

**ÉRETTSÉGI VIZSGA • 2010. május 18.**

# **FIZIKA**

## **EMELT SZINTŰ ÍRÁSBELI ÉRETTSÉGI VIZSGA**

### **JAVÍTÁSI-ÉRTÉKELÉSI ÚTMUTATÓ**

**OKTATÁSI ÉS KULTURÁLIS  
MINISZTERIUM**

---

---

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 pontot. Az adott pontot (0 vagy 2) a feladat mellett található, illetve a teljes feladatsor 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 fejt 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**

Az útmutató dőlt betűs sorai a megoldáshoz szükséges tevékenységeket határozzák meg. Az itt közölt pontszámot akkor lehet megadni, ha a dőlt betűs sorban leírt tevékenység, művelet lényegét tekintve helyesen és a vizsgázó által leírtak alapján egyértelműen megtörtént. Ha a leírt tevékenység több lépésre bontható, akkor a várható megoldás egyes sorai mellett szerepelnek az egyes részpontszámok. 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 figyelembe vételéhez.

A megadott gondolatmenet(ek)től eltérő helyes megoldások is értékelhetők. 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 kért részeredményeket, az ezekért járó pontszám – ha egyébként a gondolatmenet helyes – megadható. A részeredményekre adható pontszámok közlése azt a célt szolgálja, hogy a nem teljes megoldásokat könnyebben lehessen értékelni.

A gondolatmenet helyességét nem érintő hibákért (pl. számolási hiba, elírás, átváltási hiba) csak egyszer kell pontot levonni.

Ha a vizsgázó több megoldással vagy többször 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.

A számítások közben a mértékegységek hiányát – ha egyébként nem okoz hibát – nem kell hibának tekinteni, de a kért eredmények csak mértékegységgel együtt fogadhatók el.

---

## ELSŐ RÉSZ

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

Helyes válaszonként *2 pont.*

**Összesen**

**30 pont.**

---

## MÁSODIK RÉSZ

**Minden pontszám bontható!**

### 1. téma

a) *A katódsugárcső leírása:*

**1+1+1+1 pont**

Zárt vákuumcső, hevített katód, feszültség az anód és a katód között, a katódból kilépő elektronnyaláb (sugárzás).

b) *Thomson katódsugárcsővel kapcsolatos megfigyeléseinek leírása:*

*A megfigyelési tapasztalatok ismertetése:*

**1 pont**

Az elektronnyaláb eltérül elektromos és mágneses mezőben

*Az eltérülés bemutatása és magyarázata elektromos mező esetén:*

**1+2+1 pont**

A katódsugár irányára merőleges elektromos tér, az elektromos tér irányával és a negatív elektromos töltéssel összhangban lévő erő, az erő irányának megfelelő eltérülés leírása. (Képletszerűen levezetni az eltérülésre vonatkozó összefüggéseket nem kell, kvalitatív leírás, megfelelően részletezett és a szükséges magyarázatokkal kiegészített rajz is elfogadható.)

*Az eltérülés bemutatása és magyarázata mágneses mező esetén:*

**1+2+1 pont**

A katódsugár irányára merőleges mágneses tér, a mágneses tér irányával és a negatív elektromos töltéssel összhangban lévő Lorentz-erő, az erő irányának megfelelő eltérülés leírása. (Képletszerűen levezetni az eltérülésre vonatkozó összefüggéseket nem kell, kvalitatív leírás, megfelelően részletezett és a szükséges magyarázatokkal kiegészített rajz is elfogadható.)

*Annak megállapítása, hogy az eltérülések mértékéből a katódsugárban lévő részecske fajlagos töltésére következtethetünk:*

**3 pont**

(Ha a vizsgázó nem ismerte fel, hogy az eltérülések mértékéből nem következtethetünk közvetlenül az elektron tömegére és töltésére, hanem „csak” a fajlagos töltésre, a 3 pont még részben sem adható meg.)

*Annak megállapítása, hogy az elektron a töltés legkisebb egységét hordozó negatív töltésű elemi részecske:*

(Ha a vizsgázó itt nem említi külön, hogy az elektron negatív töltésű, de ez korábbi megállapításaiból, gondolatmenetéből kiderül, itt pontot levonni nem szabad!)

**2 pont**

**Összesen**

**18 pont**

---

**2. téma**a) *A fény sebességének mérése Römer vagy Fizeau módszerével:***7 pont**

Römer módszere:

- Jupiter holdjait figyelte meg (1 pont)
- a Jupiter Földtől távoli helyzetében. (1 pont)
- A megfigyelt hold az elméletileg számítottnál látszólag később kelt fel, (1 pont)
- mert a fénynek több időre volt szüksége, hogy elérje a Földet, mint amikor a Jupiter közelebb esik a Földhöz. (2 pont)
- A Föld nap körüli pályájának közelítő átmérőjét ismerve (1 pont)
- jó nagyságrendi becslést kapott Römer a fény sebességére. (1 pont)

Fizeau módszere:

- Egy fogaskerék fogai között átvilágítva (1 pont)
- felvillanás-sorozatot állítunk elő (1 pont)
- mely egy távoli tükörről visszaverődik (1 pont)
- majd a fogaskerék megfelelő fordulatszámának beállításával (1 pont)
- elérjük, hogy a visszaverődő fénysugarak elnyelődjenek a fogaskeréken, s ne jussanak a szemünkbe (2 pont)
- A fogaskerék fordulatszámából, s a tükör helyzetéből következtethetünk a fény sebességére (1 pont)

b) *A fény hullámhosszának mérése rácscsal:***7 pont**

- Az ernyőn elhajlási kép keletkezik (2 pont)
- A főmaximum és az első mellékmaximum távolságából, valamint a rács és az ernyő távolságából meg lehet határozni az első mellékmaximum irányát ( $\alpha$ ). (3 pont)
- Az  $\alpha$  és a rácsállandó ( $d$ ) ismeretében a hullámhossz kiszámítható.  $\lambda = d \cdot \sin \alpha$ . (2 pont)

c) *A fény frekvenciájának meghatározása a sebességből és a hullámhosszból:***2 pont**

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

d) *A frekvencia által meghatározott tulajdonságok megadása:***1+1 pont**

a fény színe, a fény fotonjainak energiája

**Összesen****18 pont**

---

**3. téma**

a) *Az ideális gáz részecskemodelljének ismertetése:*

**1+1+1+1+1 pont**

A gázok nagy számú apró részecskéből állnak;  
a részecskék szabadon mozoghatnak;  
a részecskék nagy sebességgel mozognak;  
rugalmasan ütköznek egymással és az edény falával;  
kölsönhatás közöttük csak az ütközéskor van.

b) *A gáz nyomásának értelmezése a modell alapján:*

**1+1 pont**

A részecskék gyakorta ütköznek az edény falával, s az ütközések révén erőt fejtenek ki.

c) *A gáz hőmérsékletének értelmezése a modell alapján:*

**1+1 pont**

Magasabb hőmérsékletű gázt nagyobb átlagsebességű részecskékkel modellezünk.

d) *A Boyle–Mariotte-törvény értelmezése a modell alapján:*

**3 pont**

Az adott átlagsebességű részecskék kisebb helyre szorítva gyakrabban ütköznek az edény falával, azaz a nyomás nő.

e) *Gay–Lussac II. törvényének ( $V=\text{áll.}$ ) értelmezése a modell alapján:*

**3 pont**

A hőmérséklet növelése megfelel a részecskék átlagsebesség-növekedésének, azaz az ütközések száma (s az egyes ütközések ereje) nő, tehát a nyomás nő.

f) *Gay–Lussac I. törvényének ( $P=\text{áll.}$ ) értelmezése a modell alapján:*

**3 pont**

A hőmérséklet növelése megfelel a részecskék átlagsebesség növekedésének. Ez a nyomás növekedéséhez vezetne (hiszen a részecskék gyakrabban és nagyobb erővel ütköznének az edény falával), ha nem növelnénk meg az edény térfogatát. Tehát az állandó nyomás fenntartásához térfogatnövelés szükséges.

(Ha a vizsgázó a nyomás magyarázata során nem választja külön a nagyobb sebességű részecskék ütközése esetén a nagyobb lendületváltozást és a gyakoribb ütközést, nem kell pontot levonni. Érvelésében legalább az egyik szempontnak szerepelnie kell.)

**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

### 1. feladat

Adatok:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C,  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg,  $B_1 = 5,7 \cdot 10^{-7}$  T,  $v_0 = 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

- a) *Az elektronra ható Lorentz-erő és a körmozgás dinamikai feltételének felírása:* **1 + 2 pont**

Az elektronra jelen esetben csak a Lorentz-erő  $F_{\text{Lorentz}} = e \cdot v_0 \cdot B$  hat, és ez a körpályán történő mozgáshoz szükséges centripetális erő.

$$F_{cp} = F_{\text{Lorentz}} \Rightarrow m_e \frac{v_0^2}{R} = e \cdot v_0 \cdot B$$

*Az első térrészben leírt körpálya sugarának felírása és kiszámítása:*

**1 + 1 pont**

$$R_1 = \frac{m_e \cdot v_0}{e \cdot B_1} = 1 \text{ m}$$

*A második térrészben leírt körpálya sugarának kiszámítása:*

**1 pont**

$$R_2 = 2 \cdot R_1 = 2 \text{ m}$$

- b) *A második térrészben lévő mágneses tér indukciójának meghatározása:* **2 pont**

$$B_2 = \frac{B_1}{2} = 2,85 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

- c) *Az elektron által megtett út felírása és kiszámítása:* **2 + 1 pont**

A kérdéses út három félkörből áll, amelyen az elektron egyenletes sebességnagysággal halad végig.

$$s = 2 \cdot s_2 + s_1 = 2 \cdot R_2 \cdot \pi + R_1 \cdot \pi = 15,7 \text{ m}$$

- d) *Az eltelt idő meghatározása:* **1 pont**

$$\Delta t = \frac{s}{v_0} = 1,57 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

**Összesen: 12 pont**



**2. feladat**

Adatok:  $v_1 = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ,  $m_1 = 50 \text{ kg}$ ,  $v_2 = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ,  $m_2 = 75 \text{ kg}$ ,  $s_{\text{fék}} = 5 \text{ m}$ ,  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

- a) *A lendületmegmaradás felírása a rugalmatlan ütközésre és a közös sebesség kiszámítása:*

**2 + 2 pont**

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v_{\text{közös}}, \text{ amiből}$$

$$v_{\text{közös}} = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2} = 7,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- b) *A fékezés során fellépő gyorsulás nagyságának felírása és kiszámítása:*

**2 + 1 pont**

$$a = \frac{v_{\text{közös}}^2}{2 \cdot s_{\text{fék}}} = 5,18 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 5,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

*A fékezés során fellépő súrlódási erő felírása és a súrlódási együttható kiszámítása:*

**1 + 1 pont**

$$F_{\text{fék}} = (m_1 + m_2) \cdot a_{\text{fék}} = (m_1 + m_2) \cdot \mu \cdot g, \text{ amiből}$$

$$\mu = \frac{a_{\text{fék}}}{g} = 0,52$$

(A dinamikai egyenlet felírása nem kötelező, amennyiben a súrlódási együttható felírása helyes, a teljes pontszám jár. Ha a vizsgázó a feladat ezen részét a munkatétel alapján oldja meg, akkor a munkatétel helyes felírása 3 pont, rendezés 1 pont, számítás 1 pont.)

- c) *A megálláshoz szükséges idő felírása és kiszámítása:*

**1 + 1 pont**

$$t = \frac{v_{\text{közös}}}{a_{\text{fék}}} = 1,38 \text{ s} \approx 1,4 \text{ s}$$

**Összesen: 11 pont**

**3. feladat**

Adatok:  $R = 8,3 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ ,  $V_1 = V_2 = 10 \text{ dm}^3$ ,  $V_3 = V_4 = 30 \text{ dm}^3$ ,  $T_2 = T_4 = 100 \text{ K}$ ,  $m = 2 \text{ g}$

a) *Az izobár szakaszok felismerése:*

**1 + 1 pont**

$p_1 = p_4$ ;  $p_2 = p_3$  vagy:

Mivel az 1. illetve a 4. pont ugyanarra az origón átmenő egyenesre illeszkedik, ezért a nyomás állandó. Ugyanezen okból a 2. és a 3. pont nyomása is egyenlő.

(A megfelelő nyomások egyenlőségének megállapítása különösebb indoklás nélkül is elfogadható.)

*A  $T_1$ , illetve a  $T_3$  hőmérséklet meghatározása:*

**1 + 1 + 1 pont**

$$T_1 = \frac{V_1}{V_4} \cdot T_4 = \frac{100}{3} \text{ K} \approx 33 \text{ K}$$

$$T_3 = \frac{V_3}{V_2} \cdot T_2 = 300 \text{ K}$$

(A Gay–Lussac-törvény megfogalmazására, felírására vagy alkalmazására 1 pont, a két helyesen meghatározott hőmérséklet-értékre 1+1 pont adható.)

b) *Az állapotegyenlet megfogalmazása:*

**1 pont**

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

*A molszám meghatározása:*

**1 pont**

$n = 0,5$ , mert  $m = 2 \text{ g}$  és  $M = 4 \text{ g/mol}$

*$p_2$  és  $p_4$  kiszámítása:*

**1 + 1 pont**

$$p_2 = 0,5 \text{ mol} \cdot 8,3 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot \frac{100 \text{ K}}{10 \text{ dm}^3} \approx 4,2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$p_4 = 0,5 \text{ mol} \cdot 8,3 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot \frac{100 \text{ K}}{30 \text{ dm}^3} \approx 1,4 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

*A másik két pont nyomásának megadása:*

**1 pont**

$$p_1 = p_4 \text{ és } p_3 = p_2$$

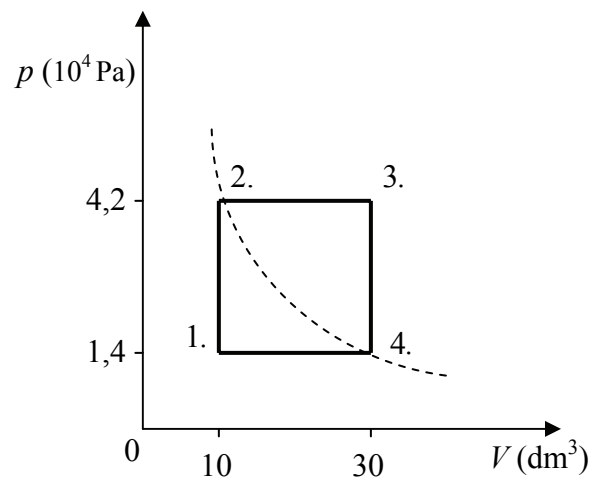
(Az 1 pont akkor adható meg, ha a vizsgázó a  $p_2$  és  $p_4$  értékét meghatározta.)

c) A folyamat ábrázolása a  $p(V)$  diagramon:

**4 pont  
(bontható)**

Az ábrázolásnál a tengelyek megfelelő jelölése 1 pontot, a körfolyamat helyes ábrázolása 3 pontot ér.

Az izoterma feltüntetésének elmulasztása, illetve a térfogatok és nyomások számszerű értékének hiánya nem számít hibának, de az ábrán a megfelelő térfogatok, illetve nyomások egyenlőségének jól kivehetőnek kell lenniük. (Azaz a folyamatot „téglalappal” kell ábrázolni, és az egyes „sarkokban” fel kell tüntetni az állapotok sorszámát.)



**Összesen: 14 pont**

**4. feladat**

Adatok:  $E_{\text{DT}} = 0,9 \cdot 10^{-12} \text{ J}$ ,  $m_{\text{n}} = 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $m_{\text{He}} = 6,6465 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  
 $m_{\text{T}} = 5,0083 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $m_{\text{D}} = 3,3436 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

*A tömegdefektus szerepének felismerése:*

**2 pont**

A reakciótermékek össztömege és a kiinduló anyagok össztömege különböző.

*A tömegdefektus értékének kiszámítása:*

**1 pont**

$$\Delta m = (m_{\text{D}} + m_{\text{T}}) - (m_{\text{n}} + m_{\text{He}}) = 0,0305 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \approx 3 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$$

(Amennyiben a felírásból nem világos, hogy tömegnövekedés történt, de később a vizsgázó e szerint számol, a pontszám megadandó.)

*A tömegdefektusnak megfelelő energiamennyiség meghatározása:*

**1 + 1 pont**

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = 2,7 \cdot 10^{-12} \text{ J} \approx 16,9 \text{ MeV}$$

(Nem feltétlenül szükséges MeV egységekre átszámolni az energiát, lehet végig Joule-t használni.)

*Az energiamegmaradási tétel alkalmazása az ütközésre és a neutron energiájának kiszámítása:*

**2 + 1 pont**

$$E_{\text{neutron}} = E_{\text{DT}} + \Delta E = 3,6 \cdot 10^{-12} \text{ J} \approx 22,5 \text{ MeV}$$

A neutron mozgási energiája egyenlő a reakciótermékek mozgási energiájának és a tömegdefektusnak megfelelő energiamennyiségnek az összegével.

(Az összefüggés megadása szöveges leírással vagy képlettel 2 pont, eredmény számértékének meghatározása 1 pont.)

*A neutron sebességének kiszámítása:*

**1+1 pont**

$$v_{\text{neutron}} = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{neutron}}}{m_{\text{n}}}} = 6,6 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Összesen: 10 pont**