室內空氣污染產生源練習題

2.1 前言

1. 環境部室內空氣品質資訊網資訊，影響室內環境空氣品質的主要污染源可分為哪 8 大類？

   解答：室外空氣污染源、室內燃燒源、油漆及塗料、建築材料、清潔產品、辦公室事務機、生物性污染物以及人類活動及其他污染來源。

2. 請簡述世界衛生組織 (WHO) 於西元 1982 年「病態建築物症候群」之定義？

   解答：世界衛生組織 (WHO) 於 1982 年將「病態建築物症候群」定義為：「凡因建築物內空氣污染導致人體異常症狀，如神經毒性症狀 (含眼、鼻、喉頭感到刺激等)，不好的味道，氣喘發作等。」

3. 室內空氣品質對於室內之兒童、孕婦、老人與慢性疾病病人影響更為重要，請簡述兒童較成年人更容易受室內空氣品質危害之原因。

   解答：兒童身體正在成長中，呼吸量與體重的比例較成年人高 50%，再加上兒童有 80%以上的時間是生活在室內，因此兒童比成年人更容易受到室內空氣污染危害。

2.2 室內裝修產生源

2.2.1 裝修建材中常見的空氣污染物逸散特性

4. 世界衛生組織 (WHO) 針對揮發性有機物質依據其不同之沸點可分類為 4 大類，請簡述種類與其沸點範圍？

   解答：1. 極易揮發性有機物質 (VVOC 沸點溫度介於 0℃至 50~100℃)。
   2. 揮發性有機物質 (VOC 沸點溫度介於 50~100℃至 240~260℃)。
   3. 半揮發性有機物質 (SVOC 沸點溫度介於 240~260℃至 380~400℃)。
   4. 粒狀有機物質或附著粒狀物上之有機物質 (POM 沸點溫度大於 380℃)。

5. 依「室內空氣品質標準」的管制範圍，總揮發性有機化合物 (TVOC) 為幾種揮發性有機物之總和？

解答：1. 苯 (Benzene)。
2. 四氯化碳 (Carbon tetrachloride)。
3. 氯仿 (三氯甲烷) (Chloroform)。
4. 1,2-二氯苯 (1,2-Dichlorobenzene)。
5. 1,4-二氯苯 (1,4-Dichlorobenzene)。
6. 二氯甲烷 (Dichloromethane)。
7. 乙苯 (Ethylbenzene)。
8. 苯乙烯 (Styrene)。
9. 四氯乙烯 (Tetrachloroethylene)。
10. 三氯乙烯 (Trichloroethylene)。
11. 甲苯 (Toluene)。
12. 二甲苯 (對、間、鄰) (Xylenes)。

6. 室內揮發性物質來源可分為乾性 (原料及傢俱) 以及溼性 (建築材料、表面塗裝與油漆及建材相關用品) 兩大類別，請依上述各種類個別舉例污染源名稱？

解答：

類別		污染源名稱
溼性	建築材料	填縫劑、地板接著劑、一般接著劑
	表面塗裝與油漆	木材著色漆、表面塗裝漆
	建材相關用品	地板用蠟、除污劑
乾性	原料及傢俱	合板、粒片板、地毯、地磚、壁紙

7. 塗料類建材及合板類建材所逸散出的 VOCs 不盡相同，依照建材所逸散出化學物質的特性，其分類方式為何？

解答：1. 蒸散型：多為油漆或腊等，直到存在於表面之揮發性有機化合物完全揮發為止。污染性化學物質逸散至室內之速度，受溫度及表面風速之影響，屬於短時間之逸散。
2. 擴散型：多為合板等之接著劑的揮發等，指建材內部所含污染化學物質逐漸滲出表面，逸散空氣中。

8. 根據國外綠色建材標章合板類建材認證制度皆以甲苯、苯乙烯、4-乙基環己烯、4-苯基環己烯、芳香族、TVOC、甲醛等揮發性有機物質作為管制對象，請列舉上述物質何為主要指標污染物？

解答：1. 甲醛。
2. TVOC。

9. 國際癌症研究中心 (IARC) 將致癌物分級，國外綠色建材標章合板類建材認證制度對於 IARC 之分級個別進行管理與控制，請簡述各級之管理與控制使用方式？
解答：1. Group 1 致癌物質進行嚴格控管。
2. Group 2A、2B 及 3 之污染物則以最低逸散量的方式限制使用。

10. 塗料塗裝後逸散量最多的空氣污染物是哪種化學成分？
解答：甲苯。

11. 請簡單說明壁紙分類。這些類別中，明顯成為室內空氣污染主因之一的為何者？
解答：

種類	主要素材
紙壁紙	紙 (一般紙、加工紙) 直接印刷、再生紙上印刷、不織布等稱之。
織物壁紙	• 棉、有機棉、絹縈 (人造絲Rayon) 麻等。 • 包含有絲綢、毛料等以動物纖維為原料者。
塑膠 (plastic) 壁紙	聚乙烯、丙烯樹酯等為主要材料製成之壁紙。
無機質壁紙	聚乙烯、丙烯樹酯等為主要材料製成之壁紙。

12. 聚氯乙烯樹酯屬於塑膠之一種，適用於壁紙、水管與包裝紙之原料等，不僅充斥於生活各層面中，更由於其無法自行自然分解，請分別說明氯乙烯貼壁材於製造及廢棄處理流程時，可能會產生何種污染物？
解答：

品項	聚氯乙烯樹酯
製程	加氯乙烯於耐燃加工後的紙張上，加熱到150~180℃左右使其發泡，再行印刷及上色。
廢棄物	由於氯乙烯基無法自然分解，焚化時會產生戴奧辛等有機氯化物氣體。

2.2.2 室內傢俱中常見的空氣污染物逸散特性

13. 簡單說明具有環境污染之建材有哪些？

解答：1. 含有 DEHP、DBP 及 BBP 等 3 種化學物質目前在歐盟已列為生殖毒性物質，其餘鄰苯二甲酸酯類雖然生殖毒性沒有那麼強，但該類物質在環境中有不易分解及累積之特性，仍會危害國內環境及國人健康，因此建議全數列管。

2. 產品內含 PVC 物質之建材，應比照 CNS 15138 進行鄰苯二甲酸酯類可塑劑檢測，所含鄰苯二甲酸酯類可塑劑之總量不得超過 0.1% (重量比)。

3. 使用於室內裝修建材，若有 TVOC 及甲醛逸散之虞者，應進行檢測 (TVOC 逸散速率不得超過 0.19 $mg/m^2/hr$；甲醛逸散速率不得超過 0.05 $mg/m^2/hr$)。

4. 水泥相關製品總氯離子含量基準≤0.1%。

5. 國際癌瘤研究中心 (International Agency for Research on Cancer, IARC) 之分類 Group 1 致癌物質目前共 108 種物質，其部分致癌物質包括：苯、甲醛等物質亦可能於「室內建材」使用。

14. 請說明國際癌症研究中心 (IARC) 將人類致癌因子分級之定義？

解答：

Group 1	為人類致癌物。
Group 2A	對人類可能為致癌物。
Group 2B	對人類懷疑為致癌物。
Group 3	無法判定為人類致癌物。
Group 4	認為該物質並非人類致癌物。

15. 當人體暴露甲醛、有機溶劑與殺蟲劑等化學物質，其負面影響如急性中毒、過敏作用、臭味等，請個別說明上述 3 種負面影響之發生狀況與症狀？

解答：

化學物質名稱	人體反應	發生狀況	症狀
甲醛、有機溶劑、殺蟲劑等	急性中毒	塗裝施工時暴露在高濃度的化學物質中所引起的	眼痛呼吸困難、暈眩、頭痛噁心 甚至是死亡
甲醛、殺蟲劑等	過敏作用	有人只要微量即受影響	過敏症特異反應症

化學物質名稱	人體反應	發生狀況	症狀
甲醛、有機溶劑、殺蟲劑、可朔劑	通風不良房屋症候群化學物質過敏症	因人而異有人只要極微量即受影響	自主神經異常肩酸頭痛噁心等多種症狀
甲醛、有機溶劑	臭味 (Odor) 的影響	對臭味的感知因物質的濃度而異對健康的影響亦因物質的種類及濃度而不同例如聞道甲醛臭味時已達危害健康的濃度而一般聞到溶劑臭味時未必達到危害健康的濃度	

16. 請列舉建築室內傢俱中屬於生物性污染的重要來源？

解答：

使用傢俱	污染原因
窗型冷氣及蒸氣式空氣冷卻設備	裝設位置是否方便維護；冷凝水盤有污水蓄積；設備附近表面潮溼並有微生物生長
盤管式風機及進氣裝置	冷卻盤管或濾網骯髒；冷凝水盤中有污水蓄積；設備附近表面潮溼並有微生物生長
盆栽	葉子、泥土、植物容器或是容器表面上有微生物生長；過多的水分而導致多餘的溼氣
地毯	缺乏維護或曾經受過潮的地毯，灰塵累積
布質辦公室隔板、壁紙、廉；裝上墊子的傢俱	缺乏維護或是曾經受潮的布質表面；裝上墊子之物品變成了灰塵累積或是微生物生長的來源
攜帶式 (落地式) 除溼機	裝置缺乏維護導致微生物在蓄水槽中生長；噴霧或水霧裝置
回風室	過度的表面灰塵堆積；潮溼以及表面有微生物生長

2.2.3 綠建材

17. 世界上第一個將室內空氣品質管理立法推動的是哪個國家？我國是第幾個推動的？

解答：1. 第一個推動的是韓國。

2. 我國是第二個推動的國家。

18. 1992 年國際學術界對「綠建材」之定義為何？

解答：在原料採取、產品製造、應用過程和使用以後的再生利用循環中，對地球環境負荷最小、對人類身體健康無害的材料，稱為「綠建材」。

19. 綜觀各國綠產品標章或建材標章，主要有幾種特性？

解答：1. 再使用 (Reuse)。
2. 再循環 (Recycle)。
3. 廢棄物減量 (Reduce)。
4. 低污染 (Low emission materials)。

20. 我國「綠建材標章」分為哪 4 種類型？

解答：1. 健康綠建材。
2. 生態綠建材。
3. 再生綠建材。
4. 高性能綠建材。

21. 我國「綠建材通則」管制之目的為何？

解答：1. 綠建材是對環境無害的建材：應確保綠建材標章產品於生命週期各階段中不會造成環境衝擊。
2. 綠建材是對人體無害之建材：確保對人體健康不會造成危害。
3. 綠建材應符合相關規格標準：品質應符合法規及一般功能性要求。

22. 我國「綠建築標章」限制物質之評定項目，包括？

解答：1. 非金屬材料任一部分之重金屬成分，須依據「事業廢棄物毒性特性溶出程序 (TCLP)」進行檢驗並符合規定值。
2. 不得含有石綿成分。
3. 不得含有放射線【加馬等效劑量在 0.2 微西弗/小時以下 (包括宇宙射線劑量)】。
4. 不得含有環境部公告之毒性化學物質。
5. 不得含有蒙特婁公約管制化學品。
6. 水泥相關製品 (含氧化鎂板) 總氯離子含量基準≤0.1% (依據 CNS 14164 7.10.3 節總氯離子含量測試法)。
7. 含氯高分子材料不得申請健康與生態綠建材標章，申請再生或高性能綠建材標章時，均依照綠建材手冊之各分項規定辦理。
8. 使用於室內之裝修建材應進行 TVOC 及甲醛逸散檢測，其逸散速率須符合健康綠建材 E3 等級。但產品明顯不產生逸散及使用於戶外時，經評定專業機構之分類評定小組審查且同意

者，不在此限。

23.「健康綠建材標章」為確保對人體健康，需量測甲醛 (HCHO) 及總揮發性有機化合物 (TVOC) 的單位面積污染物逸散速率應低於多少，才符合低逸散健康綠建材的基準？

解答：1. 甲醛 (HCHO)<0.05 mg/m^2·hr。

2. 總揮發性有機化合物 (TVOC)<0.19 mg/m^2·hr。

24.「健康綠建材標章」之分級方式？

解答：1. E1：甲醛≥0.005 mg/m^2·hr；TVOC≥0.005 mg/m^2·hr。

2. E2：0.005<甲醛≤0.02 mg/m^2·hr；0.005<TVOC≤0.06 mg/m^2·hr。

3. E3：0.02<甲醛≤0.05 mg/m^2·hr；0.06<TVOC≤0.19 mg/m^2·hr。

25. 我國「健康綠建材標章」之建材評定項目有哪些？

解答：1. 地板類：木質地板、地毯、架高地板、木塑複合材等。

2. 牆壁類：合板、纖維板、石膏板、壁紙、防音材、粒片板、木絲水泥板、木片水泥板、木質系水泥板、纖維水泥板、矽酸鈣板、木塑複合材等。

3. 天花板：合板、石膏板、岩線裝飾吸音板、玻纖棉天花板等。

4. 填縫劑與油灰類：矽利康、環氧樹脂、防水塗膜材料等。

5. 塗料類：油漆等各式水性、油性粉刷塗料。

6. 接著 (合) 劑：油氈、合成纖維、磁磚黏著劑、白膠 (聚醋酸乙烯樹脂) 等。

7. 門窗類：木製門窗 (單一均質材料)。

2.2.4 室內裝修污染產生源的管制措施

26. 請說明室內空氣中的有機揮發物質常見的污染源？

解答：

污染物	室內來源
甲醛	殺菌劑、壓版製成品、尿素甲醛泡沫絕緣材料、硬木夾板、黏合劑、粒子版、層壓製品、油漆、塑料、乙烯基PVC地磚、鑲木地板、木製壁版、酸固化木塗層、天花瓦及壁板、地毯、軟塑傢俱漆、石膏板、接合化合物、塑料/三聚氰醯胺胺壁板

污染物	室內來源
苯	室內燃燒菸草的煙霧、溶劑、油漆、染色劑、清漆、圖文傳真機、電腦終端機及打印機、接合化合物、水基黏合劑、木製壁版、地氈、地磚黏合劑、污點/紡織品清洗劑、聚苯乙烯泡沫塑料、塑料、合成纖維
四氯化碳	溶劑、致冷劑、噴霧劑、油脂溶劑
三氯乙烯	溶劑、經乾洗布料、軟塑傢俱套、油墨、油漆、亮漆、清漆、黏合劑、圖文傳真機、電腦終端機及打印機、打字機改錯液、油漆清除劑、汙點清除劑
四氯乙烯	經乾洗布料、軟塑傢俱套、汙點/紡織品清洗劑、圖文傳真機、電腦終端機及打印機
氯仿 (三氯甲烷)	溶劑、染料、除害劑、圖文傳真機、電腦終端機及打印機、軟塑傢俱墊子、氯化水
1.2二氯苯	乾洗附加劑、去油污劑、殺蟲劑、地氈
1.3二氯苯	殺蟲劑
1.4二氯苯	除臭劑、防黴劑、空氣清新劑/除臭劑、抽水馬桶及廢物箱除臭劑、除蟲丸及除蟲片
乙苯	苯乙烯相關的製成品、合成聚合物、溶劑、圖文傳真機、電腦終端機及打印機、傢俱拋光劑、接合化合物、地磚黏合劑、地氈黏合劑、亮漆硬木鑲木地板

27. 欲針對影響室內空氣品質之污染源進行源頭控制時，可分成哪三種面向進行？

解答：1. 建材與化學劑量使用之控制。
2. 人員造成之污染物控制。
3. 機具之污染控制。

28. 請列舉通風換氣之目的？

解答：1. 供給充分外氣。
2. 稀釋污染物質。
3. 除去污染源。
4. 調整空間壓力控制氣流進出。
5. 削減部分熱負荷。
6. 排除臭氣。

29. 請簡述通風之重要性。

解答：1. 稀釋室內污染物。

2. 移除室內污染物。
3. 維持舒適溫熱感。
4. 維持人體呼吸需求。
5. 節省空調能源。

30. 請說明如何降低辦公大樓、托兒所及學習場所之病態大樓症候群發生？

解答：辦公大樓的外氣量大於要求標準，目前也發現室外空氣流量提高和長時間的通風可以減少病態大樓症候群的發生，並可定期檢測室內空氣品質，保障健康安全。

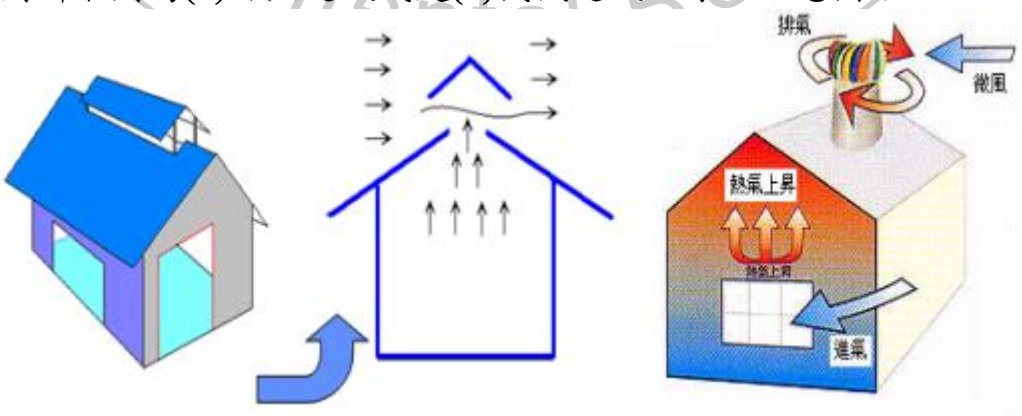
31. 請說明自然通風與機械通風之差異？

解答：1. 機械通風不受自然條件的限制，可以根據需要進行送風和排風，獲得穩定的通風效果。
2. 自然通風是藉助自然力促使空氣流動，依據氣流流向又有進氣 (Infiltration) 與排氣 (Exfiltration) 兩種，前者是指由外界流向室內的氣流；後者則是由室內流向外界的氣流。

32. 請說明採用循環空氣之目的？

解答：為了在節能的前提下，回收回風空氣中經空調的能源，必須確保回風系統不是放置在正進行會產生污染物的活動的房間之內或在該等房間附近，同時必須配有適當的過濾系統，以保證再循環空氣不會含有大量的污染物，並使用室外空氣予以足夠稀釋。

33. 請判斷下列為(1)自然通風或是(2)機械通風之原理示意圖？



解答：(1)自然通風。

34. 請列舉進行自然通風設計及自主管理應注意之事項？

解答：1. 設計者在考量室內空氣品質的問題，首先需能提供足夠稀釋污染物的新鮮空氣量，可以利用自然通風來補進新鮮空氣。

2. 在節能的考量下可以於戶外種植植栽或搭配水體 (水池、噴霧系統等) 以降低外氣溫度。

3. 考慮紗網的運用，可以降低室內粉塵量。

4. 自然通風的運用除了選擇適當的時機 (外在空氣品質條件良好時)，並要掌握長年風的流向，再進一步去考量開口部的設計。

5. 風向不利於自然通風時，開口部可搭配水平或垂直導風板等裝置增加自然通風效率。

6. 單側通風時可設計上下開口，兩者間的距離與換氣效果成正比；而當室內形成貫流通風路徑時，迎風面之開口設計於低處，而背風面設計於高處，會有較佳的換氣效率。

7. 空間的規劃上，易產生污染物的空間，如：廚房、廁所盡可能避免在迎風面。

8.減少室內不必要的隔間，隔間或隔屏盡量能保持通氣的可能，避免空間中有死域的產生。

9. 室內搭配風扇能增加空氣的循環，保持氣流的流動性及增加體感的舒適性。

10. 智慧與可呼吸壁體的概念設計可依外在環境變動自動調控建築軀殼或開口部，提供必要的自然通風效果及新鮮的空氣引入。

35. 機械通風及空調系統的操作有哪些重要原則？

解答：每當室內有人使用，以至在整個使用期間，安裝在該特定範圍的機械通風及空調系統均應啟動。在使用人返回某範圍之前把系統啟動亦是一個良好的習慣，可盡量減低在未被使用期間積累的污染物的影響。若樓宇或使用範圍特別容易出現冷凝和真菌滋生的影響，例如圖書館和電腦房，即使長時間留空，亦可能需要一直啟動除溼系統。而使用人本身對機械通風及空調系統的有效運作有著重要影響。應向使用人示範如何正確操作恆溫器和通風調節器。此外，操作人員應確保室外空氣調節器和風閘正常運作，同時應適當設定最低的風閘開口位置，一般為

15%。

36. 請說明機械通風及空調系統之保養應如何規劃與執行。

解答：必須訂立全面保養計畫，以確保機械通風及空調系統的運作情況盡量接近其設計效能。保養計畫應包括清潔和檢查各個部分，並視需要調校和更換設備。此外，應有負責操作和保養系統的人員提供訓練，使他們正確瞭解系統，並按照設計師製造商的指示操作和保養系統。

37. 關於機械通風及空調系統之保養，請參考一般原則分別針對每月與 3 個月應進行檢修項目進行舉例？

解答：1. 每月應進行檢修項目：

(1) 新鮮外氣入口。
(2) 空氣過濾器。
(3) 冷凍管路。
(4) 所有水盤和水槽。
(5) 冷凝水排管。
(6) 冷卻塔。
(7) 冷卻塔的水處理系統。

2. 每 3 個月應進行檢修項目：新鮮外氣風門。

38. 請簡述室內空氣品質之即時管理機制之執行方式？

解答：為提高室內空氣品質的即時管理機制，可設置室內空氣品質即時監控系統，即時提供使用者獲知該場所之室內空氣品質狀況，並透過此監控面板進行每日自主的管理與檢查措施。

39. 評估室內空氣交換之指標有許多種，請舉例一種室內空品指標，其將可有效協助不降低相關疾病發生及工作效率提升？

解答：通風率，是一項重要之室內空氣品質指標，通風率越大，可以有效降低相關疾病或病症的發生關係，也可以提高工作效率。

40. 請簡述 ACH (Air change per hour) 與 L/s person 兩種換氣輛標準之個別定義與適用時機？

解答：1. ACH：即每小時流進房間之空氣量與房間體積之比值，ACH 標準只依空間大小為依據，提供小空間較小的換氣率。
2. L/s person：每人每秒所需換氣量，適用於區域內污染物濃度對於現場人員數影響比空間影響更大，其較強調污染濃度。

41. 美國疾病管制局 (CDC) 及美國建築協會 (AIA) 等單位之換氣標準皆為採用室內換氣率 ACH (Air change per hour)，其為每小時流進房間之空氣量與房間體積之比值。請簡述並說明 ACH 之計算公式及相關運算參數之定義與單位？

解答：1. 室內換氣率 (ACH) 公式：

$$ACH=\frac{Qv(\tau)}{V}$$

2. V：室內有效體積 (m^3)
Qv(τ)：自室外流入室內的氣流 (m^3/hour)

42. 何謂低逸散工法？推廣低逸散工法之原因為何？

解答：1. 低逸散工法：內政部建研所已在建材部分制定綠建材標章，從建材等物料進行源頭管制。
2. 推廣低逸散工法之原因：臺灣的室內裝修行為偏向高度現場施作，且有過度裝修之情形，作業人員經常需暴露於高風險的工作環境中，可能會由工作環境中吸入建築材料釋出的甲醛和揮發性有機物等化學污染物罹患職業病，因此透過低逸散工法針對建材進行源頭管制，已達保護空間居住者及施工者之目的。

2.3 室內人為活動產生源

2.3.1 室內燃燒行為空氣污染物排放特性

43. 請列舉影響室內空氣品質之室內燃燒行為種類？

解答：烹飪、取暖、燒香、抽菸、點蠟燭等。

44. 人體暴露於多環芳香烴與懸浮微粒等污染物會造成人體危害，請詳細說明因烹飪及吸菸可能產生污染物影響室內空氣品質行為之影響方式？

解答：1. 烹飪油炸：油炸會產生大量的 $PM_{2.5}$ 及多種化學成分，加熱會產生大量的有機粒狀污染物質，例如有機化合物、多環芳

香烴及有機離子，另外粒狀污染物上有數種有機化合物及重金屬是具有毒性及可能致癌，而使用油烹煮食物較使用水烹煮較具危害性。

2. 吸菸：於有二手菸的環境下易產生超高濃度懸浮微粒，抽菸所產生之微粒含各種刺激性化學物質，容易引起呼吸道相關疾病及心臟血管疾病。此外，香菸經過燃燒可產生數千種化合物，除包含尼古丁、煤焦油、一氧化碳、懸浮微粒外，其包含化學成分有 40 種以上已被研究證實為致癌物質，數十種被證實為刺激物質。

2.3.2 室內家電、事務機及空氣清淨機空氣污染物排放特性

45. 一般辦公大樓中，使用電腦及事務機時可能會導致室內臭氧濃度上升，請說明其原因為何？

解答：使用電腦及周邊事務機比例越高的同時，室內臭氧濃度亦較過去升高，造成室內空氣品質的惡化，以事務機為例 (例如：影印機、印表機、傳真機等)，若以高電壓電暈 (Corona) 線作為影像合成系統元件，使用過程中會使周圍空氣中的氧分子 (O_2) 產生電離，形成原子態氧 (O)，原子態氧與周圍氧分子結合便會形成臭氧 (O_3)。

46. 請簡述臭氧之基本特性與其對人體之負面影響？

解答：臭氧為活化性極強的氣體，具有極強的氧化性，當遇到細菌、臭味或有機物時能產生氧化反應，達到清淨空氣之效果。室內臭氧濃度如果過高則具魚腥味，亦會對人體健康造成危害，例如：暴露於臭氧可能會有呼吸系統過敏、誘發氣喘患者氣喘、呼吸道發炎、會引起咳嗽、氣喘、頭痛及肺功能降低等負面影響，並減低肺對傳染病及毒素的抵抗力。

47. 請問影印機於高速運作下，除了使臭氧濃度上升外，尚有何種污染物逸散呢？如何對人體造成傷害？

解答：影印機在高速運作下會有部分碳粉外逸，產生微粒物質，而在高熱下所產生的有機廢氣 (苯、甲苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯、甲醛等) 也會引發各類癌症和心血管疾病，容易蓄積在人體，不易排除。

48. 室內臭氧易與與萜烯類化合物 (為精油及芳香劑之主要化學成分) 產生化學反應，請問反應後產生之產物為何？

解答：臭氧易與與萜烯類化合物反應形成具刺激性的醛酮類產物及超細微粒。

49. 即使是低濃度之臭氧，會特別對於嬰兒與幼兒造成何種傷害？

解答：流行病學研究指出，即使低濃度的臭氧仍會造成早產兒死亡率增加、嬰幼兒的呼吸道疾病之風險提高，特別是嬰兒的母親具有氣喘病史時；並會使得正在接受醫學治療中的氣喘孩童更易受到相關傷害。

50. 臭氧能與未飽和有機化合物反應產生氧化產物，例如：醛類，其具有難聞之氣味與刺激性。請問，未飽和醛類與飽和醛類間，何者具有較高之臭味閾值？

解答：未飽和醛類的臭味閾值，在 50 ppt 以下，而飽和醛類與羧酸類物質則有較高之臭味閾值，相較於未飽和醛類為更低之濃度 (ppb) 範圍。

51. 請問我國勞工作業環境規範對於勞工作業環境中臭氧濃度之為 8 小時日時量平均容許濃度為何？

解答：我國勞工作業環境規範對於勞工作業環境中臭氧濃度之限制為 8 小時日時量平均容許濃度 (Permissible exposure limit, PEL) 為 0.1 ppm。

52. 員工於辦公空間日趨擁擠及影印機愈集中放置之環境工作，可能對於室內空氣品質有何影響，進而影響人體健康？

解答：容易造成室內通風不佳，並造成臭氧、微粒物質與有機廢氣濃度的升高與累積，對健康造成危害。

2.3.3 室內生物性污染來源排放特性

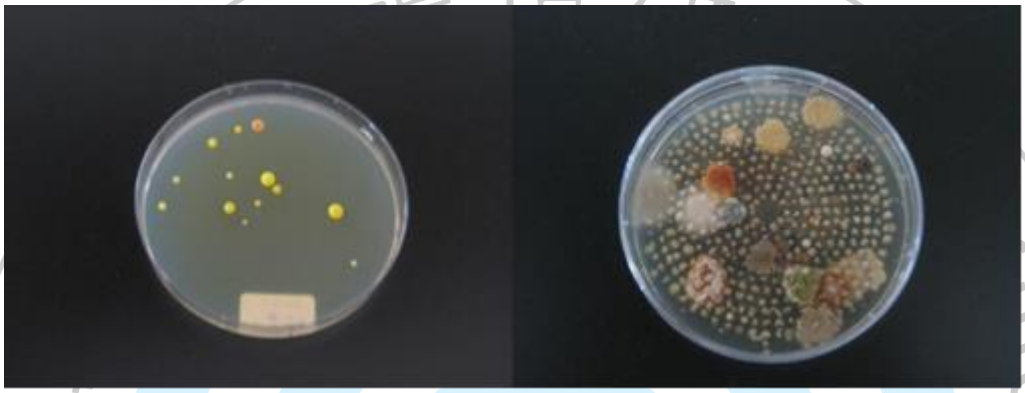
53. 請說明何謂「生物性氣膠」？

解答：懸浮在空氣中來自於生物本身或生物體活動所產生之微粒，亦是指一種具有生物性的顆粒，如毛髮、皮屑、花粉、病毒、真菌、細菌及塵蟎等，其中真菌與細菌為室內常見的生物性污染物。

54. 請說明環境中適合真菌之生長條件，以及可能於建築物中生長之位置？

解答：真菌可任意生長在含有機質的環境中，如自然環境中之植物、腐質物及動物身上，而在合適的生長條件下，真菌亦可在建築環境中之牆壁、黏著劑、木製傢俱、紙張、地毯、衣物及各式建材上生長。

55. 請辨別下列圖片，何者為細菌與真菌？



解答：左為細菌、右為真菌。

56. 室內微生物污染相當多樣化，不同類型微生物均有其特有之滋生源及傳播特性，若有特定法定傳染病如退伍軍人症或肺結核等集體感染事件，應如何通報與診斷？

解答：若有特定法定傳染病如退伍軍人症或肺結核等集體感染事件，必須立即通報衛生主管機關，並針對該感染事件進行室內環境問題診斷。

57. 請列舉室內環境黴菌生長之來源？

解答：包括建材內部腐朽的木材、發霉的食物、牆上的覆蓋物 (例：油漆、壁紙)、灰塵、寵物和室內植物等，其中以石膏板、壁紙、塑膠、橡膠製品，以及因受潮而損害的建材上，因充分的養分及水分而可供黴菌的生長及繁殖。

58. 若通風系統 (Heating, ventilation and air conditioning system, HVAC) 受污染，室內空氣中常可偵測到高濃度的黴菌存在。請簡述 HVAC 系統中，何處經常成為黴菌繁殖溫床？

解答：冷凝集水盤管。

59. 請舉例環境中之真菌致病原進入並造成醫療院所污染之可能傳播媒介或途徑？

解答：

與環境有關之傳播媒介
***Aspergillus* spp.**
通風系統運作不良
空氣過濾濾材
空氣過濾裝置
窗型冷氣機
污染的空氣逆流
抽氣機污染
天花板污染或設計不良
纖維材質的絕緣材以及礦纖材質的天花板
隔音天花板與塑膠板
防火材料
潮溼的木頭建材
建築物的開口處
建築物
開窗
廢棄物拋棄管路
醫院真空吸塵器
電梯
工程用機械手臂
牆壁
廚房
食物
裝飾植物
***Mucorales/Rhizopus* spp.**
空氣過濾濾材
天花板污染或設計不良
直升飛機場
***Scedosporium* spp.**
建築物
***Penicillium* spp.**

國家環境研究院 National Environmental Research Academy

與環境有關之傳播媒介
腐爛的木製櫥櫃，導管洩漏
通風管線玻璃纖維隔離
空氣過濾濾材
***Acremonium* spp.**
空氣過濾濾材
***Cladosporium* spp.**
空氣過濾濾材
Sporothrix
建築物

60. 臺灣地理環境、季節與南北地域上分別有何特性，易導致臺灣一般家戶環境中過敏原及黴菌、細菌內毒素等生物性污染物明顯較其他國家高出許多的原因？

解答：臺灣位處於亞熱帶氣候區，終年高溼高溫提供給大部分黴菌良好之生存環境，且臺灣本土而言亦呈現地域上之差異，如南臺灣的熱帶氣候區在黴菌的濃度上明顯較北部高出許多，尤其以秋、冬季出現的高濃度為最值得注意的特有現象。

2.3.4 室內人為活動污染產生源的管制措施

61. 請針對室內人為活動污染產生源之管制措施有哪些？

解答：1. 盡量避免室內燃燒行為 (如：燒香、點蠟燭、抽菸等)。
2. 烹飪時開啟抽油煙機。
3. 避免種植會產生較多花粉的室內盆栽。
4. 避免飼養毛髮多的寵物，或應定期修剪寵物毛髮。
5. 定期使用吸塵器清理地上毛髮或皮屑。
6. 正確使用室內事務機、雷射印表機、臭氧空氣清新淨機的操作時機，並應注意定期更換事務機的濾網，並且注意影印室的通風，以避免臭氧、微粒物質與有機廢氣濃度的升高與累積。
7. 若觀察到室內有結露或潮溼之斑點時，需立刻修繕潮溼問題。
8. 可分別透過增加通風換氣效能 (當室外乾且冷時) 及去除室內溼氣 (室外溫暖又潮溼) 減少結露現象，預防因為建築表面溫度增加或空氣間溼度減少所導致之結露問題。

9. 維持室內相對溼度低於 60%，最理想的狀況是維持在 30~50%。

2.4 室外空氣污染物來源傳輸

2.4.1 室外空氣污染物來源傳輸特性

62. 室外之粒狀污染物是影響室內空氣品質之因素，請簡述其如何傳輸至室內空間？

解答：從門、窗、建築物縫隙傳輸進入室內或被人們、寵物帶進室內，藉由自然通風或機械通風而進入室內，使室內空氣品質受到不同程度的影響。

63. 探討室內與室外空氣污染物之相關性，最常引用的是質量守恆模式來推估室內之空氣污染物濃度，請說明其模式主要考量之 4 種機制？

解答：1. 污染物的流入通量=空氣體積流率×室外濃度×未被過濾移除的比例。
2. 流入室內空氣量=流出室外空氣量，污染物的向外通量=體積流率×室內濃度。
3. 室內之污染物經由沉降、氧化、吸附、過濾等作用而移除，其移除量正比於室內污染物量。
4. 室內之燃燒、凝結、再揚起等作用所產生之污染物。

64. 室外粒狀污染源可分別人為排放、自然排放及二次行程之細懸浮微粒，請依據各分類進行舉例？

解答：1. 人為排放：汽機車排放、石化燃料燃燒、煉鋼廠、廢棄物處理、營建工程等。
2.自然界產生：火山爆發、森林火災、海鹽蒸發、孢子及花粉、地面揚塵等。
3. 二次形成細懸浮微粒：大氣中之氣態前驅物質經由複雜反應容易二次形成細懸浮微粒。

65. 請簡述懸浮微粒、$PM_{2.5}$ 與 PM_{10} 之定義？

解答：1. 懸浮微粒：飄浮在空氣中的微小顆粒。
2. $PM_{2.5}$：粒徑小於 2.5 μm 之懸浮微粒。
3. PM_{10}：粒徑小於 10 μm 之懸浮微粒。

66. 懸浮微粒的暴露會造成人體呼吸道疾病，如氣喘、氣管炎和支氣管炎等，但其危害人體健康之嚴重程度則取決於懸浮微粒之何種條件有關？

解答：微粒尺寸與表面所附著的成分。

67. 請簡述懸浮微粒尺寸大小與沉積肺部部位關係？

解答：當人體呼吸時，這些細懸浮微粒常帶有毒化學物質並可沉積在人體肺部，粗微粒於上呼吸道就被阻隔，但粒徑於 10 μm 則可能深至下呼吸道，而粒徑小於 2.5 μm ($PM_{2.5}$) 之懸浮微粒則可到達肺部肺泡。

68. 請簡述何謂高交通暴險社群？

解答：研究成果中提及臺北地區住在一、二樓層的人口數為 2,669,475 約占 42.3%；其中約有 28.5% (約 186 萬) 的人口居住在離市區馬路 5 公尺範圍內，其中約 80 萬人居住在離交通排放相當近的一、二樓，占總人口數之 12.3%，屬於暴險程度最高的社群，亦稱之為潛在高交通暴險社群，根據人口特徵資料分析顯示多數為居住於市區中心之老舊社區、女性、15 至 65 歲間之民眾、高教育程度者與較高申報所得者。

69. 請簡述室外環境中，臭氧主要形成之途徑？

解答：臭氧並非直接排放，而是在戶外由氮氧化物 (NOx) 與揮發性有機物 (Volatile organic compounds, VOCs) 經一連串光化反應而形成，臭氧濃度於上午交通尖峰期間 (08:00~10:00) 後開始逐漸上升，並於午後開始下降 (15:00~17:00)，高濃度期間約發生於中午 12 點至下午 2 點因受強紫外線照射，促使光化學反應後而形成。因此，臭氧不論在室內或室外環境中皆扮演非常重要的角色。

70. National Ambient Air Quality Standard (NAAQS) 將臭氧列為指標空氣污染物之一，臭氧濃度每日最大 8 小時平均值標準為何？

解答：75 ppb。

71. 臺灣規定室外臭氧濃度每日最大 8 小時平均值標準與每日最大 1 小時平均值標準為何？

解答：臺灣規定室外臭氧濃度每日最大 8 小時平均值標準為 60 ppb，每日最大 1 小時平均值標準為 120 ppb。

72. 臺灣室內空氣品質管理法依場所性質不同而分成兩類，其個別之臭氧濃度 8 小時平均值標準請簡述之？

解答：1. 第 1 類場所為對室內空氣品質有特別需求場所，其臭氧 8 小時平均值標準值為 0.03 ppm。

2. 第 2 類場所為一般大眾聚集的公共場所及辦公大樓，其臭氧 8 小時平均值標準值為 0.05 ppm。

73. 交通污染源與固定污染源所排放之廢氣組成中，請舉例直接排放主要成分與間接形成成分為何？

解答：1. 直接排放：一氧化碳 (CO)、氮氧化物 (NOx)、揮發性有機物質 (VOC) 及懸浮微粒 (PM) 等。

2. 間接形成：NOx 與 VOC 透過白天陽光照射並光化學作用反應後可生成臭氧 (O_3)。

74. 生物性氣膠可能透過自然開口或是機械通風系統的外氣引入管道引入室內。可以透過哪些方法，減少引入室內的生物性氣膠？

解答：透過重新檢討外氣引入口的相對位置及加強外氣引入口過濾。

75. 請列舉建築物體周圍及外部受到何種損壞時，會導致室內成為微生物濃度增加之源頭？

解答：鄰近建築物周邊或建築體外部有機質蓄積、防水層破損滲水、結構中木質材料發霉腐爛等，都可能會變成室內微生物濃度增加的源頭。

2.4.2 室外空氣污染物來源的管理措施

76. 請說明如何進行室外空氣污染物來源之管理措施？

解答：可藉由門口放置地毯，用以除去部分鞋底的粒狀物，並定期清洗之；於室外空氣品質不良與臭氧濃度高的時段應暫時關閉門窗及中央空調系統之換氣功能，例如沙塵暴時期、中午過後；

同時定期檢視建築物及空調系統，並定期進行自主性清潔管理。

2.5 總結

77. 簡單說明室內空氣污染物源頭管制之規劃原則？

解答：1. 在作業前熟悉環境污染情況、污染源種類，以利選用適當之環境品質改善措施。

2. 應盡量避免室內燃燒行為 (如：燒香、點蠟燭、抽菸等)，且正確選擇室內事務機、雷射印表機、臭氧空氣清新機的操作時機。

3. 利用空氣清淨設備去除室內污染物，應先了解欲去除之污染物特性與室內空間之大小，以利評估選用之處理技術及機種，且置放於污染源附近減少污染擴散為原則，避免二次污染之產生。操作使用時應注意放置地點，並實施定期的維修保養，以維持空氣清淨設備之正常功能。

4. 預防因為建築表面溫度增加或空氣間溼度減少所導致之結露問題，可分別透過增加通風換氣效能及去除室內溼氣減少結露現象。

5. 當室外臭氧濃度高 (中午過後) 或空氣品質不良 (沙塵暴) 時，應該暫時關閉門窗及中央空調系統之換氣功能。

National Environmental Research Academy 國家環境研究院