

SULIT



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI**

**BAHAGIAN PEPERIKSAAN DAN PENILAIAN
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI
KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI**

JABATAN KEJURUTERAAN AWAM

PEPERIKSAAN AKHIR

SESI I : 2025/2026

**DCB30362 : REFRIGERATION PRINCIPLES AND AIR
CONDITIONING TECHNOLOGY**

TARIKH : 26 NOVEMBER 2025

MASA : 8.30 PAGI – 10.30 PAGI (2 JAM)

Kertas ini mengandungi **SEBELAS (11)** halaman bercetak.

Struktur (4 soalan)

Dokumen sokongan yang disertakan : Psikometrik Chart, Formula

JANGAN BUKA KERTAS SOALAN INI SEHINGGA DIARAHKAN

(CLO yang tertera hanya sebagai rujukan)

SULIT

INSTRUCTION:

This section consists of **FOUR (4)** questions. Answers **ALL** questions.

ARAHAN:

*Bahagian ini mengandungi **EMPAT (4)** soalan. Jawab **SEMUA** soalan.*

QUESTION 1**SOALAN 1**

- CLO1 (a) Describe the definition of **THREE (3)** main Thermodynamic properties and state the units in the S.I.
*Huraikan definisi **TIGA (3)** sifat Termodinamik yang utama dan nyatakan unit dalam S.I.*
- [7 marks]
[7markah]
- CLO1 (b) An engineer is analyzing the design of an air conditioning system for a commercial building. During the calculation, the engineer needs to ensure that all thermodynamic properties are expressed in consistent units. Determine the conversion units for the properties of Thermodynamic properties involving density and volume:
Seorang jurutera sedang menganalisis reka bentuk sistem penyaman udara untuk sebuah bangunan komersial. Semasa pengiraan dijalankan, jurutera perlu memastikan semua sifat termodinamik dinyatakan dalam unit yang konsisten. Tentukan penukaran unit bagi sifat termodinamik yang melibatkan ketumpatan dan isipadu:
- i) 24 g/cm^3 into kg/m^3 and g/L
 24 g/cm^3 kepada kg/m^3 dan g/L
- [4 marks]
[4 markah]

- ii) 7.5 m³ into liter (L) and cm³
7.5m³ kepada Liter (L) dan cm³

[4 marks]

[4 markah]

CLO1

- (c) A supermarket's cold storage failed to maintain its low temperature because the compressor was not functioning properly which disrupted the circulation of refrigerant in the system. As a result, the stored vegetables, fruits, and meat started to spoil due to insufficient cooling. This situation shows that the main components of the refrigeration system are very important to ensure proper operation and food preservation. Explain the functions of **FOUR (4)** main components in a refrigeration system.

*Bilik sejuk beku sebuah pasar raya gagal mengekalkan suhu rendah kerana pemampat tidak berfungsi dengan baik sehingga mengganggu peredaran bahan pendingin dalam sistem. Akibatnya, sayur-sayuran, buah-buahan, dan daging yang disimpan mula rosak disebabkan penyejukan yang tidak mencukupi. Situasi ini menunjukkan bahawa komponen utama dalam sistem penyejukan adalah sangat penting untuk memastikan operasi yang betul dan pemeliharaan makanan. Terangkan fungsi **EMPAT (4)** komponen utama dalam sistem penyejukan.*

[10 marks]

[10 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

- CLO1 (a) Heat transfer is the energy exchanged between materials (solid, liquid, and gas) as a result of a temperature difference. There are essentially three ways that heat can be transferred. Based on Figure 2(a) below, describe the **THREE (3)** principles of heat transfer.

*Pemindahan haba ialah tenaga yang ditukar antara bahan (pepejal, cecair, dan gas) akibat daripada perbezaan suhu. Pada asasnya terdapat tiga cara haba boleh dipindahkan. Berdasarkan Rajah 2(a) di bawah, huraikan **TIGA (3)** prinsip pemindahan haba.*

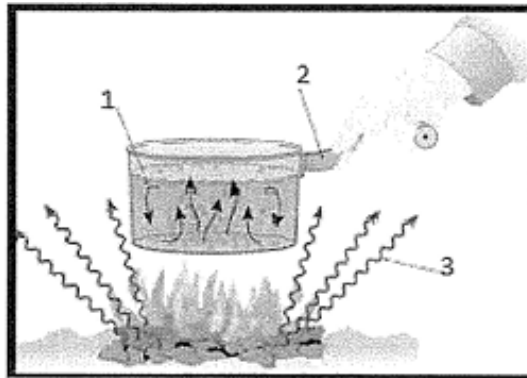


Figure 2(a) / Rajah 2(a)

[7 marks]

[7 markah]

- CLO1 (b) Ferra condominium is a high-rise building located in the heart of the city, specially designed with modern architecture and advanced technology. Explain the **FOUR (4)** main processes involved in the vapour compression refrigeration cycle.

*Kondominium Ferra ialah bangunan bertingkat tinggi yang terletak di tengah-tengah kawasan bandar yang direka khas dengan seni bina moden dan berteknologi tinggi. Terangkan **EMPAT (4)** proses utama yang terlibat dalam kitaran penyejukan mampatan wap.*

[8 marks]

[8 markah]

- CLO1 (c) As an engineer, it is my responsibility to ensure the proper selection of air conditioners based on energy efficiency criteria, technical compatibility with the air conditioning system, and full compliance with applicable environmental regulations and standards. Selecting the right air conditioner is crucial to prevent increased energy consumption, avoid system damage, and minimize negative environmental impacts such as ozone layer depletion and global warming. Therefore, the chosen air conditioner must meet high performance and sustainability standards to ensure efficient, safe, and environmentally friendly system operation. Determine **FIVE (5)** types of refrigerants based on their properties.

Sebagai seorang jurutera, adalah menjadi tanggungjawab saya untuk memastikan pemilihan penyaman udara yang sesuai berdasarkan kriteria kecekapan tenaga, kesesuaian teknikal dengan sistem penyaman udara, serta pematuhan penuh terhadap peraturan dan piawaian alam sekitar yang berkuat kuasa. Pemilihan penyaman udara yang tepat amat penting untuk mengelakkan peningkatan penggunaan tenaga, mencegah kerosakan pada sistem, serta meminimumkan impak negatif terhadap alam sekitar seperti penipisan lapisan ozon dan pemanasan global. Dengan itu, penyaman udara yang dipilih harus memenuhi standard prestasi tinggi dan kelestarian bagi menjamin operasi sistem yang cekap, selamat dan mesra alam.

*Tentukan **LIMA (5)** jenis bahan pendingin berdasarkan sifatnya.*

[10 marks]
[10 markah]

QUESTION 3**SOALAN 3**

- CLO2 (a) Heat always moves from a warmer place to a cooler place. Distinguish between the heat transfer rate at the evaporator (Q_e), and the heat transfer rate at the condenser (Q_c).

Haba sentiasa bergerak dari tempat yang lebih panas ke tempat yang lebih sejuk. Bezakan kadar pemindahan haba di penyejat (Q_e) dan kadar pemindahan haba di pemeluwap (Q_c) dalam sistem penyejukan.

[7 marks]

[7 markah]

- CLO2 (b) A vapor compression refrigeration system uses R-134a as the refrigerant. The refrigerant mass flow rate is 0.02 kg/s, and the enthalpy values at key points are as in Table 3 (b) below. Using the basic thermodynamic formulas, calculate the heat transfer rate at the evaporator (Q_e) and the heat transfer rate at the condenser (Q_c) in kW.

Sistem penyejukan mampatan wap menggunakan R-134a sebagai penyejuk. Kadar aliran jisim penyejuk ialah 0.02 kg/s, dan nilai entalpi pada titik utama adalah seperti Jadual 3 (b) di bawah. Dengan menggunakan formula termodinamik asas, hitung kadar pemindahan haba pada penyejat (Q_e) dan kadar pemindahan haba pada pemeluwap (Q_c) dalam kW.

	Enthalpy value <i>Nilai Entalpi</i>
Evaporator inlet, h_1 <i>Salur masuk penyejat, h_1</i>	250 kJ/kg
Condenser inlet, h_2 <i>Salur masuk pemeluwap, h_2</i>	280 kJ/kg
Condenser outlet, h_3 <i>Alur keluar, h_3</i>	120 kJ/kg

Evaporator outlet, h_4 <i>Salur keluar penyejat, h_4</i>	100 kJ/kg
--	-----------

Table 3 (b) / *Jadual 3 (b)*

[8 marks]

[8 markah]

- CLO2 (c) A food processing company operates a large cold storage facility to preserve frozen products. The refrigeration system is based on a vapor compression cycle using R-134a as the refrigerant. The refrigerant flows at a mass flow rate of 0.05 kg/s. During a maintenance check, the following enthalpy data were recorded as shown in Table 3 (c) below:

Sebuah syarikat pemprosesan makanan mengendalikan kemudahan penyimpanan sejuk yang besar untuk mengekalkan produk sejuk beku. Sistem penyejukan adalah berdasarkan kitaran mampatan wap menggunakan R-134a sebagai penyejuk. Bahan pendingin mengalir pada kadar aliran jisim 0.05 kg/s. Semasa pemeriksaan penyelenggaraan, data entalpi berikut telah direkodkan dalam Jadual 3 (c) di bawah:

	Enthalpy value <i>Nilai Entalpi</i>
Evaporator inlet, h_1 <i>Salur masuk penyejat, h_1</i>	250 kJ/kg
Condenser inlet, h_2 <i>Salur masuk pemeluwap, h_2</i>	290 kJ/kg
Condenser outlet, h_3 <i>Alur keluar, h_3</i>	120 kJ/kg
Evaporator outlet, h_4 <i>Salur keluar penyejat, h_4</i>	100 kJ/kg

Table 3 (c) / *Jadual 3 (c)*

- i) Calculate the compressor power input (W_c) in kW

Hitung input kuasa pemampat (W_c) dalam kW

[5 marks]

[5 markah]

- ii) Determine the Coefficient of Performance (C.O.P.) of the refrigeration system.

Tentukan Pekali Prestasi (C.O.P.) sistem penyejukan.

[5 marks]

[5 markah]

QUESTION 4**SOALAN 4**

- CLO2 (a) Large supermarkets like Lotus use one or more main units that absorb heat from the entire building and distribute cool air through air conditioning ducts. The advantage of this system is that its ability to cool large spaces simultaneously while providing more uniform and consistent temperature control. Explain the air conditioning system commonly used for small and large multi-storey buildings.

Pasar raya besar seperti Lotus menggunakan satu atau lebih unit utama yang menyerap haba dari seluruh bangunan dan mengagihkan udara sejuk melalui saluran penyaman udara. Kelebihan sistem ini ialah ia dapat menyejukkan ruang yang besar secara serentak sambil menyediakan kawalan suhu yang lebih seragam dan konsisten. Terangkan sistem penyaman udara yang biasa digunakan untuk bangunan bertingkat kecil dan besar.

[7 marks]

[7 markah]

- CLO2 (b) A small office with an area of 150 square meters is undergoing renovations. The owner of the office intends to install an energy-efficient air conditioning system suitable for the office space. After consulting with a mechanical engineer, they are considering several options, such as a VAV System, Double duct system or Package Unit. Different types of distribution systems are applied depending on the building's requirements. Explain the following types of air distribution systems commonly used in air conditioning:

Sebuah pejabat kecil dengan keluasan 150meter persegi sedang menjalani pengubahsuaian. Pemilik pejabat tersebut berhasrat untuk memasang sistem penyaman udara yang cekap tenaga dan sesuai untuk ruang pejabat tersebut. Setelah berbincang dengan seorang jurutera mekanikal, mereka sedang mempertimbangkan beberapa pilihan seperti Sistem Isipadu Udara boleh ubah (VAV), Sistem saluran berganda atau Unit Kemas Siap. Pelbagai jenis sistem pengagihan udara digunakan bergantung kepada keperluan bangunan.

Terangkan jenis-jenis sistem pengagihan udara berikut yang biasa digunakan dalam penyaman udara:

- i) Variable air volume (VAV) system

Sistem isipadu udara boleh ubah (VAV)

[4 marks]
[4 markah]

- ii) Double duct system

Sistem saluran berganda

[4 marks]
[4 markah]

- CLO2 (c) A shopping mall received complaints from visitors because the air inside feels uncomfortable, sometimes too wet and sometimes too dry. To fix this problem, the building engineer uses the psychrometric chart to study air properties such as temperature, humidity, enthalpy, and specific volume. Table 4 (c) below shows the air condition data for two locations (A and B). Based on the Appendix 1 and the data in Table 4 (c), determine all the air properties and fill in the blanks:

Sebuah pusat beli-belah menerima aduan daripada pengunjung kerana udara di dalam terasa tidak selesa, kadang-kadang terlalu lembap dan kadang-kadang terlalu kering. Untuk menyelesaikan masalah ini, jurutera bangunan menggunakan carta psikrometrik untuk mengkaji sifat udara seperti suhu, kelembapan, entalpi dan isipadu spesifik. Jadual 4 (c) di bawah menunjukkan data keadaan udara bagi dua lokasi (A dan B). Berdasarkan Appendix 1 dan data dalam Jadual 4 (c), tentukan semua sifat udara tersebut dan isikan tempat kosong.

	A	B
Dry Bulb Temperature (°C) <i>Suhu Mentol Kering (°C)</i>	30	24
Wet Bulb Temperature (°C) <i>Suhu Mentol Basah (°C)</i>	18	
Relative Humidity (%) <i>Kelembapan Relatif (%)</i>		50
Dew Point Temperature (°C) <i>Suhu Titik Embun (°C)</i>	10.6	
Humidity Ratio/ Moisture Content (g/kg) <i>Nisbah Kelembapan/ Kandungan Lembapan (g/kg)</i>	8	
Specific Volume (m ³ /kg) <i>Isipadu Tertentu (m³/kg)</i>		0.86
Enthalpy (kJ/kg) <i>Entalpi (kJ/kg)</i>	51	48

Table 4 (c) / Jadual 4 (c)

[10 marks]
[10 markah]

SOALAN TAMAT

A climate of innovation.



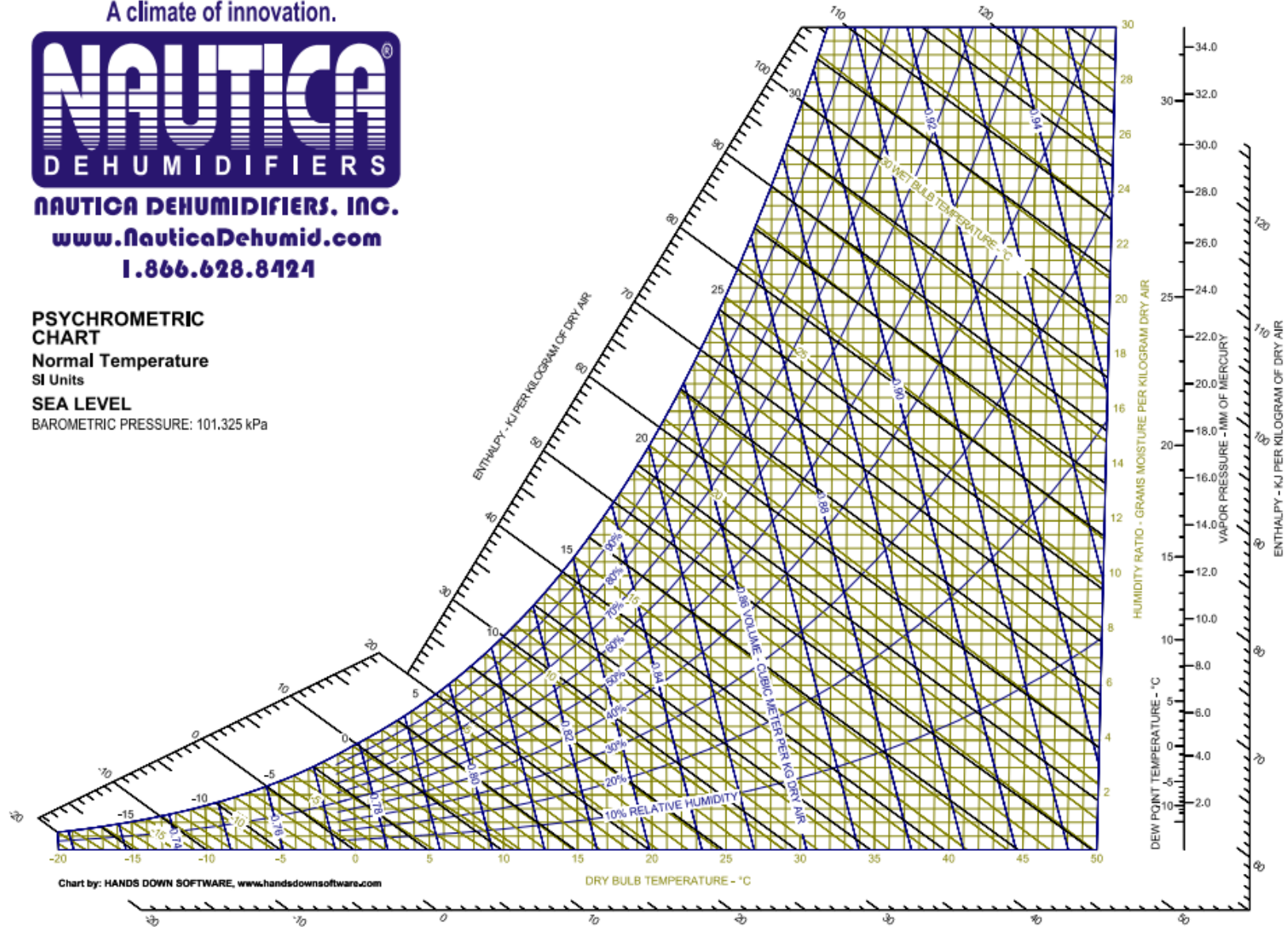
NAUTICA DEHUMIDIFIERS, INC.
www.nauticadehumid.com
1.866.628.8424

PSYCHROMETRIC CHART

Normal Temperature
 SI Units

SEA LEVEL

BAROMETRIC PRESSURE: 101,325 kPa



REFRIGERATION PRINCIPLES AND AIR CONDITIONING TECHNOLOGY FORMULA

$$Q_e = \dot{m}(h_1 - h_4)$$

$$Q_c = \dot{m}(h_2 - h_3)$$

$$W_c = \dot{m}(h_2 - h_1)$$

$$\text{C. O. P} = \frac{Q_e}{W_c}$$

$$\text{C. O. P} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$