

### 選擇題

- (C)01.有關電氣火災防範對策中，電器設備之正確使用非常重要，在潮濕場所使用電器時，插頭應加裝何種裝置以防止感電發生？(A)延長線 (B)開關 (C)漏電斷路器 (D)緊急電源
- (A)02.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%
- (A)03.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) $a = b = c$
- (B)04.木材受熱分解進而燃燒的過程中，當加熱到引火溫度時，可燃性氣體釋出量迅速增加，試問木材的引火溫度約為多少°C？(A)100 (B)260 (C)360 (D)450
- (D)05.高壓氣體的爆炸界限，通常較常壓下為廣，爆炸上限也明顯提高，但下列何種氣體之爆炸範圍及爆炸上限在高壓下卻降低？(A)甲烷 (B)二氧化碳 (C)乙烷 (D)一氧化碳
- (D)06.阿里山發生森林火災，已知火災當天的相對濕度為 60.0%，前一天相對濕度為 50.0%，再前一天相對濕度為 40.0%，試求火災當天的實效濕度？(A)31.3% (B)34.4% (C)40.0% (D)47.5%
- (B)07.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)08.不同材質與厚度的牆壁或隔熱板，顯示不同的熱傳導效果；此可藉由下列何者估算？(A)傅立葉定律(Fourier's law) (B)伯努利定律(Bernoulli's equation) (C)理想氣體定律(Ideal gas law) (D)比爾-朗伯特定律(Beer- Lambert law)
- (C)09.就同一種可燃性粉塵而言，下列何種措施有助於降低發生粉塵爆炸的危險性？(A)提高環境溫度 (B)提高環境壓力 (C)提高粉塵粒徑 (D)提高環境氧氣濃度
- (D)10.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
- (B)11.進入石化工廠，車輛會被要求在排氣管加裝滅焰器(flame arrester)以避免火災爆炸之發生，加裝該措施防制火災爆炸之原理為：(A)窒息 (B)冷卻 (C)抑制連鎖反應 (D)阻止擴展
- (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
- (A)13.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
- (B)14.下列何者非細水霧滅火系統的特性？(A)兼具水系統與氣體滅火系統滅火特性 (B)屬水系統滅火設備，易造成水損 (C)可適用於 A、B、C 類火災 (D)無毒性兼顧環保
- (C)15.氣體燃燒後之爆炸，如產生燃燒速度大於音速之現象，稱之為：(A)液體沸騰膨脹蒸氣爆炸(BLEVE) (B)爆燃(deflagration) (C)爆轟(detonation) (D)突沸(boilover)

- (A)16.下列四種相等質量之物質：甲烷( $\text{CH}_4$ )、乙醇( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )、乙炔( $\text{C}_2\text{H}_2$ )及丙烯( $\text{C}_3\text{H}_6$ )，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)17.依美國防火協會估算，下列何項爆炸威力所造成危害可達 1000 公尺？(A)複燃 (B)沸溢 (C)閃燃 (D)液體沸騰膨脹蒸氣爆炸 BLEVE
- (D)18.乙炔加壓後容易產生分解爆炸，為避免此現象，乙炔鋼瓶常利用浸泡何種溶劑之多孔性物質，使乙炔溶解於其中，防止分解爆炸？(A)丙醇 (B)甲醛 (C)乙醇 (D)丙酮
- (D)19.下列何種現象對於局部電阻所產生的效應恰與其他三者相反？(A)氧化亞銅增殖 (B)開關接觸不良 (C)半斷線 (D)金原現象
- (A)20.下列何種滅火劑使用於金屬火災時，沒有「與金屬產生化學反應而衍生危害物質」的可能？(A)IG-01 (B)IG-100 (C)IG-541 (D)IG-55
- (A)21.可燃物不藉由火焰或電器火花引起燃燒，在大氣中僅因受熱而引發燃燒的最低溫度稱為：(A)發火點(ignition point) (B)閃火點(flash point) (C)燃燒點(burning point) (D)閃燃點(flashover point)
- (B)22.靜電放電導致火災或爆炸之前提條件，下列何者正確？(A)放電能量小於可燃性物質之最小點火能量 (B)帶電體為導體，通常蓄積靜電能量均能化為放電能量 (C)帶電體為非導體者，通常蓄積靜電能量均能化為放電能量 (D)放電能量與帶電體是否為導體無關
- (B)23.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
- (B)24.危害物質可能因混合儲存或載運而衍生危險，則下列那兩類公共危險物品於混合載運時的危險性最低？(A)第一類和第六類 (B)第二類和第四類 (C)第一類和第五類 (D)第三類和第六類
- (B)25.消防人員於火場經常利用灑水降溫的防護方式進行搶救，試問每公升水的蒸發潛熱約為多少 kcal？(A)340 (B)540 (C)740 (D)940
- (B)26.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
- (D)27.絕緣物體外表因附著少量水分或灰塵等電解質物質，產生小規模放電，形成異極電流，致使絕緣物體喪失絕緣性質者，稱為：(A)短路 (B)焦耳熱 (C)結晶現象 (D)積污導電
- (B)28.防火構造建築物外牆，具有相同面積不同開口型式，下列何種比例型式(即垂直高度：水平寬度)較容易形成火焰向上延燒？(A)3：1 (B)1：3 (C)3：4 (D)4：3
- (C)29.撕下新購的電視機螢幕保護封膜時遭受靜電，其原因為下列何者？(A)摩擦帶電 (B)流動帶電 (C)剝離帶電 (D)撞擊帶電
- (B)30.一物體在 27°C時輻射出的能量為 E，則當溫度升高到 627°C時輻射出的能量變為多少？(A)9 E (B)81 E (C)300 E (D)600 E
- (B)31.俗稱「電線走火」之火災起因，下列敘述何者錯誤？(A)延長線過負載 (B)電暖器發熱部位引燃附近可燃物 (C)電風扇電線半斷線 (D)冰箱插頭積污導電

- (C)32.在電氣火災研究中，木材、電木等絕緣物中，受電氣火花而碳化，碳化部分會逐漸形成微量的結晶，而變成具有導電性，此現象稱為？(A)積污導電現象 (B)沿面放電 (C)金原現象 (D)線圈層間短路
- (B)33.依美國防火協會(NFPA)危險物品標示規定，黃色代表何種危險性？(A)有害健康性 (B)反應性 (C)禁水性 (D)燃燒性
- (B)34.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
- (A)35.火災成長歷程中，下列何者非閃燃之現象？(A)火場狀況為缺氧燃燒，因某種特殊的原因導致新鮮的空氣衝入之現象(B)閃燃係從火災成長期移向旺盛期之短暫現象(C)閃燃時地板的熱通量達  $20 \text{ kW/m}^2$  (D)上層煙氣溫度達到  $500 \sim 600^\circ\text{C}$
- (B)36.密閉空間燃燒中天花板會向地面放射大量輻射熱促進地面可燃物燃燒速度，此現象為何？(A)熱傳導回饋 (B)熱輻射回饋 (C)熱對流回饋 (D)閃燃效應
- (B)37.普通木造建築物旁欲蓋 9 公尺高之建築物，其延燒係數為 3 級(係數為 0.15)，其防火間隔應保持多少公尺？(A) 6.32 (B) 7.74 (C) 3.21 (D) 8.56
- (C)38.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)39.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
- (C)40.一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)41.有關火羽流及天花板噴射流的敘述，下列何者錯誤？(A)間歇火焰區上方溫度維持不變(B)火羽流通常由火焰及熱流組成 (C)火羽流上升遇天花板沿天花板水平移動，形成天花板噴射流(D)天花板噴射流對地面放射輻射熱，促進可燃物燃燒速度
- (A)42.建築物起火後，對於防止火焰由下層窗戶往上層延燒，下列敘述何者錯誤？(A)窗戶「寬度/高度」之值愈小，火焰愈容易向上層延燒 (B)增加側壁高度 (C)減少室內可燃物量 (D)設置突出屋簷
- (D)43.根據 Burgess-Wheeler 定理，若丙烷的燃燒下限為 2.2%，其燃燒熱約為多少 kcal/mole？(A)23.3 (B)115.4 (C)233.6 (D) 480.9
- (D)44.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
- (D)45.沾有油類之毛巾，集中堆置於塑膠籃而產生自然發火，其原因為何？(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
- (A)46.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
- (D)47.下列物質在常溫時，何者的熱傳導係數(W/m·K)較低？(A)玻璃 (B)水 (C)木材 (D)空氣
- (D)48.碳化鈣( $\text{CaC}_2$ ，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)乙烯 (D)乙炔
- (B)49.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)50.預防過氧化丁酮之火災爆炸時，下列何種原則正確？(A)自加速分解溫度大於攝氏 50 度的 B 型有機過氧化丁酮在運輸時應控制溫度 (B)設置適當的泡沫滅火器 (C) C 型有機過氧化丁酮之管制量上限為 100 公斤 (D)可使用乾粉滅火器
- (B)51.臨界熱通量(Critical Heat Flux)的意義，下列敘述何者正確？(A)冷卻材料所需之最小熱通量 (B)點燃材料所需之最小熱通量 (C)加熱材料所需之最小熱通量 (D)抑制材料分解之最小熱通量
- (A)52.依 Thomas 閃燃公式(Thomas Flashover Correlation)，有關室內火災發生閃燃所需最小釋熱率，下列敘述何者錯誤？(A)隨室內火載量增加而提高(B)隨室內空間增加而提高(C)隨對外開口面積增加而提高(D)隨對外開口高度增加而提高
- (D)53.搶救鐵皮屋火警時，常利用上方開口，以自然熱對流原理進行排煙，有關自然熱對流的敘述，下列何者錯誤？(A)開口越大，對流速度越快(B)開口位置越高，對流速度越快(C)燃燒越猛烈，對流速度越快(D)開口越接近中性帶，對流速度越快
- (C)54.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  $500 \sim 600^\circ\text{C}$  (B)到達地面之輻射熱通量達  $20 \text{ kW/m}^2$  (C)火焰總熱釋放率最少達到 2 MW (D)火焰到達開口
- (C)55.下列有關二氧化碳( $\text{CO}_2$ )滅火劑之敘述，何者錯誤？(A)滅火後不留痕跡 (B)滅火作用較氮氣( $\text{N}_2$ )為大 (C)特別適用於鈉等金屬火災 (D)氣化時，可以發揮冷卻作用
- (C)56.供公眾使用建築物設置之撒水頭，在火災初期暴露於熱煙氣中而動作，其與熱煙氣間的熱交換現象，主要為何種熱傳現象？(A)熱傳導 (B)熱輻射 (C)熱對流 (D)熱裂解
- (A)57.火載量經常被拿來評估燃燒時間長短，以及建築物起火影響，下列何者為火載量的定義？(A)單位面積的可燃物量(B)單位體積的發熱量(C)單位時間的燃燒量(D)單位時間的可燃物量
- (D)58.有水之場所的插頭應加裝何種裝置以防止感電發生？(A)總開關 (B)延長線 (C)緊急電源 (D)漏電斷路器
- (C)59.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
- (D)60.有關分解爆炸，下列敘述何者錯誤？(A)通常吸熱化合物分解時，必行發熱，甚至發生爆炸 (B)為防止高壓乙炔分解爆炸，通常可用其他氣體稀釋之 (C)分解爆炸多發生在高壓情況下 (D)分解爆炸之壓力在界限壓力以上時，分解反應將趨於停止
- (A)61.依史帝芬 - 波茲曼公式之定義，輻射熱量與輻射物體表面積的幾次方成正比？(A)一次方(B)二次方(C)三次方(D)四次方
- (A)62.火場中煙霧的成分複雜且多具毒性，火災時若吸入下列何種氣體，會妨礙細胞中氧化酵素之活性，造成細胞呼吸停止？(A)氰化氫(HCN) (B)一氧化碳(CO) (C)氯化氫(HCl) (D)二氧化氮( $\text{NO}_2$ )
- (A)63.下列何者不是 IG-541 氣體滅火藥劑的成分？(A)氫氣 (B)氮氣 (C)二氧化碳 (D)氫氣
- (C)64.下列的滅火設備，何者屬於窒息法滅火原理？(A)海龍滅火設備 (B)室內消防栓 (C) IG-541 (D) CEA-410
- (D)65.假設建築物外部風速為  $10 \text{ m/s}$ ，風壓係數為 0.6，空氣密度為  $1.0 \text{ kg/m}^3$ ，其對迎風面建築物所產生的風壓約為？(A) 60 Pa (B) 50 Pa (C) 40 Pa (D) 30 Pa

一、依據我國公共危險物品之分類？並說明主要危險物品種類及儲存注意事項？

擬答：

(一)公共危險物品之分類及其物質種類：

- 1.第一類：氧化性固體，如氯酸鹽類、過氯酸鹽類、無機過氧化物、硝酸鹽類等。
- 2.第二類：易燃固體，如硫化磷、赤磷、硫磺、金屬粉(指鹼金屬、鹼土金屬、鐵、鎂、銅、鎳以外之金屬粉)等。
- 3.第三類：發火性液體、發火性固體及禁水性物質，如鉀、烷基鋁、黃磷、金屬氯化物等。
- 4.第四類：易燃液體及可燃液體，如乙醚、二硫化碳、乙醛、丙酮、汽油等。
- 5.第五類：自反應物質及有機過氧化物，如有機過氧化物、硝酸酯類、硝基化合物。
- 6.第六類：氧化性液體，如過氯酸、過氧化氫、硝酸等。

(二)公共危險物品儲存注意事項：

- 1.第一類公共危險物品，應避免與可燃物接觸或混合，或與具有促成其分解之物品接近，並避免過熱、衝擊、摩擦。無機過氧化物應避免與水接觸。
- 2.第二類公共危險物品，應避免與氧化劑接觸混合及火焰、火花、高溫物體接近及過熱。金屬粉應避免與水或酸類接觸。
- 3.第三類公共危險物品之禁水性物質，不可與水接觸。
- 4.第四類公共危險物品，不可與火焰、火花或高溫物體接近，並應防止其發生蒸氣。
- 5.第五類公共危險物品，不可與火焰、火花或高溫物體接近，並避免過熱、衝擊、摩擦。
- 6.第六類公共危險物品，應避免與可燃物接觸或混合，或具有促成其分解之物品接近，並避免過熱。

二、沸溢(boilover)與濺溢(spllover or slopover)是重質油類火災中所常出現的臨界燃燒現象，其出現常造成災害層面擴大，是油類火災中最嚴重的一種行為。試就沸溢與濺溢發生徵兆與發生區別詳細說明。

擬答：

(一)沸溢(boilover)：

開放性含水液體儲槽發生火災時，較易揮發的液體將最上層開始揮發變成蒸氣燃燒，而燃燒產生的熱量借輻射傳回液體表面，因揮發性液體揮發使得殘留的液體密度變大而往下沉，此高溫下沉的液體將溫度逐漸下傳至儲槽底部的水，當水溫度上升超過 1000C 時水會開始沸騰變成蒸氣，突然增加體積造成儲槽中液體突然溢出現象。

(二)濺溢(slopover)：

石油火災時，消防人員以含水滅火劑灌救，因水受熱氣化成水蒸氣體積增加使儲槽內石油產生爆濺危險。

(三)兩者形成因素：

- 1.熱輻射作用：油槽火災因輻射能回饋現象使下層油溫增高，受熱油層越來越多溫度不斷增加。
- 2.熱波動作用：沸點較高成分較重，往液面下層沉動把熱量帶到下層，使液面下層形成熱層鋒面，一旦達沸點時油類就會產生沸騰。
- 3.水蒸氣作用：底部乳化水或水墊層之水受熱達沸點，水變為水蒸氣體積增加 1,700 倍產生蒸氣膨脹爆炸反應。

(四)發生徵兆：

- 1.火焰顏色由深色變淺色並發出亮白現象。
- 2.煙霧由濃黑煙變淡灰煙。
- 3.槽體結構受內部壓力作用形成劇烈振動並膨脹變形。
- 4.儲槽口發生嘶嘶聲響現象。
- 5.小爆炸聲響不斷加大且急促反應。
- 6.儲槽油面產生油泡且翻湧蠕動作用。

(五)發生區別：

- 1.兩者發生時間不同，一般先產生沸溢後生濺溢。
- 2.沸溢產生高度及範圍較小，濺溢產生高度及範圍較大危害較劇烈。

- 3.兩者發生不一定同時產生，有時僅發生沸溢或濺溢現象。
- 4.沸溢產生的水由油類中分解之乳化水，屬自由水分；濺溢產生的水為儲槽底部的水墊層之水，屬外部滲入之水分。

三、某一建築物內放置家具 80Kg，其燃料燃燒熱值 16.1 MJ/Kg，燃燒釋熱峰值為 4.2MW，當火災以中速度成長時，其進行穩態燃燒之持續時間為何？

擬答：

$$(一) Q = \left(\frac{t}{K}\right)^2 \text{ 中速度成長 } K = 300$$

$$4.2 = \left(\frac{t}{300}\right)^2 \therefore \text{燃燒釋熱峰值的時間 } t = 614 \text{ 秒}$$

$$(二) \text{達峰值釋熱的總能量} = \frac{\text{達到峰值釋熱時間}}{3} \times \text{燃燒釋熱峰值} \\ = \frac{614}{3} \times 4.2 \text{ MW} = 860 \text{ MJ}$$

$$(三) \text{穩態燃燒釋放總能量} = \text{燃燒總能量} = 80 \text{ Kg} \times \frac{16.1 \text{ MJ}}{\text{Kg}} = 1288 \text{ MJ}$$

$$\text{穩態燃燒後釋放之總能量} = \text{燃燒總能量} - \text{達峰值釋熱的總能量} \\ = 1288 \text{ MJ} - 860 \text{ MJ} = 428 \text{ MJ}$$

(四)進行穩態燃燒之持續時間：

$$\text{持續時間} = \frac{\text{穩態燃燒後釋放之總能量}}{\text{燃燒釋熱峰值}} = \frac{428 \text{ MJ}}{4.2 \text{ MW}} = 102 \text{ 秒}$$

$$(W = \frac{J}{S} \text{ 焦耳} = \text{瓦特} \times \text{時間})$$

四、請試述下列名詞之意涵：

(一)煙囪效應。(二)BLEVE。(三)防火區劃。(四)短路。

擬答：

(一)煙囪效應(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。

## 五、試說明油池火災(Pool Fire)及火球火災(Fire Ball)差異？

擬答：

### (一)油池火災(Pool Fire)：

1. 定義：係指油槽造成之火災，或石油因事故洩漏而形成之防液堤火災，或因可燃性瓦斯與可燃性液體的外流形成積存效果而造成之火災類型。
2. 影響因素：
  - (1) 燃燒速度：速度愈快放射熱愈強。
    - a. 當油池直徑小於 0.1m 時，燃燒速率與直徑成反比。
    - b. 油池直徑小於 0.1m 時，熱傳導主宰著燃燒速率。
    - c. 油池直徑遠大於 1m 時，燃燒速率趨於定值。
  - (2) 火焰之形狀與高度：火焰高度(H)與容器直徑(d)比約定值，H/d 約為 1.5~2.0 火焰之形狀愈呈規則，高度愈高則放射熱愈大。
  - (3) 火焰之溫度與距離：火焰溫度愈高，愈接近火源則放射熱愈大，一般約為 1,000°C 最高為 1,500°C。

### (二)火球火災(Fire Ball)：

1. 定義：指大量的液體蒸發變成蒸氣，並與氧氣混合成燃燒範圍內的可燃性混合氣後，突然遇到火源而產生燃燒時，將形成球狀火焰。
2. 型態：
  - (1) 球狀火焰(蒸氣雲爆炸)：可燃氣體之儲槽洩露時，因急速氣化擴散，又受地面之熱影響在開放性空間中形成蒸氣雲，遇熱能而著火燃燒，形成球狀之火焰。
  - (2) BLEVE 現象：儲存在容器內液化瓦斯受火焰侵襲，瓦斯蒸發使槽內壓力上升，安全閥釋放壓力；槽內瓦斯加熱過度，安全閥無法宣洩過大壓力儲槽終告破裂，內容物常壓高溫之液體急劇蒸發為氣體，一面猛烈衝撞容器並破壞而向外噴出，此蒸氣遇能量立即著火在空中形成巨大火球。

## 六、化學物質災害、工廠災害消防搶救程序(H.A.Z.M.A.T)及相關參考資料優先順序？

擬答：

### (一)搶救程序(H.A.Z.M.A.T)：

1. H - 危害辨認(Hazardidentification)：
  - (1) 確認危害物質，查詢 OSPCT 光碟資訊系統、物質安全資料表、緊急應變指南、毒性化學物質防救手冊。
  - (2) 查看標示牌、詢問相關人員、撥緊急聯絡電話。
  - (3) 應於現場加強觀察與相關資訊蒐集。
2. A - 行動方案(Actionplan)：
  - (1) 嚴禁貿然闖入。
  - (2) 處理對比處理快重要。
  - (3) 處理是解決問題，而不是再製造問題。
  - (4) 不要在無適當防護裝備與器材下進入現場。
  - (5) 不要採取超出本身訓練範圍的行動。
  - (6) 多方尋求支援，必要時等待協助。
3. Z - 區域管制(Zoning)：
  - (1) 以降低危害物質對大眾與救災人員之危害。
  - (2) 考量防護安全及是否可及時疏散和撤離事故現場。
  - (3) 區域管制區分為禁區(熱區或紅色區)；除污區(溫區或黃色區)；支援區(冷區或綠色區)。
  - (4) 指揮者應設於支援區，且上風位置。
4. M - 建立管理系統(Managingtheincident)：
  - (1) 為使現場搶救各項任務能各司其職。
  - (2) 搶救行動相互協調。
  - (3) 確保救災人員安全。
5. A - 請求支援(Assistance)：
  - (1) 遇到較大規模之化學物質災害。
  - (2) 超出救災單位搶救的能力。
6. T - 善後處理(Termination)：
  - (1) 除污→保障工作人員、設備及車輛不被污染。
  - (2) 因任務需要只執行緊急除污；待任務完成再進行完全除污。

### (二)相關參考資料優先順序：

第一優先：毒性化學物質防救手冊。

第二優先：物質安全資料表。

第三優先：緊急應變指南。

## 七、若空氣中氧占 15%、氮占 85%，試問於標準狀況下之空氣密度為多少？

擬答：

(一)空氣分子量 =  $(16 \times 2) \times 15\% + (14 \times 2) \times 85\% = 28.6$

$$(二) PV = nRT = \frac{W}{\text{分子量}} RT$$

$$\frac{P \times \text{分子量}}{R \times T} = \frac{W}{V} = \rho$$

$$\text{空氣密度} = \frac{1 \times 28.6}{0.082 \times (273 + 0)} = 1.27 \text{ kg/m}^3$$

## 八、某建築物內發生火災，火焰表面溫度為 827°C，火焰面的輻射(emissivity)為 0.75，火焰面積為 3m<sup>2</sup>；為避免皮膚遭受輻射熱傷害，請計算滅火者與火焰面應保持的最小安全距離。(假設條件：火焰面視為點熱源，熱輻射由熱源向四周空間均勻放射，且不考慮其他任何表面的反射熱；一般衣著情況下人體皮膚可以承受的極限熱通量為 2.8 kW/m<sup>2</sup>；Stefan-Boltzmann constant $\sigma = 5.6704 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ )

擬答：

(一)火焰面的輻射熱通量：

$$Q = \varepsilon \times \sigma \times A \times T^4$$
$$= 0.75 \times 5.67 \times 10^{-8} \left( \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \right) \times 3 \times (827 + 273)^4 (K^4)$$

$$Q = 186782.6 \text{ W} \times \frac{1 \text{ KW}}{1000 \text{ W}} = 186.8 \text{ KW}$$

(二)火焰面應保持的最小安全距離：

因輻射熱與距離平方成反比 $\geq$ 人體皮膚可以承受的極限熱通量

$$\frac{Q}{d^2} \geq 2.8 \quad \frac{186.8}{d^2} \geq 2.8$$

$$d = \sqrt{\frac{186.8}{2.8}} \geq 8.17 \text{ m}$$

火焰面應保持的最小安全距離 8.17m

## 九、試述處理可燃性液體所可能產生之靜電危險及其管理對策為何

擬答：

(一)液體以管路輸送，或攪拌、過濾、混合、噴出時，因摩擦液體產生帶電，能量蓄積引起放電引發靜電火災危險：

1. 靜電放電之種類：

(1) 氣中放電：

a. 電暈放電：有尖端部分放出微小發光放電，其能量密度小極少成為火災。

b. 條狀放電：能量較電暈放電大，發生於帶電體與平滑金屬之接地體間。

c. 火花放電：平滑之帶電體與接地體間產生之放電現象，能量極大，為火災發生之主要原因。

(2) 沿面放電：非導體之帶電量大，接近接地體之際或帶電之非導體背面附近有接地體存在時，產生樹枝狀放電現象，因能量極大易成災害之原因。

(二)管理對策：防止靜電產生避免發生火災：

1. 防止靜電發生方法：

(1) 減少摩擦之方法。

(2) 選擇二個帶電序列相近物質之材質。

(3) 使用導電性材料。

(4) 使用除電劑之方法。

2. 借洩漏防止電荷蓄積之方法：

(1) 接線與接地。

(2) 增加周圍空氣相對濕度之方法。

3. 借中和防止電荷蓄積之方法：

(1) 高壓離子化方法。

(2) 靜電誘導之離子化。

4. 靜電火花發生亦不使其引火之方法：

(1) 以不活潑性氣體代替氧。

(2) 使蒸氣空間之濃度達到爆炸界限以外。