

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

KSCP Semester Examination  
Academic Session 2016/2017

August 2017

**EPM 212/3 – Metrology and Quality Control**  
*[Metrologi dan Kawalan Kualiti]*

Duration : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
**ARAHAN KEPADA CALON :**

Please check that this paper contains **NINE (9)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** mukasurat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE (5)** questions.  
*Jawab **LIMA (5)** soalan.*

Answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.  
*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Each question must begin from a new page.  
*Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

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.*

- Q1. (a) State the difference between precision and accuracy.**

*Nyatakan perbezaan antara kepersisan dan kejituan.*

**(20 marks/markah)**

- (b) Table Q1(b) shows the readings taken using three digital calipers on a 20 mm block. Each measurement was repeated five times. By calculating the mean and standard deviation of the measurements, determine which digital gage has:**

*Jadual S1(b) menunjukkan bacaan yang diambil dengan menggunakan tiga angkup digital pada blok 20 mm. Setiap pengukuran diulang lima kali. Dengan mengira purata dan sisihan piawai bacaan tersebut, tentukan tolok digital mana yang mempunyai:*

- (i) the highest accuracy**

*Kejituan tertinggi*

- (ii) the highest precision**

*Kepersisan tertinggi*

- (iii) the lowest accuracy**

*Kejituan terendah*

- (iv) the lowest precision.**

*Kepersisan terendah.*

**You may use the statistical functions on your calculator or use manual calculation using the given formulae.**

*Anda boleh menggunakan fungsi statistik pada kalkulator anda atau gunakan kiraan manual dengan formula yang diberi.*

**(40 marks/markah)**

**TableQ1(b)**

Jadual S1(b)

<b>Digital caliper</b> Angkup digital	<b>Readings (mm)</b> Bacaan (mm)
A	20.005, 20.080, 19.995, 20.016, 20.055
B	20.151, 20.155, 20.149, 20.145, 20.160
C	19.233, 19.440, 20.002, 21.024, 19.028

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}, \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

- [c] In a test on parallelism, the fringe patterns formed on Grade 0 and Grade 2 block gages were compared. The fringe patterns obtained are shown in Figure Q1(c). The figure also shows the location of the optical flat relative to the block gages. Calculate, in mm, the difference in height between:

Dalam ujian keselarian, corak-corak pinggir yang terbentuk pada tolok-tolok bongkah Gred 0 dan Gred 2 dibandingkan. Corak pinggir yang didapati ditunjukkan dalam Rajah S1(c). Rajah tersebut juga menunjukkan lokasi keping optik relatif kepada tolok-tolok bongkah. Kira, dalam mm, perbezaan ketinggian antara:

- (i) point A and point D

*Titik A dan titik D*

- (ii) point C and point D

*Titik C dan titik D*

Assume that the wavelength of light is  $0.585 \mu\text{m}$ .

*Andaikan bahawa jarak gelombang cahaya ialah  $0.585 \mu\text{m}$ .*

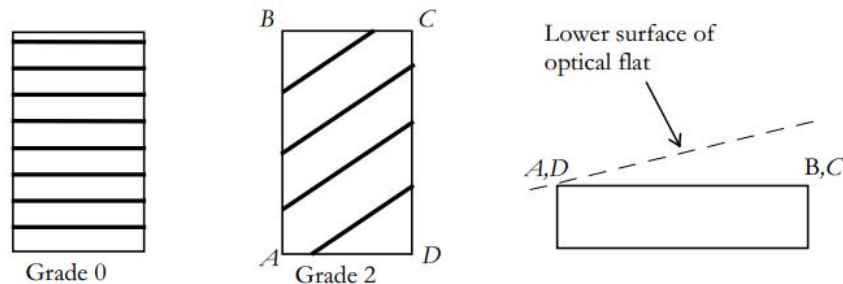


Figure Q1(c)  
Rajah S1(c)

(40 marks/markah)

- Q2. [a] Explain the difference between displacement method and interchange method of linear measurement. Give ONE (1) example of a measuring instrument that uses each method.

Terangkan perbezaan antara kaedah anjakan dan kaedah saling tukar dalam pengukuran linear. Berikan SATU (1) contoh alat pengukuran yang menggunakan setiap kaedah.

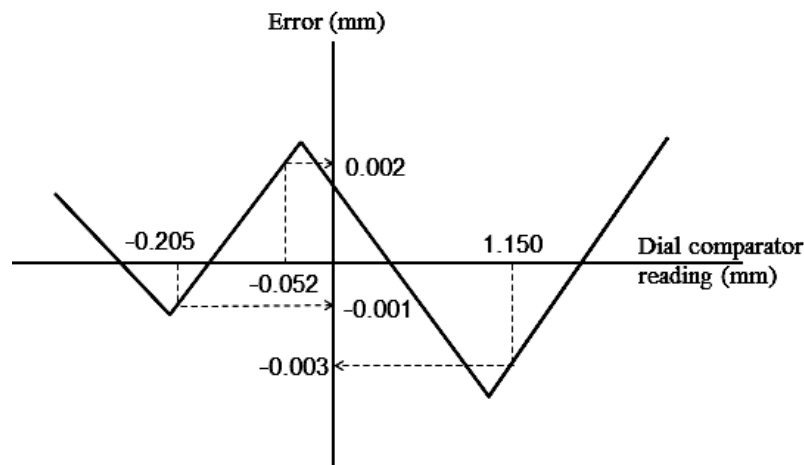
(20 marks/markah)

- (b) A dial comparator was used to determine the dimensions of a specimen block. Each dimension was compared with the length of a combination of gage blocks wrung together. The readings obtained are as shown in Table Q2(b). The error in the comparator readings for each reading taken is shown in Figure Q2(b). By taking into account the errors, determine the dimensions of the specimen block. Assume that the reading of the comparator was set to zero using the gage blocks.

*Pembanding dail digunakan untuk menentukan dimensi pada tolok bongkah. Setiap dimensi dibandingkan dengan panjang kombinasi tolok-tolok bongkah yang dilekat bersama. Bacaan yang didapati ditunjukkan dalam Jadual S2(b). Ralat dalam bacaan pembanding bagi setiap bacaan yang diambil ditunjukkan dalam Rajah S2(b). Dengan mengambilkira ralat-ralat tersebut, tentukan dimensi-dimensi pada blok spesimen. Andaikan bahawa bacaan pembanding dilaraskan kepada sifar dengan menggunakan tolok-tolok bongkah.*

**Table Q2(b)**  
Jadual S2(b)

<b>Dimension</b> Dimensi	<b>Dimension of gage blocks (mm)</b> Dimensi tolok-tolok bongkah (mm)	<b>Comparator reading (mm)</b> Bacaan pembanding (mm)
<b>Length</b> Panjang	<b>50.000, 2.500, 1.080</b>	<b>- 0.052</b>
<b>Width</b> Lebar	<b>20.000, 1.800, 1.120</b>	<b>- 0.205</b>
<b>Height</b> Tinggi	<b>15.000, 2.500, 1.020</b>	<b>+ 1.150</b>



**Figure Q2(b)**  
Rajah S2(b)

(45 marks/markah)

- (c) A sine bar was used to measure the angle  $\theta$  on a specimen block as shown in Figure Q2(c). The length of the sine bar (distance between rollers) is 250 mm. The total length  $h$  of the block gages is 52.9 mm. The horizontal distance between points A and B is 50 mm. If the reading on the dial indicator was set to zero at point A and the reading at point B is 0.20 mm, determine the angle  $\theta$  to the nearest arc second.

*Bar sinus digunakan untuk mengukur sudut  $\theta$  pada blok specimen seperti ditunjukkan dalam Rajah S2(b). Panjang bar sinus (jarak di antara pengguling) ialah 250 mm. Jumlah panjang  $h$  pada tolok bongkah ialah 52.9 mm. Jarak mendatar antara titik-titik A dan B ialah 50 mm. Jika bacaan pada petunjuk dail dilaraskan kepada sifar pada titik A dan bacaan pada titik B ialah 0.20 mm, tentukan sudut  $\theta$  kepada saaat sudut terdekat.*

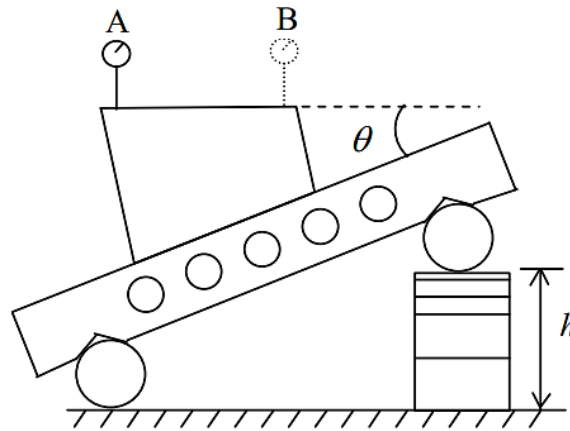


Figure Q2(c)  
Rajah S2 (c)

(35 marks/markah)

- Q3. (a) List FIVE(5) factors that affect surface roughness in machining.

*Senaraikan LIMA (5) faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan dalam pemesinan.*

(20 marks/markah)

- (b) Explain the difference between roughness and waviness. State TWO(2) factors that give rise to roughness and TWO(2) factors that give rise to waviness.

*Terangkan perbezaan antara kekasaran dan kegelombangan. Nyatakan DUA(2) faktor yang menyebabkan kekasaran dan DUA(2) faktor yang menyebabkan kegelombangan.*

(30 marks/markah)

- (c) Figure Q3(c) shows part of a trace measured using a roughness tester. Determine the following roughness parameters for the trace (i)  $R_a$ , (ii)  $R_z$  and (iii)  $R_t$ .

Rajah S3(c) menunjukkan sebahagian daripada surihan yang diukur dengan menggunakan penguji kekasaran. Tentukan parameter-parameter kekasaran berikut: (i)  $R_a$ , (ii)  $R_z$  dan (iii)  $R_t$ .

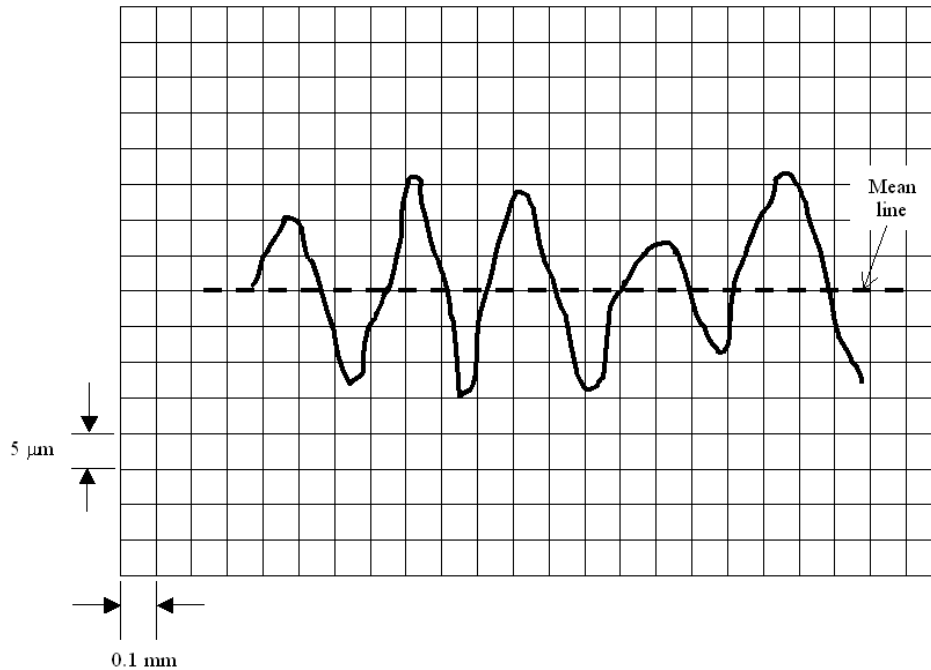


Figure Q3(c)  
Rajah S3(c)

(50 marks/markah)

- Q4. [a] (i) Differentiate between Total Quality Management and Taguchi concept in quality control perspective?

*Bezakan di antara pengurusan kualiti menyeluruh dan konsep Taguchi dalam perspektif kawalan kualiti?*

(20 marks/markah)

- (ii) Discuss how information technology could improve quality?

*Bincangkan bagaimana teknologi maklumat dapat meningkatkan kualiti?*

(20 marks/markah)

- [b] Specification of the elongation of a product is  $9 \pm 1$  mm. Ten samples are tested randomly in order to estimate their process capabilities. The data disseminated in Table Q4[b]. From the analysed data, it is given that the subgroup size is 5, with values of  $A_2=0.577$ ,  $D_3=0$  and  $D_4=2.114$ :

*Spesifikasi pemanjangan produk adalah  $9 \pm 1$  mm. Sepuluh sampel diuji secara rawak untuk menganggar keupayaan proses. Data yang dikumpulkan seperti pada Jadual S4[b]. Dari data yang dianalisa, diberikan saiz sub-kumpulan adalah 5, dengan nilai-nilai  $A_2 = 0.577$ ,  $D_3 = 0$  dan  $D_4 = 2.114$ :*

- (i). Calculate the potential capability and true process capability from the data.

*Kirakan keupayaan potensi dan keupayaan sebenar proses untuk data tersebut.*

- (ii). Determine percentage defect expected. It is given that values of  $Z_1=-2.5$ ,  $Area_1=0.0062$  and  $Z_2=-2.4$ ,  $Area_2 = 0.0082$  and  $Z_3=-2.83$ ,  $Area_3 = 0.0023$ .

*Tentukan peratusan kecacatan yang dijangkakan. Diberi nilai-nilai  $Z_1=-2.5$ ,  $Keluasan_1=0.0062$  dan  $Z_2=-2.4$ ,  $Keluasan_2 = 0.0082$  dan  $Z_3=-2.83$ ,  $Keluasan_3 = 0.0023$ .*

**Table Q4[b]**  
*Jadual S4[b]*

9.5	9.2	9.1	9.3	9.7
10.1	8.9	10.0	9.3	9.6
10.0	8.7	9.4	9.5	9.7
9.2	9.1	9.7	10.1	9.6
9.7	9.2	10.0	9.7	9.8
9.8	9.3	9.3	9.1	9.3
10.0	9.2	9.3	9.4	9.5
9.1	9.1	9.5	9.4	9.3
9.5	8.9	9.0	9.0	8.9
8.9	9.7	9.5	9.0	9.6

(60 marks/markah)

- Q5. [a] Explain the term reliability including the normal technical term used and lifetime warranty?

*Terangkan terma kebolehpercayaan dengan memasukkan istilah teknikal yang biasa digunakan dan jaminan sepanjang hayat?*

(20 marks/markah)

- [b]** A system has 5 components with reliability (R) values of:  $A=0.985$ ;  $B = 0.970$ ;  $C = 0.980$ ;  $D= 0.895$  and  $E= 0.990$  respectively. Determine the R total for the system if:

*Satu sistem yang mempunyai 5 komponen dengan nilai kebolehpercayaan (R):  $A = 0.985$ ;  $B = 0.970$ ;  $C = 0.980$ ;  $D = 0.895$  dan  $E = 0.990$  masing-masing. Kirakan jumlah R sekiranya:*

- (i)** The components A to E are arranged in parallel.

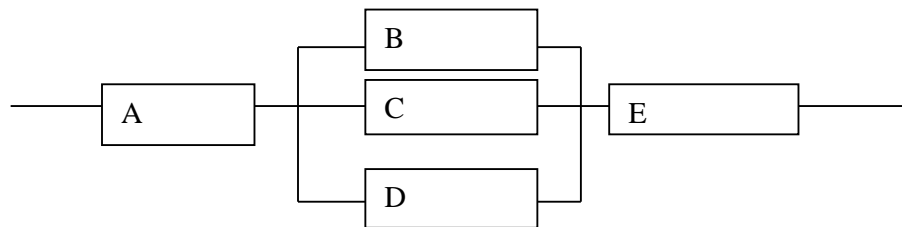
*Komponen-komponen A hingga E diaturkan secara selari.*

- (ii)** The components A to E are arranged in series.

*Komponen-komponen A hingga E diaturkan secara bersiri.*

- (iii)** If the arrangement is as shown in Figure Q5[b(iii)].

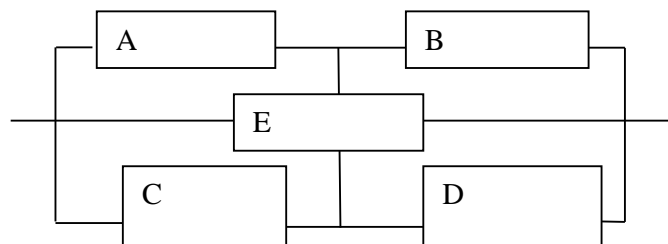
*Sekiranya aturan tersebut adalah seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah S5 [b(iii)].*



**Figure Q5[b(iii)]**  
*Rajah S5[b(iii)]*

- (iv)** The arrangement is as shown in Figure Q5[b(iv)].

*Aturan tersebut adalah seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah S5 [b(iv)].*



**Figure Q5[b(iv)]**  
*Rajah S5[b(iv)]*

**(80 marks/markah)**

- Q6. [a] Explain the normal, reduced and tightened curves on percentage of lot accepted in sampling process.**

*Jelaskan lengkung normal, dikurangkan dan diketatkan pada peratusan lot yang diterima dalam proses persampelan.*

**(20 marks/markah)**

- [b] Data was collected for 25 observations on mass of liquid crystal produced (in mg) as shown in Table Q6[b].**

*Data yang dikumpul untuk 25 pemerhatian pada jisim hablur cecair yang dihasilkan (mg) seperti yang ditunjukkan dalam Jadual S6[b].*

**Table Q6[b]**  
*Jadual S6[b]*

Sample no.	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	1.6347	1.569	1.6944	1.4673	1.6691
2	1.4314	1.3592	1.6075	1.4666	1.6109
3	1.4284	1.4871	1.4932	1.4324	1.5914
4	1.5028	1.6352	1.3841	1.2831	1.5507
5	1.5604	1.2735	1.5265	1.4363	1.6444

- (i) Determine if the sampling is feasible for the mass of liquid crystal produced with the standard deviation is +/- 0.115059 mg and if it is in control using the plotted curve.**

*Tentukan jika persampelan tersebut boleh dilaksanakan untuk jisim hablur cecair dihasilkan dengan sisihan piawai adalah +/-0.115059 mg dan jika ia di dalam kawalan menggunakan lengkung yang diplot.*

**(50 marks/markah)**

- (ii) Determine the control curve and justify the distribution of the curve.**

*Tentukan lengkungan kawalan dan berikan justifikasi terhadap taburan lengkung.*

**(30 marks/markah)**

**-oooOooo-**