
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2010/2011 Academic Session

November 2010

EKC 214 – Energy Balance
[Imbangan Tenaga]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH muka surat yang bercetak dan SATU muka surat Lampiran 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.

Jawab SEMUA soalan.

1. [a] State if the following statements true or false:
Nyatakan kenyataan-kenyataan berikut benar atau palsu:
- [i] A closed system, unsteady-state system cannot be an isothermal system.
Satu sistem keadaan tak mantap dan tertutup tidak boleh menjadi satu sistem sesuhu.
 - [ii] The adiabatic cooling lines in the humidity chart are lines of almost constant enthalpy for the entering air-water mixture.
Garis pendinginan adiabatik dalam carta kelembapan adalah garisan-garisan yang hampir malar entalpinya untuk campuran udara-air yang masuk.
 - [iii] The heat of solution can be positive or negative.
Haba larutan boleh jadi positif atau negatif.
 - [iv] The enthalpy change term in the general energy balance is always zero for a steady-state process.
Terma perubahan entalpi dalam imbalan tenaga umum adalah sentiasa sifar untuk satu sistem keadaan mantap.
 - [v] In an open system ΔE_P is always zero.
Dalam satu sistem terbuka, ΔE_P adalah sentiasa sifar.
- [5 marks/markah]*
- [b] Superheated steam at 40 bar absolute and 500 °C flows at a rate of 250 kg/min to an adiabatic turbine, where it expands to 5 bar. The turbine develops 1500 kW. From the turbine the steam flows to a heater, where it is reheated isobarically (constant pressure) to its initial temperature. Neglect kinetic energy changes.
Stim panas lampau pada 40 bar mutlak dan 500 °C mengalir pada kadar 250 kg/min ke satu turbin adiabatik, di mana ia mengembang kepada 5 bar. Turbin tersebut menghasilkan 1500 kW. Dari turbin, stim mengalir ke sebuah pemanas, di mana ia dipanaskan semula secara setekanan (tekanan malar) ke suhu awalnya. Abaikan perubahan tenaga kinetik.
- [i] Draw and label a flow chart for the process.
Lukis dan label satu carta aliran untuk proses tersebut.
- [2 marks/markah]*

- [ii] Write an energy balance on the turbine and use it to determine the outlet stream temperature.

Tulis satu imbalan tenaga ke atas turbin dan gunakannya untuk mencari suhu arus keluar.

[5 marks/markah]

- [ii] Write an energy balance on the heater and use it to determine the required input (kW) to the steam.

Tulis satu imbalan tenaga ke atas pemanas dan gunakannya untuk mencari input yang diperlukan (kW) terhadap stim.

[5 marks/markah]

- [c] Superheated steam at T_1 ($^{\circ}\text{C}$) and 10 bar is combined with saturated steam at T_2 ($^{\circ}\text{C}$) and 7 bar in a ratio (1.96 kg of steam at 10 bar)/(1.0 kg of steam at 7 bar). The product stream is at 250 $^{\circ}\text{C}$ and 7.0 bar. The process operates at steady state. Calculate T_1 and T_2 , assuming that the blender operates adiabatically.

Stim panas lampau pada T_1 ($^{\circ}\text{C}$) dan 10 bar digabungkan dengan stim tepu pada T_2 ($^{\circ}\text{C}$) dan 7 bar mengikut nisbah (1.96 kg stim pada 10 bar)/(1.0 kg stim pada 7.0 bar). Proses tersebut beroperasi dalam keadaan mantap. Kira T_1 dan T_2 , dengan andaian bahawa pengadun beroperasi secara adiabatik.

[8 marks/markah]

2. [a] List five existing industrial processes for which you can involve the properties found on a humidity chart.

Senaraikan lima proses industri yang sedia ada supaya anda dapat melibatkan sifat-sifat yang terdapat pada carta kelembapan.

[5 marks/markah]

- [b] An ammonia-water mixture ($\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$) containing 60wt% ammonia is brought to equilibrium in a closed container at 140 °F. The total mass of the mixture is 250 g. Use the enthalpy-concentration diagram for ammonia-water system to determine the masses of ammonia and of water in each phase of the system.

Satu campuran ammonia-air ($\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$) mengandungi 60% berat ammonia dibawa ke keseimbangan dalam sebuah bekas tertutup pada 140 °F. Jumlah jisim campuran tersebut ialah 250 g. Gunakan gambarajah entalpi-kepekatan bagi sistem ammonia-air untuk menentukan jisim ammonia dan jisim air dalam setiap fasa sistem tersebut.

[10 marks/markah]

- [c] Air at 45 °C (dry bulb) and 10% relative humidity is to be humidified adiabatically to 60% relative humidity.

Udara pada 45 °C (bebuli kering) dan 10% kelembapan relatif akan dilembapkan secara adiabatik kepada 60% kelembapan relatif.

- [i] Use the psychrometric chart to estimate the adiabatic saturation temperature of the air.

Gunakan carta psikrometer untuk menganggar suhu tepu adiabatik bagi udara.

- [ii] Estimate the final temperature of the air and the rate at which water must be added to humidify 15 kg/min of the entering air.

Anggarkan suhu akhir udara dan kadar bagi air mesti ditambah untuk melembapkan 15 kg/min udara yang masuk.

[10 marks/markah]

3. Limestone (CaCO_3) is converted to calcium oxide (CaO) and carbon dioxide (CO_2) as by product in a continuous vertical kiln. The energy to decompose the limestone is supplied by the combustion of natural gas (CH_4) in direct contact with the limestone using 50 % excess air. The CaCO_3 enters the process at 25°C and the CaO exits at 900°C . The CH_4 enters at 25°C and the product gasses exit at 500°C .

Batu kapur (CaCO_3) ditukar ke kalsium oksida (CaO) dan karbon dioksida (CO_2) sebagai hasil sampingan dalam relau menegak berterusan. Tenaga untuk mengurai batu kapur tersebut dibekalkan oleh pembakaran gas asli (CH_4) secara langsung bersama-sama dengan batu kapur dengan 50 % udara berlebihan. CaCO_3 memasuki proses tersebut pada suhu 25°C dan CaO keluar pada suhu 900°C . CH_4 memasuki proses tersebut pada suhu 25°C dan gas-gas yang terhasil keluar pada suhu 500°C .

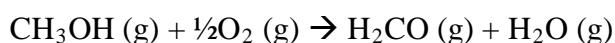
- [a] Sketch the process diagram and label them with all the information provided.
Lakarkan rajah proses dan labelkan dengan maklumat yang dibekalkan.
[3 marks/markah]
- [b] Write out the chemical reactions occurring in the vertical kiln.
Tuliskan persamaan-persamaan tindak balas yang berlaku dalam relau.
[2 marks/markah]
- [c] Calculate the weight of CaCO_3 that can be processed per 28.32 m^3 of CH_4 measured at standard conditions. Assume that the heat capacities of CaCO_3 ($0.130\text{ kJ/mole }^\circ\text{C}$) and CaO ($0.062\text{ kJ/mole }^\circ\text{C}$) are constant and the kiln is adiabatic.
Hitungkan berat CaCO_3 yang dapat diproses per $28.32\text{ m}^3\text{ CH}_4$ pada keadaan piawai. Anggapkan muatan haba tentu CaCO_3 ($0.130\text{ kJ/mol }^\circ\text{C}$) dan CaO ($0.062\text{ kJ/mol }^\circ\text{C}$) adalah malar dan relau tersebut adalah adiabatik.
[18 marks/markah]
- [d] If the exit gas from the kiln is use to preheat the entering air, would it decrease or increase the amount of CaCO_3 calculated from [c]. Briefly explain your answer.
Sekiranya gas yang keluar dari relau digunakan untuk memanaskan udara yang masuk, adakah ia akan meningkatkan atau mengurangkan kuantiti CaCO_3 yang dihitung dari [c]. Jelaskan jawapan anda secara ringkas.
[2 marks/markah]

4. [a] Formaldehyde can be made by oxidation of methanol. If stoichiometric amounts of methanol gas and oxygen enter the reactor at 100 °C, the reaction is complete, and the products leave the reactor at 200 °C. Calculate the heat that is added or removed from the reactor per mole of methanol gas feed to the reactor.

Formaldehid boleh dihasilkan daripada pengoksidaan metanol. Sekiranya kuantiti stoikiometri gas metanol dan oksigen memasuki reaktor pada suhu 100 °C, tindak balas tersebut lengkap, dan hasil tindak balas keluar dari reaktor pada suhu 200 °C. Hitungkan haba yang perlu ditambah atau disingkir dari reaktor tersebut per mol gas metanol yang masuk.

The reaction of methanol and oxygen is as below:

Tindak balas metanol dan oksigen adalah seperti berikut:



[8 marks/markah]

- [b] Carbon monoxide at constant pressure was burned with excess air and the measured temperature of the exit gases was 981 °C. What was the percentage of excess air used? The reactants entered at 93 °C.

Karbon monoksida pada tekanan malar dibakar dengan udara secara berlebihan dan suhu gas-gas yang keluar adalah 981 °C. Apakah peratusan udara berlebihan yang digunakan? Bahan tindak balas masuk pada suhu 93 °C.

[12 marks/markah]

- [c] Answer the following question briefly:
Jawab soalan-soalan berikut dengan ringkas

- [i] Does the addition of an inert diluent to the reactants entering an exothermic process increase, decrease or make no change in the heat transfer to or from the process? Why?

Adakah penambahan bahan lengai pada bahan tindak balas dalam proses eksoterma meningkatkan, mengurangkan atau tidak mengubah pemindahan haba dari atau ke proses tersebut. Jelaskan jawapan anda?

[2 marks/markah]

- [ii] Under what circumstances would the heat of formation and the heat of combustion have the same value?

Bilakah haba pembentukan dan haba pembakaran mempunyai nilai yang sama?

[1 marks/markah]

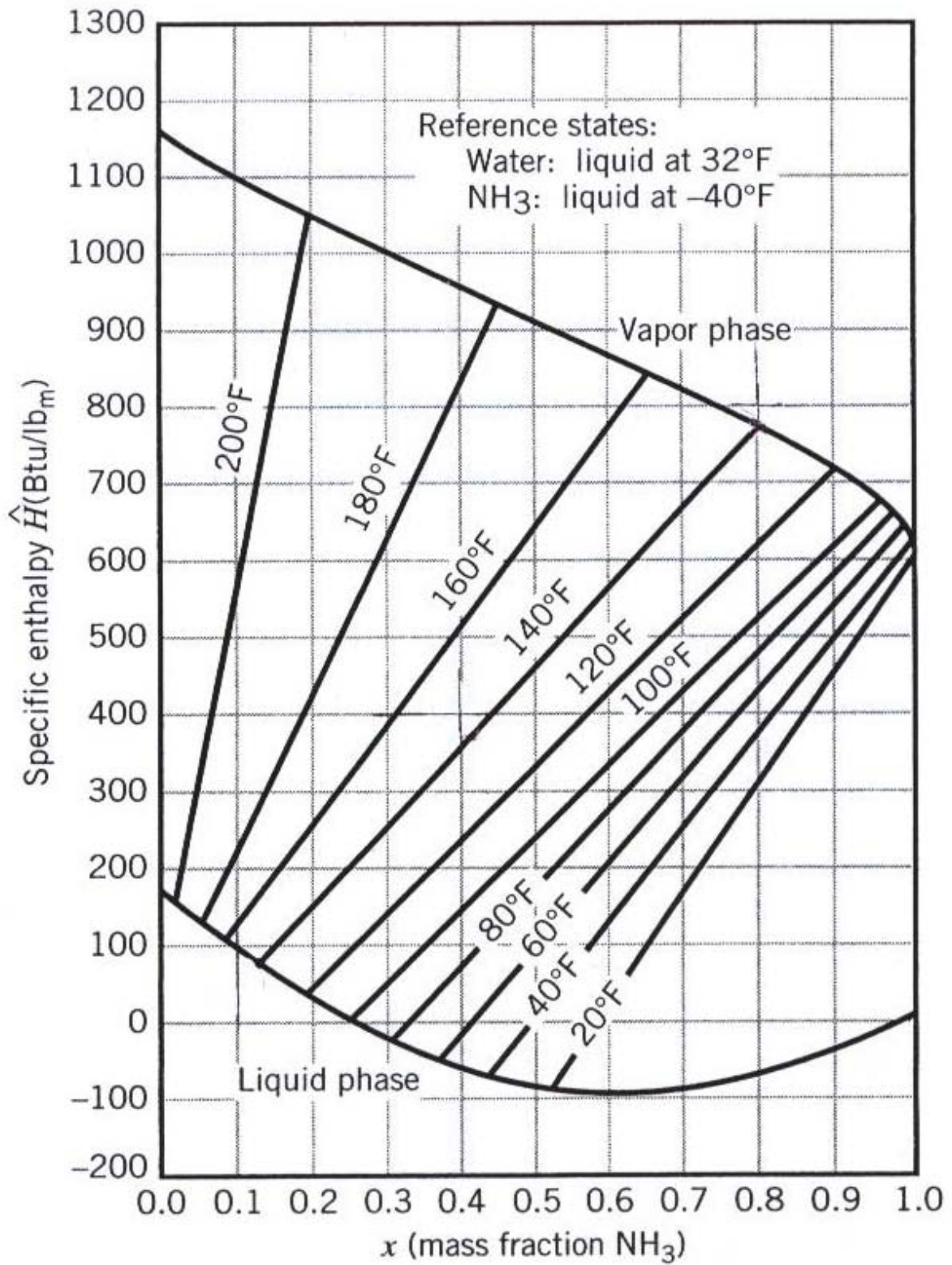
[iii] When the higher heating value (HHV) of a fuel ever equal to the lower heating value (LHV)?
Bilakah nilai pemanasan tinggi (HHV) bahan bakar akan sama dengan nilai pemanasan rendah (LHV)?

[1 marks/markah]

[iv] If the reaction in a process is incomplete, what is the effect on the value of the standard heat of reaction?
Sekiranya tindak balas adalah tidak lengkap, apakah akan terjadi pada nilai haba tindak balas piawai?

[1 marks/markah]

Appendix



Enthalpy-concentration diagram for the ammonia-water system at 1 atm.