

類 科：機械工程
科 目：機械設計
考試時間：2小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、以三槽的V型皮帶輪傳動9 kW，1750 rpm馬達動力至工業泵，驅動皮帶輪節圓直徑 $d_1 = 200$ mm，使用三條V型皮帶，其分配到相同的張力，被動皮帶輪之節圓直徑 $d_2 = 300$ mm，皮帶輪中心距離 $C = 1200$ mm，若皮帶緊邊張力(F_1)與鬆邊張力(F_2)之關係：

$$\frac{F_1 - F_c}{F_2 - F_c} = \exp(0.513\phi)$$

其中 $F_c(N) = 0.1675\left(\frac{N}{m^2/s^2}\right) \times v^2$ 為皮帶離心力，求：(每小題5分，共25分)

(一)皮帶節線之線速度 v ？

(二)小皮帶輪之皮帶包覆角 (wrap angle) ϕ (radian)？

(三)每條皮帶之緊邊張力 $F_1(N)$ ？

(四)傳動此9 kW動力不打滑，所需之初始張力 (initial tension) $F_i(N)$ ？

(五)若輪內的皮帶受到等效彎曲張力 $F_b(N) = 65(N \cdot m)/d$ ，其中 $d(m)$ 為皮帶輪節圓直徑，求各條皮帶受到之等效最大張力？

(以上數值及物理量隨後括號內為其單位。)

二、一個滾珠軸承的工作內容有三項，第1項占工作時間比例為0.3，其轉速為3000 rpm，等效徑向負荷為3000 N，第2項占工作時間比例為0.2，其轉速為2000 rpm，等效徑向負荷為4000 N，第3項占時間比例為0.5，其轉速為1000 rpm，等效徑向負荷為5000 N，其壽命負荷方程式為 $F^3L = C_{10}^3 \times 10^6$ ，欲使此軸承工作壽命總小時數為6萬小時，求：

(一)前述三項工作的總壽命轉動次數 (rev)？(10分)

(二)三項工作負荷對軸承壽命作用的等效負荷？(10分)

(三)選擇的軸承的型錄額定負荷 (catalog load rating) 或動容量 (dynamic capacity) C_{10} 需為多少？(5分)

三、某機械元件之臨界危險點應力狀態為 $\sigma_x = 200 \text{ MPa}$, $\sigma_y = 100 \text{ MPa}$, $\sigma_z = -200 \text{ MPa}$, $\tau_{xy} = 0 \text{ MPa}$, $\tau_{xz} = 0 \text{ MPa}$, $\tau_{yz} = -60 \text{ MPa}$, 求：

- (一)該點之三個方向的主應力？（12分）
- (二)該點之馮密西斯（von Mises）應力？（8分）
- (三)其使用材料的降伏強度為 $S_y = 715 \text{ MPa}$, 求安全係數？（5分）

四、以螺栓鎖緊組合元件，螺栓剛度（stiffness） $k_b = 11.5 \text{ N/m}$, 元件接頭剛度 $k_m = 24 \text{ N/m}$, 以預力 $F_i = 60 \text{ kN}$ 上緊螺栓，在元件接頭部產生了上緊的壓力，其值與螺栓上緊預力相等。當平行於螺栓軸向的週期性拉力從 $P_{\min} = 30 \text{ kN}$ 至 $P_{\max} = 70 \text{ kN}$ 反覆作用於此接頭時，元件總成與螺栓有相同之伸長量，螺栓受力有效面積 $A_t = 245 \text{ mm}^2$, 求：（每小題5分，共25分）

- (一)元件接頭所受到合力之平均值？
- (二)元件接頭所受合力之振幅值（amplitude of resultant force）？
- (三)螺栓所承受正向應力之平均值 σ_m ？
- (四)螺栓所承受正向應力之應力振幅 σ_a （stress amplitude）？
- (五)螺栓材料的最小認證極限強度為 $S_{ut} = 600 \text{ MPa}$, 忍耐限為 $S_e = 162 \text{ MPa}$, 根據古德門（Goodman）理論：
$$\frac{\sigma_m}{S_{ut}} + \frac{\sigma_a}{S_e} = \frac{1}{n_f}$$
 , 求螺栓之綜合安全係數 n_f ？