

1. Find a general real-valued solution of the equation

$$y'' - 2y' + 10y = 0$$

(15%)

2. a. Define linear independence of vectors

- b. use your definition to check if $\begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{Bmatrix}$, $\begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 3 \end{Bmatrix}$, and $\begin{Bmatrix} 2 \\ 4 \\ 0 \end{Bmatrix}$ are linearly independent.

(10%)

3. Find the volume of the tetrahedron with \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} as adjacent edges where, with respect to right-handed Cartesian coordinates,

$$\vec{a} = \vec{i} + 2\vec{k}, \quad \vec{b} = 4\vec{i} + 6\vec{j} + 2\vec{k}, \quad \vec{c} = 3\vec{i} + 3\vec{j} - 6\vec{k}$$

(15%)

4. Solve the simultaneous equations

$$3.0x_1 + 2.0x_2 + 2.0x_3 - 5.0x_4 = 8.0$$

$$0.6x_1 + 1.5x_2 + 1.5x_3 - 5.4x_4 = 2.7$$

$$1.2x_1 - 0.3x_2 - 0.3x_3 + 2.4x_4 = 2.1$$

(15%)

5. Find the eigenvalues and eigenvectors of

$$\begin{bmatrix} -2 & 2 & -3 \\ 2 & 1 & -6 \\ -1 & -2 & 0 \end{bmatrix}$$

(15%)

6. Let x, y, z and x', y', z' be any two systems of Cartesian coordinates, let $\vec{v} = v_1\vec{i} + v_2\vec{j} + v_3\vec{k}$ and $\vec{v} = v'_1\vec{i}' + v'_2\vec{j}' + v'_3\vec{k}'$

Find $[a_{ij}]$ such that $\begin{Bmatrix} v'_1 \\ v'_2 \\ v'_3 \end{Bmatrix} = [a_{ij}] \begin{Bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{Bmatrix}$

(15%)

7. Find the Fourier series $f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx)$ of

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } -\pi/2 < x < \pi/2 \\ -1 & \text{if } \pi/2 < x < 3\pi/2 \end{cases}$$

(15%)

國立中山大學 八十八學年度碩博士班招生考試試題
 科目：流體力學及熱傳學 (機械工程學系博士班) 共 2 頁 第 / 頁

1. (20%)

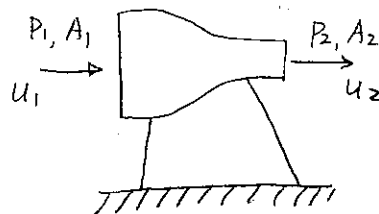
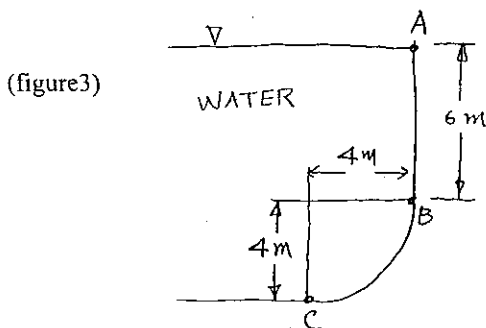
- (a) Under what condition the pressure at a point is independent of direction?
- (b) What is newtonian fluid?
- (c) Give definition of vorticity?
- (d) Explain the Fourier law of heat conduction?
- (e) What are diffuse surface, and gray surface of thermal radiation?

2. (10%) A velocity field is given by $\vec{V} = V_0(x\vec{i} - y\vec{j})$ where V_0 is a constant.

- (a) At what location in the flow field is the speed equal to V_0 ?
- (b) Determine the streamlines for the two-dimensional steady flow
- (c) If it is a potential flow, find a velocity potential for the flow field?

3. (9%)

The tank in the following figure is 3 m wide into the paper. Neglecting atmospheric pressure, computer the hydrostatic (a) horizontal force (b) vertical force, and (c) resultant force on the quarter-circle panel BC



(Figure 4)

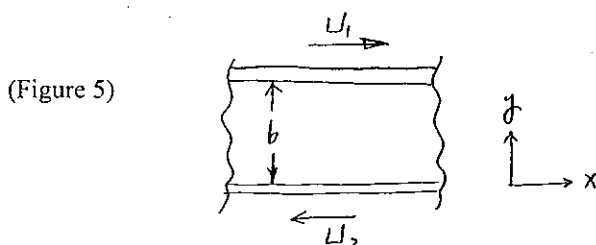
4. (10%)

A static thrust stand as sketched is to be designed for testing a jet engine. The following conditions are known for typical test:

Intake air velocity = 200 m/s; exhaust gas velocity = 500 m/s; intake cross-sectional area = 1 m²; intake static pressure = -22.5 kPa = 78.5 kPa (abs); intake static temperature = 268K; exhaust static pressure = 0 kPa = 101 kPa (abs). Estimate the nominal thrust for which design. (note: gas constant for air R=286.9 J/kg.K)

5. (12%)

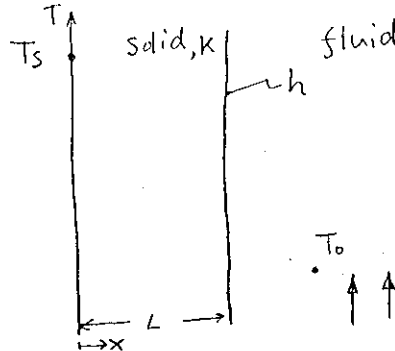
An incompressible, viscous fluid is placed between horizontal, infinite, parallel plates as is shown in the figure. The two plates move in opposite directions with constant velocities, U_1 and U_2 as shown. The pressure gradient in the x direction is zero and the only body force is due to the fluid weight. Use the Navier-Stokes equations to derive an expression for the velocity distribution between the plates. Assume laminar flow.



6 (13%)

Draw temperature distribution in steady state from T_s to T_o in the figure for the following cases. $Bi = hL/k$, where k is thermal conductivity of the solid, h convective heat transfer coefficient. Assume k and h are constants for (a), (b), and (c).

- (a) $Bi \ll 1$
- (b) $Bi = 1$
- (c) $Bi = \infty$
- (d) $Bi = \infty$, but k is not a constant, k increases as temperature increases



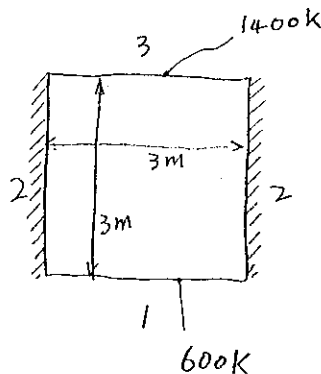
7 (14%) Consider the natural convection problem of a vertical plate.

- (a) What physical quantities are important to the heat transfer coefficient? i.e. list the parameters which the natural convection coefficient depends on.
- (b) Among the physical quantities you list, what are the primary dimensions?
We want to express the heat transfer coefficient in function of the physical quantities in dimensionless form.
- (c) How many dimensionless groups in the problem?
- (d) What are the dimensionless groups?
(give the meanings of the symbols you use)

8. (12%)

A long furnace is 3 m x 3 m in cross section, with roof (3) at 1700 K and floor (1) at 600 K. Side walls (2) are thermally insulated. Assume all the surfaces are black surfaces. It is known that shape factor from surface 1 to surface 3 is 0.414.

- (a) calculate the shape factor from surface 1 to surface 2, and the shape factor from surface 2 to surface 1.
- (b) What is the radiant heat transfer to the floor (surface 1) per unit depth?
- (c) If all the surface are gray and diffuse and have emittance 0.5, repeat (b)
(note: the Stefan-Boltzmann constant $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$)



1) The displacement components at the points of a body are

$$u_1 = a_1 x_1, \quad u_2 = a_2 x_2, \quad u_3 = a_3 x_3 \quad (25\%)$$

(A) Find the value of the three invariants of the state of strain.

(B) What is the value of the volumetric strain?

(Hint: consider the infinitesimal displacement-strain equations)

2) Given the plane-strain distribution

$$\epsilon_{11} = 3x_1^2 x_2$$

$$\epsilon_{22} = 4x_2^2 x_1 + 10^{-2} \quad (15\%)$$

$$\epsilon_{12} = x_1 x_2 + x_1^3$$

are the compatibility equations satisfied?

3) A stress field is given by:

$$\sigma_{11} = 20x_1^3 + x_2^2; \quad \sigma_{12} = x_3, \quad \sigma_{22} = 30x_1^3 + 200, \quad \sigma_{13} = x_2^3$$

$$\sigma_{33} = 30x_2^2 + 30x_3^3; \quad \sigma_{23} = x_1^3 \quad (15\%)$$

What are the components of the body force required to insure equilibrium?

4) Consider the stress field $\begin{bmatrix} 0 & 0 & -x_2 \\ 0 & 0 & x_1 \\ -x_2 & x_1 & 0 \end{bmatrix}$. At the point whose

~~and~~ coordinates are (1, 2, 4), find the maximum shearing stress and the plane of which it acts. (25%)

5) Prove that for isotropic behavior

(A) a normal stress σ_{33} cannot cause a shear strain ϵ_{23} ; (20%)

(B) a shear stress σ_{13} cannot cause a normal strain ϵ_{11}

國立中山大學八十八學年度 博士班招生考試試題
 科目：自動控制 (機械工程學系博士班) 共 / 頁 第 / 頁

1. (a). If $GH(s) = [100(s+10)] / [s(s+100)]$, please draw the bode plots for gain and phase.
 (b). If $H(s)$ is in minimum-phase, and the gain versus frequency is plotted as Figure A. Please find $H(s)$. (24%)

2. For a unity-feedback control system, the open-loop transfer function is shown as $G(s) = K(s+z) / [s(s+p)]$ ($0 < p < z$).

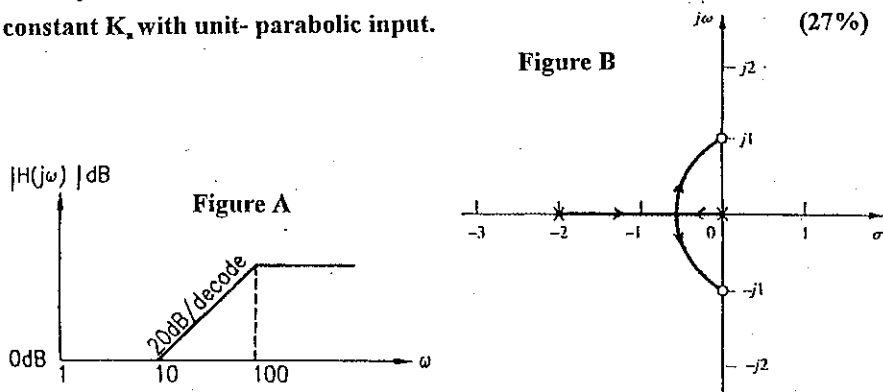
- (a). Please draw the root locus.
 (b). Please find the minimum damping ratio ζ_{min} . (24%)

3. For the root locus as Figure B, please find the open-loop transfer function. (25%)

4. Consider a unity-feedback control system with the following open-loop transfer function

$$G(s) = K[(T_1s+1)(T_2s+1) \cdots (T_ms+1)] / [s^N(T_1s+1)(T_2s+1) \cdots (T_ps+1)],$$

where N is the system type. Table 1 summarizes the steady-state errors, e_{ss} , for type 0, type 1, and type 2 systems when they are subjected to various inputs. Please make a similar table for the static position error constant K_p with unit-step input, the static velocity error constant K_v with unit-ramp input, and the static acceleration error constant K_a with unit-parabolic input. (27%)



System type	Input		
	Step	Ramp	Parabolic
0			
1			
2			

Table 1

機械設計與製造

選擇題：每題兩分

- 傳動系統中之日內瓦機構 (Geneva Mechanism)，主要係用來作
 - (1) 等加速度運動
 - (2) 等減速度運動
 - (3) 定速度運動
 - (4) 簡諧運動
 - (5) 間歇運動
- 一平面凸輪組，就機構學的觀點而言，其對應的連桿機構為
 - (1) 二連桿機構
 - (2) 三連桿機構
 - (3) 四連桿機構
 - (4) 五連桿機構
 - (5) 六連桿機構
- 直徑25厘米實心鋼軸，若其材料的最大許可剪應力值為42 MPa，試問在轉速每分鐘710轉下，此鋼軸可傳送之最大功率約為
 - (1) 1 仟瓦(KW)
 - (2) 10 仟瓦(KW)
 - (3) 25 仟瓦(KW)
 - (4) 50 仟瓦(KW)
 - (5) 100 仟瓦(KW)
- 壓縮螺旋彈簧承受壓縮負載時，其截面上主要產生何種應力分佈
 - (1) 壓縮正應力
 - (2) 彎矩正應力與壓縮正應力之混合
 - (3) 扭矩剪應力與純剪應力之混合
 - (4) 赫茲正應力與彎矩正應力之混合
- 在一相似之平面凸輪機構中，若凸輪之升程為定值，基圓愈小則壓力角之變化
 - (1) 愈大
 - (2) 愈小
 - (3) 不變
 - (4) 不一定
- 同為20齒之漸開線全齒齒輪，模數愈大者其對應之齒輪節徑(Pitch Diameter)
 - (1) 愈大
 - (2) 愈小
 - (3) 完全相同
 - (4) 不一定

國立中山大學八十八學年度碩博士班招生考試試題

科目：機械設計及製造

共 8 頁 第 2 頁

7. 下列螺紋代號，何者具較粗之外徑

(1) $M24 \times 3$

(2) $\frac{1}{2} - 13UNC - 2A$

(3) $\frac{1}{4} - 20UNC - 2A - RH$

(4) $\frac{3}{4} - 16UNF - 2B - LH$

8. 在液動軸承 (Journal Bearing) 設計中，最主要的無因數參數為

(1) 雷諾數 (Reynold No.)

(2) 蘇瑪費數 (Sommerfeld No.)

(3) 牛頓數 (Newton No.)

(4) 泰勒數 (Tayler No.)

9. 一般而言，在蝸桿與蝸齒輪傳動組件中，通常何者為主動件

(1) 蝸桿

(2) 蝸齒輪

(3) 兩者皆可

(4) 兩者均不可

10. 戟齒輪 (Hypoid Gear) 主要用於

(1) 二平行軸

(2) 二平面相交

(3) 二不相交亦不平行軸

(4) 三相交軸

間之運動及動力傳遞

11. 一般滾子或滾珠軸承 (Roller or Ball Bearings)，用於使用設計的額定壽命值，主要是在運轉條件下

(1) 基於可靠度 10% 之測試結果

(2) 基於可靠度 50% 之測試結果

(3) 基於可靠度 90% 之測試結果

(4) 基於可靠度 100% 之測試結果

12. 若將一滾珠軸承之負載加倍、轉速減半，則其使用壽命一般就統計觀點而言將

(1) 減為原有壽命四分之一左右

(2) 減為原有壽命二分之一左右

(3) 與原有壽命相仿

(4) 增為原有壽命的兩倍

國立中山大學八十八學年度碩博士班招生考試試題

科目：機械設計與製造

共 8 頁 第 3 頁

13. 在平面應力(Plane Stress)假設下，一機件上某點之應力值，若已知為 $\sigma_{xx} = 10MPa$

， $\sigma_{yy} = 2MPa$ 且 $\tau_{xy} = 4MPa$ ，下列結果何者為~~誤~~？

- 3 1
錯 對
- (1) 最大主應力值為11.7 MPa
 - (2) 最小主應力值為零
 - (3) 最大剪應力值為4 MPa
 - (4) 最大主應力值一定在xy平面上

真

3 1
錯 對

14. 下列齒形規格何者為目前國際間最常用之標準齒形

- (1) 壓力角為 14.5° 之全漸開線(Full-Depth -Involute) 齒形
- (2) 壓力角為 20° 之全漸開線齒形
- (3) 壓力角為 25° 之全漸開線齒形
- (4) 壓力角為 14.5° 之短漸開線齒形(Stub-Involute)

15. 將一四連桿機構中各連桿長度依一定比例縮小一半，則此新四連桿之輸入桿與輸出桿之角速度比，將要較原四連桿之角速度比

- (1) 增大一倍
- (2) 減小一倍
- (3) 不變
- (4) 不一定

16. 尤拉柱之臨界挫曲負載(Buckling Load)公式中，與下列那一設計參數無關

- (1) 柱之細長比(Slenderness Ratio)
- (2) 柱之臨界條件
- (3) 柱材質之降伏強度
- (4) 柱之截面積及形狀

17. 下列有關柱挫曲理論之陳述，何者為誤

- (1) 尤拉挫曲公式(Euler's Buckling Equation)主要適用在細長比較大之柱
- (2) 強生挫曲公式(Johnson's Buckling Equation)中其挫曲負載與材料降伏強度有關
- (3) 尤拉挫曲公式中之挫曲強度與材料之抗拉強度有關
- (4) 強生挫曲公式在分析細長比大之柱其精度要較尤拉公式精準

18. 下列有關漸開線齒輪對之陳述，何者為誤：

- (1) 齒對啮合過程中具定值之壓力角
- (2) 齒對中心距與轉速比之影響不若擺線齒敏感
- (3) 齒對啮合過程中，各接觸點齒面間均為純滾動(Pure Rolling)，而沒有任何相對滑動(Sliding)
- (4) 漸開線齒形之法線必與其基圓相切

19. 下列諸材料之破壞理論(Failure Theory)中，何者可對韌性金屬材料多維應力場之降服破壞，提供最佳之預估：

- (1) 最大主應力學說(Maximum Normal Stress Theory)
- (2) 最大剪應力學說(Maximum Shear Stress Theory)
- (3) 最大應變能學說(Maximum Total Strain Energy Theory)
- (4) 最大畸變能學說(Maximum Distortion Energy Theory)

科目：機械設計製造

20. 下列加工法中，何者常需在真空條件下進行

- (1) 放電加工(E. D. M.) 法
- (2) 拉孔成形(Broaching)法
- (3) 鐳射焊接法
- (4) 電子束焊接法

21. 表面處理中的「珠擊法」(Shot Peening) 主要用於改善工件之

- (1) 高溫抗拉強度
- (2) 加工時之切削性
- (3) 耐腐蝕性
- (4) 抗彎曲疲勞強度

22. 下列有關鋼材熱處理之陳述，何者為誤：

- (1) 回火處理之主要目的在降低其淬火硬化後之脆性並增加其韌性與延展性
- (2) 回火溫度一般均遠高於其材料之變態點溫度
- (3) 退火處理之主要目的在將熱處理硬化後之金屬變軟增加其加工性與冷作性
- (4) 正常化處理之主要目的在使材質晶粒均勻化並疏解其可能之殘留內應力

23. 就一軸孔配合而言，若軸之尺寸為 $1.498^{+0.000}_{-0.003}$ 吋，孔之尺寸為 $1.500^{+0.003}_{-0.000}$ 吋，則其容差(Allowance)為

- (1) 0.002 吋
- (2) 0.006 吋
- (3) 0.008 吋
- (4) 0.003 吋

24. 欲製齒數為60齒、模數為3公厘之漸開線正齒輪，在車床車出之胚料直徑約需多少公厘

- (1) 60 公厘
- (2) 96 公厘
- (3) 186 公厘
- (4) 366 公厘

25. 下列何者非切削冷卻劑之功能：

- (1) 得較佳之加工表面
- (2) 沖除切屑
- (3) 散熱
- (4) 滲入合金元素

26. 二氧化碳自硬模主要加工方法為

- (1) 將鑄砂與矽酸鈉混合後造模成型，再通以二氧化碳氣體
- (2) 將鑄砂、矽酸鈉及乾冰在極低溫混合造模
- (3) 以純矽酸鈉顆粒造模成型再置於二氧化碳爐中固化
- (4) 細砂滲入樹脂成型後再通入二氧化碳固化

國立中山大學八十八學年度碩博士班招生考試試題

共 8 頁 第 5 頁

科 目：機械設計與製造

27. 在公制中表示微量長度的 μ ，其定義為

- (1) 0.001 公厘
- (2) 0.01 公厘
- (3) 0.025 公厘
- (4) 0.001 米

28. 一車床裝置之三相四極感應電動機，若電源頻率為 60 Hz，在轉差率不計下，此電動機之轉速應約為每分鐘

- (1) 1400 轉
- (2) 1600 轉
- (3) 1200 轉
- (4) 1800 轉

29. 鑽床以每分鐘 25 公尺之速度鑽一直徑 25 公厘之孔，如孔深自工作物表面至孔頂尖為 21 公厘，鑽頭每轉進刀量為 0.2 公厘，則實際鑽孔時間約為

- (1) 0.20 分
- (2) 0.33 分
- (3) 0.49 分
- (4) 0.66 分

30. 兩相同模數之全齒制標準漸開線齒輪，其壓力角分別為 20 度及 14.5 度，其齒廓之主要區別為

- (1) 齒厚不同
- (2) 齒根厚不同
- (3) 齒頂高不同
- (4) 齒節圓直徑不同

31. 一液動軸承 (Journal Bearing)，其轉軸直徑為 100 公厘，軸承長 150 公厘，軸與軸承間之半徑間隙是 0.05 公厘，軸轉速為每分鐘 900 轉，潤滑油黏度為 7.1×10^{-9} N-sec/m²，試問此軸承因潤滑黏滯力造成之功率耗損約為

- (1) 0.0148 仟瓦
- (2) 0.148 仟瓦
- (3) 1.48 仟瓦
- (4) 以上皆非

32. 下列有關潤滑油之陳述，何者為誤？

- (1) 潤滑油黏度一般均隨著溫度升高而降低
- (2) SAE 50 號潤滑油在相同溫度下要較 SAE 20 號潤滑油之黏度為低
- (3) 賽伯秒數 (Saybolt Universal Seconds) 一般均用於標示潤滑油在特定溫度下之黏度，愈大秒數對應之潤滑油黏度愈大
- (4) 潤滑油黏度指標 VI (Viscosity Index) 主要用於標示潤滑油其黏度隨溫度變化情形。此黏度指標值愈高表示其黏度愈不受溫度影響

國立中山大學八十八學年度碩博士班招生考試試題

科目：機械設計與製造

共 8 頁 第 6 頁

33. 下列有關內燃機之陳述，何者有誤？

- (1) 四衝程火花式內燃機為大多數汽油機所採用，基本上由兩個等容積過程與兩個等熵(Entropy)過程所構成
- (2) 二衝程引擎，活塞在汽缸內來回兩趟完成一個循環
- (3) 火花式內燃機大都按歐圖循環(Otto Cycle)運行
- (4) 低速度壓燃式(Compression Ignition)式重油機大都按狄塞爾循環(Diesel Cycle)運行。

34. 一鍋爐中高壓蒸汽的溫度為攝氏400度，週遭大氣溫度為攝氏20度，依Carnot循環原理，此蒸汽熱量之最高熱效率為

- (1) 0.564
- (2) 0.95
- (3) 0.342
- (4) 0.872

35. 鐵金屬材料中碳元素是決定其機械性質最重要的因素通常碳含量在3.5%的鐵碳合金，通常稱其為

- (1) 熟鐵(Wrought Iron)
- (2) 碳鋼(Carbon Steel)
- (3) 鑄鐵(Cast Iron)
- (4) 合金鋼(Alloy Steel)

36. 下列有關冷作加工之陳述，何者為誤

- (1) 金屬冷作加工所需要之壓力遠較熱加工為高
- (2) 冷作加工一般均在材料的再結晶溫度以下
- (3) 純銅，純鋁經冷作加工其應變硬化(Strain Hardening)現象要較其合金更嚴重
- (4) 冷作加工易造成材料內之殘餘應力分佈

37. 一般情形下，下列現象何者不屬冷作加工結果

- (1) 金屬結晶產生變形或碎散
- (2) 硬度及強度增加，但延展性則有相當損失
- (3) 再結晶溫度嚴重下降
- (4) 加熱到再結晶溫度以上其冷作加工特性將大部份消除

38. 就-40:1之標準分度頭(Index)，若其分度盤上每圈有36孔則每一孔代表

- (1) 0.9度
- (2) 0.25度
- (3) 0.5度
- (4) 9度

39. 螺絲三線量測法主要用以量測螺絲的

- (1) 外徑
- (2) 節徑
- (3) 根徑
- (4) 節距

國立中山大學八十八學年度碩博士班招生考試試題

科目：機械設計製造

共 8 頁 第 7 頁

40 公制分厘卡的外套筒倒角面上有多少條刻度

- (1) 100
- (2) 50
- (3) 25
- (4) 10

41 公制游標卡尺可量的最高精度為

- (1) 0.001 公厘
- (2) 0.01 公厘
- (3) 0.02 公厘
- (4) 0.05 公厘

42 下列基孔制配合中何者為干涉配合(Interference Fit)

- (1) H11/c11
- (2) H8/f7
- (3) H7/g6
- (4) H7/s6

43 下列那一個公式係用於表面接觸應力計算

- (1) Modified Goodman's Eq.
- (2) Sodeberg's Eq.
- (3) Hertz Eq.
- (4) Miner's Rule

44 下列何類熱處理法非屬表面硬化處理

- (1) 球狀化熱處理(Spheroidizing)
- (2) 滲碳法(Carburizing)
- (3) 氰化法(Cyaniding)
- (4) 氮化法(Nitriding)

45 一般金屬之熱作加工(Hot Work)與冷作加工(Cold Work)係依什麼溫度為其分界

- (1) 其熔點
- (2) 其再結晶溫度
- (3) 攝氏零度
- (4) 共晶溫度(Eutectoid Point)

46 放電加工主要適用於下列那一狀況之加工

- (1) 高分子複合材料之鑽孔
- (2) 陶瓦刀具之加工
- (3) 塑膠件之結合
- (4) 導電性佳之高硬度金屬

國立中山大學八十八學年度碩博士班招生考試試題

科目：橋樑設計製造

共 8 頁 第 8 頁

47 正齒輪設計中的Form Factor 或Levis Factor (Y) 主要用於

- (1) 齒表面摩擦力之計算
- (2) 齒形過切(Undercut) 條件之判定
- (3) 齒根彎矩應力之計算
- (4) 齒形干涉(Interference) 條件之判定

48 下列有關機件疲勞強度之說明，何者為誤

- (1) 機件表面愈粗糙愈降低其抗疲勞能力
- (2) 表面電鍍硬鉻可增強其抗疲勞能力
- (3) Notch Sensitivity 愈高之材料其抗疲勞之能力愈低
- (4) 機件外形愈無應力集中情形具愈高之抗疲勞能力

49 高碳鋼淬火硬化時，需加熱至其變態點以上之溫度然後驟冷之，其主要目的係便其中之組織能大部轉換成

- (1) 肥粒鐵組織
- (2) 麻田散鐵組織
- (3) 沃斯田鐵組織
- (4) 糙斑鐵組織

50 正弦桿主要配合塊規用於量測

- (1) 工件高度
- (2) 工件平行度
- (3) 工件真圓度
- (4) 工件角度