

類 科：工業安全

科 目：安全工程概要

考試時間：1 小時 30 分

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、請解釋以下名詞：（每小題 4 分，共 20 分）

(一)風險 (risk)

(二)爆轟 (detonation)

(三)自燃點 (autoignition temperature)

(四)惰化 (inerting)

(五)化學反應性危害 (chemical reactive hazard)

二、若已知基本事件 X_1 , X_2 , X_3 與 X_4 的發生機率分別為 0.1, 0.2, 0.2 與 0.3。某頂上事件 A 經分析求得其最小切集為 $\{X_1, X_2X_3, X_2X_4\}$ 。請：

(一)指出以下兩種計算事件 A 發生機率的方法有何錯誤之處（亦即，說明使用該兩種計算方法的前提為何）？（10 分）

方法一：

$$P_A = P\{X_1 + X_2X_3 + X_2X_4\} = P\{X_1\} + P\{X_2X_3\} + P\{X_2X_4\} = 0.1 + 0.2 * 0.2 + 0.2 * 0.3 = 0.20$$

方法二：

$$P_A = P\{X_1 + X_2X_3 + X_2X_4\} = 1 - (1 - 0.1) * (1 - 0.2 * 0.2) * (1 - 0.2 * 0.3) = 0.1878$$

(二)計算事件 A 的正確發生機率。（10 分）

三、真空吹除 (Vacuum Purge) 係指對常壓儲槽以真空幫浦抽除內部氣體直至指定的低壓，而後注入惰性氣體使其恢復至常壓，如此反覆循環，以降低其內部指定氣體的濃度。今擬採此法將常壓儲槽內的氧氣含量由 21% 降至 4% 以下，已知真空幫浦之抽氣能力可達 300 mmHg 的絕對壓力，試分別計算：(一)使用純氮氣（10 分）；(二)使用含氧量 1.0% 的氮氣（10 分），作為惰性氣體時所需的循環次數。

【提示】：
$$y_j - y_{Oxy} = \left(\frac{P_L}{P_H} \right)^j (y_0 - y_{Oxy})$$

 y_j ：第 j 循環後槽內氧氣濃度； y_{Oxy} ：惰性氣體內所含的氧氣濃度 P_L ：最低可達的真空壓力； P_H ：大氣壓力

類 科：工業安全

科 目：安全工程概要

四、已知某儲放矽甲烷（分子量 32.12）的氣體鋼瓶（錶壓力為 800 kPa，溫度為常溫，接頭處管線的管徑為 3 cm）於接頭管線處發生管線意外斷裂，致使矽甲烷氣體外洩至常溫常壓的環境中，請估計矽甲烷氣體的最大外洩質量流率(kg/s)為多少？（矽甲烷氣體的 γ 值為 1.4，小孔洩放係數 $C_0=1.0$ ）（20 分）

【提示】(一)判斷外洩氣體是否發生限流（choked flow）現象，可以利用下列公式：

$$\frac{P_{\text{choked}}}{P_0} = \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}}$$

(二)如果未發生限流現象時，外洩質量流率計算公式為：

$$Q_m = C_0 A P_0 \sqrt{\frac{2 g_c M}{R_g T} \frac{\gamma}{\gamma - 1} \left[\left(\frac{P}{P_0} \right)^{\frac{2}{\gamma}} - \left(\frac{P}{P_0} \right)^{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}} \right]}$$

(三)如果發生限流現象時，質量流率計算公式為：

$$(Q_m)_{\text{choked}} = C_0 A P_0 \sqrt{\frac{\gamma g_c M}{R_g T} \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}}}$$

式中： P_{choked} 為限流發生時下游氣體的絕對壓力(Pa)， P_0 為鋼瓶內氣體的絕對壓力(Pa)， R_g 為理想氣體常數(8314 J/kg-mol)， M 為氣體分子量， T 為鋼瓶溫度(K)， g_c 為單位轉換常數， A 為管線截面積(m²)。

五、己烷（Hexane）、甲烷（Methane）與乙烯（Ethylene）個別的燃燒界限資料如下表所示。今已知某可燃混合物內含有 5 vol % 己烷、10 vol % 甲烷、15 vol % 乙烯與 70 vol % 空氣，請計算該混合物的燃燒上界（UFL）與燃燒下界（LFL），並判斷該混合物是否可燃（請說明理由）。（20 分）

	LFL(vol %)	UFL(vol %)
Hexane	1.1	7.5
Methane	5.0	15.0
Ethylene	2.7	36.0