

Azonosító  
jel:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

**ÉRETTSÉGI VIZSGA • 2021. május 18.**

# FIZIKA

## EMELT SZINTŰ ÍRÁSBELI VIZSGA

**2021. május 18. 8:00**

Időtartam: 240 perc

|                |  |
|----------------|--|
| Pótlapok száma |  |
| Tisztázati     |  |
| Piszkozati     |  |

**EMBERI ERŐFORRÁSOK MINISZTERIUMA**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

## Fontos tudnivalók

Olvassa el figyelmesen a feladatok előtti utasításokat, és gondosan ossza be idejét!

A feladatokat tetszőleges sorrendben oldhatja meg.

Használható segédeszközök: zsebszámológép, függvénytáblázatok.

Ha valamelyik feladat megoldásához nem elég a rendelkezésre álló hely, a megoldást a feladatlap üres oldalain, illetve pótlapokon folytathatja a feladat számának feltüntetésével.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

## ELSŐ RÉSZ

Az alábbi kérdésekre adott válaszlehetőségek közül pontosan egy jó. Írja be ennek a válasznak a betűjelét a jobb oldali fehér négyzetbe! (Ha szükségesnek tartja, kisebb számításokat, rajzokat készíthet a feladatlapon.)

1. Egy vízszintes helyzetű,  $D$  rugóállandójú rugóval felszerelt kilövőszerkezet  $m$  tömegű lövedéket  $v$  sebességgel lő ki. Legalább mekkora volt a rugó összenyomódása?

- A)  $\Delta l \geq \frac{mgv}{D}$   
 B)  $\Delta l \geq \frac{mgv}{D^2}$   
 C)  $\Delta l \geq \sqrt{\frac{mv^2}{D}}$

2 pont

2. Milyen alakúak egy pontszerű elektromos töltés terében az ekvipotenciális felületek?

- A) A töltésből induló és sugárirányban kifelé haladó egyenesek.  
 B) Gömbhéjak, amelyeknek centrumában a töltés van.  
 C) Nincsenek ekvipotenciális felületek, mivel egy pontszerű töltés elektromos tere nem homogén.

2 pont

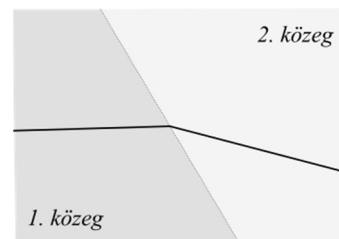
3. Űrhajó indul a Földről a Hold felé. Mikor tapasztalnak a benne ülő űrhajósok súlytalanságot?

- A) Akkor, amikor az űrhajó hajtóműve nincs bekapcsolva.  
 B) Abban a pontban a Föld és a Hold között, amikor a két égitest tömegvonzása éppen kiegyenlíti egymást.  
 C) Soha, hiszen a Föld tömegvonzása a Holdon túl is hat.

2 pont

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

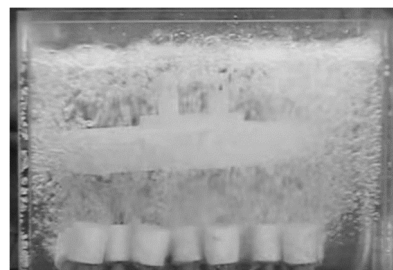
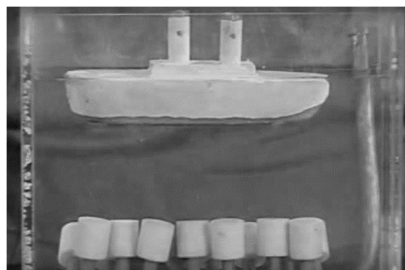
4. A képen egy fénysugár látható, amely két közegen halad át. A bal oldali közeg optikailag sűrűbb, a jobb oldali optikailag ritkább. Az ábra készítője elfelejtette bejelölni a fénysugár haladási irányát. Merre haladt a fénysugár?



- A) Az első közegből a második felé.  
B) A második közegből az első felé.  
C) Mindkét irányban haladhatott.

2 pont

5. A mellékelt képeken látható hajó úszik a kádban lévő vízben, de ha a kád alján lévő csöveken levegőt fújunk a vízbe, a buborékos vízben már elsüllyed. Miért süllyed el a hajó a buborékos vízben?



(Képek: <https://www.youtube.com/watch?v=nAmlvYJnURs>)

- A) Mert a buborékos víz örvénylik, így a Bernoulli-törvény értelmében kisebb a hidrosztatikai nyomása, következésképp a felhajtóerő is kisebb.  
B) Mert a buborékos vízben kisebb a felhajtóerő (ami a hajó által kiszorított víz súlyának felel meg).  
C) Mert a felszínre felcsapó hullámok miatt a hidrosztatikai nyomás lefelé is nyomja a hajót, így az már nem tud fent maradni.

2 pont

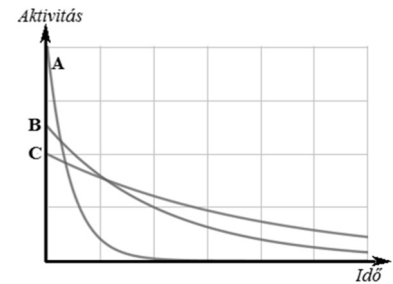
6. Egy hagyományos, 4,5 V névleges feszültségű volfrámszálas izzót változatható feszültségű áramforrásról üzemeltetünk. Először 1,5 V, majd 3 V, végül 4,5 V feszültségen működtetjük a lámpát, mely egyre magasabb hőmérsékleten izzik. Mit állíthatunk az áramkörben folyó áramerősségről?

- A) Az áramerősség a három esetben azonos.  
B) Az áramerősség a kezdeti érték kétszeresére, majd háromszorosára nő.  
C) Az áramerősség nő, de nem egyenes arányosan a feszültséggel.

2 pont

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

7. Egy laboratóriumban három anyagminta bomlását vizsgáltuk. Az aktivitásukat az idő függvényében közös grafikonon ábráztuk. Melyik anyagminta felezési ideje a leghosszabb?



- A) Az A jelűé.  
B) A B jelűé.  
C) A C jelűé.  
D) A grafikonból nem lehet megállapítani.

2 pont

8. A mellékelt képen a SpaceX cég „Falcon Heavy” űrrakétájához tartozó két hordozórakéta leszállása látható. A hordozórakéták kilövés után leválnak az űrrakétáról, visszatérnek, és a hajtómotor használatával simán visszaszállnak a bázisra. Mekkora erő hat a képen látható pillanatban a közelebbi leszállópályára?



(Kép: en.wikipedia.org)

- A) Semekkora, hiszen a rakéta még nem ért le.  
B) A hajtógázok egy részének súlya, amelyek már a leszállópályán égnek el.  
C) Akár a rakéta teljes súlyánál nagyobb erő is hathat, hiszen a rakéta éppen fékez.

2 pont

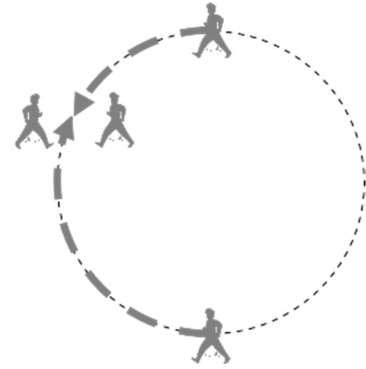
9. Két, azonos anyagból készült drótdarabot melegítünk, és azt tapasztaljuk, hogy a hosszúságuk ugyanannyival változik meg. Hogyan lehetséges ez?

- A) Bizonyos, hogy azonos mértékben melegítettük fel a két darabot.  
B) Bizonyos, hogy azonos volt a két darab hossza a melegítés előtt.  
C) Bizonyos, hogy azonos volt a kezdeti hőmérsékletük.  
D) Semelyik fenti feltételnek nem kell mindenképpen igaznak lennie.

2 pont

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

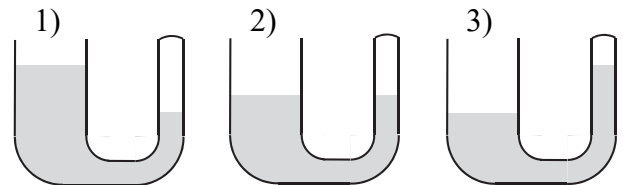
10. Egy kör alakú pálya két átellenes pontjából egy-egy gyalogos indul el egymással szemben 16 óra 0 perckor. Mindketten egyenletesen, de egymástól eltérő sebességgel haladnak. 16 óra 2 perckor találkoznak először. Mikor lesz a második találkozásuk, ha továbbra is változatlan sebességgel haladnak végig?



- A) 16 óra 4 perckor.
- B) 16 óra 6 perckor.
- C) 16 óra 8 perckor.
- D) Nem eldönthető, a gyalogosok sebességétől függ.

|        |  |
|--------|--|
| 2 pont |  |
|--------|--|

11. A képen látható U alakú cső bal oldali ága szélesebb és nyitott, a jobb oldali keskenyebb és felülről zárt. Vizet öntünk a nyitott részbe. A három rajz közül melyik mutatja helyesen, hogy az egyensúly beállta után hogyan helyezkedik el a víz az edényben?



- A) Az első ábra.
- B) A második ábra.
- C) A harmadik ábra.

|        |  |
|--------|--|
| 2 pont |  |
|--------|--|

12. Egy gyermek hintázik a játszótéren. A hintázás során a pályájának mely pontjában a legnagyobb a sebessége és a pálya menti gyorsulása?

- A) A sebesség és a pálya menti gyorsulás is a pálya legalsó pontján a legnagyobb.
- B) A sebesség a pálya legalsó pontján, a pálya menti gyorsulás a pálya legfelső pontján a legnagyobb.
- C) A sebesség a pálya legfelső pontján, a pálya menti gyorsulás a pálya legalsó pontján a legnagyobb.
- D) A sebesség és a pálya menti gyorsulás is a pálya legfelső pontján a legnagyobb.

|        |  |
|--------|--|
| 2 pont |  |
|--------|--|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

13. Egy nagy tömegszámú, természetes radioaktív izotóp spontán  $\alpha$ -bomlást szenved. Nő vagy csökken eközben az izotóp neutron-proton aránya (N/Z)?

- A) Csökken.
- B) Nem változik.
- C) Nő.
- D) Ennyi adatból nem lehet eldönteni, a kezdeti aránytól függ.

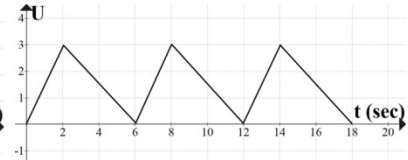
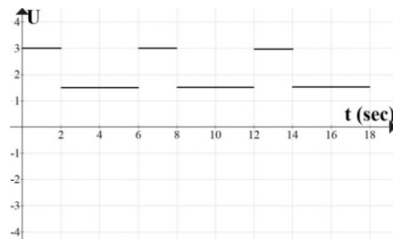
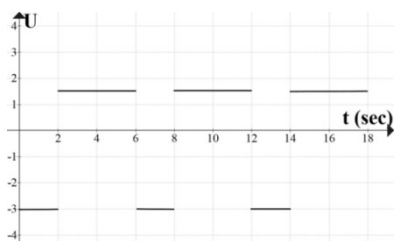
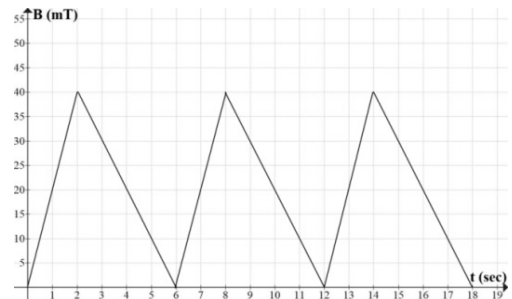
|        |  |
|--------|--|
| 2 pont |  |
|--------|--|

14. Egy nagy tömegű bolygó kis tömegű holdja a bolygó körül  $T$  periódusidővel kering. Ha a hold tömege a duplája lenne, de a pályája nem változna, mekkora lenne a  $T'$  keringési ideje?

- A)  $T' = \sqrt[3]{2^2} T$
- B)  $T' = \sqrt{2} T$
- C)  $T' = 2T$
- D)  $T' = T$

|        |  |
|--------|--|
| 2 pont |  |
|--------|--|

15. A mellékelt grafikonon egy adott térrészben mérhető mágneses indukció nagyságának időbeli változása látható. A térrészbe vezetőhurkot helyezünk. Az alábbiak közül melyik grafikon mutathatja helyesen a hurokban indukált feszültséget?



- A) A bal oldali grafikon.
- B) A középső grafikon.
- C) A jobb oldali grafikon.

|        |  |
|--------|--|
| 2 pont |  |
|--------|--|

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

## MÁSODIK RÉSZ

*Az alábbi három téma közül válasszon ki egyet, és fejtse ki másfél–két oldal terjedelemben, összefüggő ismertetés formájában! Ügyeljen a szabatos, világos fogalmazásra, a logikus gondolatmenetre, a helyesírásra, mivel az értékelésbe ez is beleszámít! Mondanivalóját nem kell feltétlenül a megadott szempontok sorrendjében kifejtenie. A megoldást a következő oldalakra írhatja.*

### 1. Az elektronhéj

*Pauli igen kiváló elméleti fizikus volt. Neve barátai körében mindig elválaszthatatlan lesz a Pauli-effektus néven ismert titokzatos jelenségtől. Közismert, hogy az elméleti fizikusok valamennyien rendkívül nehézkesen bánnak a kísérleti eszközökkel, s a drága, bonyolult készülékeket, mihelyt hozzáérnek, összetörik. Pauli olyan kitűnő fizikus volt, hogy már akkor is összetörték a műszerek, ha csak belépett a laboratóriumba.*

Gamow: *A fizika története*. Budapest, 1965



Ismertesse, hogy mit értünk foton alatt! Ismertesse Bohr atommodelljét! Vázolja, hogyan jelenik meg az energia kvantáltsága az atommodellben! Magyarázza meg az emissziós és abszorpciós színek fogalmát a fentiek alapján! Mutassa be a két színekvonalrendszer kapcsolatát! Milyen módon következtethetünk egy anyagminta összetevőire a színekélemzés segítségével?

Mutassa be a fő- és mellékkvantumszámot, a mágneses és a spinquantumszámot! Vázolja, milyen sorrendben töltődnek fel az elektrópályák az elemek rendszámának növekedésével, adja meg a Pauli-féle kizárási elvet és a Hund-szabályt!

Mit jelentenek a periódusos rendszerben az s-, p-, d-, f-mező elnevezések?

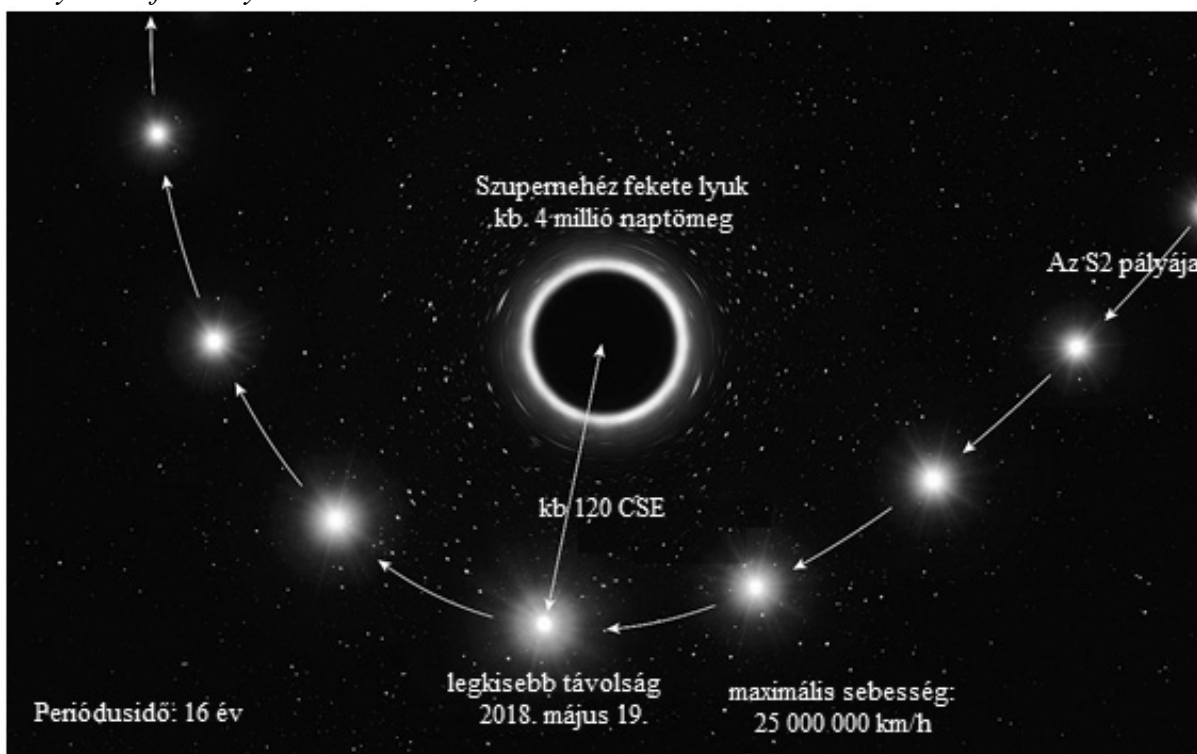
Miért különleges a nemesgázok elektronszerkezete?



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

## 2. A fekete lyuk

A **fekete lyuk** a téridő olyan tartománya, ahonnan az erős gravitáció miatt semmilyen információ, még a fény sem tud távozni. Szemléletes, de némileg egyszerűsítő képpel élve ez egy olyan égitest, amelynek felszínére vonatkoztatott szökési sebesség eléri vagy meghaladja a fénysebesség értékét. A lyuk elnevezés alatt nem a szokásos értelemben vett lyukat kell érteni, inkább a világűr egy olyan tartományát, amely a gravitáció révén mindent magába szív, és ahonnan semmi sem tud visszatérni. Fekete lyukak nagy tömegű csillagok életútjának egyik lehetséges végállapotaként, szupernóva-robbanás következtében keletkezhetnek, amennyiben a csillag elég nagy, hogy a belőle keletkezett neutroncsillag is összeroppanjon a hatalmas gravitáció miatt. Mivel a fekete lyukakat nem hagyja el sugárzás, létükre, tulajdonságaikra csak roppant erős gravitációjuk környezetükre gyakorolt hatásán keresztül következtethetünk. Saját galaxisunk központja körül keringő csillagok mozgásából megállapítható, hogy a Tejút központjában egy szupernehéz, körülbelül 4 millió naptömegű objektum van, amely nagy valószínűséggel egy fekete lyuk. Ugyancsak észlelhetők a Földön azok a gravitációs hullámok, amelyek két fekete lyuk összeütközése, összeolvadása során keletkeztek.



(Kép: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/>)

- Mitől és hogyan függ egy égitest felszínén a gravitációs gyorsulás értéke?
- Mit nevezünk első, illetve második kozmikus sebességnek?
- Tegyük fel, hogy egy kis méretű csillag kering egy nagy tömegű fekete lyuk körül, távolsága a fekete lyuktól nem állandó, de nem esik bele a fekete lyukba. Milyen pályán keringhet a csillag? Mit lehet mondani a pálya menti sebességének változásáról?
- Hogyan vehetünk észre egy fekete lyukat?
- Miből következtethetünk két fekete lyuk összeolvadására?
- A mellékelt fantáziarajzon az S2 jelű, a galaxisunk központja körül elnyújtott ellipszispályán keringő csillag pályájának egy szakasza látható a legújabb mérési adatok szerint. A rajz a pályának a központi fekete lyukhoz legközelebb eső szakaszát ábrázolja. Körülbelül mennyi a csillag sebessége a pálya legtávolabbi pontján, amely mintegy 1000 CSE (csillagászati egység = a Nap-Föld távolság) távolságra van a fekete lyuktól?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

### 3. Páralecsapódás

Egy lakásfelújítás részeként az ablakokat is kicserélik. A jól szigetelő ablakok nagymértékben csökkentik a fűtési költségeket, de a szellőzés hiánya újabb problémákat vet fel. Ezek egyike a lakás nedvesedése, ami penészképződéshez vezet. A nedvesedés oka elsősorban a lakók által kilehelt nedvesség, mely szellőzés hiányában megnövekedett páratartalmat eredményez a lakásban. Fontos tényező ezen kívül a téli időszakban a falak alacsony hőmérséklete. A falak a harmatpont hőmérséklete alá hűtik a páradús levegőt, így a víz lecsapódik a falakra. A falak nedvesedése tehát a levegő páratartalmának és a falak hőmérsékletének függvénye. Az alábbi táblázat a harmatpont hőmérsékletét tartalmazza különböző hőmérsékletű és relatív páratartalmú nedves levegő esetében. Például a 21 °C hőmérsékletű, 40% relatív páratartalmú levegő harmatpontja 6,9 °C, azaz ebből a levegőből a nedvesség egy 6,9 °C-nál hidegebb felületre már kicsapódik.

|       | 30% | 40%  | 50%  | 60%  | 70%  | 80%  | 90%  |
|-------|-----|------|------|------|------|------|------|
| 25 °C | 6,2 | 10,5 | 13,9 | 16,7 | 19,1 | 21,3 | 23,2 |
| 24 °C | 5,4 | 9,6  | 12,9 | 15,8 | 18,2 | 20,3 | 22,3 |
| 23 °C | 4,5 | 8,7  | 12,0 | 14,8 | 17,2 | 19,4 | 21,3 |
| 22 °C | 3,6 | 7,8  | 11,1 | 13,9 | 16,3 | 18,4 | 20,3 |
| 21 °C | 2,8 | 6,9  | 10,2 | 12,9 | 15,3 | 17,4 | 19,3 |
| 20 °C | 1,9 | 6,0  | 9,3  | 12,0 | 14,4 | 16,4 | 18,3 |
| 19 °C | 1,0 | 5,1  | 8,3  | 11,1 | 13,4 | 15,5 | 17,3 |
| 18 °C | 0,2 | 4,2  | 7,4  | 10,1 | 12,5 | 14,5 | 16,3 |

- Ismertesse a relatív páratartalom fogalmát! Mikor mondjuk, hogy a gőztér telített?
- Hogyan lehet csökkenteni a lakás levegőjében lévő pára mennyiségét?
- Hogyan lehet csökkenteni egy lakásban a relatív páratartalmat?
- Hogyan hat a hőmérséklet növekedése az abszolút és a relatív páratartalomra?
- Mi a harmatpont?
- Egy lakásban 23 °C-os hőmérsékleten a relatív páratartalom 50%-os. Legfeljebb mekkora lehet az ablaküveg hőmérséklete, ha a vízgőz kicsapódott rajta, s így vízcseppek szaladnak le az üvegfelületen?
- Mekkora a 23 °C-os lakásban lévő, 50%-os relatív páratartalmú levegőben a vízgőz sűrűsége? Közelítőleg mennyi lenne a relatív páratartalom a lakásban, ha a hőmérséklet 20 °C-ra csökkenne?

| Hőmérséklet<br>(°C) | Telített gőzsűrűség<br>(g/m <sup>3</sup> ) |
|---------------------|--|
| 10                  | 9,4  |
| 11                  | 10   |
| 12                  | 10,7                                       |
| 13                  | 11,4                                       |
| 14                  | 12,1                                       |
| 15                  | 12,8                                       |
| 16                  | 13,6                                       |
| 17                  | 14,4                                       |
| 18                  | 15,3                                       |
| 19                  | 16,2                                       |
| 20                  | 17,2                                       |
| 21                  | 18,3                                       |
| 22                  | 19,4                                       |
| 23                  | 20,6                                       |
| 24                  | 21,8                                       |
| 25                  | 23,0                                       |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

---

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

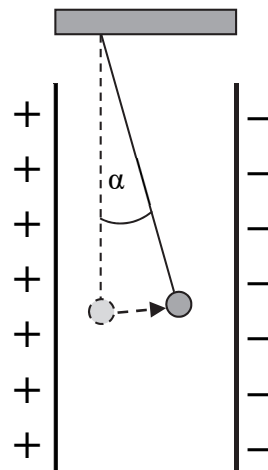
| <b>Tartalom</b> | <b>Kifejtés</b> | <b>Összesen</b> |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>18 pont</b>  | <b>5 pont</b>   | <b>23 pont</b>  |
|                 |                 |                 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

## HARMADIK RÉSZ

Oldja meg a következő feladatokat! Megállapításait – a feladattól függően – szövegesen, rajzzal vagy számítással indokolja is! Ügyeljen arra is, hogy a használt jelölések egyértelműek legyenek!

1. Egy ismert tömegű, kicsi golyó elektromos töltésének meghatározásához az alábbi ábrán látható összeállítást használjuk: egy kondenzátor lemezei közé lógatjuk, majd a kondenzátorra fokozatosan  $U = 3 \text{ kV}$  feszültséget kapcsolunk. A kondenzátor lemezei közötti távolság  $d = 8 \text{ cm}$ . A golyó tömege 3 gramm.



- Milyen irányú és mekkora elektromos mező jön létre a kondenzátor lemezei között a rákapcsolt feszültség hatására?
- Mekkora a kis test töltése, ha a töltött kondenzátorlemezek között a golyót tartó fonál a függőlegessel  $\alpha = 15^\circ$  szöget zár be?
- Mekkora a fonálban ébredő erő az egyensúlyi állapotban?

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

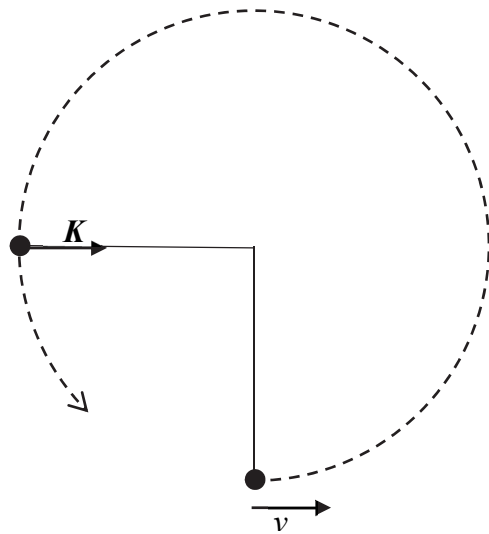
| a)     | b)     | c)     | Összesen |
|--------|--------|--------|----------|
| 3 pont | 6 pont | 2 pont | 11 pont  |
|        |        |        |          |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

2. Egy függőleges síkú körpályán mozgó, 1 méteres fonálra kötött,  $m = 0,2$  kg tömegű golyót akkora vízszintes kezdősebességgel indítunk el a pályája alján, hogy az a pálya tetején is éppen körpályán marad. (Tehát a golyót körpályán tartó fonálban ébredő erő a pálya tetőpontján  $K = 0$ .)

- Mekkora a golyó kezdősebessége?
- Mekkora erő ébred a golyót tartó fonálban, amikor háromnegyed fordulatot megtéve éppen vízszintes helyzetben lesz?
- Mekkora a test eredő gyorsulása ekkor?

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

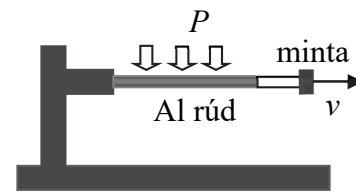


|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

|               |               |               |                 |
|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| <b>a)</b>     | <b>b)</b>     | <b>c)</b>     | <b>Összesen</b> |
| <b>7 pont</b> | <b>5 pont</b> | <b>2 pont</b> | <b>14 pont</b>  |
|               |               |               |                 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

3. Egy kísérletben egy anyagmintát meghatározott sebességgel, nagyon lassan kell mozgatni. Ezt úgy oldották meg, hogy a mintát egy olyan rúd végéhez rögzítették, melynek középső, 30 cm-es része alumíniumból van, és kör keresztmetszetű. Ezt a darabot állandó hőteljesítménnyel melegítik.



- a) Másodpercenként mekkora hőmérsékletváltozást kell elérnünk, ha azt szeretnénk, hogy a minta 36 nm/s sebességgel mozogjon?  
b) Mekkora fűtőteljesítményre van ehhez szükség? (A veszteségektől tekintsünk el.)

Az alumínium lineáris hőtágulási együtthatója  $2,4 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ , az alumíniumrúd átmérője 1 cm, az alumínium sűrűsége  $2700 \text{ kg/m}^3$ , fajhője  $900 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ .

|        |        |          |
|--------|--------|----------|
| a)     | b)     | Összesen |
| 5 pont | 6 pont | 11 pont  |
|        |        |          |



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

4. Egy elektronmikroszkópban a fénysebesség 10%-ára gyorsítják fel az elektronokat (így a relativisztikus hatásoktól eltekinthetünk). Egy mikroszkóp felbontóképességének azt a legkisebb  $d$  távolságot nevezzük, amely távolságra lévő két tárgypontra még megkülönböztethető a megfigyelő számára. A felbontóképesség annál jobb, minél kisebb a  $d$  távolság. A  $d$  távolság egyenesen arányos a leképezés során használt hullámhosszával:  $d \sim \lambda$ .
- a) Mekkora gyorsító feszültség gyorsítja a mikroszkópban az elektronokat?  
b) Számoljuk ki a fénysebesség 10%-ára gyorsított elektronok de Broglie-hullámhosszát!  
c) Hányszor jobb a feladatban szereplő elektronmikroszkóp felbontóképessége az 500 nm hullámhosszúságú fényt használó hagyományos fénymikroszkópénál?

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}, e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

|        |        |        |          |
|--------|--------|--------|----------|
| a)     | b)     | c)     | Összesen |
| 4 pont | 4 pont | 3 pont | 11 pont  |
|        |        |        |          |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

---

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

---

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

**Figyelem! Az értékelő tanár tölti ki!**

|   | pontszám   |       |
|---|------------|-------|
|   | maximális  | elért |
| I. Feleletválasztós kérdéssor           | 30         |       |
| II. Témakifejtés: tartalom              | 18         |       |
| II. Témakifejtés: kifejtés módja        | 5          |       |
| III. Összetett feladatok                | 47         |       |
| <b>Az írásbeli vizsgarész pontszáma</b> | <b>100</b> |       |

\_\_\_\_\_

dátum

\_\_\_\_\_

javító tanár

|                                  | pontszáma <b>egész</b><br><b>számra</b> kerekítve |                    |
|----------------------------------|---|--------------------|
|                                  | elért   | programba<br>beírt |
| I. Feleletválasztós kérdéssor    |   |                    |
| II. Témakifejtés: tartalom       |   |                    |
| II. Témakifejtés: kifejtés módja |   |                    |
| III. Összetett feladatok         |   |                    |

\_\_\_\_\_

dátum

\_\_\_\_\_

dátum

\_\_\_\_\_

javító tanár

\_\_\_\_\_

jegyző