

FIZIKA

középszintű érettségi

szóbeli vizsga

ÚJ TÉTELSOR-TERVEZET*

2020

Készítette:

Klement András

szaktanár

* A koronavírus-járvány miatt a szóbeli vizsga elmaradt, így ez a tételsor-tervezet soha nem került felhasználásra.

*A kísérleti összeállításokat bemutató képeket
Klement András szaktanár készítette
a Körmendi Kölcsey Ferenc Gimnázium
Fizika szaktantermében, 2017-ben.*

1. Az egyenes vonalú mozgások¹

Feladat:

A Mikola-csőben lévő buborék mozgását tanulmányozva igazolja az egyenes vonalú egyenletes mozgásra vonatkozó összefüggést!

Szükséges eszközök: Mikola-cső; dönthető állvány; befogó; stopperóra; mérőszalag.

A kísérlet leírása:

Rögzítse a Mikola-csövet a befogó segítségével az állványhoz, és állítsa pl. 20° -os dőlésszögre! Figyelje meg a buborék mozgását, amint az a csőben mozog! A stopperóra és a mérőszalag segítségével mérje meg, hogy mekkora utat tesz meg a buborék egy előre meghatározott időtartam (pl. 3 s) alatt! Ismétlje meg a mérést még kétszer, és minden alkalommal jegyezze fel az eredményt! Utána mérje meg azt, hogy mennyi idő alatt tesz meg a buborék egy előre meghatározott utat (pl. 40 cm-t)! Ezt a mérést is ismétlje meg még kétszer, eredményeit jegyezze fel! Utána növelje meg a Mikola-cső dőlésének szögét 45° -osra és az új elrendezésben ismét mérje meg háromszor, hogy adott idő alatt mennyit mozdul el a buborék, vagy azt, hogy adott távolságot mennyi idő alatt tesz meg!



I. A kísérlet elemzésére vonatkozó feladatok

1. Határozza meg mindkét dőlésszög esetében a buborék átlagos sebességét az adott időtartamhoz tartozó utakból!
2. Határozza meg mindkét dőlésszög esetében a buborék átlagos sebességét az adott utakhoz tartozó időtartamokból!
3. Értékelje a kapott eredményeket!

¹ Mechanika, elvégzendő kísérlet; Központi kísérletlista 2.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Jellemezze az egyenes vonalú egyenletes mozgást! Ismertesse az egyenletes mozgás sebességének fogalmát, kiszámítási módját és mértékegységeit!

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) Vonatkoztatási rendszer

- Mit jelent a mozgás viszonylagossága? Ismertesse a vonatkoztatási rendszer és speciálisan a Descartes-féle derékszögű koordinátarendszer fogalmát! Ismertesse a helyvektor és az elmozdulásvektor fogalmát!
- Fogalmazza meg a Galilei-féle relativitási elvet! Említsen rá gyakorlati példát!
- Fogalmazza meg az egyenes vonalú egyenletes mozgás dinamikai feltételét! Milyen összefüggésben van ez Newton törvényeivel?

B) Az egyenes vonalú egyenletes mozgás grafikonjai

- Vázolja fel két különböző sebesség esetén a sebesség-idő grafikonot!
- Vázolja fel két különböző sebesség esetén az út-idő grafikonot!
- Hogyan lehet meghatározni általánosan a sebesség-idő grafikonból a megtett utat?

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Galilei, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. A kísérlet összeállítása	5 pont	
2. A kísérlet elvégzése	5 pont	
3. A kísérlet elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
4. A kísérlet elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
5. A kísérlet elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

2. Munka, mechanikai energia²

Feladat:

Lejtőn leguruló kiskocsi segítségével tanulmányozza a mechanikai energiák egymásba alakulását!

Szükséges eszközök:

Erőmérő; kiskocsi; nehezékek; sín; szalagrugó; mérőszalag

A kísérlet leírása:

Kis hajlásszögű (5° - 20°) lejtőként elhelyezett sín végére rögzítünk a sínnel párhuzamosan szalagrugót. A kiskocsit három különböző magasságból engedje el, és figyelje meg a rugó összenyomódását! Keresse meg azt az indítási magasságot, amikor a kiskocsi éppen teljesen összenyomja a rugót! A nehezékek segítségével duplázza, illetve triplázza meg a kiskocsi tömegét, és a megnövelt tömegek esetén is vizsgálja meg, milyen magasságból kell elengedni a kiskocsit, hogy a rugó éppen teljesen összenyomódjon!



I. A kísérlet elemzésére vonatkozó feladatok

1. Milyen energiája van indításkor a kiskocsinak? Hogyan változik ez, ha az indítási magasságot növeljük? Hogyan változik közben a rugó összenyomódása?
2. Hogyan változik a maximális összenyomódáshoz tartozó indítási magasság a kiskocsi tömegének növelésekor?
3. Ismertesse a mechanikai energiák egymásba alakulását, ill. azok mértékét az indítás, az ütközés előtti és a teljes összenyomódás pillanatában!

² Mechanika, elvégzendő kísérlet; Központi kísérletlista 3.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Értelmezze a mechanikai energia fogalmát! Ismertesse a mechanikai energia fajtáit és kiszámítási módjukat! Ismertesse a mechanikai energia megmaradásának tételét!

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) Munka

- Értelmezze a munkavégzés és a munka, mint előjeles skalármennyiség fogalmát!
- Értelmezze szemléletesen a változó erő munkáját!
- Nevezzen meg két munkafajtát, és adja meg kiszámítási módjukat!

B) Teljesítmény, hatások

- Határozza meg a teljesítmény fogalmát és mértékegységeit!
- Határozza meg a hatások fogalmát!
- Ismertesse az energia SI- és technikai mértékegységét és átváltásukat!

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Joule, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. A kísérlet összeállítása	5 pont	
2. A kísérlet elvégzése	5 pont	
3. A kísérlet elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
4. A kísérlet elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
5. A kísérlet elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

3. Pontszerű és merev test egyensúlya, egyszerű gépek³

Feladat:

Erőmérővel kiegyensúlyozott karos mérleg segítségével tanulmányozza a merev testre ható forgatónyomatékokat és az egyszerű emelők működési elvét!

Szükséges eszközök: Karos mérleg; erőmérő; súly;
mérőszalag

A kísérlet leírása:

Egy egyensúlyban lévő karos mérleg egyik oldalára akassza fel az ismert súlyú testet, és jegyezze fel a távolságot a rögzítési pont és a kar forgástengelye között! Rögzítse az erőmérőt a mérleg másik karján, a forgástengelytől ugyanekkora távolságra! Egyensúlyozza ki a mérleget függőleges irányú erővel, és a mért erőértéket jegyezze le! Változtassa meg az erőmérő rögzítési helyét (pl. a forgástengelytől fele- vagy harmadakkora távolságra, mint az első esetben), és ismét egyensúlyozza ki! A mért erőértéket és a forgástengelytől való távolságot ismét jegyezze fel!

Készítsen értelmező rajtot, amely az elvégzett mérés esetében a mért erőértékek arányait és irányait magyarázza!



I. A kísérlet elemzésére vonatkozó feladatok

1. Milyen összefüggést talál az erőmérő forgástengelytől mért távolsága és a kiegyensúlyozáshoz szükséges erő nagysága között?
2. Készítsen értelmező rajtot, amely az elvégzett mérés esetében a mért erőértékek arányait és irányait magyarázza! Nevezze meg a rajzon szereplő fizikai mennyiségeket!
3. Fogalmazza meg tapasztalatai alapján a karos mérleg egyensúlyának feltételét!

³ Mechanika, elvégzendő kísérlet; Központi kísérletlista 4.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Értelmezze a merev test fogalmát! Miben különbözik haladó és forgó mozgás? Mondjon példát mindkettőre! Értelmezze a forgatónyomaték fogalmát! Fogalmazza meg a pontszerű és a merev test egyensúlyának általános feltételét!

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) Merev testre ható erők összegzése

- Jellemezze a merev testre ható párhuzamos hatásvonalú, egyirányú erők eredőjét!
- Jellemezze a merev testre ható párhuzamos hatásvonalú, ellentétes irányú erők eredőjét!
- Értelmezze az erőpár fogalmát! Adja meg forgatónyomatékának nagyságát és irányát! Hol találkozunk a gyakorlatban erőpárral?

B) Egyszerű gépek

- Értelmezze az egyszerű gép fogalmát! Mire használhatjuk és mire nem?
- Ismertesse az egyszerű gépek fajtáit! Mondjon rájuk gyakorlati példát!
- Hasonlítsa össze ábrák segítségével az egyoldalú- és kétoldalú emelő működését!

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Arkhimédész, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. A kísérlet összeállítása	5 pont	
2. A kísérlet elvégzése	5 pont	
3. A kísérlet elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
4. A kísérlet elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
5. A kísérlet elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

4. Periodikus mozgások⁴

Feladat:

Különböző tömegű súlyok felhasználásával vizsgálja meg egy rugóra rögzített, rezgőmozgást végző test periódusidejének függését a test tömegétől!

Szükséges eszközök:

Bunsen-állványra rögzített rugó; legalább öt, ismert tömegű súly vagy súlysorozat; stopperóra; milliméterpapír.

A kísérlet leírása:

Rögzítse az egyik súlyt az állványról lelógó rugóra, majd függőleges irányban kissé kitérítve óvatosan hozza rezgésbe! Ügyeljen arra, hogy a test a mozgás során ne ütközzön az asztalhoz, illetve, hogy a rugó ne lazuljon el teljesen! A rezgőmozgást végző test egyik szélső helyzetét alapul véve határozza meg a mozgás tíz teljes periódusának idejét, és ennek segítségével határozza meg a periódusidőt! A mérés eredményét jegyezze le, majd ismételje meg a kísérletet a többi súllyal is! A mérési eredményeket, valamint a kiszámított periódusidőket rögzítse táblázatban, majd ábrázolja a milliméterpapíron egy periódusidő-tömeg grafikonon! Tegyen kvalitatív megállapítást a rezgésidő tömegfüggésére!



I. A kísérlet elemzésére vonatkozó feladatok

1. Befolyásolja-e a kitérítés mértéke, ill. a csillapodás a rezgések periódusidejét? Miért kell 10 rezgés idejét mérnünk? Hogyan befolyásolja a reakcióidőnk a mérés pontosságát?
2. Készítse el a milliméterpapíron a periódusidő-tömeg grafikont!
3. Elemezze a grafikont a függvény menetének kvalitatív vizsgálata alapján!

⁴ Mechanika, elvégzendő kísérlet; Központi kísérletlista 5.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Ismertesse, milyen kísérleti összeállítással és hogyan lehet kimutatni az egyenletes körmozgás és a harmonikus rezgőmozgás közötti kapcsolatot! Mi ez a kapcsolat és mi a következménye?

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) Egyenletes körmozgás

- Sorolja fel és értelmezze az egyenletes körmozgás fogalmát és jellemző mennyiségeit!
- Ismertesse a centripetális gyorsulás és a centripetális erő fogalmát!
- Ismertesse az egyenletes körmozgás dinamikai feltételét!

B) Harmonikus rezgőmozgás

- Sorolja fel és értelmezze a harmonikus rezgőmozgás fogalmát és jellemző mennyiségeit!
- Ismertesse a harmonikus rezgőmozgást végző test kitérésének, sebességének és gyorsulásának időtől való függését! Milyen kapcsolat van ez alapján a gyorsulás és a kitérés között?
- Ismertesse harmonikus rezgőmozgás dinamikai feltételét!

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Huygens, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. A kísérlet összeállítása	5 pont	
2. A kísérlet elvégzése	5 pont	
3. A kísérlet elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
4. A kísérlet elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
5. A kísérlet elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

5. A testek tehetetlenségének vizsgálata⁵

Feladat:

Helyezzen a pohár szájára egy CD-lemezt, és arra egy pénzérmet! Pöckölje ki vagy rántsa ki hirtelen a CD-lemezt a pénz alól, és az érme az üvegbe hullik.

Szükséges eszközök:

Pohár; azt lefedő CD lemez; egy pénzérme, vonalzó a kiütéshez.

A kísérlet leírása:

A CD lemez gyors mozdulattal kiüthető vagy kirántható a pénz alól úgy, hogy az az edénybe belehull. A pénzérmeire ható erők részletes vizsgálatával magyarázza a kísérletben bemutatott jelenséget! Magyarázza a CD-lemez sebességének szerepét!



I. A kísérlet elemzésére vonatkozó feladatok

1. Ismertesse, hogy milyen erők hatnak a pénzérmeire a CD-lemez mozgása közben, ha együtt mozog vele! Melyik erő biztosítja, hogy együtt mozoghassanak?
2. Miért nem képes a pénzérme együtt mozogni a CD-lemezzel, ha nagyon gyorsan ütjük ki a lemezt? Tényleg a lemez sebessége számít vagy valami más? Miért?
3. Hogyan kapcsolódik a kísérlet a tehetetlenség törvényéhez?

⁵ Mechanika, elvégzendő kísérlet; Központi kísérletlista 8.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Ismertesse Newton törvényeit!

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) Az erő

- Ismertesse az erőt, mint vektormennyiség fogalmát és mértékegységét! Ismertesse két erő összegzésének módszereit!
- Ismertesse az erő mértékegységének sztatikai és dinamikai meghatározását!
- Értelmezze és hasonlítsa össze a tapadási és a csúszási súrlódási erőt!

B) A lendület

- Ismertesse a lendület, mint vektormennyiség fogalmát és mértékegységét!
- Ismertesse a lendülettétele! Newton melyik törvényével kapcsolatos?
- Ismertesse a lendületmegmaradás tételét! Ismertesse egy gyakorlati alkalmazását!

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Newton, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. A kísérlet összeállítása	5 pont	
2. A kísérlet elvégzése	5 pont	
3. A kísérlet elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
4. A kísérlet elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
5. A kísérlet elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

6. Arkhimédész törvényének igazolása arkhimédészi hengerpárral⁶

Feladat:

Az arkhimédészi hengerpár segítségével mérje meg a vízbe merülő testre ható felhajtóerő nagyságát!

Szükséges eszközök:

Arkhimédészi hengerpár (egy rugós erőmérőre akasztható üres henger, valamint egy abba szorosan illeszkedő, az üres henger aljára akasztható tömör henger); érzékeny rugós erőmérő; főzőpohár.

A kísérlet leírása:

Mérje meg az üres henger és az aljára akasztott tömör henger súlyát a levegőn rugós erőmérővel! Ismétlje meg a mérést úgy, hogy a tömör henger teljes egészében vízbe lóg! Ezek után töltsön vizet az üres hengerbe úgy, hogy az csordultig megteljen, s ismétlje meg a mérést így is! Írja fel mindhárom esetben a rugós erőmérő által mért értékeket!



I. A kísérlet elemzésére vonatkozó feladatok

1. Miért mutatott kisebb erőt az erőmérő, amikor a henger vízbe merült?
2. Mire következtet a harmadik mérés eredményéből?
3. A mérés eredménye alapján határozza meg a felhajtóerő nagyságát!

⁶ Mechanika, elvégzendő kísérlet; Központi kísérletlista 11.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Ismertesse Pascal törvényét! Ismertesse a hidrosztatikai nyomás fogalmát és kiszámítási módját! Magyarázza meg ezek alapján a felhajtóerő fellépését! Fogalmazza meg Arkhimédész törvényét!

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) Hidrosztatika, aerosztatika

- Ismertesse Pascal törvénye alapján a hidraulikus sajtó működését! Nevezze meg egy gyakorlati alkalmazását!
- Ismertesse a hidrosztatikai paradoxon jelenségét!
- Ismertesse Torricelli kísérletét és annak alapján a légnyomás meghatározását!

B) Úszás, lebegés

- Értelmezze Arkhimédész törvénye alapján, hogy egy test sűrűségétől függően mi történik vele, ha folyadékba helyezük! Ismertesse ez alapján a tengeralattjáró működési elvét!
- Hogyan határozható meg egy ismeretlen test sűrűsége egy rugós erőmérő felhasználásával?
- Ismertesse az úszó test merülési mélységének meghatározását! Kvalitatív módon határozza meg, hogy mekkora terhet bír el az úszó test!

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Arkhimédész, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. A kísérlet összeállítása	5 pont	
2. A kísérlet elvégzése	5 pont	
3. A kísérlet elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
4. A kísérlet elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
5. A kísérlet elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

7. A hőtágulás bemutatása – golyó és lyuk hőtágulása⁷

Feladat:

A felfüggesztett fémgolyó éppen átfér a fémgűrűn (Gravesande-készülék). Melegítse Bunsen-égővel a fémgolyót, vizsgálja meg, hogy ekkor is átfér-e a gűrűn! Mi történik akkor, ha a gűrűt is melegíti? Vizsgálja meg a gűrű és a golyó átmérőjének viszonyát lehűlés közben!

Szükséges eszközök:

Gravesande-készülék; Bunsen-égő; hideg víz.

A kísérlet leírása:

Győződjön meg arról, hogy a golyó szobahőmérsékleten átfér a gűrűn! Melegítse fel a golyót, és vizsgálja meg, átfér-e a gűrűn! Melegítse fel a gűrűt, és így végezze el a vizsgálatot! Hűtse le a gűrűt a lehető legalacsonyabb hőmérsékletre, majd tegye rá a golyót, s hagyja fokozatosan lehűlni!



I. A kísérlet elemzésére vonatkozó feladatok

1. Átfér-e a felmelegített golyó a hideg gűrűn? Miért? Mi történik, ha felmelegítjük a gűrűt is?
2. Mi történik a gűrű nyílásával, miután lehűtjük? Mi történik a ráhelyezett, lehűlő golyóval?
3. Fogalmazd meg a kísérlet alapján az üregek hőtágulására vonatkozó törvényszerűséget!

⁷ Hőtan, elvégzendő kísérlet; Központi kísérletlista 14.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Értelmezze a szilárd testek hőtágulását és adja meg azok típusait! Vegye sorra mindegyik esetben a hőtágulás mértékét befolyásoló tényezőket és fogalmazza meg a hőtágulás törvényét! Milyen összefüggés van a törvényekben szereplő együtthatók között?

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) Folyadékok hőtágulása

- Miben különbözik a folyadékok hőtágulása a szilárd testekétől? Hasonlítsa össze a szilárd testek és a folyadékok hőtágulásának mértékét! Mondjon rá gyakorlati példát!
- Ismertesse a víz hőtágulásának különleges viselkedését! Milyen hatása van ennek a tavak élővilágára?
- Ismertesse a Celsius-féle higanyos hőmérő működési elvét és kalibrálását!

B) Hasznos és káros hőtágulás

- Soroljon fel 1-1 hasznos, ill. káros gyakorlati példát a szilárd testek lineáris hőtágulására!
- Soroljon fel 1-1 hasznos, ill. káros gyakorlati példát a szilárd testek térfogati hőtágulására!
- Soroljon fel 1-1 hasznos, ill. káros gyakorlati példát a folyadékok térfogati hőtágulására!

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Joule, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. A kísérlet összeállítása	5 pont	
2. A kísérlet elvégzése	5 pont	
3. A kísérlet elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
4. A kísérlet elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
5. A kísérlet elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

8. A lecsapódás jelensége – a gázok nyomása⁸

Feladat:

A lombikból kevés víz forralásával hajtja ki a levegőt! A lombikot zárja le egy léggömbbel, majd a lombikban rekedt vízgőzt hűtéssel csapassa le! Így a lombikban leesik a nyomás, a léggömb a lombikba „beszívódik”.

Szükséges eszközök:

Hőálló lombik; léggömb; vízmelegítésre alkalmas eszköz (vas háromláb, azbesztlap, facsipesz stb.); hideg víz egy edényben, hűtés céljára; védőkesztyű.

A kísérlet leírása:

A lombik aljára tegyen egy kevés vizet, és forralja fel! Fél perc forrás után vegye le a lombikot a tűzről, és feszítsen a szájára egy léggömböt úgy, hogy a léggömb kilógjon a lombikból! A lombikot hagyja lehűlni (hideg vízzel hűtse le)! Figyelje meg, mi történik a léggömbbel! Magyarázza a kísérletben bemutatott jelenséget!



I. A kísérlet elemzésére vonatkozó feladatok

1. Miért kell addig forralni a vizet, míg az összes levegőt ki nem hajtjuk a lombikból?
2. Miért fújódik fel a léggömb, miután a lombik szájára feszítjük? Mi történik a lombikban, amikor hideg vízzel öntjük le?
3. Értékelje azt a kijelentést, hogy leöntés után a „a lombik beszívja a léggömböt”!

⁸ Hőtan, elvégzendő kísérlet; Központi kísérletlista 15.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Jellemezze a testek különböző halmazállapotait! Sorolja fel az energiabefektetést igénylő, ill. az energiafelszabadulással járó átmeneteket

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) Halmazállapot-változások elemzése

- Ismertesse az olvadás folyamatát és értelmezze meghatározó mennyiségeit!
- Ismertesse a forrás folyamatát és értelmezze meghatározó mennyiségeit!
- Mondjon 1-1 gyakorlati példát az olvadáspont, ill. forráspont külső nyomástól való függésére!

B) A víz halmazállapot-változásai

- Ismertesse a természetben előforduló vizek (folyók, tavak, tengerek) halmazállapot-változásainak időjárást befolyásoló szerepét!
- Ismertesse a víz halmazállapot-változásának különlegességeit és ezek hatásait!
- Halmazállapot-változással magyarázza meg legalább két csapadékforma keletkezését!

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Watt, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. A kísérlet összeállítása	5 pont	
2. A kísérlet elvégzése	5 pont	
3. A kísérlet elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
4. A kísérlet elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
5. A kísérlet elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

9. A Boyle–Mariotte-törvény szemléltetése⁹

Feladat:

Elzárt gázt összenyomva tanulmányozza a gáz térfogata és nyomása közti összefüggést állandó hőmérsékleten!

Szükséges eszközök: Tú nélküli orvosi műanyag fecskendő.

A kísérlet leírása:

A fecskendő dugattyúját húzza ki a legutolsó térfogatjelzésig, majd szorítsa ujját a fecskendő csőrére olyan erősen, hogy légmentesen elzárja azt! Nyomja erősen befelé a dugattyút anélkül, hogy a fecskendő csőrén kiengedné a levegőt! Mit tapasztal? Mekkora térfogatúra tudta összehúzni a levegőt? A dugattyún a nyomást fenntartva hirtelen engedje el a fecskendő csőrét! Halk hangot hallhat a fecskendőből. Mi lehet a hanghatás oka? Húzza ki ismét a dugattyút a felső állásba, fogja be ismét a fecskendő csőrét, és nyomja be erősen a dugattyút! A fecskendő csőrét továbbra is befogva engedje el a dugattyút! Mi történik?

Végezze el a kísérletet úgy is, hogy az összenyomott fecskendő csőrét befogja, ezután kifelé húzza a dugattyút, majd ebből a helyzetből engedi el! Mi tapasztal?



I. A kísérlet elemzésére vonatkozó feladatok

1. Értelmezze a kísérlet során tapasztalható hanghatást!
2. Értelmezze a dugattyú elengedésekor bekövetkező jelenséget!
3. Értelmezze a dugattyú kihúzása közben és az elengedése után lejátszódó folyamatokat!

⁹ Hőtan, elvégzendő kísérlet; Központi kísérletlista 17.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Nevezze meg a gázok fizikai állapotát leíró állapotjelzőket, adja meg azok jelét és mértékegységét! Fogalmazza meg az állapotváltozás jelenségét! Ismertesse az egyesített gáztörvényt és a gázok állapotegyenletét!

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) Az izobár állapotváltozás

- Ábrázolja p – V grafikonon az izobár állapotváltozást!
- Ismertesse az izobár állapotváltozás kísérleti megvalósításának és a változó mennyiségek mérésének módját!
- Nevezze meg és fogalmazza meg a rá vonatkozó törvényszerűséget!

B) Az izotermikus állapotváltozás

- Ábrázolja p – V grafikonon az izotermikus állapotváltozást!
- Ismertesse az izotermikus állapotváltozás kísérleti megvalósításának és a változó mennyiségek mérésének módját!
- Nevezze meg és fogalmazza meg a rá vonatkozó törvényszerűséget!

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Kármán Tódor, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. A kísérlet összeállítása	5 pont	
2. A kísérlet elvégzése	5 pont	
3. A kísérlet elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
4. A kísérlet elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
5. A kísérlet elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

10. Testek elektromos állapota¹⁰

Feladat:

Különböző anyagok segítségével tanulmányozza a sztatikus elektromos töltés és a töltésmegosztás jelenségét!

Szükséges eszközök:

Két elektroszkóp; ebonit- vagy műanyag rúd; ezek dörzsölésére szőrme vagy műszálas textil; üvegrúd; ennek dörzsölésére bőr vagy száraz újságpapír.

A kísérlet leírása:

- a) Dörzsölje meg az ebonitrudat a szőrmével (vagy műszálas textillel), és közelítse az egyik elektroszkóphoz úgy, hogy ne érjen hozzá az elektroszkóp fegyverzetéhez! Mit tapasztal? Mi történik akkor, ha a töltött rudat eltávolítja az elektroszkóptól? Ismétlje meg a kísérletet papírral dörzsölt üvegrúddal! Mit tapasztal?
- b) Ismétlje meg a kísérletet úgy, hogy a megdörzsölt ebonitrudat érintse hozzá az egyik elektroszkóphoz! Mi történik az elektroszkóp lemezkéivel? Dörzsölje meg az üvegrudat a bőrrel (vagy újságpapírral), és érintse hozzá a másik elektroszkóphoz! Mi történik az elektroszkóp lemezkéivel? Érintse össze vagy kösse össze vezetővel a két elektroszkópot! Mi történik?



I. A kísérlet elemzésére vonatkozó feladatok

1. Milyen töltésű lesz a szőrmével dörzsölt ebonit rúd? Nevezze meg és értelmezze a jelenséget!
2. Mit tapasztal, amikor közelíti az elektroszkóphoz? Nevezze meg és értelmezze a jelenséget! Mit tapasztal a rúd távolítása közben? Miért?
3. Van-e különbség a szőrmével dörzsölt ebonit rúd és a bőrrel dörzsölt üvegrúd töltése között? Mit tapasztal, amikor ezeket hozzáérinti az elektroszkópokhoz? Nevezze meg és értelmezze a jelenséget! Mit tapasztal a két elektroszkóp összekötése után? Miért?

¹⁰ Elektromágnesség, elvégzendő kísérlet; Központi kísérletlista 19.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Ismertesse Coulomb törvényét és annak kísérleti igazolását! Értelmezze a Coulomb-törvény alapján a töltés mértékegységét! Értelmezze az elektromos és az elektrostatikus mező fogalmát! Ismertesse az elektromos mezőt jellemző fizikai mennyiségeket és mértékegységeiket!

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) Homogén elektromos mező

- Értelmezze a homogén elektromos mező fogalmát és szemléltesse erővonalak segítségével! Hogyan hozhatunk létre ilyen mezőt?
- Ismertesse a homogén elektromos mezőben az elektromos térerősség, fluxus, potenciál és feszültség meghatározását!
- Értelmezze az ekvipotenciális felület fogalmát! Határozza meg a homogén elektromos mező ekvipotenciális felületeit! Igaz-e, hogy a homogén elektromos mező konzervatív? Miért?

B) Feltöltött fémgömb elektromos mezője

- Egy fémgömbnek $+Q$ töltést adunk. Hogyan helyezkedik el a fémgömbön ez a töltés? Miért?
- Adja meg a fémgömb középpontjától való távolság függvényében az elektromos térerősség és az elektromos potenciál nagyságát!
- Szemléltesse erővonalak segítségével a kialakult elektromos mezőt! Ez alapján értelmezze az árnyékolás fogalmát, ill. ismertesse a Faraday-kalitka működési elvét és gyakorlati alkalmazásait!

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Faraday, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. A kísérlet összeállítása	5 pont	
2. A kísérlet elvégzése	5 pont	
3. A kísérlet elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
4. A kísérlet elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
5. A kísérlet elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

11. Soros és párhuzamos kapcsolás¹¹

Feladat:

Egy áramforrás és két zseblámpaizzó segítségével tanulmányozza a soros, illetve a párhuzamos kapcsolás feszültség- és teljesítményviszonyait!

Szükséges eszközök:

4,5V-os zsebtelep; két egyforma zsebizzó foglalatban; kapcsoló; vezetékek; feszültségmérő műszer, áramerősség-mérő műszer (digitális multiméter).

A kísérlet leírása:

Készítsen kapcsolási rajzot két olyan áramkörrel, amelyben a két izzó sorosan, illetve párhuzamosan van kapcsolva! A rendelkezésre álló eszközökkel állítsa össze mindkét áramkört! Mérje meg a fogyasztókra eső feszültségeket és a fogyasztókon átfolyó áram erősségét mindkét kapcsolás esetén! Figyelje meg az izzók fényerejét mindkét esetben!



I. A kísérlet elemzésére vonatkozó feladatok

1. A mérési eredmények alapján ismertesse a sorosan kapcsolt fogyasztókon átfolyó áram-, ill. feszültségviszonyokat!
2. A mérési eredmények alapján ismertesse a párhuzamosan kapcsolt fogyasztókon átfolyó áram-, ill. feszültségviszonyokat!
3. A fogyasztók fényerejének megfigyelése alapján állapítsa meg, hogy melyik esetben volt nagyobb a fogyasztók teljesítménye! Megállapítását indokolja meg mérési eredményei alapján!

¹¹ Elektromágnesség, elvégzendő kísérlet; Központi kísérletlista 21.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Ismertesse az egyenáram fogalmát és az áram irányát fémes vezetőben! Ismertesse az áramerősség fogalmát és mértékegységét! Fogalmazza meg Ohm törvényét! Ismertesse az elektromos munka és teljesítmény meghatározását!

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) Ellenállások soros kapcsolása

- Értelmezze az eredő ellenállás fogalmát! Ismertesse a sorosan kapcsolt ellenállások eredő ellenállására vonatkozó összefüggést! Megállapítását hozza kapcsolatba a fémes vezető ellenállására vonatkozó összefüggéssel! Milyen analógiát figyelhet meg?
- Ismertesse és értelmezze soros kapcsolás esetén a feszültségmegoszlásra vonatkozó összefüggést!
- Értelmezze a voltmérő méréshatárának kiterjesztését sorosan kapcsolt előtét-ellenállás alkalmazásával!

B) Ellenállások párhuzamos kapcsolása

- Értelmezze az eredő ellenállás fogalmát! Ismertesse a párhuzamosan kapcsolt ellenállások eredő ellenállására vonatkozó összefüggést! Megállapítását hozza kapcsolatba a fémes vezető ellenállására vonatkozó összefüggéssel! Milyen analógiát figyelhet meg?
- Ismertesse és értelmezze párhuzamos kapcsolás esetén az áramerősség megoszlására vonatkozó összefüggést!
- Értelmezze az ampermérő méréshatárának kiterjesztését párhuzamosan kapcsolt sönt-ellenállás alkalmazásával!

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Ohm, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. A kísérlet összeállítása	5 pont	
2. A kísérlet elvégzése	5 pont	
3. A kísérlet elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
4. A kísérlet elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
5. A kísérlet elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

12. Egyenes vezető mágneses terének vizsgálata¹²

Feladat:

Egyenes vezetőben indítson áramot! Az árammal átjárt vezető egyenes szakaszának környezetében vizsgálja a vezető mágneses terének szerkezetét egy iránytű segítségével.

Szükséges eszközök:

Áramforrás; vezető; iránytű.

A kísérlet leírása:

Az ábrán szereplő megoldást követve árammal átjárt egyenes vezetőt feszítünk ki egy iránytű környezetében. Először a vezető iránya észak-déli legyen, másodsor kelet-nyugati! Figyelje meg mindkét esetben az iránytű viselkedését! Végezze el a kísérletet fordított áramiránnyal is!



I. A kísérlet elemzésére vonatkozó feladatok

1. Tapasztal-e eltérést az iránytű kitérésében a vezető észak-déli, ill. kelet-nyugati elhelyezkedése esetén? Válaszát indokolja meg az áramjárta vezető körül kialakuló mágneses mező alapján!
2. Tapasztal-e eltérést az iránytű kitérésében a vezető áramirányának megfordítása esetén? Válaszát indokolja meg az áramjárta vezető körül kialakuló mágneses mező alapján!
3. Kísérleti vizsgálat nélkül elemezze, hogy mi történne, ha a vezetőt az iránytű alatt helyeznénk el változatlan áramirány mellett!

¹² Elektromágnesség, elvégzendő kísérlet; Központi kísérletlista 23.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Ismertesse a két párhuzamos áramjárta vezető kölcsönhatása alapján a mágneses mező létezését igazoló alapkísérletet! Definiálja a mágneses mező fogalmát! Értelmezze azt a fizikai mennyiséget, amellyel a mágneses mezőt jellemezzük! Milyen szemléletes jellemzési módját ismeri a mágneses mezőnek?

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) Az áram által gerjesztett mágneses mező

- Jellemezze az áramjárta hosszú egyenes vezető körül kialakult mágneses mezőt!
- Jellemezze az áramjárta egyenes tekercs (szolenoid) belsejében kialakult mágneses mezőt!
- Ismertesse az elektromágneset és nevezze meg két gyakorlati alkalmazását!

B) A homogén mágneses mező hatása az áramvezetőre, ill. mozgó töltésre

- Ismertesse a homogén mágneses mező áramvezetőre gyakorolt erőhatását!
- Ismertesse a homogén mágneses mező szabad töltéshordozóra gyakorolt erőhatását!
- Mondjon gyakorlati példát és alkalmazást a töltött részecskék mágneses mezőben történő eltérülésére!

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Ampère, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. A kísérlet összeállítása	5 pont	
2. A kísérlet elvégzése	5 pont	
3. A kísérlet elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
4. A kísérlet elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
5. A kísérlet elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

13. Elektromágneses indukció¹³

Feladat:

Légmagos tekercs és mágnesek segítségével tanulmányozza az elektromágneses indukció jelenségét!

Szükséges eszközök:

Középállású demonstrációs áramerősség-mérő; különböző menetszámú, vasmag nélküli tekercsek (például 300, 600 és 1200 menetes); 2 db rúd mágnes; vezetékek.

A kísérlet leírása:

Csatlakoztassa a tekercs két kivezetését az árammérőhöz! Dugjon be egy mágneset a tekercs hossztengele mentén a tekercsbe! Hagyja mozdulatlanul a mágneset a tekercsben, majd húzza ki a mágneset körülbelül ugyanakkora sebességgel, mint amekkorával bedugta! Figyelje közben az áramerősség-mérő műszer kitérését!

Ismételje meg a kísérletet fordított polaritású mágnessel is!

Ismételje meg a kísérletet úgy, hogy gyorsabban (vagy lassabban) mozgatja a mágneset!

Ezután fogja össze a két mágneset és a kettőt együtt mozgatva ismételje meg a kísérleteket!

Ismételje meg a kísérletet kisebb és nagyobb menetszámú tekercsrel is! Röviden foglalja össze tapasztalatait!



I. A kísérlet elemzésére vonatkozó feladatok

1. Kísérleti megfigyelései alapján értelmezze, hogyan függ a kialakuló áram erőssége a mágnes mozgatási sebességétől! Mi változik meg a tekercs belsejében a mágnes mozgatása közben? Lényeges-e, hogy milyen gyorsan történik ez a változás? Mit figyel meg a mozgásirány változtatása közben?
2. Mi történik, amikor egy mágnes helyett kettőt mozgatunk? Mi az oka?
3. Mi változik, amikor nagyobb menetszámú tekercset használunk? Mire következtethetünk ebből?

¹³ Elektromágnesség, elvégzendő kísérlet; Központi kísérletlista 25.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Értelmezze az elektromágneses indukció, a mozgási indukció és a nyugalmi indukció fogalmát! A kísérletben melyik jelenség szerepel? Mi a kétfajta indukció közös lényege? Fogalmazza meg Lenz törvényének mindkét fajta indukcióra érvényes közös alakját! Milyen általánosabb törvénynek felel meg Lenz törvénye?

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) A mozgási indukció

- Fogalmazza meg Faraday mozgási indukcióra vonatkozó törvényét! Értelmezze Lenz törvényét a mozgási indukcióra!
- Ismertesse a váltakozó feszültség előállítását!
- Ismertesse a dinamóelvet (öngerjesztés elvét)!

B) A nyugalmi indukció

- Fogalmazza meg Faraday nyugalmi indukcióra vonatkozó törvényét! Értelmezze Lenz törvényét a nyugalmi indukcióra!
- Ismertesse a transzformátor működését!
- Értelmezze az önindukció jelenségét és egy gyakorlati megvalósulását!

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Jedlik Ányos, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. A kísérlet összeállítása	5 pont	
2. A kísérlet elvégzése	5 pont	
3. A kísérlet elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
4. A kísérlet elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
5. A kísérlet elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

14. Geometriai fénytán – optikai eszközök¹⁴

Feladat:

Mérje meg a kiadott üveglencse fókusz távolságát és határozza meg dioptriaértékét!

Szükséges eszközök:

Ismeretlen fókusz távolságú üveglencse; sötét, lehetőleg matt felületű fémlemez (ernyőnek); gyertya; mérőszalag; optikai pad vagy az eszközök rögzítésére alkalmas rúd és rögzítők.

A kísérlet leírása:

Helyezze a gyertyát az optikai pad tartójára, és gyújtsa meg! Helyezze el az optikai padon a papírer nyőt, az ernyő és a gyertya közé pedig a lencsét! Mozgassa addig a lencsét és az ernyőt, amíg a lángnak éles képe jelenik meg az ernyőn! Mérje le ekkor a kép- és tárgy távolságot, és a leképezési törvény segítségével határozza meg a lencse fókusz távolságát!

A mérés eredményét felhasználva határozza meg a kiadott üveglencse dioptriaértékét!



I. A kísérlet elemzésére vonatkozó feladatok

1. Domború lencse milyen tárgy távolságok estén ad valódi képet? Milyen lehet a valódi kép? Adott helyzetű gyertya és ernyő estében a lencse hány helyzetében kaphat éles képet? Melyik helyzetet célszerű választani a méréshez?
2. Mit mond ki a leképezési törvény? Hogyan határozható meg belőle a lencse fókusz távolsága?
3. Hogyan határozható meg a mért eredményből a dioptria értéke? Mire kell vigyázni?

¹⁴ Optika, elvégzendő kísérlet; Központi kísérletlista 27.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Hogyan modellezi a fényt a geometriai optika? Ismertesse a fényvisszaverődés és a fénytörés törvényét! Ismertesse a teljes visszaverődés jelenségét! Mondjon gyakorlati példát az alkalmazására! Ismertesse a képalkotás jelenségét! Mikor beszélünk valódi és látszólagos képről?

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) Homorú tükör

- Ismertessen három nevezetes sugármenetet! Ismertesse a homorú tükör leképezési törvényét és értelmezze a benne szereplő mennyiségek előjelét!
- Elemezze részletesen azt az esetet, amikor a tárgy a kétszeres fókusz távolságon kívül helyezkedik el! Jellemezze a keletkező képet!
- Elemezze részletesen azt az esetet, amikor a tárgy a fókuszponton belül helyezkedik el! Jellemezze a keletkező képet! Említse meg ennek az esetnek egy gyakorlati alkalmazását!

B) Domború lencse

- Ismertessen három nevezetes sugármenetet! Ismertesse a domború lencse leképezési törvényét és értelmezze a benne szereplő mennyiségek előjelét!
- Elemezze részletesen azt az esetet, amikor a tárgy a kétszeres fókusz távolságon kívül helyezkedik el! Jellemezze a keletkező képet!
- Elemezze részletesen azt az esetet, amikor a tárgy a fókuszponton belül helyezkedik el! Jellemezze a keletkező képet! Említse meg ennek az esetnek egy gyakorlati alkalmazását!

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Galilei, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. A kísérlet összeállítása	5 pont	
2. A kísérlet elvégzése	5 pont	
3. A kísérlet elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
4. A kísérlet elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
5. A kísérlet elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

15. A polarizáció jelenségének bemutatása polárszűrővel¹⁵

Feladat:

A számológépre helyezett polárszűrőkkel tanulmányozza a fénypolarizáció jelenségét! Állapítsa meg az ismeretlen polárszűrőre jellemző polarizációs irányt!

Szükséges eszközök:

Két bekeretezett polárszűrő, melyek közül az egyik keretén meg van jelölve a polarizációs irány, a másikon nincsen; számológép; ceruza.

A kísérlet leírása:

Helyezze a számológép elé az ismert polarizációs irányú polárszűrőt! Helyezze rá a másik polárszűrőt! A felső szűrőt lassan körbeforgatva figyelje meg, hogyan változik a két szűrőn átjutó fény intenzitása! Ennek segítségével állapítsa meg a felső polárszűrőre jellemző, ismeretlen polarizációs irányt! A szűrő keretén tüntesse fel ezt az irányt!



I. A kísérlet elemzésére vonatkozó feladatok

1. Az első polárszűrőnél keressük meg azt az elhelyezkedést, amikor maximális mértékben átengedi a számológép LCD-kijelzőjének polarizált fényét! Mi történik, ha ehhez képest 90 fokkal elforgatjuk? Fokozatosan forgassa vissza eredeti állapotába, s figyelje közben a fény intenzitásának változását!
2. A második polárszűrőt forgassuk abba a helyzetébe, ahol maximálisan átengedi a kijelző fényét! Ellenőrizzük, hogy 90 fokkal elforgatásnál valóban teljesen elsötétül-e a kép!
3. A szűrő keretén tüntessük fel a polarizációs irányt! Vizsgálja meg, hogyan látja a természetes tárgyakat, ha a két polárszűrőt párhuzamos, ill. merőleges polarizációs irányjal helyezi egymásra!

¹⁵ Optika, elvégzendő kísérlet; Központi kísérletlista 29.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Ismertesse és jellemezze a teljes elektromágneses spektrum részeit! Miben egyeznek meg és mi-
ben különböznek egymástól? Helyezze el a látható fényt az elektromágneses spektrumban! So-
rolja fel és jellemezze a látható fény tartományának főbb színeit!

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) A fény hullámtulajdonságai

- Értelmezze Huygens elve alapján a fény terjedését, visszaverődését és törését!
- Értelmezze a fény interferenciájának jelenségét! Hogyan valósul meg a fényinterferencia a vízben úszó olajfolt esetében?
- Értelmezze a fényelhajlás jelenségét! Illusztrálja egy gyakorlati példával!

B) Színképek

- Jellemezze és értelmezze a prizma színképképződését!
- Jellemezze és értelmezze kvalitatív módon az optikai rács színképképződését! Hasonlítsa össze a prizma színképével!
- Ismertesse a színképelemzés gyakorlati alkalmazásait!

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Faraday, nevezze meg munkásságának egy fontos,
lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. A kísérlet összeállítása	5 pont	
2. A kísérlet elvégzése	5 pont	
3. A kísérlet elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
4. A kísérlet elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
5. A kísérlet elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

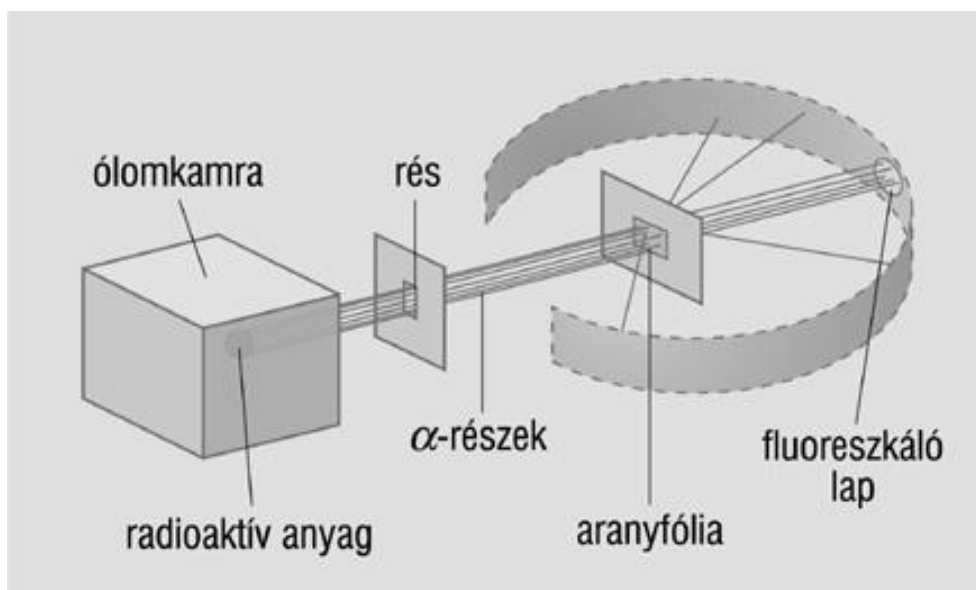
16. Rutherford kísérlete¹⁶

Feladat:

Ismertesse a Rutherford-féle szórási kísérlet lényegét a mellékelt vázlat alapján!

Szükséges eszközök:

A Rutherford-féle szórási kísérlet összeállításának vázlata.



I. Az ábra elemzésére vonatkozó feladatok

1. Mik az α -részecskék? Hogyan keletkeznek a kísérlet során? Miért van szükség ólomkamrára?
2. Mi az aranyfólia-lemez szerepe a kísérletben? Miért éppen arany? Mi a szerepe a fluoreszkáló lapnak?
3. Mire utalnak a lemez után szerteágazó vonalak? Mi okozza ezt az irányváltást?
4. Elképzelhető-e, hogy egy α -részecske teljesen visszafordul az aranyfólia-lemez előtt? Miért?
5. Mire következtetett Rutherford a kísérlet eredményéből?

¹⁶ Atomfizika, magfizika, kísérletelemzés; Sajátlista 1.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Vázolja fel a Rutherford-féle atommodellt! Mihez szokták hasonlítani és miért?

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) A modern atomelmélet kialakulása

- Mutassa be, hogy milyen – a XIX. és XX. század fordulója táján történt – felfedezések utaltak az atomok összetett voltára!
- Ismertesse az első – az atom belső felépítésére vonatkozó – atommodellt!
- Mondjon két példát arra, hogy milyen hasonlatokkal szokták illetni az előző pontban szereplő atommodellt!

B) Rutherford atommodelljének továbbfejlesztése

- Milyen hiányosságai vannak a Rutherford-féle atommodellnek?
- Ki és hogyan fejlesztette tovább?
- Indokolja röviden a hidrogén vonalas színképe kialakulását!

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Rutherford, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. Az ábra elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
2. Az ábra elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
3. Az ábra elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
4. Az ábra elemzésére vonatkozó 4. feladat	5 pont	
5. Az ábra elemzésére vonatkozó 5. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

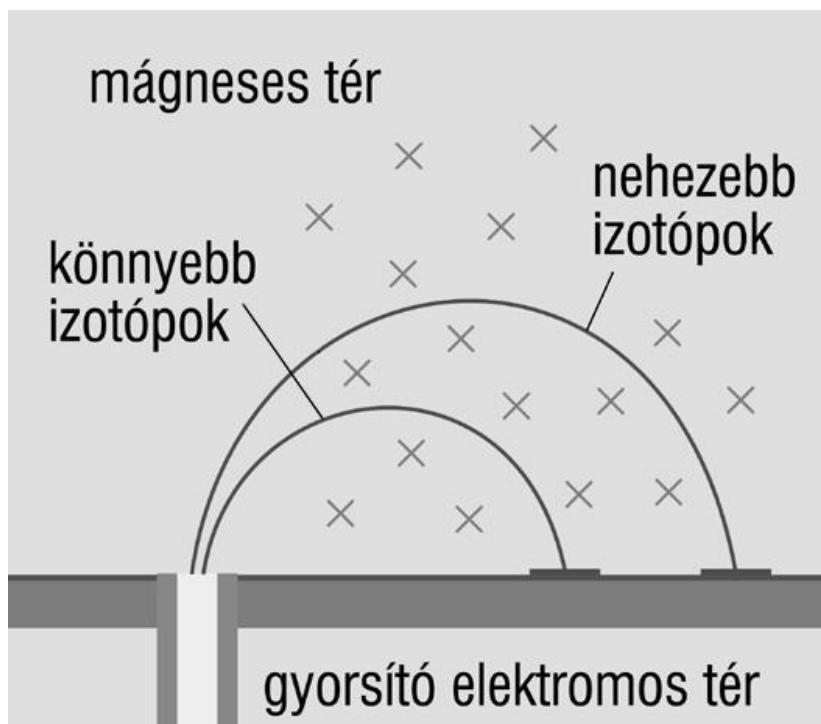
17. Izotópok szétválasztása¹⁷

Feladat:

Értelmezze az izotópok szétválasztására vonatkozó ábrát!

Szükséges eszközök:

A mágneses térrel történő izotópszétválasztás ábrája.



I. Az ábra elemzésére vonatkozó feladatok

1. Mit nevezünk izotópoknak, miben különböznek egymástól?
2. Működik-e a berendezés semleges atomok esetén? Említsen legalább két okot az ábra alapján! Mit tesznek az atomokkal az izotópok szétválasztása előtt?
3. Miért térülnek el az izotópok a mágneses mezőben? Nevezze meg a rájuk ható erőt! Milyen mennyiségek határozzák meg ennek az erőnek a nagyságát? Mit tudunk mondani az irányáról? Az ábra alapján meg lehet-e állapítani az izotópok töltésének előjelét?
4. Milyen pályán haladnak a felgyorsított izotópok a homogén mágneses mezőben? Milyen mennyiségek határozzák meg a pálya paramétereit?
5. Hogyan befolyásolja ezt a pályát az izotópok tömege? Hogyan történik ezek alapján a szétválasztásuk?

¹⁷ Atomfizika, magfizika, ábraelemzés; Sajátlista 2.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Ismertesse az atommag belső szerkezetét, összetevőinek jellemző mennyiségeit! Értelmezze a rendszám és tömegszám fogalmát, mit mondhatunk ezekről izotópok esetén?

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) Nukleáris kölcsönhatás

- Definiálja a nukleon fogalmát! Vegye sorra a nukleonok közötti fizikai kölcsönhatásokat!
- Indokolja meg a nukleáris kölcsönhatás, ill. magerő létezésének szükségességét!
- Jellemezze a magerőket intenzitás, hatótávolság és töltésfüggetlenség szempontjából! Ilusztrálja ezeket a tulajdonságokat egy jellemző hasonlattal!

B) Kötési energia

- Értelmezze a tömeghiány és a kötési energia fogalmát!
- Értelmezze az egy nukleonra jutó kötési energia fogalmát? Milyen különleges tulajdonsága van, és mi ennek a következménye?
- Értelmezze a fúzió és fisszió fogalmát! Miért energiatermelő folyamatok ezek? Mondjon mindkettőre két gyakorlati példát!

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Einstein, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. Az ábra elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
2. Az ábra elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
3. Az ábra elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
4. Az ábra elemzésére vonatkozó 4. feladat	5 pont	
5. Az ábra elemzésére vonatkozó 5. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

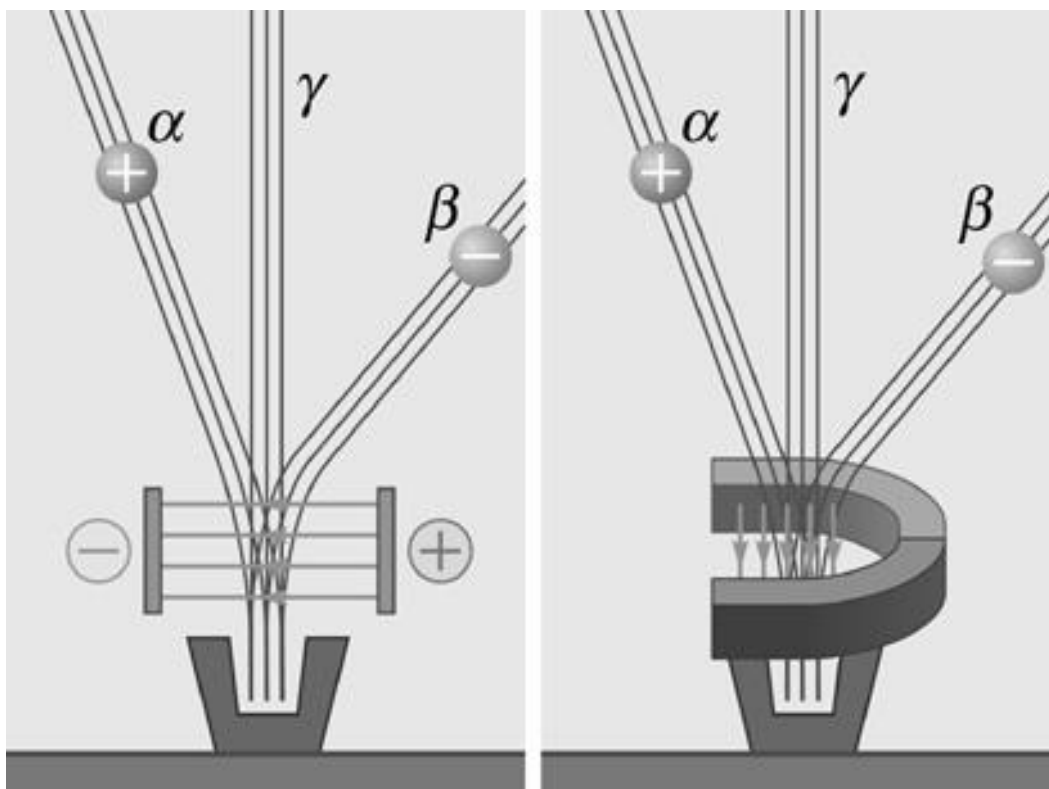
18. A radioaktív sugárzások keletkezése, radioaktív bomlás¹⁸

Feladat:

A mellékelt ábrán magyarázza el, hogyan választhatók szét a radioaktív sugárzások egyes komponensei!

Szükséges eszközök:

A sugárzások szétválasztását szemléltető ábra.



I. Az ábra elemzésére vonatkozó feladatok

1. Határozza meg a homogén elektromos, ill. mágneses mezőben lévő semleges, ill. töltéssel rendelkező részecskékre ható erőket!
2. Milyen pályákon mozognak az ábrákon látható módon homogén elektromos, ill. mágneses mezőbe lépő semleges, ill. töltéssel rendelkező részecskék, amíg a mezőkben vannak, és hogyan haladnak tovább, miután elhagyták a mezőket?
3. Az első ábrán milyen irányú az elektromos térerősség vektora? Helyesen ábrázolták-e a mágneses indukcióvektor irányát a patkómágnes mágneses mezőjében? Miért?
4. Hogyan állapíthatjuk meg az eltérülés irányából, hogy melyik az α - és melyik a β -sugárzás?
5. Hogyan állapíthatjuk meg az eltérülés nagyságából, hogy melyik az α - és melyik a β -sugárzás?

¹⁸ Atomfizika, magfizika, ábraelemzés; Sajátlista 3.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Ismertesse és jellemezze a radioaktív bomlások típusait!

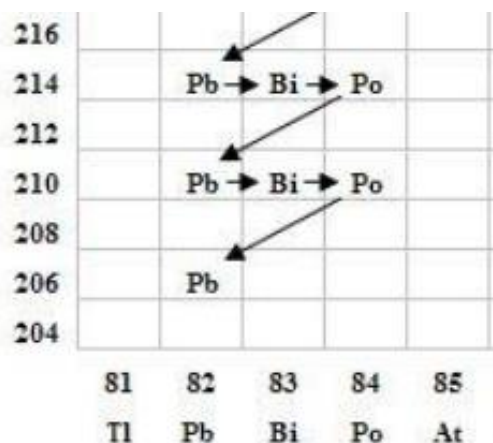
III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) A radioaktív bomlás időbeli lefolyása

- Értelmezze a bomlási állandó, az aktivitás és a felezési idő fogalmát?
- Írja fel és ábrázolja grafikonon a radioaktív bomlástörvényt!
- Ismertesse a radiokarbon kormeghatározás lényegét!

B) Radioaktív bomlási sorok

- Értelmezze a radioaktív bomlási sor fogalmát!
Mit mondhatunk a bomlási sor kiinduló és végső eleméről?
- Értelmezze a radioaktív egyensúly fogalmát!
- Értelmezze a bomlási sor részletét bemutató ábrán a nyilak jelentését!



IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt M. Curie, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. Az ábra elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
2. Az ábra elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
3. Az ábra elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
4. Az ábra elemzésére vonatkozó 4. feladat	5 pont	
5. Az ábra elemzésére vonatkozó 5. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

19. A gravitációs mező – gravitációs kölcsönhatás¹⁹

Feladat:

Fonálinga lengésidejének mérésével határozza meg a gravitációs gyorsulás értékét!

Szükséges eszközök: Fonálinga: legalább 30-40 cm hosszú fonálon kisméretű nehezék; stopperóra; mérőszalag; állvány.

A kísérlet leírása:

A fonálingát rögzítse az állványra, majd mérje meg a zsinór hosszát és jegyezze le! Kis kitéréssel hozza az ingát lengésbe! Ügyeljen arra, hogy az inga maximális kitérése 20 foknál ne legyen nagyobb! Tíz lengés idejét stopperrel lemérve határozza meg az inga periódusidejét! Mérését ismételje meg még legalább négyszer! A mérést végezze el úgy is, hogy az inga hosszát megváltoztatja – az új hosszal történő mérést is legalább ötször végezze el!



I. A kísérlet elemzésére vonatkozó feladatok

1. Számítsa ki mindkét fonálhossz esetében az átlagos lengésidőt!

2. A fonálinga lengésideje²⁰ $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$. Határozza meg ebből mindkét esetben g értékét!

3. Határozza meg a mérés relatív hibáját!

¹⁹ Gravitáció, csillagászat, elvégzendő kísérlet; Központi kísérletlista 37.

²⁰ A képlet ismerete nem középszintű vizsgakövetelmény.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Ismertesse Newton gravitációs törvényét és Cavendish kísérletét!

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) A gravitációs mező

- Jellemezze a gravitációs mezőt! Hasonlítsa össze az elektrosztatikus és mágneses mezővel!
- Jellemezze a Föld gravitációs mezőjét! Mi a nehézségi gyorsulás és hogyan változik az értéke a Föld különböző helyein?
- Cáfolja meg azt az állítást, hogy a Föld körül keringő űrhajóban azért van súlytalanság, mert ott már nem érvényesül a Föld gravitációs vonzása! Mi a súlytalanság tényleges oka?

B) Súly és súlytalanság

- Értelmezze a súlyerő és a súlytalanság fogalmát! Mondjon két példát a súlytalanságra!
- Ismertesse a sztatikai és dinamikai tömegmérés, ill. a súlyos és tehetetlen tömeg fogalmát!
- Az asztalra helyezünk egy testet. Értelmezze a következő fogalmakat: a testre ható gravitációs erő, a testre ható nehézségi erő, a test súlya, a teste ható tartóerő.

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Eötvös Loránd, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. A kísérlet összeállítása	5 pont	
2. A kísérlet elvégzése	5 pont	
3. A kísérlet elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
4. A kísérlet elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
5. A kísérlet elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	

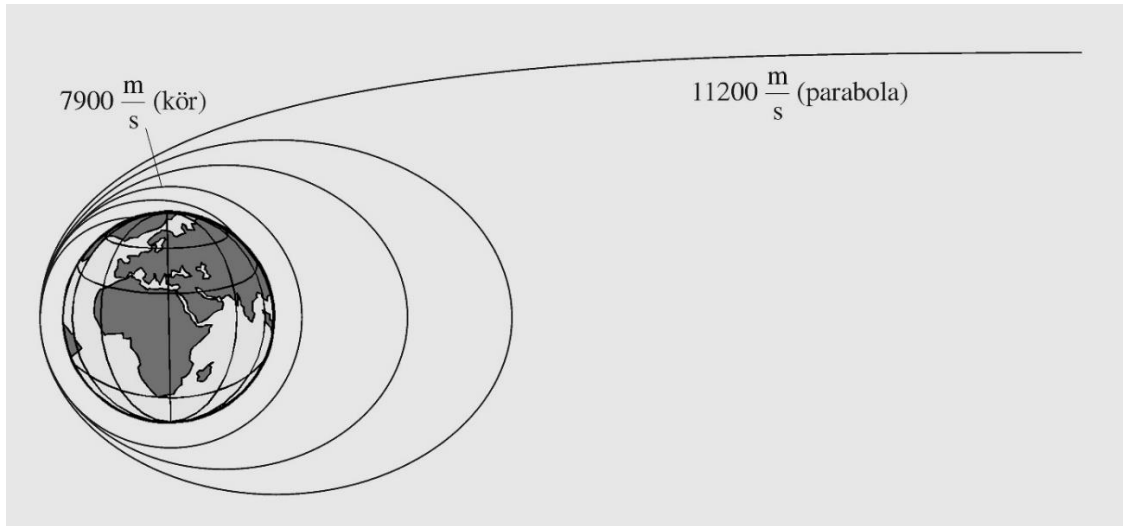
20. Föld körüli pályák elemzése²¹

Feladat:

Elemesse a mellékelt ábrát, és nevezze meg az ábra által közölt adatokat!

Szükséges eszközök:

Föld körüli pályákat bemutató ábra.



I. Az ábra elemzésére vonatkozó feladatok

1. A Föld felszínének közelében vízszintes irányban viszonylag kis sebességgel elhajítunk egy testet. Milyen erő hat rá? Milyen pályán mozog?
2. Fokozatosan növeljük a kezdősebességet. Mi történik, amikor elérjük az ábrán feltüntetett kisebb értéket? Nevezze meg kétféleképpen is ezt az adatot!
3. Tovább növelve a sebességet, milyen pályán mozog a test, amíg el nem érjük az ábrán feltüntetett nagyobb értéket? Melyik törvénynek felel meg ez a mozgás?
4. Nevezze meg kétféleképpen a nagyobb sebességértéket is. Mi történik, amikor ekkora kezdősebességgel indítunk egy testet?
5. Milyen mennyiségi összefüggés van a két sebességérték között? Mi történik, ha még nagyobb sebességgel indítunk egy testet a Föld felszínéről? Milyen pályán fog haladni?

²¹ Gravitáció, csillagászat, ábraelemzés; Sajátlista 4.

II. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés

Ismertesse a bolygók mozgását leíró törvényeket!

III. Választható kérdések (Az A) és B) kérdéscsoport közül csak az egyiket kell választani!)

A) A világmodellek fejlődése

- Ismertesse a geocentrikus világméretet és nevezze meg megalkotóját!
- Ismertesse a heliocentrikus világméretet és nevezze meg fő képviselőit!
- Nevezze meg a Naprendszer bolygóit! Nevezze meg azt a fizikust, aki először fedezte fel távcsövével egy bolygó négy holdját! Melyik ez a bolygó? Van-e minden bolygónak holdja?

B) Mesterséges égitestek

- Mit nevezünk mesterséges égitestnek? Nevezze meg a mesterséges égitestek típusait!
-
- Mit nevezünk geostacionárius pályának? Milyen gyakorlati előnye van?

IV. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés

Mikor (fél évszázad pontossággal) és hol élt Kepler, nevezze meg munkásságának egy fontos, lehetőleg a tétel témájához kapcsolódó eredményét!

Értékelési szempontok	Maximális pontszám	Elért pontszám
1. Az ábra elemzésére vonatkozó 1. feladat	5 pont	
2. Az ábra elemzésére vonatkozó 2. feladat	5 pont	
3. Az ábra elemzésére vonatkozó 3. feladat	5 pont	
4. Az ábra elemzésére vonatkozó 4. feladat	5 pont	
5. Az ábra elemzésére vonatkozó 5. feladat	5 pont	
6. A témához kapcsolódó elméleti kifejtendő kérdés	10 pont	
7. Választható kérdések a)	5 pont	
8. Választható kérdések b)	5 pont	
9. Választható kérdések c)	5 pont	
10. A témához kapcsolódó fizikatörténeti kérdés	5 pont	
<i>Tartalom összesen</i>	55 pont	
<i>A kifejtés módja</i>	5 pont	
Összesen	60 pont	