PART A / *BAHAGIAN A*

(1). (a). Using ONE appropriate example of thermal analytical instrument, elaborate the procedure to performing analytical testing for polymer samples. Your elaboration must be aided with suitable sketches.

Dengan menggunakan SATU contoh yang sesuai, huraikan prosedur untuk menjalankan ujian analitikal bagi sampel polimer. Huraian anda mestilah dibantu dengan lakaran yang bersesuaian.

(10 marks/*markah)*

(b). (i). With the aid of illustration, describe the working principle for the Gel Permeation Chromatography (GPC).

Dengan bantuan gambarajah, huraikan prinsip kerja untuk Kromatografi Peresapan Gel (GPC)

(6 marks/*markah)*

(ii). Figure 1 shows the differences in polymer distribution. In relation to the polydispersity index, discuss potential explanation for each of the displayed polymer distributions.

Rajah 1 menunjukkan perbezaan dalam taburan polimer. Berhubung dengan indeks polidispersiti, bincangkan kemungkinan penjelasan bagi setiap taburan polimer yang dipaparkan.

…3/-

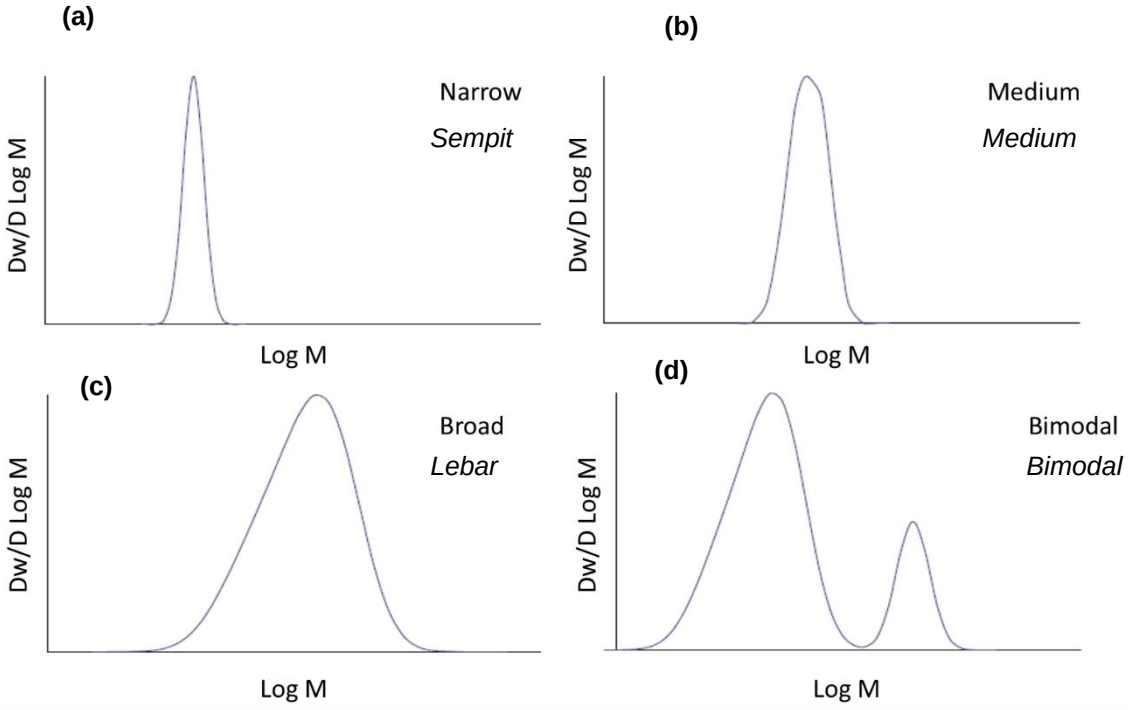

Figure 1: Polymer Distribution

Rajah 1: Polidispersiti bagi Polimer

(4 marks/*markah)*

(2). (a). In a recycling centre, quality control has significant importance to ensure the quality of the sorting process is maintained. Identify the types of plastic bottles during sorting out for recycling, consisting of PET, PE, PP, and PVC. Write a report consisting at least 2 methods for product quality control of the sorted recycled products.

Di pusat kitar semula, kawalan kualiti adalah penting untuk memastikan kualiti proses pengisihan dikekalkan. Kenalpasti jenis botol plastik semasa pengasingan untuk kitar semula, yang terdiri daripada PET, PE, PP dan PVC. Sediakan satu laporan yang mengandungi sekurang kurangnya 2 kaedah untuk kawalan kualiti produk bagi produk kitar semula yang disisih.

(10 marks/*markah)*

…4/-

(b). Polymers' analytical methods have been used in quality control of a product. Discuss the usage of the polymers' analytical methods throughout the production processes.

Kaedah analisis polimer telah digunakan dalam kawalan kualiti sesuatu produk. Bincangkan penggunaan kaedah analisis polimer sepanjang proses pengeluaran.

(10 marks/*markah)*

(3). (a). Repeated or cyclic loading can provide a condition known as auto-accelerating degradation phenomenon. Explain this phenomenon and its consequences towards failure of a plastic.

Pembebanan berulang atau secara berkitaran boleh menyediakan keadaan yang dikenali sebagai fenomena auto-pecutan dalam degradasi. Terangkan fenomena ini dan akibatnya terhadap kegagalan suatu plastik.

(6 marks/*markah*)

(b). An injection moulding company producing components for automotive sensor casing made of PC/PBT blends was facing a serious cracking problem that cause catastrophic failure. When these failed components were characterized through two analyses, i.e. fractography using polarized optical microscope and Differential Scanning Calorimetry (DSC). The results for the analyses are shown in Figure 2 and Figure 3 respectively.

Satu syarikat pengacuanan suntikan menghasilkan komponen bagi perumah sensor automotif diperbuat daripada adunan PC/PBT, telah menghadapi masalah keretakan yang serius yang menyebabkan kegagalan katastropik. Apabila komponen yang

...5/-

gagal tersebut dicirikan melalui 2 analisis, iaitu fraktografi menggunakan mikroskop optik terkutub dan Kalorimetri Imbasan Pembezaan (DSC). Keputusan analisis-analisis tersebut ditunjukkan masing-masing dalam Rajah 2 dan Rajah 3.

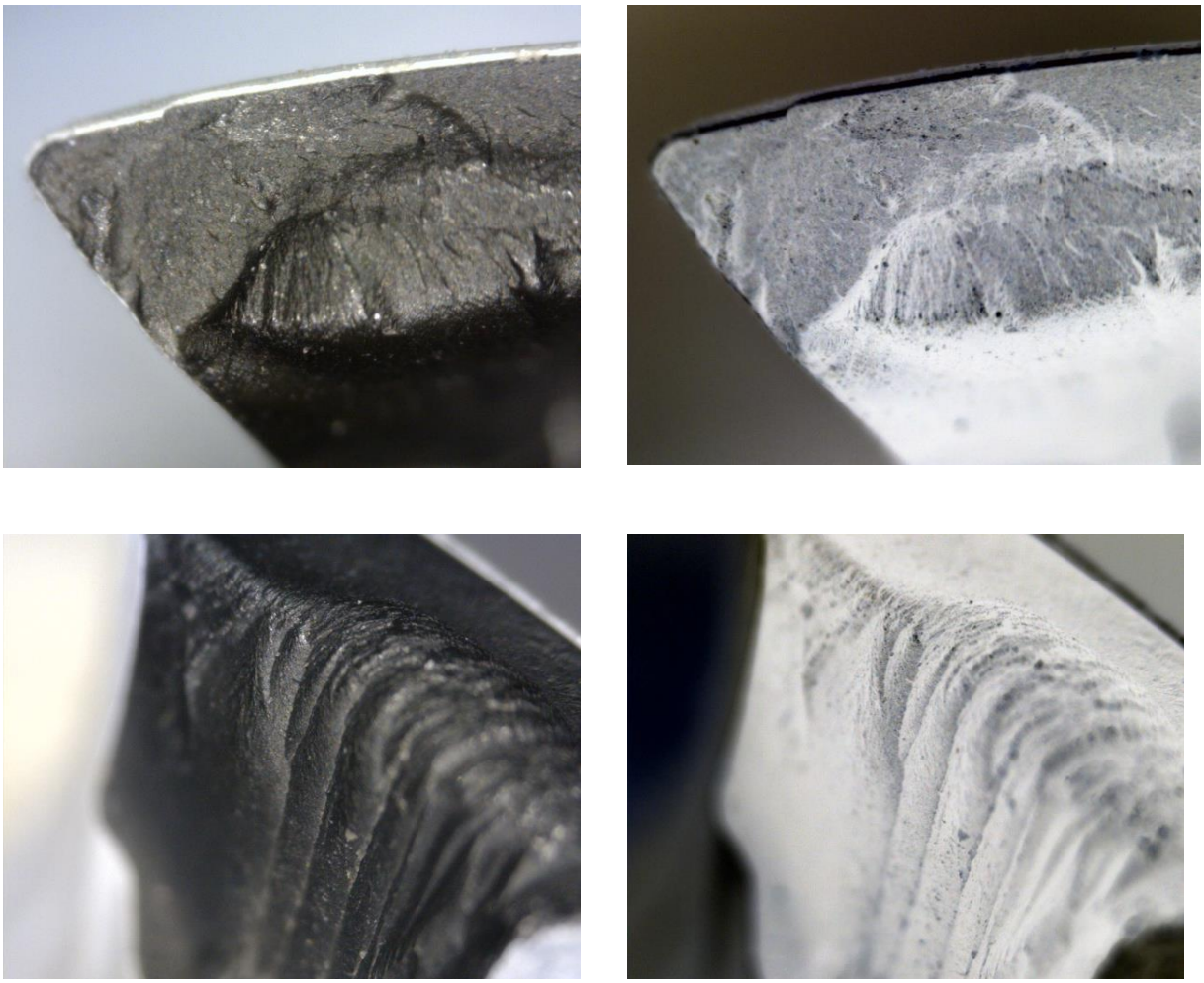

Figure 2: Fractography images of the failed components

Rajah 2: Imej-imej fraktografi bagi komponen-komponen yang gagal

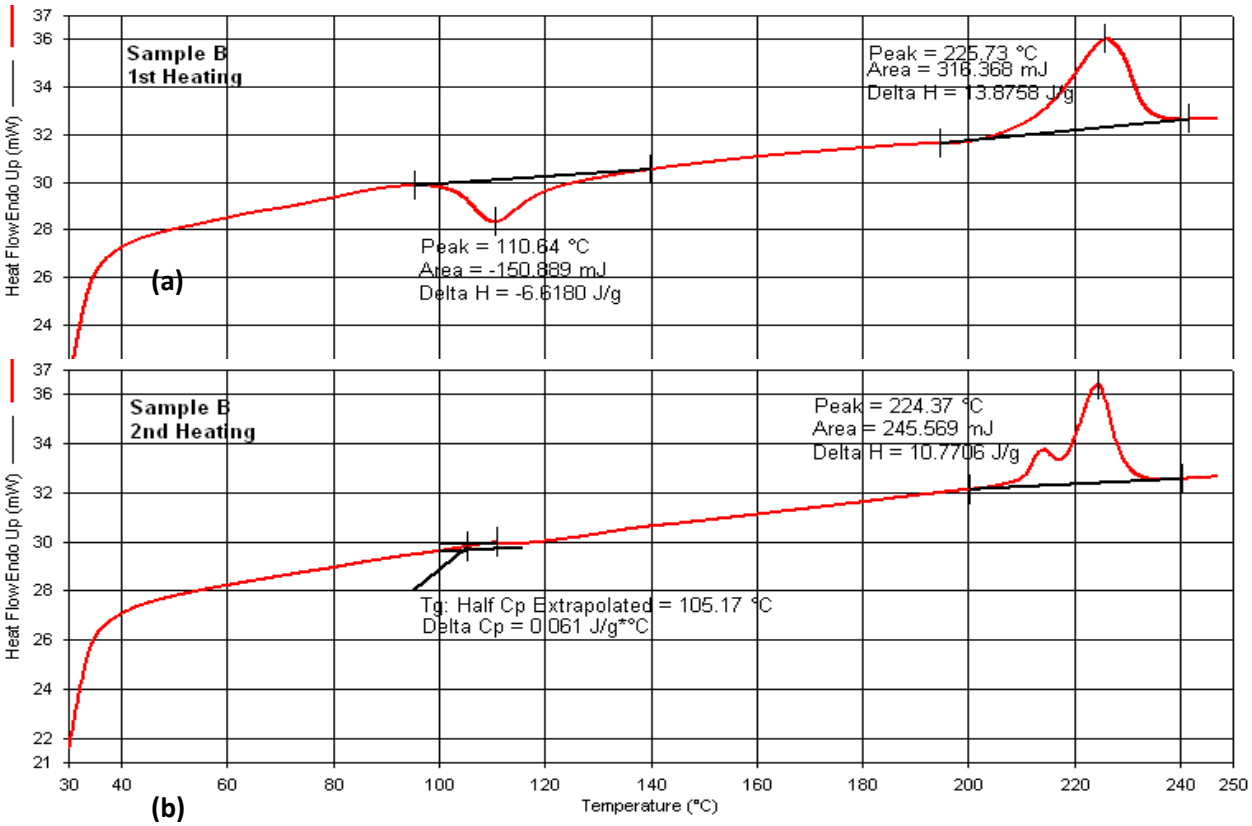

Figure 3: DSC curves for one of the failed components, (a) 1st heating cycle and (b) 2nd heating cycle.

Rajah 3: Lengkungan DSC bagi salah satu komponen yang gagal, (a) kitaran pemanasan pertama dan (b)kitaran pemanasan kedua.

Based on the above results;

Write a failure analysis report for the encountered defect. Include in the report, your suggestion regarding the cause of the defect and propose to the company, actions that need to be taken in order to avoid the problem from reoccurring.

Tulis satu laporan analisis kegagalan bagi kecacatan yang dialami. Sertakan dalam laporan tersebut, cadangan anda tentang punca kecacatan dan cadangkan kepada syarikat tersebut, tindakan yang perlu diambil bagi mengelakkan masalah itu berlaku lagi.

(14 marks/*markah)*

…7/-

PART B / *BAHAGIAN B*

(4). (a). Using suitable examples, elaborate how X-Ray fluorescence (XRF) spectroscopy can be used to identify impurities in polymer, and utilized in plastic recycling industries.

Dengan menggunakan contoh-contoh yang sesuai, huraikan bagaimana spektroskopi XRF dapat digunakan untuk mengenalpasti bahan tidak tulen dalam polimer, dan digunakan dalam industri kitar semula plastik.

(8 marks/*markah)*

(b). Figure 4 shows the heat flow and tan delta profiles for PVC samples, with and without additive. The additive composition is presented in the Figure 4 and denoted with sample number 1 to 5.

Using the information from the Figure 4, analyse and elaborate both profiles, specifying the effect of the added additive to the change of profiles trend. Your elaboration must include suitable arguments on polymeric structure. Then suggests the type of additive used.

Rajah 4 menunjukkan profil aliran haba dan tan delta bagi sampel-sampel PVC, dengan penambahan bahan tambah. Kompososi bahan tambah dinyatakan dalam rajah dan ditandakan dengan nombor sampel 1 hingga 5.

Dengan menggunakan maklumat daripada Rajah 4, huraikan kedua-dua profil, dengan meneliti kesan bahan tambah ke atas perubahan aliran profil. Huraian anda mestilah merangkumi hujah yang sesuai mengenai struktur polimer. Kemudian, nyatakan jenis bahan tambah yang digunakan.

(12 marks/*markah)*

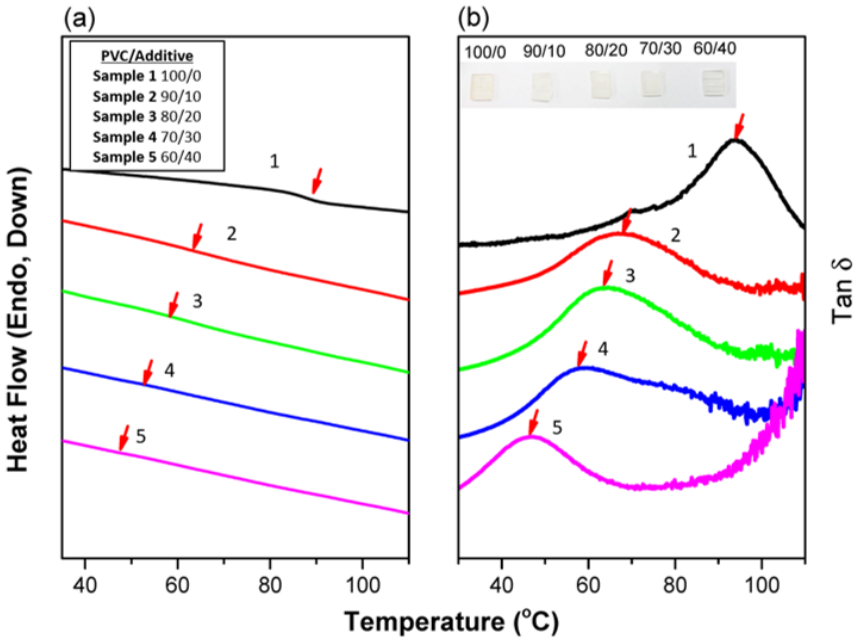

Figure 4: Heat flow and tan delta profiles of poly (vinyl chloride) PVC

Rajah 4: Profil aliran haba dan tan delta bagi poli vinil klorida (PVC)

(5). (a). With the aid of illustration, describe the Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS) principle and the properties that can be determined. Furthermore, explain the part that couples GC to MS.

Dengan bantuan gambarajah, huraikan prinsip Kromatografi Gas - Spektroskopi Jisim dan sifat-sifat yang boleh ditentukan. Selain itu, terangkan bahagian yang mencantumkan GC dengan MS.

(10 marks/*markah)*

…9/-

(b). In Nuclear Magnetic Resonance (NMR), the chemical shift can be influenced by the electron density in a molecule. Explain your understanding of which conditions make the chemical shift move to the upfield or downfield of the magnetic field (Figure 5).

Dalam Resonans Magnetik Nuklear (NMR), anjakan kimia boleh dipengaruhi oleh ketumpatan elektron dalam molekul. Terangkan pemahaman anda tentang keadaan mana yang menyebabkan anjakan kimia bergerak ke medan atas atau bawah medan magnet (Rajah 5).

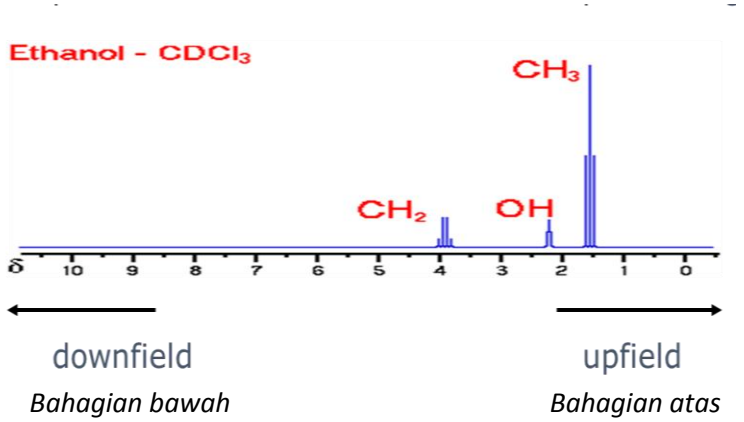

Figure 5: NMR Spectrum

Rajah 5: Spektrum NMR

(5 marks/*markah)*

(c). Sample preparation is important to ensure the precision of the obtained analysis result Describe the good sample preparation practice for the NMR method.

Penyediaan sampel adalah penting untuk memastikan ketepatan keputusan analisis yang diperolehi. Terangkan amalan penyediaan sampel yang baik untuk kaedah NMR.

(5 marks/*markah)*

…10/-

PART C / *BAHAGIAN C*

(6). (a). As a quality engineer in a company that produces polymeric-based cosmetic paste, you are required to suggest one analytical test to determine the purity of the polymer used. Prepare a proposal to support your selection. Use rough sketches and relevant examples to support your selection.

Sebagai seorang jurutera kualiti dalam satu syarikat yang menghasilkan pes kosmetik yang berasaskan polimer, kamu dikehendaki untuk mencadangkan satu ujian analitikal untuk menentukan ketulenan bahan polimer yang digunakan. Sediakan satu proposal untuk menyokong pilihan anda. Gunakan lakaran kasar dan contoh-contoh yang relevan untuk menyokong pilihan anda.

(10 marks/*markah)*

(b). Scanning electron (SEM) and transmission electron (TEM) microscopies are useful instruments in analysing quantitative and qualitative data for polymer samples.

Give your suggestion in selecting between these two instruments, depending on the types of information that can be extracted from both microscopies. Use relevant examples.

SEM dan TEM adalah instrumen yang berguna dalam menganalis data kualitatif dan kuantitatif sampel polimer.

Berikan cadangan anda untuk memilih kedua-dua instrumen ini, bergantung kepada jenis maklumat yang dapat dihasilkan dari kedua-dua mikroskopi. Gunakan contoh-contoh yang relevan.

(10 marks/*markah)*

…11/-

(7). (a). A medical product company is experiencing a problem of product dimension accuracy. The problem comes in the form of having difficulties on inserting or removing the needle cap during assembly or usage (see Figure 6). The caps have two colour; yellow and green but this problem is only prominent in yellow-coloured needle caps although all caps, regardless of their colour, were produced from compounded polypropylene (PP).

Satu syarikat produk perubatan sedang mengalami suatu masalah ketepatan dimensi produk. Masalah tersebut timbul dalam bentuk kesukaran untuk memasukkan atau menanggalkan pelindung jarum semasa pemasangan ataupun penggunaan (lihat Rajah 6). Pelindung yang dihasilkan mempunyai; warna kuning dan hijau, tetapi masalah tersebut hanya ketara pada pelindung jarum yang berwarna kuning walaupun kesemua pelindung jarum, tanpa mengira warna, dihasilkan daripada sebatian polipropilena (PP).

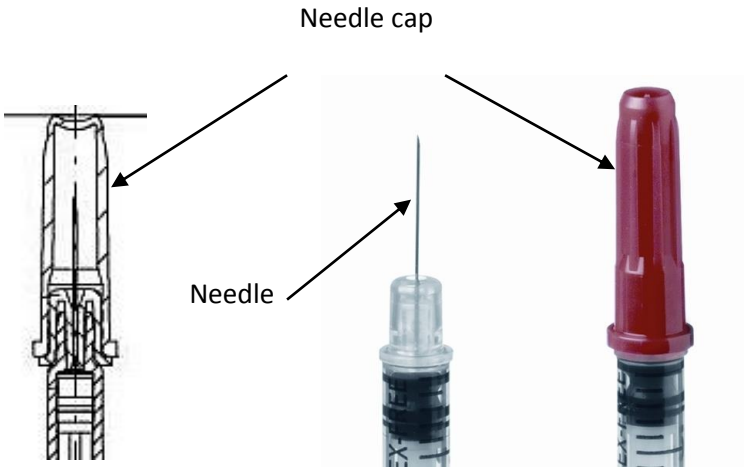

Figure 6: Actual and schematic representation of the needle cap and its assembly

Rajah 6: Perwakilan sebenar dan skematik bagi pelindung jarum dan pemasangannya

The company has given you two samples, which are raw material (in pellets form) for the yellow and green-coloured caps for failure analysis investigation and has also provided you with the original raw material (PP pellets) for reference purpose. After conducting several tests, you are now in the stage of writing the failure analysis report. The following are results of the conducted tests.

Syarikat tersebut telah menyerahkan kepada anda dua sampel, iaitu bahan mentah (dalam bentuk pelet) bagi pelindung jarum berwarna kuning dan hijau untuk kajian analisa kegagalan dan juga telah membekalkan anda dengan bahan mentah asal (pelet PP) bagi tujuan rujukan. Selepas menjalankan beberapa ujian, anda sekarang berada pada peringkat menulis laporan analisis kegagalan tersebut. Berikut adalah ringkasan keputusan ujian yang anda telah laksanakan.

Table 1: Summary of tests results

Jadual 1: Ringkasan keputusan ujian

Sample labels	Test Results			
	Melt Flow Index *Indeks Aliran Leburan* (g/10 min.)	Filler Content *Kandungan Pengisi* (%)	ΔH – melting *ΔH – peleburan* (J/g)	ΔH – crystallization *ΔH – penghabluran* (J/g)
PP Granules *(Granul PP)*	14.25 ± 0.29	No filler/pigment *Tiada pengisi/pewarna*	77.47	96.02
PP Yellow *PP – Kuning*	13.90 ± 0.35	4.10 ± 0.03	74 27	92.35
PP Green *PP – Hijau*	18.81 ± 0.40	8.38 ± 0.04	56.23	67.83

Based on the above results; Write a failure analysis report for the encountered defect. Include in the report, your suggestion regarding the cause of the defect and propose to the company, actions that need to be taken in order to avoid the problem from reoccurring.

Berdasarkan keputusan diperolehi diatas; tulis satu laporan analisa kegagalan bagi kecacatan yang dialami. Sertakan dalam laporan tersebut, cadangan anda tentang punca kecacatan dan cadangkan kepada syarikat tersebut, tindakan yang perlu diambil bagi mengelakkan masalah itu berlaku lagi.

(12 marks/*markah)*

…14/-

(b). Environmental Stress Cracking (ESC) is one type of failures that usually experienced by plastic products. State possible cause of this type failure and describe changes that are transpired by the product if it is said to be exposed to ESC. Please give real-life examples of ESC occurrence in your answer.

Peretakan Tegasan Persekitaran (ESC) adalah salah satu jenis kegagalan yang biasa dialami oleh produk plastik. Nyatakan punca yang berkemungkinan menyebabkan kegagalan jenis ini dan jelaskan perubahan yang dipamerkan oleh produk yang dikatakan telah terdedah kepada ESC. Sila beri contoh-contoh seharian yang menunjukkan kejadian ESC dalam jawapan anda.

(8 marks/*markah*)

–oooOooo –