ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 2019.

Srednje škole – 2. grupa
Rješenja i smjernice za bodovanje

Upute za bodovanje: Ovdje je prikazan jedan način rješavanja zadataka. Ako učenici riješe zadatak drugačijim, a fizikalno ispravnim načinom, treba im dati puni broj bodova predviđen za taj zadatak. Ako učenici ne napišu posebno svaki ovdje predviđeni korak, a vidljivo je da su ga napravili, treba im dati bodove kao da su ga napisali.

1. Zadatak (10 bodova)

Može gu se postaviti podatke za rješenje na slijedeći način:

$m_1 = 4\ kg$
$m_2 = 15\ kg$
$m_3 = 2\ kg$
$c_1 = c_3 = x$
$c_2 = 1800\ J/(kg{\cdot}K)$
$T_1 = T_2 = 15{,}5\ °C$
$T_3 = 182\ °C$
$T_k = 18{,}3\ °C$

Znajući da:
$Q = Q \cdot c \cdot \Delta T$ **(2 boda)**

Možemo pisati:
$m_2 \cdot c_2\,(T_k - T_2) + m_1 \cdot c_1 \cdot (T_k - T_1) = m_3 \cdot c_3 \cdot (T_3 - T_k)$ **(2 boda)**

Može se isto dodatno pojednostaviti, postavljajući:
$c_1 = c_3 = x$
$T_1 = T_2$

Slijedi:
$m_2 \cdot c_2\,(T_k - T_1) + m_1 \cdot x \cdot (T_k - T_1) = m_3 \cdot x \cdot (T_3 - T_k)$ **(2 boda)**

Premještajući članove u jednadžbi:
$m_3 \cdot x \cdot (T_k - T_3) + m_1 \cdot x \cdot (T_k - T_1) = m_2 \cdot c_2\,(T_1 - T_k)$

Dakle, dobije se:
$x \cdot [m_3 \cdot (T_k - T_3) + m_1 \cdot (T_k - T_1)] = m_2 \cdot c_2\,(T_1 - T_k)$

$x = \frac{m_2 \cdot c_2\,(T_1 - T_k)}{m_3 \cdot (T_k - T_3) + m_1 \cdot (T_k - T_1)} = 239\ J/(kg \cdot K)$ **(4 boda)**

2. Zadatak (12 bodova)

Za plin, rad je negativan (smanjenje volumena) i prijenos topline je također negativan (toplina ispuštena u led), sve na konstantnoj temperaturi.

$\Delta U=0$, zato što je $\Delta T=0$; **(2 boda)**

Slijedi:

$|Q| = |W|$

Da se otopi pola mase leda:

$|Q| = \lambda \frac{m}{2}$ **(2 boda)**

Za izotermu kompresiju vrijedi:

$|W| = -nRT_0 ln \frac{V_{Konačni}}{V_{Početni}}$ (zbog $V_{Konačni} < V_{Početni}$ **)** **(2 boda)**

Za idealni plin i izotermu transformaciju:

$p_0 V_{Početni} = p_{Konačni} V_{Konačni}$ **(2 boda)**

$|W| = nRT_0 ln \frac{p_{Konačni}}{p_0}$ **(2 boda)**

Slijedi:

$$ln \frac{p_{Konačni}}{p_0} = \frac{\lambda m}{2nRT_0}$$

Konačni izraz za tlak je dakle:

$p_{Konačni} = p_0 e^{\frac{\lambda m}{2nRT_0}}$ **(2 boda)**

3. Zadatak (8 bodova)

Treba izračunati rad *W* koji obavi plin, te toplina *Q* znajući da promjena unutarnje energije je *$\Delta U=0$,* u svakom termičkom ciklusu:

Q = W

Rad je:

$W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA}$ **(2 boda)**

$$W_{BC} = nRT_B ln\frac{V_C}{V_B} = nRT_B ln\frac{p_B}{p_C}$$

$$W_{DA} = nRT_D ln\frac{V_A}{V_D} = nRT_D ln\frac{p_D}{p_A}$$ **(2 boda)**

Iz podataka zadatka ima se da:

P_A = 2,00x10^5 Pa; $P_B = 4P_{A;}$ P_C = 2,285x10^5 Pa; $P_D = P_C/4$;

$T_B = 4T_A = 488K$ $T_D = T_A = 122K$; **(2 boda)**

Slijedi:

$$Q = W = nR(T_B - T_D)ln\frac{4p_A}{P_c} = 7622J$$ **(2 boda)**

4. Zadatak (12 bodova)

Iz jednadžbi za kosi hitac mogu će je pronaći minimalnu brzinu koja je potrebna da bi fluid ulazio u svaki spremnik. Također postoje brzine koje prebacuju fluid preko sva tri spremnika. U tome slučaju:

$$b = \frac{g}{2}t^2$$
$$3 \cdot c = v_1 t$$
$$b = \frac{g}{2}\left(3\frac{c}{v_1}\right)^2$$
$$v_1 = 3c\sqrt{\frac{g}{2b}} = 2{,}56\ m/s$$

Brzina vode na izlazu rupice ovisi o visine vode u spremniku i vezane su kroz Bernullievu jednadžbu:

$$h_1 = \frac{v_1^2}{2g} = 0{,}334\ m$$ **(2 boda)**

Za drugi spremnik vrijedi:

$$b = \frac{g}{2}t^2$$
$$2 \cdot c = v_2 t$$
$$b = \frac{g}{2}\left(2\frac{c}{v_2}\right)^2$$

$$v_2 = c\sqrt{\frac{2g}{b}} = 1{,}707\ m/s$$

$$h_2 = \frac{v_2^2}{2g} = 0{,}148\ m$$ **(2 boda)**

Za treći spremnik vrijedi:

$$b = \frac{g}{2}t^2$$
$$c = v_3 t$$
$$b = \frac{g}{2}\left(2\frac{c}{v_3}\right)^2$$

$$v_3 = c\sqrt{\frac{g}{2b}} = 0{,}853\ \ m/s$$

$h_3 = \frac{v_3^2}{2g} = 0{,}037\ m$ **(2 boda)**

Količina vode što ne uđe niti u jedan spremnik je:

$$V = a^2(a - h_1) = 0{,}666\ m^3$$

U tri spremnika rasporede se slijedeće količine:

$V_1 = a^2(h_1 - h_2) = 0{,}186\ m^3$ **(2 boda)**

$V_2 = a^2(h_2 - h_3) = 0{,}111\ m^3$ **(2 boda)**

$V_3 = a^2 h_3 = 0{,}037\ m^3$ **(2 boda)**

5. Zadatak (8 bodova)

Kako se radi o adijabatskoj transformaciji:

$$\Delta U = -W; Q = 0$$

Za rad vrijedi, uzimajući u obzir da na početku masa zraka zauzima volumen V_0 (van posude) a u konačnom stanju je 0 jer tada masa zraka nalazi se u posudi:

$W = p\Delta V = p(0 - V_0) = -pV_0 = -nRT_0$ **(1 bod)**

Ako je *T* konačna temperatura zraka promjena unitarnije energije vrijedi:

$\Delta U = nc_v(T - T_0) = -W = pV_0 = nRT_0$ **(1 bod)**

Za biatomski plin $\gamma = 7/5$:

$T = \frac{(R + c_v)T_0}{c_v} = \gamma T_0 = 434K$ **(2 boda)**

Iz jednadžbe idealnog plina može se izračunati broj mola plina u posudi:

$n = \frac{PV}{RT} = 2,82 \times 10^{-2}$ **(2 boda)**

Slijedi:

$\Delta U = ncv(T - T0) = 19,3J$

Dakle rad je:

$W = -\Delta U = -19,3J$ **(2 boda)**