

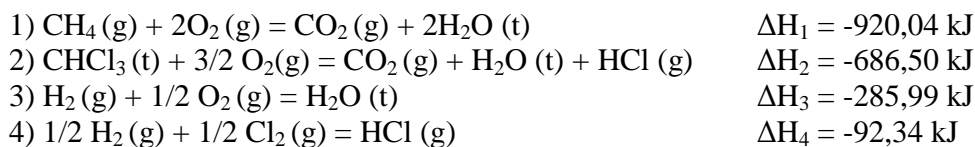
OKFH 1 III kolokvijum

Literatura:

1. U. Mioč, R. Hercigonja, **Zbirka zadataka iz opšteg kursa fizičke hemije**, Beograd 1997, str. 109-122.
2. M. Ristić, I. Pašti, I. Cekić-Lasković, **Praktikum iz opšteg kursa fizičke hemije**, Beograd 2010, poglavlje 4.
3. I. Holclajtner-Antunović, **Opšti kurs fizičke hemije**, Beograd 2012, str. 99-124, 135-150.

Zadaci:

III 1. Naći promenu entalpije za reakciju: $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = \text{CHCl}_3(\text{l}) + \text{HCl}(\text{g})$, ako su poznate promene entalpije za sledeći niz reakcija:



Rešenje:

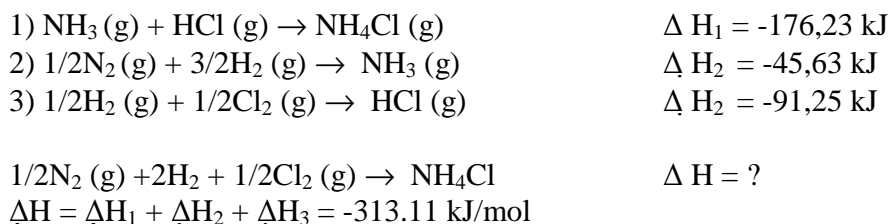
Ako se od prve jednačine oduzmu druga i treća, a zatim se doda dvostruka četvrta, dobićemo polaznu hemijsku reakciju, čije se ΔH traži. Na osnovu Hesovog zakona, ΔH dobijamo odgovarajućim sabiranjem i oduzimanjem toplota pojedinih reakcija:

$$\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 - \Delta H_3 + 2\Delta H_4 = -132,23 \text{ kJ}$$

III 2. Izračunati toplotu stvaranja $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{g})$ iz elemenata na osnovu sledećih podataka: 1) 1 mol $\text{NH}_3(\text{g})$ reaguje sa 1 mol $\text{HCl}(\text{g})$ i obrazuje $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{g})$ oslobadajući toplotu od 176,23 kJ; 2) Toplote stvaranja 1 mol $\text{NH}_3(\text{g})$ i 1 mol $\text{HCl}(\text{g})$ su $-45,63 \text{ kJmol}^{-1}$ i $-91,25 \text{ kJmol}^{-1}$ respektivno.

Rešenje:

Analogno prethodnom zadatku:



III 3. Izračunati izmenu entalpije pri zagrevanju 1,2 kg SiO₂ (M = 60 g mol⁻¹) od 298 do 600 K, ako je zavisnost toplotnog kapaciteta kvarca od temperature data jednačinom:

$$c_p = 46,94 + 34,31 \cdot 10^{-3} T - 11,3 \cdot 10^5 T^{-2} \text{ (J/mol K)}.$$

Rešenje:

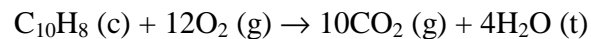
$$n_{\text{SiO}_2} = \frac{m_{\text{SiO}_2}}{M_{\text{SiO}_2}} = 20 \text{ mol}$$

$$\Delta H = n \int_{T_1}^{T_2} c_p dT = 20 \text{ mol} \int_{298 \text{ K}}^{600 \text{ K}} (46,94 + 34,31 \cdot 10^{-3} T - 11,3 \cdot 10^5 T^{-2}) dT$$

$$\Delta H = 20 \text{ mol} \left\{ 46,94(T_2 - T_1) + \frac{34,31 \cdot 10^{-3}}{2} (T_2^2 - T_1^2) + 11,3 \cdot 10^5 \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \right\}$$

$$\Delta H = 16919,64 \text{ J/mol} \cdot 20 \text{ mol} = 338392,7 \text{ J} = 338,4 \text{ kJ}$$

III 4. Izračunati molarnu toplotu sagorevanja naftalina pri konstantnoj zapremini i pri konstantnom pritisku, ako pri sagorevanju 1,1226 g naftalina, temperatura u kalorimetrovskoj bombi poraste za 4,06 stepeni. Povišenje temperature je korigovano za toplotu sagorevanja žice za paljenje. Masa vode u kalorimetru je 2 kg, a reakcija se odvija na temperaturi od 25°C. Toplotni kapacitet kalorimetra je 11119 J/step. Reakcija sagorevanja naftalina u kalorimetrovskoj bombi data je jednačinom:



Rešenje:

$$m = 1,1226 \text{ g}$$

$$M = 128 \text{ g/mol}$$

$$\Delta T = 4,06 \text{ K}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \text{ kg} = 2000 \text{ g}$$

$$c_k = 11119 \text{ J/K}$$

$$T = (25 + 273) \text{ K} = 298 \text{ K}$$

$$Q_v = ? \quad Q_p = ?$$

Reakcija u kalorimetrovskoj bombi se odvija u uslovima konstantne zapremine.

$$Q_v = \frac{(m_{H_2O}c_{H_2O} + c_k)\Delta T}{m} M = \frac{(2000g \cdot 4.186J/gK + 11119J/K) \cdot 4.06K}{1.1226g} \cdot 128g/mol$$

$$Q_v = 5149kJ/mol$$

$$Q_p - Q_v = \Delta nRT$$

$$\Delta n = 10 - 12 = -2$$

$$Q_p = Q_v - 2RT$$

$$Q_p = 5149 \cdot 10^3 J/mol - 2 \cdot 8.314 J/molK \cdot 298K$$

$$Q_p = 5144 \cdot 10^3 J/mol = 5144kJ/mol$$

III 5. Jedan mol idealnog monoatomskog gasa na početnim $P_1=2$ atm i $T_1=273$ K je preveden na pritisak $P_2=4$ atm reverzibilnim putem definisanim sa $P/V=\text{const}$. Izračunati V_1 , V_2 i T_2 , ΔU , ΔH , q i w .

Rešenje

Pošto je $P/V=\text{const}$. to je $V_1=11,2$ L a $V_2=22,4$ L. Kombinovanjem $P/V=\text{const}$. sa $PV=RT$ dobija se $T/V^2=\text{const}$. pa je $T_2=4T_1=1,092$ K. $\Delta U=C_V\Delta T=(3R/2)819=2420$ cal, $\Delta H=C_P\Delta T=4040$ cal. Da bi se dobilo w treba odrediti $w=\int PdV$. Iz početnih uslova, $P/V=\text{const}=2/11,2=0,178$ pa je $w=0,178\int VdV=0,089(V_2^2-V_1^2)=0,089 \cdot 375=33,3$ Latm ili $w=823$ cal, $q=\Delta U+w=3230$ cal.

III 6. Jedan mol gasa u idealnom gasnom stanju prolazi kroz termodinamički ciklus koji se sastoji od reverzibilnih promena (koraka) A, B i C i stanja 1, 2 i 3 i koji je prikazan na slici. Popuni Table 1. i 2. za dati ciklus.

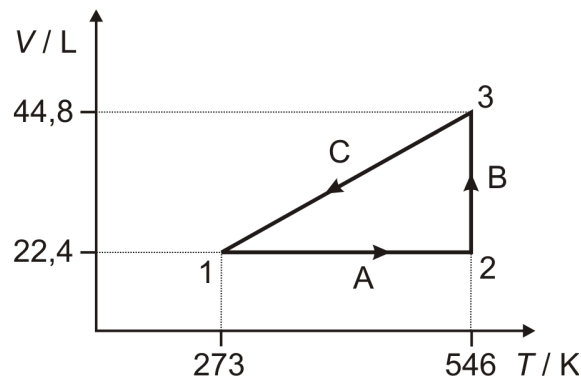


Tabela 1.

Stanje	P, Pa	V, m ³	T, K
1		$22,4 \cdot 10^{-3}$	273
2		$22,4 \cdot 10^{-3}$	546
3		$44,8 \cdot 10^{-3}$	546

Tabela 2.

Korak	Ime procesa	q, J	w, J	ΔU , J
A				
B				
C				
Ciklus				

Rešenje:

Za stanje 1 pritisak je $1,013 \cdot 10^5$ Pa jer je $22,4 \cdot 10^{-3}$ m³ molarna zapremina za standardne uslove. U stanju 2 pritisak je $2,026 \cdot 10^5$ Pa, jer prema Šarlovom zakonu dvostrukoj temperaturi odgovara dvostruki pritisak u izohorskom procesu. U stanju 3 pritisak je ponovo $1,013 \cdot 10^5$ Pa jer prema Bojll-Mariotovom zakonu pritisak mora biti dva puta manji za dva puta veću zapreminu.

Tabela 1.

Stanje	P, Pa	V, m ³	T, K
1	$1,013 \cdot 10^5$ Pa	$22,4 \cdot 10^{-3}$	273
2	$2,026 \cdot 10^5$ Pa	$22,4 \cdot 10^{-3}$	546
3	$1,013 \cdot 10^5$ Pa	$44,8 \cdot 10^{-3}$	546

Proces A je izohorski, B je izotermiski i C je izobarski.

ΔU : Za izohorski proces A, $\Delta U = C_V \Delta T = (3/2) \cdot 8,314 \cdot (546 - 273) = 3404,58$ J; za izotermiski proces B, $\Delta U = (3/2) \cdot 8,314 \cdot 0 = 0$; za izobarski proces C, $\Delta U = C_V \Delta T = (3/2) \cdot 8,314 \cdot (273 - 546) = -3404,58$ J; za ciklus, $\Delta U = 0$.

q: za izohorski proces A, $q = C_V \Delta T = 3404,58$ J; za izotermiski proces B: $q = -w$; za proces C, $q = -C_P \Delta T = (5/2) R \Delta T = -5674,3$ J.

w: Za izohorski proces A, $w = P \Delta V = 0$; za izotermiski proces B, $w = -RT \ln V_2/V_1 = 8,314 \cdot 546 \ln 2 = -3146,5$ J; za izobarski proces C, $w = \Delta U - q = -3404,58 + 5674,3 = 2269,72$.

Za ciklus: $q = 3404,58 + 3146,5 - 5674,22 = 876,86$ J, $w = -3146,5 + 2269,72 = 876,78$ J, $\Delta U = 3404,58 - 3404,58 = 0$.

Tabela 2.

Korak	Ime procesa	q, J	w, J	ΔU , J
A	izohorski	3404,58	0	3404,58
B	izotermiski	3146,5	-3146,5	0
C	izobarski	-5674,3	2269,72	-3404,58 J
Ciklus		876,78	-876,78	0