

Høgskolen i Østfold
Avdeling for ingeniørfag

INTERNPRØVE i faget: IRK²³⁰¹⁵~~33015~~-Biokjemi og reaktordesign (10 stp.)

Delemne: Reaktordesign (5 studiepoeng) Faglærer: Jan-Arild Kristoffersen,

Sensureringsfrist: 01.07.16

Grupper: K2	Dato: 14.03.2016	Tid: 0900-1200
Antall oppgavesider: 6	Antall vedleggsider: 4	
Hjelpemidler: Kalkulator, Nuffield advanced science "Book of data".		
Appendiks "Elements of Chemical Reaction Kinetics" utleveres på eksamen.		
1 personlig A4 side som utleveres på eksamen.		
KANDIDATEN MÅ SELV KONTROLLERE AT OPPGAVESETTET ER FULLSTENDIG		

Dersom du savner opplysninger som er nødvendige for at du skal kunne løse oppgavene, bruker du symboler eller rimelige verdier med begrunnelse.

Oppgi alle svar i SI enheter hvis annet ikke er spesifisert.

Oppgavesettet består av oppgaver som til sammen utgjør 124 %.

Du trenger ikke å besvare flere oppgaver enn at summen av disse utgjør 100 %.

Sagt på en annen måte: Du kan velge vekk en eller flere deloppgaver på til sammen 24 %.

Du kan ikke velge vekk oppgaver som må besvares (oppgave 1a, 1b), disse utgjør til sammen 24 %.

Hvis du velger å besvare så mange oppgaver at summen utgjør mer enn 100 %, vil din karakter bli satt i forhold til det antall oppgaver du har besvart (for eksempel er $81/103 = 0.79$)

Ta en titt på vedlegg 2, 3 og 4 før du starterter på eksamen.

Oppgave 1 (24 %) MÅ BESVARES

Besvarelsene har innleveringsfrist i mai 2016.

I reaktordesign er det våren 2016 gitt 3 øvinger der det skulle utarbeides en teknisk rapport:

1. Nyheter (Teknisk rapport nr. 1)
2. Etikk (Teknisk rapport nr. 2)
3. Matlab (Teknisk rapport nr. 3)

Hvis teknisk rapport nr. 3 MATLAB godkjennes bedømmes oppgave 1 a) og b) med inntil 12 %, underkjennes teknisk rapport nr. 3 MATLAB bedømmes oppgave 1 a) og b) med inntil 8 %

a) (8 eller 12 %) (MÅ BESVARES)

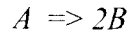
Teknisk rapport nr. 1 'Nyheter' vil bli evaluert.

b) (8 eller 12 %) (MÅ BESVARES)

Teknisk rapport nr. 2 'Etikk' vil bli evaluert.

Oppgave 2 (30 %)

En første ordens væskereaksjon er gitt ved reaksjonsligningen



I en reaktor skal det produseres 40,0 mol/time av B. Fødeblandingen er en væske med $C_{A,0} = 2,0$ mol/liter og $C_{B,0} = 0$ mol/liter. Ved 20 °C er hastighetskonstanten $k = 0,3$ liter/time. Ønsket omsetning er $X_A = 0,6$.

a) (5 %)

Ta utgangspunkt i basisligningen

$$F_{A0} - F_A + \int_V r_A dV = \frac{dn_A}{dt}$$

Vis at designligningen for en kontinuerlig blandetanksreaktor (CSTR) kan skrives

$$V_{CSTR} = \frac{F_{A0}(X_{ut} - X_{inn})}{(-r_A)_{ut}}$$

Spesifiser alle antagelser.

b) (5 %)

Vis at designligningen for en rørreaktor (PFR) kan skrives som

$$V_{PFR} = F_{A0} \int_{X_1}^{X_2} \frac{dX}{-r_A}$$

Spesifiser alle antagelser.

c) (5 %)

Nevn to fordeler og to ulemper ved følgende to reaktortyper:

- 1) Kontinuerlig blandetankreaktor (CSTR)
- 2) Rørreaktor (PFR)

d) (2 %)

Vis at $F_{A0} = 33,3$ mol/h

e) (3 %)

Estimer reaktorvolumet som trengs for å oppnå ønsket omsetningen i en CSTR.

f) (5 %)

Hva blir dette volumet når temperaturen øker til 50 °C og aktiveringsenergien er 40000 J/mol.

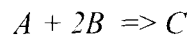
Oppgave 2 (30 %) fortsetter

g) (5 %)

Estimer reaktorvolumet som trengs for å oppnå ønsket omsetningen hvis reaksjonen skal utføres i en PFR ved 20 °C.

Oppgave 3 (20 %)

Gassreaksjonen



er av første orden med hensyn på A og første orden med hensyn på B, det vil si $-r_A = kC_A C_B$.

Reaksjonen skjer i en rørreaktor ved konstant temperatur 727 °C og trykk 10,0 atm. Volumstrømmen inn på reaktoren er $v_0 = 2,5$ liter/min, og inneholder like mengder (i mol) av A og B. Gitt også $C_{A0} = 0,0609$ mol/liter og hastighetskonstanten $k = 4,0$ liter/(mol·min) ved den gitte temperaturen.

a) (5 %)

Beskriv kortfattet den generelle metodikken som bør anvendes ved design av kjemiske reaktorer.

b) (5 %)

Sett opp en støkiometrisk tabell for reaksjonen, og finn generelle uttrykk for F_A , F_B , F_C og F_{Tot} . Bruk A som basis.

c) (5 %)

Beregn volumstrøm v ut av reaktoren. Forklar alle antagelser.

d) (5 %)

Beregn konsentrasjonene for alle de tre komponentene ved omsetningsgrad, $X_A = 0,25$.

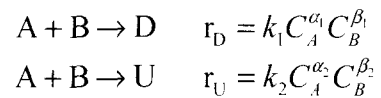
Oppgave 4 (25 %)

a) (5 %)

Selektivitet er et uttrykk som brukes mye innen reaktordesignfaget. Forklar begrepet selektivitet og hvordan selektivitet kan defineres.

b) (15 %)

I en reaktor har man to konkurrerende reaksjoner. Reaksjoner og tilhørende hastighetslov er gitt som:



Komponent D er det ønskede produktet fra reaktoren.
Normal driftstemperatur er 400K.

Gjør bruk av selektiviteten, og gjør rede for hvilken reaktortype (se vedlegg 1) som er å foretrekke i følgende situasjoner:

1. Dersom $\alpha_1 > \alpha_2$ og $\beta_1 > \beta_2$
2. Dersom $\alpha_1 > \alpha_2$ og $\beta_1 < \beta_2$
3. Dersom $\alpha_1 < \alpha_2$ og $\beta_1 < \beta_2$

c) (5 %)

Gitt at aktiveringsenergien for den ønskede reaksjonen i oppgave b) er $E_{a,D} = 50\,000$ kJ/mol, og for den ikke ønskede reaksjonen $E_{a,U} = 100\,000$ kJ/mol.

Anta at $\alpha_1 = \alpha_2$ og $\beta_1 = \beta_2$. Beregn selektiviteten.

Vil det være gunstig å heve temperaturen til 500K?

Oppgave 5 (25 %)

a) (4 %)

Adsorbenter brukes i adsorpsjonsprosesser, nevnt noen vanlige adsorbenter. Hvilke egenskaper bør en god adsorbent ha.

b) (4 %)

Forklar hvorfor en adsorpsjonsprosess er eksoterm.

c) (4 %)

Langmuir isotermen er en av mange modeller som beskriver likevekts egenskapene til en adsorpsjonsprosess. Hvilke antagelser er en Langmuir isotermen basert på?

d) (4 %)

Lag en skisse av massetransportprosessene på en katalysatorpartikkel, navngi de forskjellige prosessene.

e) (4 %)

Forklar begrepene TSA og PSA, diskuter fordeler og ulemper med prosessene.

f) (5 %)

Er det noe du har lært i faget reaktordesign som du ikke har fått spørsmål om på denne eksamen, hvis så er tilfelle vis dette grundig.

Vedlegg 1

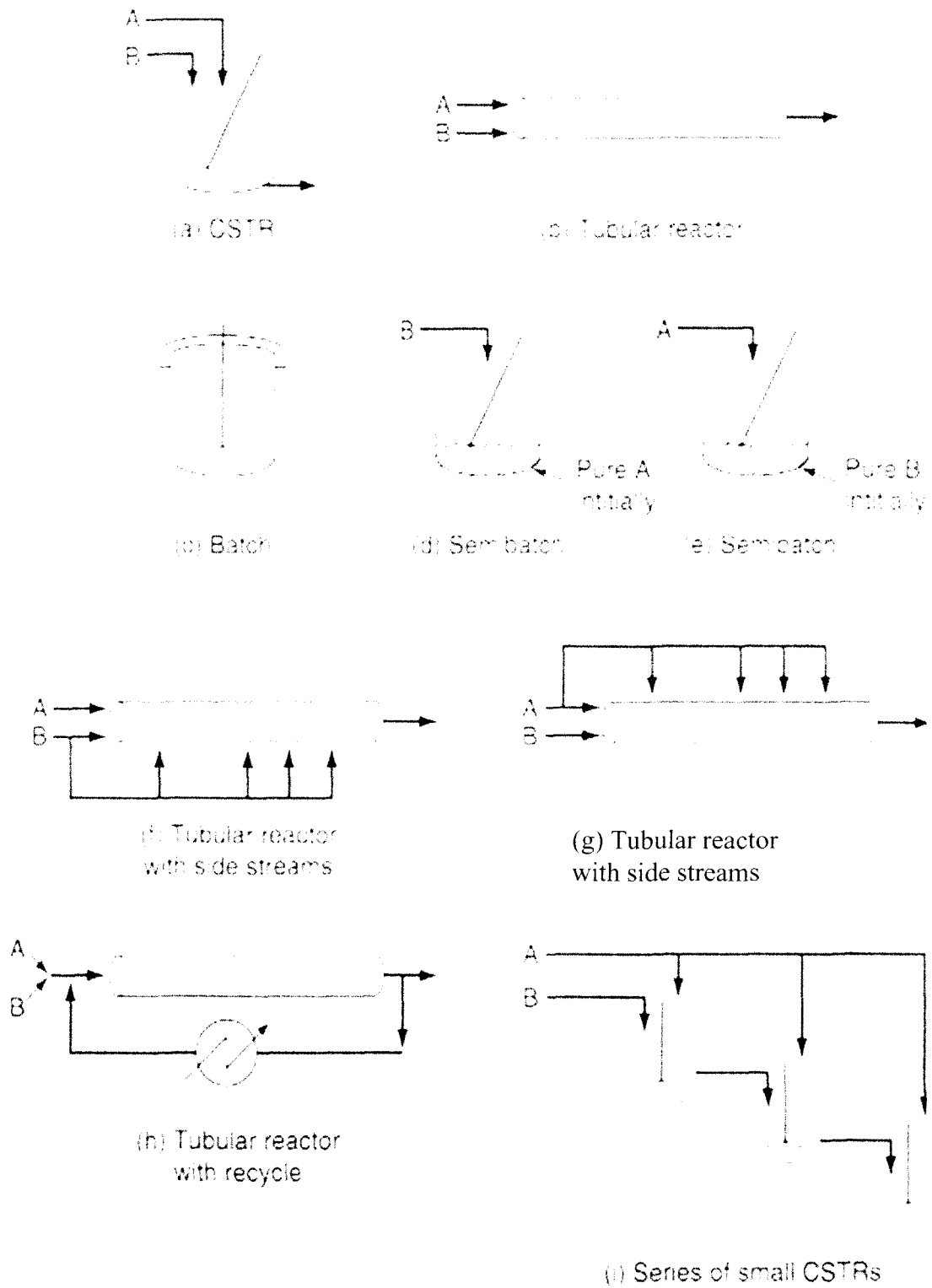


Figure 6-3 Different reactors and schemes for minimizing the unwanted

Vedlegg 2

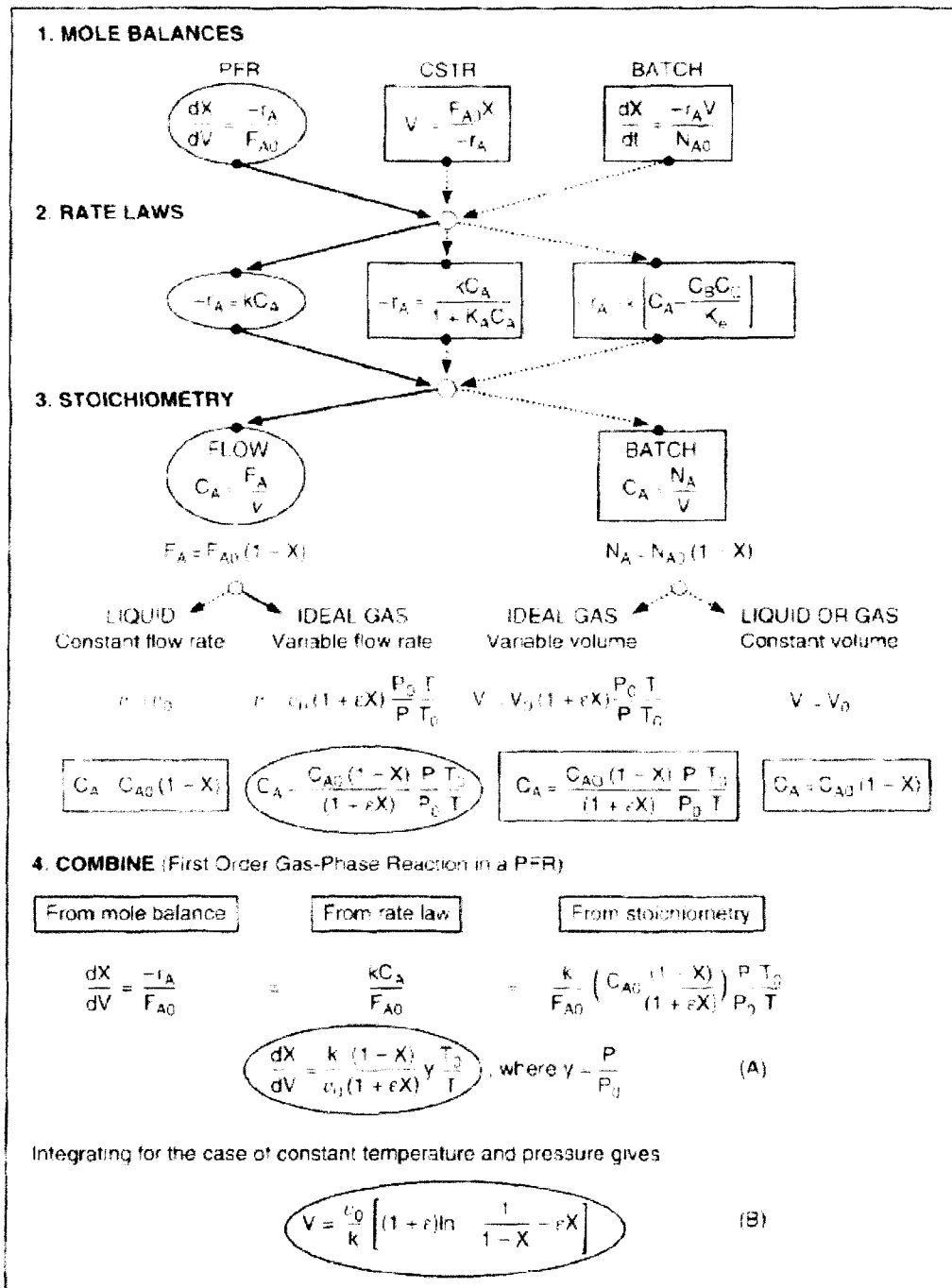


Figure 4-2 Algorithm for isothermal reactors.

Vedlegg 3

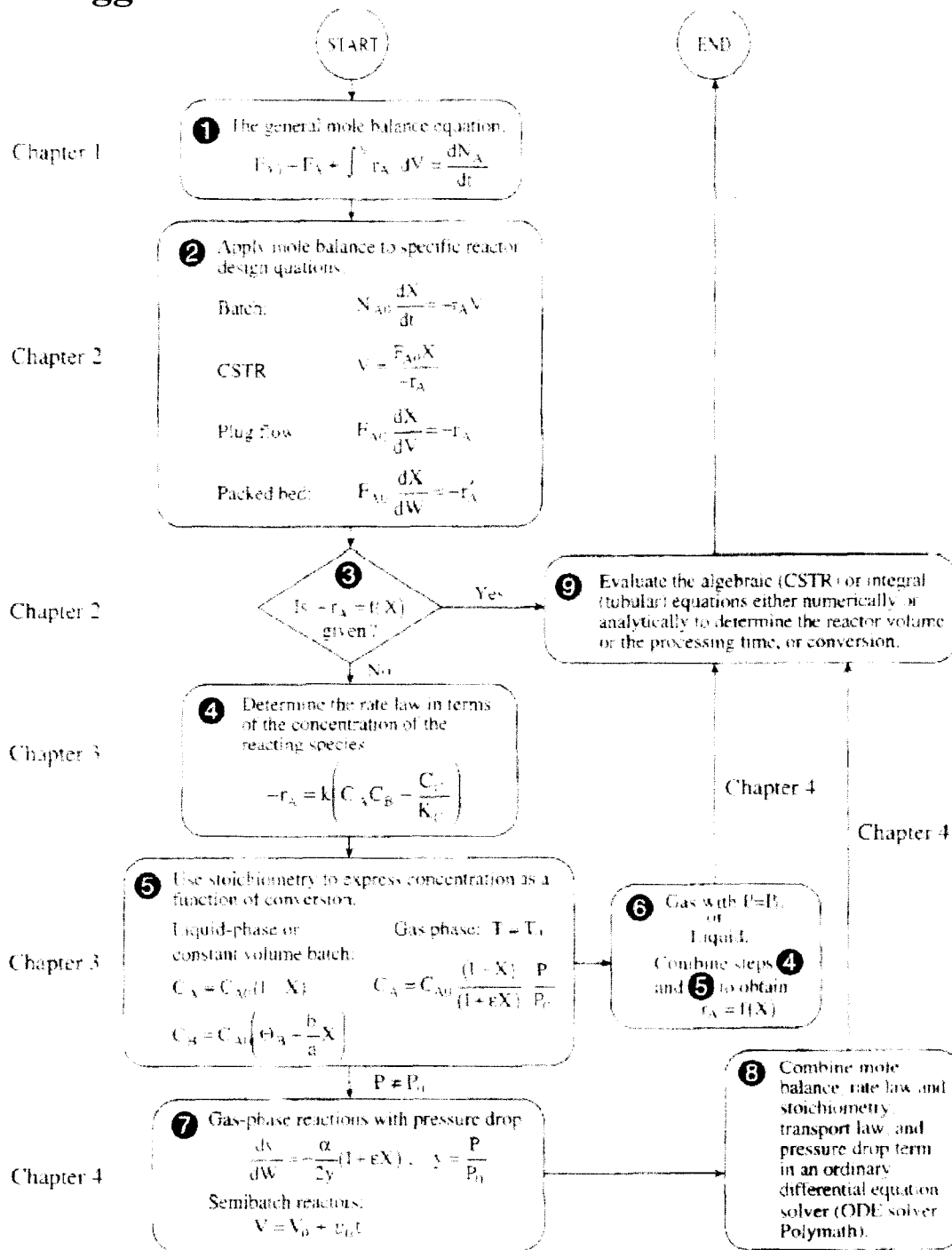


Figure 4-1 Isothermal reaction design algorithm for conversion.

Vedlegg 4

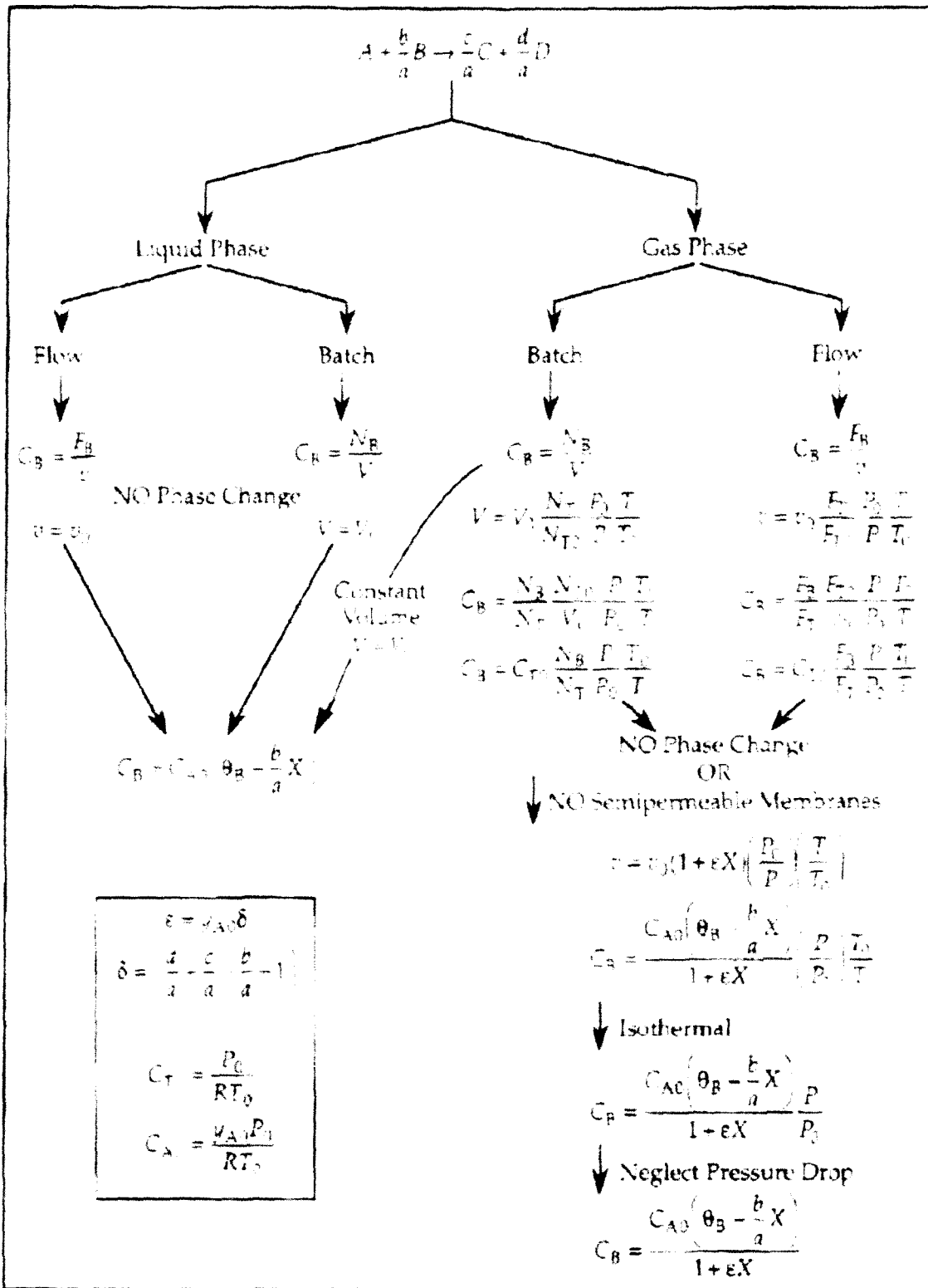


Figure 3-6 Expressing concentration as a function of conversion.