

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 1997/98

Februari 1998

**EKC 125 : Termodinamik Kejuruteraan Kimia**

Masa : [3 jam]

---

**ARAHAN KEPADA CALON :**

Sila pastikan kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat bercetak sebelum memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi **LIMA (5)** soalan.

Jawab mana-mana **EMPAT (4)** soalan.

**Pemalar Gas:**

$$R = 8.314 \text{ J/mol.K}$$

$$R = 1.987 \text{ cal/mol.K}$$

$$R = 0.08314 \text{ liter.bar/mol.K}$$

$$R = C_p - C_v$$

Buku Data Kejuruteraan Kimia dibekalkan.

1. Air dipam daripada dasar sebuah telaga sedalam 15 m pada kadar 800 kg/jam ke dalam sebuah tangki simpanan terbolong (terdedah kepada atmosfera) untuk menetapkan paras air di dalam tangki 50 m di atas tanah. Untuk mengelakkan pembekuan semasa musim sejuk, sebuah pemanas kecil yang berupaya membekalkan 30,000 kJ/jam ke dalam air disediakan. Haba hilang daripada sistem keseluruhan pada kadar tetap 20,000 kJ/jam.

[a] Tuliskan hukum pertama termodinamik bagi sistem berkenaan.

(5 markah)

[b] Apakah suhu air berkenaan apabila ia memasuki ke dalam tangki simpanan; andaikan air di dalam telaga tersebut berada pada suhu 10°C. Satu pam 2-kuasa kuda digunakan untuk mengepam air berkenaan, dan lebih kurang 55% kadar kuasa kuda digunakan sebagai kerja oleh pam.

(20 markah)

**Nota :**

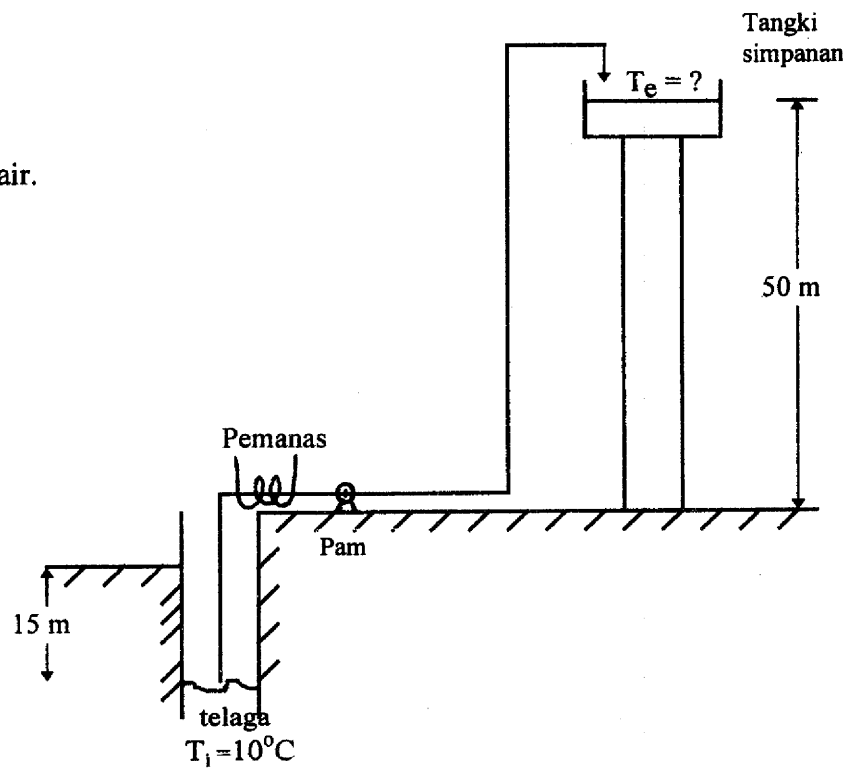
$$C_p = 4.18 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \text{ cecair air.}$$

$$1 \text{ hp} = 745.7 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$g_c = 1 \text{ kg}\cdot\text{m}/\text{N}\cdot\text{s}^2$$



1. Water is being pumped from the bottom of a well 15 m deep at the rate of 800 kg/hr into a vented (exposed to atmosphere) storage tank to maintain a level of water in a tank 50m above the ground. To prevent freezing in the winter, a small heater puts 30,000 kJ/hr into the water. Heat is lost from the whole system at the constant rate of 20,000 kJ/hr.

[a] Write down the first law of thermodynamics for this system.

(5 marks)

[b] What is the temperature of the water as it enters the storage tank, assuming that the well water is at 10°C. A 2-hp pump is used to pump the water, and about 55% of the rated horsepower goes into the work of pumping.

(20 marks)

**Note :**

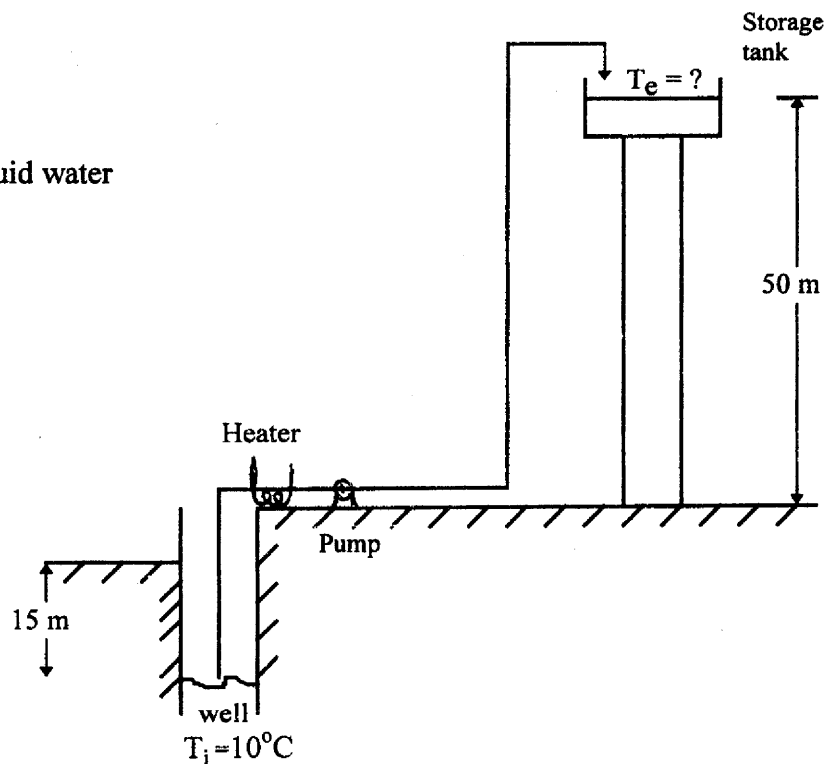
$$C_p = 4.18 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \text{ for liquid water}$$

$$1 \text{ hp} = 745.7 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

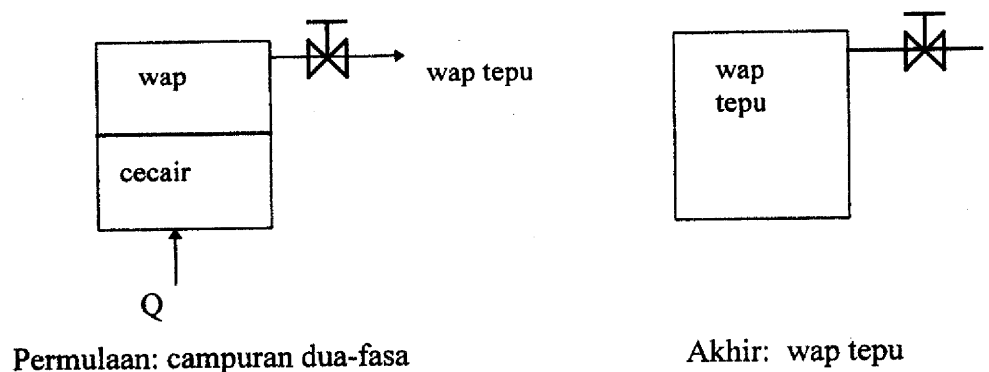
$$g_c = 1 \text{ kg}\cdot\text{m}/\text{N}\cdot\text{s}^2$$



2. Sebuah tangki berisipadu  $0.85 \text{ m}^3$  pada mulanya mengandungi air di dalam dua-fasa campuran cecair-wap pada  $260^\circ\text{C}$  dan berkualiti 0.70. Wap air dalam keadaan tepu pada  $260^\circ\text{C}$  dibolongkan perlahan-lahan melalui sebuah injap pengatur-tekanan pada atas tangki sebagai tenaga yang dipindahkan sebagai haba ke dalam tangki berkenaan bagi menetapkan tekanan di dalamnya. Proses ini diteruskan sehingga tangki tersebut penuh dengan wap tepu pada  $260^\circ\text{C}$ .

[a] Tuliskan persamaan yang sepatutnya bagi imbalan jisim untuk sistem ini. (5 markah)

[b] Kirakan jumlah tenaga haba yang dipindahkan ke dalam tangki dalam kJ. Abaikan kesan tenaga kinetik dan tenaga upaya, dan gunakan data di dalam lampiran yang disediakan. (20 markah)

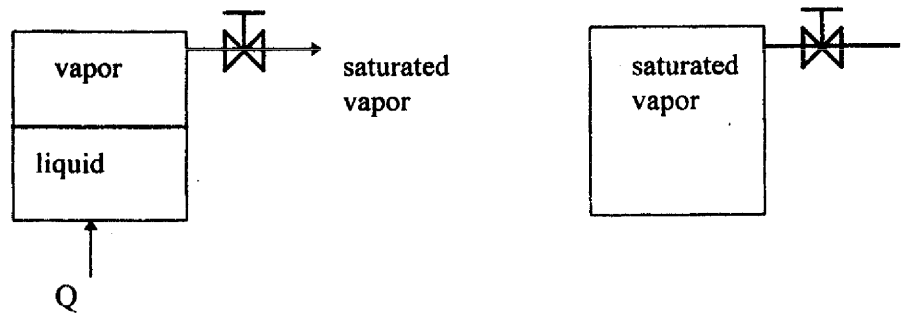


2. *A vessel having a volume of  $0.85 \text{ m}^3$  initially contains water as a two-phase liquid-vapor mixture at  $260^\circ\text{C}$  and a quality of 0.70. Saturated water vapor at  $260^\circ\text{C}$  is slowly vented through a pressure-regulating valve at the top of the tank as energy is transferred by heat to the vessel to maintain the pressure constant in the tank. This continues until the tank is filled with saturated vapor at  $260^\circ\text{C}$ .*

[a] *Write down the necessary equation of mass balance for this system.* (5 marks)

[b] *Determine the amount of heat transfer to the tank in kJ. Neglect all kinetic and potential energy effects, and use the enclosed data appendix.* (20 marks)

...5/-



*Initial : Two-phase mixture*

*Final : saturated vapor*

3. Satu tangki bermuatan  $50\text{-m}^3$  mengandungi stim pada  $4500\text{ kPa}$  dan  $400^\circ\text{C}$ . Stim dibebaskan daripada tangki melalui sebuah injap pelaga ke atmosfera sehingga tekanan di dalam tangki jatuh kepada  $3,500\text{ kPa}$ . Jika proses pembebasan itu adalah adiabatik, anggarkan:

[a] suhu akhir stim di dalam tangki berkenaan.

(15 markah)

[b] dan jisim stim yang dibebaskan.  
(hint) Bagi proses isentropik:  $\Delta S = 0$

(10 markah)

3. *A tank of  $50\text{-m}^3$  capacity contains steam at  $4,500\text{ kPa}$  and  $400^\circ\text{C}$ . Steam is vented from the tank through a relief valve to the atmosphere until the pressure in the tank falls to  $3,500\text{ kPa}$ . If the venting process is adiabatic, estimate:*

[a] *the final temperature of the steam in the tank,*

(15 marks)

[b] *and the mass of steam vented.*  
(Hint) *For isentropic process :  $\Delta S = 0$*

(10 marks)

4. [a] Lukiskan sebuah rajah T-S untuk kitar Carnot. Dengan merujuk kepada rajah tersebut, terangkan dengan mendalam semua proses yang berlaku di dalam kitar tersebut. Terangkan juga kenapa kitar Carnot lebih cekap berbanding dengan kitar Rankine?

(10 markah)

...6/-

[b] Sebuah takungan panas pada  $800^{\circ}\text{C}$  dan takungan sejuk pada  $15^{\circ}\text{C}$  boleh diperolehi. Udara digunakan sebagai bendalir di dalam sistem tersebut. Jika tekanan maksima dan minima di dalam kitar adalah 210 dan 1 bar, secara berurutan, kirakan

[i] Kecekapan terma dan (5 markah)

[ii] Nisbah kerja untuk sebuah kitar Carnot. (10 markah)

Muatan haba untuk udara pada tekanan tetap dan isipadu tetap adalah  $C_p = 1.005 \text{ kJ/kg.K}$  dan  $C_v = 0.718 \text{ kJ/kg.K}$ , secara berurutan.

4. [a] *Draw a T-S diagram for a Carnot cycle. Referring to your diagram, describe in detail all the process that occurs in the cycle. Explain also, why the Carnot cycle is the most efficient from of cycle if compared with Rankine cycle ?* (10 marks)

[b] *A hot reservoir at  $800^{\circ}\text{C}$  and cold reservoir at  $15^{\circ}\text{C}$  are available. Air is used as the working fluid in the system. If the maximum and minimum pressure in the cycle are 210 bar and 1 bar, respectively, calculate,*

[i] *the thermal efficiency and* (5 marks)

[ii] *the work ratio for a Carnot cycle.* (10 marks)

*The heat capacities for air at constant pressure and volume are  $C_p = 1.005 \text{ kJ/kg.K}$  and  $C_v = 0.718 \text{ kJ/kg.K}$ , respectively.*

5. Sebuah stim janakuasa beroperasi diantara tekanan pendandang (boiler) 42 bar dan tekanan peluwap (condenser) 0.035 bar.
- [a] Lukiskan sebuah rajah T-S untuk kitar Rankine. (5 markah)
- [b] Kirakan dalam keadaan ini kecekapan kitar, nisbah kerja dan penggunaan stim tertentu (specific steam consumption). (10 markah)
- [c] Buat bahagian (b), jika proses pengembangan (expansion process) mempunyai kecekapan seentropi (isentropic) 80%. (10 markah)
5. *A steam power plant operates between a boiler pressure of 42 bar and a condenser pressure of 0.035 bar.*
- [a] *Draw a T-S diagram for a steam generation Rankine cycle.* (5 marks)
- [b] *Calculate for these limits the cycle efficiency, the work ratio and the specific steam consumption for :* (10 marks)
- [c] *Do part (b) if, the expansion process has an isentropic efficiency of 80%.* (10 marks)