

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

Helyes válaszonként *2 pont*.

Összesen 30 pont

MÁSODIK RÉSZ

Mindhárom témában minden pontszám bontható.

1. A ruténium bomlása

a) *A radioaktív bomlástípusok jellemzése:*

3 pont

α -bomlásnál egy hélium atommagot, β -bomlásnál egy elektront, γ -bomlásnál egy fotont (vagy elektromágneses sugárzást) bocsát ki a mag (1 + 1 + 1 pont, „ α -részecske” stb. nem elegendő).

b) *A felezési idő fogalmának értelmezése:*

1 pont

c) *Az aktivitáskoncentráció fogalmának értelmezése:*

1 pont

d) *A ruténium-106 izotóp hiányának indoklása:*

1 + 1 pont

Mivel ennek az izotópnak a felezési ideje rövid, a természetben keletkezett mennyiség már elbomlott.

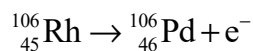
e) *A leányelem fogalmának meghatározása és a keresett izotóp megnevezése:*

1 + 1 pont

A radioaktív bomlás során keletkezett új elem, ez jelen esetben a ródium-106.

f) *A bomlási egyenlet felírása:*

2 pont



(Jobb és bal oldal helyes felírása 1-1 pont. Az elemek csak rend- és tömegszámmal együtt fogadhatók el.)

g) *Annak indoklása, hogy reaktorszennyeződés esetén más radioaktív izotópok is lennének a légkörben:*

1 + 1 pont

Maghasadáskor két vagy több kisebb rendszámú atommag keletkezik. Ezek mind szennyezőként jelentek volna meg a környezetben.

h) A radioaktív sugárzás hatásának bemutatása a daganatos sejtekre:

2 pont

A radioaktív sugárzás energiája a daganatos sejtekben elnyelődik, s ezáltal roncsolja a szöveteket.

i) A keresett idő meghatározása:

3 pont

Mivel $2^{10} = 1024 \approx 1000$ (1 pont), a keresett idő a felezési idő tízszerese (1 pont), azaz ~3740 nap (1 pont).

Összesen

18 pont

2. A Mohr–Westphal-mérleg

a) *A vízbe merülő testekre ható erők bemutatása:*

3 pont

gravitációs erő $\sim m$ (1 pont)

hidrosztatikai felhajtóerő $\sim \rho_{\text{folyadék}} \cdot V_{\text{test}}$ (2 pont)

b) *A kétkarú emelő egyensúlyfeltételének megadása:*

2 pont

A forgatónyomatékok egyenlősége: $M_1 = M_2$ vagy $F_1 \cdot k_1 = F_2 \cdot k_2$

c) *A mérés elemzése és a kapott eredmény magyarázata:*

5 pont

A mérés során a mérleg karjára helyezett lovas súlyának forgatónyomatéka kiegyenlíti az üvegtestre ható felhajtóerő forgatónyomatékát (2 pont). (Megfelelő képlet is elfogadható, pl.: $G_{\text{lovas}} \cdot k_{\text{lovas}} = g \cdot V \cdot \rho_{\text{folyadék}} \cdot k_{\text{üvegtest}}$)

Ha a lovaszt a 10. helyett az 5. osztásrészbe helyezzük, akkor a lovas nyomatéka feleakkora lesz (1 pont), egyensúly esetén tehát a felhajtóerőnek is feleakkorának (1 pont) kell lennie, ezért a folyadék sűrűsége is feleakkora, azaz $0,5 \text{ g/cm}^3$ (1 pont).

d) *A válasz megadása és indoklása:*

2 pont

Nem (1 pont), mert ez esetben az üvegtest úszik a higany felszínén (1 pont).

e) *A hőmérő választásának indoklása:*

2 pont

A mérésnél fontos információ a folyadék hőmérséklete, mivel a sűrűség hőmérsékletfüggő.

f) *A sűrűség leolvasása és a lovas mozgási irányának meghatározása:*

4 pont

A sűrűség $0,858 \text{ g/cm}^3$ (2 pont). Ha a hőmérséklet nő, az olaj sűrűsége csökken, tehát a legkisebb lovas balra kell léptetni (2 pont).

Összesen

18 pont

3. Körfolyamatok, a hőtan második főtétele

- a) *A hőerőgép termodinamikai hatásfokának értelmezése:* **2 pont**
- b) *A megadott körfolyamat egyes szakaszainak energetikai elemzése, a termodinamikai hatásfok kiszámításának ismertetése:* **2 + 2 + 2 + 2 + 2 pont**
- A körfolyamat mind a négy szakaszának leírása 2-2 pontot ér. Ebben szerepeljen a folyamat energetikai jellemzése a belső energia változására, a felvett és leadott hőre, valamint a gázon vagy a gáz által végzett munkára vonatkozóan. A termodinamikai hatásfok helyes megadása is 2 pontot ér.
- c) *A termodinamika második főtételének megfogalmazása a hőerőgép hatásfokának vonatkozásában:* **1 pont**
- d) *A hatásfokra vonatkozó elv alkalmazása a megadott körfolyamatra:* **1 pont**
- e) *A hőtan második főtételének a hőáramlás irányára vonatkozó megfogalmazása:* **1 pont**
- f) *A hőtan második főtételének a folyamatok irányára vonatkozó megfogalmazása:* **1 pont**
- g) *Egy, a természetben le nem zajló, de a hőtan első főtételével összhangban lévő fiktív folyamat megadása:* **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. 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: $V_1 = 10 \text{ l}$, $t_1 = 30 \text{ °C}$, $t_2 = 60 \text{ °C}$, $t_3 = 15 \text{ °C}$, $V_2 = 0,2 \text{ l}$, $c = 4180 \text{ J / kg} \cdot \text{°C}$,
 $L = 2257 \text{ kJ/kg}$, $\rho = 1 \text{ kg/l}$.

- a) *Annak felismerése, hogy a keresett energiamennyiség egyenlő azzal a hőmennyiséggel, amivel a vizet 30 °C -ról 60 °C -ra lehet melegíteni:*

1 pont

(Ez a pont akkor is jár, ha a vizsgázó a felismerést nem írja le, de egyértelműen ennek megfelelően számol.)

A melegítéshez szükséges hőmennyiség meghatározása:

**4 pont
(bontható)**

$$\Delta E = \Delta Q = \rho \cdot V_1 \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 10 \text{ kg} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}} \cdot 30 \text{ °C} = 1254 \text{ kJ}$$

(képlet + behelyettesítés + számítás, 1 + 1 + 1 pont), ami kWh-ban:

$$\Delta E = \frac{1254 \text{ kJ}}{3600 \text{ kJ/kWh}} \approx 0,35 \text{ kWh (1 pont)}.$$

- b) *Annak felismerése, hogy a keresett energiamennyiség egyenlő azzal a hőmennyiséggel, amivel a vizet 100 °C -ra melegítjük, majd elforraljuk:*

1 pont

(Ez a pont akkor is jár, ha a vizsgázó a felismerést nem írja le, de egyértelműen ennek megfelelően számol.)

A gőzöléshez szükséges energia meghatározása:

**5 pont
(bontható)**

$$\Delta E = \rho \cdot V_2 \cdot L + \rho \cdot V_2 \cdot c \cdot (100 \text{ °C} - t_3) = 0,2 \text{ kg} \cdot \left(2257 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 4,180 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}} \cdot 85 \text{ °C} \right) = 522 \text{ kJ}$$

(A képlet két tagjának helyes felírása 1 + 1 pont, behelyettesítés + számítás, 1 + 1 pont), ami kWh-ban:

$$\Delta E = \frac{522 \text{ kJ}}{3600 \text{ kJ/kWh}} \approx 0,145 \text{ kWh (1 pont)}.$$

Összesen: 11 pont

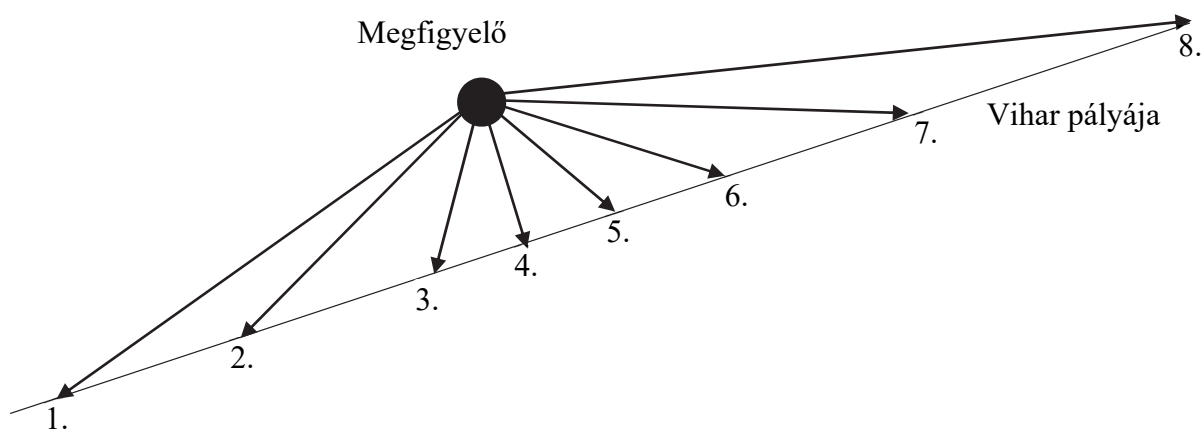
2. feladat

Adatok: $c = 330 \text{ m/s}$

a) *Vázlatos ábra készítése a vihar centrumának mozgásáról:*

4 pont
(bontható)

Az ábrának tükröznie kell a következőket:
 A vihar centrumának pályája egyenes: 1 pont
 Megfigyelő pozíciója nincs az egyenesen: 1 pont
 Nyolc villámlást észleltünk: 1 pont
 Ebből a negyedik esett a legközelebb a megfigyelőhöz: 1 pont



b) *A vihar legkisebb távolságának meghatározása:*

4 pont
(bontható)

Mivel a 3-as és 5-ös esetben a vihar centruma azonos távolságra volt a megfigyelőtől és a 4-es mérést nagyjából azonos idővel előzte meg a 3-as mérés és követte az 5-ös mérés, ezért éppen a 4-es mérés időpontjában volt a vihar centruma legközelebb (2 pont).
 Ez a távolság pedig: $d_4 = c \cdot t = 6 \text{ s} \cdot 330 \text{ m/s} \approx 2000 \text{ m}$ (képlet + számítás, 1 + 1 pont).
 (Természetesen a fény terjedési idejét elhanyagolhatjuk.)

c) *A centrum sebességének meghatározása:*

4 pont
(bontható)

Egyenletes mozgást feltételezve és a d_4 távolság ismeretében bármelyik két pont segítségével meghatározható a centrum sebessége, pl. az 1. és a 4. mérés adataiból:
 A vihar távolsága az 1. méréskor: $d_1 = 18 \text{ s} \cdot 330 \text{ m/s} \approx 6000 \text{ m}$ (1 pont).
 A vihar által megtett távolság a két mérés között: $s^2 = d_1^2 - d_4^2$ (1 pont), amiből

$$v = \frac{5656 \text{ m}}{178 \text{ s}} \approx 32 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (adatok behelyettesítése + számolás, 1 + 1 pont).}$$

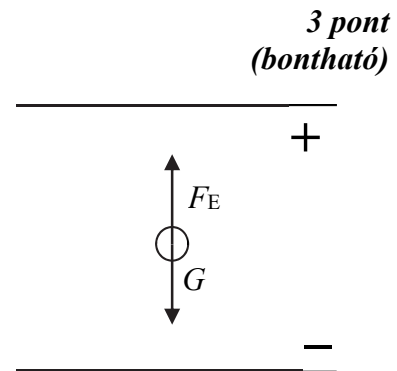
Összesen: 12 pont

3. feladat

Adatok: $r = 8,1 \cdot 10^{-7}$ m, $U = 165$ V, $d = 5$ mm, $\rho_{\text{olaj}} = 973$ kg/m³, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C,
 $g = 9,8$ m/s².

a) *A kísérletet értelmező ábra készítése:*

Az ábrán fel kell legyen tüntetve, hogy:
 a kondenzátorlemezek vízszintesek, a felső a pozitív töltésű (1 pont);
 a cseppre a gravitációs erő G lefelé hat (1 pont),
 az elektromos erő F_E pedig fölfelé (1 pont).



b) *Az olajcseppre ható gravitációs erő meghatározása:*

$$G = \rho \cdot V \cdot g = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \rho \cdot g = \frac{4}{3} \pi \cdot (8,1 \cdot 10^{-7})^3 \cdot 973 \cdot 9,8 = 2,12 \cdot 10^{-14} \text{ N}$$

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

Az olajcsepp töltésének meghatározása:

Mivel lebegés esetén $F_E = G$ (1 pont),

másrészt $F_E = Q \cdot \frac{U}{d}$ (2 pont),

$$\text{ezért } Q = \frac{G \cdot d}{U} = \frac{2,12 \cdot 10^{-14} \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{165} = 6,4 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

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

c) *Az olajcsepp töltésének és az elemi töltés viszonyának meghatározása:*

$$N = \frac{Q}{e} = 4$$

3 pont
(bontható)

6 pont
(bontható)

2 pont
(bontható)

Összesen: 14 pont

4. feladat

Adatok: $R = 6370 \text{ km}$, $M = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, $m = 3 \text{ kg}$, $T = 24 \text{ h}$, $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

A testre ható gravitációs erő meghatározása:

4 pont
(bontható)

$$F_{\text{grav}} = f \cdot \frac{m \cdot M}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{3 \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(6,37 \cdot 10^6)^2} = 29,6 \text{ N}$$

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

(Ha a vizsgázó nem végzi el a gravitációs erőre vonatkozó részletes számítást, hanem közvetlenül a nehézségi/gravitációs gyorsulásból számítja a keresett erőt 1 pont adható.)

A testre ható gravitációs erő és nehézségi erő különbségének meghatározása:

4 pont
(bontható)

$$(F_{\text{cp}}) = F_{\text{grav}} - F_{\text{neh}} = m \cdot R \cdot \omega^2 = m \cdot R \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \rightarrow F_{\text{grav}} - F_{\text{neh}} = 3 \cdot 6,37 \cdot 10^6 \cdot \frac{4\pi^2}{(8,64 \cdot 10^4)^2} = 0,1 \text{ N}$$

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

A két erő arányának meghatározása:

2 pont
(bontható)

$$\text{A két erő aránya: } \frac{0,1}{29,6} = 0,0034 \rightarrow 0,34\%$$

(Ha a vizsgázó a nehézségi erő és a gravitációs vonzerő arányát adja meg helyesen, a teljes pontszám megadandó.)

Összesen: 10 pont