

A fizika házi verseny 3. fordulójának megoldásai

8. osztály:

- 1) Egy tömegpont szabadon esik; 2,2 másodperc alatt ér földet. Milyen magasról esett? Mennyi volt a végsebessége? Mennyi volt az átlagsebessége az utolsó 3 méteren?

Az útképlet szerint $s = \frac{g}{2} t^2 = 24,2 \text{ m}$, tehát a test 24,2 m magasból esett. Sebessége leéréskor

$v = g t = \underline{22 \text{ m/s}}$. Az utolsó 3 m *előtt* $s_1 = 24,2 \text{ m} - 3 \text{ m} = 21,2 \text{ m}$ -t esett, ehhez szintén az útképlet szerint $t = \sqrt{\frac{2s_1}{g}} \approx 2,059 \text{ s}$ idő kellett. Így az utolsó 3 m-t $2,2 \text{ s} - 2,059 \text{ s} = \underline{0,141 \text{ s}}$ alatt tette meg. Eszerint ott az

átlagsebesség $\langle v \rangle = \frac{3 \text{ m}}{0,141 \text{ s}} \approx \underline{21,3 \text{ m/s}}$ volt.

- 2) 4 cm átmérőjű csőben víz áramlik. 2,4 s alatt 30 liter víz halad át a cső valamely keresztmetszetén. Mekkora sebességgel áramlik a víz?

A cső keresztmetszete $A = r^2 \pi \approx \underline{1,2566 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2}$. A $V = 30 \text{ l}$ térfogatú víz a csőben $s = V/A = \underline{23,87 \text{ m}}$ utat tesz meg, míg teljes egészében áthalad a kiszemelt keresztmetszeten. Sebessége tehát $v = s/t \approx \underline{9,95 \text{ m/s}}$.

- 3) 230 V-ra méretezett vízmelegítő ellenállása 540Ω , hatásfoka 78%. Mennyi idő alatt forral föl 0,5 liter, kezdetben 22°C -os vizet?

A melegítéshez szükséges hőmennyiség (energia) $Q = c m \Delta T = \underline{163\,800 \text{ J}}$. Mivel a melegítő hatásfoka 78%, ehhez a melegítőnek $W = Q / 0,78 = \underline{210\,000 \text{ J}}$ munkát kell végeznie.

A melegítő teljesítménye a feszültség és az ellenállás ismeretében: $P = U^2/R \approx \underline{94,963 \text{ W}}$. A melegítéshez szükséges idő tehát $t = W / P \approx \underline{2211 \text{ s}}$, azaz kb. 37 perc.

- 4) Két ellenállást (az egyik 330Ω -os, és legfeljebb 10 W -tal terhelhető, a másik 220Ω -os, 15 W -ot bír el) párhuzamosan kapcsoltunk, majd velük sorba kötöttünk egy harmadik ellenállást (ez 500Ω -os, terhelhetősége 30 W). Legfeljebb mekkora feszültséget szabad a rendszerre kapcsolni, hogy egyik ellenállás se menjen tönkre? Mekkora ebben az esetben az egyes ellenállásokra eső feszültség?

A rendszer eredő ellenállását meghatározva $R_e = \underline{632 \Omega}$ -ot kapunk. (R_1 és R_2 eredője 132Ω .) A $P = U I = U^2 / R = I^2 R$ képletekkel ki tudjuk számítani, melyik ellenállásra mekkora maximális feszültség és áram juthat.

Az $R_1 = 330 \Omega$ -oson az $U_{1m} \approx 57,44 \text{ V}$, $I_{1m} \approx 0,174 \text{ A}$ értékeket kapjuk;

az $R_2 = 220 \Omega$ -os esetében $U_{2m} = U_{1m} \approx 57,44 \text{ V}$ adódik, és $I_{2m} \approx 0,2611 \text{ A}$;

míg az $R_3 = 500 \Omega$ esetében $U_{3m} \approx 122,47 \text{ V}$, $I_{3m} \approx 0,2449 \text{ A}$.

Ha az első két ellenállásra a megengedett feszültség jutna, akkor a harmadikra $I = I_{1m} + I_{2m} \approx 0,435 \text{ A}$ jutna, amit az nem bír el. Ezért a rendszeren a főágban folyó maximális áramot R_3 teherbírása határozza meg; $I = I_{3m} \approx \underline{0,2449 \text{ A}}$ lehet legfeljebb, mert így az első két ellenállásra a maximálisnál kisebb, tehát elbírható feszültség esik. Ekkor a teljes bekapcsolt feszültség $U = I_{3m} R_e \approx 0,2449 \text{ A} \cdot 632 \Omega \approx \underline{154,8 \text{ V}}$.

Ebből R_3 -ra természetesen az általa legfeljebb elbírt $U_3 = I R_3 \approx \underline{122,47 \text{ V}}$ esik, a másik két ellenállásra pedig $U_{1,2} = U - U_3 \approx \underline{32,33 \text{ V}}$ jut.

Csaba G.

A fizika háziverseny 3. fordulójának megoldásai

10. osztály:

- 1) 8 m hosszú, vízszintes lap elejétől egy testet húzunk (gyorsulása $0,8 \text{ m/s}^2$), majd magára hagyjuk. A test és a lap közt a súrlódási együttható $0,12$. A test éppen a lap másik végén áll meg. Mekkora úton gyorsítottuk a testet?

A már lassuló test „gyorsulása” $|a| = \mu g = 1,2 \text{ m/s}^2$. Tegyük föl, hogy az út második szakaszán a mozgást videóra vesszük és fordítva játsszuk le; nyilván ekkor a végsebesség ugyanakkora lenne, mint valójában a kezdősebesség, azaz az első szakaszon elért végsebesség. Mivel a végsebességről tudjuk, hogy $v^2 = 2 a s$, a két szakaszon elért sebességet egyenlővé téve $2 \cdot 0,8 \text{ m/s}^2 \cdot x = 2 \cdot 1,2 \text{ m/s}^2 \cdot (8\text{m}-x)$ adódik. Az egyenlet megoldása $x = 3,2 \text{ m}$.

- 2) 5 m magas, 22° hajlásszögű lejtőn 8 kg tömegű testet húzunk felfelé $45,56 \text{ N}$ erővel. A test és a lejtő közt a súrlódási együttható $0,2$. ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) Mennyi idő alatt ér fel a test? Mekkora lesz a végsebessége? Mennyi hő fejlődik közben a lejtőn a súrlódás miatt?

A lejtő hossza a geometriai adatokból $s = 5 \text{ m} / \sin \alpha \approx 13,347 \text{ m}$. Newton II. törvénye szerint a rendszer gyorsulása $a = \frac{F - mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha}{m} \approx 0,201 \text{ m/s}^2$. Ezt az útképletbe behelyettesítve a mozgás idejére kapjuk, hogy $13,347 \text{ m} = 0,201 \text{ t}^2 / 2$, amiből $t \approx 11,945 \text{ s}$. A végsebesség $v(t) = a \cdot t \approx 2,401 \text{ m/s}$. A fejlődő hő pedig annyi, mint a súrlódási munka, azaz $Q = \mu F_{\text{ny}} s = \mu m g s \cos \alpha \approx 194,14 \text{ J}$.

- 3) Lyukacsos testet dugattyúba zártunk. Amikor a bezárt térfogat $3,7 \text{ dm}^3$, akkor a nyomás $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Lenyomva a dugattyút, a bezárt térfogatot $3,3 \text{ dm}^3$ -re csökkentjük; ekkor a nyomás $1,162 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ -ra nő. Mennyi a porózus test anyagának térfogata?

A bezárt térfogat egy részét a test (keresett térfogatú) anyaga tölti ki, a többit a levegő. Ez akkor is így lesz, ha a dugattyút összenyomjuk. Boyle-Mariotte törvénye szerint tehát $(3,7 \text{ dm}^3 - V) \cdot 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa} = (3,3 \text{ dm}^3 - V) \cdot 1,162 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Az egyenlet megoldása $V \approx 0,642 \text{ dm}^3$.

- 4) $0,1 \text{ m}^3$ oxigén hőmérséklete 300 K , nyomása $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Hőközléssel megnöveljük nyomását és térfogatát úgy, hogy a folyamatot a p-V diagramon egyenes szakasz ábrázolja. Az új nyomás $4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, a térfogat $0,15 \text{ m}^3$. Mennyi hőt kellett közölnünk a gázzal?

A hőközlést a hőtan I. főtétele szerint a belső energia növekedése és a gáz által végzett munka határozza meg. A gáz hőmérséklete a végállapotban az egyesített gáztörvény szerint

$$T_2 = \frac{p_2 V_2 T_1}{p_1 V_1} = 900 \text{ K}, \text{ tehát } \Delta T = 600 \text{ K}. \text{ Ezzel } \Delta E = \frac{f}{2} N k \Delta T = \frac{f}{2} \frac{p V}{T} \Delta T = \frac{5}{2} \frac{2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,1 \text{ m}^3}{300 \text{ K}} 600 \text{ K} = 10^5 \text{ J}.$$

A munkavégzést a p-V diagramon a folyamatot ábrázoló görbe alatti „terület” adja meg, azaz

$$W = -\frac{(p_1 + p_2)}{2} \cdot \Delta V = -3 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,05 \text{ m}^3 = -1,5 \cdot 10^4 \text{ J}.$$

A teljes hőközlés tehát $Q = \Delta E - W = 10^5 \text{ J} + 1,5 \cdot 10^4 \text{ J} = 1,15 \cdot 10^5 \text{ J}$.

Csaba György