

## Report # A- Psychrometry & Psychrometric Processes (files1&2) (مراجعة)

### Psychrometry

1. Define psychrometry and the composition of moist air
2. Discuss the methods used for estimating properties of moist air
3. Present perfect gas law model for moist air
4. Define important psychrometric properties
5. Present graphical representation of psychrometric properties on psychrometric chart
6. Discuss measurement of psychrometric properties
7. Discuss straight-line law as applied to air-water mixtures
8. Discuss the concept of adiabatic saturation and thermodynamic wet bulb temperature
9. Describe a wet-bulb thermometer
10. Discuss the procedure for calculating psychrometric properties from measured values of barometric pressure, dry bulb and wet bulb temperatures
11. Describe a psychrometer and the precautions to be taken while using psychrometers

### MCQs: Select the correct answer from the given ones:

#### 1. Which of the following statements are TRUE?

- a) The maximum amount of moisture air can hold depends upon its temperature and barometric pressure
- b) Perfect gas model can be applied to air-water mixtures when total pressure is high
- c) The minimum number of independent properties to be specified for fixing the state of moist air is two
- d) The minimum number of independent properties to be specified for fixing the state of moist air is three

#### 2. Which of the following statements are TRUE?

- a) Straight-line law is applicable to any fluid-air mixtures
- b) Straight-line law is applicable to any water-air mixtures only
- c) Straight-line holds good as long as the Prandtl number is close to unity
- d) Straight-line holds good as long as the Lewis number is close to unity

#### 3. Which of the following statements are TRUE?

- a) When the dry bulb temperature is equal to dew point temperature, the relative humidity of air-water mixture is 1.0
- b) All specific psychrometric properties of moist air are based on unit mass of water vapour
- c) All specific psychrometric properties of moist air are based on unit mass of dry air
- d) All specific psychrometric properties of moist air are based on unit mass of moist air

#### 4. Which of the following statements are TRUE?

- a) Thermodynamic WBT is a property of moist air, while WBT as measured by wet bulb thermometer is not a property
- b) Both the thermodynamic WBT and WBT as measured by wet bulb thermometer are properties of moist air
- c) Under no circumstances, dry bulb and wet bulb temperatures are equal
- d) Wet bulb temperature is always lower than dry bulb temperature, but higher than dew point temperature

5. On a particular day the weather forecast states that the dry bulb temperature is  $37^{\circ}\text{C}$ , while the relative humidity is 50% and the barometric pressure is 101.325 kPa. Find the humidity ratio, dew point temperature and enthalpy of moist air on this day.



6. Moist air at 1 atm. pressure has a dry bulb temperature of 32°C and a wet bulb temperature of 26°C. Calculate a) the partial pressure of water vapour, b) humidity ratio, c) relative humidity, d) dew point temperature, e) density of dry air in the mixture, f) density of water vapour in the mixture and g) enthalpy of moist air using perfect gas law model and psychrometric equations.

\*\*\*\*\*

### Psychrometric Processes

1. Define and Plot or Represent various psychrometric processes on psychrometric chart (namely, sensible cooling and heating, cooling and dehumidification, cooling and humidification, heating and humidification, chemical dehumidification and mixing of air streams)
2. Perform calculations for various psychrometric processes using the psychrometric charts and equations
3. Define sensible heat factor, by-pass factor, contact factor and apparatus dew point temperature of cooling coils
4. Describe the Principle of air washers and various psychrometric processes that can be performed using air washers
5. Derive equation for total heat transfer rate in terms of enthalpy potential and explain the use of enthalpy potential

### MCQs: Select the correct answer from the given ones:

1. Which of the following statements are TRUE?

- a) During sensible cooling of air, both dry bulb and wet bulb temperatures decrease
- b) During sensible cooling of air, dry bulb temperature decreases but wet bulb temperature remains constant
- c) During sensible cooling of air, dry and wet bulb temperatures decrease but dew point temperature remains constant
- d) During sensible cooling of air, dry bulb, wet bulb and dew point temperatures decrease

2. Which of the following statements are TRUE?

- a) The sensible heat factor for a sensible heating process is 1.0
- b) The sensible heat factor for a sensible cooling process is 0.0
- c) Sensible heat factor always lies between 0.0 and 1.0
- d) Sensible heat factor is low for air conditioning plants operating in humid climates

3. Which of the following statements are TRUE?

- a) As the by-pass factor (BPF) of the cooling coil increases, temperature difference between air at the outlet of the coil and coil ADP decreases
- b) The BPF of the coil increases as the velocity of air through the coil increases
- c) The BPF of the coil increases as the fin pitch increases
- d) The BPF of the coil decreases as the number of rows in the flow direction increase

4. Which of the following statements are TRUE?

- a) During cooling and humidification process, the enthalpy of air decreases
- b) During cooling and humidification process, the enthalpy of air increases
- c) During cooling and humidification process, the enthalpy of air remains constant
- d) During cooling and humidification process, the enthalpy of air may increase, decrease or remain constant depending upon the temperature of the wet surface

5. An air stream at a flow rate of 1 kg/s and a DBT of 30°C mixes adiabatically with another air stream flowing with a mass flow rate of 2 kg/s and at a DBT of 15°C. Assuming no condensation to take place, the temperature of the mixture is approximately equal to:

- a) 20°C
- b) 22.5°C
- c) 25°C
- d) Cannot be found

6. Which of the following statements are TRUE?

- a) In an air washer, water has to be externally cooled if the temperature at which it is sprayed is equal to the dry bulb temperature of air
- b) In an air washer, water has to be externally heated if the temperature at which it is sprayed is equal to the dry bulb temperature of air
- c) In an air washer, if water is simply recirculated, then the enthalpy of air remains nearly constant at steady state
- d) In an air washer, if water is simply recirculated, then the moisture content of air remains nearly constant at steady state

7. Which of the following statements are TRUE?

- a) When the enthalpy of air is equal to enthalpy of saturated air at wetted surface temperature, then there is no sensible heat transfer between air and wetted surface
- b) When enthalpy of air is equal to enthalpy of saturated air at the wetted surface temperature, then there is no latent heat transfer between air and the wetted surface
- c) When enthalpy of air is equal to enthalpy of saturated air at the wetted surface temperature, then there is no net heat transfer between air and the wetted surface
- d) When the enthalpy of air is equal to the enthalpy of saturated air at the wetted surface temperature, then the wet bulb temperature of air remains constant

8. What is the required wattage of an electrical heater that heats 0.1 m<sup>3</sup>/s of air from 15°C and 80% RH to 55°C? The barometric pressure is 101.325 kPa.



9. 0.2 kg/s of moist air at 45°C (DBT) and 10% RH is mixed with 0.3 kg/s of moist air at 25°C and a humidity ratio of 0.018 kgw/kgda in an adiabatic mixing chamber. After mixing, the mixed air is heated to a final temperature of 40°C using a heater. Find the temperature and relative humidity of air after mixing. Find the heat transfer rate in the heater and relative humidity of air at the exit of heater. Assume the barometric pressure to be 1 atm.

10. A cooling tower is used for cooling the condenser water of a refrigeration system having a heat rejection rate of 100 kW. In the cooling tower air enters at 35°C (DBT) and 24°C (WBT) and leaves the cooling tower at a DBT of 26°C relative humidity of 95%. What is the required flow rate of air at the inlet to the cooling tower in m³/s. What is the amount of make-up water to be supplied? The temperature of make-up water is at 30°C, at which its enthalpy ( $h_w$ ) may be taken as 125.4 kJ/kg. Assume the barometric pressure to be 1 atm.

11. In an air conditioning system air at a flow rate of 2 kg/s enters the cooling coil at 25°C and 50% RH and leaves the cooling coil at 11°C and 90% RH. The apparatus dew point of the cooling coil is 7°C. Find a) The required cooling capacity of the coil, b) Sensible Heat Factor for the process, and c) By-pass factor of the cooling coil. Assume the barometric pressure to be 1 atm. Assume the condensate water to leave the coil at ADP ( $h_w = 29.26$  kJ/kg)

12. أكمل الخصائص الناقصة للهواء الرطب عند الضغط الجوي إذا عرفت أي من :

درجة الندى	الانثالبي	الحجم النوعي	الرطوبة النوعية	الرطوبة النسبية	درجة الحرارة الرطبة	درجة الحرارة الجافة
$dp$	$h$	$v$	$\omega$	$RH$	$wb$	$db$
$^{\circ}C$	$kJ / kg$	$m^3 / kg$	$\frac{kgH_2O}{kgair}$	%	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$
			0.010			22
				45	16	20
11			0.0134		21	
			0.0084	20		
				80		
15		0.88		50		30
	90					
	50	0.86				
		0.015			25	

13 - هواء رطب عند  $30^{\circ}C(db)$ ,  $w = 0.0102 kg / kg$  تم تسخينه بمقدار  $10^{\circ}C$ . ارسم هذه العملية على الخريطة السيكمرومترية ثم أكمل الجدول التالى لحالة الهواء بعد التسخين وذلك باستعمال الرموز التالية: (←) ثابت، (↑) زيادة، (↓) نقصان

العملية	db	wb	RH	w	v	h	dp
تسخين محسوس							

14 - إذا أريد تسخين ( محسوس )  $16 kg / s$  من الهواء الرطب عند  $15^{\circ}C(db)$  ورطوبة نوعية  $0.005 kg H_2O / kg$  بمقدار  $15^{\circ}C$ . احسب سعة ملف التسخين.

15 - سخان كهربائي تم تركيبه في مجرى هوائي لتسخين ( تسخين محسوس )  $200 kg / hr$  هواء من  $20^{\circ}C(db)$ ,  $50\% RH$  إلى. أوجد سعة السخان حسابياً وبواسطة الخريطة السيكمرومترية.

16 -  $1.5 m^3 / s$  من الهواء الرطب عند  $30^{\circ}C(wb)$ ,  $45^{\circ}C(db)$  تدخل غرفة بها رشاشات لغسالة هواء ( ترطيب أدياباتي ). إذا كانت درجة حرارة الهواء الجافة عند الخروج تساوى أوجد :-  
١ - كفاءة الإشباع ٢ - معدل سريان ماء التبريد.

17 -  $1.5 m^3 / s$  من الهواء الرطب عند  $30^{\circ}C(db)$ ,  $w = 0.0102 kg / kg$  تم تبريده خلال ملف التبريد إلى  $10^{\circ}C(db)$ . إذا كانت درجة سطح ملف التبريد  $5^{\circ}C$ . ارسم هذه العملية على الخريطة السيكمرومترية ومن ثم أوجد : - معامل التلامس لملف التبريد - سعة ملف التبريد

18 -  $720 m^3 / min$  (متر<sup>٣</sup> / الدقيقة ) من الهواء الرطب عند الأحوال  $30^{\circ}C(db)$ ,  $24^{\circ}C(wb)$  تدخل ملف تبريد وتخرج من ملف التبريد عند الأحوال التالية :  $15^{\circ}C(db)$ ,  $90\% RH$ . أوجد سعة وكفاءة ملف التبريد وكمية ماء التكثيف بوحدة  $L / hr$ .

19 - هواء بارد عند  $12^{\circ}C(db)$ ,  $20\% RH$  تم تسخينه إلى  $37^{\circ}C(db)$  ومن ثم ترطبيه أدياباتياً إلى  $RH = 90\%$ . ارسم العمليتين على الخريطة السيكمرومترية ومن ثم احسب كفاءة الترطيب.

20 -  $0.5 m^3 / s$  من الهواء الرطب عند  $45^{\circ}C(db)$ ,  $25^{\circ}C(wb)$  تم تبريدها إلى  $38^{\circ}C(db)$  بواسطة الماء البارد ثم بعد ذلك تم ترطبيها أدياباتياً في غسالات الهواء. بافتراض كفاءة الترطيب لغسالات الهواء تساوي 90% ، أ - ارسم العمليتين أعلاه على الخريطة السيكمرومترية ب - أوجد كمية ماء الترطيب

21 -  $2 kg / s$  من الهواء الرطب عند  $35^{\circ}C(db)$ ,  $30^{\circ}C(wb)$  تم خلطها مع  $0.2 kg / s$  من الهواء الرطب عند  $10^{\circ}C$ ,  $100\% RH$ . أوجد خواص الهواء عند نقطة الخلط..

22 - تم خلط  $10 kg / s$  من الهواء عند  $40^{\circ}C(db)$ ,  $25^{\circ}C(wb)$  مع  $15 kg / s$  من الهواء عند الأحوال  $20^{\circ}C(db)$ ,  $50\% RH$ . أوجد الأحوال التالية للهواء الخليط :-  
I - درجة الحرارة الجافة II - الحجم النوعي III - درجة الندى

23 - في نظام تكييف ذي مسلك واحد ، يتم خلط  $1.5 \text{ kg/s}$  من الهواء الخارجي ( عند  $4^\circ\text{C}(db), 80\%RH$  ) مع  $4.5 \text{ kg/s}$  من الهواء الراجع له خواص  $20^\circ\text{C}(db), 50\%RH$  . بعد ذلك يتم تسخين الهواء المخلوط إلى  $35^\circ\text{C}(db)$  ثم يرطب أدياباتيا إلى  $19^\circ\text{C}(db)$  . ارسم هذه العمليات الخريطة السيكرومترية ومن ثم أوجد : أ - سعة ملف التسخين ب - كمية ماء الترطيب

24 -  $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$  من الهواء الرطب عند  $32^\circ\text{C}(db), 28^\circ\text{C}(wb)$  تم تبريده إلى  $20^\circ\text{C}(db), 100\%RH$  . أوجد كمية الحرارة الكامنة والمحسوسة اللازمة لتبريد هذا الهواء .

25 - لحيز مكيف عند وجد إن فرق درجات الحرارة بين نقطة التغذية (S) وأحوال الحيز (R) تساوي  $\Delta T = 9\text{K}$  . مستمينا بالخريطة السيكرومترية أوجد أحوال نقطة التغذية إذا علمت الآتي :

i - معامل الحرارة المحسوس للغرفة  $SHF = 80\%$  . ii - الأحوال الخارجية  $5^\circ\text{C}(db), 50\%RH$

26 - غرفة عند  $21^\circ\text{C}(db), 50\%RH$  لها حملها المحسوس  $14 \text{ kW}$  والحمل الكامن  $1.5 \text{ kW}$  ودرجة الحرارة الجافة لنقطة التغذية هي  $12^\circ\text{C}$  . أوجد معامل الحرارة المحسوس للغرفة ثم الرطوبة النوعية لنقطة التغذية .

27 - غرفة يراد تكييفها شتاءً ولها حملها المحسوس  $54 \text{ kW}$  والحمل الكامن  $6 \text{ kW}$  . والأحوال الداخلية للغرفة  $25^\circ\text{C}(db), 50\%RH$  . والفرق المتوقع في درجات الحرارة بين نقطة التغذية والغرفة  $10^\circ\text{C}$  . أوجد : - أ - معامل الحرارة المحسوس للغرفة . ب - معدل هواء التغذية . ج - أحوال نقطة التغذية

28 - لنظام تكييف صيفي يدفع  $950 \text{ L/s}$  من الهواء الخارجي خلال ملف تبريد . إذا كانت حالة الهواء الخارجي  $35^\circ\text{C}(db), 25^\circ\text{C}(wb)$  وحالة الهواء الداخلية  $27^\circ\text{C}(db), 45\%RH$  . معامل الحرارة المحسوسة للغرفة  $0.8$  والرطوبة النسبية للهواء بعد ملف التبريد  $90\%$  . أوجد : -

أ - درجة الندى للجهاز . ii - سعة ملف التبريد . iii - كمية ماء التكييف بوحدة  $\text{L/hr}$  .