

**Principi di chimica industriale – Compito scritto 6 - 29/09/2016**

**Esercizio n. 1A - Volume molare e coefficiente di fugacità con l'equazione di stato RK**

Calcolare volume molare e coefficiente di fugacità per le sostanze: propano, benzene e propilene alla pressione di 50 atm e 300°C. Il coefficiente di fugacità è definito dalla relazione:

$$\ln \phi = z - 1 - \ln(z - BP) - \frac{A^2}{B} \ln(1 + BP / z)$$

in cui:

$$z = PV / RT$$

usando l'equazione di stato di Redlick-Kwong che ha la forma:

$$P = \frac{RT}{(V - b)} - \frac{a}{V(V + b)\sqrt{T}}$$

In questa espressione, a, A, b e B sono calcolabili dalle proprietà critiche della sostanza pura nel modo seguente:

$$a = \frac{0.42748R^2T_c^{2.5}}{P_c} \quad b = \frac{0.08664RT_c}{P_c}$$
$$A = \sqrt{\frac{a}{R^2T^{2.5}}} \quad B = \frac{b}{RT}$$

Le costanti critiche valgono, rispettivamente: T<sub>c</sub>=96.5 288 e 91.5 °C e P<sub>c</sub>=43.4 50.2 e 46.9 atm per le tre sostanze indicate sopra.

**Output:**

vx =

0.0934 0.0956 0.0869

phi =

0.2292 0.0066 0.2642

>>

### Esercizio n. 1B – Bilancio per la sintesi di benzaldeide

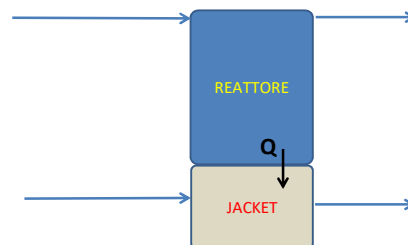
La benzaldeide viene prodotta per ossidazione parziale del toluene in un reattore continuo (vedi schema). Il toluene viene alimentato ad una portata di 100 moli/h ed aria in eccesso del 100%. La temperatura in ingresso è pari a 177°C e 1 atm. La corrente in uscita si trova a 193°C e pressione atmosferica. Oltre alla reazione desiderata, parte del toluene viene convertito ad anidride carbonica e acqua: il 13% del toluene produce benzaldeide mentre lo 0.5% si converte in anidride carbonica.

Risolvere i bilanci di materia e calcolare portate molari e composizione della corrente uscente.

Calcolare le portate volumetriche relative alle correnti in ingresso e in uscita.

Da un punto di vista termico il reattore viene raffreddato con una camicia (jacket) nella quale circola acqua di raffreddamento. L'acqua entra nella camicia a 27°C ed esce a 40°C.

Risolvere il bilancio termico per determinare quanto calore viene sottratto al reattore ad opera dell'acqua di raffreddamento e calcolare la portata di acqua che circola in camicia.



Dati utili al calcolo:

	DHf (KJ/mol)	Cp (kJ/mol K)
C6H5CH3	50.0	0.157
O2	0.0	0.190
N2	0.0	
C6H5CHO	-40.0	
H2O	-241.8	
CO2	-392.5	

**Soluzione**

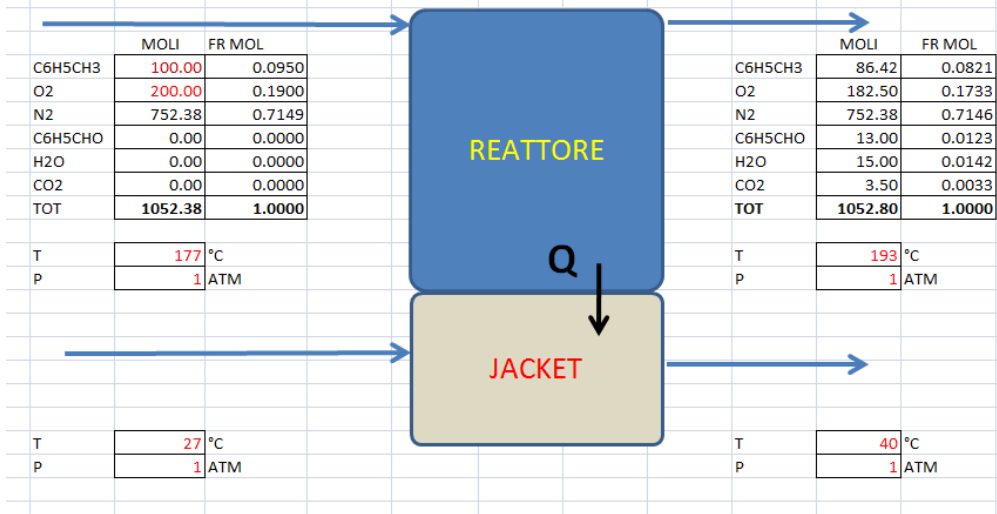
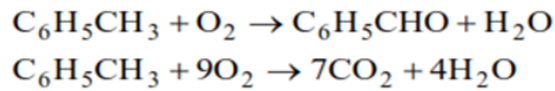


Tabella Entalpie			reattore			
	DHf	Cp	H in	H out	IN	OUT
	(KJ/mol)	(kJ/mol K)	(177°C)	(193°C)		
			(KJ/mol)	(KJ/mol)		
C6H5CH3	50.0	0.157	73.864	76.376	7386.4	6600.2
O2	0.0	0.190	4.59	5.08	917.4	927.9
N2	0.0		4.44	4.92	3344.3	3703.1
C6H5CHO	-40.0		0.00	-8.07	0.0	-104.9
H2O	-241.8		0.00	-236.04	0.0	-3540.6
CO2	-392.5		0.00	-387.55	0.0	-1356.4

$$Q = \Delta H = \sum_{\text{out}} n_i \hat{H}_i - \sum_{\text{in}} n_i \hat{H}_i$$

Q	-5418.9 KJ/mole
---	-----------------

$$Q = \Delta H = m_w \int_{80}^{105} (C_p)_{\text{H}_2\text{O}(l)} dT$$

Cp medio	1 cal/(g °C)
Cp medio	0.0043 KJ/(mol °C)
mW	50456 mol

## Esercizio n. 2B – Bilancio unità di trattamento acque reflue

Una unità di trattamento acque reflue deve rimuovere del piombo da un refluo proveniente da un processo di produzione di batterie e accumulatori. La portata di refluo da trattare è di 10000 kg/h e contiene l'8% in peso di piombo in soluzione. La portata massima che l'unità di trattamento può ricevere è di 7000 kg/h quindi l'eccedente bypassa l'unità e si unisce al refluo trattato. La stessa unità produce una corrente di piombo metallico praticamente puro che viene riciclata in impianto e che costituisce il 95% del piombo in alimentazione all'unità stessa. Infine il bypass e le acque trattate si uniscono e vengono inviate in discarica.

Risolvere i bilanci materiali e tracciare uno schema con portate e composizioni di tutte le correnti coinvolte nel processo.

### Soluzione

