

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2004/2005

Mac 2005

**EPP 332/3 – PROSES PEMBUATAN TERMAJU**

Masa : 3 jam

---

**ARAHAN KEPADA CALON :**

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEBELAS BELAS (11)** mukasurat dan **TUJUH (7)** soalan serta **SATU (1)** lampiran yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

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

Jawab **DUA (2)** soalan dari **Bahagian A**, **DUA (2)** soalan dari **Bahagian B**, dan **SATU (1)** soalan dari **mana-mana Bahagian**.

Pelajar dibenarkan menjawab mana-mana soalan dalam **Bahasa Inggeris** ATAU **Bahasa Malaysia**.

**Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.**

**BAHAGIAN A**

- S1. [a] **Apakah kelebihan dan kekurangan proses suntikan plastik. Berikan TIGA contoh produk yang dihasilkan menggunakan proses ini.**

*What are the advantages and disadvantages of plastic injection molding. Give THREE examples of products produced using this process.*

**(20 markah)**

- [b] **Dengan bantuan lakaran, terangkan dengan ringkas langkah-langkah yang terlibat dalam proses suntikan plastik. Lakaran hendaklah dilabelkan dengan lengkap untuk membantu penerangan.**

*With the aid of sketches, describe briefly steps involved in plastic injection molding. Sketches should be labeled to assist the descriptions.*

**(40 markah)**

- [c] **Diketahui bahawa**

**Kadar Suntikan,  $Q$  = Kelajuan Skru ( $V_s$ ) x Luas Keratan Rentas Skru ( $A_s$ ).**

**Dengan anggapan bahawa Kadar Suntikan pada Skru ( $Q_s$ ) bersamaan dengan Kadar Suntikan Pada Muncung ( $Q_n$ ),**

**kira nisbah Kelajuan Peleburan Muncung terhadap Kelajuan Peleburan Skru, jika diameter skru, ( $D_s$ ) adalah 50 mm dan diameter muncung, ( $D_n$ ) adalah 3 mm.**

*Given that;*

*Injection Rate,  $Q$  = Screw Velocity ( $V_s$ ) x Screw Cross Section ( $A_s$ ).*

*Assume that, injection rate at the screw, ( $Q_s$ ) is equal to injection rate at the nozzle, ( $Q_n$ ), then*

*calculate the ratio of melt velocity at the nozzle and melt velocity at the screw, if screw diameter, ( $D_s$ ) is 50 mm and nozzle diameter, ( $D_n$ ) is 3 mm.*

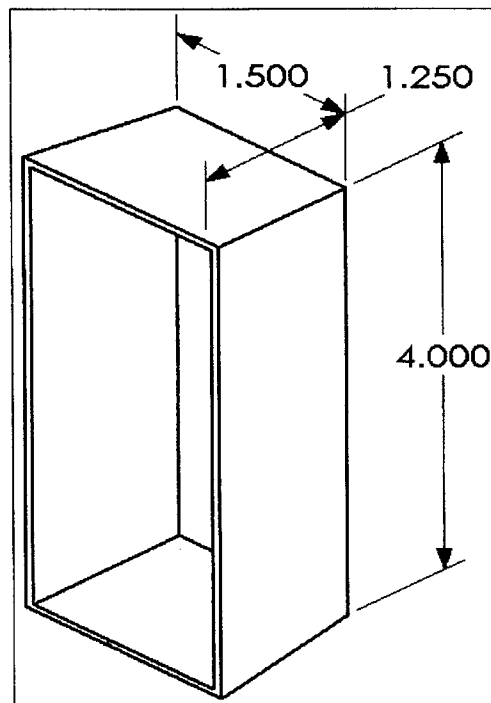
**(40 markah)**

- S2. [a] **Termoforming merupakan antara kaedah pemprosesan plastik yang paling popular. Dengan bantuan lakaran, terangkan dengan ringkas TIGA jenis proses thermoforming. Berikan contoh produk bagi setiap satunya.**

*Thermoforming is one of the most popular processing methods for plastic. With the aid of sketches, describe THREE types of thermoforming processes. Give examples of product for each of the process.*

**(50 markah)**

- [b] **Kira nisbah tiupan produk yang ditunjukkan dalam Rajah S2[b].  
Calculate blow ratio of the product shown in Figure Q2[b].**



**Rajah S2[b]**  
*Figure Q2[b]*

**(30 markah)**

- [c] **Berikan DUA perbezaan antara proses acuan pemindahan dan proses acuan mampatan.**

*Give TWO differences between transfer molding and compression molding processes.*

**(20 markah)**

- S3. [a] **Elektrosaduran, elektro tanpa-saduran dan elektro-bentukan merupakan antara kaedah rawatan permukaan mekanikal yang sering digunakan. Terangkan dengan terperinci perbezaan antara kaedah-kaedah rawatan ini.**

*Electroplating, electroless plating and electroforming are some of the mechanical surface treatment techniques that are usually used. Explain in details the differences between the techniques.*

**(40 markah)**

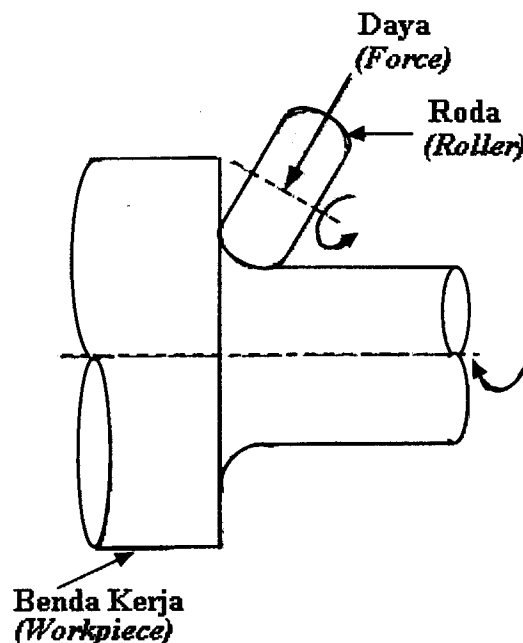
- [b] **Terangkan dengan ringkas langkah-langkah yang terlibat dalam proses roller burnishing. Bawakan TIGA contoh produk yang dihasilkan oleh proses ini.**

*Describe briefly steps involved in roller burnishing process. Give THREE examples of product produced by this process.*

**(30 markah)**

- [c] **Prinsip asas dalam roller burnishing adalah peneakan tekanan dan daya yang dikenakan pada permukaan komponen seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S3[c]. Terdapat beberapa faktor yang akan mempengaruhi tahap dan jenis tekanan yang akan dikenakan. Senaraikan semuanya.**

*The basic principle of roller burnishing is the relationship between the pressure and force applied to the desired surfaces as shown in Figure Q3[c]. There are several factors that affect the level and the types of pressure applied. List all of them.*



**Rajah S3[c]**  
**Figure Q3[c]**

**(30 markah)**

S4. Pilih **EMPAT** daripada produk yang disenaraikan dan terangkan dengan terperinci proses-proses yang terlibat dalam menghasilkan produk-produk tersebut.

- i) Perumah telefon tangan
- ii) Plastik pembungkus
- iii) Paip PVC
- iv) Botol air mineral
- v) Cawan plastik
- vi) Bakul sampah

Select **FOUR** of the products listed below and describe in detail steps involved in their manufacturing.

- i) Handphone Casing
- ii) Plastic Bag
- iii) PVC Pipe
- iv) Mineral Water Bottle
- v) Plastic Cup
- vi) Dustbin

(100 markah)

### BAHAGIAN B

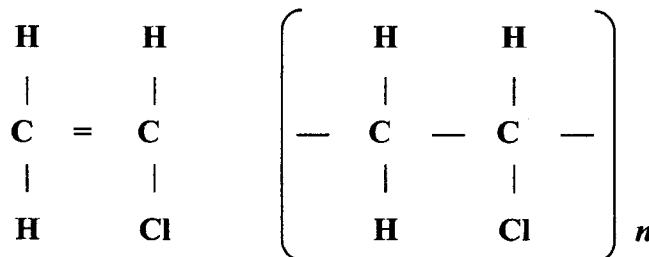
S5. [a] Merujuk pada Gambarajah S5[a] dibawah ini,  
Referring to Figure Q5[a] below,

- i) Kira berat molekul daripada sebuah mer polyvinyl-chloride.  
Determine the molecular weight of a polyvinyl-chloride mer.

(10 markah)

- ii) Jika sebuah polimer PVC mempunyai berat molekul purata sebesar 50,000, kira darjah polimerisasi nya.  
If a PVC polymer has an average molecular weight of 50,000, calculate the degree of polymerization.

(10 markah)



Struktur molekul Polyvinyl Chloride (PVC)  
Molecular structure of Polyvinyl Chloride (PVC)

Gambarajah S5[a]  
Figure Q5[a]

Nombor atom : Hidrogen = 1  
Atomic number : Hydrogen = 1

- [b] Kira kenaikan purata daripada sifat-sifat mekanikal bahan-bahan plastik kejuruteraan seperti yang terdapat dalam Jadual S5[b] sebagai hasil daripada tetulanganya. Jelaskan pemerhatian anda.

*Calculate the average increase in the mechanical properties of engineering plastics given in Table Q5[b] as a result of their reinforcement. Describe your observations.*

(20 markah)

**Jadual S5[b] : Julat daripada Sifat-Sifat Mekanikal untuk Pelbagai Macam Bahan Plastik Kejuruteraan pada Suhu Ruangan**

*Table Q5[b] : Range of Mechanical Properties for Various Engineering Plastics at Room Temperature*

| <i>Material</i>           | <i>UTS<br/>(MPa)</i> | <i>E<br/>(Gpa)</i> | <i>Elongation<br/>%</i> | <i>Poisson's Ratio<br/>(n)</i> |
|---------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------------|
| ABS                       | 28 – 55              | 1.4 – 2.8          | 75 – 5                  | -                              |
| ABS, reinforced           | 100                  | 7.5                | -                       | 0.35                           |
| Acetal                    | 55 – 70              | 1.4 – 3.5          | 75 – 25                 | -                              |
| Acetal, reinforced        | 135                  | 10                 | -                       | 0.35 – 0.40                    |
| Acrylic                   | 40 – 75              | 1.4 – 3.5          | 50 – 5                  | -                              |
| Cellulosic                | 10 – 48              | 0.4 – 1.4          | 100 – 5                 | -                              |
| Epoxy                     | 35 – 140             | 3.5 – 17           | 10 – 1                  | -                              |
| Epoxy, reinforced         | 40 – 1400            | 21 – 52            | 4 – 2                   | -                              |
| Fluorocarbon              | 7 – 48               | 0.7 – 2            | 300 – 100               | 0.46 – 0.48                    |
| Nylon                     | 55 – 83              | 1.4 – 2.8          | 200 – 60                | 0.32 – 0.40                    |
| Nylon, reinforced         | 70 – 210             | 2 – 10             | 10 – 1                  | -                              |
| Phenolic                  | 28 – 70              | 2.8 – 21           | 2 – 0                   | -                              |
| Polycarbonate             | 55 – 70              | 2.5 – 3            | 125 – 10                | 0.38                           |
| Polycarbonate, reinforced | 110                  | 6                  | 6 – 4                   | -                              |
| Polyester                 | 55                   | 2                  | 300 – 5                 | 0.38                           |
| Polyester, reinforced     | 110 – 160            | 8.3 – 12           | 3 – 1                   | -                              |
| Polyethylene              | 7 – 40               | 0.1 – 1.4          | 1000 – 15               | 0.46                           |
| Polypropylene             | 20 – 35              | 0.7 – 1.2          | 500 – 10                | -                              |
| Polypropylene, reinforced | 40 – 100             | 3.5 – 6            | 4 – 2                   | -                              |
| Polystyrene               | 14 – 83              | 1.4 – 4            | 60 – 1                  | 0.35                           |
| Polyvinyl Chloride        | 7 – 55               | 0.014 – 4          | 450 – 40                | -                              |

- [c] Satu bahan plastik tetulang grafit-epoksi dengan serat memanjang mengandungi 20% serat grafit dengan kekuatan 2500 MPa dan modulus kekenyalan 300 GPa. Kekuatan matrik epoksi adalah 120 MPa, dengan modulus kekenyalan 100 GPa.

Kira modulus kekenyalan daripada rencam dan pecahan daripada beban yang disokong oleh serat tersebut.

*A graphite-epoxy reinforced plastic with longitudinal fibers contains 20% graphite fibers with a strength of 2500 MPa and an elastic modulus of 300 GPa. The strength of the epoxy matrix is 120 MPa, with an elastic modulus of 100 GPa.*

*Calculate the elastic modulus of the composite and the fraction of the load supported by the fibers.*

(30 markah)

**[d] Kira faktor-bentuk untuk :**

- i) partikel bebola**
- ii) partikel kubus**
- iii) partikel silindrikan dengan nisbah panjang-garis pusat = 2**

*Determine the shape-factor for :*

- i) a spherical particle*
- ii) a cubic particle*
- iii) a cylinder with a length-to-diameter ratio = 2*

(30 markah)

**S6. [a] Zink Stearat adalah suatu bahan pelincir yang biasanya dicampurkan pada serbuk logam sebelum proses pemadatan, pada kadar 2% daripada berat.**

**Kira ketumpatan teoretikal dan ketumpatan ketara daripada campuran serbuk besi dengan Zink Stearat, dengan mengandaikan bahawa :**

- i) 1000 g serbuk besi dicampur dengan 20 g pelincir.**
- ii) ketumpatan bahan pelincir adalah  $1.10 \text{ g/cm}^3$ .**
- iii) ketumpatan teoretikal dari serbuk besi adalah  $7.86 \text{ g/cm}^3$ , dan**
- iv) ketumpatan ketara dari serbuk besi adalah  $2.75 \text{ g/cm}^3$ .**

*Zinc Stearat is a lubricant that is commonly mixed with metal powders prior to compaction, in proportions up to 2% by weight.*

*Calculate the theoretical and apparent densities of an iron powder – zinc stearate mix, assuming that :*

- i) 1000 g of iron powder is mixed with 20 g of lubricant*
- ii) the density of the lubricant is  $1.10 \text{ g/cm}^3$*
- iii) the theoretical density of the iron powder is  $7.86 \text{ g/cm}^3$  and*
- iv) the apparent density of the iron powder is  $2.75 \text{ g/cm}^3$ .*

(20 markah)

- [b] Andaikan bahawa campuran serbuk mempunyai nilai  $k = 0.5$  dan  $\mu = 0.3$ . Apakah kedalaman, apabila tekanan daripada padatan silindrikal lurus dengan garispusat 10 mm menjadi :

- i) sifar
- ii) setengah tekanan penebuk?

*Assume that a powder mix has  $k = 0.5$  and  $\mu = 0.3$*

*At what depth will the pressure of a straight cylindrical compact 10 mm diameter become*

- i) zero, and
- ii) one-half the pressure at the punch?

(15 markah)

- [c] Pada pengikatan keadaan pepejal ketika pensinteran padatan muda serbuk logam, pengecutan lurus adalah 4%. Jika ketumpatan sinter yang diinginkan adalah 95% daripada ketumpatan teori logam, berapakah ketumpatan daripada padatan muda? Abaikan perubahan kecil pada jisim semasa pensinteran.

*In solid state bonding during sintering of a powder-metal green compact, the linear shrinkage is 4 %. If the desired sintered density is 95% of the theoretical density of the metal, what should be the density of the green compact? Ignore the small changes in mass during sintering.*

(20 markah)

- [d] Jika sebuah seramik tumpat sepenuhnya mempunyai sifat-sifat  $UTS_0 = 100$  MPa,  $E_0 = 400$  GPa, dan  $k_0 = 0.5$  W/m.K, berapa nilai sifat-sifat bahan ini pada keliangan 10%? Anggap  $n = 5$  dan  $P = 0.1$ .

*If a fully dense ceramic has the properties of  $UTS_0 = 100$  MPa,  $E_0 = 400$  GPa, and  $k_0 = 0.5$  W/m.K, what are these properties at 10% porosity? Assume  $n = 5$  and  $P = 0.1$ .*

(15 markah)

- [e] Sebuah komponen pejal seramik berbentuk silinder akan dihasilkan dan panjang akhirnya,  $L$ , ialah 20 mm. Bahan seramik yang akan digunakan mempunyai pengecutan lurus pada saat pengeringan dan pembakaran pada nilai 7% dan 6%, berdasarkan pada dimensi kering  $L_d$ .

- Kira : i) panjang awal  $L_0$  daripada komponen yang akan dihasilkan, dan  
ii) keliangan kering  $P_d$  jika keliangan daripada komponen yang telah dibakar adalah 3%.



*A solid cylindrical ceramic part is to be made whose final length must be  $L = 20$  mm. It has been established that for this material, linear shrinkages during drying and firing are 7% and 6%, respectively, based on the dried dimension  $L_d$ .*

- Calculate :*
- i) *the initial length  $L_0$  of the part, and*
  - ii) *the dried porosity  $P_d$  if the porosity of the fired part,  $P_f$ , is 3%.*

(30 markah)

- S7. [a] Perlaksanaan kejuruteraan nilai dalam kegiatan pembuatan menghasilkan keuntungan seperti pengurangan kos, pengurangan masa mendulu, prestasi produk yang lebih baik, pengurangan berat dan saiz produk, dan pengurangan masa pembuatan. Untuk menilai setiap langkah dalam proses pembuatan produk, beberapa pertanyaan haruslah dapat dijawab.**

**Senaraikan dan jelaskan pertimbangan utama yang digunakan didalam pertanyaan yang akan mewakili aspek-aspek :**

- i) **Rekabentuk produk,**
- ii) **Bahan, dan**
- iii) **Proses pembuatan.**

*Implementation of value engineering in manufacturing results in such benefits as significant cost reduction, reduced lead time, better product performance, reduced product weight and size, and reduced manufacturing times. To properly assess the value of each step in manufacturing a product, several groups of questions have to be asked.*

*List and describe the major considerations involved in the questions that will represent the aspects of :*

- i) *Product design,*
- ii) *Materials, and*
- iii) *Manufacturing processes.*

(40 markah)

- [b] Beberapa cara dapat digunakan untuk membuat komponen seperti Rajah S7[b] dibawah ini.**

**Senaraikan cara-cara tersebut, dan untuk setiap cara, jelaskan faktor-faktor seperti :**

- **mesin-mesin dan alat-alat yang diperlukan**
- **jumlah skrap yang dihasilkan**
- **kekuatan bahan dan sebagainya**

Juga, berikan komen mengenai perbezaan yang akan didapati apabila bahan-bahan berikut digunakan:

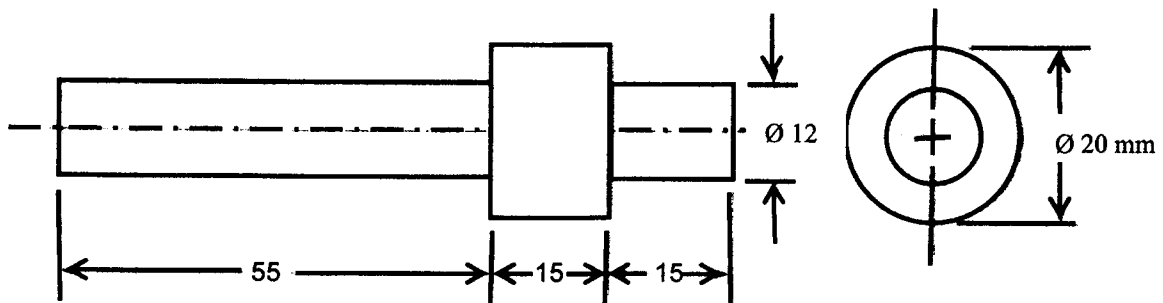
- i) Ferrous
- ii) Nonferrous
- iii) Thermoplastic, dan
- iv) Thermoset.

Several methods can be used to make the part shown in Figure Q7[b] below. List the methods, and for each one, explain such factors as

- the machinery and equipment needed,
- the amount of scrap produced,
- the strength of the part, etc.

Also comment on how different your answer would be if the material were :

- i) ferrous
- ii) nonferrous
- iii) thermoplastic, and
- iv) thermoset.



Rajah S7[b]  
Figure Q7[b]

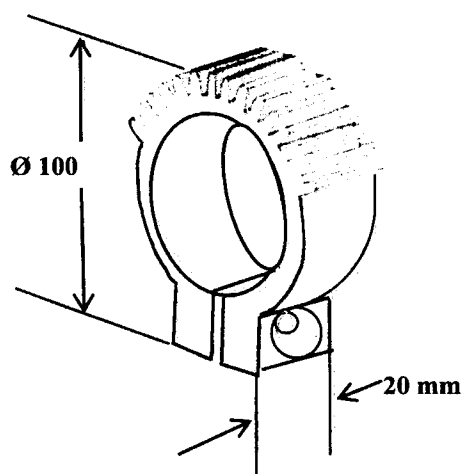
(30 markah)

[c] Komponen seperti dalam Rajah S7[c] adalah segmen roda gigi keluli karbon. Lubang yang lebih kecil pada bahagian bawah adalah digunakan untuk mengapit komponen tersebut pada sebuah aci bulat, dengan menggunakan sebuah skru dan nat.

- i) Cadangkan suatu urutan proses untuk membuat benda ini dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti jumlah bahagian-bahagian yang diperlukan, kelegaan dimensi, dan kehalusan permukaan.
- ii) Bincangkan proses-proses seperti pemesinan daripada sebuah batang, penyemperitan, penempaan, dan metalurgi serbuk.

The part shown in the Figure Q7[c] is a carbon-steel segment (partial) gear. The smaller hole at the bottom is for clamping the part onto a round shaft, using a screw and a nut.

- i) Suggest a sequence of processes to make this part, considering such factors as the effect of the number of parts required, dimensional tolerances, and surface finish.
- ii) Discuss such processes as machining from a bar stock, extrusion, forging, and powder metallurgy.



**Rajah S7[c]**  
*Figure Q7[c]*

**(30 markah)**

-000000000-

**LAMPIRAN**

Karbon = 12, dan  
Klorin = 35.5

$$P_c = P_f + P_m$$

$$\sigma_c A_c = \sigma_f A_f + \sigma_m A_m$$

$$\sigma_c = \chi \sigma_f + (1 - \chi) \sigma_m$$

$$P_f / P_m = [A_f E_f] / [A_m E_m]$$

$$E_c = \chi E_f + (1 - \chi) E_m$$

$$A / V = k / D_{eq}$$

$$p_x = p_0 e^{-4\mu kx/D}$$

$$V_{sint} = V_{green} [1 - (\Delta L / L_0)]^3$$

$$UTS = UTS_0 e^{-nP}$$

$$E = E_0 (1 - 1.9P + 0.9P^2)$$

$$k = k_0 (1 - P)$$