等　　別：高等考試
類　　科：工礦衛生技師
科　　目：作業環境測定
考試時間：2 小時　　座號：_____

※注意：㈠可以使用電子計算器。
㈡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、某衛浴設備製造公司，其原料有：紙漿 30%、花崗石 22%、長石 5%、雲母石 3%、水泥 40%。該公司過去環測粉塵樣品經 X-光繞射分析發現平均含游離二氧化矽 12%。現某一勞工於製模區進行製模及研磨作業，其個人採樣資料及分析結果如下表，則：
㈠其粉塵八小時日時量平均濃度(TWA)＝？（8 分）
㈡該勞工之暴露是否有超過容許濃度標準？請說明您的判定依據。（7 分）

採樣時段	平均採樣流速 (L/min)	粉塵秤重分析結果 (g)	
		採樣前濾紙重	採樣後濾紙重
8:00－10:10	1.71	0.0130	0.0131
10:10－12:00	1.73	0.0128	0.0133
13:00－14:30	1.74	0.0134	0.0135
14:30－17:00	1.72	0.0120	0.0122

註：採樣時之溫度為 22℃；大氣壓力為 765mmHg；並以下列建議方法進行採樣

參考資料 1 － 行政院勞工委員會 採樣分析建議方法摘要

方法編號 CLA4001 (等級A)
化合物中文名：可呼吸性粉塵 (respirable dust)
採集介質：Nylon cyclone ＋ 37mm PVC濾紙
採樣流率：1.7L/min
建議之採樣體積最小爲10L×(%SiO_2+2)；最大爲200L×(%SiO_2+2)
採集粉塵量不要超過濾紙之最大負荷量，一般約2mg。

參考資料 2 － 行政院勞工委員會 作業環境空氣中有害物容許濃度標準（部分）

種類	粉塵	容許濃度		符號	化學文摘社號碼（CAS No.）
		可呼吸性粉塵	總粉塵		
第一種粉塵	含游離二氧化矽 10%以上之礦物性粉塵	$\frac{10mg/m^3}{\%SiO_2+2}$	$\frac{30mg/m^3}{\%SiO_2+2}$		14808-60-7;15468-32-3;14464-46-1;1317-95-9
第二種粉塵	未滿 10%游離二氧化矽之礦物性粉塵	1 mg/m^3	4 mg/m^3		
第三種粉塵	石綿纖維	每立方公分一根		瘤	1332-21-4;12001-28-4;12172-73-5;77536-66-4;77536-67-5;77536-68-6;132207-32-0
第四種粉塵	厭惡性粉塵	可呼吸性粉塵	總粉塵		
		5 mg/m^3	10 mg/m^3		

說明：一.本表內所規定之容許濃度均爲八小時日時量平均容許濃度。
二.可呼吸性粉塵係指可透過離心式或水平析出式等分粒裝置所測得之粒徑者。
三.總粉塵係指未使用分粒裝置所測得之粒徑者。
四.石綿粉塵係指纖維長度在五微米以上，長寬比在三以上之粉塵。

（請接第二頁）

等　　別：高等考試
類　　科：工礦衛生技師
科　　目：作業環境測定

二、ABC 電子公司委託合格採樣機構進行該廠之定期作業環境測定，並由認可之分析實驗室進行分析。採樣物質為苯、二甲苯及丁酮，採樣資料如下表：

採樣對象	採樣器編號	採集介質	採樣化合物	採樣前流速 (ml/min)	採樣後流速 (ml/min)	平均流速 (ml/min)	採樣時間 (min)	採樣總體積(L)	經校正後採樣總體積(L) (@NTP)	樣品分析結果 (mg)	樣品濃度 mg/m^3 (@NTP)	樣品濃度 ppm (@NTP)
A 勞工	A11	活性碳管	苯	105	110	甲	240	乙	丙	0.4	丁	戊
			二甲苯							4.5		
	A12	矽膠管	丁酮	95	98		240			6.7		
A 勞工	A13	活性碳管	苯	100	104		240			0.5		
			二甲苯							4.6		
	A14	矽膠管	丁酮	95	98		240			4.9		
B 勞工	B11	活性碳管	苯	100	111		480			0.5		
			二甲苯							6.7		
	B12	矽膠管	丁酮	49	45		230			2.6		
	B13	矽膠管	丁酮	46	45		250			1.9		
C 現場空白樣品	—	活性碳管	苯/二甲苯	—	—	—	—	—	—	0.02		
D 現場空白樣品	—	矽膠管	丁酮	—	—	—	—	—	—	0.01		

註：採樣當天之溫度爲 20℃、氣壓 770mmHg；二甲苯、苯、丁酮之分子量分別爲 106 g/mole、78 g/mole、72g/mole；苯、二甲苯及丁酮之八小時時量平均容許濃度分別爲 5ppm，100ppm，200ppm；@NTP 表示 25℃，760mmHg

㈠請依據現有資料完成上表，並將表中甲、乙、丙、丁、戊之數值**作答於試卷上，否則不予計分**。（暫不考慮資料之合理性。計算至小數點後第一位，四捨五入）。（5 分）

㈡勞工 A 及 B 該日之暴露是否超過容許濃度標準？請說明理由（請由上表的數據直接估算，暫不考慮資料之合理性，並假設苯、二甲苯及丁酮之毒性具相加效應）。（5 分）

㈢請您就本例之採樣策略及採樣方法的合理性進行評析。（5 分）

㈣如該廠有部分的苯逸散至鄰近社區，請估算由此污染造成居民的致癌風險（該社區苯的平均空氣濃度為 0.51 μg/m^3；原空氣中苯濃度甚低故忽略不計；暴露時間：70 年；體重：70 公斤；世界衛生組織針對苯之致癌性（引發 Leukemia），推估造成終生單位致癌風險（百萬分之一）對應之空氣濃度為 0.17 μg/m^3）。（5 分）

參考資料 – 行政院勞工委員會 採樣分析建議方法摘要

行政院勞工委員會採樣分析建議方法：方法編號：1906
化合物中文名：碳氫化合物, BP 80-145℃(包括苯、甲苯、二甲苯、苯乙烯等化合物)
採集介質：活性碳管(100mg/50mg)

行政院勞工委員會採樣分析建議方法：方法編號1208
化合物中文名：丁酮
採集介質：矽膠管(150mg/75mg)

化合物	採樣流速範圍	採樣體積(L)		破出量		建議方法
		最小	最大	體積(L)	濃度(mg/m^3)	
苯	10-200mL/min	2	30	＞45	149.1	1906
二甲苯	10-200mL/min	12	23	35	870	1906
丁酮	10-200mL/min	1	12	16.4	638	1208

（請接第三頁）

等　　別：高等考試
類　　科：工礦衛生技師
科　　目：作業環境測定

三、以下資料摘錄自 ACGIH 之 TLVs and BEIs 手冊（2004 版），請據此說明 BEI（Biological Exposure Indices）之意義及使用限制。（10 分）

Determinant	Sampling Time	BEI	Notation
Tetrachloroethylene [CAS# 127-18-4]			
Tetrachloroethylene in end-exhaled air	Prior to last shift of workweek	5ppm	-
Tetrachloroethylene in blood	Prior to last shift of workweek	0.5mg/L	-
Trichloroacetic acid in urine	End of shift at end of workweek	3.5mg/L	nonspecific

四、某公司中央空調大樓有人員感染疑似退伍軍人症（Legionnaires disease），請問您該如何協助該公司進行確認？試以採樣、分析及鑑定的角度進行回答。（10 分）

五、解釋名詞：（每小題 5 分，共 10 分）
㈠固相微萃取（Solid-phase Micro Extraction, SPME）
㈡空氣交換率（Air Change Rate, ACR）

六、某煉鋼廠熔爐作業勞工 A 之綜合溫度熱指數（WBGT，℃）測定資料如下表：

測定位置	測定時段			
	上午 8-10 時	上午 10-12 時	下午 13-15 時	下午 15-17 時
腳踝	31	33	36	35
腹部	27	29	31	29
頭部	24	25	27	26

㈠請計算勞工 A 之八小時日時量平均綜合溫度熱指數（計算至小數點後第一位，四捨五入）。（8 分）
㈡如該勞工之工作內容為以圓鍬連續鏟入熔爐燃料之全身性運動，請判定其是否屬於高溫作業？其作息時間應作何種調整？（7 分）

參考資料 – 行政院勞工委員會 高溫作業勞工作息時間標準

每小時作息時間比例		連續作業	75%作業 25%休息	50%作業 50%休息	25%作業 75%休息
時量平均綜合溫度熱指數值℃	輕工作	30.6	31.4	32.2	33.0
	中度工作	28.0	29.4	31.1	32.6
	重工作	25.9	27.9	30.0	32.1

（請接第四頁）

等　　別：高等考試
類　　科：工礦衛生技師
科　　目：作業環境測定

七、某資源回收粉碎廠外籍勞工噪音暴露測定資料如下表：

暴露時段	噪音音壓級 (SPL, dBA)
上午 8-10 時	79
上午 10-12 時	88
下午 13-15 時	95
下午 15-17 時	92

㈠請計算該勞工之噪音劑量與八小時日時量平均音壓級（請依據 5 分貝減半率，基準音量 90 分貝，恕限音量 80 分貝）？該勞工之噪音暴露是否超過法規標準？（13 分）
㈡請計算均能音量（Leq）？（7 分）