csak azon hallgatók gondolkodásába nyertünk kis bepillantást, akik egyáltalán megpróbálták kiszámítani a motoros sebességét, illetve a megolvasztható arany tömegét. De ne feledjük el, hogy azokról a hallgatókról semmit nem tudunk, akik hozzá sem fogtak ehhez a feladatrészhöz. És ők sokkal többen vannak, 522 fő a vizsgált mintában. Azonban feltételezhetjük, hogy az ő tudásuk még eddig sem terjed, hiszen akkor írtak volna valamit. 180 fő megoldása volt viszont tökéletes a vizsgált mintában.

0 pontos dolgozat kevés, mindössze 5 darab volt, mely a teszt jellegnek tudható be.

Maximális pontszámot, vagyis 50 pontot mindössze 34 hallgató ért el.⁴

⁴ A 2009-es felmérés részletes kiértékelése megtalálható:
<http://members.iif.hu/rad8012/kriterium/felmeres2009.pdf>

A dolgozat írásának körülményei 2009-ben

Ebben az évben a felmérő megíratásában minden olyan felsőoktatási intézmény részt vett, ahol fizika BSc képzés van, és több olyan intézmény, ahol mérnököket képeznek és a fizika alapvetően fontos a tanulmányok szempontjából. A résztvevő intézmények:

ELTE, BME több kara, DE, GDF, NYFMMK, PE több kara, PTE, SZTE, SZE, SZIE

A felmérőt írt hallgatók száma: 2185 fő

A hallgatók egy 60 perces dolgozatot írtak a regisztrációs hét folyamán.

Az előkészítés során a feladatlap központilag készült el, valamint ehhez részletes megoldási, javítási útmutatót is melléeltünk, hogy a pontozás, amennyire lehetséges, egyforma szempontok szerint történjen. Minden intézmény saját maga szervezte a dolgozatok megíratását és javítását az egységes útmutató alapján.

Az OFI fizika érettségiért felelős munkatársa is véleményezte a feladatsort, és a mérésére alkalmasnak találta. A feladatsor középiskolások körében is ki lett próbálva, a tapasztalatok alapján a szükséges változtatást végrehajtottuk.

A dolgozat felépítése:

- tesztkérdések $14 \times 2 = 28$ pont

- két feladat $8 + 14 = 22$ pont

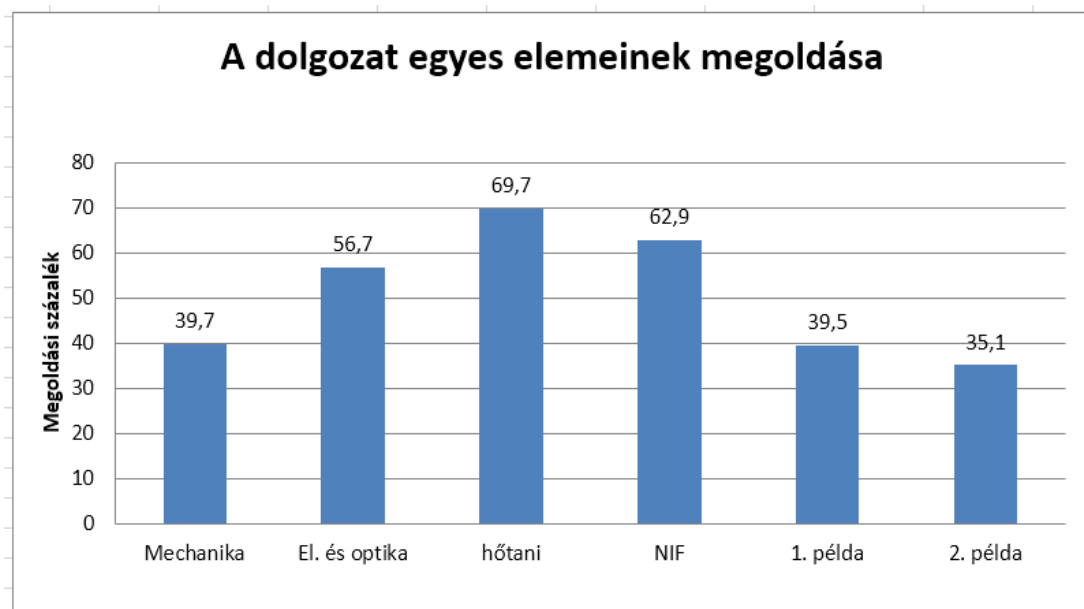
Összesen 50 pont

Az ezt követő években is hasonló szerkezetű dolgozatot készítettünk.

Kérdéseinkkel és feladatainkkal igyekeztünk a fizika minden, a közoktatás során előforduló, fő fejezetét lefedni. Találhatók mechanikai jellegű, elektromosságtan, optika és a modern fizika témaköréhez tartozó részek. A teszt feladatok sem minden esetben egyszerűek, bár kétségtelenül több ilyen is volt a felmérőben. A 6.) kérdéssel kifejezetten jellegzetes tévképzet meglétét kívánjuk feltérképezni. Az utolsó 3 tesztkérdés pedig a jövő energiaellátásával kapcsolatos fontos kísérleti berendezés lézereinek teljesítményét és az „üzemanyag”-ról kérdez. Az 1.) példa egy életszerű esetet mutat be. A 2.) számításos feladat háttérét is egy új kísérleti berendezés adja az LHC. Ezt azért tartjuk fontosnak, mivel az ott folyó munkák fontosak mind a fizika, mint tudomány szempontjából, de éppen ilyen fontosak a műszaki megvalósítás szempontjából is, tehát leendő a mérnök hallgatók számára is.

A felmérő jóságát, belső konzisztenciáját jellemző Cronbach-alfa értéke 0,78.

Függvénytáblázat nem volt használható, mivel nem szerettük volna, ha a hallgatók onnan keresnek ki különböző képleteket, majd behelyettesítenek esetleg gondolkodás nélkül. Arra is kíváncsiak voltunk, hogy a megoldásokhoz szükséges alapvető összefüggésekkel tisztában vannak-e a hallgatók. Ahol anyagi állandóra, vagy egyéb ismeretre volt szükség, azt a feladat szövegében közöltük.



A dolgozat egyes részeinek összesített eredményei

7. 2010 szeptember

7.1. 2010 évi feladatok

Tesztfeladatok

Minden kérdéshez csak egy helyes válasz tartozik. Kérjük, hogy a helyesnek tartott választ egyértelműen jelölje meg! Minden helyes válasz 2 pontot ér.

- 1.) Melyik mozgásnál változik a sebességnek csak az iránya?
 - a.) Kanyarban gyorsító motorosnál. c.) Egyenes sínen lassuló vonatonál.
 - b.) Egyenes autópályán gyorsuló autónál. d.) Egyenletesen kanyarodó villamosnál.
- 2.) Vákuumcsőben egyszerre ejtünk le egy tollpihét és egy ólomgolyót. Mekkora gyorsulással esik a tollpihe?
 - a.) A tollpihe gyorsulása 0.
 - b.) A tollpihe gyorsulása g.
 - c.) A tollpihe gyorsulása kisebb, mint g.
 - d.) A tollpihe gyorsulása nagyobb, mint g.
- 3.) Egy autóbusz hegymenetben felfelé 40 km/h állandó sebességgel tud haladni. Mekkora sebességgel kell ugyanezen az úton visszajönnie, hogy az egész utat figyelembe véve az átlagsebessége 50 km/h legyen?
 - a.) 55 km/h b.) 60 km/h c.) 66,6 km/h d.) 76,6 km/h
- 4.) Magasugrásnál kevésbé veszélyes az ugrás, ha matracra érkezünk, mintha a kemény talajra. A matrac csökkenti:
 - a.) az ütközéskor fellépő energiaváltozást.
 - b.) az ütközéskor fellépő lendületváltozást.
 - c.) az ütközéskor fellépő fékező erőt.
 - d.) A fentiek közül egyiket sem, a matrac csak az ugró félelmét csökkenti attól, hogy jól megüti magát.
- 5.) Egy áramkörbe párhuzamosan kapcsolunk egy kis és egy nagy ellenállást. Mit lehet elmondani az eredő ellenállásra?
 - a.) Az eredő ellenállás megegyezik a kis ellenállással.
 - b.) Az eredő ellenállás kisebb lesz a kis ellenállásnál.
 - c.) Az eredő ellenállás a két ellenállás átlaga lesz.
 - d.) Az eredő ellenállás nagysága majdnem megegyezik a nagyobb ellenállás értékével.
- 6.) Melyik állítás igaz a transzformátorral kapcsolatban?
 - a.) Ez az eszköz csak egyetlen tekercsből áll, két kivezetéssel.
 - b.) Egyenirányító szerepe van.
 - c.) Az indukció elve alapján működik.
 - d.) Félvezető jellegű áramköri elem.
 - e.) Egyenáramú áramkörben használják feszültségszabályozásra.

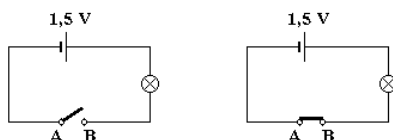
7.) Egy fémhuzalt két egyforma hosszúságú darabra vágunk, majd a két felet hosszában egymás mellé fektetve összeforrasztjuk. Az így elkészített vezetékdarab ellenállása az eredetinek

- a.) kétszerese b.) negyede c.) fele d.) négyszerese.

8.) Mi lehet az elektromos feszültség mértékegysége az alábbiak közül?

- a.) Coulomb (C) b.) N/C c.) N/m d.) J/C e.) J/m²

9.) Mekkora feszültség mérhető az AB pontok között ideálisnak tekinthető feszültségmérővel a vázolt két esetben?



1)

2)

- a.) 1,5 V és 1,5 V b.) 0 V és 0 V c.) 1,5 V és 0 V
d.) 0 V és 1,5 V e.) Nem dönthető el, mert nem tudjuk az izzó ellenállását.

10.) Merülőforralóval, vagy villanytűzhelyen melegítve jobb-e a teavíz melegítésének hatásfoka?

- a.) Merülőforralóval. b.) Villanytűzhelyen. c.) Nem lehet eldönteni.

11.) Válassza ki az igaz állítást!

- a.) Hőközlés esetén a rendszer belső energiája mindig növekszik.
b.) Hőközlés esetén a rendszer mindig végez munkát.
c.) A közölt hő a folyamattól, és nem csupán a kezdő- és a végállapottól függ.
d.) Nincs olyan folyamat, amikor a hőmennyiség és a munka megegyezik.

12.) Hat-e a Holdon a nyugvó folyadékokba merülő testre felhajtóerő?

- a.) Nem, mert a Holdnak nincs légköre.
b.) A Holdon nincs súlya a testeknek.
c.) A Holdon is hat a felhajtóerő, mert van súlya a kiszorított folyadéknak.
d.) Nincs, mert a Holdon a folyadék belsejében a légkör hiánya miatt 0 a hidrosztatikai nyomás.

13.) Melyik az a tükör, amelyik a tárgyról valódi képet és látszólagos képet is adhat?

- a.) A domború tükör. b.) A homorú tükör. c.) A síktükör.

14.) Egy radioaktív izotóp felezési ideje 10 nap. Ha ebből az izotópból 8 mg tömegű anyagmintát veszünk, akkor 30 nap múlva mekkora lesz az elbomlott anyag tömege?

- a.) 1 mg b.) 7 mg c.) 6 mg d.) 4 mg e.) 2 mg

Számításos feladatok

- 1.) Egy Porsche Cayman S típusú 190 km/órával haladó 1350 kg tömegű sportkocsival fékpróbát végeztek, amely megcsúszás nélkül 110 m-es távolságon tudott megállni. (Forrás: Autórevü Internetes Magazin)

- Mekkora volt az autó lassulása?
- Mennyi ideig tartott a folyamat?
- Mekkora erő fékezte az autót?
- Mennyi volt a mozgási energia megváltozása?
- A súrlódásnak kitett fékfelület tömege kb. 10 kg és hőmérséklete 30 °C-os. Becsülje meg, hogy ez hány fokra melegszik fel a fékpróba során, ha az átlagos fajhő 0,4 kJ/kg°C, és a léghűtés hatásfoka 10 %.

(10 pont)

- 2.) Két függőleges, párhuzamos, elektromosan töltött fémlemez között 167 V feszültség van. A csősugarak (protonok) vizsgálata során egy proton a bal oldali pozitív fémlemezhez csapódik, majd onnan a vízszintessel 60° -os szögben $4 \cdot 10^4$ m/s sebességgel folytatja útját a lemezek között. A két lemez távolsága 4 cm. (A proton tömege $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg, az elemi töltés nagysága $1,6 \cdot 10^{-19}$ C.)

- Mennyi idő alatt éri el a proton a negatív töltésű lemezt?
- Hol csapódik be a proton a jobb oldali lemezbe? A földi gravitációs tér elhanyagolható.
- Milyen lesz a pálya alakja? Ábrázoljon néhány pontot (X – Y) koordináta rendszerben!

(12 pont)

7.2. 2010 évi megoldások

Tesztfeladatok

Kérdés sorszáma	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Válasz betűjele	D	B	C	C	B	C	B	D	C	A	C	C	B	B

összesen 28 pont

Megjegyzés

A tesztek közt több szerepelt korábbi években is. A 9. teszt részletes elemzése a 2006-os és a 2007-es éveknél olvasható. A 4. feladaté pedig a 2007-es évnél.

1.) Egy Porsche Cayman S típusú 190 km/órával haladó 1350 kg tömegű sportkocsival fékpróbát végeztek, amely megcsúszás nélkül 110 m-es távolságon tudott megállni. (Forrás: Autórevü Internetes Magazin)

- Mekkora volt az autó lassulása?
- Mennyi ideig tartott a folyamat?
- Mekkora erő fékezte az autót?
- Mennyi volt a mozgási energia megváltozása?
- A súrlódásnak kitett fékfelület tömege kb. 10 kg és hőmérséklete 30 °C-os. Becsülje meg, hogy ez hány fokra melegszik fel a fékpróba során, ha az átlagos fajhő 0,4 kJ/kg°C, és a léghűtés hatásfoka 10 %.

$$v = 190/3,6 = 52,77 \text{ m/s}$$

$$a.) a = v^2/2s = 12,66 \text{ m/s}^2, \text{ ami nagyobb, mint } g !!!$$

$$b.) t = v/a = 4,17 \text{ s}$$

$$c.) F = ma = 17091 \text{ N}$$

$$M = 1350 \text{ kg}$$

$$d.) E = M \cdot v^2 / 2 = 1\,880\,153 \text{ J}$$

$$e.) \text{ a szétszóródó energia, mely a melegedést okozza az előbbi 90\%-a, vagyis } Q = 1692137,2 \text{ J}$$

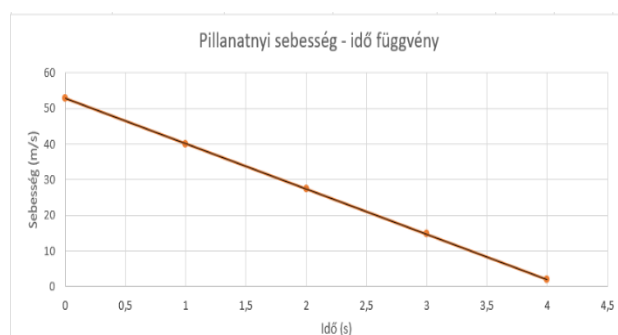
$$m = 10 \text{ kg}$$

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T, \text{ ahonnan } \Delta T = Q/c \cdot m = 423 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{ahonnan } T = 453 \text{ }^\circ\text{C lesz.}$$

Megjegyzés

A feladat a.) és b.) része más módon is megoldható. Mivel egyenletesen lassul az autó, a sebesség – idő függvény az alábbi.



Az autó megtett útja a sebesség görbe alatti területként számítható, mely nem más, mint egy háromszög területe. A háromszög alapja a t , a fékezés ideje, magassága pedig a v kezdeti sebesség. A terület alap szorozva magassággal, osztva kettővel, vagyis $t \cdot v / 2 = s$, ahonnan az időt kifejezve: $t = 2s/v = 220/52,77 = 4,17 \text{ s}$. Majd ebből számítható a gyorsulás.

A területszámítás helyett mondhatjuk azt is, hogy a $v/2$ a test átlagsebessége a fékezés alatt.

Érdekessége a feladatnak, hogy nem csak a mechanika témaköréhez tartozó számítást kér a diákoktól, hanem a hőtan témaköréhez kapcsolódót is. De többek közt ettől életszerű és valós adatokra támaszkodik a feladat, hiszen közismert tapasztalat a fékpofák felmelegedése erős fékezés esetében.

- 2.) Két függőleges, párhuzamos, elektromosan töltött fémlemez között 167 V feszültség van. A csősugarak (protonok) vizsgálata során egy proton a bal oldali pozitív fémlemezhez csapódik, majd onnan a vízszintessel 60° -os szögben $4 \cdot 10^4$ m/s sebességgel folytatja útját a lemezek között. A két lemez távolsága 4 cm. (A proton tömege $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg, az elemi töltés nagysága $1,6 \cdot 10^{-19}$ C.)

- Mennyi idő alatt éri el a proton a negatív töltésű lemezt?
- Hol csapódik be a proton a jobb oldali lemezbe? A földi gravitációs tér elhanyagolható.
- Milyen lesz a pálya alakja? Ábrázoljon néhány pontot (X – Y) koordináta rendszerben!

(14 pont)

$E = U/d = 167/4 \cdot 10^{-2} = 4,175 \cdot 10^3$ N/C a télerősség a kondenzátorlemezek között. homogén a tér.

A protonra ható erő: $F = E \cdot q = 4,175 \cdot 10^3$ N/C $\cdot$ $1,6 \cdot 10^{-19}$ C = $6,68 \cdot 10^{-16}$ N.

Innen a gyorsulás: $a = F/m = 6,68 \cdot 10^{-16}$ N/ $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg = $4 \cdot 10^{11}$ m/s²

Íránya vízszintes lesz.

Adatok: $a_x = 4 \cdot 10^{11}$ m/s²

$$V_0 = 4 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$d = x = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$$

$$t = ?$$

$$y = ?, \text{ vagyis hol csapódik be?}$$

A mozgás két egymástól független mozgás eredőjeként írható le.

(1) x irányban egy egyenletesen változó mozgás v_{0x} kezdősebességgel, ahol

$$V_{0x} = v_0 \cdot \cos 60^\circ = v_0 \cdot \frac{1}{2} = 2 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

$$x = \frac{a_x}{2} t^2 + v_{0x} t$$

(2) y irányban egyenes vonalú egyenletes mozgás v_{0y} sebességgel

$$y = v_0 \sin 60^\circ \cdot t = v_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} t$$

a.) Az (1) egyenletből az idő kiszámítható, mely egy másodfokú egyenlet, csak az egyik gyöknek van fizikai értelme:

Átrendezve: $a_x t^2 + 2v_{0x} t - 2x = 0$

$$4 \cdot 10^{11} \cdot t^2 + 4 \cdot 10^4 \cdot t - 8 \cdot 10^{-2} = 0$$

$$t = \frac{-4 \cdot 10^4 \pm \sqrt{16 \cdot 10^8 + 4 \cdot 4 \cdot 10^{11} \cdot 8 \cdot 10^{-2}}}{8 \cdot 10^{11}} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ s.}$$

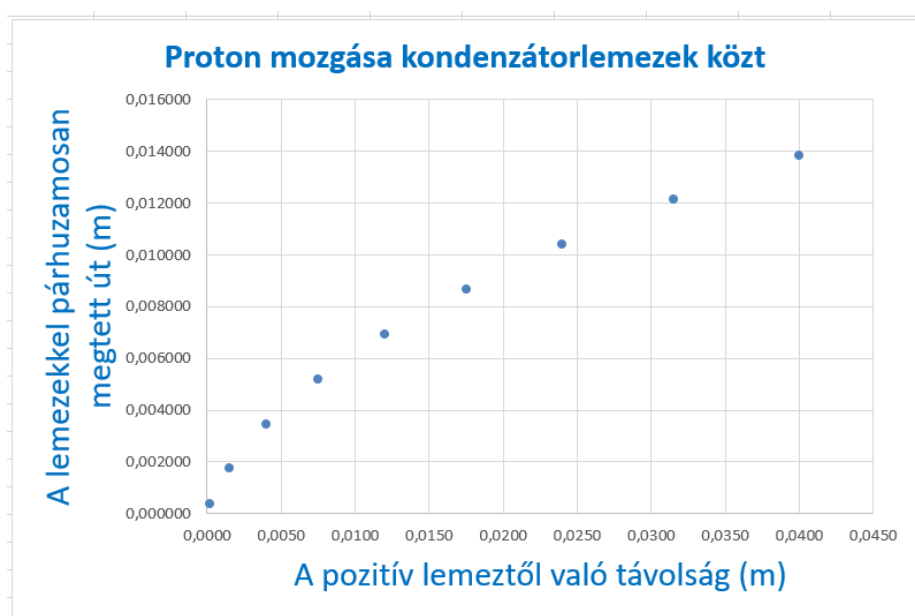
7 pont

b.) Ezt beírva $y = 1,38 \cdot 10^{-2} \text{ m} = \underline{1,38 \text{ cm.}}$

3 pont

A pálya alakja: parabola

t (s)	x (m)	y (m)
0,00000001	0,0002	0,000346
0,00000005	0,0015	0,001732
0,00000010	0,0040	0,003464
0,00000015	0,0075	0,005196
0,00000020	0,0120	0,006928
0,00000025	0,0175	0,008660
0,00000030	0,0240	0,010392
0,00000035	0,0315	0,012124
0,00000040	0,0400	0,013856



4 pont

A pálya alakját analitikusan is meg lehet adni, de ez nem volt kérdés:

$$(2) \text{ -ből az időt kifejezve } t = \frac{2 \cdot y}{v_0 \sqrt{3}},$$

majd ezt (1)-beírva

$$x = \frac{a_x}{2} \left(\frac{2}{v_0 \sqrt{3}} \right)^2 y^2 + \frac{1}{2} v_0 \frac{2}{v_0 \sqrt{3}} y = \frac{2 \cdot a_x}{3 \cdot v_0^2} y^2 + \frac{1}{\sqrt{3}} y = 166,7 \cdot y^2 + 0,58 \cdot y$$

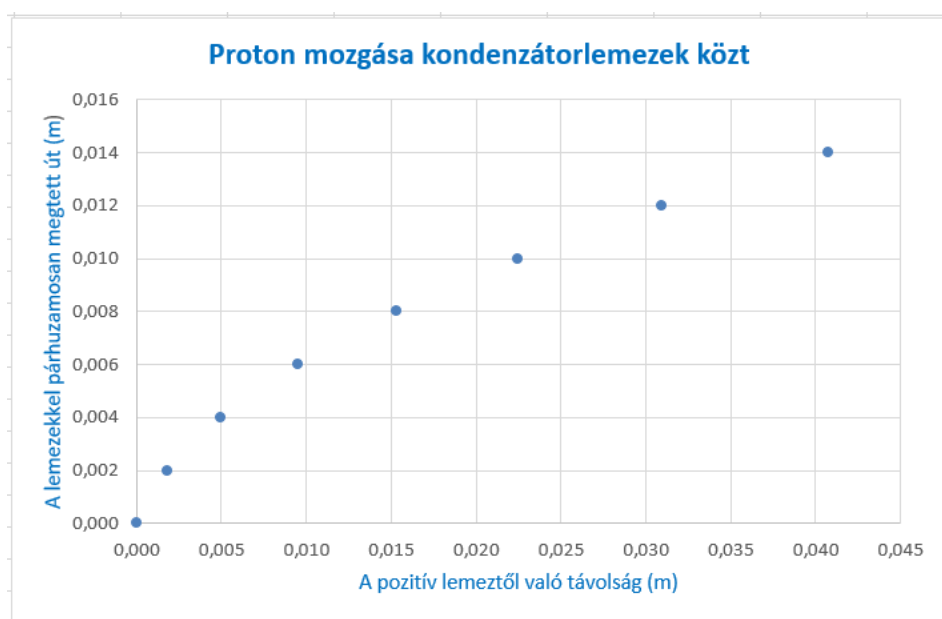
Vagyis egy másodfokú görbe.

Néhány pont koordinátája:

x számítása pár előre megadott y értéknél

x (m)	y (m)
0,000	0,000
0,002	0,002
0,005	0,004
0,009	0,006
0,015	0,008
0,022	0,010
0,031	0,012
0,041	0,014

A pálya ábrája, mely parabola



Megjegyzések

Természetesen nem Excel program segítségével kellett az ábrázolást elkészíteni.

Továbbá a kondenzátorlemezek távolsága a feladatban 4 cm, csak a szemléletesség miatt hagytuk az utolsó pontot is az ábrán. Szépen látszik, hogy a proton a lemezek síkjára merőlegesen, vagyis vízszintes irányban, egyre nagyobb távolságokat tesz meg, míg ugyanakkor a lemezekkel párhuzamosan, függőlegesen, egyenletesen mozog.

A 2. példa esetében valójában egy mechanika feladatról van szó, de elektromos környezetben kell felírni a mozgásegyenletet. Vagyis a hajításoknál tanultak analógiájára most nem a g nehézségi gyorsulással kell számolni, hanem az elektromos gyorsulást kellett kiszámítani, és abból tovább számolni. Továbbá a gyorsulás iránya a feladat szövege alapján vízszintes volt, nem pedig függőleges, mint a vízszintes

hajításnál. Ezért szerepel a pálya egyenletében az x az y függvényében. Tehát a megoldáshoz szükség volt az analógiás gondolkodásra, de nem lehetett mechanikusan átvenni összefüggéseket, figyelni kellett az irányokra.

Érdekességgként számítsuk ki elektron esetében is a repülési időt! Természetesen az elektron a negatív lemeztől tartson a pozitív lemez felé! Az elektron tömegét egyszerűsítésképp vegyük a proton tömegének 2000-ed részének.

A gyorsulás 2000-szer nagyobb lesz. Ezt behelyettesítve a repülési idő csak 10^{-8} s lesz, az eltolódás pedig mindössze 0,346 mm.

A pálya alakja természetesen ugyanúgy parabola.

8. 2011 szeptember

8.1. 2011 évi feladatok

Tesztfeladatok

Minden kérdéshez csak egy helyes válasz tartozik. Kérjük, hogy a helyesnek tartott választ egyértelműen jelölje meg! Minden helyes válasz 2 pontot ér.

1. **Egy jármű lassít. Melyik állítás igaz az alábbi állítások közül?**
 - a) A sebesség és a gyorsulás egyirányú, és mindkettővel ellentétes irányú az elmozdulás.
 - b) Az elmozdulás és a gyorsulás egyirányú, és mindkettővel ellentétes irányú a sebesség.
 - c) A sebesség és az elmozdulás egyirányú, és mindkettővel ellentétes irányú a gyorsulás.
 - d) A sebesség és az elmozdulás egyirányú, és ezekre merőleges irányú a gyorsulás.
2. **Az egyenletesen gyorsuló mozgást végző test esetében az egyes másodpercekben megtett utak úgy aránylanak egymáshoz, mint a**
 - a) prímszámok.
 - b) páratlan számok.
 - c) páros számok.
 - d) egész számok.
3. **Egy hajó 6 m/s sebességgel megy, amikor elkezd gyorsítani 2m/s^2 gyorsulással. Mekkora lesz a sebessége 8 másodperc múlva?**
 - a.) 14 m/s.
 - b.) 18 m/s.
 - c.) 22 m/s.
 - d.) 26 m/s.
 - e.) 30 m/s.
4. **Egy súrlódásmentes lejtőn, a lejtővel párhuzamos erővel, egyenletesen tolunk felfelé egy ládát a lejtő tetejéig. Melyik állítás igaz az általunk végzett munkával kapcsolatban?**
 - a) A munka azonos magasság esetén a lejtő hosszától függ.
 - b) A munka azonos magasság esetén a lejtő szögétől függ.
 - c) A munka a lejtő magasságától függ.
 - d) A munka az egyenletes sebesség nagyságától függ.
5. **Melyik állítás igaz az alábbiak közül?**
 - a) A szigetelő anyagokban nincsenek elektromos töltések.
 - b) A szigetelőkben vannak töltések, de azok csak egy irányba mozoghatnak..
 - c) A fémekben kétszer több az elektron, mint a proton, ezért jó vezetők.
 - d) A fémekben az elektronok egy része szabadon elmozdulhat.
6. **Melyik állítás igaz?**
 - a) Egy test csak akkor elektromosan semleges, ha nincsenek benne töltések.
 - b) Egy test semlegességét a környezetében lévő testek töltése határozza meg.
 - c) Egy semleges testben mindkét töltés azonos mennyiségben található.
 - d) Egy test akkor semleges, ha a töltései nem mozdulhatnak el a helyükről.

7. Mekkora erővel taszítja egymást 10^{-14} m távolságból két proton? (A proton töltése: $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, $k = 9 \cdot 10^9$ Nm²/C²)
- $2,56 \cdot 10^{-10}$ N
 - 2,3 N
 - $2,56 \cdot 10^{-24}$ N
 - $1,44 \cdot 10^{19}$ N
8. Melyik állítás igaz az alábbiak közül? A megosztás során addig mozognak a töltések a fémtest belsejében a külső elektromos tér hatására,
- amíg az összes töltés el nem mozdult.
 - amíg a test két oldalán felhalmozódó töltések tere és a külső tér összege belül nulla lesz.
 - amíg a töltések száma azonos nem lesz.
9. Melyik állítás igaz az alábbiak közül?
- Párhuzamos kapcsolásnál minden mellékágon időegységenként ugyanannyi töltés megy át.
 - Soros kapcsolásnál az egyes ellenállásokon az elektromos tér ugyanakkora munkát végez.
 - Párhuzamos kapcsolásnál minden mellékágon a tér ugyanakkora munkát végez.
 - Soros kapcsolásnál az egyes ellenállásokon időegységenként átmenő töltések mennyisége különböző.
10. Hajnalban szabad térben harmat keletkezik. Miért?
- A levegő a hajnali órákra hűl le annyira, hogy a pára kicsapódik.
 - A föld és a növények a hajnali órákban bocsátják ki a legtöbb párát.
 - A páradús, nehezebb levegő a hajnali órákban éri el a felszínt.
 - Harmat egész nap egyenletesen keletkezik, csak éjszaka nem párologtatja el a Nap.
11. Melyik állítás igaz? Ha egy tartályban lévő ideális gázhoz vele azonos hőmérsékletű újabb gázmennyiséget töltünk, akkor reverzibilis esetben
- a nyomás megnő.
 - a hőmérséklet megnő.
 - a nyomás és a hőmérséklet is növekszik.
 - a hőmérséklet csökken.
12. Héliumgáz által kisugárzott vörös fény hullámhossza levegőben 748 nm. Mekkora ennek a fénynek a hullámhossza üvegben, ha az üveg levegőre vonatkoztatott törésmutatója 1,46?
- 790 nm
 - 893 nm
 - 512 nm
 - 1072 nm

13. **Fényelektromos hatás esetén mit állíthatunk a másodpercenként kilépő elektronok számáról?**
- a) Egyenesen arányos a fémet megvilágító fény intenzitásával.
 - b) Egyenesen arányos a fémet megvilágító fény frekvenciájával.
 - c) Egyenesen arányos a fotókatódra jellemző kilépési munkával.
 - d) A fentiek közül egyik sem igaz.
14. **A $^{215}_{83}\text{Bi}$ izotóp bomlása során $^{215}_{84}\text{Po}$ izotóp keletkezik. Milyen részecske hagyja el a bizmut atommagját?**
- a) Proton.
 - b) Pozitron.
 - c) α részecske.
 - d) Elektron.

Számításos feladatok

1. feladat

- a.) Mekkora az emelődaru kötelében fellépő húzóerő egy 100 kg tömegű gépalkatrész emelésekor, ha a gyorsulás nagysága 2 m/s^2 ? A kötel és a végén levő horogszerkezet súlya elhanyagolható.
- b.) Mekkora a daru teljesítménye 3 másodperc elteltével? Mekkora a daru átlagteljesítménye a 3 másodperc alatt?
- c.) Milyen magasra emelkedett a test 3 másodperc alatt?
- d.) Ábrázolja a daru teljesítmény – idő és a test út – idő grafikonját!

10 pont

2. feladat

Egy 500 nm hullámhosszúságú monokromatikus fényt a tér minden irányába egyenletesen kibocsátó, pici, pontszerűnek tekinthető fényforrás teljesítménye 20 mW.

- a) Hány foton érkezik be ebből a 2 km távolságban álló megfigyelő 2 mm átmérőjű pupillájába?
- b) Milyen messziről lehetne ezt a fényforrást még éppen meglátni, ha tudjuk, hogy egy sötétbe szoktatott szem retinája már másodpercenként körülbelül 30 foton beesését érzékelni képes?
- c.) Milyen egyszerűsítő feltevésekkel élt a becslés során?
- d.) Milyen jelenségek leírásához alkalmazható hasonló távolságfüggés?

(A Planck állandó értéke: $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, a vákuumbeli fénysebesség: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.)

2 pont

8.2. 2011 évi megoldások

Tesztfeladatok

Kérdés sorszáma	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Válasz betűjele	C	B	C	C	D	C	B	B	C	A	A	C	A	D

összesen 28 pont

Számításos feladatok

1. feladat

- Mekkora az emelődaru kötelében fellépő húzóerő egy 100 kg tömegű gépalkatrész emelésekor, ha a gyorsulás nagysága 2 m/s^2 ? A kötel és a végén levő horogszerkezet súlya elhanyagolható.
- Mekkora a daru teljesítménye 3 másodperc elteltével?
- Mekkora a daru átlagteljesítménye a 3 másodperc alatt?
- Milyen magasra emelkedett a test 3 másodperc alatt?
- Ábrázolja a daru teljesítmény – idő és a test út – idő grafikonját!

10 pont

A húzóerő: $G + m \cdot a = 1000 \text{ N} + 200 \text{ N} = 1200 \text{ N}$

2 pont

Vigyázat, itt nem az erők eredője a kérdés, mely egyszerűen $m \cdot a$ – ként számítható, hanem az egyik konkrét test, a kötel által kifejtett erő!

A testre két erő hat, a kötelerő és a nehézségi erő.

Teljesítmény: $P = F_{\text{húzó}} \cdot v = F_{\text{húzó}} \cdot a \cdot t = 1200 \cdot 2 \cdot 3 = 7200 \text{ W}$

3 pont

Vigyázat ismét, a daru teljesítménye a kérdés! Tehát azt a kötelerővel kell számolni!

Mivel egyenletesen gyorsuló mozgásról van szó, a sebesség egyre nagyobb lesz. E miatt a daru teljesítménye is nő. A fentebb számolt teljesítmény a 3. másodperc végén.

Átlagteljesítmény: fele 3600 W

1 pont

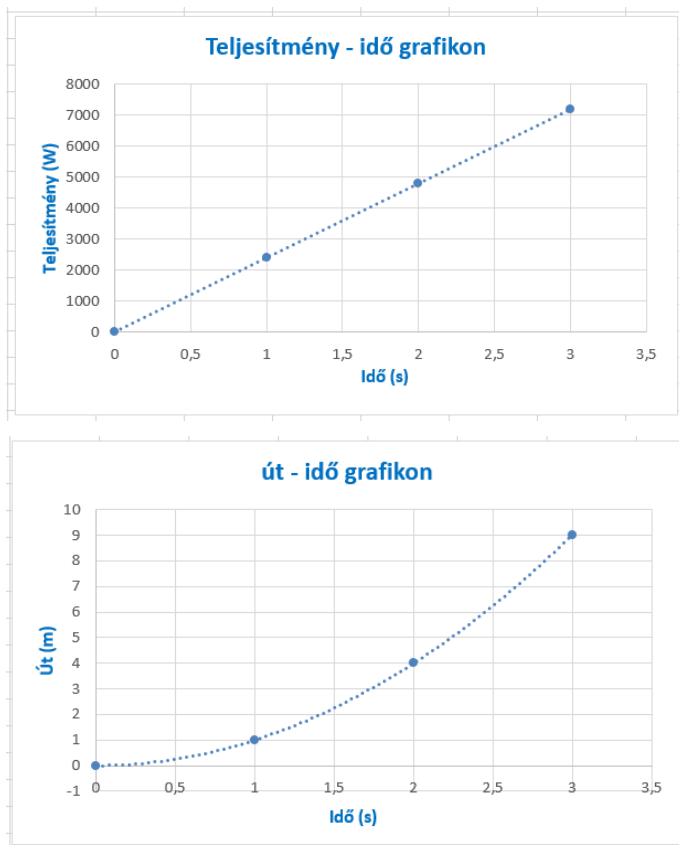
Az átlag azért a fentebb számolt fele, mert 0 – ról indult.

Az emelkedés magassága: $s = a/2(t^2) = 1 \cdot 9 = 9 \text{ m}$.

2 pont

2 grafikon

2 pont



2. feladat.

Egy 500 nm hullámhosszúságú monokromatikus fényt a tér minden irányába egyenletesen kibocsátó, pici, pontszerűnek tekinthető fényforrás teljesítménye 20 mW.

- Hány foton érkezik be ebből a 2 km távolságban álló megfigyelő 2 mm átmérőjű pupillájába?
- Milyen messziről lehetne ezt a fényforrást még éppen meglátni, ha tudjuk, hogy egy sötétbe szoktatott szem retinája már másodpercenként körülbelül 30 foton beesését érzékelni képes?
- Milyen egyszerűsítő feltevésekkel élt a becslés során?
- Milyen jelenségek leírásához alkalmazható hasonló távolságfüggés?

12 pont

(A Planck állandó értéke: $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Js, a vákuumbeli fénysebesség: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.)

Az 500 nm hullámhosszúságú foton energiája: $E = h \cdot f = h \cdot c / \lambda = 4 \cdot 10^{-19}$ J.

2 pont

A másodpercenként kibocsátott fotonok száma: $N = 20 \text{ mW} / 4 \cdot 10^{-19} = 5 \cdot 10^{16}$ darab.

2 pont

a.) A szembe érkező foton számát úgy kapjuk meg, hogy az összesen kibocsátott fotonok számát megszorozzuk a 2 mm átmérőjű retina és a 2 km sugarú gömb felszínének arányával.

$$n = 5 \cdot 10^{16} \frac{(1 \cdot 10^{-3})^2 \cdot \pi}{4\pi \cdot (2 \cdot 10^3)^2} \sim 3,1 \cdot 10^3 \text{ foton/s.}$$

4 pont

b.) A 30 foton ennek kb. a századrésze. Mivel az intenzitás a távolság négyzetével fordítottan arányos, ezért tízszer olyan messzire lehet még elmenni ahhoz, hogy észrevegyük a fényforrást, azaz kb. 20 km-re.

2 pont

c.) Például eltekintünk a levegő fényelnyelésétől és a fényszórástól.

1 pont

d.) $1/R^2$ távolságfüggés pl. gravitációs erőtvény, Coulomb törvény, pontszerűnek tekinthető testek esetében, illetve gömbszerűeknél a gömbön kívül, pontszerűnek tekinthető radioaktív sugárforrás által kibocsátott részecskék távolságfüggése esetében stb.

1 pont

9. 2012 szeptember

9.1. 2012 évi feladatok

Tesztfeladatok

Minden kérdéshez csak egy helyes válasz tartozik. Kérjük, hogy a helyesnek tartott választ egyértelműen jelölje meg! Minden helyes válasz 2 pontot ér.

- 1.) **Az alábbi mennyiségek közül melyik vektormennyiség?**
 - a.) A gravitációs térerősség $9,8 \text{ N/kg}$.
 - b.) A víz forráspontja $100 \text{ }^\circ\text{C}$.
 - c.) Az elektron töltése $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
 - d.) Az elektron tömege $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- 2.) **Egy kútba követ ejtünk, mely 2 s alatt éri el az alját. Milyen mély a kút? Feltételezzük, hogy a levegő ellenállása elhanyagolható, és a nehézségi gyorsulás $9,8 \text{ m/s}^2$?**
 - a.) $4,9 \text{ m}$
 - b.) $9,8 \text{ m}$
 - c.) $19,6 \text{ m}$
 - d.) $39,2 \text{ m}$
 - e.) $78,4 \text{ m}$
- 3.) **Az A jelű gépkocsi egyenes úton állandó 20 m/s sebességgel halad. Kezdetben 200 méterrel található az azonos irányban haladó B jelű gépkocsi mögött, amely 15 m/s állandó sebességgel megy. Mekkora utat kell A-nak megtenni ahhoz, hogy utolérje a B kocsit?**
 - a.) 200 m
 - b.) 400 m
 - c.) 600 m
 - d.) 800 m
 - e.) 1000 m
- 4.) **Egy 5 kg tömegű, 20 m/s sebességgel haladó golyó a vele azonos irányban 10 m/s sebességgel haladó ismeretlen tömegű golyóval ütközik. Az ütközés után az 5 kg tömegű golyó 10 m/s sebességgel, míg a másik golyó 15 m/s sebességgel, változatlan irányban halad tovább. Mekkora a második golyó tömege?**
 - a.) 2 kg
 - b.) 6 kg
 - c.) 10 kg
 - d.) 12 kg
 - e.) 30 kg

5. Melyik állítás igaz az alábbiak közül?

- a.) Egy semleges testben egyáltalán nincsenek elektromos töltések.
- b.) Csak a molekulák és a molekularácsos anyagok lehetnek elektromosan semlegesek.
- c.) Egy semleges testben mindkét féle elektromos töltés azonos számban található.
- d.) Egy test akkor semleges, ha az elektromos töltések erősen atomhoz kötöttek.

6.) Melyik állítás igaz az alábbiak közül? Az elektromos megosztás során meddig mozognak a töltések a fémtest belsejében a külső elektromos tér hatására?

- a.) Amíg az összes töltés el nem mozdult.
- b.) Amíg a test két oldalán felhalmozódó töltések tere és a külső tér összege belül nulla lesz.
- c.) Amíg a test potenciálja lineárisan változik a hely függvényében..
- d.) Amíg a test belsejében van töltés.

7. Melyik állítás igaz az alábbiak közül?

- a.) Párhuzamos kapcsolásnál minden mellékágon időegységenként ugyanannyi töltés megy át minden esetben.
- b.) Soros kapcsolásnál az egyes ellenállásokon az elektromos tér ugyanakkora munkát végez minden esetben.
- c.) Párhuzamos kapcsolásnál minden mellékágon az elektromos tér ugyanakkora munkát végez minden esetben.
- d.) Soros kapcsolásnál az egyes ellenállásokon időegységenként átmenő töltések mennyisége azonos.

8. Milyen körülmények között nem indukálódik elektromotoros erő homogén mágneses mezőben lévő vezetőben?

- a.) A vezető a mágneses mezőre merőleges irányban mozog.
- b.) A mágneses mező és a vezető egymáshoz képest nyugalomban van, de a mágneses térerősség nő.
- c.) A vezető mágneses mező irányával párhuzamosan mozog.
- d.) A mágneses mező és a vezető egymáshoz képest nyugalomban van, de a mágneses térerősség csökken.

9. Milyen esetben jöhet létre teljes visszaverődés?

- a.) a) Ha a fény optikailag sűrűbb közegből optikailag ritkább közegbe lép.
- b.) b) Bármelyik közegből bármelyik közegbe lépve előfordulhat.
- c.) c) Ha a fény optikailag ritkább közegből optikailag sűrűbb közegbe lép.
- d.) d) Ha a fény a kisebb abszolút törésmutatójú közegből a nagyobb abszolút törésmutatójú közegbe lép.

10.) Amikor egy konzervdobozból levegőt szívunk ki, akkor az behorpad. Melyik válasz adja a legjobb magyarázatot erre a jelenségre?

- a.) A dobozban lévő molekulák összeesnek.
- b.) A levegő kiszívásával meggyengül a doboz fala.
- c.) A dobozban lévő levegő nyomása a kintinél kisebb lesz.
- d.) A levegő kiszívása a dobozból megnövelte a környező levegőmolekulák számát.

- 11.) Szobahőmérsékleten lévő érzékeny higanyos hőmérőt forrásban levő vízbe állítunk. A higanyszál először egy kicsit lejjebb kerül, majd emelkedni kezd. Miért kerül először kicsit lejjebb a higanyszint?
- Az üveg fajhője nagyobb, mint a higanyé.
 - Az üveg hőtágulási együtthatója nagyobb, mint a higanyé.
 - Az üveg előbb tágul ki, mint a higany.
 - A hőmérséklettel nő a higany felületi feszültsége.
12. Egy radioaktív izotóp felezési ideje 6 nap. Az eredeti aktivitás hányad része marad meg 12 nap elteltével?
- semmi.
 - $1/36$
 - $1/36$
 - $1/12$
 - $1/2$
- 13.) A maghasadás energiáját hasznosító reaktorok esetében moderátort alkalmaznak. Ez lehet víz, nehézvíz, grafit, vagy egyéb. Mi a moderátor szerepe a reaktorban?
- A neutronok számának csökkentése.
 - A neutronok lassítása.
 - Megakadályozni a reaktor túlmelegedését.
 - A maghasadás során keletkező termikus energia átadása a gőzturbinának.
- 13.) Mi történik, amikor egy foton ütközik egy szabad elektronnal?
- Az energia megmarad, de az impulzus nem.
 - Az impulzus megmarad, de az energia nem.
 - Sem az energia, sem az impulzus nem marad meg.
 - Mind az energia, mind az impulzus megmarad.

Számításos feladatok

- Az egyetem megközelítéshez sokan használják a 4, vagy 6 villamost. Legyen két megállója közötti távolság 500 m, a villamos gyorsulása pedig $0,5 \text{ m/s}^2$! 20 s időtartamig gyorsul, majd állandó sebességgel megy, végül szintén 20 s – ig lassít, gyorsulása $-0,5 \text{ m/s}^2$! Ábrázolja a mozgáshoz tartozó út – idő, a sebesség – idő és a gyorsulás – idő grafikonokat!
- A Szegedre tervezett ELI (Extreme Light Infrastructure) nevű szuperlézert 200 petawatt ($2 \cdot 10^{17} \text{ W}$) teljesítményűre tervezik, mely igen rövid, 20 femtoszekundom ($2 \cdot 10^{-14} \text{ s}$) idejű fényimpulzusokat fog előállítani.
 - Mekkora energia koncentrálódik egyetlen impulzusban?
 - Hány foton lehet egyetlen impulzusban? (A fény hullámhosszát vegye 550 nm -nek.)
 - Becsülje meg, hogy mekkora tömegű alumíniumdarabkát tudna az olvadáspontján megolvasztani egy fényimpulzus? (Az alumínium kezdetben szobahőmérsékletű.) Mekkora a térfogata?

Az alumínium fajhője $c = 0,9 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$, olvadáspontja 660°C , olvadáshője $360,5 \text{ kJ/kg}$, sűrűsége $2,7 \text{ g/cm}^3$ a vákuumbeli fénysebesség: $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, a Planck állandó: $6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

9.2. 2012 évi megoldások

Tesztfeladatok

Kérdés sorszáma	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Válasz betűjele	A	C	D	C	C	B	D	C	A	C	C	D	B	D

összesen 28 pont

Számításos feladatok

- 1.) Az egyetem megközelítéshez sokan használják a 4, vagy 6 villamost. Legyen két megállója közötti távolság 500 m, a villamos gyorsulása pedig $0,5 \text{ m/s}^2$! 20 s időtartamig gyorsul, majd állandó sebességgel megy, végül szintén 20 s – ig lassít, gyorsulása $-0,5 \text{ m/s}^2$! Ábrázolja a mozgáshoz tartozó út – idő, a sebesség – idő és a gyorsulás – idő grafikonokat!

Egyszerűsítésként tegyük fel, hogy a pálya egyenes! A mozgás három részből áll:

- A villamos először $v = a \cdot t = 10 \text{ m/s}$ -ra gyorsul fel a 20 s alatt, és ez alatt 100 m távolságra jut.
- Ugyanennyi ideig lassít a végén, mely alatt szintén 100 m utat tesz meg.
- Tehát 300 m – t megy az állandó 10 m/s – os sebességgel, mely 30 s-ig tart.

A mozgás összesen 70 s – ig tart.

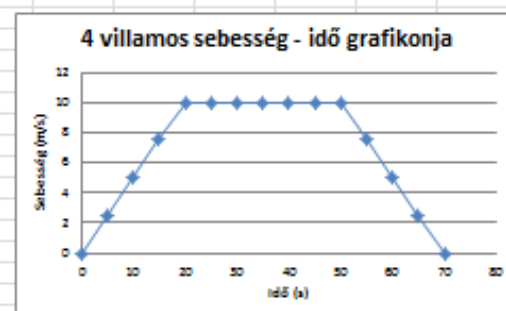
Nézzük 5 s – onként a megtett út alakulását!

- A gyorsuló szakasz, páratlan számok szerint nő az út: $s = (a/2) \cdot t_{gy}^2$
- Egyenes vonalú egyenletes mozgással közelíthető a középső szakasz, az út egyenletesen növekszik: $s = v_{max} \cdot t_e$.
- A gyorsuló rész „tükröképe” a lassuló szakasz: $s = 400 \text{ m} + v_{max} \cdot t_l - (a/2) \cdot t_l^2$

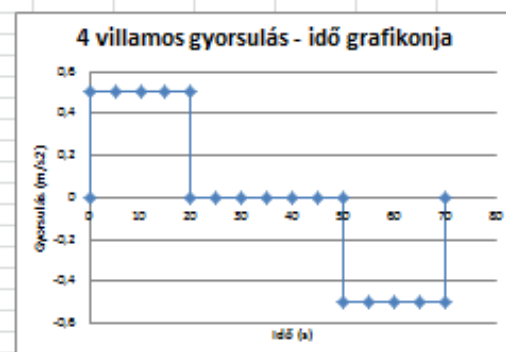
Idő (s)	Út (m)
0	0
5	6,25
10	25
15	56,25
20	100
25	150
30	200
35	250
40	300
45	350
50	400
55	443,75
60	475
65	493,75
70	500



Idő (s)	sebesség (m/s)
0	0
5	2,5
10	5
15	7,5
20	10
25	10
30	10
35	10
40	10
45	10
50	10
55	7,5
60	5
65	2,5
70	0



Idő (s)	gyorsulás (m/s ²)
0	0
0	0,5
5	0,5
10	0,5
15	0,5
20	0,5
20	0
25	0
30	0
35	0
40	0
45	0
50	0
50	-0,5
55	-0,5
60	-0,5
65	-0,5
70	-0,5
70	0



Mérési időpont (s)	Mérési pont távolsága kiindulási helytől (m)	A két mérési pont közti különbség (m)	Hosszegység
0	0	6,25	1
5	6,25	18,75	3
10	25	31,25	5
15	56,25	43,75	7
20	100	50	8
25	150	50	8
30	200	50	8
35	250	50	8
40	300	50	8
45	350	50	8
50	400	43,75	7
55	443,75	31,25	5
60	475	18,75	3
65	493,75	6,25	1
70	500		

2.9 A Szegedre tervezett ELI (Extreme Light Infrastructure) nevű szuperlézert 200 petawatt ($2 \cdot 10^{17}$ W) teljesítményűre tervezik, mely igen rövid, 20 femtoszekundum ($2 \cdot 10^{-14}$ s) idejű fényimpulzusokat fog előállítani.

- Mekkora energia koncentrálódik egyetlen impulzusban?
- Hány foton lehet egyetlen impulzusban? (A fény hullámhosszát vegye 550 nm-nek.)
- Becsülje meg, hogy mekkora tömegű alumíniumdarabkát tudna az olvadáspontján megolvasztani egy fényimpulzus? (Az alumínium kezdetben szobahőmérsékletű.) Mekkora a térfogata?

a.) Energia = teljesítmény x idő = 4000 J.

b.) $N = \text{energia/fotonenergia} (hc/\lambda) = 4000/3,6 \cdot 10^{-19} = 1,11 \cdot 10^{22}$ darab foton.

c.) Energia = felmelegítés + megolvasztás = $cm\Delta T + L_o \cdot m$

Az alumínium fajhője $c = 0,9$ kJ/kg.°C, olvadáspontja 660 °C, olvadáshője 360,5 kJ/kg, sűrűsége 2,7 g/cm³

$m = \frac{E}{c\Delta T + L_o} = 0,0043$ kg = 4,3 g, térfogata $V = m/\rho = 1,6$ cm³ mely kb. egy kis kockacukor mérete. Egyetlen impulzus energiájával ekkora alumínium darabka olvasztható meg.

10. 2013 szeptember

10.1. 2013 évi feladatok

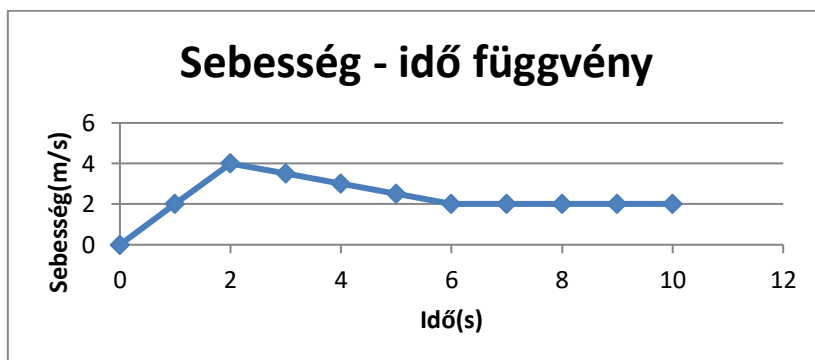
Tesztfeladatok

Minden kérdéshez csak egy helyes válasz tartozik. Kérjük, hogy a helyesnek tartott választ egyértelműen jelölje meg! Minden helyes válasz 2 pontot ér.

- 1.) Egy autó maximális gyorsulása 3 m/s^2 . Mennyi a maximális gyorsulás, ha egy másik kétszeres tömegű autót tol?
a.) $2,5 \text{ m/s}^2$. b.) 2 m/s^2 . c.) $1,5 \text{ m/s}^2$. d.) 1 m/s^2 .
e.) $0,5 \text{ m/s}^2$.
- 2.) Egy hajó 6 m/s sebességgel megy, amikor elkezd gyorsítani 2 m/s^2 gyorsulással. Mekkora lesz a sebessége 8 másodperc múlva?
a.) 14 m/s . b.) 18 m/s . c.) 22 m/s . d.) 26 m/s .
e.) 30 m/s .
- 3.) Egy 1800 kg tömegű autót két ember azonos irányba tol. Az egyik 275 N , a másik pedig 395 N erőt képes kifejteni. Az autóra ható, a súrlódásból származó erő 560 N . Mekkora lesz a kocs gyorsulása?
a.) $0,061 \text{ m/s}^2$ b.) $0,61 \text{ m/s}^2$ c.) $6,1 \text{ m/s}^2$ d.) $0,091 \text{ m/s}^2$
e.) $0,91 \text{ m/s}^2$
- 4.) Egy építkezésen egy kocs tetején 120 kg tömegű rakomány van. A kocs $1,5 \text{ m/s}^2$ gyorsulással indul. Mekkora munkát végez a kocs a rakománnyon, amíg 65 m utat megtesz, hogyha a kocs ezalatt egyenletesen gyorsul?
a.) 10700 J b.) 21500 J c.) 2170 J d.) 1170 J e.) 11700 J
- 5.) Megkettőződik-e az áramforrás sarkain a potenciálkülönbség, ha megkettőzzük a rajta átfolyó áramot?
a.) Igen, mivel Ohm törvénye szerint $U = IR$.
b.) Igen, mert ha növekszik az ellenállás, nő a potenciálkülönbség.
c.) Nem, mert ha megkétszerezzük az áramot, akkor a felére esik a potenciálkülönbség.
d.) Nem, mivel a potenciálkülönbséget az elektromotoros erő és a belső ellenállás együttesen határozzák meg.
- 6.) Melyik állítás igaz a transzformátorral kapcsolatban?
a.) Ez az eszköz csak egyetlen tekercsből áll, két kivezetéssel.
b.) Egyenirányító szerepe van.
c.) Az indukció elve alapján működik.
d.) Félvezető jellegű áramköri elem.
e.) Egyenáramú áramkörben használják feszültség szabályozásra.

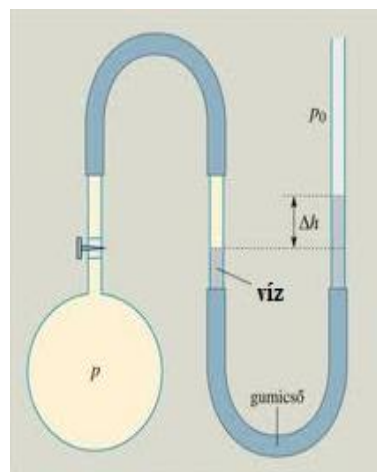
- 7.) Melyik az izotermikus állapotváltozás jellemzője az alábbiak közül?
- Állandó nyomáson zajlik le a folyamat.
 - Állandó térfogaton zajlik le a folyamat.
 - Állandó hőmérsékleten zajlik le a folyamat.
 - Olyan kémiai reakció, mely közben nem történik mólszám változás.
 - Olyan kémiai reakció, mely egy zárt edényben zajlik le.
- 8.) Piros színű fénysugár levegőből üvegbe kerül. Mely állítás igaz teljes mértékben erre a folyamatra az alábbiak közül?
- Megváltozik a fény frekvenciája.
 - Megváltozik a fény hullámhossza.
 - Megváltozik a fény sebessége, mert a frekvenciája csökken.
 - Megváltozik a hullámhossza, mivel nagyobb lesz a sebessége.
- 9.) Bizonyos optikai eszközök valódi kép létrehozására is képesek. Melyik állítás tartalmazza ezeket?
- Ezek az eszközök a domború lencse és a homorú tükör.
 - Ezek az eszközök a homorú lencse és homorú tükör.
 - Ezek az eszközök a domború tükör és a homorú lencse.
 - Ezek az eszközök a homorú tükör és a domború tükör.
- 10.) Készítse el az alábbi sebesség-idő grafikon alapján a test gyorsulás-idő és út-idő grafikonját! Jelölje a mozgás egyes szakaszait!

(2+2 = 4 pont)



11.) Egy torony alján levegőt zártunk be egy üvegcsővel kiegészített U - alakúra hajlított gumicsővel, ellátott lombikba. Az U - csőbe vizet töltöttünk és megjelöltük a vízszintet, majd a berendezést felvittük magunkkal a toronyba. E közben figyeltük a vízszint változását! Kezdetben az U cső két szárában azonos volt a vízszintek magassága.

Menet közben a torony 4 különböző szintjén leolvastuk a vízszintkülönbségeket és feljegyeztük az információs táblákról az ezekhez tartozó magasságokat is az alábbi táblázatba. Az 5. szintre érve, ahol 42 mm volt a vízszintkülönbség, az információs tábláról hiányzott a magasság megjelölése. Milyen magasságban lehettünk ekkor?



	I. szint	II. szint	III. szint	IV. szint	V. szint
H (m)	8,1	15,9	20,1	23,5	?
h (mm)	8,1	16,5	21	25	42

- a.) Készítsék el az úgynevezett kalibrációs grafikont, a vízszintkülönbség h (mm) – magasságkülönbség H (m) függvényt!
- b.) Feltételezve, hogy a légnyomás a kalibrációs grafikonon ábrázolt függvénynek megfelelő módon változik, becsülje meg az V. szint magasságát!
- c.) Milyen közelítő feltevést alkalmazott? Becsülje meg a magasságmérés hibáját!
(2+2+2=6 pont)

Számításos feladatok

1. feladat.

Vízszintes helyzetű kondenzátorlemezek közt félúton egy egyszeresen ionizált olajcsepp lebeg vákuumban. A lemezek távolsága 5 cm, a köztük lévő feszültség 5000 V. A felső a lemez pozitív töltésű. Az olajcsepp egyszer csak elveszti töltését.

- a.) Mekkora az olajcsepp tömege?
- b.) Merre felé, és miért kezd el mozogni a csepp?
- c.) Mekkora gyorsulással mozog a csepp?
- d.) Mennyi idő alatt éri el a csepp a lemezt?

Az elektron töltése $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, tömege $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

(4+2+2+4=10 pont)

2. feladat.

Egy katódsugárcsőben 1000 V gyorsítófeszültség alkalmazása mellett az elektronáram-sűrűség $150 \mu\text{A}$.

- a.) Hány elektron ütközik az ernyőbe másodpercenként?
- b.) Mekkora erővel hatnak az ernyőre a becsapódó elektronok, ha azok az ütközés során teljesen lefékeződnek? (Az elektron töltése $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, tömege $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.)
(4+8=12 pont)

10.2. 2013 évi megoldások

Tesztfeladatok

1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	c	a	e	d	c	c	b	a

Számításos feladatok

1.) feladat.

Vízszintes helyzetű kondenzátorlemezek közt félúton egy egyszeresen ionizált olajcsepp lebeg vákuumban. A lemezek távolsága 5 cm, a köztük lévő feszültség 5000 V. A felső a lemez pozitív töltésű. Az olajcsepp egyszer csak elveszti töltését.

- a.) Mekkora az olajcsepp tömege?
- b.) Merre felé, és miért kezd el mozogni a csepp?
- c.) Mekkora gyorsulással mozog a csepp?
- d.) Mennyi idő alatt éri el a csepp a lemezt?

(4+2+2+4=10 pont)

- a.) Kezdetben a cseppre ható erők eredője 0 volt, $eE = mg$.

$$m = \frac{eE}{g} = \frac{e \frac{U}{d}}{g} = \underline{1,63 \cdot 10^{-15} \text{ kg.}}$$

- b.) Miután elvesztette a töltését, csak a nehézségi erő hat rá, és ezért kezdett el lefelé mozogni, a negatív töltésű lemez felé.
c.) $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ gyorsulással mozog.
d.) A csepp 2,5 cm utat tesz meg, nulla kezdősebességről indulva.

$$s = \frac{g}{2} t^2, \text{ innen } t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = \underline{7,16 \cdot 10^{-2} \text{ s.}}$$

2.) feladat.

Egy katódsugárcsőben 1000V gyorsítófeszültség alkalmazása mellett az elektronáram-sűrűség 150 μA .

- a.) Hány elektron ütközik az ernyőbe másodpercenként?
 - b.) Mekkora erővel hatnak az ernyőre a becsapódó elektronok, ha azok az ütközés során teljesen lefékeződnek?
- Az elektron töltése $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, tömege $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

- a.) A 150 μA azt jelenti, hogy minden s-ban $150 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ nagyságú elektromos töltés éri el az ernyőt. Az elektronok száma: $n = \frac{150 \cdot 10^{-6}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 9,38 \cdot 10^{14}$ darab elektron.

b.) $e \cdot U = \frac{1}{2} m \cdot v^2$, innen $v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}} = 1,874 \cdot 10^7 \text{ m/s}$

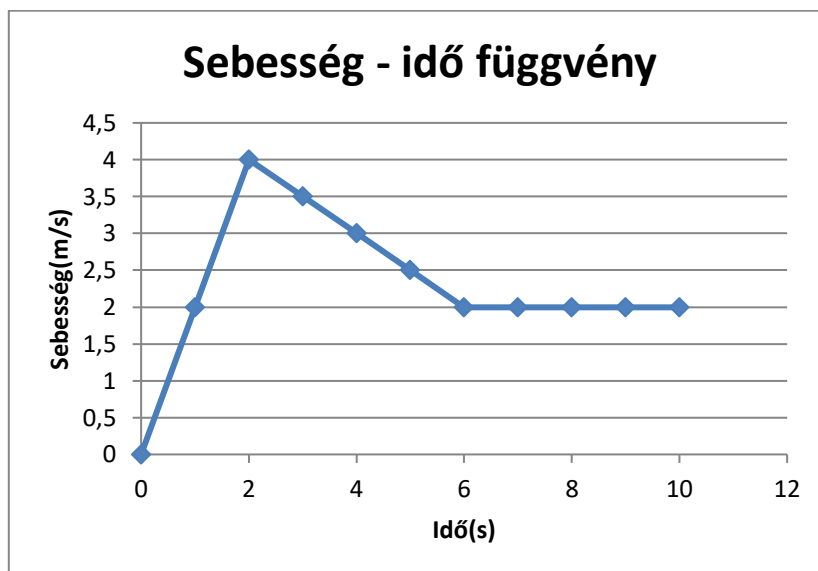
$$F = n \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{n \cdot m \cdot \Delta v}{\Delta t} = \underline{1,61 \cdot 10^{-8} \text{ N.}}$$

(4+8=12 pont)

Grafikonkészítés

Készítse el az alábbi sebesség-idő grafikon alapján a test gyorsulás-idő és út-idő grafikonját! Jelölje a mozgás egyes szakaszait! ⁵

(2+2 = 4 pont)



Megjegyzések

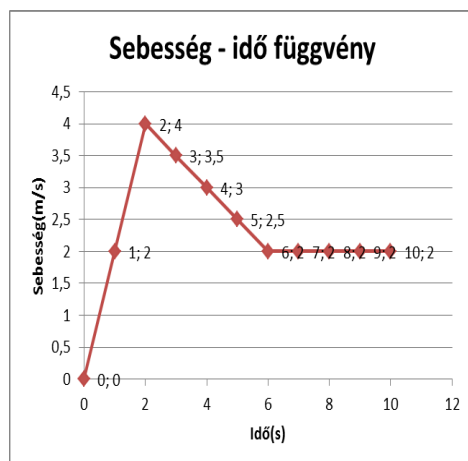
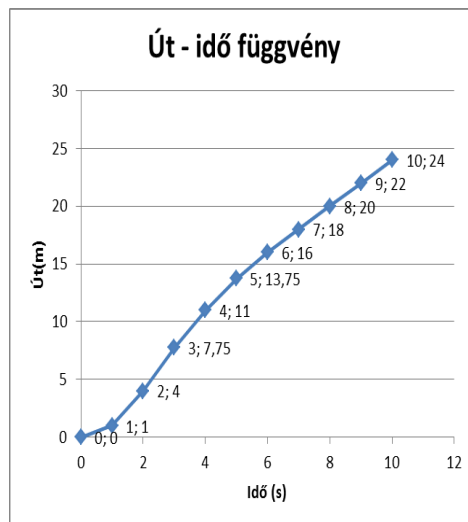
A feladat célja az volt, hogy képet kapjunk arról, a diákok mennyire vannak tisztában a mozgások leírásához kapcsolódó grafikonokkal és azok fizikai jelentésével. Képesek-e elkülöníteni adott mozgás esetében a mozgás különböző szakaszait, és annak megfelelő függvényeket felrajzolni. Értik-e a különböző függvények egymással való kapcsolatát?

A feladat összesen 4 pontot ért. A javítás során figyelemmel voltunk a három mozgásszakasz megfelelő jelölésére is az idő tengelyen. Pontozás: 2 – 2 pont grafikononként. Részpontoszámokat is adtunk, amennyiben voltak jó elemek.

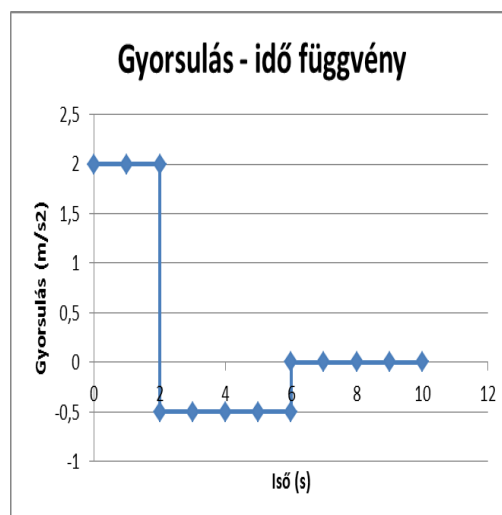
⁵ A feladatot Szalóki Dezsőtől kaptuk, az ELTE Radnóti Miklós Gimnázium vezetőtanárától.

Az elvárt megoldás

Az alábbi grafikonokat vártuk el a diákoktól.



Ez adott a feladatban.



A mozgó testet különböző szempontból jellemző grafikonok

Megjegyzések

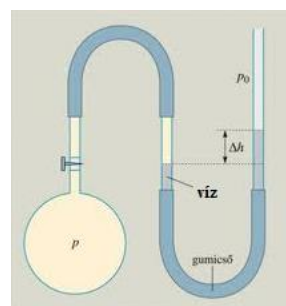
Hipotézisünk és eddigi tapasztalataink alapján azt vártuk, hogy az út – idő függvény megalkotása lesz a nehezebb a diákok számára. Különösen a középső útszakasz megrajzolása, amikor az autó enyhén fékez. Akkor is megy előre, de egyre kisebb utakat tesz meg egységnyi idő alatt. Valószínűsítettük, hogy a diákok a függvény-átmenetekenél töréspontot rajzolnak majd, holott a függvénynek folytonosnak kell lenni.

Várakozásunk teljesült is, hiszen valóban ez a feladatrész nehezebb volt, mint a gyorsulás – idő grafikon felrajzolása, hiszen ehhez ki is kellett számítani azt, hogy a mozgás három szakaszában mekkora utakat is tesz meg a jármű. És át kellett gondolni azt is, hogy mikor gyorsul, lassul, illetve mikor mozog állandó sebességgel. Ennek megfelelően kellett az első szakaszt egy az origóból induló parabolaként ábrázolni, majd egy „fordított” parabolarész következett a lassulás miatt, végül pedig egy lineáris szakasz.

A jellegzetes, illetve bizonyos szempontból érdekes, mindenképpen figyelmet érdemlő hibás tanulói válaszokat összegyűjtöttük, melyek hivatkozott írásunkban olvashatók.⁶

Mérési feladat

Egy torony alján levegőt zártunk be egy U - csővel ellátott lombikba. Az U - csőbe vizet töltöttünk és megjelöltük a vízszintet, majd a berendezést felvittük magunkkal a toronyba. E közben figyeltük a vízszint változását! Kezdetben az U cső két szárában azonos volt a vízszintek magassága. Menet közben a torony 4 különböző szintjén leolvastuk a vízszintkülönbségeket és feljegyeztük az információs tábláról az ezekhez tartozó magasságokat is az alábbi táblázatba. Az 5. szintre érve, ahol 42 mm volt a vízszintkülönbség, az információs tábláról hiányzott a magasság megjelölése. Milyen magasságban lehettünk ekkor?



	I. szint	II. szint	III. szint	IV. szint	V. szint
H (m)	8,1	15,9	20,1	23,5	?
h (mm)	8,1	16,5	21	25	42

- Készítsék el az úgynevezett kalibrációs grafikont, a vízszintkülönbség v (mm) – magasságkülönbség h (m) függvényt!
- Feltételezve, hogy a légnyomás a kalibrációs grafikonon ábrázolt függvénynek megfelelő módon változik, becsülje meg az V. szint magasságát!
- Milyen közelítő feltevést alkalmazott? Hibalehetőségek?

⁶ Nagy Mária, Radnóti Katalin (2014): A grafikus ábrázolás szerepe a fizika oktatásában – egy felmérés tükrében. *Fizikai Szemle*. LXIV. évfolyam. 7-8. szám. 272-278. oldalak

<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz140708/FizSzem-20140708.pdf>

Megjegyzések

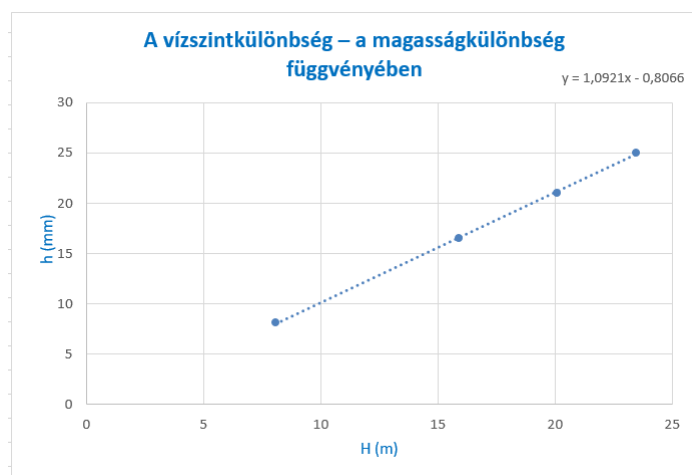
A feladatban megadott mérési eredményeket kellett ábrázolni a diákoknak, majd annak segítségével következtetést levonni. A feladat ötletét egy Fizikai Szemle cikkben olvasható mérés adta.⁷

A feladat célja az volt, hogy lássuk, a diákok mennyire képesek egy konkrét mérési szituációt elképzelni a leírás alapján (szövegértés), a mérési adatokat megfelelő módon ábrázolni, grafikont készíteni, majd abból megfelelő következtetéseket levonni. Esetünkben a hiányzó magasságértéket megbecsülni.

Képesek-e a diákok a hibalehetőségek számbavételére, mennyire jelenik meg válaszaikban az, hogy itt becslésről van szó? Képesek-e arra, hogy felmérjék, ebben az esetben valójában közelítésről van szó, egy exponenciális függést közelítünk lineárisal, és annak taglalására, hogy ezt miért tehetjük meg?

A feladat helyes megoldása összesen 6 pontot ért. Részpontok: 2-2-2, mint ábrázolás, hiányzó érték leolvasása, becslés és hibalehetőségek számbavétele.

Az elvárt megoldás



Az egyenes egyenletét azért tüntettük fel, hogy lássuk, hogy szinte egy 45° -os egyenesről van szó, amennyiben a táblázatban megadott mértékegységekben ábrázolják az adatokat. Tehát a hiányzó magasság 41-42 m lehet.

A becslés során lineáris közelítést alkalmaztunk. Közelítőleg vannak rajta a pontok az egyenesen, tehát már csak ezért is pontatlan a becslés, továbbá hibalehetőségként jelenik meg a folyadékszint különbségek leolvasása, esetlegesen a hőmérséklet megváltozása a magassággal stb.

⁷ Gallai Ditta: Fizika a János-hegyen. Vetélkedő gimnazistáknak. *Fizikai Szemle*. LXIII. évfolyam 2013/1. 26-31. oldalak
<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz1301/GallaiD.pdf>

Megjegyzések

A jellegzetes, illetve bizonyos szempontból érdekes, mindenképpen figyelmet érdemlő hibás tanulói válaszokat ennél a feladtnál is összegyűjtöttük, melyek hivatkozott írásunkban olvashatók.⁸

Néhány ajánlás:

A közoktatás során célszerű minél több tényleges mérési feladatot adni a tanulók számára, melyet a feladathoz hasonló módon ki is értékelnek.

Amennyiben nincs mód a tényleges mérés elvégzésére, mások által elvégzett méréseket is célszerű ehhez hasonló módon kiértékelni. Mérési adatok találhatóak a Függvénytáblázatban, de az Interneten is a legkülönbözőbb témákból.

Az ilyen jellegű feldolgozás több szempontból is fontos. Erősíti annak az elfogadását, hogy a fizika empirikus tudomány, annak megértését, hogy a jelenségek mérhetővé tehetők, a méréseket el lehet végezni, azokból következtetésekre lehet jutni. A mérések segítségével ok okozati kapcsolatok kereshetők különböző mennyiségek között, törvények alkothatók meg, világunk ezen a módon ismerhető meg és ezáltal megérthető, mely valójában egy folyamat, hiszen még nem értünk mindent. A már megértett jelenségek lehetőséget adnak arra, hogy új dolgokat, például műszereket, technikai eszközöket, adott célra új anyagokat stb. tervezzünk, majd azokat ismét csak mérésekkel teszteljük, majd célszerűen felhasználjuk.

⁸ Nagy Mária, Radnóti Katalin (2014): A grafikus ábrázolás szerepe a fizika oktatásában – egy felmérés tükrében. *Fizikai Szemle*. LXIV. évfolyam. 7-8. szám. 272-278. oldalak

<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz140708/FizSzem-20140708.pdf>

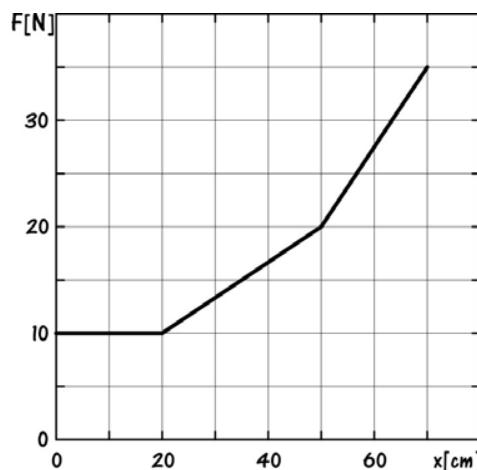
11. 2014 szeptember

11.1. 2014 évi feladatok

Tesztfeladatok

Minden kérdéshez csak egy helyes válasz tartozik. Kérjük, hogy a helyesnek tartott választ egyértelműen jelölje meg! Minden helyes válasz 2 pontot ér.

Az $x_0 = 0$ és $x = 70$ cm koordinátájú pontok között változó nagyságú F erővel húznak egy 2 kg tömegű testet. Az erő nagyságának változása a mellékelt ábrán látható. Válaszoljon az alábbi kérdésekre!



1.) Mekkora a test gyorsulása az első 20 cm-es szakaszon?

- 10 m/s² b.) 15 m/s² c.) 5 m/s²
d.) 7 m/s²

2.) Mennyi idő alatt teszi meg a test az első 20 cm-es szakaszt?

- 1,1 s b.) 0,3 s c.) 0,8 s d.) 1,3 s

3.) Mekkora az erő által elvégzett összes munka?

- 12 J b.) 15 J c.) 20 J d.) 10 J

4.) Mekkora az erő átlagértéke a folyamat során?

- 10 N b.) 13,5 N c.) 15,6 N d.) 17,1 N

További tesztkérdések

1.) Egy környezetünkben lévő test jó közelítéssel egyenes vonalú egyenletes mozgást végez. Melyik kijelentés lehet igaz rá?

- a.) Nem hat rá erő, hiszen Newton I. törvénye szerint ekkor a test vagy áll, vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végez.
b.) A testre ható erők eredője nulla.
c.) Mindkét állítás igaz lehet.
d.) Egyik állítás sem lehet igaz.

2.) Melyik állítás igaz a transzformátorral kapcsolatban?

- a) Ez az eszköz csak egyetlen tekercsből áll, két kivezetéssel.
b) Egyenirányító szerepe van.
c) Az indukció elve alapján működik.
d) Félvezető jellegű áramköri elem.
e) Egyenáramú áramkörben használják feszültségszabályozásra.

3.) Piros színű fénysugár levegőből üvegbe kerül. Mely állítás igaz teljes mértékben erre a folyamatra az alábbiak közül?

- a.) Megváltozik a fény frekvenciája.
- b.) Megváltozik a fény hullámhossza.
- c.) Megváltozik a fény sebessége, mert a frekvenciája csökken.
- d.) Megváltozik a fény színe.
- e.) Megváltozik a hullámhossza, így nagyobb lesz a sebessége.

4.) Melyik az izotermikus állapotváltozás jellemzője az alábbiak közül?

- a.) Állandó nyomáson zajlik le a folyamat.
- b.) Állandó térfogaton zajlik le a folyamat.
- c.) Állandó hőmérsékleten zajlik le a folyamat.
- d.) Olyan kémiai reakció, mely közben nem történik mólszám változás.
- e.) Olyan kémiai reakció, mely egy zárt edényben zajlik le.

5.) Milyen anyagot alkalmaznak moderátorként a Paksi Atomerőműben?

- a.) Grafit. b.) Nehésvíz. c.) Víz. d.) Hélium. e.) Bóracél

10 méter magas, 60°-os lejtő tetejéről csúszik le egy 10 kg tömegű test. A test mozgása során a súrlódás elhanyagolható. Válaszoljon az alábbi kérdésekre a test mozgásával kapcsolatban!

1.) Mekkora a test gyorsulása?

- a.) 10 m/s^2 b.) 5 m/s^2 c.) $8,5 \text{ m/s}^2$ d.) 15 m/s^2 e.) 20 m/s^2

2.) Mennyi idő alatt ér a lejtő aljára?

- a.) 1,1 s b.) 1,5 s c.) 1,65 s d.) 2,1 s e.) 0,83 s

3.) Mekkora sebességgel érkezik a lejtő aljára?

- a.) 14 m/s b.) 10 m/s c.) 7 m/s d.) 21 m/s e.) 18 m/s

Számításos feladatok

1.) A Föld felszínétől 20 méter magasságban 50 m/s kezdősebességgel fölfelé hajítunk egy 100 g tömegű testet. ⁹

- a.) Milyen magasan lenne a Föld felszínétől, és mekkora lenne az elmozdulása a $t = 8 \text{ s}$ időpontban, ha nem lenne közegellenállás?
- b.) Mekkora lenne a befutott út ezen időpontig?
- c.) Mennyi idő múlva érkezhethet a kilőtt lövedék a talajra?
- d.) Rajzolja fel egymás alá a mozgás hely-idő, út-idő, sebesség-idő és gyorsulás-idő grafikonjait!
Ehhez segítségként töltsse ki az alábbi táblázatot!
- e.) Milyen közelítést alkalmaz a számolás során?

12 pont

⁹ A feladat ötletét a Dér – Radnai - Soós: Fizikai feladatok I. kötet 1/27-es feladat adta.

idő (s)	hely (m)	út (m)	sebesség (m/s)	gyorsulás (m/s ²)	erő (N)	lendület (kgm/s)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
.						
.						

2.) *Egyik év telén, a Balatonon a jég átlagosan 14 cm vastagságúra „hízott”. Becsülje meg, hogy mennyi idő alatt tudja a Balaton jegét a Nap megolvasztani! A Nap változó sugárzási intenzitása közelíthető úgy, mintha naponta 6 órán keresztül 30°-kal járna a horizont felett, továbbá a sugárzás 90%-a visszaverődik a jégről. A jég hőmérsékletét vegye mindenütt 0 °C-nak!*

Adatok: A Balaton területe 595 km². A Föld felszínére érkező napsugár teljesítménye derült időben, merőleges beesésnél: 600 W/m².

A jég sűrűsége 920 kg/m³, olvadáshője 3,35·10⁵ J/kg.

14 pont

11.2. 2014 évi megoldások

Tesztfeladatok

1	2	3	4
c	b	a	d

További tesztkérdések

1	2	3	4	5
c	c	b	c	c

Lejtős kérdések

1	2	3
c	c	a

Számításos feladatok

1.) A Föld felszínétől 20 méter magasságban 50 m/s kezdősebességgel fölfelé hajítunk egy 100 g tömegű testet.

- Milyen magasan lenne a Föld felszínétől, és mekkora lenne az elmozdulása a $t = 8$ s időpontban, ha nem lenne közegellenállás?
- Mekkora lenne a befutott út ezen időpontig?
- Mennyi idő múlva érkezhethet a kilőtt lövedék a talajra?
- Rajzolja fel egymás alá a mozgás hely-idő, út-idő, sebesség-idő és gyorsulás-idő grafikonjait!

Ehhez segítségként töltsse ki az alábbi táblázatot!

- Milyen közelítést alkalmaz a számolás során?

12 pont

- A nulla szintnek tekintjük a fellövés helyét, a torony tetejét, illetve az erkélyt!

Az elmozdulás-vektor nagyságát megkapjuk, ha behelyettesítünk a megfelelő út – idő összefüggésbe:

$$|\Delta r| = v_0 \cdot t + g \cdot t^2 / 2 = 50 \cdot 8 - 5 \cdot 64 = 400 - 320 = \underline{80 \text{ m}}.$$

Mivel 20 m magasból történt a hajítás, ezért a test a Föld felszínétől számítva 100 m magasan lesz a 8. másodperc végén.

- A megtett út kiszámításához viszont tudni kell azt is, hogy ekkor még felfelé megy a test, vagy pedig már visszafelé jön. Ehhez meg kell gondolni azt, hogy vajon mennyi ideig megy felfelé? Mivel 50 m/s a kezdősebesség, mely minden másodpercben 10 m/s -al csökken, ezért felfelé csak 5 s – ig mehet a test. Tehát a 8. másodperc végéig már $t_{le} = 3$ s – ig lefelé esik.

Ki kell tehát számolni, hogy milyen magasra megy a test, majd pedig 3 s alatt mennyivel kerül lejjebb a maximális magassághoz képest. A kettő összege adja a test által megtett utat.

Az emelkedés magassága az út – idő összefüggés alapján:

$$h_{\text{emelkedés}} = v_0 \cdot t_{\text{emelkedés}} - g \cdot t_{\text{emelkedés}}^2 / 2 = 50 \cdot 5 - 5 \cdot 25 = 250 - 125 = 125 \text{ m},$$

$$\text{lefelé } 3 \text{ s – ig esik, megtett út: } s = g \cdot t_{le}^2 / 2 = 5 \cdot 9 = 45 \text{ m}.$$

Tehát a test által megtett teljes út hossza 170 m.

A feladat szépen mutatja, hogy mi a különbség az elmozdulás és a megtett út fogalma között.

- c.) A b. részben kiszámítottuk, hogy 5 s ideig megy felfelé a test. Tehát visszafelé is ennyi időre van szükség, vagyis összesen 10 s ideig tart a mozgás.
- d.)

idő (s)	hely (m)	út (m)	sebesség (m/s)	gyorsulás (m/s ²)	erő (N)	lendület (kgm/s)
1	45	45	40	-10	- 1	4
2	80	80	30	-10	- 1	3
3	105	105	20	-10	- 1	2
4	120	120	10	-10	- 1	1
5	125	125	0	-10	- 1	0
6	120	130	-10	-10	- 1	- 1
7	105	145	-20	-10	- 1	- 2
8	80	170	-30	-10	- 1	- 3
9	45	205	-40	-10	- 1	- 4
10	0	250	-50	-10	- 1	- 5
.						
.						

Megjegyzések

Több esetben jelent meg az alábbi tévképzet:

idő (s)	hely (m)	út (m)	sebesség (m/s)	gyorsulás (m/s ²)	erő (N)	lendület (kgm/s)
1				-10		
2				-10		
3				-10		
4				-10		
5			0	0	0	0
6				10		
7				10		
8				10		
9				10		
10				10		
.						
.						

A gyorsulás iránya végig azonos, függőlegesen lefelé mutat. A kezdősebesség irányát, vagyis a függőlegesen felfelé irányt választjuk pozitív iránynak, akkor a gyorsulás előjele végig negatív. Nem vált előjelet. Ellenben a sebesség igen, hiszen megfordul a test a legfelső ponton.

A legfelső pont is érdekes. Ebben a helyzetben a test sebessége és ezért impulzusa nulla. De a gyorsulása és így a rá ható erő nem nulla ebben a helyzetben sem! Itt a sebesség – gyorsulás, illetve az impulzus – erő fogalmak differenciálatlan volta érhető tetten a tanulók gondolkodásában.

A grafikonokat célszerű egymás alá rajzolni, és az időnek azonos léptéket használni.

Az egyes pontokat össze lehet kötni, hiszen ténylegesen függvénykapcsolatról van szó, kiszámíthattuk volna például az 1,5 s, vagy a 2,7 s- hoz tartozó értékeket is. A feladatban csak a 8 s –hoz tartozó értékeket kellett számítani, de bármely más időpontot is meg lehet adni.

Az ábrázolt függvények:

- hely – idő függvény,

$r(t) = v_0 \cdot t + g \cdot t^2 / 2$, mely egy parabola egyenlete,

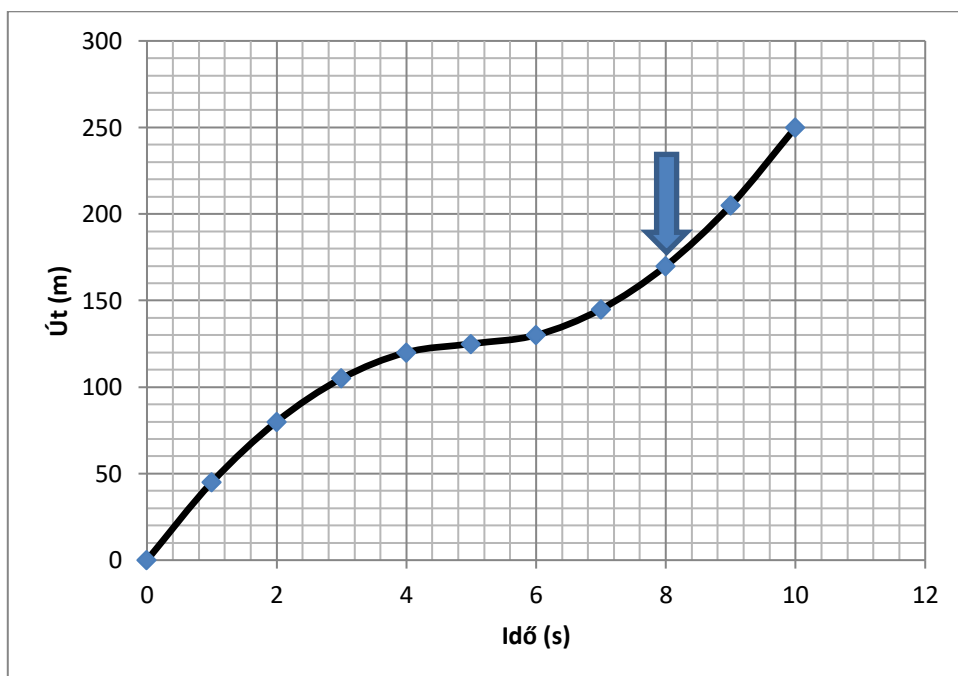
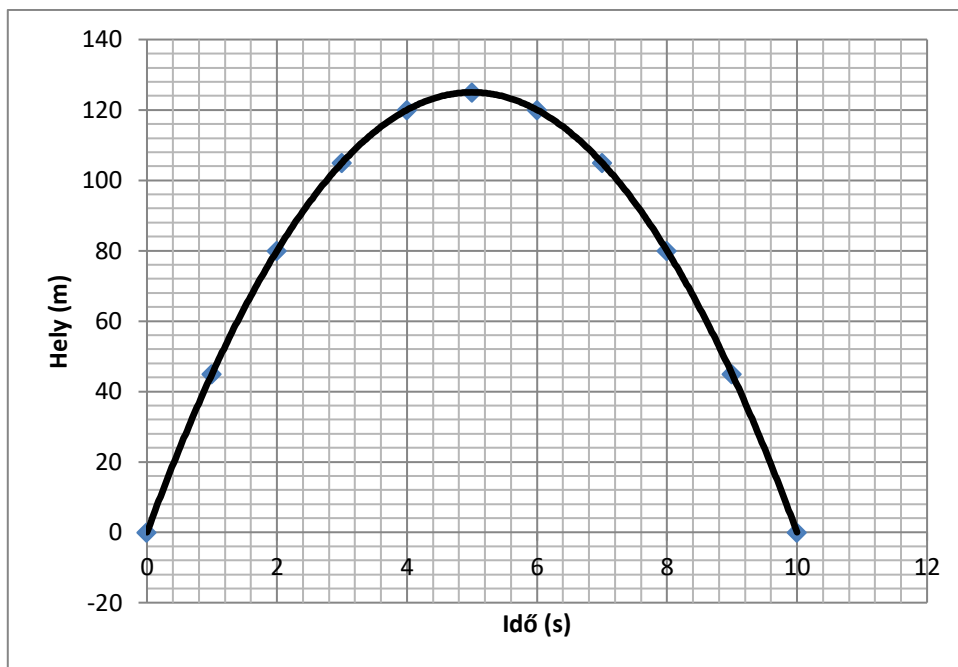
- út – idő függvény két félp parabola, melynek első fele azonos a hely – idő függvény parabolájával, míg a második fele $s = 125 \text{ m} + g \cdot t^2 / 2$, ahol a t idő helyére a vizsgált időpont és az emelkedési idő különbségét kell írni, vagyis amitől kezdve már lefelé esik a test,

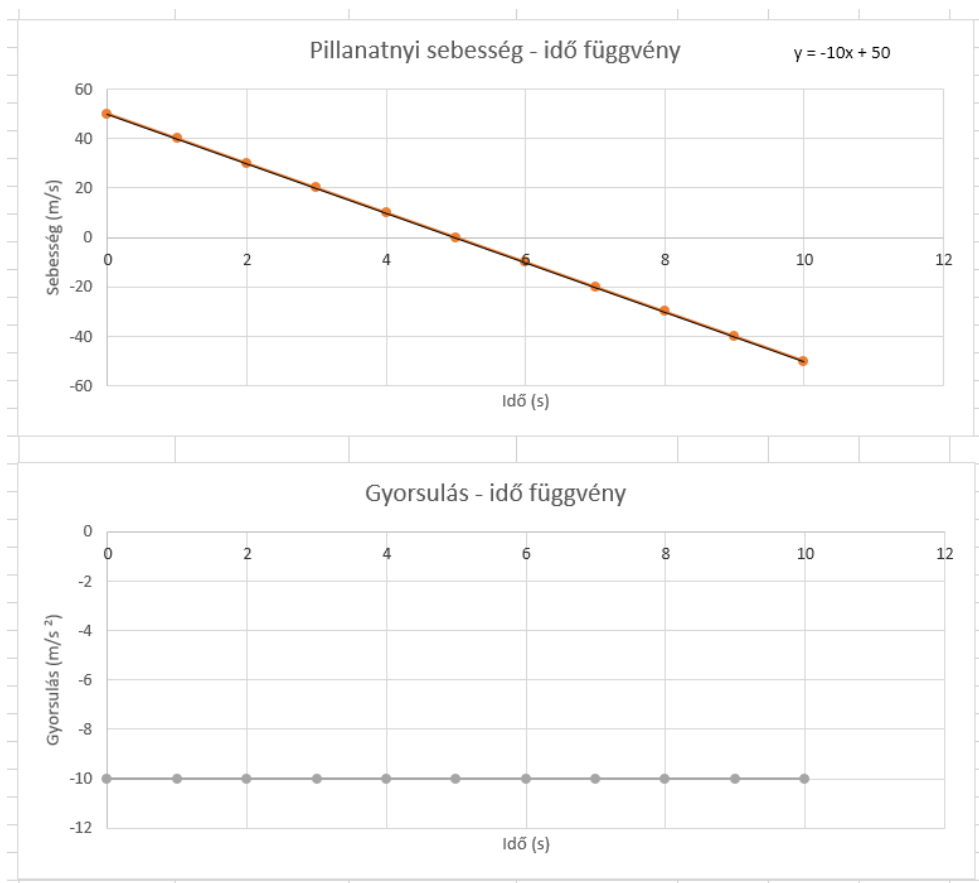
- sebesség – idő függvény,

$v = v_0 + g \cdot t$, mely egy egyenes egyenlete.

50 m/s – ról indul és negatív a meredeksége, hiszen a gyorsulás iránya ellentétes a sebesség irányával. A meredekség értéke a gyorsulás.

- a gyorsulás – idő függvény, mely egy konstansfüggvény, hiszen a gyorsulás végig azonos.





- e.) A közegellenállást hanyagoltuk el a megoldás során. De meg kell jegyezni, hogy ilyen magasságok, befutott utak esetében ez ténylegesen nem hanyagolható el. A test biztosan nem megy fel 125 m magasra.

2.) Egyik év telén, a Balatonon a jég átlagosan 14 cm vastagságúra „hízott”. Becsülje meg, hogy mennyi idő alatt tudja a Balaton jegét a Nap megolvasztani! A Nap változó sugárzási intenzitása közelíthető úgy, mintha naponta 6 órán keresztül 30°-kal járna a horizont felett, továbbá a sugárzás 90%-a visszaverődik a jégről.

Adatok: a Balaton területe 595 km², a jég hőmérsékletét vegye mindenütt 0 °C-nak.

A Föld felszínére érkező napsugár teljesítménye derült időben, merőleges beesésnél: 600 W/m².
A jég sűrűsége 920 kg/m³, olvadáshője 3,35·10⁵ J/kg.

14 pont

Először 1 m² jégre végezzük el a számolást.

A jégtábla térfogata $V = 1 \text{ m}^2 \cdot 0,14 \text{ m} = 0,14 \text{ m}^3$. A jég sűrűsége 920 kg/m³, ezért a jégtábla tömege: 128,8 kg. A jég olvadáshője 3,35·10⁵ J/kg, azaz ekkora jégtábla megolvasztásához 4,3·10⁷ J szükséges.

4 pont

Mivel a Nap csak 30° -al jár átlagosan a horizont felett, ezért a merőleges beeséskor érvényes 600 W/m^2 helyett csak $600 \cdot \sin 30 = 300 \text{ W/m}^2$ az intenzitás, és ennek is csak 10%-a nyelődik el, a többi visszaverődik. Tehát a jégben elnyelődő teljesítmény: 30 W/m^2 . *4 pont*

1 m^2 -es jégtábla megolvasztásához tehát $t = \frac{4,3 \cdot 10^7}{30} = 1,43 \cdot 10^6 \text{ s} = 397 \text{ h}$ szükséges.

2 pont

Mivel azonban a feladat szerint csak naponta átlagosan 6 órát süt a Nap ilyen feltételek mellett, ezért a jégtábla megolvasztásához **66,2** napra van szükség. *2 pont*

Mivel minden egyes négyzetméterre ugyanakkora energia esik, ezért a teljes jégmennyiség felolvasztásához is ugyanennyi időre van szükség. *2 pont*

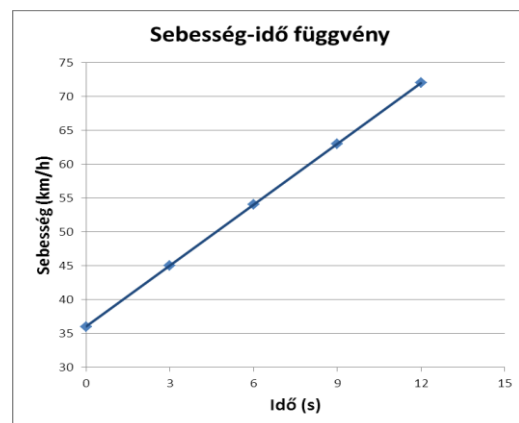
12. 2015 szeptember

12.1. 2015 évi feladatok

Tesztfeladatok

Minden kérdéshez csak egy helyes válasz tartozik. Kérjük, hogy a helyesnek tartott választ egyértelműen jelölje meg! Minden helyes válaszelem 2 pontot ér.

- 1.) A mellékelt ábra egy 1,2 tonna tömegű autó sebesség-idő függvényét mutatja.



- 1/1 Mekkora az autó gyorsulása?
a.) 1 m/s^2 b.) $5/6 \text{ m/s}^2$ c.) $2/3 \text{ m/s}^2$
d.) $6/5 \text{ m/s}^2$
- 1/2 Mekkora utat tesz meg az autó 6 s alatt?
a.) 100 m b.) 75 m c.) 25 m d.) 65 m
- 1/3 Mekkora az autóra ható erők eredője?
a.) 100 N b.) 500 N c.) 750 N d.) 1000 N
- 1/4 Mekkora az eredő erőnek az autón 6 s alatt végzett munkája?
a.) 750 J b.) 7500 J c.) 75000 J d.) 1000 J

Gázok állapotváltozása

- 2.) Számítsa ki 3 mol hidrogén nyomását a térfogat függvényében 1 dm^3 és 5 dm^3 térfogatok között állandó hőmérsékleten és írja a táblázatba! A hőmérséklet legyen
a.) 200 K és
b.) 300 K!

$V (10^{-3} \text{ m}^3)$	1	2	3	4	5
$p_a (10^6 \text{ Pa})$					
$p_b (10^6 \text{ Pa})$					

- c.) Ábrázolja a táblázat adatait a p - V grafikonon!

Rajzolja be az ábrába az alábbi állapotváltozásokat, mint

- d.) az 5 dm^3 térfogatú és 10^6 Pa nyomású gáz nyomását 200 K állandó hőmérsékleten 2,5 – szeresére növelik,
e.) a nyomás ugyanilyen mértékű növelését hőátadás nélkül teszik meg!

Optikai kérdés

3.) **Vannak olyan optikai eszközök, amelyek valódi kép létrehozására is képesek. Melyek ezek?**

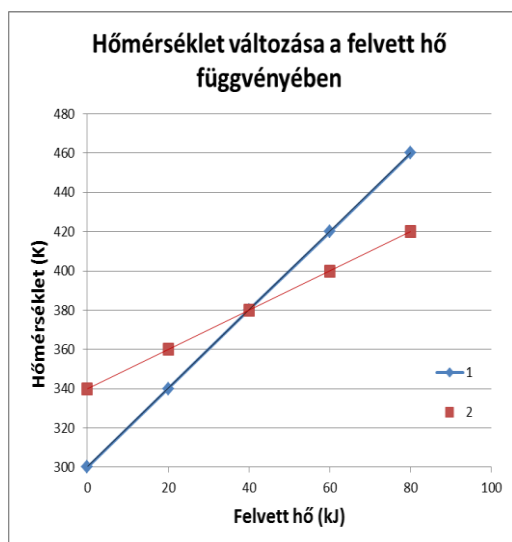
- a.) Ezek az eszközök a domború lencse és a homorú tükör.
- b.) Ezek az eszközök a homorú lencse és homorú tükör.
- c.) Ezek az eszközök a domború tükör és a homorú lencse.
- d.) Ezek az eszközök a homorú tükör és a domború tükör.

Anyagszerkezeti kérdés

4. **Melyik állítás igaz az alábbiak közül?**

- a) A szigetelő anyagok nem rácsszerkezetűek.
- b) A szigetelőkben az elektronok kis erő hatására elszakíthatók az atomoktól.
- c) A fémekben több az elektron, mint a proton, ezért jó vezetők.
- d) A fémekben az elektronok egy része nem közvetlenül tartozik az atomhoz.

5.) **A mellékelt ábrán két, egyenként 2-2 kg tömegű test hőmérsékletének változása látható a felvett hő függvényében.**



5/1 Mekkora lehet a fajhője a 300 K-ről melegített testnek, 1-es test?

- a.) 150 J/kgK
- b.) 250 J/kgK
- c.) 500 J/kgK
- d.) 750 J/kgK

5/2 Mekkora lehet a fajhője a 340 K-ről melegített testnek 2-es test?

- a.) 150 J/kgK
- b.) 250 J/kgK
- c.) 500 J/kgK
- d.) 750 J/kgK

5/3 Hogyan aránylik egymáshoz a 300 K-ről melegített 1-es és a 340 K-ről melegített 2-es test fajhője?

- a.) egyforma
- b.) kétszerese
- c.) fele
- d.) negyede

Fényelektromos jelenség

6. **Alkáli fémekben a fényelektromos jelenség vizsgálatához az 546 nm hullámhosszúságú zöld fény kiválóan alkalmas.**

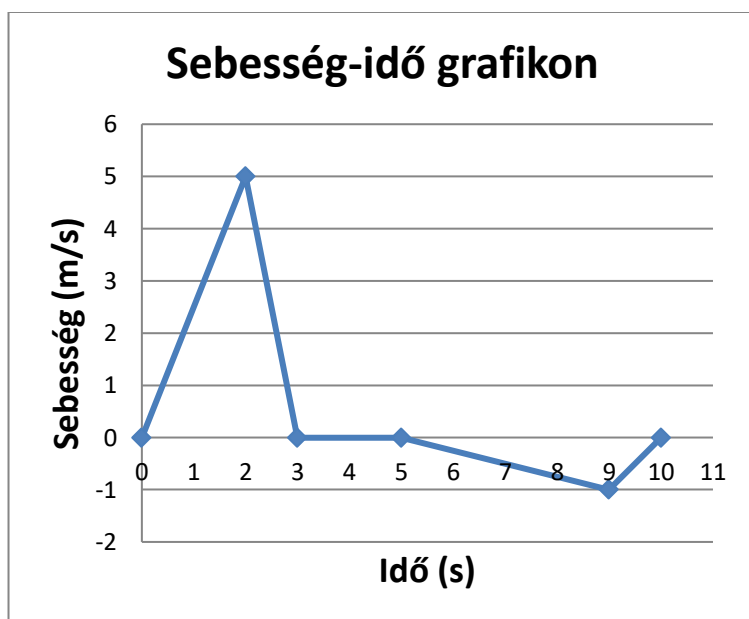
- a) Mekkora lenne az ilyen hullámhosszúságú elektronnak a sebessége?
- b) Mekkora potenciálkülönbség lenne képes erre a sebességre felgyorsítani az elektront?
- c) Hasonlítsa össze az azonos hullámhosszúságú zöld foton és az elektron energiáját!
- d) Lehetne-e hasonló jelenséget kiváltani – alkáli fémből elektronokat kiszakítani – ugyanekkora hullámhosszúságú elektronokkal is?

Adatok: elektron tömege: $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, töltése: $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, a Planck állandó: $6,62 \cdot 10^{-34}$ Js, vákuumbeli fénysebesség: $3 \cdot 10^8$ m/s.

Mozgás elemzése

7. A mellékelt ábra egy egyenes pályán mozgó test sebesség-idő grafikonját mutatja. Ábrázolja a test hely-idő és gyorsulás-idő grafikonját! Milyen messze van a test a kiindulási helyétől a 3 s és a 10 s pillanatokban?

12 pont



12.2. 2015 évi megoldások

Tesztfeladatok

1/1	1/2	1/3	1/4
b	b	d	c

Gázok állapotváltozása

- 2.) Számítsa ki 3 mol hidrogén nyomását a térfogat függvényében 1 dm^3 és 5 dm^3 térfogatok között állandó hőmérsékleten és írja a táblázatba! A hőmérséklet legyen

- a.) 200 K és
b.) 300 K!

$V (10^{-3} \text{ m}^3)$	1	2	3	4	5
$p_a (10^6 \text{ Pa})$					
$p_b (10^6 \text{ Pa})$					

c.) Ábrázolja a táblázat adatait a p - V grafikonon!

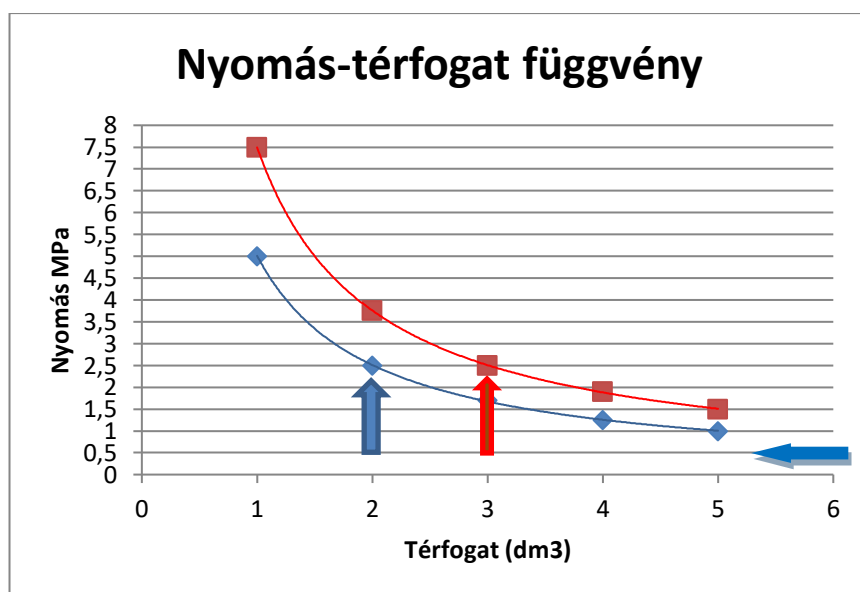
Rajzolja be az ábrába az alábbi állapotváltozásokat, mint

d.) az 5 dm^3 térfogatú és 10^6 Pa nyomású gáz nyomását 200 K állandó hőmérsékleten $2,5$ – szeresére növelik,

e.) a nyomás ugyanilyen mértékű növelését hőátadás nélkül teszik meg!

$p=nRT/V$ felhasználásával $p_1=5 \cdot 10^3 \text{ Pa/V}$ és $p_2=7,5 \cdot 10^3 \text{ Pa/V}$

$V (10^{-3} \text{ m}^3)$	1	2	3	4	5
$p_a (10^6 \text{ Pa})$	5	2,5	1,7	1,25	1
$p_b (10^6 \text{ Pa})$	7,5	3,75	2,5	1,9	1,5



d.) A kék izotermán mozog a gáz a legalsó, nyíllal jelölt, kék ponttól a kék nyíllal jelzett kék pontig.

e.) Egy adiabata mentén mozog a gáz. A kék legalsó ponttól a piros nyíllal jelzett piros pontig. Viszont így felmelegszik 300 K –re.

A két állapotot a táblázatban is jelöltük vastagabb számokkal.

3.optika	4.anyagszerkezet
a	d

5/1	5/2	5/3
b	c	c

Fényelektromos jelenség

6.) Alkáli fémekben a fényelektromos jelenség vizsgálatához az 546 nm hullámhosszúságú zöld fény kiválóan alkalmas.

- a) Mekkora lenne az ilyen hullámhosszúságú elektronnak a sebessége?
- b) Mekkora potenciálkülönbség lenne képes erre a sebességre felgyorsítani az elektront?
- c) Hasonlítsa össze az azonos hullámhosszúságú zöld foton és az elektron energiáját!
- d) Lehetne-e hasonló jelenséget kiváltani – alkáli fémből elektronokat kiszakítani – ugyanekkora hullámhosszúságú elektronokkal is?

Adatok: elektron tömege: $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, töltése: $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, a Planck állandó: $6,62 \cdot 10^{-34}$ Js, vákuumbeli fénysebesség: $3 \cdot 10^8$ m/s.

10 pont

a) Az elektron hullámhosszának egyenlőnek kell lennie a zöld fény hullámhosszával, mely

$$5,46 \cdot 10^{-7} \text{ m. } mv = p = \frac{h}{\lambda}, \text{ innen } v = \frac{h}{m \cdot \lambda} \quad v = 1340 \text{ [m/s]}. \quad (2 \text{ pont})$$

b) $\frac{1}{2}mv^2 = eU$ innen $U = \frac{mv^2}{2e} = 5,1 \text{ } \mu\text{V}. \quad (2 \text{ pont})$

c) Az elektron energiája $eU = 8,16 \cdot 10^{-25}$ J.

A foton energiája $E = \frac{hc}{\lambda} = 3,67 \cdot 10^{-19}$ J.

Azaz a foton energiája kb. 450 ezerszer nagyobb. (4 pont)

d) Emiatt az ilyen hullámhosszúságú elektronnal biztosan nem lehetne kiszakítani elektronokat az alkáli fémből. (2 pont)

Megjegyzések

Néhány érdekes megoldás:

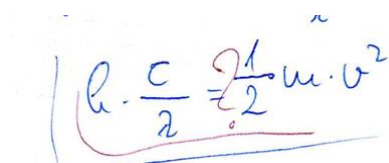
A diákok a fényelektromos jelenség leírására a következő összefüggést tanulták:

(1) $h \cdot f = W_{\text{ki}} + (\frac{1}{2})m \cdot v^2$, illetve

(2) $h \cdot f = W_{\text{ki}} + e \cdot U$, melyből számítható, hogy mekkora ellentérrel lehet az elektront visszatartani.

Ez utóbbi egyenletet, az $e \cdot U = (\frac{1}{2})m \cdot v^2$ a munkatétel alkalmazásával kapjuk. Pl. azt lehet belőle kiszámítani, hogy mekkora feszültségű ellentérrel lehet a fémből kilépő elektron sebességét zérusra csökkenteni.

Az (1) összefüggés ismerete a fényelektromos jelenséggel kapcsolatban, és a szöveg helytelen értelmezése vezethettek az alábbi érdekes megoldáshoz, melyben a frekvencia c/λ -ként van kifejezve:



The image shows a handwritten equation in blue ink: $h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$. The equation is written on a white background with some faint lines.

Többen a fenti összefüggésből próbáltak sebességértéket számolni, az elektron sebességét.

Ennek az egyenletnek azonban a feladat szempontjából semmi értelme. Ez minden bizonnyal úgy „keletkezett”, hogy a fényelektromos jelenséget leíró egyenletből kihagyták a kilépési munkát, továbbá ehhez látszólag minden adat meg volt adva. Tehát ebbe be lehet helyettesíteni, amit többen meg is tettek. A sebesség kiszámítását a de Broglie összefüggésből kellett megtenni.

Ezek a hallgatók a tényleges jelenségtől függetlenül egyszerűen csak a képletek mintegy matematikai összerakásával próbáltak valami olyan összefüggésre jutni, amiben a sebesség szerepel, függetlenül attól, hogy annak van-e valamilyen fizikai tartalma!

Mit jelenthet pl. a fenti egyenlet?

Egy foton teljesen átadja energiáját egy nyugalomban lévő elektronnak? Ilyen folyamat nem is lehetséges, mert nagyobb sebesség jön ki, mint a vákuumbeli fénysebesség. ÉS tényleg így is történt.

Handwritten student work showing a calculation for electron velocity. It includes the formula $v_e = \frac{h}{m \cdot \lambda}$ with $\lambda = 8 \cdot 10^{-11} \text{ m}$. A note says "nagyobb mint a fénysebesség!" (faster than the speed of light!). Another formula $v^2 = \frac{2hc}{m \cdot \lambda}$ is also written.

De ez fel sem tűnt!

Érdekes a munkatétel alkalmazása is. Az alábbi hallgató például az alábbi összefüggést tanulta meg, majd ebből fejezte ki a kérdésben szereplő gyorsító feszültséget.

Handwritten student work showing the formula $v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}$ with a note "Houman?".

Ezzel az a probléma, hogy a diákok nem érzékelik, hogy a fizikában a matematikai összefüggések egy-egy törvény, tétel rövidített megfogalmazásai. Ténylegesen egy hosszú mondatot írunk le a matematika segítségével röviden, mely egyben a számítások elvégzését is megkönnyíti, átláthatóbbá és rövidebbé teszi.

Jelen esetben az alkalmazott tétel a munkatétel. Ez a *fizikai alap*. Az elektromos mező egy részének energiája átalakul az elektron mozgási energiájává. Az elektromos mező munkát végez a töltésen.

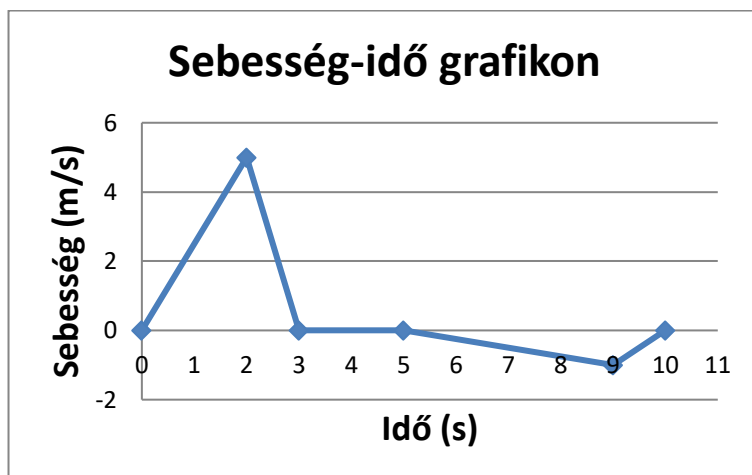
$$e \cdot U = \left(\frac{1}{2}\right) m \cdot v^2$$

És ebben a konkrét esetben éppen a gyorsító-feszültséget szeretnénk kiszámítani, tehát azt kell kifejezni belőle. Bár van, amikor a többi adat ismeretében a sebességet, de az egy másik eset.

A fizika törvényszerűségeit matematikai formában írjuk fel. Ezek sok esetben matematikai trivialitások, matematikai tételek, melyeket a matematikában bármilyen betűjellel lehet jelölni. Nem így a fizikában. A fizika betűjelei ténylegesen konkrét fizikai mennyiségeket jelölnek, sok esetben mértékegységgel rendelkezőket. És az adott összefüggés egy fontos fizikai törvény, tétel, jelenség rövidített leírása, azért, hogy ne kelljen hosszú szövegeket leírni, és számításokra is alkalmas formája legyen. A kiszámított eredményt ismét vizsgálat alá kell venni, hogy az reális-e, megfelel-e az előzetes várakozásnak? Vagyis a matematikai megfogalmazás és számítás után vissza kell térni a jelenséghez.

Mozgás elemzése

7. A mellékelt ábra egy egyenes pályán mozgó test sebesség-idő grafikonját mutatja.



Ábrázolja a test hely-idő és gyorsulás-idő grafikonját!

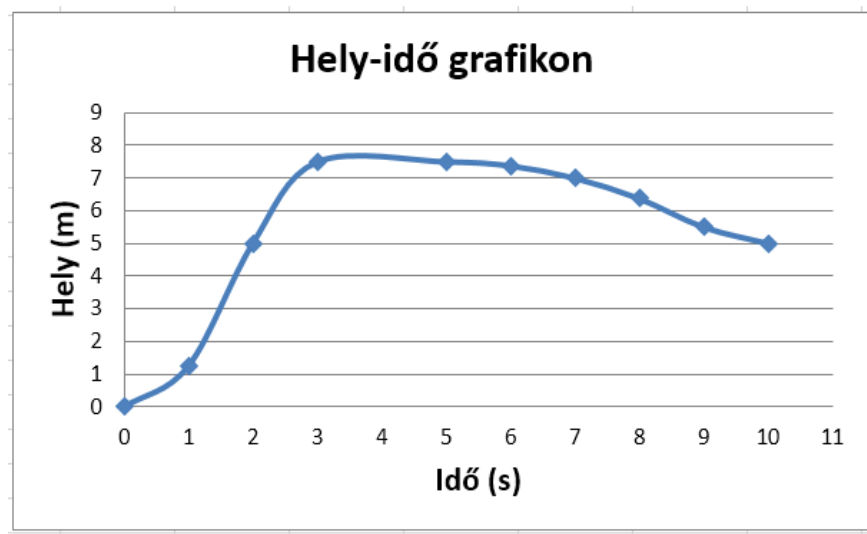
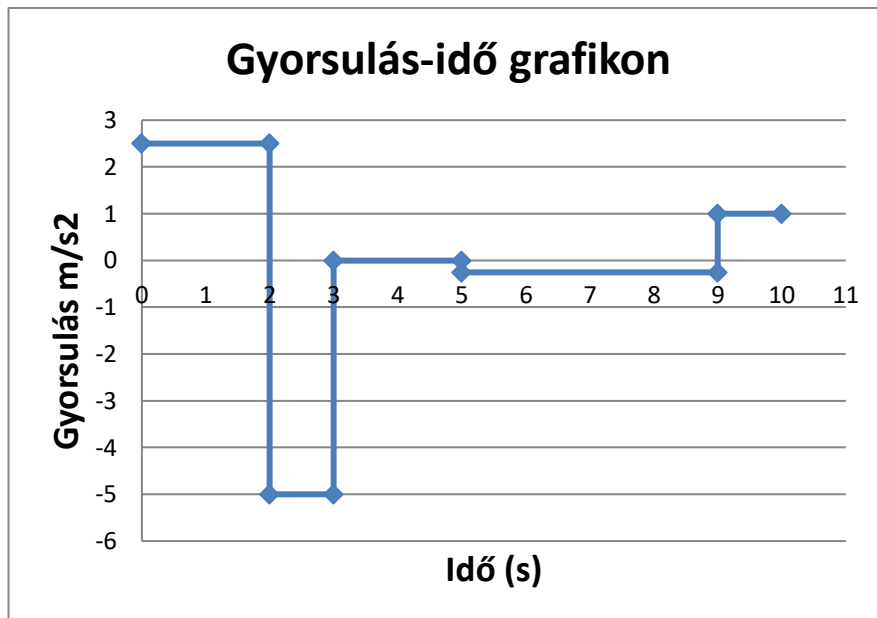
Milyen messze van a test a kiindulási helyétől a 3 s és a 10 s pillanatokban?

12 pont

10 + 2 = 12 pont

$$x(3s) = 7,5 \text{ m} \quad \text{és} \quad x(10s) = 5 \text{ m}$$

- Gyorsul (1-2 s és 5m, $+2,5 \text{ m/s}^2$)
- lassul (2-3 s és 7,5 m, -5 m/s^2)
- áll (3-5 s)
- visszafordul és gyorsul (5-9 s és 5,5 m és $-0,25 \text{ m/s}^2$)
- lassul és megáll (9-10 s és 5m, $+1 \text{ m/s}^2$)
- 3 s –nál 7,5 m és 10 s – nál 5 m

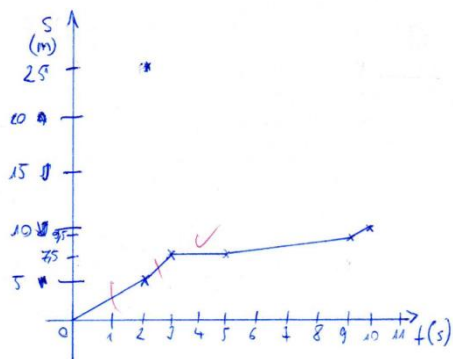


1-2 s közt emelkedő parabola, 2-3 közt lefelé parabola. 3-5 vízszintes egyenes, 5-9 lefele parabola, 9-10 közt is parabola

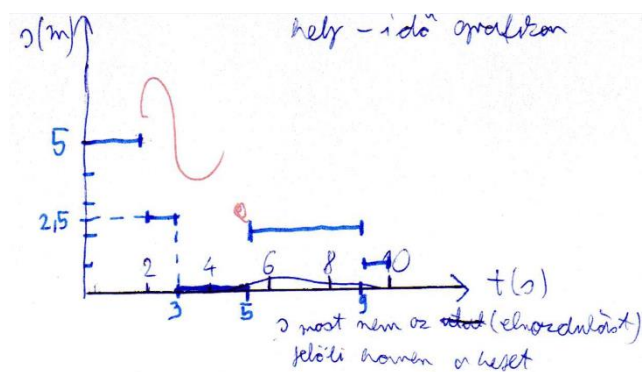
Megjegyzések

A diákok megoldásai nagyon változatosak voltak. Azonban néhány jellegzetes hibát azonosítani lehet.

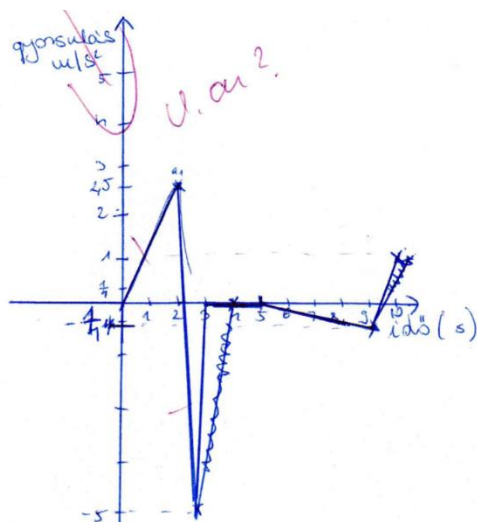
Nagyon sok esetben jelentek meg a *hely-idő* függvény esetében *lineáris* szakaszok a másodrendű görbe alakok helyett is a legkülönbözőbb formában. Ábránkon egy növekvő, lineáris részekből összeillesztett függvényt látunk. Teljesen hasonlóak készültek, tehát lineáris részekből, de olyanok, melyek jelezték a csökkenését, vagyis a visszafelé mozgást.



De volt olyan hallgató is, aki szerint ez konstans függvényrészekből áll.



A gyorsulás esetében pedig sok a hasonlóság a sebesség-idő függvényekkel, még akkor is, ha képesek voltak kiszámítani a gyorsulások megfelelő értékeit. DE azokat ilyen esetekben sem konstans függvényként ábrázolták sokan. Vagyis a sebesség és a gyorsulás fogalmak nem különültek még el rendesen!!! Mintegy differenciálatlan képzetet alkotnak sok hallgató fejében!



13. 2016 szeptember

13.1. 2016 évi feladatok

Tesztfeladatok

Minden kérdéshez csak egy helyes válasz tartozik. Kérjük, hogy a helyesnek tartott választ egyértelműen jelölje meg! Minden helyes válaszelem 2 pontot ér.

1. Magasugrásnál kevésbé veszélyes az ugrás, ha matracra érkezünk, mintha a kemény talajra. A matrac csökkenti:

- a.) az ütközéskor fellépő energiaváltozást.
- b.) az ütközéskor fellépő lendületváltozást.
- c.) az ütközéskor fellépő fékező erőt.
- d.) A fentiek közül egyiket sem, a matrac csak az ugró félelmét csökkenti attól, hogy jól megüti magát.

- 2.) A diákok a fizika órán a fémes vezető ellenállásáról tanulnak. Két méréssorozatot végeznek el.

- a. Először a fémes vezető hosszát változtatják, egyszeres, majd kétszeres, majd háromszoros hosszúságú drótdarabot kötve be az áramkörbe, és multiméterrel mérik a vezetődarab ellenállását. $R_1 = 16,3 \, \Omega$, majd $R_2 = 32,1 \, \Omega$, majd $R_3 = ???$

Milyen értéket mérhettek a harmadik esetben?

- 1 $64,2 \, \Omega$ 2 $48,5 \, \Omega$ 3 $19,4 \, \Omega$ 4 $40,3 \, \Omega$

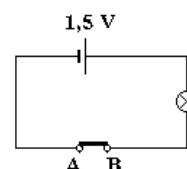
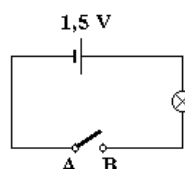
- b. Második esetben a vezető keresztmetszetétől való függéshez egyszeres, kétszeres, majd háromszoros keresztmetszetű drótdarabot kötnek be az áramkörbe, és multiméterrel mérik a vezetődarab ellenállást. $R_1 = 16,4 \, \Omega$, majd $R_2 = 8,2 \, \Omega$ és végül $R_3 = ???$

Milyen értéket mérhettek a harmadik esetben?

- 1 $32,1 \, \Omega$ 2 $5,8 \, \Omega$ 3 $12,4 \, \Omega$ 4 $40,3 \, \Omega$

- 3.) Mekkora feszültség mérhető az AB pontok között ideálisnak tekinthető feszültségmérővel a vázolt két esetben?

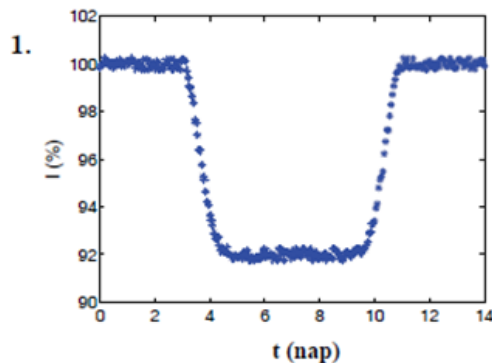
- a.) $1,5\text{V}$ és $1,5\text{V}$
- b.) 0V és 0V
- c.) $1,5\text{V}$ és 0V
- d.) 0V és $1,5\text{V}$
- e.) Nem dönthető el, mert nem tudjuk az izzó ellenállását.



Elemzéses feladatok

- 1.) Az exobolygók (azaz a mi Naprendszerünkön kívüli bolygók) egy része olyan pályán kering a csillagja körül, hogy a Földről nézve áthalad a csillag előtt. Ilyen exobolygókat, különösen a nagyobbakat, úgy lehet felfedezni, hogy a csillag fényességét folyamatosan mérve észleljük annak fényességsökkenését. Ugyanis amikor a bolygó áthalad előtte, annak részleges takarása miatt a mért fényesség lecsökken.

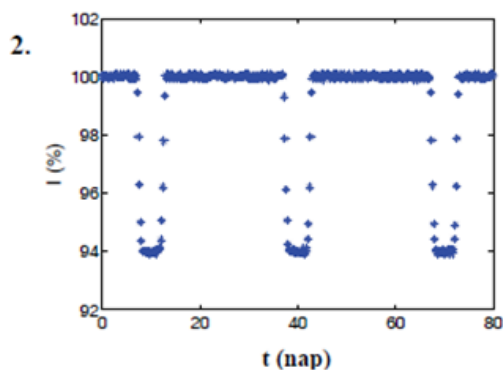
(14 pont)



Az első grafikon olyan mérési görbét mutat, ahol a csillagfény intenzitásának százalékos csökkenése van feltüntetve.

a) Körülbelül mennyi idő alatt haladt át a bolygó a csillag előtt?

b) Mit mondhatunk a görbe alapján a csillag és a körülötte keringő bolygó átmérőjének viszonyáról (arányáról)?

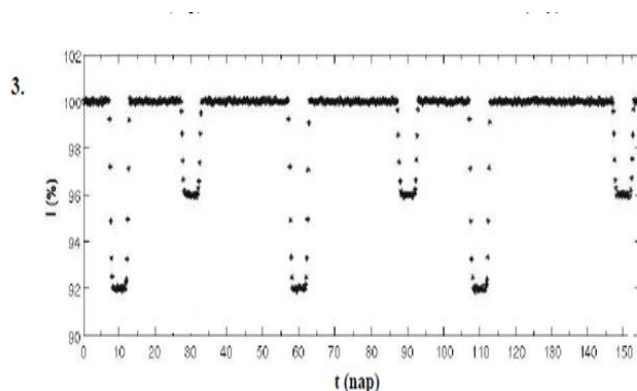


A második ábra egy másik csillag fényintenzitásának az előzőnél hosszabb időn át mért változását mutatja.

c.) A csillag felületének mekkora hányadát takarja ki a bolygó?

d.) Mekkora a keringés periódusideje?

e.) Nagyságrendileg mennyi idő alatt halad át a csillag előtt a bolygó?



A harmadik grafikon egy harmadik csillag fényintenzitásának mérési eredményét mutatja.

f.) Mi lehet a magyarázata annak, hogy a fényintenzitás-minimumok eltérő mértékűek?

g.) Hogyan értelmezhető az egymást követő fényintenzitás-minimumok között eltelt időintervallumok eltérő nagysága?

- 2.) Az alábbi táblázatban néhány anyag relatív atomtömege és fajhője (1 kg anyag hőkapacitása) látható.

(6 pont)

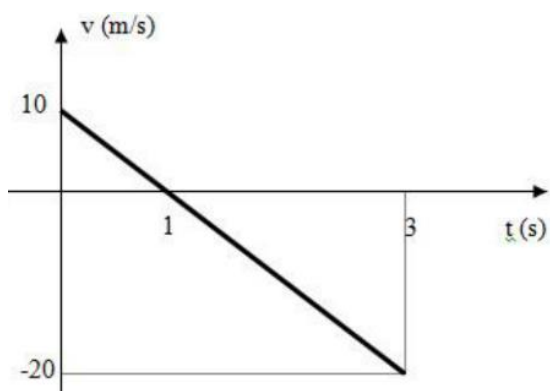
Anyag	Relatív atomtömeg	Fajhő (J/kgK)
nátrium	23	1235
kálium	40	741
vanádium	51	502
nióbbium	93	272
tantál		151
urán	238	112

- a.) Ábrázolja a fajhőadatokat a relatív atomtömeg függvényében és az ábra segítségével határozza meg a tantál hiányzó adatát!
- b.) Mit gondol, azonos atomot tartalmazó anyagdarabok, például mólnyi mennyiségek esetében, mit lehet mondani a hőkapacitásokról?
- 1 A nátrium esetében várható a legnagyobb érték.
 - 2 A nátrium esetében várható a legkisebb érték.
 - 3 Egyforma értékek várhatók.
- c.) Számolja ki az egyes anyagok mólhőjét! Milyen mólhő értékeket kapott?
- 1 25 J/Kmol – 30 J/Kmol – 40 J/Kmol – 50 J/Kmol
 - 2 50 J/Kmol – 40 J/Kmol – 30 J/Kmol – 25 J/Kmol
 - 3 25-27 J/Kmol közti értékek adódnak

Számításos feladatok

- 1.) Az alábbi ábrán egy 0,1 kg tömegű függőlegesen feldobott kavics sebesség - idő grafikonja látható.

(10 pont)



- a.) Milyen magasra megy fel a kavics?
- b.) Milyen távolságban lesz a kiindulási helyétől a kavics az 1., a 2. és a 3. másodperc végén?
- c.) Mekkora utat tesz meg a kavics a teljes mozgás során?
- d.) Mekkora eredő erő hat a kavicsra a mozgása során?
- e.) Készítse el a mozgás út-idő, hely-idő és gyorsulás-idő grafikonjait!

- 2.) Rugalmas lemez vége $5 \frac{1}{s}$ rezgésszámmal, 7 cm-es amplitúdóval rezeg függőleges síkban. Előfordulhat-e, hogy a lemez végére helyezett kis fadarab felrepül? Mi a hipotézise? ¹⁰

Hipotézisét becsléssel támassza alá!

(12 pont)

- a.) Ha igen, a rezgés mely szakaszában (fázisában) következhet ez be?
b.) Mi lehet ennek a feltétele?
c.) Milyen magasra repülhet fel a lemez végére helyezett kis fadarab?

13.2. 2016 évi megoldások

Tesztfeladatok

1	2/a	2/b	3
c	2	2	c

Elemzés

1.) Exobolygók

A feladat a 2011-es középszintű érettségi 3/a feladata alapján készült. ¹¹

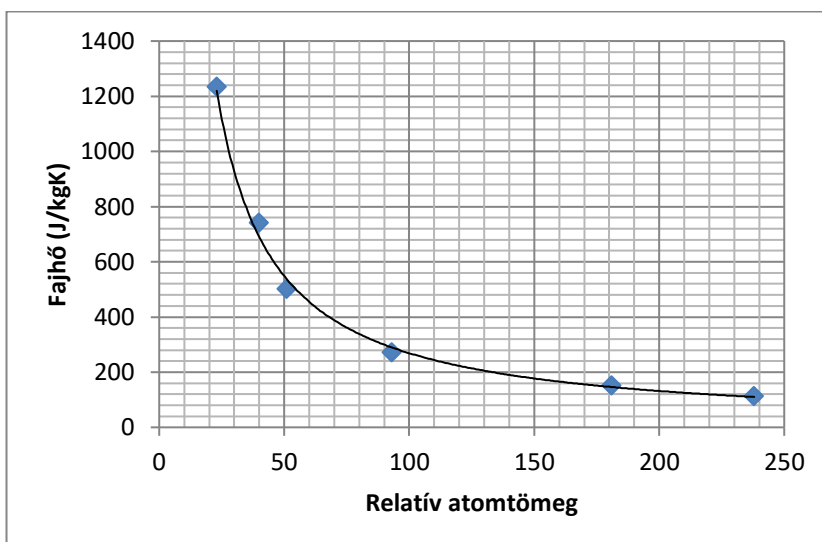
a	b	c	d	e
8 nap	0,28	6%	30 nap	kb. 2-8 nap

f.) és g.) Két különböző átmérőjű és keringési idejű bolygó kering a csillag körül.

¹⁰ Isza Sándor (Szerk.) (1994): *Hogyan oldjunk meg fizikai feladatokat?* Nemzeti Tankönyvkiadó. Budapest. 3. 53. feladata nyomán készült a feladat.

¹¹ https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/erettsegi/feladatok2011tavasz/k_fiz_11maj_fl.pdf

2.) Fajhők



A tantál relatív atomtömege körülbelül 180.

a	b
3	3

Megjegyzések

A fajhő értéke annál nagyobb, minél több részecske alkotja az 1 kg tömegű anyagdarabot. Ebből következik, hogy ha azonos számú részecskét tartalmazó anyagdarabot veszünk, akkor ugyanakkora energia szükséges a hőmérséklet 1 °C - kal való emeléséhez. Tehát ha mólnyi mennyiségeket veszünk, akkor közel azonos értékeket kell kapnunk.

A szilárd test esetére alkalmazható egy egyszerű modell, amelynek alapján úgy képzeljük el, hogy a szilárd testben golyó alakú részecskék meghatározott rendben helyezkednek el. Egy részecske energiája 3 irányú mozgási (rezgés) és 3 irányú kölcsönhatási energiából tevődik össze, ami $f = 6$ szabadsági fokot jelent: $U = 3.N.k.T$. (Ez a modell csak „magasabb hőmérsékletek” esetében érvényes, hiszen közismert, hogy a szilárd anyagok fajhője hőmérsékletfüggő, mely függés az anyagi minőséggel változik.)

Melegítsük a kristályt, ekkor: $Q = \Delta U = 3.N.k.\Delta T$, $W = 0$, mivel nincs számottevő térfogatváltozás. A szilárd anyag hőkapacitása: $C = 3.N.k$. Egy mólnyi mennyiség esetében ez közelítőleg 25 J/Kmol.

Tehát hipotézisként azt vártuk el, hogy a diákok rájöjjenek, hogy kb. azonos értékeket kell kapniuk a mólhőkre. Ebben ténylegesen segítség volt a feladat a.) pontja, melynek megoldása során rá kellett jönni a fajhő és az atomtömeg közti fordított arányosságra. És ebből lehetett arra következtetni, hogy ha azonos számúak a részecskék, akkor közel azonosnak kell lenniük a mólhőknek. Erre néhányan rá is jöttek.

Tovább is lehetne folytatni a részecskeképpel kapcsolatos „jóslásokat”, és megnézni, hogy mi lehet a helyzet mondjuk ionos vegyületek esetében, ahol 1 mól esetében nagyobb a részecskeszám.

Vegyület	Mólhő (kJ/Kmol)
AgBr (sz)	52,4
AgCl (sz)	50,8
AgJ (sz)	54,4
AlCl ₃ (sz)	105
BaO (sz)	47,5
CuS (sz)	47,8

A táblázatból látható, hogy a mólhő nem 25 J/Kmol, hanem mintha annak többszöröse lenne. Ezek az anyagok vegyületek, amelyek 1 móljában több „darab” atomi részecske van, mint $6 \cdot 10^{23}$. Az ezüst-halogenidek esetében kétszer annyi, az alumínium-klorid esetében pedig négyszer annyi, ami megmutatkozik a mólhő értékében!

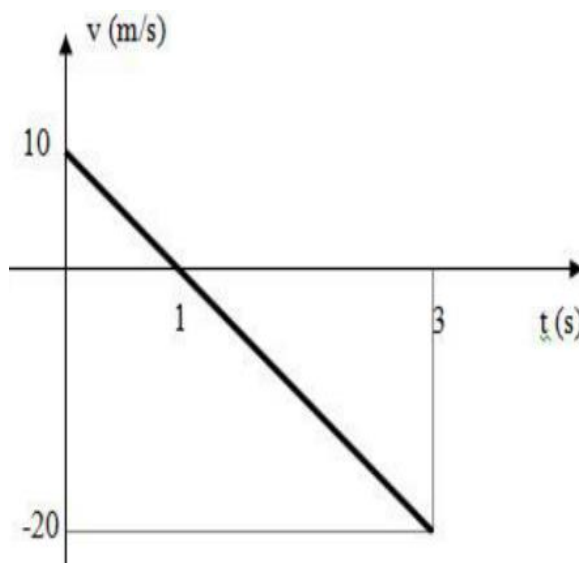
DE ez itt nem volt kérdés, csak érdekességgént írtuk le.

Számításos feladatok

1. Az alábbi ábrán egy 0,1 kg tömegű függőlegesen feldobott kavics sebesség - idő grafikonja látható.

(10 pont)

- Milyen magasra megy fel a kavics?
- Milyen távolságban lesz a kiindulási helyétől a kavics az 1., a 2. és a 3. másodperc végén?
- Mekkora utat tesz meg a kavics a teljes mozgás során?
- Mekkora eredő erő hat a kavicsra a mozgása során?
- Készítse el a mozgás út-idő, hely-idő és gyorsulás-idő grafikonjait!



- Amint az ábrából látható, 1 s –ig megy felfelé a test, mivel ekkor lesz éppen 0 a sebessége a legmagasabb pontban.

$$h = v_0 t + g t^2 / 2 = 10 - 5 = \underline{5 \text{ m}}$$
 magasra megy fel.

Ez után visszafordul, lefelé esik és 1 s múlva visszaérkezik abba a magasságba, ahonnan feldobták. Tehát a 2. másodperc végén 0 m a kiindulási helytől mért távolság.

Ha van ott egy gödör és tovább tud zuhanni, akkor a továbbiakban megtett utat úgy tudjuk kiszámítani, hogy a kavics 10 m/s lefelé mutató sebességgel rendelkezik, és 10 m/s² szintén lefelé mutató gyorsulással.

A grafikonból látszik, hogy a kavics lefelé hosszabb utat tesz meg, mint amennyit felfelé megtett. A kavics, miután lefelé haladva elérkezik az indulás helyéhez, tovább esik lefelé. Ilyen mozgást végezhet például akkor, ha egy ablakból dobták felfelé.

$$h = v_0 t + g t^2 / 2 = -10 - 5 = \underline{-15 \text{ m}}$$
 mélyen lesz a test.

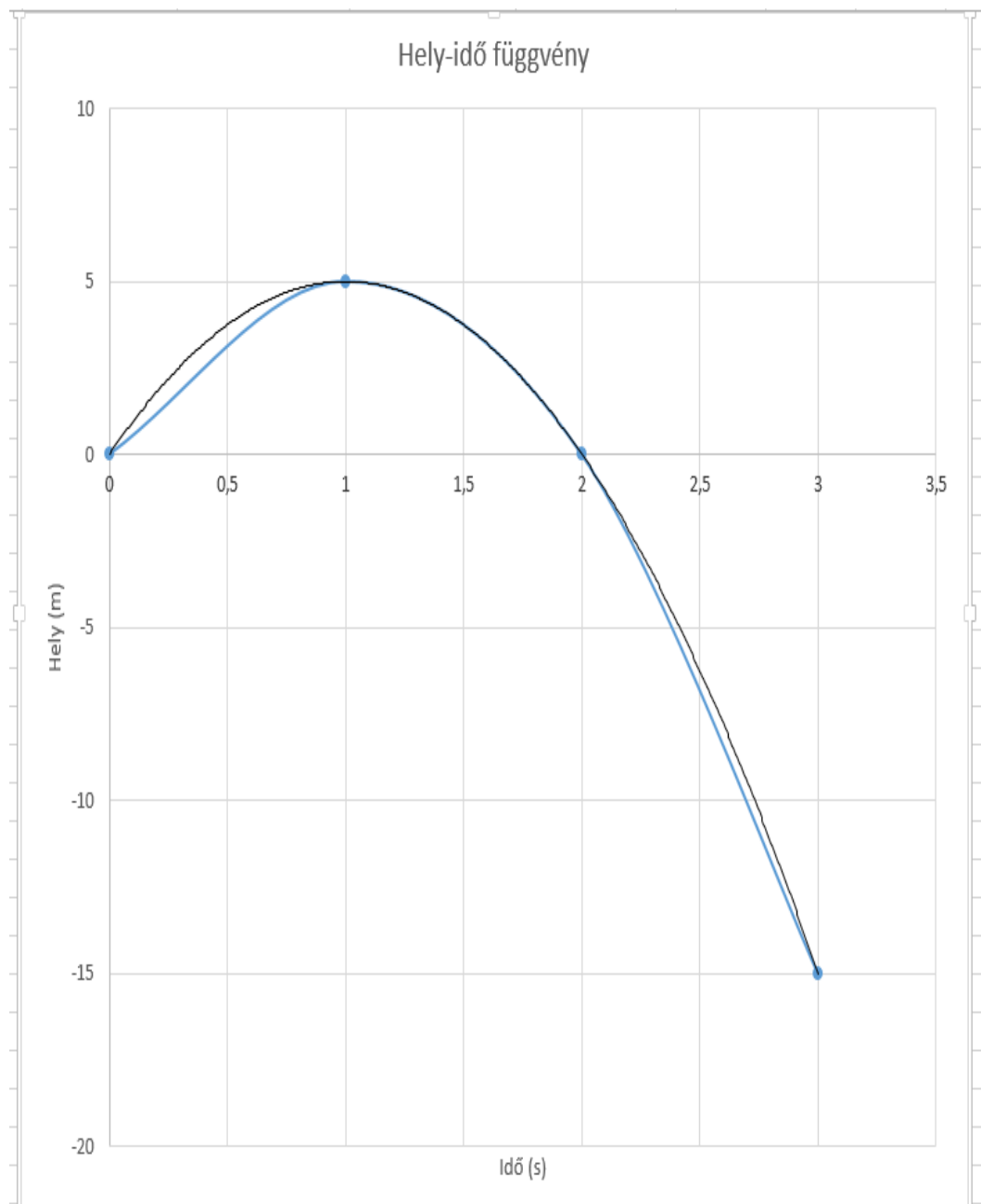
De számolhatunk mindhárom esetben a $h = v_0 t + g t^2 / 2$ összefüggéssel, behelyettesítve a

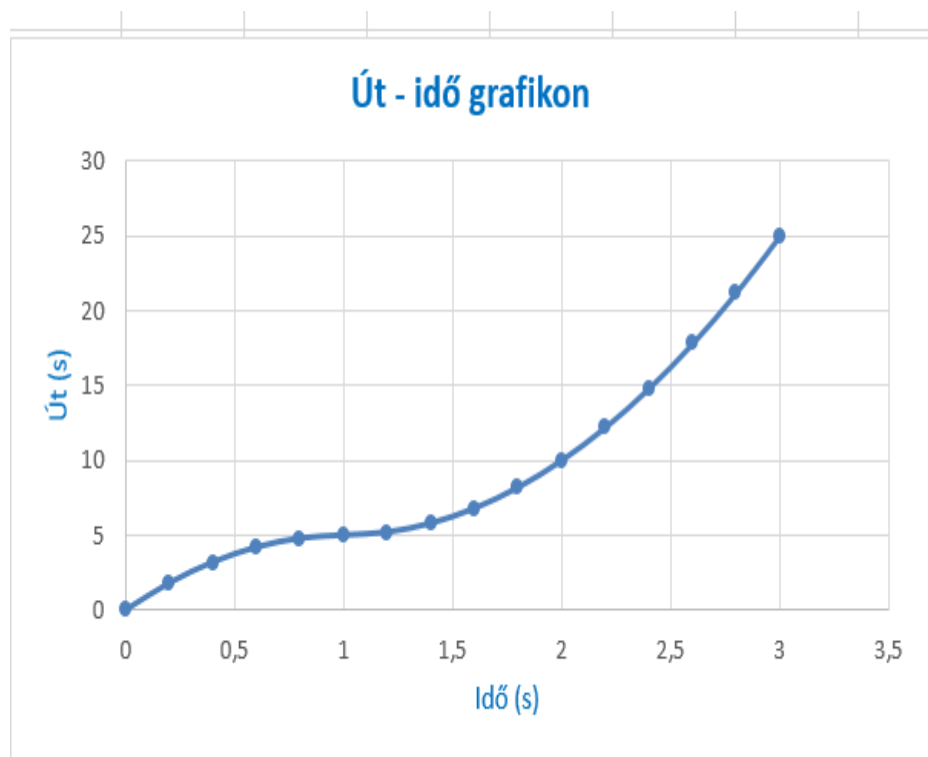
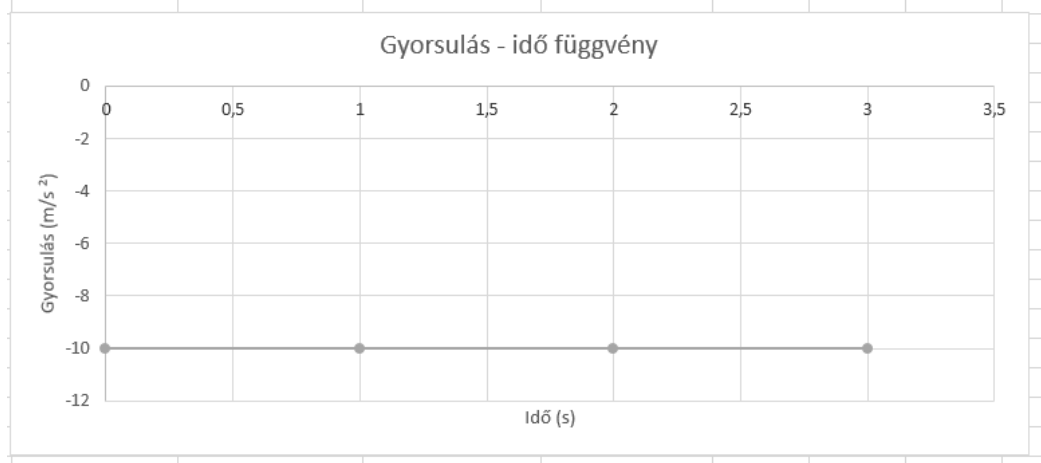
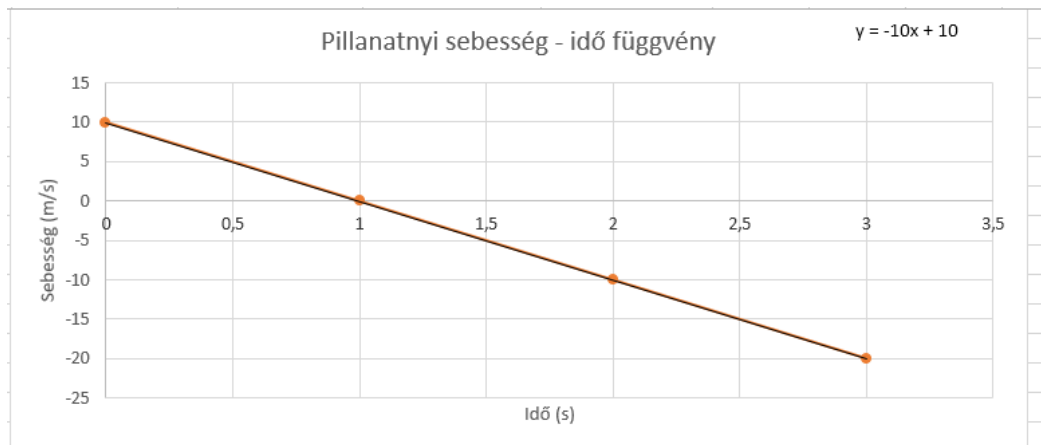
$v_0 = 10 \text{ m/s}$ és a $g = -10 \text{ m/s}^2$ értékeket, továbbá a t idő helyére az 1 s, a 2 s és a 3 s értékeket. Ekkor az elmozdulásokat kapjuk meg. A hely – idő függvény ezt mutatja.

t (s)	h (m)
1	5
2	0
3	-15

b.) A teljes mozgás útja, $s = 5 \text{ m} + 5 \text{ m} + 15 \text{ m} = \underline{25 \text{ m}}$.

c.) $F = m g$ végig csak a nehézségi erő hat a testre, ha a közegellenállástól eltekintünk.





Megjegyzések

A hallgatói megoldások nagyon változatosak voltak. Azonban néhány jellegzetes hibát azonosítani lehet, melyek jellegében teljesen hasonlóak a tavalyi hasonló feladatban elkövetett hibákhoz.

Nagyon sok esetben jelentek meg a *hely-idő* és az *út-idő* függvény esetében *lineáris* szakaszok a másodrendű görbe alakok helyett is a legkülönbözőbb formában.

A gyorsulás esetében pedig sok olyan grafikon készült, amelyekben az első másodpercben negatív irányú a gyorsulás, míg a 2-3 másodpercekben pozitív.

Voltak, akik az *erő* helyett *energia* jellegű dolgot kezdtek kiszámolni. Vagyis számukra az erő és az energia fogalom nem differenciálódott még.

- 2.) **Rugalmas lemez vége 5 1/s rezgésszámmal, 7 cm-es amplitúdóval rezeg függőleges síkban. Előfordulhat-e, hogy a lemez végére helyezett kis fadarab felrepül? Mi a hipotézise? Hipotézisét becsléssel támassza alá!**

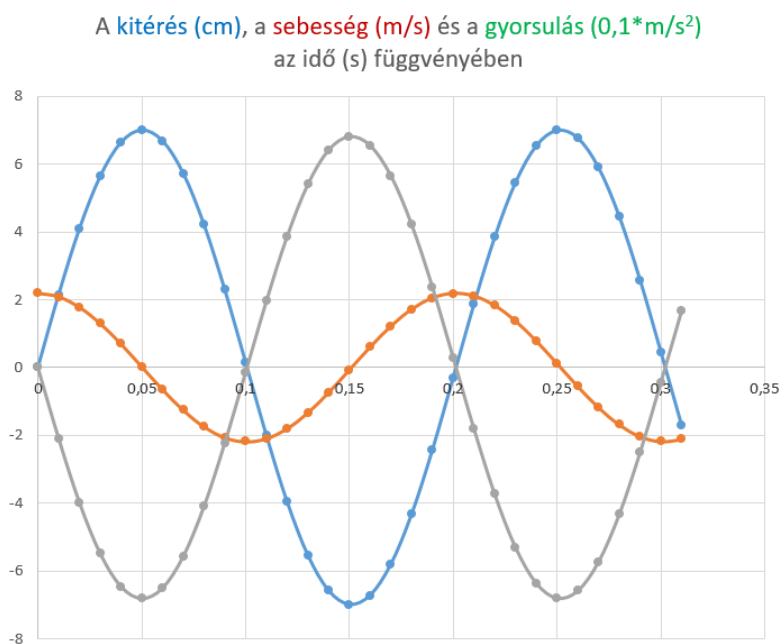
(12 pont)

- a.) Ha igen, a rezgés mely szakaszában (fázisában) következhet ez be?
b.) Mi lehet ennek a feltétele?
c.) Milyen magasra repülhet fel a lemez végére helyezett kis fadarab?

Adatok: $f = 5 \text{ 1/s}$ és $A = 7 \text{ cm} = 0,07 \text{ m}$

$$T = 1/f = 0,2\text{s} \quad \text{és} \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3,14 \cdot 5 = 31,4 \text{ 1/s} \text{ részeredmények}$$

A mozgást leíró függvények:



A fadarab akkor hagyja el a lemezt, amikor gyorsulása éppen g lesz. Ez a súlytalanság állapota. Ekkor a lemez kitérése a gyorsulásfüggvény $g = a = y \cdot \omega^2$ alapján $y = g/\omega^2 = 10/1000 = 1 \text{ cm}$ és *fel*felé, mivel a sebesség ellentétes a gyorsulás irányával.

A maximális gyorsulás: $A\omega^2 = 0,07 \cdot 1000 = 70 \text{ m/s}^2 = 7g$!!!!!!!! Ez nem volt kérdés, csak érdekességként számítottuk ki.

Vagyis az első negyedben kell keresni ilyen pontot, mely *lineáris becslést* alkalmazva a periódusidő negyed részének kb. az $1/7 - e$ körül lehet.

A $T = 0,2 \text{ s}$, ennek negyede $0,05 \text{ s}$.

Ennek hetede: $0,0071 \text{ s}$. Ennél biztosan kisebbnek kell lennie, mivel a gyorsulásfüggvény meredeksége kezdetben (a $\varphi=0$ hely környezetében) nagyobb.

A ténylegesen számolt érték: $t = 0,0045 \text{ s}$

A lemez sebessége kétféleképp is számolható:

$$v = A\omega \cos \omega t = A\omega \sqrt{1 - \sin^2 \omega t} = \omega \sqrt{A^2 - y^2} = 31,4 \cdot 0,069 = 2,17 \text{ m/s}$$

Felhasználva, hogy $y = A \sin \omega t$

$$0,07^2 = 0,0049$$

$$0,01^2 = 0,0001$$

különbség: $0,0048$, gyöke $0,069$

vagy

$y = A \sin \omega t$ –ből az idő kiszámítása: $y/A = 0,01/0,07 = 0,142 = \sin \omega t$ –ből az

$$\omega t = \arcsin 0,142 = 0,143 \text{ ívmértékben!!!!}$$

innen $t = 0,143/31,4 = 0,0045 \text{ s}$, ellenőrzésképpen ténylegesen kisebb a periódusidőnél, sőt a negyedénél és annak is kell lennie.

Bár ténylegesen $\omega t = 0,143$ kell a további számoláshoz

$$v = A\omega \cos \omega t = 0,07 \cdot 31,4 \cdot \cos 0,143 = 2,17 \text{ m/s}$$

Energia-megmaradás alapján: $m v^2/2 = m \cdot g \cdot h$ -ből $h = v^2/2g = 0,217^2/20 = 0,237 \text{ m} = 23,7 \text{ cm}$

A teljes magassághoz még $+ 1 \text{ cm}$ -t kell hozzáadni, mert az egyensúlyi helyzethez képest nézzük. Így **24,7 cm magasra repül!** *Tömegtől nem függ!!!!*

Megjegyzések

A diákok fele hozzá sem fogott a feladathoz. Ha bármilyen értékelhető momentum volt, felírtak pár ehhez tartozó képletet, már adtam pontot. A fő gond az lehetett, hogy *a diákok képletekben és nem pedig jelenségben gondolkodnak*. Csak nagyon kevesen jutottak el ahhoz a gondolathoz, hogy amikor a gyorsulás megegyezik a nehézségi gyorsulással, akkor a test a súlytalanság állapotába kerül, és ekkor a sebesség iránya felfelé mutat, mely kezdősebességgel felrepülhet a test, mint egy függőlegesen felfelé hajított test.

Többen kiszámították a maximális gyorsulást, illetve a maximális sebességet. Majd mintha ez utóbbival repülne felfelé a test. Továbbá, hogy ezek az állapotok nem azonos fázishoz tartoznak, az fel sem merült.

Voltak, akik $v = s/t$ képlettel kezdtek számolgatni. Ez az előző feladat megoldásakor is előfordult, nem zavartatván magukat a hallgatók attól, hogy gyorsuló mozgásról van szó.

A *sebesség* és a *gyorsulás* fogalmak nem különültek még el rendesen! Mintegy differenciálatlan képzetet alkotnak sok hallgató fejében! Egyikük a következő mondatot írta:

„Mivel a fahasáb *sebessége a gravitációs gyorsuláshoz képest lényegesen kisebb* csak 2,45 cm magasra repülne.”

14. 2017 szeptember

14.1. 2017 évi feladatok

A feladatsor megoldására 90 perc áll rendelkezésre.

Tesztfeladatok

Minden kérdéshez csak egy helyes válasz tartozik. Kérjük, hogy a helyesnek tartott választ egyértelműen jelölje meg! Minden helyes válaszelem 2 pontot ér.

1. Melyik állítás igaz az alábbiak közül?

- a) Párhuzamos kapcsolásnál minden mellékágon időegységenként ugyanannyi töltés megy át.
- b) Soros kapcsolásnál az egyes ellenállásokon az elektromos tér ugyanakkora munkát végez.
- c) Párhuzamos kapcsolásnál minden mellékágon a tér ugyanakkora munkát végez.
- d) Soros kapcsolásnál az egyes ellenállásokon időegységenként átmenő töltések mennyisége azonos.

2. Hajnalban szabad térben harmat keletkezik. Miért?

- a) A levegő a hajnali órákra hűl le annyira, hogy a pára kicsapódik.
- b) A föld és a növények a hajnali órákban bocsátják ki a legtöbb párát.
- c) A páradús, nehezebb levegő a hajnali órákban éri el a felszínt.
- d) Harmat egész nap egyenletesen keletkezik, csak éjszaka nem párologtatja el a Nap.

3. Fényelektromos hatás esetén mit állíthatunk a másodpercenként kilépő elektronok számáról?

- a) Egyenesen arányos a fémet megvilágító fény intenzitásával.
- b) Egyenesen arányos a fémet megvilágító fény frekvenciájával.
- c) Egyenesen arányos a fotókatódra jellemző kilépési munkával.
- d) A fentiek közül egyik sem igaz.

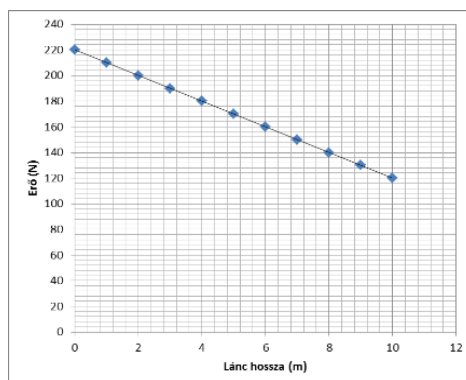
4.) Egy fémhuzalt két egyforma hosszúságú darabra vágunk, majd a két felet hosszában egymás mellé fektetve összeforrasztjuk. Az így elkészített vezetékdarab ellenállása az eredetinek

- a.) kétszerese b.) negyede c.) fele d.) négyszerese.

5. Egy tanyán a 10 méter mély kútból, láncsal 11 liter vizet húznak fel a főzéshez, mosakodáshoz. Az alábbi ábrán ábrázoltuk a vödör felhúzásához szükséges erőt a felhúzott lánc hosszúságának a függvényében.

a) Mekkora a vödör súlya?

- 5 N 10 N 15 N 20 N



b) Mekkora a lánc súlya?

50 N 100 N 150 N 200 N

c) Mekkora munka árán lehet felhúzni egy vödör vizet?

500J 1000 J 1700 J 2000 J

d) Mekkora a folyamatban a ténylegesen hasznos munka?

500J 1100 J 1700 J 2000 J

e) Mekkora a munkavégzés hatásfoka?

0,5 0,7 0,65 0,8

6. feladat

„Aknáznak?

- Bizonyosan. Hogy az ostromot visszavertük, előre látható, hogy aknákat ásnak.

- Jó - felelte Dobó.

- A dobosok is rakják le a dobokat a földre, s borsót reá. - És apró sörétet.

Dobó leszólt a bástyáról Kristóf apródnak:

- Járd be az öröket, és mondd meg nekik, hogy a dobokat és tálakat minden forduláskor vizsgálják. Mihelyt a víz remeg, vagy a dobon a borsók, sörétek rezegnek, azonnal jelentsék.”

Az idézet Gárdonyi Géza: Egri csillagok című könyvéből származik, amikor Eger várának török ostromát írja le a szerző.

6/1.) Közelítőleg milyen mozgást végeznek a dob egyes részei (tömegelemei)?

- a) Egyenes vonalú egyenletes mozgás
- b) Harmonikus rezgőmozgás
- c) Függőleges hajítás
- d) Ferde hajítás

6/2.) Milyen mozgást végeznek a borsószemek és a sörétek?

- a) Egyenes vonalú egyenletes mozgás
- b) Harmonikus rezgőmozgás
- c) Függőleges hajítás
- d) Ferde hajítás

Számításos feladatok

- 1.) A Föld felszínétől 20 méter magasságban 50 m/s kezdősebességgel függőlegesen felfelé egy 100 g tömegű testet. (A közegellenállást elhanyagoljuk és $g = 10 \text{ m/s}^2$ –nek vehető.)

(14 pont)

- Mennyi idő múlva érkezik vissza a kilőtt lövedék a kiindulási helyére?
- Mennyi idő múlva érkezik le a test a talajra?
Adjon előzetes becslést, majd számítsa ki és hasonlítsa össze a becslést a számítással!
- Mikor egyezik meg a helyzeti és a mozgási energia értéke? A test helyzeti energiáját az elindítás helyétől számítsa! Melyek lehetnek ennek a pontnak (pontoknak) a hely és az időkoordinátái? Adjon előzetes becslést, majd számítsa ki és hasonlítsa össze!
- Rajzolja fel a mozgási energia – idő és a helyzeti energia – idő grafikonokat egyazon ábrába!
- Rajzolja fel a mozgási energia – hely és a helyzeti energia – hely grafikonokat egyazon ábrába!

Töltse ki az alábbi táblázatot!

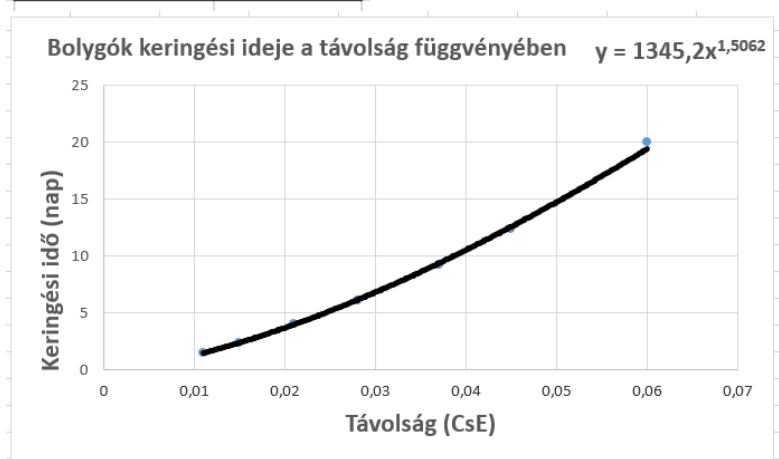
Idő (s)	Sebesség (m/s)	Gyorsulás (m/s ²)	A test magassága az indulástól számítva (m)	Mozgási energia (J)	Helyzeti energia (J)
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

2.) Hét kisebb, nagyjából Föld nagyságú bolygó kering egy csillagászati értelemben véve közelinek számító, tőlünk 39 fényévnire található TRAPPIST-1 nevű úgynevezett törpecsillag körül, jelentették be kutatók a NASA 2017. február 22-én tartott sajtótájékoztatóján. A bolygóknak a csillagtól mért átlagos távolsága és keringési ideje az alábbi táblázatban található, mely adatokat grafikusán is ábrázoltunk.

- Az alábbi táblázati *adatok*, és a *grafikon* segítségével is becsülje meg a törpecsillag tömegét! Mi fedezhető fel a görbe egyenletében?
- Hasonlítsa össze a csillag tömegét a Nap tömegével!
- Milyen közelítő feltevéseket használt fel a becslés során?

A Csillagászati Egység, ami a Nap - Föld távolság $1,5 \cdot 10^{11}$ m, a gravitációs állandó $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, a Nap tömege $2 \cdot 10^{30}$ kg.

R (CsE)	T (nap)
0,011	1,51
0,015	2,42
0,021	4,05
0,028	6,1
0,037	9,21
0,045	12,35
0,06	20



14.2. 2017 évi megoldások

Tesztfeladatok

1	2	3	4
d	a	a	b

Tanya

A válaszlehetőségek 1-4-ig voltak. Alább az látható, hogy hányadik válasz volt a jó.

a	b	c	d	e
2	2	3	2	3

Rezgés

1	2
b	c

Számításos feladatok

1. A Föld felszínétől 20 méter magasságban 50 m/s kezdősebességgel függőlegesen felfelé egy 100 g tömegű testet. (A közegellenállást elhanyagoljuk és $g = 10 \text{ m/s}^2$ -nek vehető.)

(14 pont)

- Mennyi idő múlva érkezik vissza a kilőtt lövedék vissza a kiindulási helyére?
- Mennyi idő múlva érkezik le a test a talajra? Adjon előzetes becslést, majd számítsa ki és hasonlítsa össze a becslést a számítással!
- Mikor egyezik meg a helyzeti és a mozgási energia értéke? A test helyzeti energiáját az elindítás helyétől számítsa! Melyek lehetnek ennek a pontnak (pontoknak) a hely és az időkoordinátái? Adjon előzetes becslést, majd számítsa ki és hasonlítsa össze!
- Rajzolja fel a mozgási energia – idő és a helyzeti energia – idő grafikonokat egyazon ábrába!
- Rajzolja fel a mozgási energia – hely és a helyzeti energia – hely grafikonokat egyazon ábrába!

Töltse ki az alábbi táblázatot!

Volt már hasonló feladat az elmúlt években. Ez egy kicsit átalakított változat, illetve mások a kérdések.

idő (s)	sebesség (m/s)	gyorsulás (m/s ²)	hely (m)	mozgási energia (J)	helyzeti energia (J)
0	50	-10	0	125	0
1	40	-10	45	80	45
2	30	-10	80	45	80
3	20	-10	105	20	105
4	10	-10	120	5	120
5	0	-10	125	0	125
6	-10	-10	120	5	120
7	-20	-10	105	20	105
8	-30	-10	80	45	80
9	-40	-10	45	80	45
10	-50	-10	0	125	0

- a) 10 s múlva érkezik a kiindulási helyre vissza.
 b) A talajra 10 s-nál kicsit több idő múlva.

De nem sokkal nagyobb, hiszen csak 20 méterrel kerül lejjebb, és már nagy a sebessége.

De csak ez az egy megoldás adódhat?

A hely – idő függvény másodfokú. Másodfokú egyenletet kell megoldani, tehát két megoldás lesz. Mindkét megoldás értelmes lesz fizikailag?

$$h(t) = h_0 + v_0 t - g t^2 / 2 = 0$$

Rendezzük az egyenletet a szokásos másodfokú formára! Akár be is írhatjuk a számadatokat.

$$-5 \cdot t^2 + 50 \cdot t + 20 = 0$$

Helyettesítsünk be a megoldó képletbe!

$$t = 5 \pm 5,38$$

Tehát valóban két megoldás van. Az egyik 10,38 s, melyre számítottunk, kicsit nagyobb, mint 10 s.

A másik gyök pedig -0,38, negatív, melynek nincs fizikailag értelme.

- c) Mikor egyezik meg a helyzeti és a mozgási energia értéke?
 d) Mik lehetnek ennek a pontnak (pontoknak) a hely és az időkoordinátái?

Ez az összes energia felénél lehetséges.

A maximális *magasságnak* éppen a felénél, hiszen a helyzeti energia egyenesen arányos a kiindulási helyzettől mérhető távolsággal, vagyis $125/2 = \underline{62,5 \text{ m}}$. És ez a helyzet bekövetkezik mind a felfelé, mind pedig a lefelé úton. Egyenesek metszéspontjairól van szó.

Az *idő* esetében már bonyolultabb a helyzet. Mivel az út az idő négyzetével arányos, így az energia esetében is így van. Tehát parabolák metszéspontjait kell vizsgálni.

Azonban egyszerűsíthetünk a helyzeten. Nézzük meg, hogy a 62,5 m – es magasságot mennyi idő alatt éri el a test? Helyettesítsünk be az út – idő függvényt leíró összefüggésbe:

$$h = v_0 t - (g/2) \cdot t^2$$

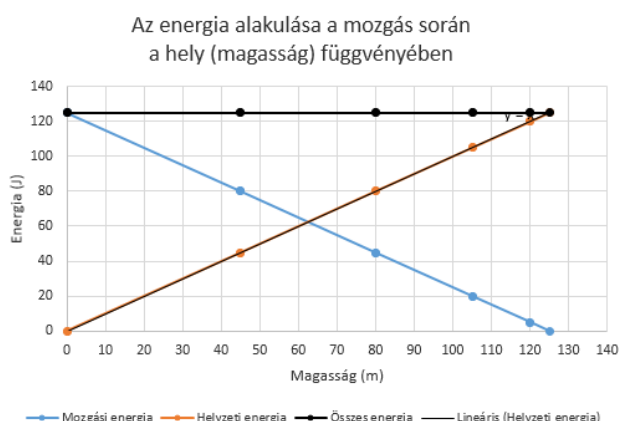
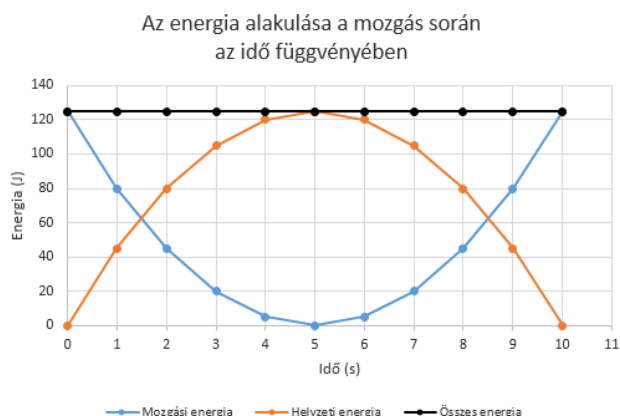
$$62,5 = 50t - 5t^2 \quad \text{rendezve a másodfokú egyenletet}$$

$5t^2 - 50t + 62,5 = 0$, innen az időre két megoldás is adódik, 8,55 s és 1,45 s, mely mindkettő jó is, hiszen tudjuk, hogy a test felmegy, majd leesik, látjuk a grafikonról is, hogy két megoldásnak kell lenni. És mindkét idő 10 s-on belül van, mely a mozgás teljes ideje, míg a test visszaérkezik a kiindulási helyére. És szimmetrikusak az időértékek, amint maga a mozgás is, hiszen $10 \text{ s} - 8,55 \text{ s} = 1,45 \text{ s}$.

- e) és e)

idő (s)	E-mozg (J)	E-pot (J)	E-összes (J)
0	125	0	125
1	80	45	125
2	45	80	125
3	20	105	125
4	5	120	125
5	0	125	125
6	5	120	125
7	20	105	125
8	45	80	125
9	80	45	125
10	125	0	125

hely (m)	E-mozg (J)	E-pot (J)	E-összes (J)
0	125	0	125
45	80	45	125
80	45	80	125
105	20	105	125
120	5	120	125
125	0	125	125
120	5	120	125
105	20	105	125
80	45	80	125
45	80	45	125
0	125	0	125



Az ábrázolásból látható, hogy ugyanazok az energiaértékek másképp függnek a test helyétől, a megtett úttól, és a mozgás idejétől! Az energia a magasságnak lineáris függvénye, de mivel egyenletesen gyorsuló mozgásról van szó, és az út négyzetesen függ az idődtől, ennek így kell lenni az energia esetében is. Tehát az időfüggvényeknek paraboláknak kell lenniük.

Ez sokaknak szépen sikerült is.

Néhányan nem vették figyelembe azt a kitélt, hogy „A test helyzeti energiáját az elindítás helyétől számítsa!” Ez okozott is némi nehézséget számukra.

Megjegyzések

A feladat forrása: **DRS 1.27. feladat**

A feladat céljai és a tapasztalatok:

- Annak vizsgálata, hogy a sebesség – gyorsulás fogalmak elkülönülnek-e rendesen? A korábbi évek tapasztalata az volt, hogy amikor megfordul a test, vagyis a legfelső ponton, akkor a hallgatók egy része szerint megfordul a gyorsulás iránya is. Holott végig csak a Föld hat a testre (közegellenállástól eltekintve), mely végig állandó irány. Ezt a tévedést ebben az évben is tapasztaltam. A 70 főből 21 esetben, mely nem kevés. Néhány esetben az is előfordult, hogy a legfelső pontban, az 5 s – nál a gyorsulás értékére 0 – t írtak, majd megjelent a már említett előjelváltás. A sebesség esetében 22 esetben nem

jelölték a sebesség irányának változását. Az előbb említett fogalmi problémák ellenére ezen hallgatók jelentős része is jól, vagy részben jól el tudta végezni a számításokat. Ez arra enged következtetni, hogy pontos fogalmi megértés hiányában, a jelenség végiggondolása nélkül, egyszerűen csak a képletekbe való behelyettesítéssel oldották meg korábban a gyakorló feladatokat.

- Függvények ábrázolása. Ez általában rendben volt. Ebben sokat segített a kitöltött táblázat.
- A várható eredmény becslése a mozgás lefolyása és a mozgást leíró függvények ismerete alapján. Ez szokatlan elem egy dolgozat esetében. De ennek ellenére sok hallgató próbálkozott, nem is eredménytelenül.

Többen szépen átgondolták, hogy ha a test a talajra érkezik, akkor a kiindulási helyre a 10 s elteltével 50 m/s-mal érkezik vissza. Így ahhoz, hogy még 20 m-t megtegyen 10 m/s² –tel gyorsulva, nagyon kevés idő szükséges. Tehát az összes idő 10 s –nál kicsit nagyobb lesz. Mivel két megoldás adódott, és a másik negatív, az nem volt megfelelő a feladat szempontjából, melyre sokan utaltak is.

A másik esetben is szépen átgondolták, hogy két megoldásnak kell lennie. Ebben segített a grafikon is, és az idők 1,5 s és 8,5 s körül lesznek. Volt, aki azt is szépen átgondolta, hogy mivel 5 s-ig megy fel a test, és lassul, tehát az időnek 2,5 s-nál kevesebbnek kell lennie.

Érdekes volt ebben az esetben, hogy az sokaknak nem volt egyértelmű, hogy a hely az a maximális magasság fele kell, hogy legyen. Többen bonyolult módon végül ki is számolták. Illetve voltak, akik csak az egyik időértéket számolták ki.

A pontozás a következő volt: az a), b) és c) rész 2-2 pont, míg a d) és e) 4-4 pont, mivel 2-2 grafikont kértem.

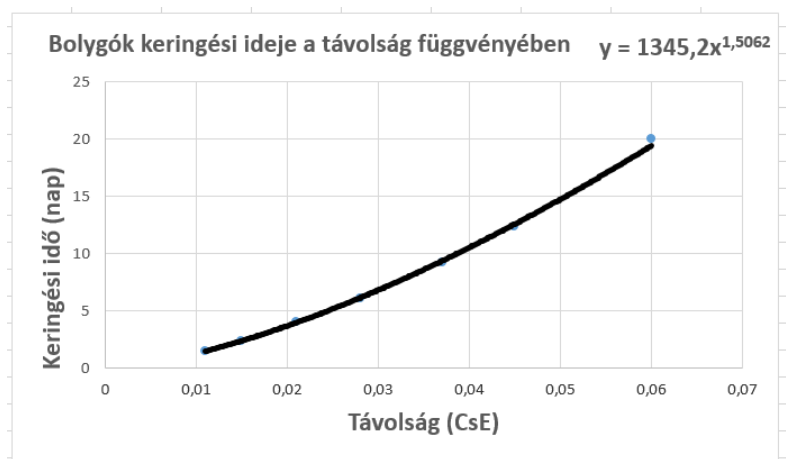
- 1.) Hét kisebb, nagyjából Föld nagyságú bolygó kering egy csillagászati értelemben véve közelinek számító, tőlünk 39 fényévnnyire található TRAPPIST-1 nevű úgynevezett törpecsillag körül, jelentették be kutatók a NASA 2017. február 22-én tartott sajtótájékoztatóján. A bolygóknak a csillagtól mért átlagos távolsága és keringési ideje az alábbi táblázatban található, mely adatokat grafikusán is ábrázoltunk.**

- a.) Az alábbi táblázati *adatok*, és a *grafikon* segítségével is becsülje meg a törpecsillag tömegét! Mi fedezhető fel a görbe egyenletében?
- b.) Hasonlítsa össze a csillag tömegét a Nap tömegével!
- c.) Milyen közelítő feltevéseket használt fel a becslés során?

A Csillagászati Egység, ami a Nap - Föld távolság $1,5 \cdot 10^{11}$ m,

a gravitációs állandó $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, a Nap tömege $2 \cdot 10^{30}$ kg.

R (CsE)	T (nap)
0,011	1,51
0,015	2,42
0,021	4,05
0,028	6,1
0,037	9,21
0,045	12,35
0,06	20



Megjegyzések

A feladat célja friss, új tudományos felfedezés felhasználása annak bemutatására, hogy a közoktatás során tanult segítségével miként lehet azokat értelmezni. A *tanult törvények felhasználásával*, alkalmazásával kell megbecsülni a cikkek, híradásokból kiolvasható adatok segítségével egyes jellemző mennyiségeket. Jelen esetben a vörös törpecsillag tömegét kell meghatározni a bolygói mozgási adatainak segítségével.

Függvényből megfelelő adatok kiolvasása, Kepler 3. törvényének felismerése.

Írjuk fel a mozgásegyenletet! A Newton-féle gravitációs erőtvénnyt alkalmazzuk, ahol M a csillag tömege, m pedig az egyik bolygó tömege és tekintsük a bolygók mozgását kör alakúnak:

$$\gamma M \cdot m / R^2 = m \cdot R \cdot \omega^2 \quad \text{ahol } \omega = 2 \cdot \pi / T$$

$$\gamma M \cdot m / R^2 = m \cdot R \cdot 4 \cdot \pi^2 / T^2 \quad \text{innen, a bolygó } m \text{ tömegével egyszerűsíthetünk}$$

$$\frac{\gamma \cdot M}{4 \cdot \pi^2} = \frac{R^3}{T^2}, \text{ ami ténylegesen Kepler 3. törvénye. Innen}$$

$$T^2 = (4 \cdot \pi^2 / \gamma M) \cdot R^3$$

Ez fedezhető fel a görbe egyenletében, melyet négyzetre emelve:

$$y^2 = 1,81 \cdot 10^6 \cdot x^3$$

$$(4 \cdot \pi^2 / \gamma M) \cdot (1,5 \cdot 10^{11})^3 / (8,64 \cdot 10^4)^2 = 1,81 \cdot 10^6.$$

Vegyük figyelembe, hogy a keringési idő napokban, ami $8,6 \cdot 10^4$ s, és a távolság Csillagászati Egységben, ami a Nap-föld távolság $1,5 \cdot 10^{11}$ m, van megadva!

A gravitációs állandó $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

Az x kitevőjét 1,5-del közelítjük. Mivel a gravitációs állandó ismert, így az egyenletben csak a csillag M tömege az ismeretlen.

$M \approx 0,15 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, ami a Nap tömegének tizedénél is kisebb, kb. 8%-a.

Megjegyzések

Ezen a módon senki nem számolt.

Néhányan felfedezték a görbe egyenletében Kepler 3. törvényét.

Annak ellenére, hogy a görbe egyenlete meg volt adva, többen látták azt lineárisnak, vagy majdnem lineárisnak. És voltak, akik exponenciálisnak nézték.

Táblázatból:

$$T^2 = (4 \pi^2 / \gamma M) R^3$$

Bármelyik bolygó adatpárjából kinézni a keringési időt és a távolságot. Át lehet azokat váltani SI-re és beírni a fenti összefüggésbe:

$$T^2 / (8,64 \cdot 10^4)^2 = (4 \pi^2 / \gamma M) (1,5 \cdot 10^{11})^3 R^3$$

$$M = 0,27 \cdot 10^{36} R^3 / T^2 = 0,27 \cdot 10^{36} 5,78 \cdot 10^{-7} = \underline{1,56 \cdot 10^{29} \text{ kg.}}$$

A legtöbben így számoltak. Sokan jól számoltak, de akadtak olyanok, akik extrém nagy, vagy éppen extrém kicsi tömeget számoltak ki, és ez fel sem tűnt számukra.

Vagy a legegyszerűbb módszer a keringési időt is évbe átszámolni, így a Földre vonatkoztatott egységekkel számolni:

R^3/T^2		R (CsE)	T (nap)	T (év)
0,0778		0,011	1,51	0,00414
0,0768		0,015	2,42	0,00663
0,0752		0,021	4,05	0,01110
0,0786		0,028	6,1	0,01671
0,0796		0,037	9,21	0,02523
0,0796		0,045	12,35	0,03384
0,0719		0,06	20	0,05479

Melyben az R^3/T^2 arány a Naptömeghez viszonyított értéket szolgáltatja. És ez ténylegesen alig 8 %.

Ez azért van, mivel a CsE csillagászati egység a Földpálya nagysága, a keringési idő egysége pedig az 1 év. A Naprendszer esetében az arány kb. 1.

	CsE	T	R^3/T^2
Merkúr	0,387	0,24	1,01
Vénusz	0,723	0,62	0,98
Föld	1	1	1,00
Mars	1,524	1,88	1,00
Jupiter	5,203	11,86	1,00
Szaturnusz	9,537	29,46	1,00
Uránusz	19,191	84	1,00
Neptunusz	30,069	164,79	1,00

Megjegyzések

Az Excel segítségével egyszerű az összesre „ráhúzni” a képletet. Természetesen a dolgozatban ezt nem várhattuk el.

Közelítő feltevések: csak a bolygók és a központi csillag kölcsönhatását vettük figyelembe, de a bolygók egymásra gyakorolt hatását nem. Pedig az is jelentős, hiszen csillagászati értelemben nagyon közel vannak egymáshoz. A csillag tömegéhez képest a bolygók tömegét elhanyagoltuk. Továbbá körpályával közelítettünk. És a kitevőt 1,5-nek vettük.