

等 別：三等考試
 類 科：工業安全
 科 目：安全工程
 考試時間：2小時

座號：_____

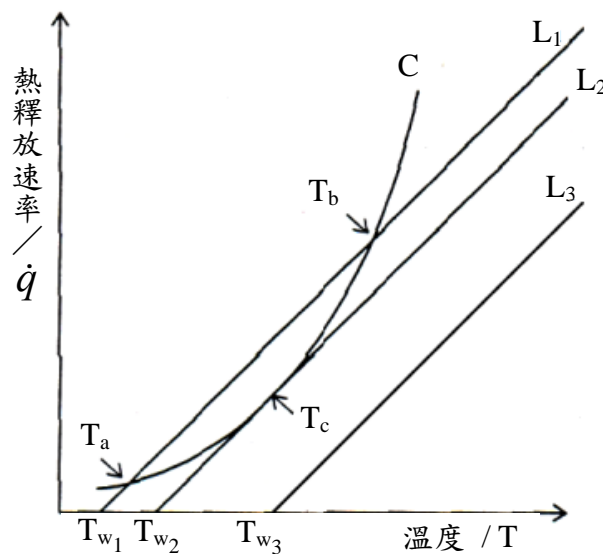
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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。

一、圖一為 Semenov 熱自燃理論的觀念示意圖：

(一)該圖中的曲線 C 與直線 L_1 相交於 2 個點 (T_a 與 T_b)，請說明此種相交方式的意義為何？(15 分)

(二)該試驗條件下物質的自燃溫度為圖中何點？(10 分)



圖一 Semenov 熱自燃理論觀念示意圖

二、近年來工業非常關注有機物質反應性危害 (Chemical Reactive Hazard) 之議題。反應性危害可以區分成化學物質自反應性 (Self-reacting) 危害與不同化學物質彼此間的不相容性 (Incompatibility) 危害。某企業欲引進使用一種新的有機物質：

(一)請問必須考慮那些因素以確認此新物質是否具有自反應性危害？(15 分)

(二)如果擔心此新物質與企業現有的化學物質有彼此間不相容之危害，應考慮那些因素以確認不相容之危害？(10 分)

三、某天然氣公司為預防天然氣輸送過程的洩漏事故 (失誤率：0.001 次/年)，採取以下防護措施：1. 偵測到環境中天然氣濃度達燃燒下限的 1/10 時立刻鳴起警報 (不可用度：0.05)；2. 操作人員聽到警報聲時 (不可用度：0.05)，將關斷手動閥門 (不可用度：0.02) 以遮斷洩漏點；3. 另有獨立偵測器之緊急自動關斷系統，當天然氣濃度達燃燒下限的 3/10 將自動啟動 (不可用度：0.02)。

(一)請依照前述條件，繪製事件樹 (Event Tree)。(15 分)

(二)請計算天然氣外洩且濃度超過燃燒下限 3/10 的失誤率 (次/年)。(15 分)

(請接背面)

等 別：三等考試
類 科：工業安全
科 目：安全工程

四、某廢棄物處理工廠發生爆炸事件，由於現場並無明確之爆裂物，部分調查人員懷疑是某固體化學物質所引起，故取樣該物質進行熱卡計分析。分析結果顯示：在溫度 211°C 時，該物質發生分解反應，其放熱量 (ΔH_c) 為 2350 J/g 。現場勘查資料指出距離堆放該化學物質處（爆炸中心）約 13 公尺處之磚造短牆已毀損約 50% ，經比對文獻資料確認造成此種破壞之過壓（Overpressure）約為 20 kPa 。請利用TNT當量法估計爆炸中心處約堆放多少公斤的前述固體化學物質（假設爆炸效率 (η) 為 0.02 ）。（20分）

【提示】：TNT 能量當量為 $E_{TNT} = 4686\text{ kJ/kg}$

$$m_{TNT} = \frac{\eta m \Delta H_c}{E_{TNT}}, \text{ 其中 } m \text{ 為反應物之質量 (kg)}$$

$$z_e = \frac{r}{m_{TNT}^{1/3}}, \text{ } r \text{ 為距爆炸中心的距離 (公尺)}。$$

P_o 為距離爆炸中心 r 公尺處受到的 overpressure (kPa)， P_a 為大氣壓力 (101.3 kPa)。

P_o 、 P_a 與 z_e 之間滿足下列經驗公式：

$$\frac{P_o}{P_a} = \frac{1616 \left[1 + \left(\frac{z_e}{4.5} \right)^2 \right]}{\sqrt{1 + \left(\frac{z_e}{0.048} \right)^2} \sqrt{1 + \left(\frac{z_e}{0.32} \right)^2} \sqrt{1 + \left(\frac{z_e}{1.35} \right)^2}}$$