

**ÉRETTSÉGI VIZSGA • 2018. május 22.**

# **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 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 adandó 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 adandó 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 egyértelmű (pl. táblázatban megadott, azonos mértékegységű mennyiségeket kell ábrázolni).

\*\*\*

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

**ELSŐ RÉSZ**

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

Helyes válaszonként *2 pont.*

**Összesen 30 pont.**

## MÁSODIK RÉSZ

*Mindhárom témában minden pontszám bontható.*

### 1. Tengeri orgona

a) *A nyitott sípban keletkező hanghullámok elemzése:*

**4 pont**

A síp két vége duzzadóhelye (1 pont) a létrejövő állóhullámnak, ezért

$$L = n \cdot \frac{\lambda}{2} \text{ vagy } \lambda = \frac{2L}{n} \text{ (1 pont).}$$

Képlet helyett megfelelő ábra is elfogadható, amennyiben nem csak az alaphang, hanem legalább egy felharmonikus is jelezve van az ábrán.

Alaphang: amikor a hullámhossz maximális (vagy a frekvencia minimális,  $n = 1$ ).  
(1 pont)

Felharmonikus:  $\lambda < \lambda_{\max}$  (vagy  $f > f_{\min}$ ,  $n > 1$ ) (1 pont).

b) *Egy példa bemutatása, amelyben két sípnak közös felharmonikusa van:*

**3 pont**

Példa: a közös hullámhossz  $\lambda_k$  az első sípnak első ( $n = 2$ ), a másodiknak

a második ( $n = 3$ ) felharmonikusa:  $\lambda_k = \frac{2L_1}{2} = \frac{2L_2}{3}$  (2 pont), tehát  $\frac{L_1}{L_2} = \frac{2}{3}$  (1 pont).

c) *Az M pontban mérhető vízszintváltozás meghatározása és indoklása:*

**2 pont**

A vízszint az M pontban dagálykor megemelkedik (1 pont), mivel egy közlekedőedényben a vízszint mindenhol azonos (1 pont).

d) *A csőben mozgó víz sebességváltozásának meghatározása és indoklása:*

**3 pont**

A csőben a felfelé áramló víz sebessége megnő (1 pont), mivel adott idő alatt ugyanannyi víz kisebb keresztmetszeten csak nagyobb sebességgel tud átáramlani a folytonossági törvénynek megfelelően (2 pont).

e) *A kiáramló levegő sebességének indoklása:*

**2 pont**

A csőben gyorsan mozgó víz nagy sebességgel tolja maga előtt a levegőt.

f) *A megadott frekvenciához tartozó rezonátorcső hosszának meghatározása:*

**4 pont**

Mivel  $c = 2L \cdot f$  (2 pont), amiből  $L = \frac{c}{2f} = 0,66 \text{ m}$  (rendezés + számítás, 1 + 1 pont).

**Összesen**

**18 pont**

## 2. LIGO, a gravitációshullám-detektor

a) *A hullám fogalmának ismertetése, főbb tulajdonságainak felsorolása:*

**4 pont**

Valamilyen fizikai mennyiség térbeli és időbeli periodikus váltakozását nevezzük hullámnak (1 pont).

(Más megfogalmazás is elfogadható.)

Főbb jellemzői: hullámhossz, frekvencia, terjedési sebesség, amplitúdó. (2 pont)

(A fentiek közül bármelyik három említése 2 pontot ér. Két jellemzőért 1 pont, egyért 0 pont jár.)

A hullámok lehetnek transzverzálisak, illetve longitudinálisak. (1 pont)

b) *A fény mint hullám jellemzése:*

**2 pont**

A fény transzverzális hullám, terjedési sebessége vákuumban  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ , a hullámhossza a látható tartományban: 390 és 750 nanométer közötti, frekvenciája: 790-400 terrahertz közé esik.

(Bármely két jellemző elfogadható.)

c) *Az maximális erősítés és gyengítés feltételeinek meghatározása:*

**4 pont**

A találkozó hullámok egy adott pontban a köztük lévő fáziskülönbségtől függően erősíthetik, vagy gyengíthetik egymást. (2 pont)

A maximális erősítés feltétele:  $\Delta\varphi = n \cdot 2\pi$  (1 pont)

A maximális gyengítés feltétele:  $\Delta\varphi = (2n + 1) \cdot \pi$  (1 pont)

(Amennyiben a vizsgázó útkülönbségekkel írta le az erősítés és gyengítés feltételeit, és figyelemmel volt a hullámok kezdőfázisaira, a maximális pontszám megadandó, ha nem foglalkozott a kezdőfázisokkal, 3 pont adandó.)

d) *Annak leírása, hogy az interferométer karjának hosszváltozása miért befolyásolja az interferenciaképet:*

**1 pont**

e) *A csőben lévő vákuum fontosságának alátámasztása valamilyen érvel:*

**2 pont**

Pl.: a fénysebesség a vákuumban  $c$ , a fény szóródhat a gázon, gyengülhet, stb.  
(Bármilyen helyes érvelés elfogadható, s 2 pont jár érte.)

f) *A zaj és a gravitációs hullám megkülönböztetésére szolgáló módszer bemutatása:*  
(A válasz a feladat szövege alapján is megadható.)

**2 pont**

g) *Az úthosszkülönbség és a hullámhossz viszonyának meghatározása:*

**3 pont**

$$\frac{\Delta s}{\lambda} = \frac{10^{-21} \cdot 1,6 \cdot 10^6}{1064 \cdot 10^{-9}} = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ (képlet + behelyettesítés + számítás, 1 + 1 + 1 pont).}$$

**Összesen**

**18 pont**

### 3. Elektrosztatikus mező

(Ha a vizsgázó a fogalmak leírása során csak a megfelelő képletet adja meg, a 2 pontból csak 1 pont adható. A pontos szöveges leírására a maximális pontszám megadandó.)

a) *Az elektromos erőhatás nagyságának (Coulomb-törvény) és irányának megadása*

**1 pont**

b) *Az elektromos térerősség fogalmának értelmezése, bemutatása:*

**2 pont**

c) *Az elektromos tér irányának jellemzése az erővonalkép ismeretében:*

**2 pont**

d) *A tér két pontja között mérhető feszültség fogalmának bemutatása, jellemzése:*

**2 pont**

e) *Az elektrosztatikus potenciál fogalmának bemutatása:*

**2 pont**

f) *Ekvipotenciális felületek ismertetése, jellemzése ponttöltés terében:*

**1+1 pont**

g) *Az erővonalak és ekvipotenciális felületek kölcsönös helyzetének bemutatása:*

**1 pont**

h) *Ábra készítése pozitív töltésű, csúcsos fémtest töltéeloszlásáról és erővonalairól:*

**1+1 pont**

A csúcsnál nagyobb a töltéssűrűség és a térerősség, az erővonalak merőlegesek a vezető felületére, a vezető belsejében a térerősség nulla.

i) *A fémtest jellemzése térerősség és potenciál szempontjából:*

A fém felülete ekvipotenciális, belsejében a térerősség nulla.

**1+1 pont**

j) *Két gyakorlati példa a csúcshatáshoz és/vagy az elektrosztatikus árnyékoláshoz kapcsolódóan:*

**1+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:  $v = 90 \text{ km/h}$ ,  $r = 80 \text{ m}$ ,  $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

a) A maximális lassulás meghatározása:

**2 pont**  
**(bontható)**

$$a_{\text{max}} = 0,8 \cdot g = 7,84 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

A keresett fékút meghatározása:

**3 pont**  
**(bontható)**

$$s = \frac{v^2}{2a_{\text{max}}} = 39,9 \text{ m} \approx 40 \text{ m} \text{ (képlet + számítás, 2 + 1 pont).}$$

b) A kanyarodó autó maximális centripetális gyorsulásának meghatározása:

**2 pont**  
**(bontható)**

$$a_{\text{cp}} = 0,5 \cdot g = 4,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

A maximális kanyarsebesség meghatározása:

**3 pont**  
**(bontható)**

$$a_{\text{cp}} = \frac{v^2}{r} \rightarrow v_{\text{max}} = \sqrt{r \cdot a_{\text{cp}}} = 19,8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 71 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

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

(Amennyiben a vizsgázó nem jelzi külön, hogy a maximumokkal számol, a teljes pontszám akkor is megadandó.)

**Összesen: 10 pont**

**2. feladat**

Adatok: ( $A_1 = 2 \text{ dm}^2$ ),  $h = 50 \text{ cm}$ ,  $A_2 = 1 \text{ cm}^2$ ,  $D = 20 \text{ N/m}$ ,  $\Delta l = 15 \text{ cm}$ ,  $p_{\text{levegő}} = 10^5 \text{ Pa}$ ,

*Annak felismerése, hogy a szelep akkor nyílik ki, ha az összenyomott levegő többletnyomásából származó erő meghaladja a rugóerőt:*

**2 pont**  
**(bontható)**

$$F = p_{\text{max}} \cdot A_2$$

*A rugóerő kiszámítása:*

**2 pont**  
**(bontható)**

$$F_{\text{rugó}} = D \cdot \Delta l = 20 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0,15 \text{ m} = 3 \text{ N} \quad (\text{képlet} + \text{számítás: } 1 + 1 \text{ pont})$$

*A szelep kioldásához szükséges többletnyomás meghatározása:*

**2 pont**  
**(bontható)**

$$\Delta p = \frac{F_{\text{rugó}}}{A_2} = \frac{3 \text{ N}}{1 \text{ cm}^2} = 3 \cdot 10^4 \text{ Pa} \quad (\text{képlet} + \text{számítás: } 1 + 1 \text{ pont})$$

*A dugattyú helyzetének meghatározása a szelep kioldásakor a Boyle-Mariotte törvény alapján:*

**3 pont**  
**(bontható)**

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \rightarrow p_1 \cdot h_1 = p_2 \cdot h_2 \quad (1 \text{ pont})$$

$$p_2 = p_1 + \Delta p = 1,3 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad (1 \text{ pont})$$

$$h_2 = \frac{p_1 \cdot h_1}{p_2} = 38,5 \text{ cm} \quad (1 \text{ pont})$$

*A dugattyú elmozdulásának meghatározása:*

**1 pont**

$$\Delta h = h_1 - h_2 = 11,5 \text{ cm}$$

**Összesen: 10 pont**

**3. feladat**

Adatok:  $U = 20 \text{ V}$ ,  $R_1 = 10 \ \Omega$ ,  $R_2 = 30 \ \Omega$ ,  $C_1 = 2 \ \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 3 \ \mu\text{F}$

*A kondenzátorban tárolt energia felírása:*

**2 pont**

$$E = \frac{1}{2} C \cdot U^2$$

*Az áram erőssége, illetve a kondenzátorokban tárolt energia meghatározása a kapcsoló nyitott állása esetén:*

**4 pont**  
**(bontható)**

$$I_1 = I_2 = 0 \text{ (1 pont).}$$

$$U_{C1} = U_{C2} = U = 20 \text{ V (1 pont).}$$

$$E_1 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ J}, \quad E_2 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ J (1 + 1 pont).}$$

*Az áram erőssége, illetve a kondenzátorokban tárolt energia meghatározása a kapcsoló zárt állása esetén:*

**8 pont**  
**(bontható)**

A kapcsoló zárt állása esetén  $U_{R1}' = U_{C2}'$  (1 pont), illetve  $U_{R2}' = U_{C1}'$  (1 pont).

Az áramkörben folyó áram erőssége  $I_1' = I_2' = I = \frac{U}{R_1 + R_2} = 0,5 \text{ A}$  (képlet + számítás, 1 + 1 pont).

Az ellenállásokon eső feszültség:

$$U_{R1}' = I \cdot R_1 = 5 \text{ V (1 pont), illetve } U_{R2}' = I \cdot R_2 = 15 \text{ V (1 pont).}$$

Így tehát:

$$E_1' = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ J, és } E_2' = 3,75 \cdot 10^{-5} \text{ J (1 + 1 pont).}$$

**Összesen: 14 pont**

**4. feladat**

Adatok:  $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27}$  kg,  $m_n = 1,675 \cdot 10^{-27}$  kg,  $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ,  $M_O = 2,656 \cdot 10^{-26}$  kg,  
 $M_{\text{He}} = 6,645 \cdot 10^{-27}$  kg.

a) *A tömegdefektus definíciója, illetve tömeg-energia ekvivalencia felírása a kötési energia meghatározására:*

**3 pont**  
(bontható)

$\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M$  általános esetben, vagy pl. a héliummag esetére

$\Delta m = 2 \cdot m_p + 2 \cdot m_n - M_{\text{He}}$  (bármelyik helyes felírás elfogadható, általánosan vagy valamelyik konkrét atommag esetén) (2 pont).

$E_{\text{köt}} = \Delta m \cdot c^2$  (1 pont). ( $E_{\text{köt}}$  a kötési energia abszolút értékét jelöli.)

*Az egy nukleonra jutó kötési energia meghatározása a hélium, illetve az oxigén esetén:*

**2 + 2 pont**  
(bontható)

$$\frac{E_{\text{köt}}^{\text{He}}}{A} = \frac{(2m_p + 2m_n - M_{\text{He}}) \cdot c^2}{A_{\text{He}}} \approx 1,125 \cdot 10^{-12} \text{ J},$$

$$\frac{E_{\text{köt}}^{\text{O}}}{A} = \frac{(8m_p + 8m_n - M_{\text{O}}) \cdot c^2}{A_{\text{O}}} \approx 1,25 \cdot 10^{-12} \text{ J}.$$

*A magátalakulásokra vonatkozó következtetés levonása:*

**2 pont**

Az oxigén egy nukleonra jutó kötési energiája nagyobb, tehát az oxigénatommag stabilabb.

b) *A hélium és az oxigén elektronszerkezetének felírása:*

**1 + 1 pont**

A hélium elektronszerkezete: **1s<sup>2</sup>** (1 pont).

Az oxigén elektronszerkezete: **1s<sup>2</sup>, 2s<sup>2</sup>, 2p<sup>4</sup>** (1 pont).

c) *Az atomos és molekuláris szerkezet magyarázata:*

**1 + 1 pont**

A hélium teljesen betöltött energiaszintekkel rendelkezik (zárt elektronhéj) (1 pont), míg az oxigén 2p héja csak részben van betöltve (1 pont).

**Összesen: 13 pont**