

ÉRETTSÉGI VIZSGA • 2022. május 17.

FIZIKA

EMELT SZINTŰ ÍRÁSBELI VIZSGA

minden vizsgázó számára

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

Helyes válaszonként *2 pont*.

Összesen 30 pont

MÁSODIK RÉSZ

Mindhárom témában minden pontszám bontható.

1. Az érintésmentes hőmérő

a) *Az elektromágneses spektrum rövid ismertetése:*

3 pont

Legalább a következő tartományokat kell megnevezni: rádióhullám, infravörös, látható fény, ultraibolya, röntgen-, gamma-, kozmikus sugárzás.
(Minden tartomány megnevezése 0,5 pontot ér. A végső pontszámot egészre kerekítéssel kell megadni, de a fél pontot még lefelé kerekítjük.)

b) *A grafikonok menetének elemzése:*

4 pont

A testek hőmérsékletének emelkedésével a kibocsátott sugárzás össz-intenzitása nő (2 pont), a maximális intenzitáshoz tartozó hullámhossz csökken (2 pont).

c) *Az emberi test által kibocsátott legnagyobb intenzitású sugárzás megnevezése:*

2 pont

A grafikonról leolvasható, hogy körülbelül az 5-20 μm hullámhosszúságú sugárzásról van szó, ami az infravörös tartományba esik.

d) *Három megfelelő példa említése:*

6 pont

Bármilyen értelmes példa elfogadható, pl. hőszugárzó – az infravörös sugárzás melegít; éjjellátó készülék – a testek által kibocsátott hőszugárzást észleli a sötétben; hőkamera – különböző testek hőleadását, felmelegedését vizsgálja; távirányítók jele infravörös hullám, stb.

e) *A lézernyalábok szerepének ismertetése:*

3 pont

Mivel a lézernyalábok a közönséges fényforrások fényével ellentétben hosszán, vékony és egyenes nyalábot alkotnak (1 pont), a meghatározott távolságban éppen keresztezi egymást a két nyaláb, tehát ha megfelelő távolságra tartjuk a kamerát, a két fényfolt egymásra esik (2 pont).

Összesen

18 pont

2. A fotoelektron-sokszorozó

a) *A fotoeffektus rövid ismertetése:*

6 pont

Fotoeffektus során fény hatására (1 pont) elektronok lépnek ki (1 pont) a fémből. Elektron lép ki, ha a fém kilépési munkája kisebb, mint a foton energiája (2 pont).
 $E_{\max} = E_f - W_{ki}$ (2 pont)

b) *Az elektronsokszorozás mechanizmusának értelmezése:*

4 pont

Az elektródák különböző potenciálon (2 pont) vannak (vagy: feszültség van köztük), ezért közöttük elektromos tér (1 pont) jön létre, ami gyorsítja az elektronokat (1 pont).

c) *Az 1 eV energiájú elektron energiájának meghatározása az első dinóda elérésekor:*

2 pont

Az 1 eV-os elektron kb. 101 eV-ra gyorsul (2 pont) az első dinódáig.

d) *A szükséges elektródaszám meghatározása:*

6 pont

Minden dinóda kb. megtízszerezi az elektronszámot (2 pont).

$1,6 \text{ pC} = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ C}$, ami kb. 10^7 db elektron töltése (2 pont).

Így kb. 10^7 szerezére kell sokszorozni a beeső primer elektront, amihez 7 db elektróda (2 pont) szükséges.

Összesen

18 pont

3. Maghasadás

a) *A maghasadás folyamatának ismertetése:*

1 pont

b) *Az α -bomlás és a maghasadás közötti különbség kifejtése:*

2 pont

Az α -bomlás során He-atommagok lépnek ki az atommagból, a maghasadás során az atommag kisebb rendszámú leányelemekre bomlik.

c) *A maghasadás és az α -bomlás valószínűségének, aktivációs energiájának és a folyamatokban felszabaduló energiának az összehasonlítása:*

2 pont

A maghasadás azért jön ritkábban létre, mert sokkal nagyobb az aktivációs energiája, mint az α -bomlásnak. A maghasadáskor sokkal nagyobb energia szabadul fel, mint az α -bomlás esetén.

d) *A neutronbefogás szerepének kifejtése:*

2 pont

A neutron befogásával az atommag instabillá válik, és ez megnöveli a maghasadás valószínűségét.

e) *A proton–neutron arány összehasonlítása a hasadásra kész atommagok, s azok stabil leányelemei esetében:*

2 pont

A hasadó atommagban jelentős a neutrontúlsúly, a leányelemek stabil izotópjaiban kisebb.

f) *A láncreakció folyamatának bemutatása:*

1 pont

g) *A sokszorozási tényező fogalmának ismertetése:*

2 pont

h) *A láncreakció időbeli lefutása és a sokszorozási tényező értéke közötti kapcsolat bemutatása:*

3 pont

$k < 1$; $k = 1$; $k > 1$

i) *Az atomerőműben a láncreakció szabályozására alkalmazott eszközök működésének bemutatása:*

2 pont

Szabályozó rudak: neutronokat nyelnek el, ezek ki-betolásával szabályozzák a sokszorozási tényezőt. Vagy a vízben a neutronelnyelő bór koncentrációjának változtatásával. (Elég egy lehetőség említése.)

j) *Szilárd Leó megnevezése*

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: $\alpha = 28^\circ$, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, $s = 2,5 \text{ m}$, $t = 4 \text{ s}$.

A tapadási súrlódási együttható meghatározása:

6 pont
(bontható)

A megcsúszás pillanatában (határhelyzet) a tapadási erő maximuma egyenlő a nehézségi erő lejtővel párhuzamos komponensével (2 pont). (Ezt a felismerést nem szükséges expliciten leírni; ha a vizsgázó egyértelműen ennek megfelelően számol, a pont jár.)

$$F_t = \mu_t \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

(jobb és bal oldal helyes felírása szögfüggvény segítségével, 1 + 1 pont)

$$\Rightarrow \mu_t = \tan \alpha = 0,53 \text{ (rendezés + számítás, 1 + 1 pont).}$$

A csúszási súrlódási együttható meghatározása:

8 pont
(bontható)

A megcsúszás után a gyorsulás értéke:

$$s = \frac{a}{2} t^2 \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2} = \frac{5 \text{ m}}{16 \text{ s}^2} = 0,3125 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ (képlet + rendezés + számítás, 1 + 1 + 1 pont)}$$

Ugyanakkor Newton II. miatt:

$$m \cdot a = m \cdot g \cdot \sin \alpha - \mu_0 \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha \text{ (2 pont),}$$

$$\text{amiből: } \mu_0 = \frac{g \cdot \sin \alpha - a}{g \cdot \cos \alpha} = 0,5 \text{ (rendezés + számítás, 2 + 1 pont).}$$

Összesen: 14 pont

2. feladat

Adatok: $m = 2 \text{ g}$, $l = 25 \text{ cm}$, $d = 10 \text{ cm}$, $Q = -1 \text{ nC}$, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

A feladat geometriai viszonyainak helyes értelmezése:

2 pont
(bontható)

Például megfelelő ábra segítségével, ami nyilvánvalóvá teszi, hogy:

- a felfüggesztett golyó oldalra $d/2$ távolságra tér ki a függőlegeshez képest (1 pont) és
- hogy a függőleges nehézségi erő és a vízszintes elektrosztatikus erő eredője kötélirányú (1 pont).

Amennyiben a megoldás menetéből nyilvánvaló, hogy a vizsgázó ezeknek megfelelően számol, ábra vagy magyarázat hiányában is a teljes pont jár.

A kötélfüggőlegessel bezárt szögének meghatározása:

2 pont
(bontható)

$$\sin \alpha = \frac{d}{2l} \Rightarrow \alpha = 11,5^\circ \text{ (képlet + számítás, 1 + 1 pont)}$$

A kondenzátorra kapcsolt feszültség meghatározása:

7 pont
(bontható)

Mivel $F_E = G \cdot \tan \alpha$ (1 pont),

$$m \cdot g \cdot \tan \alpha = \frac{U}{d} \cdot Q \text{ (2 pont), amiből}$$

$$U = \frac{d \cdot m \cdot g \cdot \tan \alpha}{Q} = \frac{0,1 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8 \cdot \tan 11,5}{10^{-9}} = 400000 \text{ V}$$

(rendezés + behelyettesítés + számítás, 2 + 1 + 1 pont).

Összesen: 11 pont

3. feladat

Adatok: $t_0 = 25\text{ °C}$, $t_1 = 5\text{ °C}$, $\rho = 12,8\text{ g/cm}^3$

a) *A relatív páratartalom meghatározása:*

4 pont
(bontható)

Mivel a táblázat szerint 25 °C -on a telített gőzsűrűség 23 g/m^3 (2 pont), ezért a relatív páratartalom $\frac{12,8}{23} \cdot 100 \approx 56\%$ (képlet + számítás, 1 + 1 pont).

b) *A harmatpont meghatározása a táblázat segítségével:*

2 pont

A harmatpont értéke a táblázatból kiolvasható, 15 °C .

c) *A levegőből kicsapódó vízmennyiség meghatározása:*

3 pont
(bontható)

Mivel a táblázat szerint 5 °C -on a telített gőzsűrűség $6,8\text{ g/m}^3$ (1 pont),

1 m^3 levegőből $12,8 - 6,8 = 6\text{ g}$ víz válik ki (1 pont),

így a 200 m magas légoszlopból a talaj 1 m^2 fölött összesen 1200 g víz csapódik ki (1 pont).

d) *A telített vízgőz nyomásának meghatározása:*

3 pont
(bontható)

A telített vízgőz sűrűsége $6,8\text{ g/m}^3$. Tehát az 1 m^3 térfogatban $n = \frac{6,8\text{ g}}{18\text{ g/mol}} = 0,377\text{ mol}$ vízgőz van. (1 pont)

Az ideális gáz állapotegyenletét felhasználva: $p = \frac{nRT}{V} = 872\text{ Pa}$ (2 pont)

(Ha a vizsgázó számítás helyett a függvénytáblázatból kikeresi a végeredményt, nem jár pont.)

Összesen: 12 pont

4. feladat

Adatok: $I_1 = 10^{18} - 10^{20} \text{ W/cm}^2$, $R_T = 500 \text{ m}$, $P_{\text{NAP}} = 3,86 \cdot 10^{26} \text{ W}$, $R_{\text{NF}} \sim 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$,
 $\eta = 81\%$.

a) *A Nap sugárzási teljesítményének meghatározása a Föld felszínének 1 m²-nyi darabján:*

5 pont
(bontható)

A Nap sugárzása a Föld távolságában egy 150 millió km sugarú gömb felszínén oszlik el (1 pont), ezért az intenzitás itt:

$$I = \frac{P_{\text{Nap}}}{4R_{\text{Nap-Föld}}^2 \cdot \pi} = \frac{3,86 \cdot 10^{26}}{4 \cdot (1,5 \cdot 10^{11})^2 \cdot \pi} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = 1365 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

(képlet + adatok behelyettesítése + számolás, 1 + 1 + 1 pont).

Ennek 81%-a: $I_{\text{NF}} = 1106 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ jut a felszínig. (1 pont)

b) *A keresett intenzitásarány meghatározása:*

5 pont
(bontható)

Az 500 m átmérőjű homorú gömbtükörre $P_T = R^2 \pi \cdot I_{\text{NF}} = 250^2 \cdot \pi \cdot 1106 \text{ W} = 2,17 \cdot 10^8 \text{ W}$ teljesítmény jut. (Összefüggés felismerése + számolás, 1 + 1 pont.)

Ez a teljesítmény az 1,2 m átmérőjű körlap minden cm²-én

$$I_{\text{KL}} = \frac{P_T}{R^2 \pi} = \frac{2,17 \cdot 10^8}{60^2 \cdot \pi} \frac{\text{W}}{\text{cm}^2} = 1,92 \cdot 10^4 \frac{\text{W}}{\text{cm}^2}$$

(Összefüggés felismerése + számolás, 1 + 1 pont.)

Ez az intenzitás az impulzuslézer intenzitásának $\sim 5 \cdot 10^{13}$ -ad – $5 \cdot 10^{15}$ -öd része. (1 pont)

Összesen: 10 pont