

ÉRETTSÉGI VIZSGA • 2021. május 18.

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

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

ELSŐ RÉSZ

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

Helyes válaszonként **2 pont.**

Összesen: 30 pont

MÁSODIK RÉSZ

Mindhárom témában minden pontszám bontható.

1. Az elektronhéj

- a) *Planck fotonelméletének ismertetése:* *1 pont*
- b) *A Bohr-modell ismertetése:*
atommag + meghatározott pályákon keringő elektronok *1+1 pont*
- c) *A kvantáltság szerepének bemutatása:*
diszkrét energiaugrások + elnyelés, kibocsátás *1+1 pont*
- d) *Az emissziós és abszorpciós színek létrejöttének magyarázata:* *1+1 pont*
- e) *Az emissziós és abszorpciós színek vonalainak kapcsolatának értelmezése:* *1 pont*
- f) *Az elektronhéj fogalmának ismertetése:* *1 pont*
- g) *A fő- és mellékkvantumszám, a mágneses és a spinquantumszám bemutatása:* *1+1+1+1 pont*
- h) *Az elektronhéj feltöltődési sorrendjének értelmezése az energiaminimum elvvel:* *1 pont*
- i) *A Pauli-elv ismertetése:* *1 pont*
- j) *A Hund-szabály ismertetése:* *1 pont*
- k) *A periódusos rendszer mezőinek elnevezésére adott magyarázat:* *1 pont*
- l) *A nemesgázok elektronszerkezetének jellemzése:* *1 pont*

Összesen: 18 pont

2. A fekete lyuk

- a) *A felszíni gravitációs gyorsulást befolyásoló tényezők meghatározása és a függés megnevezése:*

2 pont

$g \sim M$, ahol M az égitest tömege (1 pont), és

$g \sim 1/R^2$, ahol R az égitest sugara (1 pont).

- b) *A kozmikus sebességek meghatározása:*

2 pont

Az első kozmikus sebesség az R sugarú körpályán keringés sebessége (1 pont), a második a gravitációs környezet elhagyásához szükséges sebesség (1 pont).

- c) *A csillag keringésére vonatkozó törvényszerűségek meghatározása:*

4 pont

Kepler első törvénye szerint a pálya ellipszispálya, melynek egyik gyújtópontjában a fekete lyuk áll (2 pont).

Kepler második törvénye szerint a csillaghoz húzott vezérsugar egyenlő idők alatt egyenlő területet sűrol (2 pont).

(A Kepler-törvények megnevezése nélkül is a teljes pont jár, amennyiben a leírás pontos. A sebességnél, ha a vizsgáló csak annyit állapít meg, hogy távolabb lassabban halad a csillag, közelebb pedig gyorsabban, 1 pont jár.)

- d) *A fekete lyuk észrevehető hatásának megnevezése:*

2 pont

A körülötte mozgó égitestek (csillagok) mozgásából következtethetünk a léte. (Pusztán a „gravitációs hatás” megemlítése bármilyen magyarázat nélkül nem elég.)

- e) *Az összeolvadó fekete lyukak észrevehető hatásának megnevezése:*

2 pont

Az összeolvadás során keletkező gravitációs hullámokat lehet detektálni.

- f) *Az ábra megfelelő értelmezése és a keresett sebesség meghatározása:*

6 pont

Az ábrából leolvashatók a szükséges adatok: $R_{\min} = 120$ CSE (1 pont),

$v_{\max} = 25\,000\,000$ km/h (1 pont).

Mivel Kepler második törvénye szerint:

$$v_{\max} \cdot R_{\min} = v_{\min} \cdot R_{\max} \Rightarrow v_{\min} = \frac{120}{1000} \cdot 25\,000\,000 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 3\,000\,000 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

(képlet + rendezés + számítás, 2 + 1 + 1 pont)

Összesen: 18 pont

3. Páralecsapódás

- a) *A relatív páratartalom és a telített gőztér fogalmának ismertetése:*

4 pont

A relatív páratartalom az adott hőmérsékletű levegőben lévő vízgőz sűrűsége a telített vízgőz sűrűségének százalékában (2 pont).

A gőzteret telítettnek mondjuk, ha szabad folyadékfelszín jelenlétében a párolgás és lecsapódás (dinamikus) egyensúlyban van (2 pont).

- b) *A páratartalom változtatásának bemutatása:*

1 pont

A lakásban lévő pára mennyiségét szellőztetéssel (kisebb páratartalmú levegő beengedésével) lehet csökkenteni.

- c) *A relatív páratartalom csökkentésének bemutatása:*

1 pont

A relatív páratartalmat a hőmérséklet növelésével is lehet csökkenteni.

- d) *A hőmérséklet-változás hatásának megadása:*

2 pont

A hőmérséklet növekedése az abszolút páratartalmat nem változtatja (1 pont), a relatív páratartalmat csökkenti (1 pont).

- e) *A harmatpont fogalmának ismertetése:*

2 pont

A harmatpont az a hőmérséklet, ahol az adott abszolút páratartalmú levegő relatív páratartalma 100%-os lesz.

- f) *Az ablak hőmérsékletének meghatározása:*

3 pont

Az első táblázatból leolvashatóan legfeljebb 12 °C (3 pont).

- g) *A keresett vízgőzsűrűség meghatározása és a 20 °C-hoz tartozó relatív páratartalom megadása:*

5 pont

A második táblázat szerint 23 °C-on a telített vízgőz sűrűsége 20,6 g/m³ (1 pont), tehát az 50%-os relatív páratartalomhoz 10,3 g/m³ sűrűség (1 pont) tartozik.

Ez a gőzsűrűség a 20 °C-os telített vízgőz 17,2 g/m³ (1 pont) sűrűségének ~ 60%-a, azaz a relatív páratartalom ekkor 60% (2 pont).

vagy

A relatív páratartalom 20 °C-on közvetlenül megkapható a felső táblázatból. Ugyanis az azonos hőmérséklet-értékek a táblázatban azonos gőzsűrűséget (azonos harmatpontot) jeleznek (2 pont). A 23 °C-os, 50% relatív páratartalmú vízgőz 12 °C-on válik telítetté (1 pont). Ugyanezt a hőmérséklet-értéket 20 °C-on a 60%-os relatív páratartalomnál találjuk meg (2 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. Ha a vizsgázó a feladat további lépéseinél egy korábban helytelenül kiszámolt értékkel számol helyesen, akkor 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: $m = 3 \text{ g}$, $d = 8 \text{ cm}$, $U = 3 \text{ kV}$, $\alpha = 15^\circ$, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

a) *A lemezek közötti térerősség nagyságának és irányának meghatározása:*

3 pont
(bontható)

$$E = \frac{U}{d} = \frac{3000}{0,08} = 37500 \frac{\text{V}}{\text{m}} \text{ (képlet + számítás, 1 + 1 pont).}$$

A térerősség vektora jobbra mutat (1 pont). (Bármilyen helyes meghatározás elfogadható, pl. a negatív töltésű lemez felé, stb.)

b) *A golyóra ható erők megnevezése vagy lerajzolása:*

2 pont
(bontható)

A golyóra hat a függőleges G gravitációs erő (1 pont), illetve a vízszintes F_E elektrosztatikus erő (1 pont). (Megfelelő ábráért is teljes pont jár.)

A golyó töltésének meghatározása:

4 pont
(bontható)

Mivel $F_E = E \cdot q$ (1 pont) és a zsinór függőlegessel bezárt szögére: $\tan(\alpha) = \frac{F_E}{G}$ (1 pont),

$$q = \frac{G \cdot \tan(\alpha)}{E} = \frac{9,8 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot \tan(\alpha)}{37500} = 2,1 \cdot 10^{-7} \text{ C (rendezés + számítás, 1 + 1 pont).}$$

c) *A fonálban ébredő erő meghatározása:*

2 pont
(bontható)

$$F_k = \frac{G}{\cos(\alpha)} = 0,03 \text{ N (képlet + számítás, 1 + 1 pont).}$$

Összesen: 11 pont

2. feladat

Adatok: $m = 0,2 \text{ kg}$, $R = 1 \text{ m}$, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

a) *A dinamikai helyzet értelmezése a pálya legfelső pontján:*

2 pont

A pálya legfelső pontján $K = 0$, azaz a körpályán maradáshoz szükséges centripetális erő pontosan a gravitációs erő: $F_{\text{cp}} = G$ vagy $a_{\text{cp}} = g$ (2 pont).

A golyó sebességének felírása a pálya legfelső pontján:

**2 pont
(bontható)**

$$\text{A felső helyzetben } m \cdot g = F_{\text{cp}} = m \cdot \frac{v_{\text{felül}}^2}{R} \Rightarrow v_{\text{felül}} = \sqrt{gR} = 3,13 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

(képlet + rendezés, 1 + 1 pont)

A mechanikai energia megmaradásának felírása és a kezdősebesség meghatározása:

**3 pont
(bontható)**

$$\frac{1}{2} m \cdot v_{\text{alul}}^2 = 2 \cdot m \cdot g \cdot R + \frac{1}{2} m \cdot v_{\text{felül}}^2 \Rightarrow v_{\text{alul}} = \sqrt{4gR + v_{\text{felül}}^2} = \sqrt{5gR} = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

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

b) *A mechanikai energia megmaradásának felírása a középső helyzet sebességére:*

**2 pont
(bontható)**

$$\frac{1}{2} m \cdot v_{\text{alul}}^2 = mgR + \frac{1}{2} m \cdot v_{\text{közép}}^2 \Rightarrow v_{\text{közép}}^2 = 3gR$$

(képlet + rendezés, 1 + 1 pont)

A madzagban ébredő erő meghatározása a középső helyzetben:

**3 pont
(bontható)**

A vízszintes kötélrő ebben a pontban egyenlő a centripetális erővel, azaz:

$$K = m \cdot \frac{v_{\text{közép}}^2}{R} = m \cdot \frac{3 \cdot g \cdot R}{R} = 5,9 \text{ N}$$

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

c) *A test eredő gyorsulásának meghatározása:*

**2 pont
(bontható)**

A centripetális gyorsulás vízszintes irányú, míg az érintő irányú gyorsulás függőleges, és g nagyságú. Így az eredő gyorsulás nagysága: $|a_e| = \sqrt{(3g)^2 + g^2} = 31 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

$$|a_e| = \sqrt{(3g)^2 + g^2} = 31 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

(képlet + számítás, 1 + 1 pont)

Összesen: 14 pont

3. feladat

Adatok: $\alpha = 2,4 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$, $d = 1 \text{ cm}$, $l = 30 \text{ cm}$, $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$, $C = 900 \text{ J/(kg}^\circ\text{C)}$,
 $v = 36 \text{ nm/s}$.

- a) *A hőtágulás képletének felírása az alumíniumrúdra és az egy másodperc alatt létrejövő hőmérséklet-változás meghatározása:*

5 pont
(bontható)

$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t$ (1 pont), ami $\Delta t = 1 \text{ }^\circ\text{C}$ esetén $\Delta l = 720 \text{ nm}$ (2 pont).

Tehát a 36 nm/s sebességhez szükséges hőmérséklet-változás másodpercenként:

$\Delta t = 0,05 \text{ }^\circ\text{C}$ (2 pont).

- b) *Az alumíniumrúd tömegének meghatározása és a keresett teljesítmény kiszámítása:*

6 pont
(bontható)

A melegítendő alumíniumdarab tömege:

$$m = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot \rho \cdot l = \frac{0,01^2 \cdot \pi \cdot 0,3 \cdot 2700}{4} = 63,6 \text{ g}$$

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

így a másodpercenként közlendő hő:

$$Q = C \cdot m \cdot \Delta t = 2,9 \text{ J (képlet + számítás, 1 + 1 pont).}$$

Tehát a szükséges fűtőtelsítmény:

$$P = 2,9 \text{ W (1 pont).}$$

Összesen: 11 pont

4. feladat

Adatok: $v = 3 \cdot 10^7$ m/s, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, $\lambda = 500$ nm.

- a) *A munkatétel felírása az elektron gyorsítására és a gyorsító feszültség meghatározása:*

4 pont
(bontható)

$$e \cdot U = \frac{1}{2} m_e v^2 \rightarrow U = \frac{m_e v^2}{2e} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (3 \cdot 10^7)^2}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2560 \text{ V}$$

(képlet + rendezés + számítás, 2 + 1 + 1 pont)

- b) *Az elektronok de Broglie-hullámhosszának meghatározása és a fényel történő összehasonlítás:*

4 pont
(bontható)

Az elektronok hullámhossza:

$$\lambda_e = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 3 \cdot 10^7} = 2,4 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

(képlet + számítás, 1 + 1 pont)

$\frac{\lambda_f}{\lambda_e} = \frac{500 \cdot 10^{-9}}{2,43 \cdot 10^{-11}} = 2,1 \cdot 10^4$, azaz az elektronok hullámhossza kb. 20000-szer kisebb, mint a fényé (2 pont).

- c) *A mikroszkópok felbontóképességének összehasonlítása:*

3 pont
(bontható)

Mivel a felbontóképesség a leképezést végző hullámhosszal arányos (1 pont), az elektronmikroszkóp felbontása körülbelül 20000-szer jobb (2 pont), mint a hagyományos fénymikroszkópé.

Összesen: 11 pont