

POLITECNICO DI TORINO

Esami di stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere Il sessione – Anno 2000

Ramo: Ingegneria Chimica

Tema n° 2

Processo di produzione del cumene (isopropil benzene) da benzene e propilene.
Il processo è rappresentato nel PFD allegato.

Reazioni

Principale: $C_6H_6 + C_3H_6 \rightarrow C_9H_{12}$ (isopropil benzene)

Secondaria: $C_3H_6 + C_9H_{12} \rightarrow C_{12}H_{18}$ (p-diisopropil benzene)

Breve descrizione del processo

Il benzene, corrente 1, si miscela con la corrente di ricircolo 11 nel serbatoio V-201. Il liquido così ottenuto viene portato alla pressione di 31.5 bar e miscelato con la corrente 4 (propilene e propano liquidi). La miscela, corrente 6, viene vaporizzata in E-201, riscaldata a 350°C in H-201 e convertita nel reattore isoterma R-201 (tipo shell-and-tube). Il calore di reazione è rimosso producendo vapore ad alta pressione da dell'acqua che alimentata il lato mantello del reattore. La corrente uscente dal reattore viene depressurizzata (VA-201) e raffreddata in E-202. Le fasi prodotte vengono separate in V-202. La fase vapore è usata come gas combustibile in un altro processo (corrente 9), mentre il liquido, corrente 10, viene inviato alla colonna di distillazione T-201 per la separazione del benzene (corrente di ricircolo 11). Il prodotto di coda, corrente 12, viene inviato in T-202 dove si ha la separazione del cumene dal p-diisopropil benzene (p-DIPB).

Soddisfare le seguenti richieste:

1. Calcolare il flusso termico da sottrarre al reattore R-201 (conversione del propilene $z_A = 0.927$, selettività del cumene rispetto al propilene $\sigma_p = 0.950$).
2. Scegliere il tipo di scambiatore E-201 (fluido riscaldante: vapore a 254°C e 42 bar) e stimare l'area di scambio (ipotizzare il coefficiente di scambio).
3. Determinare il numero di piatti ed il piatto ottimale per l'alimentazione della colonna di distillazione T-202 (efficienza di stadio riferita alla fase vapore 0.7).
4. Stimare diametro ed altezza della colonna T-202.
5. Calcolare i flussi termici del condensatore e del ribollitore della colonna T-202.
6. Scegliere il tipo di pompa P-201 e stimare la potenza richiesta (ipotizzare il rendimento).
7. Scegliere il tipo di materiale con cui costruire il reattore R-201
8. Scegliere il tipo di materiale con cui costruire la colonna di assorbimento T-201.

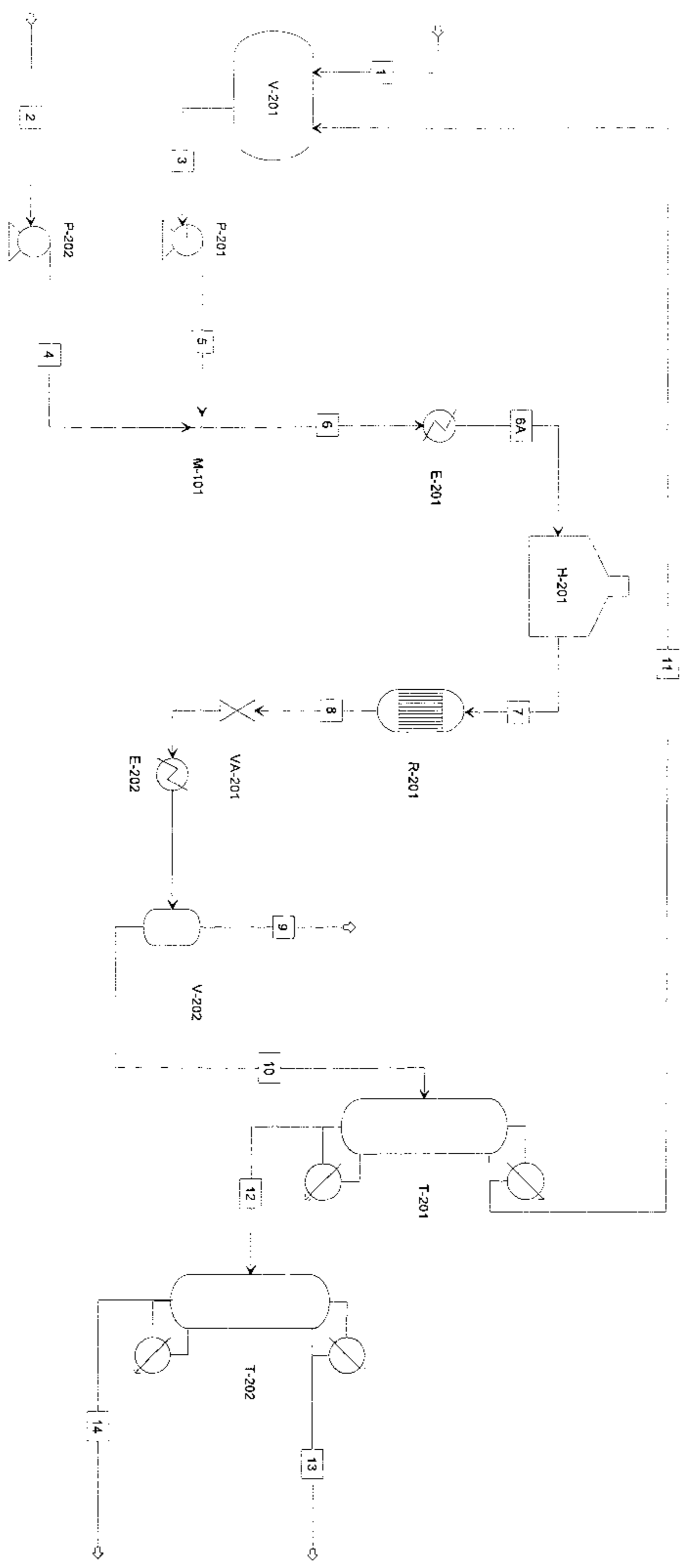
Esprimere i risultati usando il Sistema Internazionale

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.

Allegati

- A.1 PFD del processo.
- A.2 Tabella delle correnti del processo.
- A.3 Diagramma Txy del sistema cumene p-DIPB.
- A.4 Diagramma densità del cumene e del p-DIPB al variare di T.
- A.5 Diagramma tensione superficiale del cumene e del p-DIPB al variare di T.
- A.6 Diagramma viscosità del cumene e del p-DIPB al variare di T.
- A.7 Diagramma entalpia di vaporizzazione del cumene e del p-DIPB al variare di T

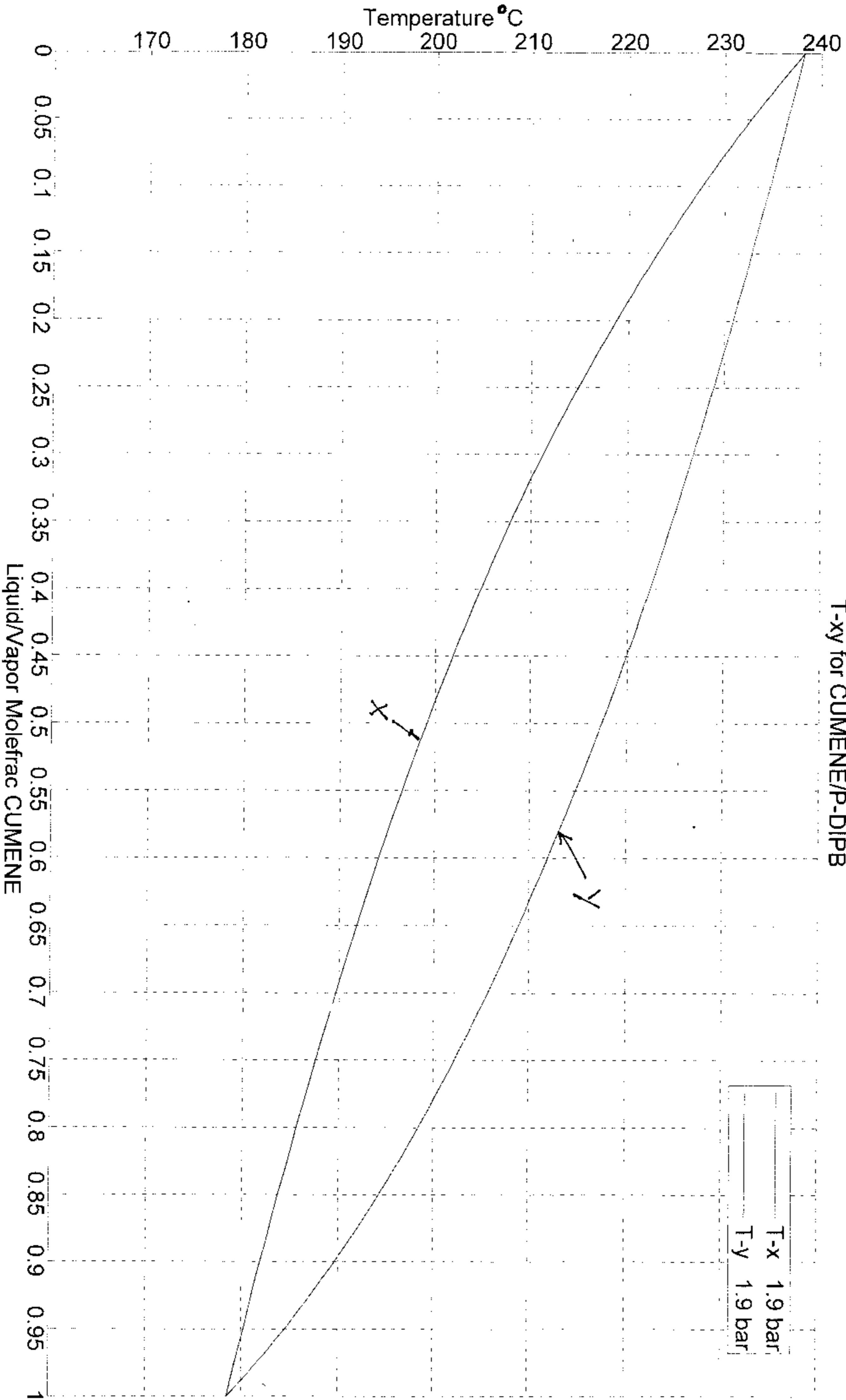


Entalpie in fase vapore a 350 °C e 30.25 bar in kJ/kmol

C₆H₆	C₃H₈	C₃H₈	Cumene	p-DIPB
124419	48495	-70630	76205	26395

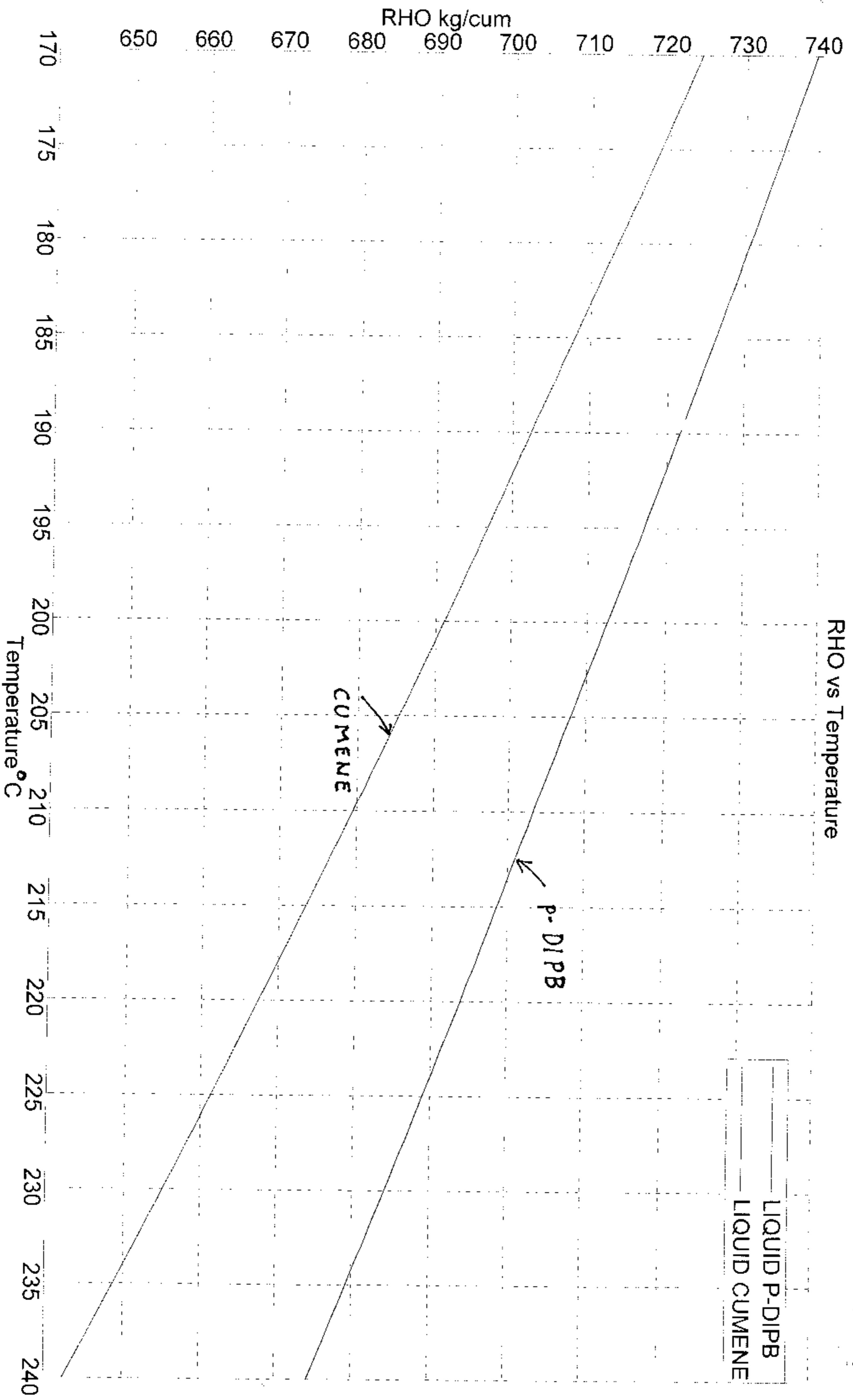
Produzione del cumene													
Stream ID	1	2	3	4	5	6	6A	7	10	11	12	13	14
From			V-201	P-202	P-201	M-101	E-201	H-201	V-202				
To	V-201	P-202	P-201	M-101	M-101	E-201	H-201	R-201	T-201	V-201	T-202		
Phase	LIQUID	LIQUID	LIQUID	LIQUID	LIQUID	LIQUID	VAPOR	VAPOR	MIXED	LIQUID	LIQUID	LIQUID	LIQUID
Substream: MIXED													
Mole Flow	KMOL/HR												
C6H6	105.0000	0.0	210.6077	0.0	210.6077	210.6077	210.6077	210.6077	105.6179	105.6077	0.0	0.0	0.0
C3H8	0.0	105.0000	2.550285	105.0000	2.550285	107.5503	107.5503	107.5503	2.550285	2.550285	0.0	0.0	0.0
C3H8	0.0	5.270000	2.788104	5.270000	2.788104	8.058104	8.058104	8.058104	2.788104	2.788104	0.0	0.0	0.0
CUMENE	0.0	0.0	.9403564	0.0	.9403564	.9403564	.9403564	.9403564	94.03564	.9403564	93.09528	93.00218	.0930952
P-DIPB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.932068	0.0	2.932068	2.052448	.8796205
Total Flow	KMOL/HR	105.0000	110.2700	216.8864	110.2700	216.8864	327.1564	327.1564	207.9240	111.8864	96.02735	95.05463	.9727158
Total Flow	KG/HR	8201.932	4650.856	16794.62	4650.856	16794.62	21445.48	21445.48	20258.81	8592.689	11665.32	11511.39	153.9299
Total Flow	CUM/SEC	2.60728E-3	2.55453E-3	5.48663E-3	2.56787E-3	5.50421E-3	7.86317E-3	1.21572E-3	0.109251	2.88058E-3	4.52588E-3	4.46498E-3	6.29969E-5
Temperature	C	25.00000	25.00000	41.07904	26.53296	43.70989	37.00947	224.8348	90.00000	35.24780	179.5368	179.2368	232.9532
Pressure	BAR	1.000000	11.66000	1.000000	31.50000	31.50000	31.25000	30.95000	1.750000	1.750000	1.900000	1.900000	2.100000
Vapor Frae		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.000000	3.85514E-3	0.0	0.0	0.0	0.0
Liquid Frae		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.0	0.0	.9961449	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Solid Frae		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Enthalpy	J/KMOL	4.91269E+7	-2.8142E+5	4.82600E+7	-60800.50	4.86304E+7	3.22187E+7	7.75176E+7	1.51084E+7	4.74466E+7	-4.8450E+6	-4.2297E+6	-5.1588E+7
Enthalpy	J/KG	6.28915E+5	-6672.273	6.23232E+5	-1441.556	6.28015E+5	4.91505E+5	1.18255E+6	1.55064E+5	6.17807E+5	-39883.48	-34926.49	-3.2599E+5
Enthalpy	W/ATT	1.43287E+6	-8619.939	2.90749E+6	-1862.353	2.92980E+6	2.92794E+6	7.04455E+6	8.72613E+5	1.47462E+6	-1.2924E+5	-1.1168E+5	-1.3938.92
Entropy	J/KMOL-K	-2.5260E+5	-2.1413E+5	-2.4615E+5	-2.1347E+5	-2.4499E+5	-2.3038E+5	-1.2678E+5	-3.5657E+5	-2.4075E+5	-4.6312E+5	-4.6105E+5	-6.6332E+5
Entropy	J/KG-K	-3233.779	-5076.872	-3178.750	-5061.179	-3163.815	-3514.441	-1934.117	-3659.589	-3134.850	-3812.325	-3807.064	-4191.654
Density	KMOL/CUM	11.18662	11.99068	10.98055	11.92839	10.94548	11.55727	7.475104	5.286584	10.78933	5.893719	5.913596	4.289083
Density	KG/CUM	873.8278	505.7306	850.2796	503.1036	847.5640	757.5923	49.00016	515.0916	828.6025	715.9641	716.1536	678.7568
Average MW		78.11364	42.17698	77.43510	42.17698	77.43510	65.55114	65.55114	97.43372	76.79832	121.4792	121.1029	158.2475

T-xy for CUMENE/P-DIPB



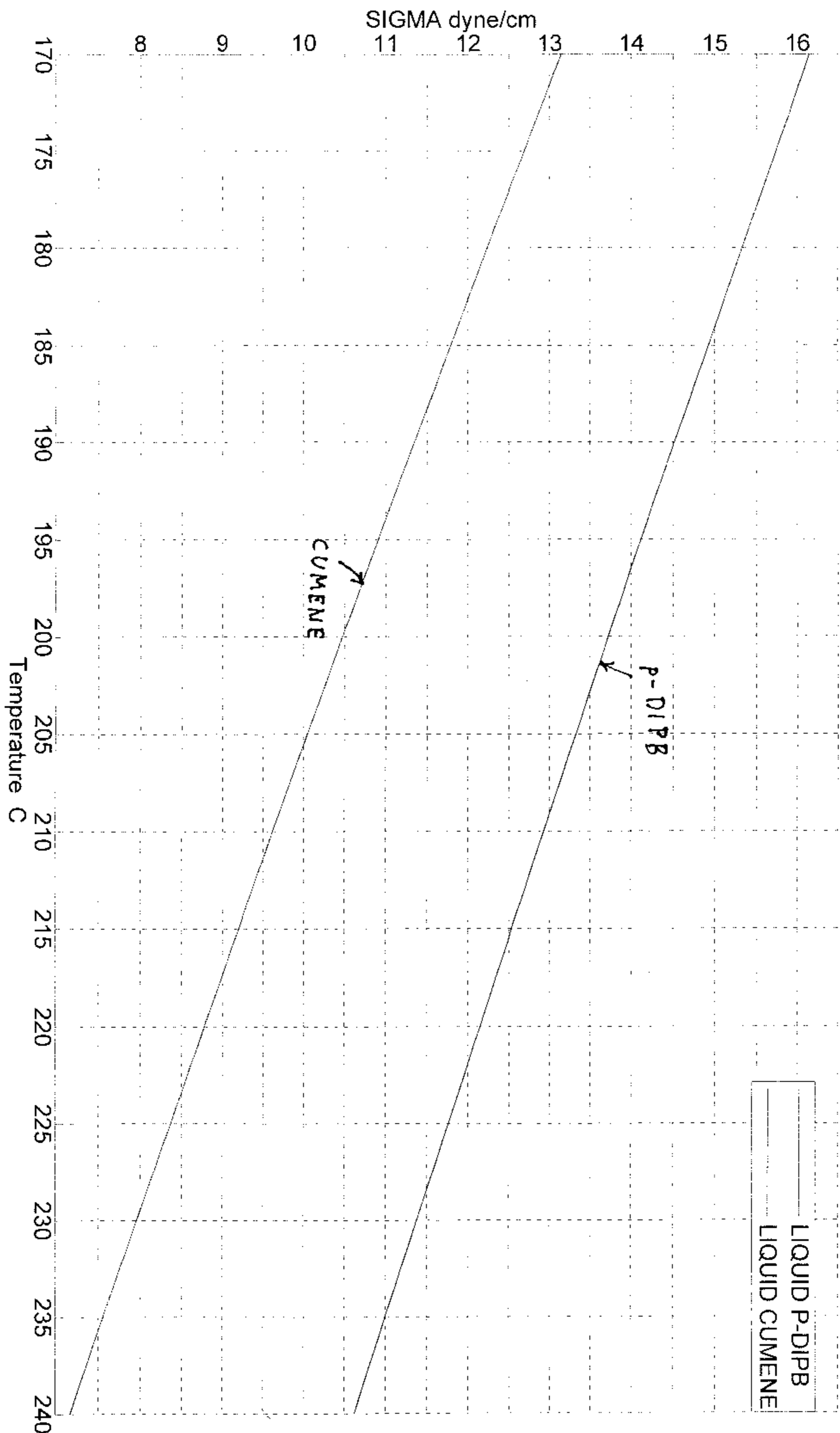
A. 4

RHO vs Temperature

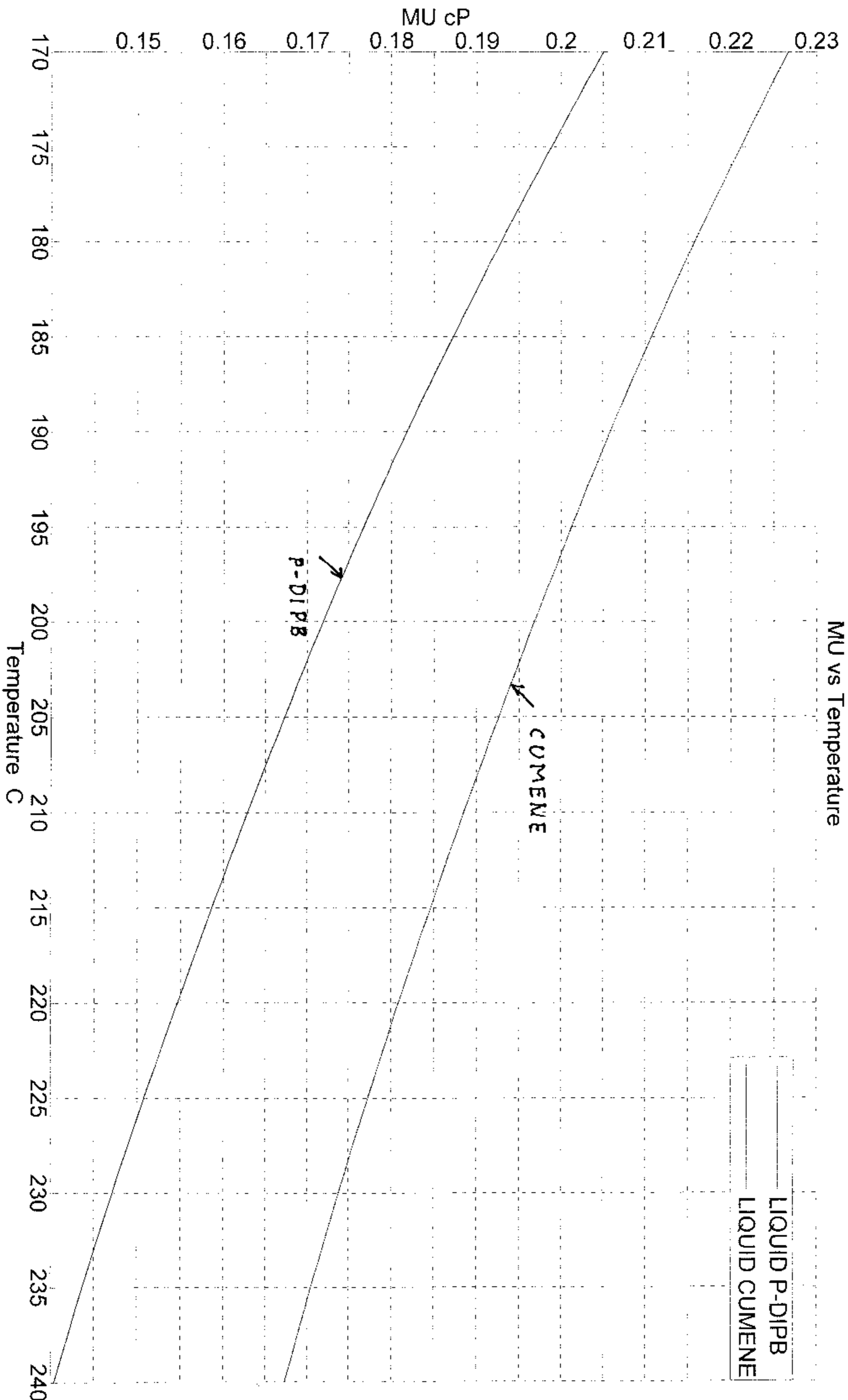


SIGMA vs Temperature

A.5



MU vs Temperature



DHVL vs Temperature

