

GASNE SMEŠE

Za smeše idealnih gasova važi:

- Molekulska masa smeše

$$M_{sm} = \sum_{i=1}^n M_i \cdot r_i = \sum_{i=1}^n M_i \cdot x_i = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\omega_i}{M_i}} \quad \left[\frac{\text{kg}}{\text{mol}} \right]$$

gde je:

M_i → molekulska masa komponente i

r_i → zapreminski udeo komponente i , $r_i = \frac{V_i}{V_{sm}}$, $\sum_{i=1}^n r_i = 1$

x_i → molski udeo komponente i , $x_i = \frac{n_i}{n_{sm}}$, $\sum_{i=1}^n x_i = 1$

ω_i → maseni udeo komponente i , $\omega_i = \frac{m_i}{m_{sm}}$, $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$

- Jednačina idealnog gasnog stanja gasne smeše

$$p \cdot V = n \cdot R_u \cdot T \quad \Rightarrow \quad p_{sm} \cdot V_{sm} = n_{sm} \cdot R_u \cdot T_{sm}$$

gde je:

p_{sm} → pritisak na kojem se gasna smeša nalazi

V_{sm} → zapremina gasne smeše

n_{sm} → količina gasne smeše

T_{sm} → temperatura na kojoj se gasna smeša nalazi

R_u → univerzalna gasna konstanta, $R_u = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

$$p_{sm} \cdot V_{sm} = \frac{m_{sm}}{M_{sm}} \cdot R_u \cdot T_{sm}$$

- Parcijalni pritisak komponente i u gasnoj smeši

$$x_i = r_i$$

$$r_i = \omega_i \frac{M_{sm}}{M_i}$$

$$p_i = x_i \cdot p_{sm} \quad [Pa]$$

gde je:

$$p_i \rightarrow \text{parcijalni pritisak komponente } i, \sum_{i=1}^n p_i = p_{sm}$$

PRIMERI:

1. Odrediti molekulsku masu suvog vazduha. [ne radimo zadatak!](#)

2. Za gasnu smešu sledećeg sastava:

$$x_{O_2} = 0,55 \frac{\text{mol } O_2}{\text{mol } sm}$$

$$x_{N_2} = 0,20 \frac{\text{mol } N_2}{\text{mol } sm}$$

$$x_{CO_2} = 0,25 \frac{\text{mol } CO_2}{\text{mol } sm}$$

odrediti:

a) $M_{sm} = ?$

$$\rho_{sm} = ?$$

$$(t_{sm} = 65^{\circ}C, p_{sm} = 1bar)$$

b) $r_i = ?$

$$\omega_i = ?$$

c) $p_i = ?$

Smešu gasova smatrati idealnom.

VLAŽAN VAZDUH

Apsolutna vlažnost

Količina vodene pare u nekom gasu može se izraziti preko njenog udela ili najčešće preko parcijalnog pritiska. U inženjerskim proračunima, kao mera sadržaja vodene pare u gasu, koristi se apsolutna vlažnost. Apsolutna vlažnost gasa, vazduha, je količina pare u *kg* ili *g* koja se nalazi u *1kg* suvog vazduha. Posmatrajući vazduh i vodenu paru kao idealne gasove može se doći do veze između parcijalnih pritisaka istih i apsolutne vlažnosti.

$$\begin{aligned} \text{vlažan vazduh} &= \text{vodena para} + \text{suv vazduh} \\ (\text{smeša} &= \text{para} + \text{vazduh}) \end{aligned}$$

$$p_{para} \cdot V_{sm} = m_{para} \frac{R}{M_{para}} T_{sm}$$

$$p_{vazduh} \cdot V_{sm} = m_{vazduh} \frac{R}{M_{vazduh}} T_{sm}$$

Gde su:

p_{para} -parcijalni pritisak vodene pare u vlažnom vazduhu [kPa]

p_{vazduh} -parcijalni pritisak suvog vazduha [kPa]

M_{para} , M_{vazduh} – molekulska masa vodene pare i suvog vazduha [kg/kmol]

m_{para} , m_{vazduh} – masa vodene pare i suvog vazduha [kg]

V_{sm} - zapremina gasne smeše [m³]

R – univerzalna gasna konstanta [J/kmol K]

T_{sm} – temperatura gasne smeše [K]

Kako je, po definiciji, apsolutna vlažnost, X , odnos mase vodene pare i mase suvog vazduha, iz prethodnih jednačina se dobija:

$$X = \frac{m_{para}}{m_{vazduh}} = \frac{p_{para}}{p_{vazduh}} \cdot \frac{M_{para}}{M_{vazduh}}$$

Zamenom vrednosti za molekulsku masu vodene pare i suvog vazduha, kao i uvođenjem ukupnog pritiska, p_{sm} , kao zbira parcijalnih pritisaka komponenata, dobija se:

$$X = \frac{18}{29} \cdot \frac{p_{para}}{p_{sm} - p_{para}} = 0,622 \frac{p_{para}}{p_{sm} - p_{para}}$$

Relativna vlažnost

Relativna vlažnost vazduha je odnos parcijalnog pritiska vodene pare u vazduhu na datom ukupnom pritisku i temperaturi i napona pare vode na istom ukupnom pritisku i temperaturi, odnosno ona predstavlja meru zasićenosti vazduha vodenom parom u odnosu na ukupni mogući sadržaj vlage u datim uslovima.

$$\varphi = \frac{P_{para}}{P_{pz}}$$

Gde je:

p_{pz} - parcijalni pritisak zasićenja; jednak je naponu pare vode na datom pritisku i temperaturi [Pa]

Relativna vlažnost se nekada izražava u procentima, množenjem prethodne jednačine sa 100.

$h - X$ dijagram vlažnog vazduha

Na osnovu jednačina za entalpiju i ostale karakteristične veličine vlažnog vazduha Ramzin, Molier i drugi autori konstruisali su $h - X$ dijagram vlažnog vazduha, koji znatno olakšava proračun sušnica, kondicionera i ostalih aparata u kojima dolazi do promene stanja vlažnog vazduha. U koordinatama: entalpija (ordinata) - apsolutna vlažnost (apscisa) ucrtane su linije konstantne apsolutne vlažnosti, linije konstantnih temperatura, linije konstantne relativne vlažnosti i linija zavisnosti parcijalnog pritiska vodene pare od apsolutne vlažnosti vazduha. Dijagram se odnosi na konstantan barometarski pritisak. U prilogu je dat Molijerov dijagram *entalpija-apsolutna vlažnost* koji se odnosi na pritisak od 1 bara odnosno 100 kPa.

Kriva $\varphi = 1$ odgovara potpunom zasićenju vazduha. Iznad ove linije nalazi se oblast nezasićenog vazduha, a ispod nje oblast u kojoj se vodena para delimično kondenzuje iz vazduha. Ugao između “ h ” ose i “ X ” ose je 135 stepeni. Linije konstantne relativne vlažnosti imaju oštar prelom pri temperaturi od 99,4° C. Ovaj prelom javlja se zbog toga što je pri toj i većoj temperaturi napon vodene pare u vazduhu jednak ukupnom pritisku.

PRIMERI:

1. Uz pomoć dijagrama entalpija – vlažnost (h – X dijagram) odrediti apsolutnu vlažnost i entalpiju vazduha relativne vlažnosti 0,3 na temperaturi od 60⁰C.

$$\varphi = 0,3$$

$$t = 60^0 C$$

2. Uz pomoć dijagrama entalpija – vlažnost (h – X dijagram) odrediti parcijalni pritisak vodene pare u vazduhu temperature 80⁰C i entalpije 150 KJ/kg suvog vazduha.

$$t = 80^0 C$$

$$h = 150 \frac{KJ}{kgSV}$$

3. Upotrebom odgovarajućih izraza odrediti računskim putem sadržaj vlage u vazduhu relativne vlažnosti 75%, temperature 30⁰C i pritiska 0,98 bar.

$$\varphi = 75\% = 0,75$$

$$t = 30^0 C$$

$$p = 0,98bar$$

4. Ako je stanje vazduha definisano prethodnim zadatkom, izračunati zapreminu vlažnog vazduha po jedinici mase suvog vazduha.

5. Naći vrednosti parcijalnog pritiska vodene pare, gustine i apsolutne vlažnosti vazduha temperature 60⁰C, pritiska 0,5 bar i relativne vlažnosti 0,4.

$$t = 60^0 C$$

$$p_{sm} = 0,5bar$$

$$\varphi = 0,4$$
