
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2008/2009

April/May 2009

EKC 377 – Renewable and Alternative Energies
[Tenaga-Tenaga Alternatif dan Boleh Diperbaharu]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA BELAS muka surat yang bercetak dan SATU muka surat Lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instruction: Answer **FIVE** (5) questions. Section A is **COMPULSORY**. Answer **THREE** (3) questions from Section B.

Arahan: Jawab **LIMA** (5) soalan. Bahagian A **WAJIB** dijawab. Jawab **TIGA** (3) soalan dari Bahagian B.]

You may answer the question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

Section A : Answer Question No. 1 and No.2.

Bahagian A : Jawab Soalan No.1 dan No. 2.

1. State the correct answer for each of the following in the answer script:-
Nyatakan jawapan yang betul bagi soalan-soalan berikut di kertas jawapan:-
- [i] A solar water heating panel has a thermal energy rating of 50 MJ. The rating in kilowatt hours (kWh) is
- [a] 10 kWh
 - [b] 13.9 kWh
 - [c] 15 kWh
 - [d] None of the above value
- [i] *Satu panel pemanas air solar mempunyai kadaran tenaga haba sebanyak 50 MJ. Kadaran di dalam kilowatt jam (kWj) ialah*
- [a] *10 kWh*
 - [b] *13.9 kWh*
 - [c] *15 kWh*
 - [d] *Tiada jawapan di atas*
- [ii] The gas turbine combined cycle power generation system uses
- [a] Gas Turbine
 - [b] Steam Turbine
 - [c] Both Gas Turbine and Steam Turbine
 - [d] Two fuel sources for running of the turbines
- [ii] *Gabungan sistem turbin gas dengan kitaran penghasilan tenaga menggunakan*
- [a] *Turbin Gas*
 - [b] *Turbin Stim*
 - [c] *Kedua-dua Turbin Gas dan Turbin Stim*
 - [d] *Dua sumber bahan api untuk mengendalikan turbin-turbin*
- [iii] The reaction turbine is suitable for generation of hydroelectric power at the location where the available head of water is
- [a] 10 m
 - [b] 100 m
 - [c] 1000 m
 - [d] Independent of available head of water
- [iii] *Turbin tindakbalas adalah sesuai untuk penghasilan janakuasa hidroelektrik pada lokasi aras air*
- [a] *10 m*
 - [b] *100 m*
 - [c] *1000 m*
 - [d] *Tak bersandar kepada aras air*

- [iv] Heavy water (D_2O) in a nuclear reactor serves as
- [a] Coolant
 - [b] Moderator
 - [c] Both coolant as well as moderator
 - [d] Neutron absorber
- [iv] *Air berat (D_2O) di dalam reaktor nuklear bertindak sebagai*
- [a] *Pendingin*
 - [b] *Penyederhana*
 - [c] *Kedua-duanya iaitu pendingin dan penyederhana*
 - [d] *Penyerap Neutron*
- [v] The function of moderator in nuclear reactor is to
- [a] slow down the secondary neutrons
 - [b] absorb the secondary neutrons
 - [c] control the chain reaction
 - [d] none of these
- [v] *Fungsi penyederhana di dalam reaktor nuklear adalah untuk*
- [a] *memperlahankan neutron-neutron sekunder*
 - [b] *menyerap neutron-neutron sekunder*
 - [c] *mengawal tindakbalas rantai*
 - [d] *tiada jawapan*
- [vi] The water from alcohol-water, azeotropic mixture can be removed using
- [a] Azeotropic distillation
 - [b] Pervaporation process using membrane
 - [c] Molecular sieve adsorption
 - [d] All the above
- [vi] *Air daripada campuran azeotrop air-alkohol, boleh diasing menggunakan*
- [a] *Penyulingan azeotrop*
 - [b] *Proses 'pervaporation' menggunakan kaedah membran*
 - [c] *Pengayak penjerap molekul*
 - [d] *Semua di atas*
- [vii] The fuel characteristics of biodiesel is controlled by
- [a] Cetane number
 - [b] Cold flow properties
 - [c] Viscosity and iodine value
 - [d] All the above

[vii] *Ciri-ciri bahan api biodiesel dikawal oleh*

- [a] *Nombor setana*
- [b] *Ciri aliran sejuk*
- [c] *Kelikatan dan nilai iodin*
- [d] *Semua di atas*

[viii] The solar constant for the planet earth is 1377 W/m^2 . If the effective diameter radius is $6.36 \times 10^6 \text{ m}$, the radiation rate is

- [a] $5.4 \times 10^{24} \text{ J/s}$
- [b] $3.7 \times 10^{20} \text{ J/s}$
- [c] $1.73 \times 10^{17} \text{ J/s}$
- [d] None of the above

[viii] *Pemalar solar untuk planet bumi ialah 1377 W/m^2 . Jika jejari garis pusat berkesan ialah $6.36 \times 10^6 \text{ m}$, kadar radiasi ialah*

- [a] $5.4 \times 10^{24} \text{ J/s}$
- [b] $3.7 \times 10^{20} \text{ J/s}$
- [c] $1.73 \times 10^{17} \text{ J/s}$
- [d] *Tiada jawapan*

[ix] If the wind speed is doubled, the power output of a wind generator will increase by a factor of

- [a] 2
- [b] 8
- [c] 4
- [d] will remain unchanged

[ix] *Sekiranya halaju angin digandakan, penghasilan kuasa bagi penjana angin akan meningkat dengan faktor*

- [a] 2
- [b] 8
- [c] 4
- [d] *tiada perubahan*

[x] 100 MW of electrical power is obtained from a solar tower heliostat facility and needs land area of 2.075 km^2 . If the electrical power capacity is increased to 2000 MW, the required land area will be

- [a] same
- [b] 20.75 km^2
- [c] 41.5 km^2
- [d] 10.375 km^2

- [x] *Kuasa elektrik sebanyak 100 MW dihasilkan daripada kemudahan bangunan solar heliostat dan memerlukan kawasan tanah sebanyak 2.075 km². Jika kapasiti kuasa elektrik meningkat kepada 2000 MW, keperluan kawasan tanah akan menjadi sebanyak*
- [a] *tetap sama*
 - [b] *20.75 km²*
 - [c] *41.5 km²*
 - [d] *10.375 km²*
- [xi] Gasohol (80% petrol and 20% alcohol) can be used in the gasoline engine because
- [a] its octane number is higher than petrol
 - [b] the power per unit volume of cylinder is higher as compared to petrol alone as fuel
 - [c] lower volumetric efficiency
 - [d] no adjustment of the carburetor and fuel injection needed
- [xi] *Gasohol (petrol 80% dan alkohol 20%) boleh digunakan di dalam enjin gasolin disebabkan oleh*
- [a] *nombor oktananya lebih tinggi daripada petrol*
 - [b] *kuasa per unit isipadu silindernya lebih tinggi jika dibandingkan dengan hanya menggunakan petrol sebagai bahan api*
 - [c] *kecekapan isipadu yang lebih rendah*
 - [d] *tiada perubahan pada karburetor dan suntikan bahan api diperlukan*
- [xii] Use of digesters for treatment of human waste and animal manure to produce energy is a good idea, because
- [a] gas cookstoves using biogas from the digesters are generally more efficient than those utilizing wood.
 - [b] the digested manure is a better fertilizer than fresh manure.
 - [c] less methane, a type of green house gas will be emitted to the environment.
 - [d] all of the above reasons.
- [xii] *Penggunaan pencerna bagi merawat sisa manusia dan najis haiwan bagi menghasilkan tenaga adalah cadangan yang baik kerana*
- [a] *dapur gas yang menggunakan biogas daripada pencerna secara umum adalah lebih cekap dibandingkan dengan yang menggunakan kayu.*
 - [b] *najis yang dicerna adalah baja yang lebih baik berbanding najis segar.*
 - [c] *pembebasan gas metana, sejenis gas hijau ke persekitaran akan dapat dikurangkan.*
 - [d] *Semua sebab yang diberikan di atas.*

[xiii] Improved cookstoves do not help people in developing countries because

- [a] They use less fuel.
- [b] They are more easily used to purify local water.
- [c] They are less likely to injure children in the vicinity.
- [d] Local people can get their fuel for free.

[xiii] *Dapur yang diperbaiki tidak membantu orang ramai di negara membangun kerana*

- [a] *Menggunakan kurang bahan api.*
- [b] *Lebih mudah untuk digunakan bagi menuliskan air tempatan.*
- [c] *Mengurangkan kejadian kemalangan yang melibatkan budak kecil.*
- [d] *Orang tempatan boleh mendapatkan bahan api dengan percuma.*

[xiv] The common factors taken into account when drafting a Renewable Energy Policy in a developing nation are

- I. Cost.
- II. Environmental taxes.
- III. Public research and funding.
- IV. Availability of technology for the removal of pollutant.

[xiv] *Bagi proses penggubalan Polisi Tenaga Diperbaharui sebuah negara membangun, faktor-faktor umum yang biasanya akan dipertimbangkan adalah*

- I. *Kos.*
- II. *Cukai Persekitaran.*
- III. *Penyelidikan dan Pembiayaan Umum.*
- IV. *Teknologi yang sedia ada bagi penyingkiran bahan cemar.*

- [a] I, II & III
- [b] I, II, III & IV
- [c] I & III
- [d] I & IV

[xv] Which of the following does not contribute to the greenhouse effect?

- [a] Tropospheric ozone
- [b] Hydroxyl
- [c] CFC-11
- [d] Methane

[xv] *Komponen berikut yang manakah tidak menyumbang terhadap rumah hijau?*

- [a] *Ozon Troposferik*
- [b] *Hidroksil*
- [c] *CFC-11*
- [d] *Metana*

- [xvi] A fuel cell does not 'run down' like a standard battery because:
- [a]- The reactants must be stored inside the battery whereas the reactants for a fuel cell flow in as needed.
 - [b] A fuel cell continually recycles the same electrons whereas a battery must continually generate new ones.
 - [c] A battery is completely dependent upon oxidation-reduction whereas a fuel cell depends on acid-base reactions.
 - [d] None of above

[xvi] *Sel bahan api tidak 'haus' seperti bateri disebabkan:*

- [a] *Bahan tindak balas sebuah bateri disimpan di dalamnya, manakala bahan tindak balas sel bahan api mengalir ke dalamnya mengikut keperluan.*
- [b] *Sel bahan api mengitar semula elektron yang sama, manakala bateri perlu menjana elektron baru.*
- [c] *Bateri bergantung sepenuhnya kepada pengoksidaan-penurunan, manakala sel bahan api bergantung kepada tindakbalas asid-alkali.*
- [d] *Tiada jawapan.*

[xvii] Semiconductors such as the element silicon may be used in cells that convert solar radiation to electricity. One of the major difficulties encountered in using silicon is that:

- [a] It is one of the rarest of all elements and therefore difficult to find on earth.
- [b] It is expensive to produce large quantities of extremely pure silicon.
- [c] It quickly evaporates when isolated in a pure state.
- [d] It is the most reactive of all the elements, thus it cannot be prepared in a pure state.

[xvii] *Semikonduktor seperti silikon elemen mungkin digunakan dalam sel-sel yang menukar sinaran suria kepada elektrik. Salah satu masalah utama yang dihadapi dalam penggunaan silikon adalah:*

- [a] *Ia merupakan salah satu elemen yang jarang dan sukar untuk ditemui di bumi.*
- [b] *Mahal untuk menghasilkan silikon yang sangat tulen dalam kuantiti yang besar.*
- [c] *Ia cepat tersejat apabila dasingkan dalam keadaan tulen.*
- [d] *Ia adalah elemen yang paling reaktif, maka ia tidak boleh dihasilkan dalam keadaan tulen.*

[xviii] Batteries must be used in addition to solar cells when generating household electricity because:

- [a] Batteries must supply the energy when sunlight is not available.
- [b] Solar cells can generate electricity only via the output of a battery.
- [c] Solar cells can generate a small fraction of the total energy needed by a household at any one time.
- [d] Solar cells generate so much electricity that they will overheat, thus need to transfer the excess electricity to batteries.

[xviii] *Bateri mesti digunakan sebagai tambahan kepada sel-sel suria apabila menghasilkan elektrik bagi pengguna kediaman kerana:*

- [a] *Bateri diperlukan untuk membekal tenaga ketika sinaran matahari tiada.*
- [b] *Sel-sel suria hanya dapat menghasilkan elektrik dengan bantuan bateri.*
- [c] *Sel-sel suria hanya boleh menghasilkan sebahagian kecil tenaga yang diperlukan oleh kediaman pada satu-satu masa.*
- [d] *Sel-sel suria menghasilkan elektrik yang berlebihan yang akan mengakibatkan panas lampau, maka elektrik yang berlebihan itu perlu dialih ke bateri.*

[xix] Which of the statements are false with regard to photovoltaic cells?

- I. A photovoltaic cell converts light from the sun by direct route.
- II. A photovoltaic cell is a device meant to store electricity.
- III. A photovoltaic cell contains a n-type of semiconductor.
- IV. A photovoltaic cell works better the hotter it gets.

[xix] *Antara kenyataan berikut yang manakah tidak benar mengenai sel-sel fotovolt?*

- I. *Sel fotovolt menukar cahaya matahari secara langsung*
- II. *Sel fotovolt adalah alat untuk menyimpan elektrik.*
- III. *Sel fotovolt mengandungi semikonduktor jenis-n.*
- IV. *Sel fotovolt berfungsi dengan lebih baik apabila suhunya meningkat.*

- [a] I & II
- [b] I & III
- [c] II & IV
- [d] III & IV

[xx] Hydrogen is used in a fuel cell as a fuel because:

- [a] It is odorless and colorless.
- [b] It is non-toxic.
- [c] It disperses quickly when released.
- [d] All of the above.

[xx] *Hidrogen digunakan sebagai bahan api dalam sel bahan api disebabkan:*

- [a] *Ia tak berbau dan tak berwarna.*
- [b] *Ia tidak bertoksik.*
- [c] *Ia menyerak dengan cepat apabila terlepas.*
- [d] *Semua di atas.*

[20 × 1 = 20 marks/markah]

2. [a] Draw a process flow diagram (PFD) of an integrated bio-refinery for the bio-diesel production from palm oil using ethanol obtained from Lignocellulosic residues of palm oil of Empty Fruit Bunches (EFB). The feed stocks to the bio-refinery for the production of bio diesel are palm oil and EFB (lignocellulose).
2. [a] *Lakarkan gambarajah aliran proses (PFD) bagi integrasi kilang bio-penapis untuk penghasilan biodiesel daripada minyak kelapa sawit dengan menggunakan etanol yang diperolehi dari baki minyak Lignoselulosa daripada tandan buah losong (EFB). Stok suapan pada kilang bio-penapis untuk penghasilan biodiesel adalah minyak kelapa sawit dan EFB (lignoselulosa).*
[8 marks/markah]
- [b] List down all the major equipment presented in PFD with the operating conditions needed for biodiesel and bioethanol production in the biorefinery.
- [b] *Senaraikan semua peralatan utama yang terdapat di dalam PFD dengan keadaan operasi yang diperlukan untuk penghasilan biodiesel dan bioetanol dalam kilang bio-penapis.*
[7 marks/markah]
- [c] List down the main products with their purity and byproducts obtained in the biorefinery.
- [c] *Senaraikan produk utama dengan ketulenannya dan produk sampingan yang dihasilkan di dalam kilang bio-penapis.*
[2 marks/markah]
- [d] What are the major characteristics of biodiesel to be used as blending fuel component (10%, B10) with petroleum diesel for a diesel engine vehicle.
- [d] *Apakah ciri-ciri utama biodiesel yang digunakan sebagai komponen adunan bahan api (10%, B10) bersama biodiesel petroleum untuk kenderaan berenjin diesel.*
[3 marks/markah]

Section B: Answer any THREE questions.

Bahagian B: Jawab mana-mana TIGA soalan.

3. Studies show that the major energy consumption in Fijian villages with an average ambient temperature of 25°C is wood which is used for cooking on open fires. Typical consumption of wood is 1 kg per person per day.
3. *Kajian menunjukkan bahawa bahan api utama yang digunakan di perkampungan Fijian dengan suhu purata persekitaran 25°C adalah kayu. Kayu ini digunakan untuk tujuan memasak dengan kaedah api terbuka. Kadar penggunaan kayu adalah 1 kg bagi setiap orang dan setiap hari.*
- [a] Based on the properties and composition of wood, discuss briefly if wood is an ideal source of energy?
- [a] *Berdasarkan ciri-ciri dan komposisi kayu, bincang secara ringkas sama ada kayu adalah sumber tenaga yang unggul?*

[5 marks/markah]

...10/-

[b] Estimate the heat energy required to boil a two-litre pot full of water. Assuming this to be the cooking requirement of each person, compare this with the heat content of the wood, and thus estimate the thermal efficiency of the open fire. C_p water = 4.187 kJ/kg.K and energy density of un-dried wood = 8 MJ/kg.

[b] *Anggarkan tenaga yang diperlukan untuk mendidihkan dua liter air di dalam cerek. Dengan menganggap jumlah tenaga ini sebagai keperluan memasak untuk setiap orang, bandingkan nilai ini dengan kandungan tenaga daipada kayu dan seterusnya anggarkan kecekapan terma untuk kaedah api terbuka. C_p air = 4.187 kJ/kg.K dan ketumpatan tenaga untuk kayu yang tidak kering = 8 MJ/kg.*

[5 marks/markah]

[c] How much timber has to be felled each year (365 days) to cook for a village of 200 people? Assuming systematic replanting, what area of crop must the village therefore set aside for fuel use if it is not to make a net deforestation? Energy density of tropical forest = 18 MJ/kg(dry) and Biomass yield of tropical forest = 11 tonne (dry)/hectare/year.

[c] *Berapa banyak pokok yang harus ditebang setiap tahun (365 hari) bagi memenuhi keperluan memasak bagi seluruh kampung yang terdiri daripada 200 orang? Dengan menganggap bahawa sistem penanaman semula sistematik diamalkan, berapakah luas kawasan penanaman yang perlu disediakan oleh kampung tersebut untuk keperluan bahan api bagi mengelakkan pemusnahan hutan. Ketumpatan tenaga bagi hutan tropika = 18 MJ/kg(kering) dan hasil biojisim bagi hutan tropika = 11 tan (kering)/hektar/tahun.*

[5 marks/markah]

[d] Comment on the acceptability of the answer obtained in [c].

[d] *Komen kesesuaian jawapan yang diperolehi di bahagian [c].*

[5 marks/markah]

4. Dr. Tan owns an oil palm plantation area of 10 hectares and a palm oil mill to process the fresh fruit bunch (FFB) obtained from his plantation. The palm oil mill energy consumption per year is estimated as 748,000 GJ. In view of the current economic crisis, he would like to explore the feasibility of using waste palm oil biomass to generate energy for local mill consumption. Since Dr. Tan has no knowledge on this issue, he has consulted you for advice. Using the data given, answer the following question;

4. *Dr. Tan memiliki satu ladang kelapa sawit seluas 10 hektar dan satu kilang pemprosesan minyak kelapa sawit untuk memproses buah tandan segar yang diperolehi daripada ladang beliau. Kilang tersebut dianggarkan menggunakan 748,000 MJ tenaga setahun. Memandangkan krisis ekonomi yang melanda sekarang, beliau ingin mengkaji potensi untuk menggunakan sisa biojisim kelapa sawit untuk menjana tenaga bagi kegunaan kilangnya. Memandangkan Dr. Tan tidak mempunyai pengetahuan dalam bidang ini, maka beliau telah meminta nasihat daripada anda. Dengan menggunakan data yang diberikan, sila jawab soalan berikut;*

Data Given:

Average palm oil yield: 3.74 tonne/hectare/year

Caloric value for empty fruit bunch (EFB): 6,028 kJ/kg

Caloric value for fiber: 11,344 kJ/kg

Caloric value for shell: 18,836 kJ/kg

Harvested fresh fruit bunch (FFB) contain around 20% oil, 27% nuts (5% kernels, 14% fiber, 8% shell) and 23% empty fruit bunch (EFB)

Data yang diberi:

Purata hasil minyak kelapa sawit: 3.74 tan/hektar/tahun

Nilai kalori tandan buah kosong: 6,028 kJ/kg

Nilai kalori gentian: 11,344 kJ/kg

Nilai kalori isirung: 18,836 kJ/kg

Buah tandan segar mengandungi 20% minyak, 27% biji (5% isi, 14% gentian, 8% isirung) dan 23% buah tandan kosong

[a] Among the three possible technologies capable of converting biomass to energy sources: direct combustion, pyrolysis and gasification, which technology would you advice Dr. Tan to use? Justify your answers.

[a] Di antara tiga teknologi yang boleh menghasilkan tenaga daripada biojisim: pembakaran terus, pirolisis dan gasifikasi, teknologi manakah yang akan anda nasihati Dr. Tan untuk guna? Berikan justifikasi bagi jawapan anda.

[3 marks/markah]

[b] Estimate the amount of energy per year that can be generated from waste palm oil biomass obtained from Dr. Tan's plantation. Comment on your answer.

[b] Anggarkan jumlah tenaga yang boleh dijanakan daripada sisa biojisim kelapa sawit yang diperolehi daripada ladang Dr. Tan setiap tahun. Komen jawapan anda.

[7 marks/markah]

[c] Discuss the benefits of using waste palm biomass as a source of energy.

[c] Bincangkan kelebihan menggunakan sisa biojisim kelapa sawit sebagai sumber tenaga.

[5 marks/markah]

[d] How do you think the government can encourage more people like Dr. Tan to use waste palm oil biomass as renewable energy sources.

[d] Pada pendapat anda, bagaimanakah kerajaan boleh megalakkan lebih ramai pengusaha seperti Dr. Tan untuk menggunakan sisa biojisim kelapa sawit sebagai sumber tenaga yang boleh diperbaharui.

[5 marks/markah]

5. [a] Briefly state how fuel cells differ from batteries.

5. [a] *Secara ringkas nyatakan bagaimana sel bahan api berbeza dari bateri.*

[2 marks/markah]

[b] Using compressed natural gas (CNG) to power fuel cells will help to reduce pollutants commonly associated with fossil fuel combustion. Do you agree with this statement, why?

[b] *Penggunaan gas asli termampat (CNG) dalam sel bahan api dapat membantu mengurangkan pencemaran yang biasanya berkaitan dengan pembakaran bahan api fosil. Setujukah anda dengan pernyataan ini, kenapa?*

[3 marks/markah]

[c] The concept of a *Hydrogen Fuel Cell* or *Hydrogen Based Economy* has been common in the news lately.

[i] What make hydrogen an attractive energy source?

[ii] What are the challenges in using hydrogen as an energy source?

[c] *Kebelakangan ini konsep Sel Bahan Api Hidrogen atau Ekonomi Berasaskan Hidrogen kerap menjadi liputan berita.*

[i] *Apakah yang menyebabkan hidrogen menjadi sumber tenaga yang menarik?*

[ii] *Apakah cabaran yang perlu diatasi dalam penggunaan hidrogen sebagai sumber tenaga?*

[7 marks/markah]

[d] A hydrogen fuel cell can be written schematically as: $H_2/H_2O // O_2/OH^-$

[i] Write the half-reactions and the balanced overall redox reaction for this cell with the reaction occurring in basic solution.

[ii] Determine E^0_{cell} and ΔG^0 for the hydrogen fuel cell. Express the value for ΔG^0 in appropriate units.

[d] *Skema sel bahan api hidrogen ditulis seperti: $H_2/H_2O // O_2/OH^-$*

[i] *Tuliskan tindakbalas separuh dan tindakbalas 'redox' keseluruhan bagi sel tersebut di mana tindakbalasnya berlaku dalam larutan alkali.*

[ii] *Tentukan E^0_{sel} dan ΔG^0 bagi sel bahan api hidrogen tersebut. Nyatakan nilai ΔG^0 dalam unit yang sesuai.*

[8 marks/markah]

6. [a] There are two approaches for using a photovoltaic cell in generating electricity: namely, *stand-alone system* and *grid interface system*. Describe and compare these two systems.

6. [a] Terdapat dua pendekatan dalam penggunaan sel fotovoltaja bagi penghasilan elektrik: *sistem bersendirian* dan *sistem antara muka bergrid*. Jelaskan dan banding kedua-dua sistem ini.

[4 marks/markah]

[b] "Microbial Fuel Cell" can generate electricity while simultaneously cleaning the wastewater that you flush down to the drain. With suitable diagram, explain the general working principles of a Microbial Fuel Cell.

[b] "Sel Bahan Api Mikrob" boleh menghasilkan elektrik sementara membersihkan air sisa yang disingkirkan. Dengan menggunakan gambarajah yang sesuai, jelaskan prinsip-prinsip kerja sebuah Sel Bahan Api Mikrob.

[8 marks/markah]

[c] [i] It is proposed to use a roof-mounted solar water heating system in a site that receives 600 watts per square meter of solar radiation throughout the year. What area of collector might be needed to generate 2 KWH of electricity to heat 200 liters of water to a preset temperature in two hours? Assume that the efficiency of the solar panels is 40%.

[c] [i] Adalah dicadangkan supaya menggunakan sistem pemanas air suria yang dipasang dibumbung di sebuah kawasan yang menerima sinaran matahari sebanyak 600 watt meter persegi sepanjang tahun. Berapakah luas pengumpul yang diperlukan untuk menghasilkan elektrik sebanyak 2 KWJ untuk memanaskan 200 liter air ke suhu yang ditetapkan dalam masa dua jam? Anggapkan kecekapan panel suria tersebut sebanyak 40%.

[ii] How long would it take for the above solar water heating system to rise the temperature of the 200 liters of water in the storage tank (originally at 25°C) to boiling point? Assume the specific heat and density of water are 4.186 Joule/gram °C and 1000 kg/m³, respectively.

[ii] Kirakan masa yang diperlukan bagi sistem pemanas air suria di atas untuk meningkat suhu 200 liter air di dalam takungan (asalnya pada 25°C) ke takat didih? Anggap haba penentu dan ketumpatan air adalah masing-masing 4.186 Joule/gram °C dan 1000 kg/m³.

[8 marks/markah]

Appendix
Lampiran

Standard Electrode (Half-Cell) Potentials (298 K)

<u>Skeletal Half Reaction (as Reduction)*</u>	<u>E° (V)</u>
Co ⁺³ (aq)/Co ⁺² (aq)	+1.82
Au ⁺³ (aq)/Au(s)	+1.50
O ₂ (g)/H ₂ O(l)	+1.23
Br ₂ (l)/ 2Br ⁻ (aq)	+1.07
NO ₃ ⁻ (aq)/NO (g)	+0.96
NO ₃ ⁻ (aq)/N ₂ O ₄ (g)	+0.83
Ag ⁺ (aq)/Ag (s)	+0.80
O ₂ (g)/OH ⁻ (aq)	+0.40
Cu ⁺² (aq)/Cu (s)	+0.34
2H ⁺ (aq)/H ₂ (g)	0.00
Sn ⁺² (aq)/Sn (s)	-0.14
Cd ⁺² (aq)/Cd (s)	-0.40
Fe ⁺² (aq)/Fe (s)	-0.44
Cr ⁺³ (aq)/Cr (s)	-0.74
Zn ⁺² (aq)/Zn (s)	-0.76
Mg ⁺² (aq)/Mg (s)	-1.18
Al ⁺³ (aq)/Al(s)	-1.66
Na ⁺ (aq)/Na (s)	-2.71

*All reactions are written as reductions. Water/H⁺/OH⁻/e⁻ needed to create a balanced half-cell reaction are suppressed.

Constants: $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J.s
 $c = 3 \times 10^8$ m/s
 $F = 96,485$ C/mol e-
e- charge = 1.6×10^{-19} C
e- mass = 9.1×10^{-31} kg
 $R = 8.314$ J/mol.K = 0.0821 l.atm/mol.K
1 mm = 10^{-9} m
1 J = 1 C.V