



Universitetet
i Stavanger

EKSAMEN I: BIP 160 - Produksjon av olje og gass

TID FOR EKSAMEN: 24. NOVEMBER 2009

KL. 09:00 - 13:00

TILLATTE HJELPEMIDLER: Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt. Bestemt, enkel kalkulator tillatt.

**OPPGAVESETTET BESTÅR AV: 4 OPPGAVER på 4 sider
5 VEDLEGG på 5 sider (derav 1 A3-side)**

INNLEDNING:

Alle oppgaver skal besvares.

Vektlegging ved bedømmelse:

Alle oppgaver 1,2,3,4 teller like mye ved fastsettelse av karakter.

Likninger:

Likninger er samlet i vedlegg. Vær oppmerksom på at vedlegget omfatter flere likninger enn de som nødvendigvis trengs for å løse oppgaven.

NB: *ET RÅD: studenten anbefales å ikke stoppe opp for å bruke mye tid på delspørsmål som ikke kan besvares umiddelbart. Planlegg tidsbruken!*

Dersom du ikke behersker norsk 100 %: Gjør oppmerksom på dette i begynnelsen av oppgaven.

INNHold:

OPPGAVE 1: Utstyr i brønnen.	side 2
OPPGAVE 2: Brønncurver,	side 2
OPPGAVE 3: Sikkerhet,	side 3
OPPGAVE 4: Fra prosjektsammendragene.	side 3
VEDLEGG 1: Likninger,	side 4
VEDLEGG 2: Tabell, omforming av enheter.	side 5
VEDLEGG 3: Pressure – level relationships for pressure relief valve. til oppgave 3,	side 6
VEDLEGG 4: Flytdiagram til oppgave 3,	side 7
VEDLEGG 5 : Legends for P&ID's til oppgave 3.	1 A3-side

OPPGAVE 1:*Utstyr i brønnen*

- (i) Angi hvilke data som det kan være nødvendig å analysere forut for valget av kompletteringsløsning, mht. til egenskapene til de væsker, gasser og faste stoffer som påvirkes ved produksjonen av et reservoar.
- (ii) Det finnes et stort antall pakninger til bruk i produksjons- og injeksjonsbrønner. Hvilken primær funksjon har pakningene? *Lift rest opprørt*
- (iii) Hva skiller en "avviksbrønn" fra en "horisontal brønn"?
- (iv) Boring av horisontale brønner er på de fleste felter ikke lenger noen stor teknisk utfordring. Utfordringen er først og fremst å unngå formasjonsskade, ferdigstille og produsere brønnen på en slik måte at man får utnyttet reservoarets potensiale. På hvilken måte oppnår man dette?
- (v) Tegn en skisse av en horisontal produksjonsbrønn med angivelse av det utstyret som blir satt på produksjonsstrengen i de ulike nivåene i brønnen.

OPPGAVE 2:*Brønnkurver*

For å få oversikt over produksjonsmuligheter og planlegge produksjonsforløp, kan en som en del av grunnlaget benytte en grafisk framstillingsmetode med ulike kurver knyttet til strømning til og i brønnen.

Du skal gi en oversikt over slike kurver.

- (i) Se blant annet på:
- hvilke parametre som påvirker kurvens form,
 - hvordan den aktuelle kurven endres med tiden,
 - gi et eksempel på en situasjon som kan oppstå under produksjonen, som gjør at en kurve kan endres vesentlig.
- (ii) Se deretter på kurvene som en samlet helhet og angi hvor i diagrammet du gjenfinner sentrale parametre. (Med sentrale parametre menes for eksempel trykk og trykkfall.)
- (iii) Anta så at du har en situasjon med produksjon ved konstant rate. Forklar hvordan de aktuelle kurvene forandres over tid, og hva som kan gjøres for å opprettholde konstant rate.

OPPGAVE 3**Sikkerhetsventiler**

Bruk vedleggene 3, 4 og 5 i denne oppgaven:

Vedlegg 3: Pressure level relationship for relief valves.

Vedlegg 4: Tegning av LP og HP separatore.

Vedlegg 5: Legend.

Et prosessanlegg består av en HP-separator og en LP-separator. Oppgaven er knyttet til overtrykksbeskyttelsen på LP-separatoren.

Avløpssystemet for overtrykksbeskyttelsen på LP-separatoren er et fakkelsystem som har et designtrykk på 6 barg og et maksimalt driftstrykk på 3 barg.

- (i) Hvorfor er det installert 2 "relief"-ventiler (PSV'er) på LP-separatoren?
- (ii) Hvilken type PSV er disse?
- (iii) Ved hvilket trykk vil PSV'ene åpne?
- (iv) Hvilket trykk er det i LP-separatoren når PSV'ene er fullt åpne?
- (v) Hva betyr LO og LC på ventilene oppstrøms og nedstrøms PSV'ene på HP- og LP-separatorene?
- (vi) Hvorfor er det lås på disse ventilene?
- (vii) Hva kan forårsake høyt trykk i LP-separatoren?
- (viii) Hvilket kriterium vil være dimensjonerende for størrelsen på PSV'ene og avløpssystemet?
- (ix) Hvorfor kan LSL 002 på HP-separatoren være viktig for overtrykksbeskyttelsen for LP-separatoren?
- (x) Hva er funksjonen til XXV 003, XXV 004 og XXV 005?
- (xi) Hva betyr betegnelsen FC, og hvorfor er disse ventilen definert som FC?
- (xii) Hvilken type isolasjon er brukt på fakkellinjen? Hvorfor er denne typen brukt her?
- (xiii) Produksjonskapasiteten på plattformen har blitt vurdert. En ny evaluering av overtrykksbeskyttelsen på HP-separatoren viser at driftstrykket i fakkelsystemet nå kan komme opp i 4.5 barg. Hvilke konsekvenser har dette for overtrykksbeskyttelsen på LP-separatoren?

OPPGAVE 4:***Fra prosjektsammendragene***

Nedenfor er satt opp noen tema som er hentet fra studentsammendragene for gruppeprosjektene.

Når det gjelder studentsammendragene, skal det først og fremst framgå at du har lest sammendraget og har forståelse for de generelle prinsippene. Du kan selvfølgelig supplere med kunnskap fra annen kilde enn studentsammendragene. Ut fra den tiden du har til rådighet og den kunnskapen du har om temaet, står du nokså fritt med hensyn til hvor mye du skriver, men det bør minst være et par sider skrevet med middels skriftstørrelse.

- (i) **Skriv om: Perforering.**
Dersom dette temaet er ditt eget prosjekt, skriver du om **Vanninjeksjon og rensing av produsert vann.**
- (ii) Nedenfor er satt opp 2 tema fra prosjektsammendragene. Du skal skrive om ett av disse temaene:
 1. **Varmevekslere.**
 2. **Dehydrering av naturgass.**
Dersom ditt eget tema finnes blant disse 2, kan du ikke velge eget tema, men du har i tillegg valgmuligheten å skrive om **Vanninjeksjon og rensing av produsert vann.**

VEDLEGG 1

LIKNINGER relatert til oppgavene:

Nedenfor er satt opp endel likninger relatert til innstrømning i brønn og produksjonseffektivitet. Likningene er gitt på en form som benytter US feltenheter. Det forutsettes at betegnelser for størrelsene som inngår i likningene er kjent.

$$q_o = \frac{hk}{141.2\mu_o B_o} \frac{(p_R - P_{wf})}{\left(\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - 0.75 + s\right)}$$

$$q_o - q_{ob} = \frac{hk}{141.2\mu_o B_o} \frac{(p_b^2 - P_{wf}^2)}{\left(\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - 0.75 + s\right) \cdot 2p_b}$$

$$q_o = \frac{0.703 \cdot hk}{T\mu_o Z} \frac{(p_R^2 - P_{wf}^2)}{\left(\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - 0.75 + s\right)}$$

$$q_o = C(p_R^2 - P_{wf}^2)^n$$

$$q_o = J(p_R - P_{wf})$$

$$E_F = \frac{q_{reell}}{q_{ideell}} = \frac{\left(\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - 0.75\right)}{\left(\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) - 0.75 + s\right)}$$

$$s = s_c + s_A + s_G + s_{dp} + \frac{h}{h_p} \cdot s_p + \frac{h}{h_p} \cdot s_a$$

Nedenfor er satt opp endel likninger relatert til prosessering av olje og gass. Det forutsettes at betegnelser for størrelsene som inngår i likningene er kjent.

$$P_i^L = x_i \cdot P_i^0 \qquad P_i^G = y_i \cdot P$$

$$y_i = \frac{z_i k_i}{V k_i + L} \qquad x_i = \frac{z_i}{V k_i + L}$$

$$v_d = k_s \cdot \sqrt{\frac{\rho_o \cdot \rho_g}{\rho_g}}$$

$$Re = \frac{\rho_o v D}{\mu_o} \qquad f = \frac{0.16}{Re^{0.172}}$$

$$\frac{dP}{\rho} + g dz + v dv + \frac{1}{2} f \frac{1}{D} v^2 dL = -dw$$

$$dH + g dz + v dv = dq - dw$$

$$dS = S_2 - S_1 - \frac{dq}{T}$$

$$w_{act} = P_{mm} V_{mm} \frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{P_{ut}}{P_{mm}} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

$$\left(\frac{T_{ut}}{T_{mm}} \right) = \left(\frac{P_{ut}}{P_{mm}} \right)^{\frac{k-1}{k}}$$

VEDLEGG 2

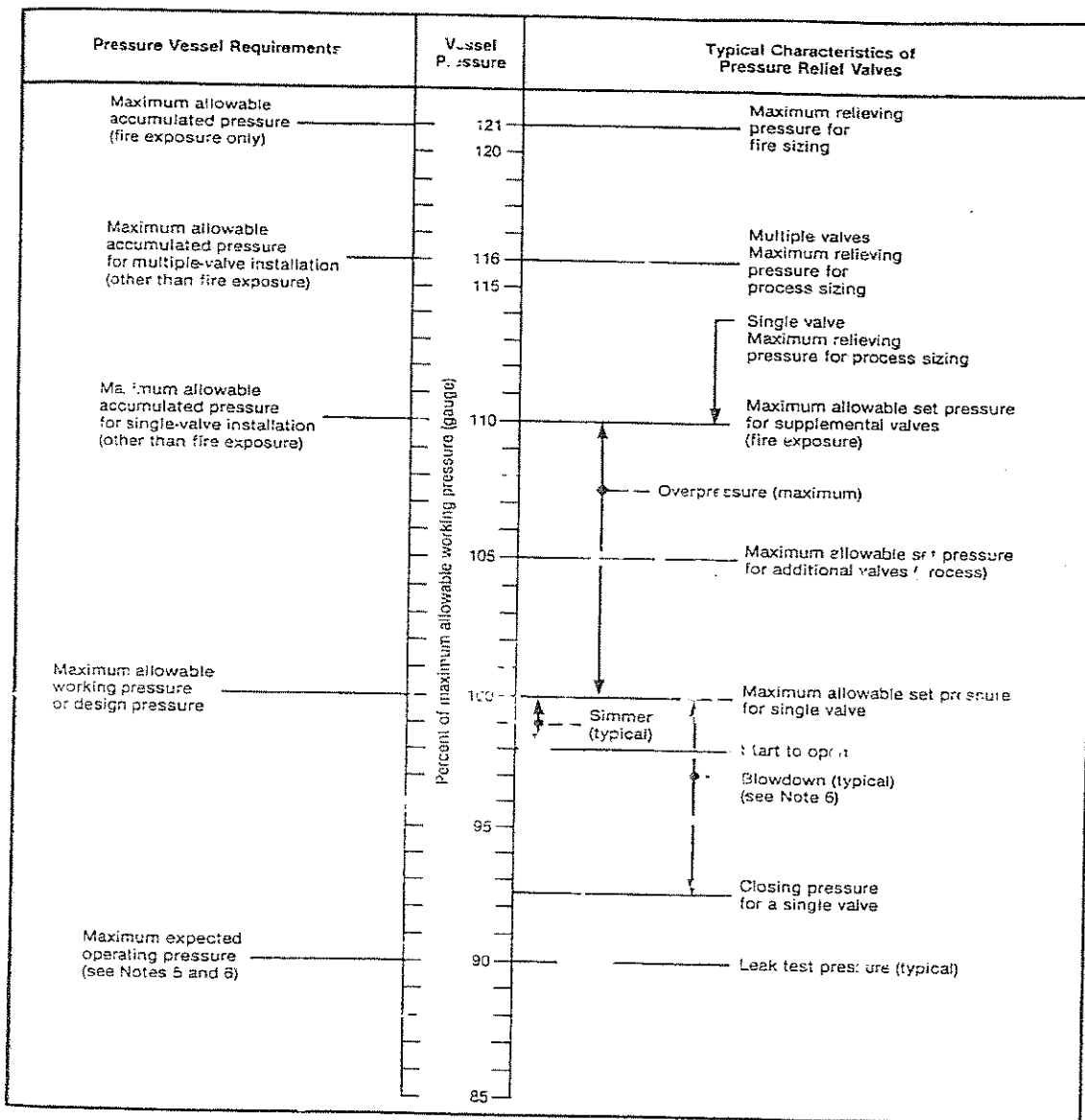
Table A.2 Values of the universal gas constant

$$\begin{aligned}
 R &= 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8.314 \text{ m}^3 \text{ Pa mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \\
 &= 83.14 \text{ cm}^3 \text{ bar mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8.314 \text{ cm}^3 \text{ kPa mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 82.06 \text{ cm}^3 (\text{atm}) \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \\
 &= 62.356 \text{ cm}^3 (\text{torr}) \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \\
 &= 1.987 (\text{cal}) \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 1.986 (\text{Btu}) (\text{lb mol})^{-1} (\text{R})^{-1} \\
 &= 0.7302 (\text{ft})^3 (\text{atm}) (\text{lb mol})^{-1} (\text{R})^{-1} = 10.73 (\text{ft})^3 (\text{psia}) (\text{lb mol})^{-1} (\text{R})^{-1} \\
 &= 1.545 (\text{ft}) (\text{lb}_f) (\text{lb mol})^{-1} (\text{R})^{-1}
 \end{aligned}$$

Table C.4 Summary of Basic Conversion Factors

Length	
1 m	= 3.281 ft = 39.37 in. = 100 cm = 1000 mm
1 ft	= 0.305 m = 12 in. = 30.5 cm = 3050 mm
1 statute mile	= 1.61 km, 1 km = 0.621 statute mile
Area	
1 m ²	= 10,000 cm ² = 10.76 ft ² = 1549 in. ²
1 hectare	= 10,000 m ² = 2.47 acres, 1 acre = 0.405 hectare
1 sq mile (section)	= 2.59 km ² = 259 hectares = 640 acres
1 acre	= 43,560 ft ² = 0.405 hectare = 4050 m ²
Volume	
1 m ³	= 35.32 ft ³ = 6.29 bbl = 1000 liters = 1000 dm ³
1 liter	= 1 dm ³ = 0.001 m ³ = 1000 cm ³ = 0.035 ft ³ = 61 in. ³
1 ft ³	= 0.0283 m ³ = 28.3 liters
1 bbl (API)	= 0.159 m ³ = 159 liters = 5.61 ft ³
Mass	
1 kg	= 2.205 lb _m = 1000 g
1 lb _m	= 0.454 kg = 454 g
1 ton (metric)	= 1000 kg = 2205 lb _m
Density	
1 kg/m ³	= 0.001 g/cm ³ = 0.0624 lb _m /ft ³
1 lb _m /ft ³	= 0.01602 g/cm ³
1 g/cm ³	= 1000 kg/m ³ = 62.4 lb _m /ft ³ = 1.0 kg/L
Force	
1 N	= 0.225 lb _f = 0.102 kg _f
1 kg _f	= 9.81 N = 2.205 lb _f
1 lb _f	= 4.45 N = 0.454 kg _f
Pressure	
1 bar	= 14.50 psi = 0.987 atm = 1.02 kg _f /cm ² = 100,000 N/m ² = 10 ⁵ Pa = 100 kPa
1 psi	= 6.89 kPa
Temperature	
°C	= 5/9(°F - 32), K = °C + 273
°F	= 1.8°C + 32, °R = °F + 460
Viscosity	
(Dynamic)	
1 cp	= 10 ⁻³ Pa × s = 0.037 lb _m /(min-ft) = 6.72 × 10 ⁻⁴ lb _m /(s-ft)
1 Pa × s	= 10 ⁴ cp
(Kinematic)	
1 cSt	= 1.0 mm ² /s = 1.08 × 10 ⁻⁴ ft ² /s
Permeability	
1 md	= 9.86 × 10 ⁻¹⁶ m ² = 9.86 × 10 ⁻⁴ μm ² = 1.127 × 10 ⁻¹¹ $\frac{(\text{B/D}) \text{ cp}}{(\text{ft}^2 (\text{psi/ft}))}$
1 m ²	= 1.01325 × 10 ¹⁵ md
1 μm ²	= 1.01325 × 10 ³ md = 1 × 10 ⁻¹² m ²
Work and heat	
1 kJ	= 0.948 Btu = 1000 N·m = 0.259 kcal
1 kcal	= 4.19 kJ = 3.97 Btu
1 Btu	= 1.055 kJ = 0.252 kcal
Power	
1 kW	= 3600 kJ/h = 860 kcal/hr = 367 100 kg _f -m/h = 3415 Btu/hr = 2.66 × 10 ⁶ (ft-lb _f)/hr = 1.341 HP
1 HP	= 0.746 kW = 641 kcal/h = 2690 kJ/h = 2545 Btu/hr = 1.98 × 10 ⁶ (ft-lb _f)/hr

VEDLEGG 3



Notes:
 1. This figure conforms with the requirements of Section VIII of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code.
 2. The pressure conditions shown are for pressure relief valves installed on a pressure vessel.
 3. Allowable set-pressure tolerances will be in accordance with the applicable codes.

4. The maximum allowable working pressure is equal to or greater than the design pressure for a coincident design temperature.
 5. The operating pressure may be higher or lower than 90.
 6. Section VIII, Division 1, Appendix M, of the ASME Code should be referred to for guidance on blowdown and pressure differentials.

Figure 1—Pressure-Level Relationships for Pressure Relief Valves

VEDLEGG 4

