

ÉRETTSÉGI VIZSGA • 2020. május 19.

FIZIKA

EMELT SZINTŰ ÍRÁSBELI VIZSGA

JAVÍTÁSI-ÉRTÉKELÉSI ÚTMUTATÓ

EMBERI ERŐFORRÁSOK MINISZTERIUMA

A dolgozatokat az útmutató utasításai szerint, jól követhetően kell javítani és értékelni. A javítást piros tollal, a megszokott jelöléseket alkalmazva kell végezni.

ELSŐ RÉSZ

A feleletválasztós kérdésekben csak az útmutatóban közölt helyes válaszra lehet megadni a 2 pontot. A pontszámot (0 vagy 2) a feladat mellett található szürke téglalapba, illetve a feladatlap végén található összesítő táblázatba is be kell írni.

MÁSODIK RÉSZ

A kérdésekre adott választ a vizsgázónak folyamatos szövegben, egész mondatokban kell kifejtenie, ezért a vázaltszerű megoldások nem értékelhetők. Ez alól kivételt csak a rajzokhoz tartozó magyarázó szövegek, feliratok jelentenek. Az értékelési útmutatóban megjelölt tényekre, adatokra csak akkor adható pontszám, ha azokat a vizsgázó a megfelelő összefüggésben fejti ki. A megadott részpontszámokat a margón fel kell tüntetni annak megjelölésével, hogy az útmutató melyik pontja alapján adható, a szövegben pedig kipipálással kell jelezni az értékelt megállapítást. A pontszámokat a második rész feladatai után következő táblázatba is be kell írni.

HARMADIK RÉSZ

Pontszámok bontására vonatkozó elvek:

- Az útmutató dőlt betűs sorai a megoldáshoz szükséges tevékenységeket határozzák meg. Az itt közölt pontszámot akkor lehet és kell megadni, ha a dőlt betűs sorban leírt tevékenység, művelet lényegét tekintve helyesen és a vizsgázó által leírtak alapján egyértelműen megtörtént.
- A „várható megoldás” leírása nem feltétlenül teljes, célja annak megadása, hogy a vizsgázótól milyen mélységű, terjedelmű, részletezettségű, jellegű stb. megoldást várunk. Az ez után következő, zárójelben szereplő megjegyzések adnak további eligazítást az esetleges hibák, hiányok, eltérések figyelembevételéhez.

Eltérő gondolatmenetekre vonatkozó elvek:

- A megadott gondolatmenet(ek)től eltérő helyes megoldások is értékelendők. Az ehhez szükséges arányok megállapításához a dőlt betűs sorok adnak eligazítást, pl. a teljes pontszám hányadrésze adható értelmezésre, összefüggések felírására, számításra stb.
- Ha a vizsgázó összevon lépéseket, paraméteresen számol, és ezért „kihagyja” az útmutató által közölt, de a feladatban nem kérdezett részeredményeket, az ezekért járó pontszám – ha egyébként a gondolatmenet helyes – megadandó. A részeredményekre adható pontszámok közlése azt a célt szolgálja, hogy a nem teljes megoldásokat könnyebben lehessen értékelni.

Többszörös pontlevonás elkerülésére vonatkozó elvek:

- A gondolatmenet helyességét nem érintő hibákért (pl. számolási hiba, elírás, átváltási hiba) csak egyszer kell pontot levonni.
- Ha a vizsgázó több megoldással próbálkozik, és nem teszi egyértelművé, hogy melyiket tekinti véglegesnek, akkor az utolsót (más jelzés hiányában a lap alján lévő) kell értékelni. Ha a megoldásban két különböző gondolatmenet elemei keverednek, akkor csak az egyikhez tartozó elemeket lehet figyelembe venni: azt, amelyik a vizsgázó számára előnyösebb.
- Ha valamilyen korábbi hiba folytán az útmutatóban előírt tevékenység megtörténik ugyan, de az eredmények nem helyesek, a résztevékenységre vonatkozó teljes pontszámot meg kell adni. Ha a leírt tevékenység több lépésre bontható, akkor a várható megoldás egyes sorai mellett szerepelnek az egyes részpontszámok.

Mértékegységek használatára vonatkozó elvek:

- A számítások közben a mértékegységek hiányát – ha egyébként nem okoz hibát – nem kell hibának tekinteni, de a kért eredmények csak mértékegységgel együtt fogadhatók el.
- A grafikonok, ábrák, jelölések akkor tekinthetők helyesnek, ha egyértelműek. (Tehát egyértelmű, hogy mit ábrázol, szerepelnek a szükséges jelölések, a nem megszokott jelölések magyarázata, stb.) Grafikonok esetében azonban a mértékegységek hiányát a tengelyeken nem kell hibának venni, ha azok egyértelműek (pl. táblázatban megadott, azonos mértékegységű mennyiségeket kell ábrázolni).

Értékelés után az összesítő táblázatokba a megfelelő pontszámokat be kell írni.

ELSŐ RÉSZ

- 1. D
- 2. B
- 3. B
- 4. C
- 5. B
- 6. A
- 7. C
- 8. A
- 9. D
- 10. A
- 11. B
- 12. C
- 13. C
- 14. B
- 15. A

Helyes válaszonként *2 pont*.

Összesen 30 pont

MÁSODIK RÉSZ

Mindhárom témában minden pontszám bontható.

1. Kondenzátormikrofon

- a) *A síkkondenzátor különböző tulajdonságai kapacitásra gyakorolt hatásának meghatározása:*

3 pont

A kapacitás arányos a lemezfelülettel (1 pont), fordítottan arányos a lemezek távolságával (1 pont) és arányos a kondenzátorlemezek közti anyag relatív permittivitásával (1 pont).

- b) *A lemezek közti elektromos mező és a kondenzátor tulajdonságai közötti kapcsolatok meghatározása:*

3 pont

A lemezek közötti elektromos mező jó közelítéssel homogén (1 pont) (megfelelő rajz is elfogadható).

Adott feszültség esetén az elektromos mező térerősségének nagysága fordítottan arányos a lemezek távolságával (1 pont). A lemezeken lévő adott töltésmennyiség esetén az elektromos mező térerősségének nagysága fordítottan arányos a lemezek felületének nagyságával (1 pont).

- c) *Annak magyarázata, hogy nagyobb felületű mikrofon miért lehet érzékenyebb:*

7 pont

Egyrészt nagyobb membránfelület mellett nagyobb a kapacitás (1 pont), tehát adott feszültség mellett több töltés van a lemezen (1 pont), így adott membránelmozdulás esetén nagyobb a töltésmennyiség-változás vagy az áramerősség (1 pont – bármelyik kifejezés elfogadható), így az ellenálláson keletkező feszültség is nagyobb (1 pont).

Másrészt adott nyomásváltozás esetén nagyobb felületű membránra nagyobb erő hat (1 pont), így a membrán elmozdulása is nagyobb (1 pont), ami nagyobb töltésmennyiség-változást vagy áramerősséget jelent (1 pont – bármelyik kifejezés elfogadható).

- d) *Az ellenálláson mérhető feszültség hozzávetőleges meghatározása:*

5 pont

Mivel egy 1 kHz-es rezgés periódusideje 1 ms (1 pont), így az ellenálláson átfolyó áram értéke:

$$I = \frac{\Delta Q}{T/2} = \frac{25 \cdot 10^{-12}}{5 \cdot 10^{-4}} = 5 \cdot 10^{-8} \text{ A} = 50 \text{ nA} \text{ (képlet + számítás, 1 + 1 pont),}$$

így az ellenálláson mérhető feszültség körülbelül:

$$U = I \cdot R = 10^4 \cdot 5 \cdot 10^{-8} = 0,5 \text{ mV} \text{ (képlet + számítás, 1 + 1 pont).}$$

Összesen

18 pont

2. Tengervíz sótalánítása napenergiával

a) *A fázisátalakulások ismertetése:*

3 pont

olvadás ↔ fagyás (1 pont)

forrás, párolgás ↔ lecsapódás (1 pont)

szublimáció (illanás) ↔ gőzdepozíció (kicsapódás, lecsapódás, kikristályosodás, deszublimáció stb.) (1 pont)

b) *A párolgás jellemzése:*

Minden hőmérsékleten végbemegy, amíg az anyag folyadék halmazállapotú (1 pont).

A folyadék **felszínén** a gyors molekulák kilépnek a gőztérbe (1 pont).

2 pont

Párolgáshő: Egységnyi tömegű folyadék gőz halmazállapotúvá alakításához szükséges hőmennyiség.

1 pont

c) *A sótalánító berendezés működésének ismertetése a sematikus ábra alapján:*

4 pont

A berendezés a napsugárzásból vesz fel energiát a felszíni tartállynál (1 pont).

A felszíni tartály fenekének sötét felülete jól elnyeli a sugárzást (1 pont), és ez melegíti

fel, párologtatja el (1 pont) a vizet. A keletkezett pára a föld alatti csőben, illetve tartályban ad le energiát, itt lecsapódik (1 pont).

d) *A hatásfok meghatározása:*

5 pont

A készülék által egy óra alatt hasznosan felhasznált energia:

$$E_h = L \cdot V \cdot \rho = 2400 \cdot 0,3 \cdot 1 = 720 \text{ kJ (képlet + számítás, 1 + 1 pont)}$$

A berendezésbe egy óra alatt érkező összes energia:

$$E_{\text{tot}} = P \cdot A \cdot t = 800 \cdot 2 \cdot 3600 = 5760 \text{ kJ (képlet + számítás, 1 + 1 pont)}$$

A hatásfok tehát:

$$\eta = \frac{E_h}{E_{\text{tot}}} = 0,125, \text{ azaz } 12,5\% \text{ (1 pont)}$$

e) *A talaj felmelegedésének következménye:*

3 pont

A készülék hatásfoka csökken (1 pont), mert a talajba süllyesztett tartályban magasabb hőmérsékleten nagyobb lesz az egyensúlyi gőzsűrűség (1 pont), így kevesebb gőz csapódik ki (1 pont).

Összesen

18 pont

3. A homorú tükör képalkotása

a) *A fény visszaverődési törvényének ismertetése:*

2 pont

Szerepelnie kell az alábbi fogalmaknak: beesési szög, visszaverődési szög, beesési merőleges és/vagy közegethatár, a szögek egyenlősége.
(A helyes rajz is elfogadandó!)

b) *A homorú gömbtükör jellemzői, nevezetes sugármenetei:*

1 + 1 + 1 pont

Az optikai tengely, fókuszpont vagy geometriai középpont megadása (1 pont)
Bármely két nevezetes sugármenet megadása (1+1 pont)

c) *A közeli és a távoli tárgyról alkotott kép megszerkesztése a nevezetes sugármenetek segítségével (legalább 2 sugármenetnek kell szerepelnie mindkét rajzon):*

2+2 pont

d) *A kialakuló képek jellemzése:*

1+1 pont

Az első látszólagos, egyenes állású, nagyított,
a második valódi, fordított állású, kicsinyített kép.

e) *A valódi kép és látszólagos kép, a képtávolság és tárgytávolság, kép- és tárgynagyság, valamint a nagyítás fogalmának ismertetése:*

1+1+1+1 pont

f) *A leképezési törvény ismertetése:*

2 pont

g) *Két példa a homorú tükör alkalmazására:*

1 pont

Összesen

18 pont

A kifejtés módjának értékelése mindhárom témára vonatkozólag a vizsgaleírás alapján:*Nyelvhelyesség:****0–1–2 pont***

- A kifejtés szabatos, érthető, jól szerkesztett mondatokat tartalmaz;
- a szakkifejezésekben, nevekben, jelölésekben nincsenek helyesírási hibák.

*A szöveg egésze:****0–1–2–3 pont***

- Az egész ismertetés szerves, egységes egészet alkot;
- az egyes szövegrészek, résztémák összefüggenek egymással egy világos, követhető gondolatmenet alapján.

Amennyiben a válasz a 100 szó terjedelmet nem haladja meg, a kifejtés módjára nem adható pont.

Ha a vizsgázó témaválasztása nem egyértelmű, akkor az utoljára leírt téma kifejtését kell értékelni.

HARMADIK RÉSZ

A számolások javítása során ügyelni kell arra, hogy a gondolatmenet helyességét nem érintő hibákért (számolási hibák, elírások) csak egyszer kell pontot levonni. Amennyiben a vizsgázó a feladat további lépéseinél egy korábban helytelenül kiszámolt értékkel számol helyesen, ezeknél a lépéseknél a teljes pontszám jár. Adott esetben tehát egy lépésnél az útmutatóban közölt megoldástól eltérő értékre is a teljes pontszám járhat.

1. feladat

Adatok: $L = 10$ m, $v = 6$ m/s, $m = 75$ kg, $g = 9,8$ m/s².

- a) *A mechanikaienergia-megmaradás tételének alkalmazása a kilendülés mértékének meghatározására:*

6 pont
(bontható)

A hintamozgás (körmozgás) során érvényes a mechanikai energia megmaradása, azaz:

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot \Delta h \quad (2 \text{ pont}).$$

A kötélfüggőlegessel bezárt szögét α -val jelölve, a maximális kitéréséhez tartozó szög:

$$\Delta h = L(1 - \cos\alpha) \quad (1 \text{ pont}), \text{ amivel:}$$

$$g \cdot L(1 - \cos\alpha) = \frac{v^2}{2} \Rightarrow \cos\alpha = 1 - \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot L} \quad (\text{rendezés, } 2 \text{ pont}),$$

tehát $\alpha = 35,3^\circ$ (1 pont).

A szakadék szélességének meghatározása:

2 pont
(bontható)

$$D = L \cdot \sin \alpha = 5,78 \text{ m} \quad (\text{képlet + számítás, } 1 + 1 \text{ pont}).$$

- b) *A dinamikai helyzet értelmezése és a szükséges húzóerő kiszámítása:*

5 pont
(bontható)

A lendülés első pillanatában az ember v kerületi sebességgel körmozgást végez, amit a rá ható erők eredője biztosít (2 pont).

(Ez a pont akkor jár, ha akár a későbbi számításokból vagy egy, az erőket ábrázoló rajzból nyilvánvaló, hogy a vizsgázó a dinamikai helyzetet helyesen értelmezi.)

$$\text{Tehát: } F_k = m \cdot g + \frac{m \cdot v^2}{L} \approx 1000 \text{ N} \quad (\text{képlet + számítás, } 2 + 1 \text{ pont}).$$

Összesen: 13 pont

2. feladat

Adatok: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$, $I = 2 \text{ A}$, $r_1 = 2 \text{ m}$, $r_2 = 10 \text{ m}$, $q_1 = 10 \text{ } \mu\text{C}$, $F_1 = 2,4 \cdot 10^{-9} \text{ N}$,
 $F_2 = 3 \cdot 10^{-8} \text{ N}$, $v_2 = 800 \text{ m/s}$.

a) *A mágneses indukció nagyságának meghatározása az első esetben:*

3 pont
(bontható)

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_1} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2}{2\pi \cdot 2} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ T (képlet + számítás, 2 + 1 pont).}$$

A töltés sebességének meghatározása:

3 pont
(bontható)

$$F_1 = q_1 \cdot v_1 \cdot B_1 \Rightarrow v_1 = \frac{F_1}{q_1 \cdot B_1} = \frac{2,4 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 10^{-7} \cdot 10^{-5}} = 1,2 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

(képlet + rendezés + számítás, 1 + 1 + 1 pont).

b) *A mágneses indukció nagyságának meghatározása a második esetben:*

2 pont
(bontható)

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_2} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2}{2\pi \cdot 0,1} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ T (képlet + számítás, 1 + 1 pont).}$$

A töltés nagyságának meghatározása:

2 pont
(bontható)

$$F_2 = q_2 \cdot v_2 \cdot B_2 \Rightarrow q_2 = \frac{F_2}{v_2 \cdot B_2} = \frac{3 \cdot 10^{-8}}{8 \cdot 10^2 \cdot 4 \cdot 10^{-6}} = 9,4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

(képlet, rendezés + számítás, 1 + 1 pont).

Összesen: 10 pont

3. feladat

Adatok: $D_1 = 46\,000\,000$ km, $D_2 = 69\,800\,000$ km, $M_M = 3,3 \cdot 10^{23}$ kg, $R = 2440$ km,

$$M_N = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}, m = 1 \text{ kg}, \gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}.$$

a) *A gravitációs erőtvény felírása és a Merkúr vonzóerejének kiszámítása:*

3 pont
(bontható)

Mivel $F_{\text{grav}} = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ (1 pont)

ezért $F_M = \gamma \frac{M_M \cdot m}{R^2} = 3,7$ N (képlet + számítás, 1 + 1 pont).

(Az első pont általános képlet hiányában is megadandó, amennyiben a vizsgázó bármelyik feladatrésznél helyesen felírja az általános tömegvonzás törvényét.)

b) *A Nap vonzóerejének kiszámítása napközben, illetve naptávolban:*

4 pont
(bontható)

$$F_{N_1} = \gamma \frac{M_N \cdot m}{D_1^2} = 0,063 \text{ N (képlet + számítás, 1 + 1 pont),}$$

$$F_{N_2} = \gamma \frac{M_N \cdot m}{D_2^2} = 0,027 \text{ N (képlet + számítás, 1 + 1 pont).}$$

c) *A két vonzóerő közti különbség meghatározása:*

4 pont
(bontható)

A Merkúr felszínének bármely pontján lévő testre jó közelítéssel azonos nagyságú vonzóerőt fejt ki a Nap. ($D_1 \gg R$)

Mivel az összes gravitációs erő a Nap felőli oldalon:

$$F_{g_1} = F_M - F_{N_1} \text{ (1 pont),}$$

az ellentétes oldalon pedig:

$$F_{g_2} = F_M + F_{N_1} \text{ (1 pont),}$$

ezért a két oldal közti különbség:

$$\Delta F_g = 2 \cdot F_{N_1} = 0,126 \text{ N (képlet + számítás, 1 + 1 pont).}$$

Összesen: 11 pont

4. feladat

Adatok: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Js, $P_1 = 10^{16}$ W, $T_1 = 10$ as, $f_1 = 1,5 \cdot 10^{18}$ Hz, $P_2 = 2$ PW, $E_2 = 20$ J, $P_{\text{átlag}} = 200$ W.

a) *A keresett fotonenergiák meghatározása:*

3 pont
(bontható)

$\varepsilon = h \cdot f$ (1 pont), tehát

$$\varepsilon_1 = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 10^{12} \frac{1}{\text{s}} = 6,63 \cdot 10^{-22} \text{ J (1 pont) és}$$

$$\varepsilon_2 = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 10^{19} \frac{1}{\text{s}} = 6,63 \cdot 10^{-15} \text{ J (1 pont).}$$

(Ha a vizsgázó a röntgenfotonok esetében 10^{18} Hz-cel számol, és így az energiára $6,63 \cdot 10^{-16}$ J-t kap, jár az 1 pont.)

b) *A lézerimpulzus energiájának és fotonszámának meghatározása:*

5 pont
(bontható)

$$E_1 = P_1 \cdot T_1 = 10^{16} \text{ W} \cdot 10^{-17} \text{ s} = 0,1 \text{ J (képlet + számítás, 1 + 1 pont).}$$

$$n = \frac{E_1}{\varepsilon} = \frac{0,1}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 1,5 \cdot 10^{18}} \approx 10^{14} \text{ db (képlet + számítás, 2 + 1 pont).}$$

c) *A lézerimpulzus időtartamának és a berendezés ismétlési frekvenciájának meghatározása:*

5 pont
(bontható)

$$T_2 = \frac{E_2}{P_2} = \frac{20}{2 \cdot 10^{15}} = 10 \cdot 10^{-15} \text{ s} = 10 \text{ fs (képlet + számítás, 1 + 1 pont).}$$

Egy másodperc alatt 200 J (1 pont) összenergiájú csomag érkezik, azaz 10 db lézerimpulzus (1 pont) 1 másodperc alatt. Az impulzusgyakoriság frekvenciája tehát 10 Hz (1 pont).

Összesen: 13 pont