

ÉRETTSÉGI VIZSGA • 2020. október 30.

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

Helyes válaszonként *2 pont*.

Összesen 30 pont

MÁSODIK RÉSZ

Mindhárom témában minden pontszám bontható.

1. Fényérzékelős esőszenzor

a) *A törésmutató fogalmának és a törési törvénynek ismertetése:*

3 pont

A beesési és a törési szög szinuszainak hányadosa egyenlő a törésmutatóval (1 pont, képlet is elfogadható), ahol a törésmutató az első, illetve a második közegben mért fénysebesség hányadosa (1 pont).

A merőlegesen beeső fénysugár irányváltoztatás nélkül halad tovább.

A beeső fénysugár, a beesési merőleges és a megtört fénysugár egy síkban vannak (1 pont).

b) *A teljes visszaverődés feltételeinek ismertetése:*

2 pont

Teljes visszaverődés akkor jön létre, ha a fény az optikailag sűrűbb (nagyobb törésmutatójú, kisebb fénysebességű – bármelyik elfogadható) közeg felől egy optikailag ritkább (1 pont) (kisebb törésmutatójú, nagyobb fénysebességű) közeg felé halad, és a határfelületre érkezve a beesés szöge meghalad egy határszöget. (1 pont).

c) *A keresett határszögek meghatározása:*

5 pont

A levegő-üveg határfelületen $\sin \alpha_h = 1 / n_{ü,l} = 2 / 3 \Rightarrow \alpha_h = 41,8^\circ \approx 42^\circ$ (2 pont).

A víz levegő határfelületen $\alpha_h = 48,6 \approx 49^\circ$ (1 pont).

Az üveg-víz határfelületen:

Mivel a víz üvegre vonatkoztatott törésmutatója $n_{v,ü} = \frac{n_{v,l}}{n_{ü,l}} = \frac{3}{2} = \frac{8}{9}$ (1 pont),

$\sin \alpha_h = \frac{8}{9} \Rightarrow \alpha_h = 62,7^\circ \approx 63^\circ$ (1 pont).

d) *Az esőszenzor működésének ismertetése:*

8 pont

A LED-ből belép a fény a prizmába, majd irányváltoztatás nélkül halad tovább az üvegben (1 pont).

Száraz időben az üveg-levegő, illetve prizma-levegő felületeken teljes visszaverődést szenved, hiszen a beesés szöge (45°) meghaladja a határszöget (42°) (1 pont).

Így eljut a prizma fotodióda felé eső oldaláig, ahol kilép, és a fotodiódára esik (1 pont).

Ha vizes a szélvédő, a fénysugár jelentős hányada belép a vízbe, majd kilép a levegőbe, hiszen a beesési szöge (45°) kisebb lesz az adott felületekre érvényes határszögeknél (63° , illetve 49°) (2 pont), és így csak kis hányada jut el a fotodiódáig.

A prizma anyagának törésmutatója megegyezik a szélvédőüvegével (1 pont), hogy a prizma-szélvédő határfelületen a fénysugár irányváltoztatás nélkül haladjon át (1 pont). Az infravörös fény használata azért célszerű, mert a látható tartományon kívül esik (nem zavarja a vezetést) (1 pont).
(Egy tetszőleges helyes megfontolás esetén megadandó az 1 pont.)

Összesen**18 pont****2. Szauna és gőzfürdő**

a) *Az abszolút és relatív páratartalom fogalmának ismertetése:*

2 pont

Abszolút páratartalom alatt az 1 m³ levegőben lévő víz tömegét értjük (1 pont), relatív páratartalom pedig azt, hogy ez hány százaléka az adott hőmérsékleten telített vízgőz sűrűségének (1 pont).

b) *A keresett páratartalmak meghatározása és összehasonlítása:*

4 pont

A táblázatból kiolvashatóan 40 °C-on a telített vízgőz sűrűsége 51 g/m³ (1 pont). 90 °C-on a telített vízgőz sűrűsége 423 g/m³ (1 pont), tehát a 10%-os relatív páratartalmú levegőben a vízgőz sűrűsége 42,3 g/m³ (1 pont), azaz a gőzfürdő levegője tartalmaz több vizet (1 pont).

c) *Az izzadás hatékonyságának magyarázata:*

4 pont

A gőzfürdőben a levegő párával már telített (1 pont), ezért az izzadság nem párolog el (1 pont), nem hűt. A szaunában a levegő relatíve száraz (1 pont), ezért az izzadság gyorsan párolog (1 pont), jól hűt.

d) *A szauna-levegő hirtelen forróságérzetének magyarázata:*

3 pont

A forró kövekre loccsantott víz hirtelen elpárolog (1 pont), és megnöveli a páratartalmat (1 pont), így az izzadság párologása lassul, az kevésbé hűt (1 pont).

e) *A bútor anyagának hővezetésével kapcsolatos megfontolások ismertetése:*

5 pont

Amikor a forró bútorra ráülünk, hő áramlik a bútorból a testünk felé (1 pont). Ha a bútor anyaga rossz hővezető, időegységenként kevés hő (1 pont) éri a testünket, ez elviselhető (1 pont). Ha a bútor anyaga jó hővezető, időegységenként sok hő (1 pont) éri a testünket, ez viszont már éget (1 pont).

Összesen**18 pont**

3. A Hold

- a) *A Hold méretének, Földtől vett távolságának, keringési és tengely körüli forgási idejének jellemzése:*
- 1 + 1 + 1 + 1 pont**
- A méretet és távolságot elég közelítőleg megadni.
- b) *A holdkráterek megnevezése:*
- 1 pont**
- c) *A kráterek keletkezésének magyarázata:*
- 1 pont**
- d) *A Hold árnyékos és megvilágított része közötti éles vonal (terminátor vonal) magyarázata:*
- 1 pont**
- A légkör hiányában nem szóródik a napfény.
- e) *Annak értelmezése, hogy a légkör hiánya hogyan befolyásolja a felszíni hőmérséklet-különbségeket:*
- 1 + 1 pont**
- Jelentős hőmérséklet-különbség alakul ki a napos és az árnyékos oldal között, mert a légkör nem tudja a felszín által kisugárzott hőt visszatartani (nincs üvegházhatás).
(Bármilyen más megfogalmazás elfogadható.)
- f) *A holdfázisok felsorolása és magyarázata:*
- 2 pont**
- g) *Magyarozó rajz készítése a holdfázisok megértésére:*
- 1 pont**
- h) *A holdfogyatkozás bemutatása:*
- 1 pont**
- Megfelelő rajz is elfogadható.
- i) *Annak felismerése, hogy holdfogyatkozás során a Föld árnyéka esik a Holdra s annak széle körvonal:*
- 1 pont**
- j) *A napfogyatkozás bemutatása:*
- 1 pont**
- Megfelelő rajz is elfogadható.
- k) *A hold- és napfogyatkozás megfigyelhetőségének különbségére vonatkozó magyarázat megadása:*
- 3 pont**
- Holdfogyatkozáskor a Föld árnyéka esik a Holdra, s az égitestek mozgása során az árnyék végigsöpör a Hold felszínén. Az árnyék mozgását a Földről végig szemmel követhetjük, a földfelszín minden olyan pontjáról, ahonnan látható a Hold (1 pont). A napfogyatkozáskor a Hold árnyéka vetül a Földre, és a Föld felszínén söpör végig.

A napfogyatkozást csak arról a helyről észlelhetjük, ahova éppen a Hold árnyéka vetül, ami csupán a földfelszín egy keskeny sávja (1 pont), és a fogyatkozást is csak addig figyelhetjük meg, míg az árnyék épp a tartózkodási helyünkre esik (1 pont).
(Minden helyes magyarázat, megfelelő rajz is elfogadható.)

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: $A_1 = 1,6 \text{ cm}^2$, $A_2 = 7,2 \text{ cm}^2$, $F_1 = 40 \text{ N}$, $\mu = 0,4$, $R = 18 \text{ cm}$.

A fékrendszerben a fékerő hatására ébredő hidrosztatikai nyomás meghatározása:

3 pont
(bontható)

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{40}{1,6} = 25 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \text{ (képlet + számítás, 2 + 1 pont).}$$

A fékpofát a fékdobra szorító erő meghatározása:

3 pont
(bontható)

$$F_2 = p \cdot A_2 = 25 \cdot 7,2 = 180 \text{ N (képlet + számítás, 2 + 1 pont).}$$

A súrlódási erő és a hengerre gyakorolt forgatónyomaték meghatározása:

5 pont
(bontható)

$$F_s = \mu \cdot F_2 = 180 \cdot 0,4 = 72 \text{ N (képlet+ számítás, 1 + 1 pont),}$$

$$M = R \cdot F_s = 72 \cdot 0,18 = 12,96 \approx 13 \text{ Nm (képlet + számítás, 2 + 1 pont).}$$

Összesen: 11 pont

2. feladat

Adatok: $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, tömege $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg, $d = 10$ cm, $B = 0,6$ T, $F = 5 \cdot 10^{-15}$ N.

a) *A lemezek között mérhető feszültség meghatározása:*

3 pont
(bontható)

Mivel $E = F / q$ (1 pont), ezért

$$U = E \cdot d = \frac{F}{q} \cdot d = \frac{5 \cdot 10^{-15}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cdot 0,1 = 3125 \text{ V (képlet + számítás, 1 + 1 pont).}$$

b) *A munkatétel alkalmazása és a protonok sebességének meghatározása:*

4 pont
(bontható)

Mivel a kilépő protonok mozgási energiája az elektromos tér rajtuk végzett munkájával egyenlő: $U \cdot q = \frac{1}{2} m_p \cdot v^2$ (2 pont), ezért

$$v = \sqrt{\frac{2U \cdot q}{m_p}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3125 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,67 \cdot 10^{-27}}} = 7,74 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (rendezés + számítás, 1 + 1 pont).}$$

c) *A protonok felgyorsulásához szükséges idő meghatározása:*

3 pont
(bontható)

Mivel a protonok a lemezek között egyenletesen gyorsulnak, $d = \frac{1}{2} \frac{F}{m_p} t^2$ (1 pont),

$$\text{tehát } t = \sqrt{\frac{2d \cdot m_p}{F}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,1 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}}{5 \cdot 10^{-15}}} = 2,58 \cdot 10^{-7} \text{ s (rendezés + számítás, 1 + 1 pont).}$$

d) *A protonok pályasugarának meghatározása:*

3 pont
(bontható)

Homogén mágneses mezőben a pályasugár (Larmor-sugár):

$$R = \frac{m_p \cdot v}{q \cdot B} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 7,74 \cdot 10^5}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,6} = 1,35 \text{ cm (képlet + számítás, 2 + 1 pont).}$$

Összesen: 13 pont

3. feladat

Adatok: $\lambda = 750 \text{ nm}$, $\gamma = 35^\circ$, $n = 3/2$.

a) *A geometriai viszonyok helyes értelmezése és a törési szög meghatározása:*

3 pont
(bontható)

Mivel a megtört fénysugár merőlegesen (1 pont) halad át a prizma szemközti felületén (vagy másképp: nulla beesési, illetve törési szöggel), az első felületen a törési szög megegyezik a prizma törőszögével (1 pont), tehát $\beta = 35^\circ$ (1 pont).

(Megfelelő ábra is teljes értékű megoldás, amennyiben az egyenlő szögek egyértelműen be vannak jelölve.)

A beesési szög meghatározása a törési törvény segítségével:

2 pont
(bontható)

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3}{2} \sin \beta = 0,86 \Rightarrow \alpha = 59,4^\circ \approx 60^\circ \text{ (képlet + számítás, 1 + 1 pont).}$$

b) *A fénysugár eltérülésének meghatározása:*

2 pont
(bontható)

$\Delta\varphi = \alpha - \beta = 25^\circ$. (Az eltérülési szög helyes értelmezése képletben vagy rajzon 1 pont, a számszerű érték 1 pont.)

c) *A fénysugár üvegben mérhető tulajdonságainak meghatározása:*

4 pont
(bontható)

$$c_{\text{üveg}} = \frac{c}{n} = 2 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (1 pont).}$$

$$f_{\text{üveg}} = f_{\text{levegő}} \text{ (1 pont).}$$

$$\lambda_{\text{üveg}} = \frac{\lambda_{\text{levegő}}}{n} = 500 \text{ nm (2 pont).}$$

Összesen: 11 pont

4. feladat

Adatok: $E_{\text{lézer}} = 100 \text{ mJ}$, $\lambda = 122 \text{ nm}$, $E_0^{\text{H}} = -13,6 \text{ eV}$, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$,
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

a) *A gerjesztett állapot energiájának meghatározása:*

5 pont
(bontható)

A lézersugárzás fotonjainak energiája:

$$\varepsilon = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{122 \cdot 10^{-9}} = 1,63 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

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

Ez elektronvoltban számolva: $\varepsilon = 10,2 \text{ eV}$ (1 pont).

A gerjesztett állapot energiája tehát $-13,6 \text{ eV} + 10,2 \text{ eV} = -3,4 \text{ eV}$ (1 pont).

b) *A hidrogénatomok által elnyelt energia felírása:*

5 pont
(bontható)

A kapszulában lévő N db hidrogénatom által elnyelt összes energia:

$$E_{\text{elnyelt}} = N_{\text{gerjesztett}} \cdot \varepsilon \text{ (1 pont)}$$

A hidrogénatomok számának meghatározása:

$$E_{\text{elnyelt}} = N \cdot 0,15 \cdot \varepsilon = \frac{E_{\text{lézer}}}{2} \text{ (1 pont)},$$

amiből

$$N = \frac{E_{\text{lézer}}}{2 \cdot \varepsilon \cdot 0,15} = \frac{0,1}{2 \cdot 1,63 \cdot 10^{-18} \cdot 0,15} = 2,05 \cdot 10^{17} \text{ db}$$

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

c) *A lézerimpulzus fotonszámának meghatározása:*

2 pont
(bontható)

$$N_{\text{lézer}} = \frac{E_{\text{lézer}}}{\varepsilon} = \frac{0,1 \text{ J}}{1,63 \cdot 10^{-18} \text{ J}} = 6,14 \cdot 10^{16} \text{ db (képlet, behelyettesítés + számítás, 1 + 1 pont)}$$

Összesen: 12 pont