
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2013/2014 Academic Session

December 2013/January 2014

EME 431 – Refrigeration & Air Conditioning
[Penyejukan & Penyamanan Udara]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this paper contains **SEVEN (7)** printed pages, **THREE (3)** pages appendix and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat bercetak, **TIGA (3)** mukasurat lampiran dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.]*

Appendix/Lampiran :

- | | |
|--|--------------------|
| 1. Lithium Bromide in Solution % by Mass | [1 page/mukasurat] |
| 2. Enthalpy of LiBr-Water Solutions | [1 page/mukasurat] |
| 3. Psychrometric Chart | [1 page/mukasurat] |

INSTRUCTIONS : Answer **ALL** questions. You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

ARAHAN : Jawab **SEMUA** soalan. Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.

Answer to each question must begin from a new page.

[Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.]

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.]

Thermodynamic Property Table and Cooling Load Calculation Table are provided.
Jadual Sifat Bendalir Termodinamik dan Jadual Perkiraan Beban Penyejukan adalah dibekalkan.

Q1. A standard vapour compression cycle developing 75kW of refrigeration capacity using R134a operates at ambient temperature and evaporator temperature -5°C .

[a] Specify the condenser temperature. Justify your answer.

[b] Calculate:

- (i) Refrigerating effect**
- (ii) Mass flow rate of the refrigerant**
- (iii) Power required**
- (iv) Coefficient of performance (COP)**

Suatu kitar pemampatan wap standard menjana 75 kW keupayaan pendinginan dengan menggunakan R134a beroperasi pada suhu sekitar dan suhu penyejat -5°C .

[a] Tentukan suhu kondenser. Berikan justifikasi jawapan kamu.

[b] Kirakan:

- (i) Kesan menyejuk*
- (ii) Kadar alir jisim penyejut*
- (iii) Kuasa yang perlu*
- (iv) Pekali prestasi sistem*

(100 marks/markah)

Q2 The generator and the evaporator of a LiBr-H₂O vapour absorption system operate at the temperatures of 90°C and 5°C , respectively. Determine

[a] the LiBr-H₂O concentration at the generator and absorber when the ambient temperature is 30°C

[b] the mass flow rate at points 2 and 3 (Figure Q2) when the mass flow rate of the pump is 1.25 kg/s

[c] the coefficient of performance (COP) of the system

[d] heat exchanger is placed between the generator and the absorber. What is the COP of the system if the heat exchanger is at temperature of 65°C .

Penjana dan penyejat sistem penyerapan LiBr-Air masing-masing beroperasi pada 90°C dan 5°C . Tentukan

[a] kepekatan LiBr-Air dalam penjana and penyerap semasa suhu ambien ialah 30°C

[b] kadar alir jisim pada titik 2 dan 3 (Rajah S3) semasa kadar alir jisim pam ialah 1.25 kg/s

[c] pekali prestasi sistem

[d] Sebuah penukar haba diletakkan di antara penjana dengan penyerap. Apakah pekali prestasi sistem jika suhu penukar haba ialah 65°C

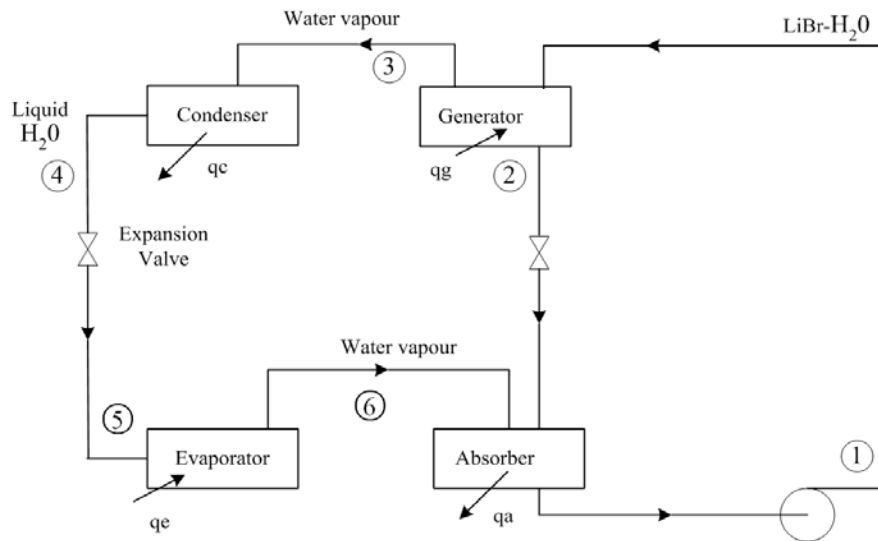


Figure Q2
Rajah S2

(100 marks/markah)

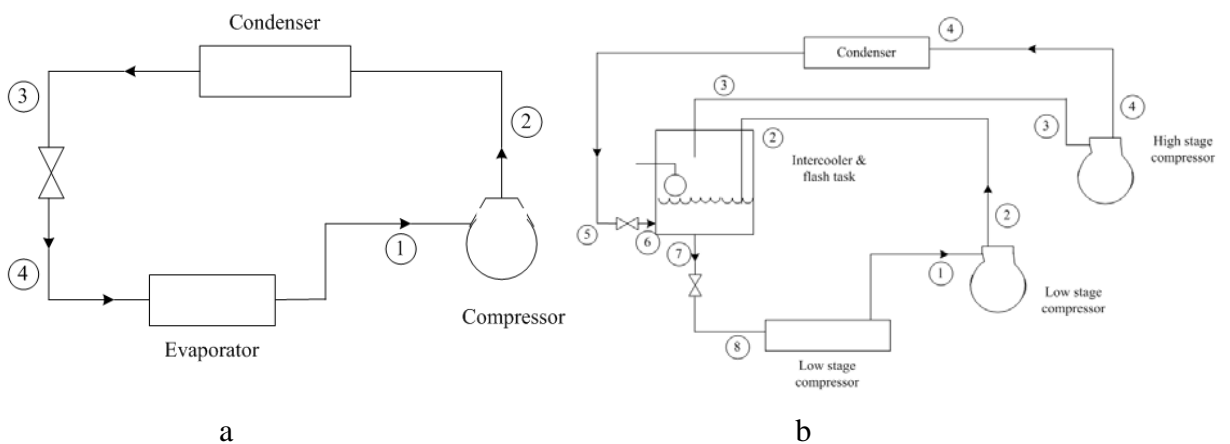
Q3 [a] With the aid of a diagram, describe the multistage low temperature refrigeration system.

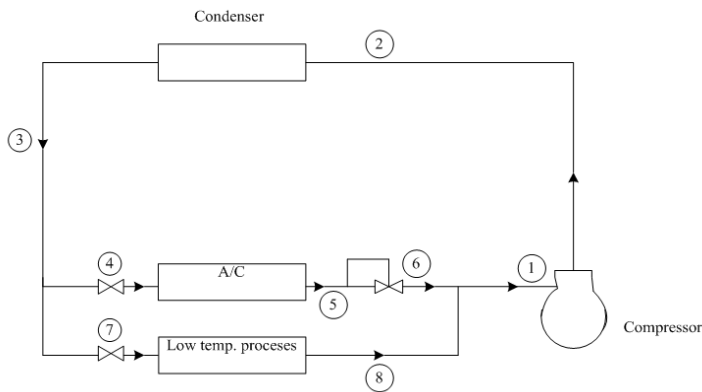
Dengan bantuan rajah, terangkan sistem penyejukan suhu rendah berperingkat

(30 marks/markah)

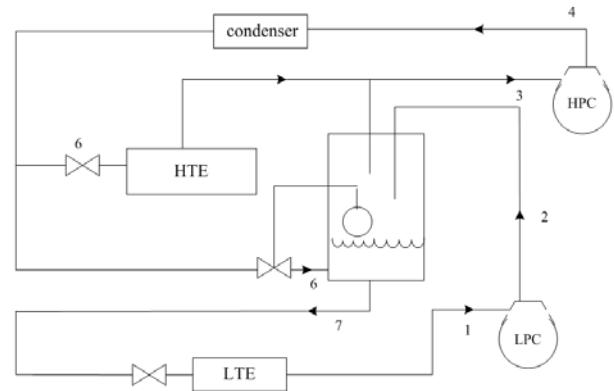
[b] Draw the $P-h$ diagram for the following systems.

Lukiskan gambar rajah $P-h$ bagi system-system berikut.





c



d

(40 marks/markah)

- [c] With the aid of a diagram, describe a refrigeration system that operates without mechanical compressor.

Dengan bantuan rajah, terangkan satu sistem penyejukan yang beroperasi tanpa pemampat mekanikal.

(30 marks/markah)

- Q4. With the aid of diagrams describe the following 3 types of air-conditioning systems used:

- (i) Chilled water air conditioning system
- (ii) Split unit air conditioning system
- (iii) Central water cooled package
- (iv) Hydronic chilled ceiling air conditioning

Dengan bantuan gambarajah, terangkan 3 sistem penyamanan udara berikut:

- (i) Sistem penghawa dingin air sejuk
- (ii) Sistem penghawa dingin unit terpisah
- (iii) Pakej penyejukan air pusat
- (iv) Penyaman udara siling sejuk hidronik

(100 marks/markah)

- Q5. A sketch of a examination hall is shown in Figure Q5. The following are the details:

- [a] Roof Steel sheet with 25 mm insulation with suspended ceiling $U=0.522\text{W/m}^2\text{K}$
- [b] Walls group B; $U=0.643\text{W/m}^2\text{K}$
- [c] Window 6mm single sheet heat absorbing glass (1.0mx20m), not shaded $U=3.5\text{W/m}^2\text{K}$ on the north and south walls

- [d] **Wooden doors (2m x 2m x 0.025m), $U=6.0\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 5 doors each on the north and south walls and 2 doors on the west wall**
- [e] **Occupancy 500 people**
- [f] **Lighting $50\text{W}/\text{m}^2$ of floor area**
- [g] **Examination hall is used from 9 am to 6 pm**
- [h] **The latitude is 4°N**
- [i] **Maximum outside air temperature is 35°C with daily temperature range of 6°C**

Determine the peak cooling load of the hall to be air-conditioned with 22°C and RH 50%.

Lakaran sebuah dewan peperiksaan ditunjuk pada Rajah S5. Berikut adalah maklumat yang diberikan:

- [a] *Bumbung keluli dengan 25 mm penebat dengan siling digantung $U=0.522\text{W}/\text{m}^2\text{K}$*
- [b] *Dinding kumpulan B; $U=0.643\text{W}/\text{m}^2/\text{K}$*
- [c] *Tingkap kaca 6mm lapisan tunggal kaca menyerap haba (1.0m x20m), tidak dilindung $U=3.5\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ pada dinding utara dan selatan*
- [d] *Pintu kayu (2m x 2m x 0.025m), $U=6.0\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 5 pintu pada setiap dinding utara dan selatan dan 2 pintu pada dinding barat*
- [e] *Penginapan 500 orang*
- [f] *Lampu $50\text{W}/\text{m}^2$ kawasan lantai*
- [g] *Dewan kuliah digunakan 9 pagi hingga 6 malam*
- [h] *Lintang ialah 4°N*
- [i] *Suhu maksimum udara luar 35°C dengan julat suhu harian 6°C*

Tentukan beban penyejukan maksimum bagi keadaan dalam dewan 22°C and RH 50%

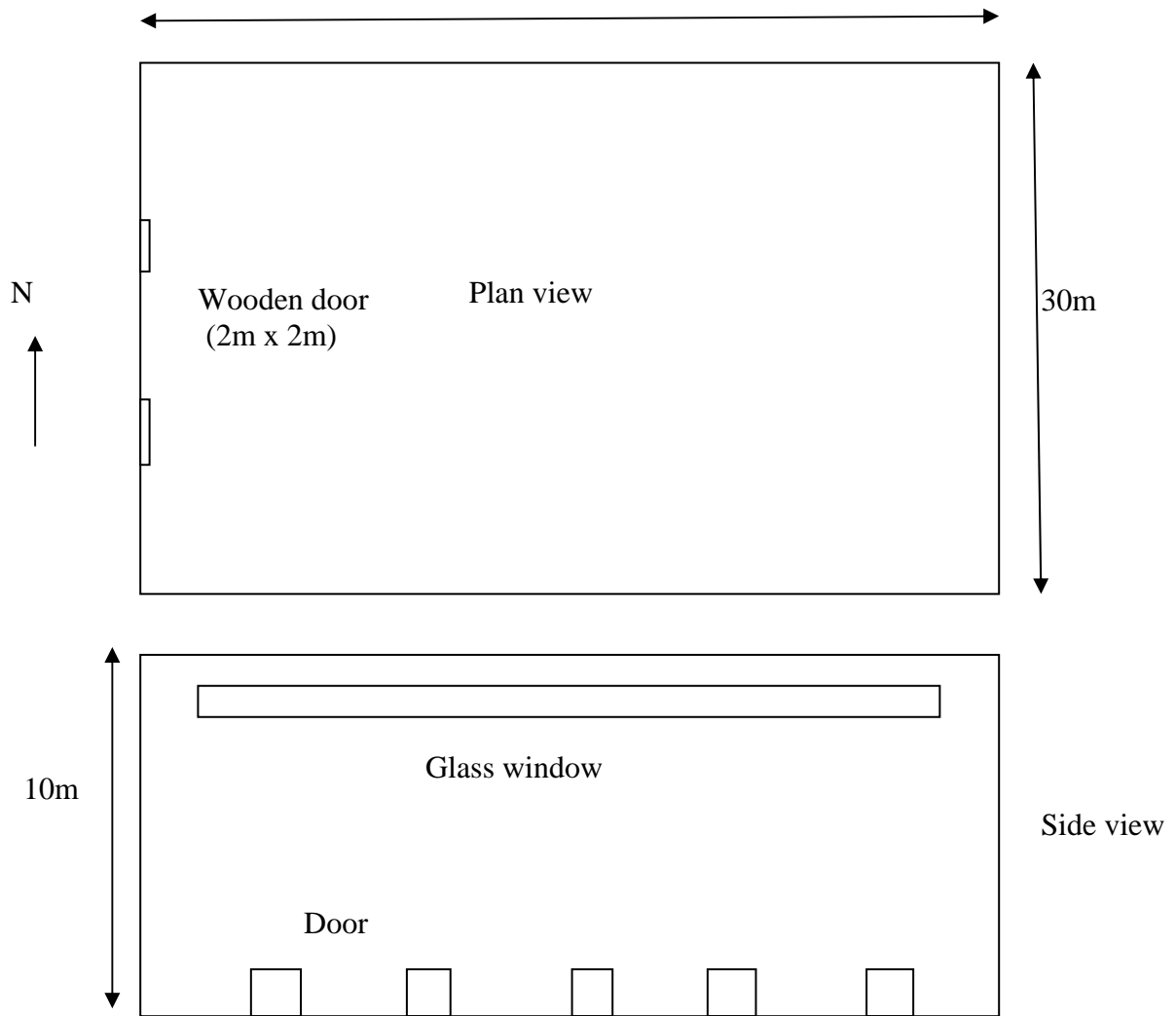


Figure Q5

Rajah S5

(100 marks/markah)

Q6. An air conditioning plant is designed to maintain a room at temperature 20°C and relative humidity 55%. The outside air is at a temperature of 30°C and relative humidity of 80%. The cooling load of the room is 15 kW sensible heat gain and 3 kW latent heat gain. The fresh air supply is one-third by mass. The cooling coil efficiency is 80%. Temperature of the supply air is 15°C . Calculate:

- [a] Mass flow rate of the supply air
- [b] Temperature of the air leaving the cooling coil
- [c] Refrigeration capacity of the cooling coil
- [d] Heat gain in the ducting system.

Plot the process on the psychometric chart

Sebuah loji penyamanan udara direkabentuk untuk mengekalkan sebuah bilik pada suhu 20°C dan kelembapan relatif 55%. Suhu udara luar adalah 30°C dan kelembapan relatif 80%. Beban penyejukan bilik adalah 15 kW haba deria dan 3kW haba tambah pelakuran. Pembekalan udara segar adalah satu pertiga jisim udara. Suhu udara masuk adalah 15°C . Kecekapan gelung penyejukan adalah 80. Kirakan:

- [a] Kadar alir bekalan udara*
- [b] Suhu udara yang meninggalkan gelung penyejukan*
- [c] Kapasiti penyejukan gelung penyejukan*
- [d] Haba daripada penyaluran udara*

Plot proses tersebut di atas carta psikrometri yang dibekalkan

(100 marks/markah)

-00000000-