

## 選擇題

- (C)01.火場中煙的能見度取決於其濃度，因此裝設避難指示燈的距離攸關逃生可及之視線距離。若某煙層的單位長度光學密度為 $0.05 \text{ (m}^{-1}\text{)}$ ，則裝置其中的避難指示燈能見度應為多少公尺？(A) 26 (B) 54 (C) 70 (D) 76
- (C)02.空氣中氧氣的體積含量約為X%，當氧濃度下降至Y%時，一般燃燒難以持續，則X·Y分別為多少？(A) X=23%·Y=18% (B) X=23%·Y=15% (C) X=21%·Y=15% (D) X=21%·Y=10%
- (C)03.下列有關儲槽火災之敘述何者錯誤？(A)儲槽內液體燃料之溫度以液面為最高(B)泡沫為最常用之滅火系統(C)儲槽內熱量傳遞之主要方式為熱傳導(D)燃料液面上儲槽牆面的高度會影響儲槽火災燃燒速率
- (A)04.一公升之可燃性氣體氫(H<sub>2</sub>)、乙炔(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)、甲烷(CH<sub>4</sub>)、乙烯(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)在空氣中燃燒所需之理論空氣量分別為a、b、c、d，下列順序何者正確？(A) d > b > c > a (B) a > c > b > d (C) c > a > d > b (D) b > d > a > c
- (D)05.有關火藥之敘述，下列何者正確？(A) T.N.T 屬於常見之火藥 (B) 黑色火藥爆炸時產生的生成物以氮氣為主成分 (C) 硝化甘油屬於火藥的一種 (D) 爆炸性物質之分類中，火藥係指爆炸性反應較為遲緩之緩燃性火藥類
- (B)06.直徑一公尺的柴油儲罐因火災受熱溫度達到727度，其柴油輻射率為0.99，波茲曼常數為 $5.67 \times 10^{-11} \text{ (kW/m}^2 \text{K}^4\text{)}$ ，請問會產生多少的輻射熱(kW/m<sup>2</sup>)？(A) 5.61 (B) 56.1 (C) 0.53 (D) 53.2
- (D)07.對於爆燃(deflagration)與爆轟(detonation)，是透過那種方式分類？(A)產生的溫度變化(B)產生的噪音大小(C)壓力變化(D)傳播速度
- (D)08.有關影響爆炸性物質敏感度之因素，不包括下列何項？(A)起爆溫度(B)堆疊密度(C)化學組成(D)爆炸上限
- (C)09.有關火災持續時間的敘述，下列何者錯誤？(A)火災發展到極盛期且燃燒速度大致穩定時，火災持續時間可計算(B)火災持續時間與單位面積之可燃物量有關(C)火災持續時間與燃燒速度無關(D)火災繼續時間因子(Fire duration factor, FDF)與樓地板面積(AF)有關
- (A)10.有關粉塵爆炸的敘述，下列何者錯誤？(A)粉塵爆炸之燃燒反應為粒子表面積，粒子直徑愈大愈易發火(B)粉塵與可燃性氣體在空氣中共存時，爆炸下限將下降(C)粉塵發火之最低溫度一般為300至700°C(D)粉塵粒子愈小，其最小發火能量亦變小
- (B)11.有一倉庫長寬高分別為8公尺、5公尺及4公尺，內置可燃物之總重量為600公斤，試算該倉庫之火載量若干(kg/m<sup>2</sup>)？(A) 20 (B) 15 (C) 3.75 (D) 6.8
- (D)12.建築物為防止火焰透過大樓窗口向上層延燒，下列敘述何者正確？(A)加大窗戶面積以提升對流(B)在不改變窗戶面積下，採用寬大於高的橫型窗戶(C)採用定溫型火警探測器(D)增加上下層窗戶間的側壁長度
- (D)13.當一小爆炸發生時，其壓力波將全廠之粉塵揚起，再被隨後而至之燃燒引爆所引起之全廠性爆炸，此現象為何？(A)閃燃(B)複燃(C)塵爆(D)二次塵爆
- (A)14.當起火區域產生閃燃時，人在其中是無法存活的，對於閃燃現象之敘述，下列何者錯誤？(A)閃燃發生的時間在火災的最盛期(B)閃燃發生的時間即是人員逃生時間的依據(C)暴露於熱輻射的物質表面或多或少同時達到著火溫度，使火勢在空間中快速蔓延(D)發生閃燃時火焰可能會燒至開口外
- (A)15.下列四種相等質量之物質：甲烷(CH<sub>4</sub>)、乙醇(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)、乙炔(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)及丙烯(C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>)，何者燃燒時具有最高之理論空氣量？(A)甲烷(B)乙醇(C)乙炔(D)丙烯
- (D)16.大樓火災常伴隨煙函效應。所謂煙函效應是指建築物內部受

- 熱後熱氣流上升，冷空氣由下方填補，使得火災產生的煙霧會快速瀰漫整個建築物的現象。針對以上敘述，下列何者錯誤？(A)浮力的產生是由於溫度和濕度差異造成的室內外空氣密度差異(B)在夏天時，使用中央空調的高樓層建築物發生火災時較易產生逆煙函效應(C)冷空氣填補是因為氣壓關係(D)煙函效應是一個不可循環的現象
- (D)17.根據「危害物質災害現場搶救標準作業程序」之規定，其首要工作為何？(A)擬定行動方案(B)區域管制(C)建立管理系統(D)危害辨識
- (C)18.有關防止靜電災害的方法，下列敘述何者正確？(A)提高材料絕緣性(B)降低周圍空氣的相對濕度(C)使用帶電序相近物質之材料(D)避免導體材料接地，以防止與大地之間放電
- (C)19.依公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法，第四類公共危險物品對於易燃液體定義是指在一大氣壓時，閃火點在攝氏幾度以下之液體？(A)攝氏40度(B)攝氏65度(C)攝氏93度(D)攝氏100度
- (C)20.第五類公共危險物品自反應物質(A型及B型)及有機過氧化物(A型及B型)，在GHS標示的象徵符號為何？(A)易燃性物質(B)氧化性物質(C)爆炸性物質(D)毒性物質
- (D)21.依公共危險物品及可燃性高壓氣體製造、儲存、處理場所設置標準及安全管理辦法的規定，自反應物質屬何種公共危險物品？(A)第一類(B)第二類(C)第三類(D)第五類
- (C)22.一般醫院對於電氣設備的安全管理非常重視，對於延長線的使用尤其有嚴格的限制，下列敘述何者錯誤？(A)延長線每個插座應附獨立開關，並附有過載自動跳脫保護(B)延長線禁止使用於高耗電量的電器物品(C)單一插座僅可使用兩條延長線(D)禁止使用一對三多孔插座及分接插頭
- (A)23.標準狀態下，在一間長8公尺、寬5公尺、高3公尺的密閉空間內，請問要加入多少體積(立方公尺)的二氧化碳，才能使室內二氧化碳之體積濃度達到30%？(A) 51.4 (B) 96 (C) 86.2 (D) 43
- (B)24.下列何者屬水蒸氣爆炸？(A)鍋爐破裂(B)熔融鐵遇水爆炸(C)油鍋的沸溢爆炸(D)過氧化氫爆炸
- (C)25.液體在極快速情況下受熱汽化為氣體時，因能量在瞬間內釋放，將會形成爆炸現象，此狀況稱為：(A)聚合爆炸(B)分解爆炸(C)蒸氣爆炸(D)反應性失控爆炸
- (A)26.輻射熱是造成木造建築物延燒原因之一，下列何者正確？(A)輻射量與火焰面積成正比，與輻射時間成正比(B)輻射量與火焰面積成正比，與輻射時間成反比(C)輻射量與火焰面積成反比，與輻射時間成正比(D)輻射量與火焰面積成反比，與輻射時間成反比
- (B)27.依國家標準CNS15030「化學品分類及標示」規定混合物中含致癌物質超過0.1%即屬致癌混合物。目前內政部消防署決議限制滅火器藥劑以下那一類物質含量不得超過0.1%？(A)硫酸鋁(B)結晶型游離二氧化矽(C)碳酸氫鉀(D)五氧化二磷
- (A)28.液體變化為氣體之物理現象中，若變化速度至為急速時，因能量在極短的時間內大量放出，即形成爆炸現象，此現象之名稱為何？(A)蒸氣爆炸(B)分解爆炸(C)高壓氣體爆炸(D)粉塵爆炸
- (C)29.建築火災中會被通風口的大小設計所影響，通風因子為下列何者？(A:通風口面積、W:通風口寬度、H:通風口高度) (A) AH<sup>2</sup> (B) AW (C) AH<sup>1/2</sup> (D) AW<sup>1/2</sup>
- (B)30.依據「滅火器認可基準」對於火災分類之內容，下列物質燃燒時，何者屬於A類火災？(A)有機溶劑(B)橡膠(C)通電中的馬達(D)柴油
- (C)31.關於火場中生成的CO對人體的危害，下列敘述何者正確？(A)本身沒有毒性，但過量吸入時，會引起呼吸困難(B)吸入多量時，口唇變青，造成肺水腫(C)會阻礙紅血球的輸氧功能(D)濃度達到500ppm時，在30分鐘內就會造成窒息死亡
- (D)32.火場中的單位長度光學密度為 $1 \text{ m}^{-1}$ 時，此火場中的發光物

- 體之能見度約為多少公尺？(A) 3 (B) 8 (C) 1.3 (D) 3.5
- (D)33.某鑄造工廠因高溫鉛水洩漏，遇水引發爆炸，此為何種爆炸？  
(A)分解爆炸(B)沸騰液體膨脹蒸氣爆炸 ( BLEVE ) (C)
- (B)34.有關複燃之敘述，下列何者錯誤？(A)相對於閃燃，複燃現象發生的機率較少(B)複燃的發生原因是熱量累積過多(C)複燃可能發生在成長期或衰退期(D)複燃現象所釋放的能量常造成門窗的破壞
- (B)35.近年來已有水滅火器經型式認可，下列敘述何者正確？(A)水滅火器就是強化液滅火器(B)水滅火器噴射距離大於6公尺以上(C)水滅火器不可適用B類火災(D)水滅火器僅為添加濕潤劑之滅火器
- (D)36.實效濕度低於多少時，日本即發布火災警報？(A) 90% (B) 80% (C) 70% (D) 60%
- (C)37.木材加熱到引火溫度時，可燃性氣體析出量迅速增加，木材的引火溫度約為多少°C？(A) 100 (B) 160 (C) 260 (D) 490
- (A)38.火場當中煙毒危害，下列敘述何者錯誤？(A)火場燃燒物毒性最大是CO<sub>2</sub>(B)火場生成物HCN 會造成細胞呼吸停止(C)吸入煙而危害生命主要因為一氧化碳(D)HCHO 為強烈刺激性無色氣體主要為刺激黏膜及麻醉中樞神經
- (C)39.某建築物的插座電壓為110 伏特，在其延長線上的插座同時插880 瓦的電磁爐、110 瓦的電風扇及1100 瓦的電熱器，請問該延長線之額定電流至少需多少安培？(A)209 (B)110 (C)19 (D)9
- (B)40.建築物內部裝潢材料對閃燃時間 ( F.O.T. ) 的影響，下列敘述何者錯誤？(A)熱傳導度低的材料縮短F.O.T.(B)同材質等面積的材料，位於牆面較天花板影響大(C)材料厚度較薄縮短F.O.T.(D)採用不燃材料可延遲F.O.T.
- (A)41.有關閃燃 ( Flashover ) 與複燃 ( Backdraft ) 的敘述，何者錯誤？(A)閃燃是一種爆炸現象，釋放的能量常造成門窗破壞；複燃是火勢快速發展的現象(B)依火災發展時期，閃燃常發生在成長期；複燃常發生在成長期或衰退期(C)閃燃發生的原因為「熱能」；複燃發生的原因為「助燃物」(D)火場中，閃燃有可能比複燃早發生
- (B)42.下列有關熱量傳遞的敘述，何者正確？(A)無論熱傳導、熱對流或熱輻射，熱量由高處往低處傳遞過程皆有媒介物質(B)若距離輻射物體2公尺時，輻射熱量為q，則距離輻射物體縮短為1公尺時，輻射熱量為4q(C)通風口所處位置的高低不會影響對流速度(D)在火災發展過程中，傳導、對流及輻射不會同時存在
- (A)43.下列對高樓逃生通道設計原則的描述，何者錯誤？(A)逃生通道應簡單明瞭，路短比路直重要(B)逃生以固定設施為主，可搬式器具、裝置為輔(C)逃生對策應重視直覺，故以圖形或箭頭等簡單符號指示避難方向或出口較佳(D)建築物出口數目，視收容人數多寡而定
- (C)44.在長10 m、寬8 m、高3 m 的居室燃燒1 kg 的乳膠枕頭，其D<sub>m</sub>=0.65 m<sup>2</sup>/g，估算此火場出口標示燈能見度？(A) 3.20 m (B) 0.48 m (C) 1.28 m (D) 2.56 m
- (D)45.沾有油類之毛巾，集中堆置於塑膠籃而產生自然發火，其原因為下列何者？(A)發酵熱之蓄積(B)吸著熱之蓄積(C)分解熱之蓄積(D)氧化熱之蓄積
- (C)46.依據建築物火災t<sub>2</sub>成長理論，當釋熱率 ( Q ) 達到4 MW 時，需要300 秒的時間，表示火災成長之速度為下列何者？(A)慢速成長(B)中速成長(C)快速成長(D)極快速成長
- (D)47.依據建築物火災的特性，當進入「穩態燃燒」階段時，釋熱率 ( Q ) 與時間 ( t ) 的關係為何？(A)與時間一次方成正比(B)與時間一次方成反比(C)與時間二次方成正比(D)與時間無關
- (A)48.已知乙烷、乙烯、乙炔的發火能量分別為a、b、c，則a、b、c 的大小關係為：(A)a > b > c (B)c > b > a (C)c > a > b (D)a = b = c
- (D)49.碳化鈣 ( CaC<sub>2</sub>，俗稱電石 ) 常用於水果的催熟，屬於公共危險物品，遇水會起激烈反應產生下列何種可燃性氣體？(A) 氫氣(B)乙烷(C)乙炔(D)乙炔
- (C)50.根據NFPA265 對閃燃現象 ( flashover ) 之定義，下列敘述何者錯誤？(A)上層煙氣之溫度達500 ~ 600 °C(B)到達地面之輻射熱通量達20 kW/m<sup>2</sup>(C)火焰總熱釋放率最少達到2 MW (D)火焰到達開口
- (A)51.下列何者非為影響閃燃的因素？(A)空氣密度(B)開口位置(C)開口面積(D)可燃物表面積
- (C)52.有一開口面積為10.0 m<sup>2</sup>，開口高度為1.44 m 之居室，當其發生火災而形成通風控制燃燒時，根據P. H. Thomas 之研究結果，則燃燒速度為多少kg/min？(A)R=25.0 ~ 27.3 (B)R=39.6 ~ 43.2 (C)R=66.0 ~ 72.0 (D)R=79.2 ~ 86.4
- (B)53.下列惰性氣體類海龍替代滅火藥劑中，何者的比重小於1？(A)IG-01 (B)IG-100 (C)IG-541 (D)IG-55
- (A)54.某室內火場的煙層厚度為1 公尺，若此時光學密度為0.173，則該場域中避難反光指標之能見度為多少公尺？(A)7.5 (B)10 (C)15 (D)20
- (C)55.在複燃 ( backdraft ) 發生前的密閉空間中，燃燒四面體中比較欠缺那一種要素？(A)熱能(B)連鎖反應(C)氧氣(D)可燃物
- (C)56.請問2 公斤的氫氣 ( H<sub>2</sub> ) 完全燃燒，所需要的理論空氣量為多少公斤？(A)139.2 (B)104.4 (C)69.6 (D)34.8
- (C)57.在充足的能量下，下列何種濃度 ( vol% ) 的氫氣 ( H<sub>2</sub> ) 為燃燒界限範圍內？(A)100% (B)80% (C)50% (D)2%
- (D)58.請依據可燃性氣體完全燃燒時的化學理論濃度，計算丙烷的燃燒下限？(A)1.34% (B)1.64% (C)1.84% (D)2.21%
- (C)59.一公克水完全汽化成水蒸氣，溫度327°C水蒸氣體積為V<sub>1</sub>，溫度727°C水蒸氣體積為V<sub>2</sub>，則V<sub>2</sub>/V<sub>1</sub>值？(A) 1700 (B) 2.22 (C) 1.67 (D) 4555
- (C)60.易燃性氣體受到壓縮後溫度會有升高的狀況發生，可能會發火導致火災的發生，此現象為何？(A)高溫壓縮(B)等溫壓縮(C)斷熱壓縮(D)等熵壓縮
- (B)61.下列有關電器用品「焦耳熱」之敘述，何者錯誤？(A)電流通過有電阻的導體所產生的熱(B)焦耳熱與電流成正比(C)電流增加造成的焦耳熱大於導體表面逸散之熱時，易生危險(D)焦耳熱與電阻及時間成正比
- (C)62.工廠使用之乙炔 ( C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> )，為防止爆炸引起火災，常利用裝有某化學物質與多孔性物質充填物之鋼瓶加壓保存，請問該化學物質為何？(A)氮氣 ( N<sub>2</sub> ) (B)氫氣 ( He ) (C)丙酮 ( CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub> ) (D)二氧化碳 ( CO<sub>2</sub> )
- (B)63.有關爆炸性物質之特性，下列何者正確？(A)物質所需之最大起爆能，即為該物質之敏感度(B)物質之密度愈大，其敏感度愈小(C)物質的化學結構分子中之硝基 ( -NO<sub>2</sub> ) 愈多，敏感度愈低(D)起爆溫度愈低者，其敏感度愈低
- (C)64.己烷在閃火點時的飽和蒸氣壓為9.12 mmHg，根據 Burgess-Wheeler 定理其燃燒熱約為多少kcal/mole？(A)682 (B)782 (C)882 (D)982
- (D)65.通風控制燃燒下，居室內有可燃物1200 kg，該居室有一開口面積6 m<sup>2</sup>，高度2 m，則火災持續時間約幾分鐘？(A) 20 (B) 30 (C) 36 (D) 26
- (C)66.某建築物內部的空氣溫度為27 °C，發生火災的房間溫度為627 °C，流入該起火房間的空氣體積流量為4m<sup>3</sup>/s，若忽略燃燒熱分解過程而產生的質量流率，請計算流出起火房間的煙霧體積流量約為多少？(A)4 m<sup>3</sup>/s (B)8 m<sup>3</sup>/s (C)12 m<sup>3</sup>/s (D)16 m<sup>3</sup>/s
- (A)67.常見吸入火場中的煙霧而中毒者，其最主要之原因即為吸入太多的一氧化碳 ( CO )，一氧化碳往往是火場的致命殺手，其濃度達多少時可以讓人在1 分鐘內死亡？(A)1% (B)0.5% (C)0.2% (D)0.07%
- (C)68.建築物火災中，在所謂燃料控制燃燒 ( Fuel Controlled ) 情形下，燃燒速度主要受何因素決定？(A)氣壓(B)可燃物重量 (C)可燃物表面積(D)流入空氣量
- (B)069.硝化甘油常作為炸藥主成分，其性質之敘述，何者錯誤？(A)對撞擊敏感(B)對摩擦較不敏感(C)同時大量燃燒時，容易造成爆炸(D)點火產生的表面燃燒為藍色火焰
- (B)70.有一倉庫長寬高分別為8 公尺、5 公尺及4 公尺，內置可燃物之總重量為600 公斤，試計算該倉庫之火載量若干 ( kg/m<sup>2</sup> )？(A) 20 (B) 15 (C) 3.75 (D) 6.8
- (D)71.火災發生後至閃燃發生的時間稱為閃燃時間 ( F.O.T. )，影響閃燃時間的重要因素，下列何者錯誤？(A)火源尺寸與位置(B)房間形狀與尺寸(C)可燃物的數量，堆積的高度(D)空氣密度

## 申論題

一、某製造二硫化碳工廠進行年度歲修，因施工焊接時，產生火花掉下方有機酸洗滌塔內而引發火災，試說明二硫化碳屬於何類之公共危險物品？並說明其常溫之爆炸界限、危險性、引火燃燒之化學反應方程式及滅火方式？

擬答：

- (一) 二硫化碳屬於第四類公共危險物品中之特殊易燃物。
- (二) 二硫化碳之爆炸界限：爆炸下限：1V%，爆炸上限：60V%。
- (三) 二硫化碳之危險性：極易揮發易引火，危險度極高之液體，蒸氣有毒( MAC20ppm )，燃燒時產生有毒氣體二氧化硫。儲存、使用上之注意：引火點、發火點均低，應避免接近火源。儲存於通風良好之冷暗處，定期檢查容器之狀態，以免蒸氣或液體之漏洩。因比水重，所以裝於罐桶等容器時，上面可加水以防蒸發屬於易燃液體(第2級)，具急性毒性物質，不慎吸入(第4級)，對皮膚有腐蝕及刺激性(第2級)，造成嚴重損傷，且屬於會刺激眼睛物質(2A級)，對於生殖系統具毒性物質(第2級)。
- (四) 二硫化碳之引火燃燒之化學反應方程式： $CS_2 + 3O_2 \rightarrow CO_2 + 2SO_2 + \text{熱}$ 。
- (五) 二硫化碳之滅火方式：
  1. 適用滅火劑：水泡沫二氧化碳(CO<sub>2</sub>)乾粉。
  2. 不適用的滅火劑：施用於此物質或混合物的滅火劑無限制。
  3. 未使用個人攜帶式呼吸裝置之人員不可進入危險區域。為了避免接觸皮膚，保持安全距離或穿上適當的防護衣物。

二、請各舉一個應用例，說明預混燃燒( premixed burning ) 和擴散燃燒( diffusive burning ) 的原理和優缺點。

擬答：

- (一) 預混合燃燒：係指可燃性氣體在未點火燃燒之前，與氧氣充分混合，達到燃燒範圍(界限)，在遇到點火源，例如桶裝瓦斯洩漏散佈於空氣中與空氣充分混合形成預混合但未遇火源不致發生火災或爆炸，一旦遇到火源將引起燃燒或爆炸之一種現象，此種燃燒因事先充分的混合，往往燃燒非常快速，甚至達到爆炸界限而引起爆炸燃燒，避免此種燃燒，容器內欲儲放可燃性高壓氣體時，必須充分的將氧氣含量降至一定值以下，以避免引起火災或爆炸。
- (二) 擴散燃燒：係指可燃性氣體自儲備火管線洩漏出來時，因遇空氣中之氧，混合達到燃燒範圍(界限)，再遇到靜電形成或點火源存在，引起燃燒之一種現象，此時容器或管內之可燃性氣體，不斷擴散出來供應外部之燃燒，此種一面擴散一面燃燒，維持定常穩定燃燒的一種現象。
- (三) 兩者優缺點比較：

|        | 混合燃燒                                     | 擴散燃燒   |
|--------|--|--|
| 定義     | 可燃性氣體預先與氧氣混合達到燃燒範圍(界限)，再遇到點火源，引起燃燒之一種現象。 | 可燃性氣體一面擴散，一面與氧氣分子相互混合燃燒。                         |
| 特性     | 燃燒反應迅速、溫度高。                              | 穩定之一種燃燒之現象。                                      |
| 火焰蔓延速率 | 視壓力、溫度、氣體組成成分而定。                         | 由燃料與氧氣間相互擴散來決定。                                  |
| 優點     | 可燃氣體自容器或管口擴散至空氣中與周圍空氣混合，但不一定會產生火災爆炸。     | 可燃氣體自容器或管口擴散至空氣中與周圍空氣混合之燃燒現象，可有效控制燃燒速度，形成一種穩定燃燒。 |
| 缺點     | 燃燒速度有效控制，甚易造成爆炸之現象。                      | 一般產生之熱源有限，無法瞬間產生高熱。                              |

三、由混凝土築成之倉庫長寬高別為 10m、7m、3.5m，內含可

燃物總重 2,100 公斤，總表面積為 200m<sup>2</sup>，倉庫內有一開口寬 1.8m、高 2m 問其火災型態為何？火載量大小及燃燒速率？(通風控制燃燒係數為 5.5 燃料控制燃燒係數為 0.36，空氣密度 1.2kg/m<sup>3</sup>)

擬答：

$$(一) \frac{\rho \sqrt{g A \sqrt{H}}}{A_0} = \frac{1.2 \sqrt{9.8} \cdot (1.8 \cdot 2) \sqrt{2}}{200} = 0.096 \therefore < 0.235$$

∴ 為通風控制燃燒

$$(二) \text{火載量} = 2,100 / (10 \times 7) = 30 \text{ kg/m}^2$$

$$(三) \text{燃燒速率} = kA\sqrt{H} = 5.5(1.8 \cdot 2)\sqrt{2} = 28 \text{ kg/min}$$

四、建築物發生火災時，由窗戶或開口噴出之火焰，常燒破上層窗戶玻璃而擴大延燒危險阻，試說明火焰流動特性及防止火焰向上層延燒對策？

擬答：

(一) 火焰流動特性：

1. 火焰流動軌跡的方程式為：

$$(1) Z + H = 12.8 \left( \frac{m}{B} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$(2) \frac{X}{H} = \frac{0.454}{\left( \frac{2B}{H} \right)^{0.53}}$$

H：通風開口高度(m)。

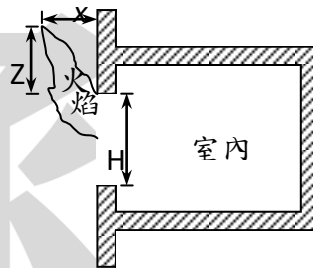
B：通風開口寬度(m)。

Z：火焰頂端至通風開口頂端高度(m)。

x：火焰頂端至牆壁的水平距離(m)。

m：質量燃燒速率(kg/s)。

概念圖：



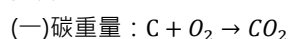
2. 窗戶之形狀，寬度愈大，火焰愈容易吸住壁面，成垂直上昇。
3. 窗之上層有建築物時，火焰軌跡與(寬度/高度)之值有關。
4. 火焰距離火場開口窗頂愈高，溫度愈高，延燒之危險愈大。由窗口或開口部噴出之火焰，常燒破上層窗戶之玻璃。

(二) 防止火焰向上層延燒對策：

1. 兩樓層窗與窗間之壁體愈大，防止下層火焰延燒之效果愈好。
2. 採行縱形窗設置，即縱向之長度比橫向之長度為大，此窗戶噴出火焰其尾端遠離側壁。
3. 減少窗戶或開口面積，避免火焰噴出流動。
4. 設置突出屋簷以阻止向上延燒。
5. 改善窗戶耐火材質減少火焰高溫之危害。
6. 窗戶設置撒水幕吸收輻射高熱，避免火焰噴出造成玻璃破裂。
7. 減少室內可燃物量，避免火災發生。

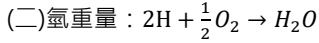
五、某化合物含 C、H、O 重 4 公克，經完全燃燒後得二氧化碳 6 公克和水 1.63 公克，則化合物可能為何？碳量%、氫量%、氧含量%各為多少？

擬答：



123244

$$\frac{C}{CO_2} = \frac{C}{6} = \frac{12}{44} \cdot C = \frac{12}{44} \times 6 = 1.64 \text{ 公克}$$



21618

$$\frac{H}{H_2O} = \frac{H}{1.63} = \frac{2}{18} \cdot H = \frac{2}{18} \times 1.64 = 0.18 \text{ 公克}$$

(三) 氧重量:  $4 - 1.64 - 0.18 = 2.18$  公克

(四)  $C : H : O = \frac{1.64}{12} : \frac{0.18}{1} : \frac{2.18}{16} = 0.137 : 0.18 : 0.136 = 1 : 1.32 : 1 = 3 : 4 : 3$

(五) 化合物為  $C_3H_4O_3$

(六) 碳量% =  $\frac{1.64}{4} \times 100\% = 40.9\% \approx 41\%$

(七) 氫量% =  $\frac{0.18}{4} \times 100\% = 4.5\%$

(八) 氧量% =  $\frac{2.18}{4} \times 100\% = 54.5\%$

六、請試述下列名詞之意涵:

(一) 煙函效應

(二) BLEVE

(三) 防火區劃

(四) 短路

擬答:

(一) 煙函效應 (Stack Effect):

1. 當高樓內部溫度較外部為高時 (如冬天), 建築物中之垂直通道 (如樓梯、電梯通道、管道間), 因空氣密度較建築物外為低, 造成浮力作用。
2. 由於浮力的作用, 讓垂直通道內空氣向上浮升, 並經由上方開口流出, 讓外界補充之空氣, 則由下方開口流入, 所造成一種氣流循環現象。

(二) BLEVE:

1. 定義: 係指沸騰狀態之液化瓦斯, 氣化膨脹而爆炸現象。例如: LP 瓦斯槽受火焰侵襲, 瓦斯蒸發使槽內壓力上昇, 此時安全閥動作, 釋放內壓, 但因槽內瓦斯加熱過度, 安全閥無法宣洩巨大壓力, 瓦斯槽終告破裂, 槽內內緣呈平衡狀態之氣態和液態瓦斯, 因壓力放出破壞平衡, 常溫高壓之液態, 乃急劇蒸發成氣體, 內容物一面細粒化, 一面撞擊容器, 並破壞容器向外噴出, 此時遇到周圍之火燄, 蒸氣立即著火, 產生爆炸燃燒, 形成火球。

2. 防止方法如下:

- (1) 將防液堤作成斜坡, 即使集液部成為火災時, 火燄亦不致直接接觸液漕。
- (2) 可燃性液化瓦斯容器作外部斷熱處理, 可使熱侵入容器之速度, 降低為 1/10, 延長處理時間。
- (3) 設固定式之灑水設備, 使液漕不致受火焰加熱。

(三) 防火區劃: 就是利用防火材料來達到截火目的, 有了防火區劃設計後, 就能將穿透防火樓板或防火牆的防火弱點澈底消除, 防火弱點就是電線管道、通風管道、隔間縫隙等容易造成火勢蔓延的建築結構。有了防火區劃就能有效隔離火焰、熱氣、煙及有毒氣體, 達到「滴水不漏」的目的。

1. 嚇阻火災擴大。
2. 爭取避難逃生時間。
3. 防止延燒其他空間。
4. 降低生命與財產損失的目標。

(四) 短路: 是一種不正常的低電阻的電路, 會產生較大的電流。過大的電流有可能導致電路損壞、過熱、火災或爆炸。在電路分析中, 短路電路用來指兩個節點之間的零電阻連接。在一個理想的短路中, 電阻為 0。在簡單的電路分析中, 導線被認為是短路。而在實際電路中, 則幾乎為零電阻連接。

七、請問濺射 (spillover) 與溢流 (slop over) 有何不同的定義和現象? 請就石油儲槽的過度沸騰 (boil over) 現象說明其與上述兩現象的不同之處。

擬答:

(一) 濺射 (spillover): 係指一個充滿高溫黏性油類、未起火的容

器中, 水在其表面沸騰而發生的一種溢流現象, 舉例來說, 高溫的柏油 (又稱瀝青、煤焦油) 被裝入含有水的油槽中, 水可能會逐漸被加熱而沸騰, 最後導致柏油從油槽中溢流出來, 當水進到含有高溫黏性油類的油槽時, 水將瞬間轉換成水蒸氣, 造成油槽中部分的油類溢出。

(二) 溢流 (slopover): 大多是說由外部加入的水, 受熱膨脹導致油類溢流, 但事實上油類本身就會有一定的水, 火災學中稱之為乳化水 (或自由水), 這些水與沉在底部的水墊層不同, 會懸浮在油料中。油槽發生火災時, 這些乳化水受熱蒸發產生氣泡, 也會導致油類溢流, 即所謂的 Slopover。

(三) 過度沸騰 (boilover): 會發生在原油或重油中。當水被倒入油料時, 因水具有較高的密度, 所以會快速沉到容器底部, 在一定的狀況下, 經過一段時間, 底部的水會快速蒸發成水蒸氣, 體積膨脹超過 1700 倍, 底部快速膨脹的水蒸氣 (可能是因為過度加熱) 會將上層的油料向上、向外地從油槽排出, 導致燃燒中的油擴散到容器外, 擴散範圍廣大且不可控制。Boilover 在以下三種條件同時存在時會發生:

1. 開放的油槽火災。
2. 在油槽底部有水墊層 (waterlayer)。
3. 在油料中有高溫的熱波。

八、爆炸性化合物之爆炸反應與其分子中包含可燃元素和助燃元素的數量有關, 而氧平衡 (oxygen balance) 就是衡量該物質中所含的氧與可燃元素完全氧化所需要的氧兩者是否平衡。請說明三種氧平衡值樣態所代表之意義, 並請計算硝酸銨 (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) 與 TNT 炸藥 (C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>CH<sub>3</sub>) 之氧平衡值, 以 OB% 表示。

擬答:

(一) 三種氧平衡值樣態所代表之意義:

1. 0 氧平衡: 所含氧與可燃元素完全氧化燃燒, 放出大量熱。
2. 正氧平衡: 氧過剩與游離氮化合, 產生氮氧化合物有毒氣體。
3. 負氧平衡: 氧元素不足產生不完全燃燒有毒氣體。

(二) 氧平衡值:

$$C_xH_yO_zN_p \text{ 爆炸性物質} \rightarrow OB\% = \frac{100}{M} \left[ Z - (2X + \frac{Y}{2}) \right] \times 16$$

(1) 硝酸銨 NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>

$$OB\% = \frac{100}{M} \left[ Z - \left( 2X + \frac{Y}{2} \right) \right] \times 16 = \frac{100}{14 \times 2 + 1 \times 4 + 16 \times 3} \left[ 3 - \left( 2 \times 0 + \frac{4}{2} \right) \right] \times 16 = \frac{1600}{80} = 20\%$$

(2) TNT 炸藥 C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>CH<sub>3</sub>

$$OB\% = \frac{100}{M} \left[ Z - \left( 2X + \frac{Y}{2} \right) \right] \times 16 = \frac{100}{12 \times 7 + 1 \times 5 + 14 \times 3 + 16 \times 6} \left[ 6 - \left( 2 \times 7 + \frac{5}{2} \right) \right] \times 16 = \frac{100 \times (-10.5) \times 16}{227} = -74\%$$

九、若 FM-200 之設計濃度為 7%, 試問在此情形下, 其放出後該空間之氧濃度約為多少?

擬答:

$$FM-200\% = \frac{G}{V+G} \times 100\% = \frac{21-O'}{21} \times 100\%$$

$$7\% = \frac{21-O'}{21} \times 100\% \cdot O' = 19.53\%$$

$$O'_2 = 21 - 2.1 = 18.9\%$$

氧氣濃度降為 18.9%。

十、對一般火災而言, 若因條件之限制, 只有大前天之相對濕度為 50%, 前天之相對濕度為 60%, 昨天之相對濕度為 80%, 若今天之相對濕度為 70%, 則其實效濕度應為多少?

擬答:

$$He = (1-r)(Hm+rH_1+r_2^2H_2+\dots+r_n^nH_n) = (1-0.7)(70+0.7 \times 80+0.7^2 \times 60+0.7^3 \times 50) = 52\%$$