

類 科：職業安全衛生

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。

(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、某蒸餾塔上的溫度保護跳傳系統由：溫度量測元件（年失誤率 = 0.20 次/年）、溫度控制器（年失誤率 = 0.12 次/年）及緊急遮斷閥（年失誤率 = 0.15 次/年）等三個元件串聯所組成。請問以 1 年為計算基準時，該溫度保護跳傳系統發生失效的機率是多少？（25 分）

[提示] $R(t) = e^{-\mu t}$ ，其中 R 為元件的可靠度(-)， t 為時間（年）， μ 為年失誤率（次/年），失效機率 $P(t) = 1 - R(t)$ 。

二、某混合氣體包含以下各成分：乙烯（組成 0.5 vol%）、丙酮（組成 1.0 vol%）、乙醚（組成 1.0 vol%）及空氣（組成 97.5 vol%）。又已知乙烯的燃燒下限與上限分別為 3.1 vol% 及 32.0 vol%、丙酮的燃燒下限與上限分別為 2.1 vol% 及 13.1 vol%、乙醚的燃燒下限與上限分別為 1.9 vol% 及 48.0 vol%。請問(一)該混合氣體的燃燒下限與上限分別為多少？（20 分）
(二)該混合氣體是否可燃？（5 分）

三、某輸送二甲苯液體的管線總長度為 50 公尺。該管線在上游入口處的壓力為錶壓 8 大氣壓、下游出口處的壓力為錶壓 2 大氣壓。今於距離該管線入口處 20 公尺的地方，發現一個直徑 2 公分的圓形銳邊破孔以致管線內的二甲苯液體洩漏到環境中。(一)若管線內的壓力分布為線性關係，請計算破孔處管線內部的壓力為多少？（10 分）(二)若二甲苯之比重為 0.861 且銳孔洩放係數 $C_0 = 0.61$ ，請計算該處二甲苯的洩漏速率（kg/s）為多少？（15 分）

[提示] 1 大氣壓 = 101.3 kPa；液體洩漏之計算公式可利用流體的白努利公式推導，再以洩放係數修正。

四、對於在次音速流條件下，安全閥之截面積的理論推導結果如下式：

$$A = W \sqrt{\frac{R}{2}} \frac{1}{F_2} \sqrt{\frac{T_1}{MP_1(P_1 - P_2)}}$$

式中各變數的單位如下：

A：m²，W：kg/s，P₁, P₂：P_a，T₁：K，M：kg/kg-mol

F₂：為無因次的數量，R：為理想氣體常數= 8314 J/kg-mol

基於使用上的方便，美國石油協會出版的 API 520 標準中採用 W：kg/hr，P₁, P₂：kP_a 及 A：mm² 的單位，其餘變數的單位則不變。並且，將理想氣體常數 R 的數值直接合併於前述公式中。此時前式可改寫為以下的 API 公式，API 公式中的 γ 為特定的常數：

$$A = \frac{\gamma W}{F_2} \sqrt{\frac{T_1}{MP_1(P_1 - P_2)}}$$

請問此式中的 γ 值應為多少？（25 分）

[提示]採用 API 單位為基準，經單位換算後用前式計算，再比較結果可得。