

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2014/2015 Academic Session

December 2014 / January 2015

**EKC 483 – Petroleum & Gas Processing Engineering**  
***[Kejuruteraan Pemprosesan Petroleum & Gas]***

Duration : 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

Please check that this examination paper consists of SEVEN pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

**Instruction:** Answer **ALL** (4) questions.

**Arahan:** Jawab **SEMUA** (4) soalan.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]*

Answer ALL questions.

1. [a] In 2008 oil price started to peak at one of the highest level,  
[i] explain how it affected the Malaysian socio-economy. *[3 marks]*  
[ii] suggest ways to prevent the ill consequences from recurring in the future. *[2 marks]*
- [b] Tabulate crude oil elements and their compositions. *[3 marks]*
- [c] Name the compounds that make up the hydrocarbon in the crude oil. *[3 marks]*
- [d] Name three basic crude oil refinery processes. *[4 marks]*
- [e] Sketch a diagram of basic atmospheric distillation column with proper labels for the feeds, product components and temperature zones. *[5 marks]*
- [f] Sketch a diagram of a lube type vacuum distillation column with proper labels for the feeds and product components. *[5 marks]*
2. [a] Name a process in oil refinery, define the type of the reaction of the process, and give the product names from this process that,  
[i] produces hydrogen *[3 marks]*  
[ii] requires hydrogen *[4 marks]*
- [b] State the benefits and disadvantages in gasoline upgrading. *[6 marks]*
- [c] State the similarities and differences between isomerization and alkylation. *[5 marks]*
- [d] The use of benzene to increase research octane number (RON) in fuel is banned in certain countries. Suggest the best option to increase RON in the gasoline that contains benzene in the refinery process. *[7 marks]*

Jawab SEMUA soalan.

1. [a] Pada tahun 2008 harga minyak mula memuncak pada paras yang tertinggi,
- [i] terangkan bagaimana ia memberi kesan kepada sosio-ekonomi Malaysia. [3 markah]
- [ii] cadangkan cara untuk menghalangi masalah tersebut dari berulang pada masa hadapan. [2 markah]
- [b] Jadualkan unsur-unsur minyak mentah dan komposisinya. [3 markah]
- [c] Namakan sebatian yang membentuk hidro-karbon dalam minyak mentah. [3 markah]
- [d] Namakan 3 proses asas penapisan minyak mentah. [4 markah]
- [e] Lakarkan gambarajah turus penyulingan atmosfera asas dengan label yang sesuai untuk suapan, komponen produk dan zon suhu. [5 markah]
- [f] Lakar gambarajah turus penyulingan vakum jenis pelumas dengan label yang sesuai untuk suapan dan komponen produk. [5 markah]
2. [a] Namakan sejenis proses dalam penapisan minyak, takrifkan jenis tindak balas proses tersebut dan berikan nama produk daripada proses ini yang,
- [i] menghasilkan hidrogen [3 markah]
- [ii] memerlukan hidrogen [4 markah]
- [b] Nyatakan kelebihan dan kekurangan dalam penaiktarafan gasolin. [6 markah]
- [c] Nyatakan persamaan dan perbezaan antara pengisomeran dan pengalkilan. [5 markah]
- [d] Penggunaan benzena untuk meningkatkan nombor oktana penyelidikan (RON) dalam bahanapi diharamkan di sesetengah negara. Cadangkan pilihan terbaik untuk meningkatkan RON dalam gasolin yang mengandungi benzena dalam proses penapisan. [7 markah]

3. [a] Discuss the main objectives of a field gas processing unit. [5 marks]
- [b] Based on Figure Q.3.[b], differentiate the requirements for the use of adsorbents and membrane processes for sour gas treatment in natural gas.

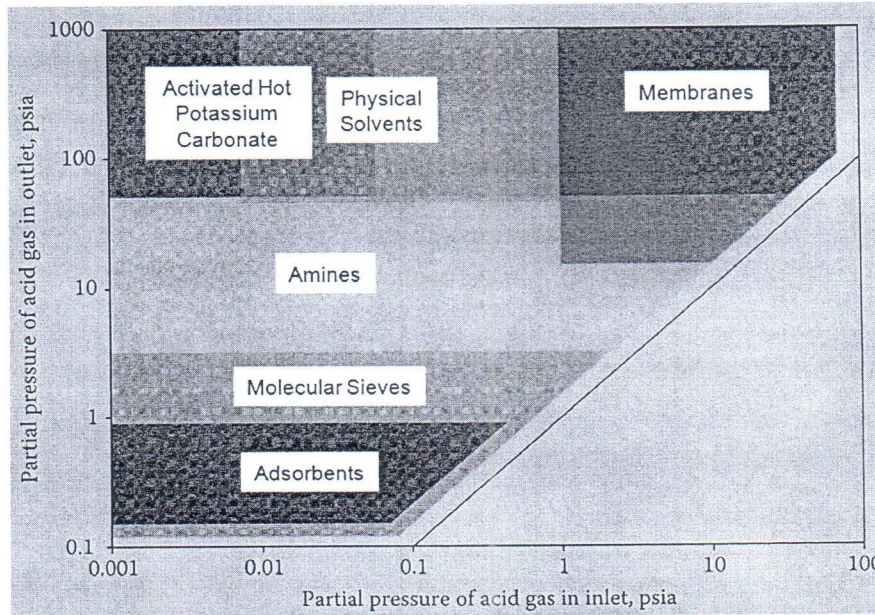


Figure Q.3.[b]

[5 marks]

- [c] The capacity for CO<sub>2</sub> absorption of diethanolamine (DEA) relative to that of monoethanol amine (MEA) is only about 58% and the minimum obtainable CO<sub>2</sub> level in the treated natural gas is about 50 ppmv as compared to as low as 10 ppmv for MEA. However, DEA is still a more preferred aqueous solution to be used in the amine process for natural gas treatment. Provide brief explanation to this statement.

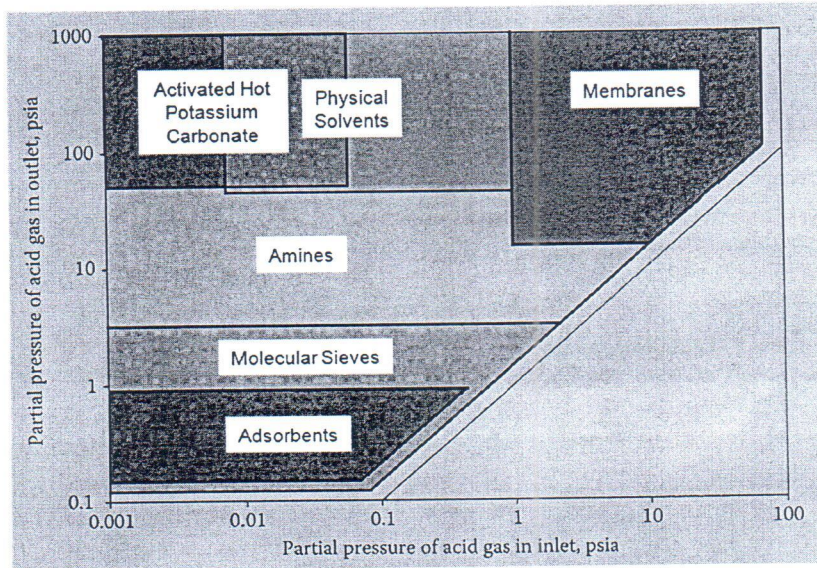
[7 marks]

- [d] A natural gas at a pressure of 1,000 psia and 100°F is flowing at 100 MMSCFD (10<sup>6</sup> standard cubic feet per day). It contains 2.1 mol% of CO<sub>2</sub> and 1.8 mol% of H<sub>2</sub>S as the acidic impurities. A diethanolamine (DEA) process is being used to treat this acidic natural gas. Assuming that the outlet gas contains no acid components, calculate;

- [i] the flow rate of DEA required to support the process.
- [ii] the diameter of the absorption tower.

3. [a] Bincangkan objektif utama unit pemprosesan gas lapangan. [5 markah]

[b] Berdasarkan Rajah S.3.[b] di bawah, bezakan keperluan penggunaan proses penyerapan dan membran untuk rawatan gas masam dalam gas asli.



Rajah S.3.[b]

[5 markah]

[c] Kapasiti penyerapan  $CO_2$  bagi dietanolamina (DEA) relatif kepada monoetanol amina (MEA) hanya kira-kira 58% dan paras  $CO_2$  minimum yang boleh dicapai dalam gas asli yang terawat ialah kira-kira 50 ppmv berbanding serendah 10 ppmv bagi MEA. Bagaimanapun, DEA masih merupakan larutan akues yang digemari untuk digunakan dalam proses amina untuk rawatan gas asli. Berikan penerangan ringkas bagi pernyataan ini.

[7 markah]

[d] Gas asli pada tekanan 1,000 psia and  $100^\circ F$  sedang mengalir pada kadar 100 MMSCFD ( $10^6$  kaki padu piawai sehari). Ia mengandungi 2.1 %mol  $CO_2$  dan 1.8 %mol  $H_2S$  sebagai bendasing berasid. Proses dietanolamina (DEA) digunakan untuk merawat gas asli berasid ini. Dengan menganggap bahawa gas yang keluar tidak mengandungi sebarang komponen berasid, kirakan;

- [i] kadar aliran DEA yang diperlukan untuk menyokong proses tersebut
- [ii] diameter bagi menara penyerapan

Assume that the average molecular weight of natural gas is the same as methane, drag coefficient ( $C_D$ ) value is 0.72 and the density of water at 100°F is 65.1 lb/ft<sup>3</sup>.

[8 marks]

Useful equation,

$$d^2 = 504 \frac{TZQ_g}{P} \left[ \left( \frac{\rho_g}{\rho_l - \rho_g} \right) C_D \right]^{1/2}$$

where;

- $d$  = diameter of the absorber (in)
- $T$  = temperature (°R)
- $Z$  = compressibility factor
- $Q_g$  = gas flow rate (MMSCFD)
- $P$  = pressure (psia)
- $\rho_g$  = density of gas (lb/ft<sup>3</sup>)
- $\rho_l$  = density of liquid (lb/ft<sup>3</sup>)
- $C_D$  = drag coefficient

4. [a] Discuss five safety and health issues in the operation of a nitrogen removal unit (NRU) in the purification of natural gas.

[5 marks]

- [b] Briefly explain the inhibition of hydrate formation with methanol injection.

[5 marks]

- [c] A gas well produces 12 MMSCF/day along with 2,000 lbs of water and 700 barrels per day (BPD) of condensate having density of 300 lb/bbl. The hydrate formation temperature at the flowing pressure is 75°F. If the average flow line temperature is 65°F, determine the amount of methanol needed to inhibit hydrate formation in the flow line given that the methanol solubility in condensate is 0.5% by weight and the ratio of the lbs methanol in vapor/MMSCF of gas to the weight percent of methanol in water is 0.95. Assume the  $K$  value for methanol is 2335.

[7 marks]

Useful equation,

$$\Delta T = KW/[M(100-W)]$$

where;

- $\Delta T$  = depression in hydrate formation temperature (°F)
- $W$  = weight percent of inhibitor for water treatment
- $K$  = constant
- $M$  = molecular weight of inhibitor

- [d] In the fractionation of natural gas liquid (NGL) consisting of four components into pure products, several separation sequences are possible to be used. With the help of a suitable diagram and necessary labels, provide the possible sequences and justify the most suitable sequence to be used.

[8 marks]

...7/-

Anggapkan berat molekul purata gas asli adalah sama dengan berat molekul metana, nilai pekali seretan ( $C_D$ ) ialah 0.72 dan ketumpatan air pada  $100^\circ F$  ialah  $65.1 \text{ lb/kaki}^3$ .

[8 markah]

Persamaan berguna,

$$d^2 = 504 \frac{TZQ_g}{P} \left[ \left( \frac{\rho_g}{\rho_l - \rho_g} \right) C_D \right]^{1/2}$$

di mana;

- $d$  = diameter penyerap (in)
- $T$  = suhu ( $^\circ R$ )
- $Z$  = faktor kebolehmampatan
- $Q_g$  = kadar aliran gas (MMSCFD)
- $P$  = tekanan (psia)
- $\rho_g$  = ketumpatan gas ( $\text{lb/kaki}^3$ )
- $\rho_l$  = ketumpatan cecair ( $\text{lb/kaki}^3$ )
- $C_D$  = pekali seretan

4. [a] Bincangkan 5 isu keselamatan dan kesihatan yang terlibat dalam operasi unit penyingkiran nitrogen (NRU) semasa proses penulenan gas asli. [5 markah]

- [b] Terangkan dengan ringkas perencatan pembentukan hidrat melalui kaedah suntikan metanol. [5 markah]

- [c] Suatu telaga gas menghasilkan 12 MMSCF/hari di samping 2,000 lb air dan 700 tong sehari (BPD) peluwap yang mempunyai ketumpatan 300 lb/tong. Suhu pembentukan hidrat pada tekanan aliran gas tersebut ialah  $75^\circ F$ . Sekiranya suhu purata paip aliran ialah  $65^\circ F$ , tentukan amaun metanol yang diperlukan untuk merencat pembentukan hidrat. Adalah diketahui bahawa keterlarutan metanol dalam peluwap 0.5 %berat dan nisbah lb metanol dalam wap/MMSCF gas kepada peratus berat metanol dalam air ialah 0.95. Anggap nilai K bagi metanol ialah 2335. [7 markah]

Persamaan berguna,

$$\Delta T = KW/[M(100-W)]$$

di mana;

- $\Delta T$  = penurunan dalam suhu pembentukan hidrat ( $^\circ F$ )
- $W$  = peratusan berat perencat untuk rawatan air
- $K$  = pemalar
- $M$  = berat molekul bagi perencat

- [d] Dalam pemecahan cecair gas asli (NGL) yang terdiri dari empat komponen kepada produk-produk tulen, beberapa turutan pemisahan yang boleh digunakan. Dengan bantuan gambarajah dan label yang sesuai, berikan turutan-turutan yang mungkin dan nyatakan kewajaran turutan yang paling sesuai untuk digunakan. [8 markah]