

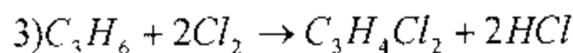
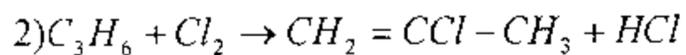
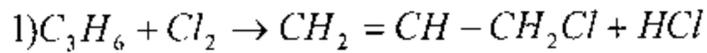
**POLITECNICO DI TORINO****Esami di stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere**

II sessione – Anno 2003

**Ramo: Ingegneria Chimica**      **Tema n° 2**

Processo di produzione del cloruro di allile (3-cloropropene) mediante clorazione del propene.

Il processo è rappresentato nel diagramma di flusso (pag. 3).

**Reazioni****Breve descrizione del processo**

L'alimentazione gassosa di propene, corrente 1, viene prima riscaldata in H-101 e poi miscelata con del cloro (corrente 2) in J-101. La miscela così ottenuta reagisce in un reattore isoterma (510°C) R-101. Il 79,3% del cloro si converte in cloruro di allile, il 2,3% in 2-cloropropene e il 18,4% in dicloropropene. Le reazioni sono fortemente esotermiche per cui il reattore ha un serpentino di raffreddamento. All'interno del serpentino scorre un fluido diatermico (Dowtherm A) che viene riscaldato da 350 a 400°C. Lo scambiatore E-101 riporta il fluido diatermico a 350°C usando acqua di servizio disponibile a 30°C. La corrente uscente dal reattore viene raffreddata ed inviata alle unità di separazione.

Soddisfare le seguenti richieste:

1. Calcolare le portate molari dei componenti presenti nella corrente uscente da R-101.
2. Calcolare la potenza termica da sottrarre al reattore R-101.
3. Definire la pressione del fluido diatermico all'uscita dal serpentino di R-101.
4. Calcolare la portata di fluido diatermico.
5. Calcolare la portata di acqua da inviare allo scambiatore E-101.
6. Scegliere il tipo di scambiatore E-101, definire il percorso dei fluidi (ad esempio, per uno scambiatore a fascio tubiero indicare quale fluido passa lato mantello e quale lato tubo).
7. Progettare lo scambiatore E-101 (ad esempio, per uno scambiatore a fascio tubiero calcolare: la superficie di scambio; il diametro, lo spessore, la lunghezza, il numero e la disposizione dei tubi; il diametro del mantello, il numero dei diaframmi; il numero di passaggi lato tubo e lato mantello). I coefficienti di scambio termico vanno calcolati usando delle correlazioni scelte dal candidato.
8. Calcolare la perdita di carico del fluido diatermico nel serpentino di raffreddamento del reattore R-101.
9. Definire una adeguata perdita di carico per la valvola di regolazione V-101.
10. Calcolare la potenza e la prevalenza della pompa P-101 considerando le perdite di carico nel serpentino, in E-101, e nella valvola V-101.
11. Scegliere il tipo di materiale con cui costruire il reattore R-101.

Dall'elaborato devono risultare indicati esplicitamente ed in modo chiaro:

1. Il metodo di calcolo seguito.
2. Le ipotesi semplificative adottate con una loro giustificazione.
3. Le scelte progettuali adottate con una loro giustificazione.

Esprimere i risultati usando il Sistema Internazionale.

Portata molare della corrente 1 costituita da propene puro: 75,89 kmol/h.

Portata molare della corrente 2 costituita da cloro puro: 19,7 kmol/h.

Temperatura della corrente entrante nel reattore R-101: 510°C.

Temperatura nel reattore R-101: 510°C.

Pressione nel reattore R-101: 3,04 bar.

### Entalpie molari delle sostanze allo stato gassoso a 510°C

T	H <sub>G</sub>					
	propene	cloro	3-cloropropene	2-cloropropene	dicloropropene	HCl
°C	kJ/kmol	kJ/kmol	kJ/kmol	kJ/kmol	kJ/kmol	kJ/kmol
510	67509,6	17483,9	53451,0	33562,2	22908,4	-77990,5

### Proprietà del fluido diatermico Dowthem A

Proprietà del liquido tra 350 e 400°C		
Conducibilità termica	0,0943	W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup>
Calore specifico	2630	J·kg <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup>
Viscosità	1,4×10 <sup>-4</sup>	kg·m <sup>-1</sup> ·s <sup>-1</sup>
Densità	680	kg·m <sup>-3</sup>

Tensione di vapore a 400°C: 10,5 bar.

### Serpentino di raffreddamento del reattore R-101

Diametro esterno: 8,89 cm.

Spessore: 5,54 mm.

Lunghezza equivalente totale (perdite localizzate e distribuite): 123 m.

### Scambiatore E-101

Perdita di carico del fluido diatermico in E-101: 0,34 bar.

Fattore di sporcamento dell'acqua di servizio: 1,75×10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>·K·W<sup>-1</sup>.

Fattore di sporcamento del Dowthem A: 1,75×10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>·K·W<sup>-1</sup>.

