
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

**Second Semester Examination
Academic Session 2007/2008**

*Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2007/2008*

APRIL 2008

**EPM 212/4 – METROLOGY AND QUALITY CONTROL
METROLOGI DAN KAWALAN KUALITI**

Duration : 3 hour

Masa : 3 jam

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE :

ARAHAN KEPADA CALON :

Please check that this paper contains **TEN** (10) printed pages and **SIX** (6) questions before you begin answering the questions.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEPULUH** (10) mukasurat dan **ENAM** (6) soalan yang bercetak sebelum anda mula menjawab soalan.*

Answer **FIVE** (5) questions only.

*Sila jawab **LIMA** (5) soalan sahaja.*

Answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Inggeris** ATAU **Bahasa Malaysia** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Answer to each question must begin from a new page.

Jawapan bagi setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

Q1. [a] Explain the difference between the following terms used in metrology:

- i) Precision and accuracy.**
- ii) Tolerance and resolution.**

Terangkan perbezaan antara istilah-istilah berikut yang digunakan dalam metrologi:

- i) Kebersisian dan kejitian.*
- ii) Had-terima dan resolusi.*

[20 marks/markah]

[b] Explain how the precision and accuracy of a measuring instrument can be determined.

Terangkan bagaimana kebersisian dan kejitian bagi suatu alat ukur boleh ditentukan.

[10 marks/markah]

[c] Four of the micrometers labeled A, B, C and D used by the quality control department in a precision tooling company need to be calibrated to determine their precision and accuracy. The calibration for each micrometer was carried out using Grade 2 block gage of dimension 10.004 mm. Five measurements were taken for each micrometer. The readings are tabulated in Table Q1[c].

Determine the micrometer that has the: (i) Highest precision, (ii) highest accuracy, (iii) lowest precision and (iv) lowest accuracy.

Empat daripada mikrometer-mikrometer berlabel A, B, C dan D yang digunakan oleh jabatan kawalan kualiti di sebuah syarikat perkakas kebersisian perlu dikalibrasi untuk menentukan kebersisian dan kejitian mikrometer tersebut. Kalibrasi setiap micrometer tersebut dijalankan dengan menggunakan tolok bongkah Gred 2 berdimensi 10.004 mm. Lima bacaan diambil untuk setiap mikrometer. Bacaan-bacaan tersebut dicatatkan dalam Jadual S1[c].

Tentukan mikrometer yang mempunyai: (i) Kebersisian tertinggi, (ii) kejitian tertinggi, (iii) kebersisian terendah dan (iv) kejitian terendah.

Table Q1[c]
Jadual S1[c]

Micrometer (Mikrometer)	Readings (<i>Bacaan</i>) (mm)				
	1	2	3	4	5
A	10.012	10.048	10.062	10.080	10.008
B	9.989	10.052	10.064	9.882	10.002
C	10.002	10.000	10.006	10.004	10.005
D	9.998	9.986	10.001	9.978	9.960

[30 marks/markah]

- [d] Explain the term 'compound error'. The mass m of a hollow tube (made of aluminium alloy, $\rho = 7600 \text{ kg/m}^3$) shown in Figure Q1[d] can be determined from the volume V and density of the tube material. The external and internal diameters, d_o and d_i , of the tube are, respectively, 20.04 mm and 10.28 mm, and its length $L = 200.4 \text{ mm}$. If the error in measurement of both diameters is $\pm 0.01 \text{ mm}$ and error in measurement of length is $\pm 0.2 \text{ mm}$, determine the compound error in the mass of the tube.

Terangkan istilah 'ralat majmuk'. Jisim m bagi tiub berongga (diperbuat daripada aloi aluminium, $\rho = 7600 \text{ kg/m}^3$) yang ditunjukkan dalam Rajah S1[d] boleh ditentukan daripada isipadu V dan ketumpatan bahan tiub. Garispusat-garispusat luaran dan dalaman, d_o dan d_i , bagi tiub tersebut masing-masing ialah 20.04 mm dan 10.28 mm, dan panjang $L = 200.4 \text{ mm}$. Jika ralat pengukuran kedua-dua garispusat tersebut ialah $\pm 0.01 \text{ mm}$ dan ralat pengukuran panjang ialah $\pm 0.2 \text{ mm}$ tentukan ralat majmuk dalam jisim bagi tiub tersebut.

[40 marks/markah]

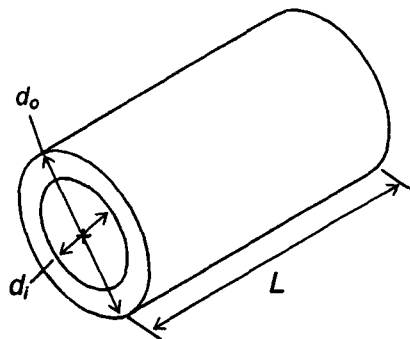


Figure Q1[d]
Rajah S1[d]

- Q2. [a]** With the aid of a diagram, explain how fringes are formed when an optical flat is placed on top of a reflecting surface.

Sketch the fringe patterns that will be produced in cases (i) to (iv) Figure Q2[a] when viewed from above.

Dengan bantuan gambarajah, terangkan bagaimana pinggir-pinggir terbentuk apabila keping optik diletakkan di atas suatu permukaan memantul.

Lakarkan corak-corak jalur yang akan terhasil dalam kes-kes (i) hingga (iv) dalam Rajah S2[a] apabila dilihat dari atas.

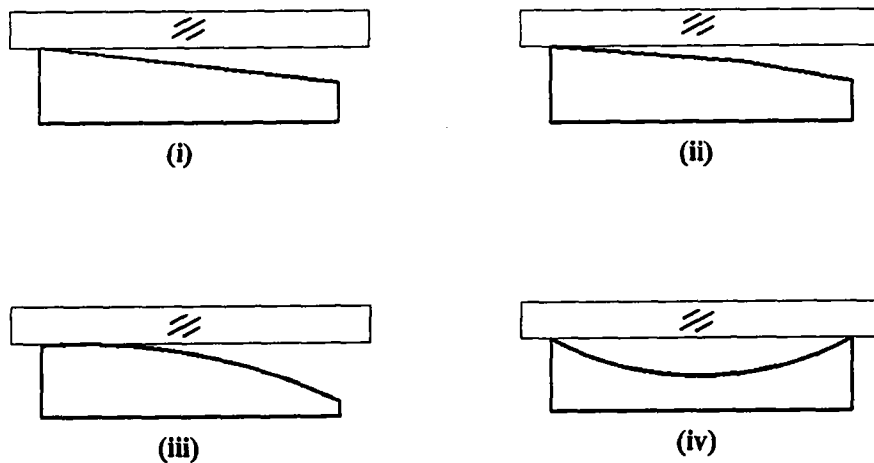


Figure Q2[a]
Rajah S2[a]

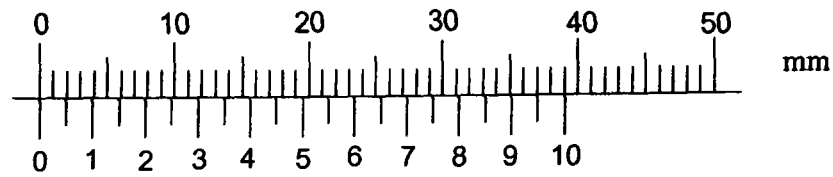
[40 marks/markah]

- [b]** By giving an example, explain how the vernier scale can be used to increase the resolution of the main scale in a vernier instrument.

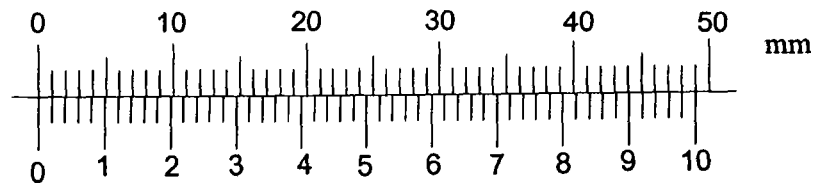
Determine the resolution of the vernier instruments with the scales shown in Figures Q2[b](i)-(ii).

Dengan memberikan contoh, terangkan bagaimana skala vernier boleh digunakan untuk meningkatkan resolusi skala utama di dalam alatan vernier.

Tentukan resolusi alatan-alatan vernier dengan skala-skala yang ditunjukkan dalam Rajah S2[b](i)-(ii).



(i)



(ii)

Figure Q2[b]
Rajah S2(b)

[30 marks/markah]

- [c] A digimatic indicator was used to measure the dimensions on an unknown specimen block by comparing with the dimensions of block gages. The reading on the indicator was set to zero using the unknown specimen block. When the indicator is in contact with the block gages the readings obtained are shown in Table Q3[c]. If the indicator has a systematic error of $+0.002$ mm, determine the dimensions (L , W and B) of the specimen block.

Petunjuk digimatik digunakan untuk mengukur dimensi-dimensi pada blok spesimen dengan membandingkan dengan dimensi tolok-tolok bongkah. Bacaan pada petunjuk dilaraskan kepada sifar dengan menggunakan blok spesimen dan pengukuran yang didapati apabila menyentuh tolok-tolok bongkah ditunjukkan dalam Jadual Q3[c]. Jika petunjuk mempunyai ralat sistematik sebanyak $+0.002$ mm, tentukan dimensi-dimensi (L , W dan B) pada blok spesimen tersebut.

Table Q3[c]
Jadual S3[c]

Dimension <i>Dimensi</i>	Gage blocks used (mm) <i>Tolok-tolok bongkah (mm)</i>	Indicator readin (mm) <i>Bacaan Petunjuk</i>
Length L	40.000, 8.000, 1.200, 1.050	-0.015
Width W	20.000, 1.600, 1.100	+0.040
Breadth B	9.000, 1.07	-0.028

[30 marks/markah]

- Q3. [a] Explain, with the aid of diagrams, the difference between roughness and waviness. List FOUR (4) causes of waviness in a product.

Terangkan, dengan bantuan gambarajah, perbezaan antara kekasaran dengan kegelombangan. Senaraikan EMPAT (4) penyebab kegelombangan di dalam suatu produk.

[20 marks/markah]

- [b] Describe how the following roughness parameters are evaluated:

- i) Ten-point average roughness (R_z)
- ii) Average roughness (R_a)
- iii) Root-mean-square roughness (R_q)

Illustrate with appropriate sketches.

Huraikan bagaimana parameter-parameter kekasaran berikut dikira:

- i) Kekasaran purata sepuluh-titik (R_z)
- ii) Kekasaran purata (R_a)
- iii) Kekasaran punca-min-kuasa dua (R_q)

[15 marks/markah]

Ilustrasi dengan lakaran yang sesuai.

- [c] Estimate the values of R_a and R_q for the trace shown in Figure Q3[c].

Anggarkan nilai-nilai R_a dan R_q bagi jejak yang ditunjukkan dalam Rajah Q3[c].

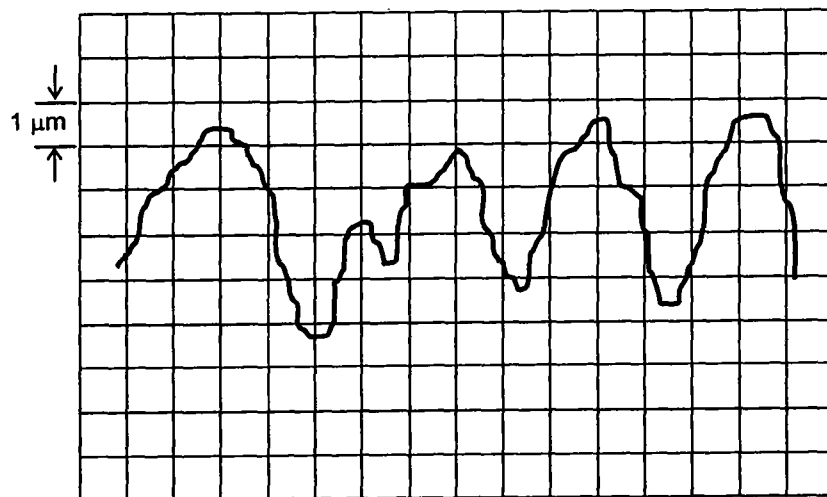


Figure Q3[c]
Rajah S3[c]

0.2 mm

[40 marks/markah]

- [d] **Explain the terms 'least squares center (LSC)', 'maximum inscribing circle (MIC)' and 'minimum circumscribing circle (MCC)' as applied to the measurement of roundness of a cylindrical product. Illustrate with appropriate sketches. Hence, define the term 'roundness error'.**

Terangkan istilah 'pusat kuasa-dua terkecil (LSC)', 'bulatan dalaman maksimum (MIC)' dan 'bulatan melilit minimum (MCC)' yang digunakan bagi pengukuran kebulatan produk bersilinder. Ilustrasikan dengan lakaran-lakaran yang sesuai. Seterusnya, terangkan sebutan 'ralat kebulatan'.

[25 marks/markah]

- Q4. [a] **Differentiate between attributes and variable data.**

Bezakan antara data atribut dengan data angkubah.

[20 marks/markah]

- [b] **Classify the basic seven QC tools into data analysis tool and cause analysis tool (some tool can be in both category).**

Kelaskan tujuh perkakasan kawalan mutu kepada perkakasan untuk analisa data dan perkakasan untuk analisa sebab (ada perkakasan boleh dikategori pada kedua dua kelas).

[30 marks/markah]

- [c] **A grade of polystyrene is used in an injection moulding process used to manufacture dolls for children. A study of the process has revealed the following defect frequency information shown in Table Q4[c].**

- i) **Construct a Pareto diagram for the defect information.**
- ii) **Comment on the results.**

Sejenis gred polystyrene digunakan pada proses acuan suntik untuk membuat patung bagi kanak-kanak. Kajian terhadap proses menampilkan maklumat kekerapan defek seperti di Jadual S1[c].

- i) *Lakukan analisis terhadap data di Jadual S4[c] dan berikan komen anda.*
- ii) *Bina carta Pareto bagi maklumat defek tersebut. Beri komen berdasarkan carta itu.*

Quality Characteristic <i>Ciri Kualiti</i>	at head <i>kepala</i>	at arm <i>lengan</i>	at body (torso) <i>badan</i>	at leg <i>kaki</i>
Scratches <i>calar</i>		22	2	
Flow lines <i>terguris</i>		100	11	78
Flash <i>lelebih</i>				17
Voids <i>lompong</i>		6		90
Short shots <i>Terpendek</i>	8		28	
Splay <i>rencung</i>	8			

Table Q4[c]
Jadual S4[c]

[50 marks/markah]

- Q5. [a] List FOUR type of measurement variation and explain briefly ONE of them.

Senaraikan EMPAT jenis varian pengukuran dan terangkan secara ringkas SATU dari nya

(20 marks/markah)

- [b] Explain the differences between process capability and statistical control.

Terangkan perbezaan antara keupayaan proses dengan kawalan berstatistik.

(30marks/markah)

- [c] Four components A,B ,C and D are assembled as in Figure Q5[b] at three workstations as in table Q5b[i]:

- i) If the specification is 106 ± 4 mm, calculate the proportion of assemblies which are within the specification
- ii) If tolerance range for assembly is 1.0 mm in the assembly sequence as in Table Q2b (i), calculate tolerance range at each workstation.
- iii) Provide two assumptions you used in the above calculations

Empat komponen seperti di rajah S5[b] di pasang pada setesen-kerja seperti di jadual S5[b)i) :

- i) Jika spesifikasi pemasangan ialah 106 ± 4 mm, kira kadaran produk yang menuruti spesifikasi.
- ii) Jika julat had terima pemasangan ialah 1 mm dan menuruti jujukan kerja seperti di jadual S5[b)i), kira julat had terima bagi setiap stesen kerja
- iii) Berikan dua andaian yang anda guna untuk pengiraan di atas

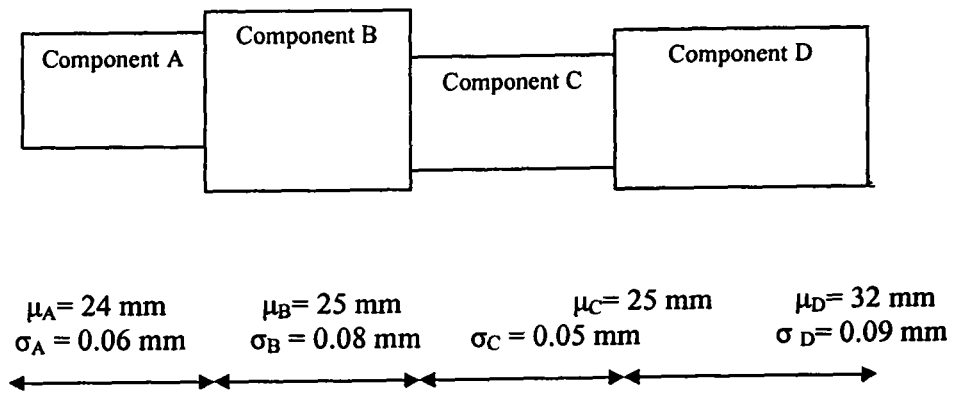


Figure Q5[b]
Rajah S5[b]

workstation	Component assembled	result
1	A & B	AB
2	C & AB	ABC
3	D & ABC	ABCD

Table Q5[b)i)
Jadual S5[b)i)

(50 marks/markah)

- Q6. [a] List ONE main contribution for each of the following persons: Shewhart, Deming, Juran, Ishikawa and Taguchi.

Senaraikan SATU sumbangan bagi setiap orang berikut: Shewhart, Deming, Juran, Ishikawa and Taguchi.

(30 marks/markah)

- [b] State TWO type and TWO purposes of control charts.

Nyatakan dua tujuan dan DUA jenis carta kawal.

(20 marks/markah)

- [c] Control charts are to be constructed for turning the outside diameter of a cylinder. The diameter has specifications of 45 ± 0.50 mm.

i) If $\Sigma X = 1578.518$ mm and $\Sigma R = 21.875$ mm for 35 samples of size $n = 5$, Calculate the centrelines and control limits for the control charts. The estimator factors for sample size of $n = 5$ are $A_2 = 0.577$, $A_3 = 1.427$, $A_4 = 0.691$, $D_3 = 0$, $D_4 = 2.11$.

ii) If process is in good statistical control, calculate percentage of the parts produced that is within tolerance limit. (give assumption used for calculation).

iii) Calculate percentage within the specifications if the process were adjusted to centred at nominal.

Carta kawal dibina bagi proses melarik garispusat luar sebuah silinder. Spesifikasi garispusat ialah 45 ± 0.50 mm.

i) *Jika $\Sigma X = 1578.518$ mm dan $\Sigma R = 21.875$ mm bagi 35 sampel bersaiz $n = 5$, Kira nilai garis tengah dan had kawalan bagi carta kawal. Nilai estimator bagi saiz sample 5 adalah A1.*

ii) *Jika proses secara statistiknya terkawal, kira peratus bahagian dihasilkan yang dalam lingkungan had terima (Berikan andaian anda untuk pengiraan ini).*

iii) *Kira peratus dalam lingkungan had terima jika proses dilaras agar nilai purata adalah sama dengan nominal.*

(50 marks/markah)