

**POLITECNICO DI TORINO**

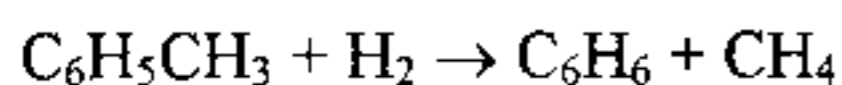
**Esami di stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere  
I sessione – Anno 2000**

**Ramo: Ingegneria Chimica      Tema n° 1**

Processo di produzione del benzene mediante idrodealchilazione del toluene.

Il processo è rappresentato nel PFD allegato.

**Reazione**



**Breve descrizione del processo**

Il toluene fresco, corrente 1, è miscelato con il toluene di ricircolo, corrente 11, nel serbatoio di ricircolo, TK-101. Dal serbatoio viene portato alla pressione di 25.8 bar e successivamente miscelato con idrogeno fresco e con le correnti 3 e 5. La miscela bifasica subisce una completa vaporizzazione in E-101 ed un riscaldamento fino a 600°C in H-101. La corrente così ottenuta alimenta il reattore R-101 dove avviene l'idrogenazione catalitica del toluene che produce benzene e metano. Il reattore è adiabatico e catalitico a letto fisso. La corrente 9, uscente dal reattore viene raffreddata a 38°C dal sistema di scambiatori E-102 nel quale condensano benzene e toluene. La miscela bifasica subisce un flash ad alta pressione in V-101. La corrente liquida uscente viene portata a 2.8 bar ed inviata al separatore V-103. La corrente liquida uscente da V-103 viene riscaldata da E-103 a 90°C ed inviata alla colonna di distillazione T-101 (pressione 2.6 bar). Il distillato, corrente 14, contiene il benzene prodotto, mentre il residuo, corrente 11, viene riciclato.

Soddisfare le seguenti richieste:

1. Calcolare le portate molari dei componenti e la temperatura della corrente 9 uscente dal reattore R-101 (conversione relativa del toluene pari a 0.75).
2. Determinare il numero di piatti della colonna di distillazione T-101 (efficienza globale della colonna pari a 0.6).
3. Scegliere il tipo di piatto e stimare il diametro e l'altezza della colonna T-101.
4. Progettare un piatto della colonna T-101.
5. Calcolare la potenza richiesta dal compressore C-101 (ipotizzare il rendimento).
6. Scegliere il tipo di materiale con cui costruire il reattore R-101
7. Scegliere il tipo di materiale con cui costruire la colonna T-101.

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.

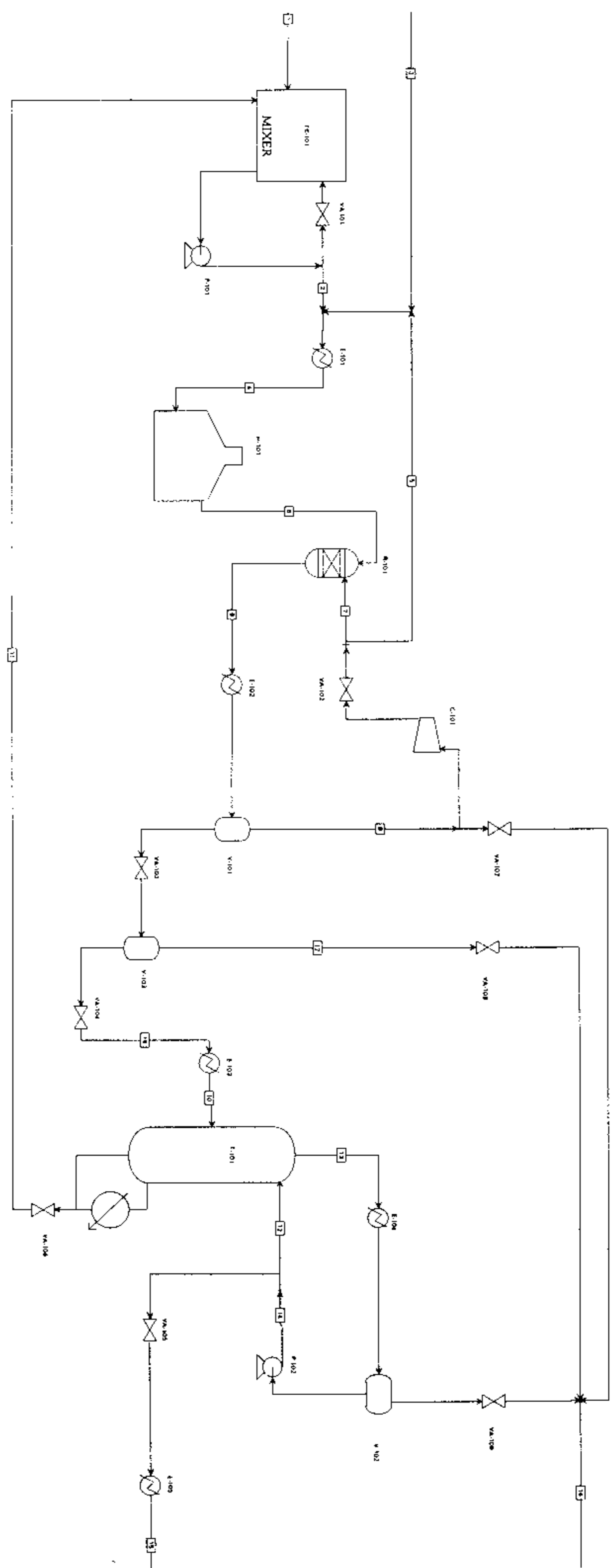
A.3 Diagramma H-T per benzene, toluene, idrogeno e metano.

A.4 Diagramma Txy del sistema benzene-toluene.

A.5 Diagramma densità del benzene e del toluene al variare di T.

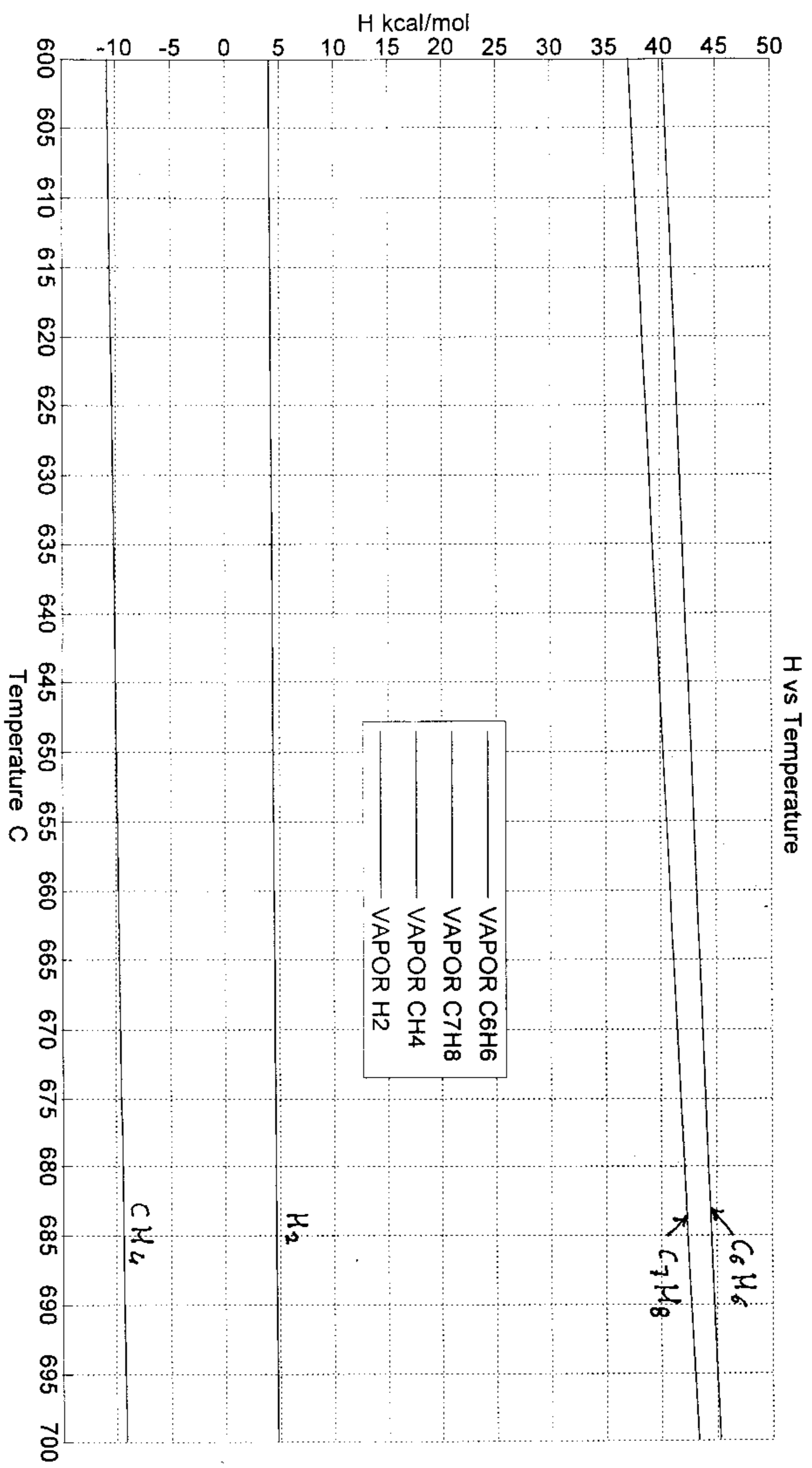
A.6 Tensione superficiale del benzene e del toluene al variare di T.

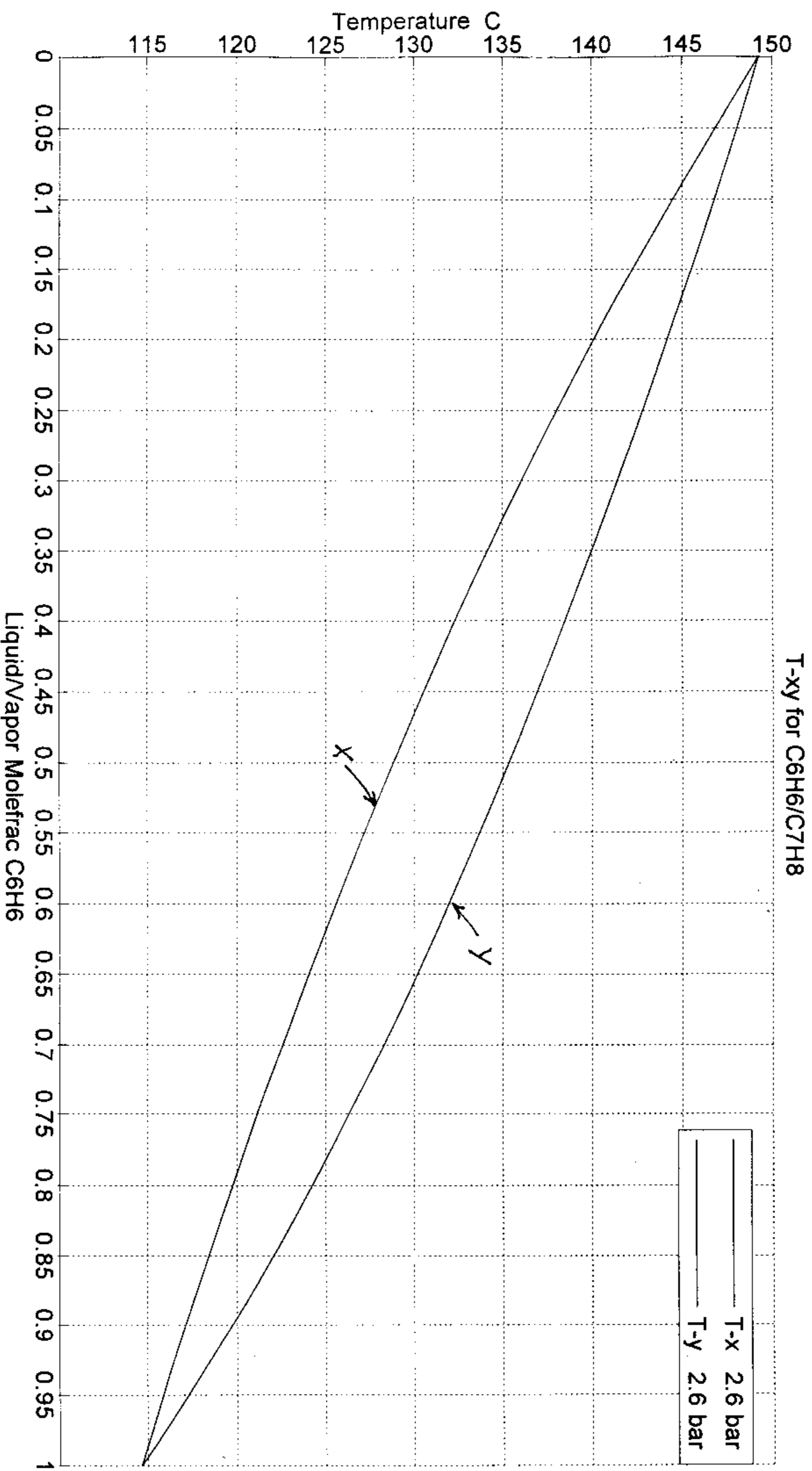
A.7 Viscosità del benzene e del toluene al variare di T.



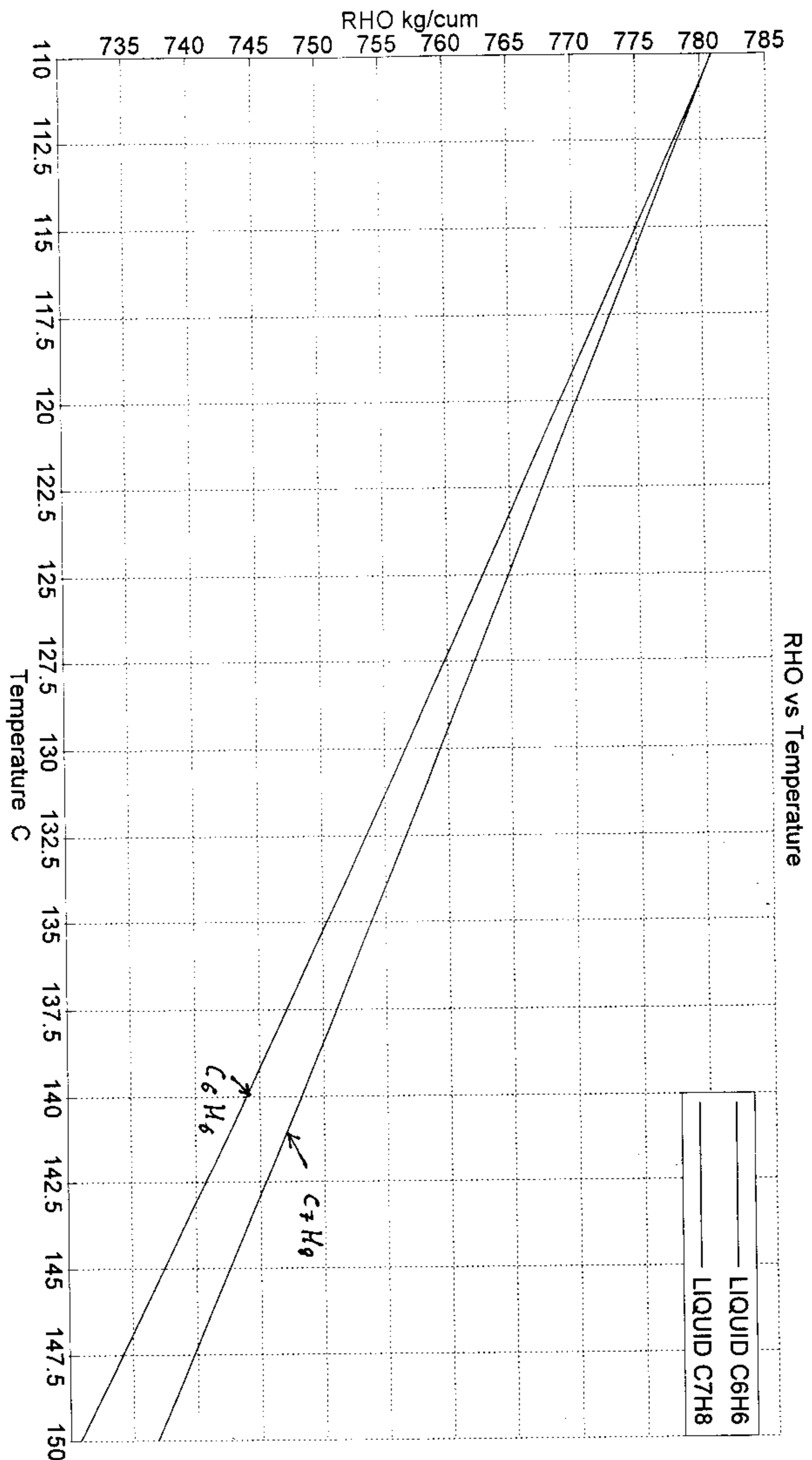
Heat and Material Balance Table

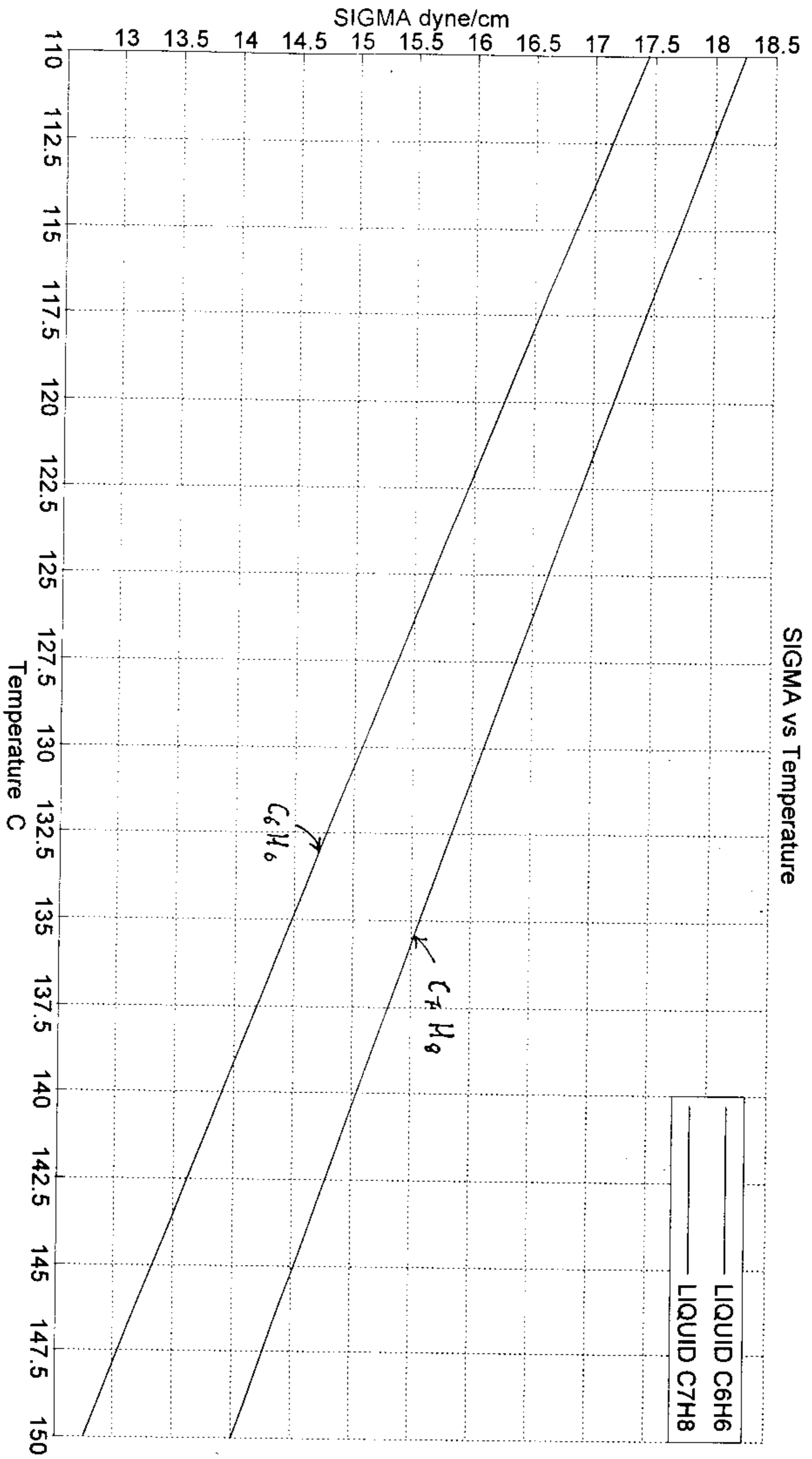
Stream ID	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	15	16
From	TK-101	TK-101	E-101	S-102	H-101	S-102	R-101	S-103	E-103	EF-101	E-105	M-103
To	TK-101	M-101	M-102	H-101	M-102	R-101	R-101	S-103	SEP-101	EF-102		
Phase	LIQUID	LIQUID	VAPOR	VAPOR	VAPOR	VAPOR	VAPOR	VAPOR	MIXED	LIQUID	LIQUID	VAPOR
Substream: MIXED												
Mole Flow												
C6H6	0.0	2.125302	0.0	7.349874	5.224572	7.349874	2935649	7.577048	106.2651	2.125302	104.1398	2.246520
C7H8	108.7000	141.2724	0.0	141.8178	5453777	141.8178	0306443	7909457	34.65146	32.57237	2.079088	2346094
CH4	0.0	0.0	15.00000	313.1570	298.1570	313.1570	16.75323	432.4086	1.024676	0.0	0.0	121.3559
H2	0.0	0.0	286.0000	740.8386	454.8386	740.8386	25.55705	659.6394	6.03753E3	0.0	0.0	179.5527
Total Flow	108.7000	143.3977	301.0000	1203.163	758.7655	1203.163	42.63448	1100.416	141.9473	34.69767	106.2189	303.3967
Total Flow	10015.67	13182.92	817.1831	20158.63	6158.523	20158.63	346.0429	8931.531	11510.01	3167.250	8326.306	2505.955
Total Flow	11.60984	15.86005	292.6095	1977.477	787.7755	3493.821	44.26453	1191.121	28.70221	4.288022	9.677981	3142.529
Temperature	C		25.00000	225.0000	45.27551	600.0000	45.27551	38.00000	90.00000	147.0000	38.00000	38.29485
Pressure	BAR		1.900000	25.20000	25.50000	25.00000	25.50000	23.90000	2.600000	2.800000	2.300000	2.500000
Vapor Frac			0.0	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	8.74549E-3	0.0	0.0	1.000000
Liquid Frac			1.000000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.9912545	1.000000	1.000000	0.0
Solid Frac			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Enthalpy	KCAL/MOL	2.906690	4.335304	-8869832	-9175529	-6.693534	4.367598	-6.693534	-6.749611	11.80485	8.810831	-6.861470
Enthalpy	KCAL/KG	31.54628	47.15741	-326.7101	-54.76393	-824.6819	260.6791	-824.6819	-831.5910	145.5835	96.52389	-830.7201
Enthalpy	MKCAL/HR	3159618	6216815	-2669858	-1.103982	-5.078895	5.255009	-2853794	-7.427487	1.675691	3057197	-2.081777
Entropy	CAL/MOL-K	-81.62634	-77.04903	-6.971437	-11.03088	-12.34763	-3.198708	-12.34763	-12.39710	-56.87410	-65.14732	-8.052865
Entropy	CAL/GMK	-8858897	-8381032	-2.567849	-6583758	-1.521299	-1909141	-1.521299	-1.527394	-7014003	-7136981	-9749627
Density	KMOL/CUM	9.362744	9.041437	1.028675	6084335	9631747	3443689	9631747	9238487	4.945517	8.091767	0.965454
Density	KG/CUM	862.6881	831.2030	2.792743	1019412	7.817611	5.769795	7.817611	7.498421	401.0147	738.6273	7974376
Average MW		92.14052	91.93263	2.714894	16.75469	8.116504	16.75469	8.116504	8.116504	81.08650	91.28135	78.38820





A.4

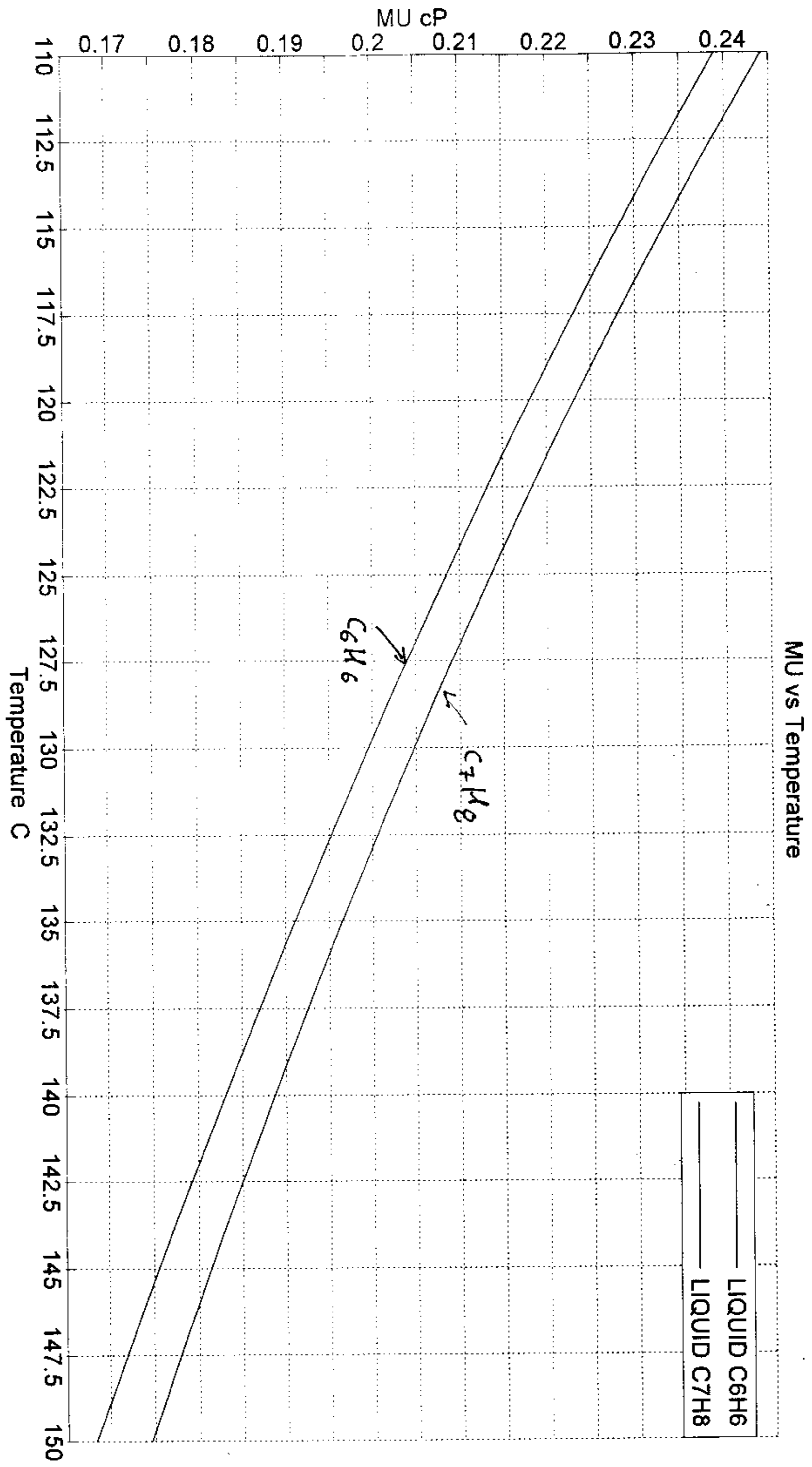




SIGMA vs Temperature

LIQUID C6H6  
LIQUID C7H8

A. 6



A. 7