台北區九十一學年度高級中學數理資優班聯合甄選入學

科學能力測驗（二）試題卷

（請填寫甄選證號碼）

◎ 注意事項：

（1） 請查對答案卷上之號碼與甄選證號碼是否相符。

（2） 作圖可用鉛筆，作答限用藍、黑色原子筆或鋼筆。

（3） 務必看清題號順序再作答，寫錯格者不予計分。

（4） 試題卷空白處可供計算，答案卷上不得計算及書寫與作答無關之文字或記號。

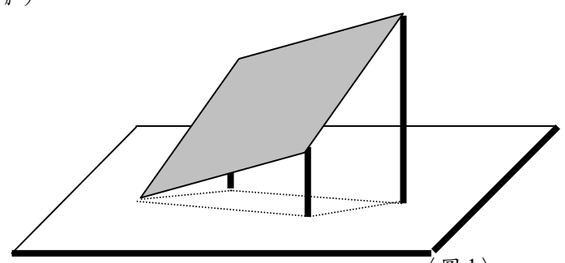
（5） 本試題卷共 6 頁，總計 120 分。

（6） 作答完畢，請將試題卷、答案卷同時繳回，不得攜出場外。

壹、填充題：共 68 分

一、將 1,2,3,4,5,6,7 任意排成一個七位數，觀察相鄰的兩個數字。如果順序恰是“小大”則稱出現了一次上升。例如七位數中“1542376”出現了三次上升(發生在 15、23、37)。今建華將 1,2,3,4,5,6,7 排列成“25a7b1c”後，按照同樣的計算方式，發現這個七位數出現了三次上升。則（a,b,c）=__(1)__（8 分）(請列出所有可能的答案)

二、美術館的某個展覽中有一個現代雕塑作品，如〈圖 1〉。該作品為一菱形的不銹鋼，其中有一頂點接觸地面，其他三個頂點各有一根垂直地面的柱子支撐，柱子的長度分別為 $a,b,c\,(a>b>c)$，若 $a=5.2$ 公尺，$b=2.8$ 公尺，則 $c=$__(2)__公尺（8 分）



〈圖 1〉

三、〈表 1〉中打星號的格子表示「埋有地雷」。每一直行或橫列上的數字與該行、該列中埋有地雷的格子數目有關。請仔細觀察〈表 1〉並歸納出一些規則，然後在〈表 2〉中找出哪些格子「埋有地雷」(請打星號）？（13 分）

〈表 1〉

	2 1 1	2 1	1 1 2	3 1	3	3 2
1,2,1	*		*	*		*
1,1,1	*			*		*
5		*	*	*	*	*
2,1	*	*			*	
4			*	*	*	*
3,1	*	*	*			*

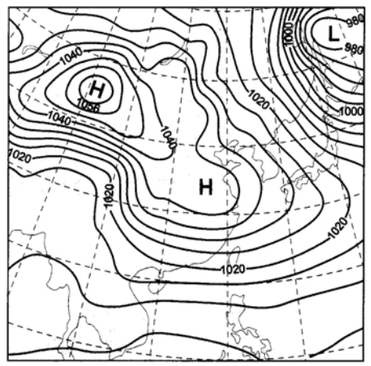
〈表 2〉

	2 1	4	1 1	1 1	2
1					
2					
4					
1,1					
4					

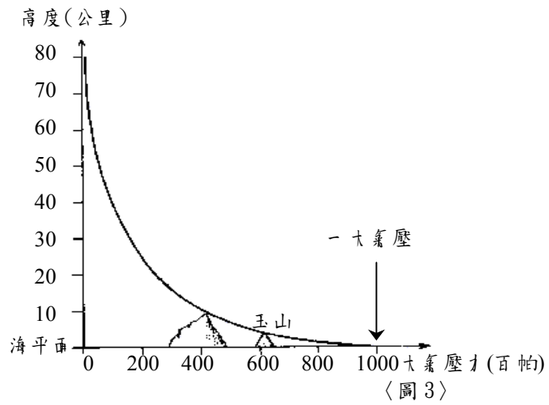
四、將一氣象球自台北市大安森林公園釋放，若只考慮氣壓變化的影響，由〈圖 2〉判斷氣象球大約會偏南或偏北飛去？__(3)__（1 分）。由〈圖 3〉判斷，若氣象球可飛至玉山山頂的高度而未破掉，則此時氣象球的體積以及速度比起剛離地面時會如何改變？（由下列選項中選擇適當的答案填入）

體積：__(4)__（1 分）　速度：__(5)__（1 分）　（一大氣壓=1013 百帕）

（A）保持不變（B）稍微變小（C）稍微變大（D）變小很多（E）變大很多



〈圖 2〉



〈圖 3〉

請繼續作答

五、一般俗稱的乾冰即為固態的二氧化碳，在常溫下極易昇華。實施人造雨，就是在雲層上灑乾冰，則乾冰及雲層中的水蒸氣經歷哪些物態變化才能降下人造雨？（由下列選項中選擇適當的答案填入）

乾冰：___(6)___（1分），水蒸氣：___(7)___（1分）

選項：(A) 融化 (B) 汽化 (C) 凝結 (D) 凝固 (E) 昇華

六、氟利昂（Freon，氟氯烷）可作為冰箱或冷氣的冷媒，卻是造成南極天空臭氧層破洞的主要物質。常見的氟利昂是將甲烷（CH_4）或乙烷（C_2H_6）等分子中的氫原子置換成氟原子或氯原子，為了區別各個不同種類的氟利昂，於 1957 年美國冷暖空調工程師學會(ASHRAE)統一了一套命名的代號編碼原則，並於 1960 年得到國際標準組織(ISO)的認可。

編碼方式是用一組三位數代碼(xyz)來代表一種氟利昂，其中百位數(x)為碳原子的個數減 1，十位數(y)為氫原子的個數加 1，個位數(z)為氟原子的個數。因烷類的通式為 C_nH_{2n+2}(n 表碳原子數)，所以氯原子的個數為原有氫原子的個數(2n+2)減去氟利昂分子中實際的氫、氟原子數。例如：$CFCl_3$ 代碼為(011)，x＝0 表示有一個碳原子，y＝1 表示零個氫原子，z＝1 表示有一個氟原子，甲烷(CH_4)原有四個氫原子，故氯原子個數＝4－0－1＝3。在〈表 3〉中列舉一些實例作為參考：

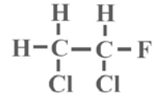
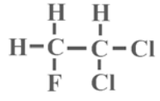
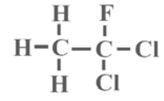
〈表 3〉

分子式	$CFCl_3$	CF_2Cl_2	$C_2HF_3Cl_2$	$C_2H_3FCl_2$
代碼	011 (或 11)	012 (或 12)	123	141

當氟利昂分子中含兩個碳原子時，可能有性質不同的同分異構物(即分子式相同，但結構式不同的物質)，區別同分異構物代碼的方法是按分子結構中兩個碳原子上鍵結原子的原子量總和進行比較，差值最小的直接以三位數(xyz)標示，其餘的按差值由小而大，依次在三位數代碼後面標上 a、b、c…。

例如 $C_2H_3FCl_2$ 共有三種不同結構的同分異構物，其代碼如〈表 4〉所示：

〈表 4〉

結構式			
兩個碳原子上鍵結原子的原子量總和	37.5 ； 55.5	21 ； 72	3 ； 90
代碼	141	141a	141b

【註】原子量：H＝1， C＝12， F＝19， Cl＝35.5

請參考上述的資料，回答下列各題：

1. 已知 $CFCl_3$、CHF_2Cl、$C_2H_3FCl_2$ 等氟利昂逸散到大氣中都會破壞臭氧層，而 CHF_3、$C_2H_4F_2$ 等氟利昂逸散到大氣中不會破壞臭氧層。由此判斷，你覺得氟利昂中的那一種原子是破壞臭氧層的元兇？___(8)___（2分）
2. 目前常用於冰箱的環保冷媒是 Freon -134a，請寫出它的分子式___(9)___（3分）(註：分子式的作答不須考慮代號 a)
3. 已知 Freon-134 具有同分異構物，根據上述的敘述，請畫出 Freon -134a 的結構式___(10)___（3分）
4. 你是否覺得美國冷暖空調工程師學會(ASHRAE)的這一套編碼方式很麻煩？如果有另一學會改良該編碼方式如下：在一組三位數代碼(mnp)中，百位數(m)表示氟利昂分子中的碳原子數，十位數(n)表示氫原子數，個位數(p)表示氟原子數，而氯原子數的計算方式仍與原方法相同。
   (a) 請以 Freon -134a 為例，求出新改良的編碼方式所得到的三位數(mnp)，減去原編碼方式的三位數(xyz)後的數值是___(11)___（2分）
   (b) 若換成其它的氟利昂分子，這兩組三位數的差值會不會改變？___(12)___（請填「會」、「不會」、「不一定」）(2分)

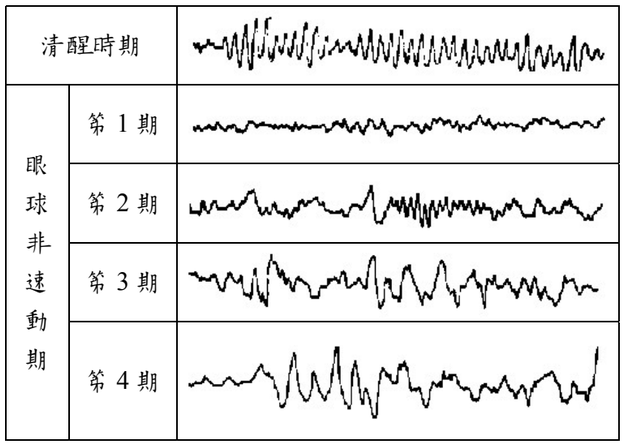
請繼續作答

七、星期天建華跟著叔叔到醫院去看他嬌嬌的新生嬰兒，在嬰兒室中，他看到新生嬰兒幾乎都在睡覺，他覺得很奇怪，嬰兒為何需要那麼長的睡眠？回家後他就去翻閱科學月刊，找到有關睡眠的資料如下：

人進入睡眠期時，有一段時間，眼球會急速轉動，稱為「眼球快速運動期」（rapid eye movement,簡稱 REM），這段期間經常會伴隨著作夢，而其他的睡眠時段則稱為「眼球非速動期」（non-rapid eye movement，簡稱為 NREM）。

在 NREM 期，因所呈現出的腦波不同，又可細分為 4 期如〈圖 4〉。睡眠中，若處在 NREM 的第 3、第 4 期和 REM 期中，較不易被外界所吵醒。當人躺在床上閉上眼睛後，會先漸漸地進入 NREM 期，再進入 REM 狀態，接著，又重複進入第二次的NREM 及 REM 的循環。一般人每個晚上會經過數次的循環，且有時在兩次循環之間，會有短暫的幾分鐘易受周圍環境影響而清醒，稱為「易醒期」如〈圖 5〉。

已知年齡和NREM 睡眠期中的第 3、第 4 期有顯著的關係，嬰兒的第 3、第 4 期在睡眠中所占時間最長。隨著年齡的增長，第 3 及第 4 期所占的時間會逐漸減少，老年人的睡眠裡就很少有第 4 期的存在。



〈圖 4〉

1. 根據上述的資料及〈圖 5〉（是三位受試者---甲、乙、丙在 7.5 小時睡眠週程中的紀錄），請將甲、乙、丙分別和〈表 5〉的資料配合之：(由年齡及特徵中各選出一項)

甲：(13)（1 分）；(14)（1 分）

乙：(15)（1 分）；(16)（1 分）

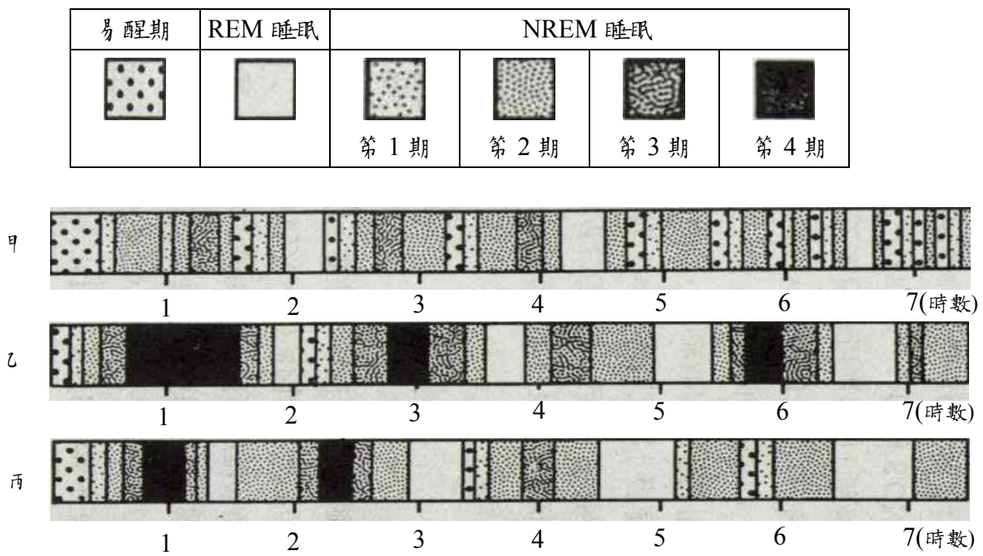
丙：(17)（1 分）；(18)（1 分）

〈表 5〉

	年 齡		特 徵
A	年輕人	D	易醒期的次數最多
B	老年人	E	NREM 的第 4 期所占時間最長
C	嬰兒	F	NREM 的第 2 期所占時間最長

2. 請分析〈圖 5〉中的丙睡眠紀錄中有幾次的睡眠循環？(19)（2 分）

3. 丙的REM 期約佔總睡眠時數的百分比為多少？(20)（2 分）



〈圖 5〉

請繼續作答

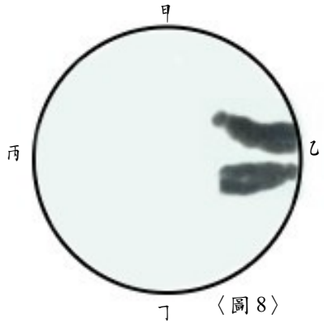
八、建華對生物很有興趣，有一天他去參觀叔叔的工作室，看到了兩張顯微鏡下的染色體照相圖，叔叔告訴他：「生物染色體編號的通則，是將最長的編為第一對，次長的編為第二對，如此依次編之」；並再提醒他：「一般正常生物的染色體都成對存在於細胞中」。請思考下列的問題。(註：甲〈圖6〉及乙〈圖7〉是來自同一種生物的兩個不同個體。)

〈圖6〉

〈圖7〉

1.請判斷甲、乙中的哪一個體之染色體有變異？___(21)___（2分）
變異應在第幾對?___(22)___（2分）

2.其中有兩對染色體的長短不易分辨，建華想利用顯微鏡進一步觀察其長度，若此兩個染色體，在顯微鏡的視野下，所呈現的情形如〈圖8〉，他想將染色體移至視野最中央，應該朝圖中甲、乙、丙、丁哪個方向移動此玻片才正確?
___(23)___（2分）



〈圖8〉

九、某年北一女校慶，市長穿著白衣藍褲到該校參加慶祝大會，進入禮堂後大家看到市長穿的上衣變為綠色，因為燈光師把___(24)___色光（1分）投射到市長的身上。當市長致詞時，燈光師一不小心誤觸了紅燈開關，把紅色燈光才一併投射出去，市長所穿的上衣一下子變成了___(25)___顏色（1分）。市長離開禮堂到操場觀賞樂儀隊表演，碰到一陣大雨，褲子被淋溼了，建華的妹妹看到了市長褲子的藍色加深，就問建華原因，他解釋：那是因為濕衣服對光的___(26)___（1分）增加所造成的。

十、如〈圖9〉所示，媽媽把一個漏斗放在玻璃瓶口再倒入梅子汁，發現梅子汁流入瓶內很慢，而且不時有冒氣泡的打嗝現象，建華去請教老師，老師說：

〈圖9〉

①漏斗內的梅子汁把瓶內外的空氣隔絕，使最初內部氣壓___(27)（填入大小關係）___（1分）外面大氣壓才。

②梅子汁因重力關係可以緩慢滴下來，造成瓶內氣體___(28)___（1分），使瓶內氣壓大於外部大氣壓才，當內部的氣體壓力增加到大於外面的大氣壓力及漏斗內梅子汁向下的液體壓力和時，瓶內的氣體即向外擠出形成打嗝現象。

③打嗝後，使內部氣體___(29)___（1分）減少，因此內部的氣體壓力低於大氣壓力及漏斗內梅子汁向下的液體壓力和，所以梅子汁又開始滴下。

④打嗝現象就是這樣重複進行著。

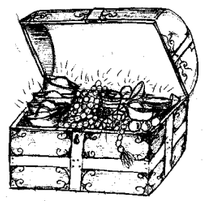
請繼續作答

貳、綜合題（簡答、計算、證明）：共 52 分

一、建華在某一假日邀請同學 7 人到自家的果園採桃子，每人採的數目都不相同，8 人總計採了 266 粒桃子。請問採得最少的三位同學，他們所採的桃子總數最多是多少粒？（13 分）

二、建華有一張祖先代代秘傳的藏寶圖，寻寶口訣如下：

> **住家東行 4 公里、左轉北行 2 公里、**
> **左轉西行 1 公里、左轉南行 $\frac{1}{2}$ 公里、**
> **左轉東行 $\frac{1}{4}$ 公里、……**
> **依「左轉後路途折半而行」的規則，**
> **有恆者必可找到藏寶地點。**

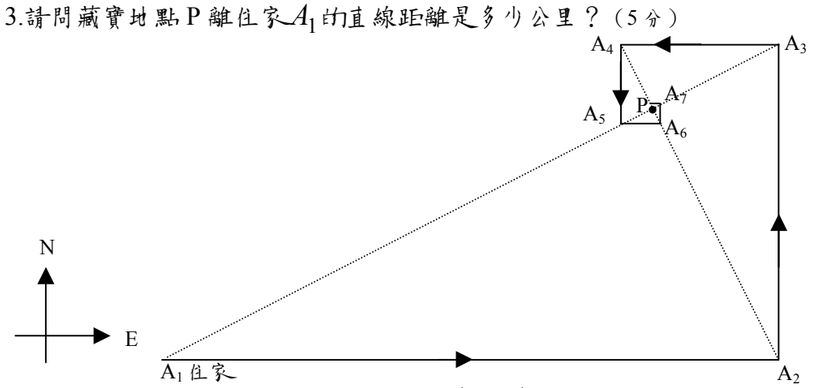


若依口訣寻寶必費時又耗力，試利用你的數學知識並參考〈圖 10〉，可幫助建華很快的找到寶藏，請依序回答下列問題：

1.請說明：左轉後朝東或朝西的轉折點 A_5、A_7、A_9……，為什麼都在直線 A_1A_3 上，朝北或朝南的轉折點 A_4、A_6、A_8……，為什麼都在直線 A_2A_4 上。（只要簡單說明：點 A_5 在直線 A_1A_3 上即可，其餘情形同理可說明）（4 分）

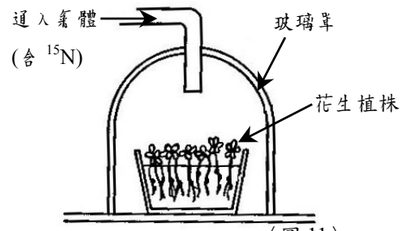
2.直線 A_1A_3 和直線 A_2A_4 的交點就是藏寶地點 P。
證明：直線 A_1A_3 垂直於直線 A_2A_4（5 分）

3.請問藏寶地點 P 離住家 A_1 的直線距離是多少公里？（5 分）



〈圖 10〉

三、建華將花生栽種在特殊的容器中如〈圖 11〉，他在玻璃罩上方通入特殊的氣體，此氣體的成分及比例和大氣相同，只是將正常的氮（^{14}N）用同位素氮（^{15}N）取代之，使用此種氣體的目的是因 ^{15}N 有放射性，易測量出氮元素的去處。他培養了許多盆，每盆均通入上述的特殊氣體，有些還在土壤中另外再加入氣肥（含 ^{14}N）（N 是合成蛋白質所必需的元素）。在二星期後，每盆再各放入 2 隻蝗蟲，一段時間後，花生成熟了，採收時發現根部落花生的數目及根部的外型都有所不同，建華將這些實驗結果分析歸納後，記錄成 4 大類，如〈表 6〉。

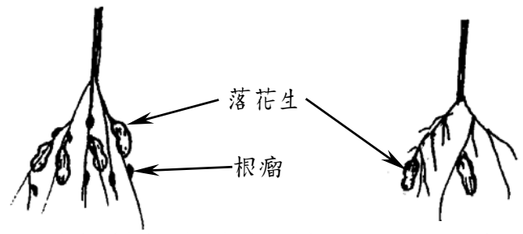


〈圖 11〉

〈表 6〉

採收時的分類	第 1 類	第 2 類	第 3 類	第 4 類
具有根瘤	＋	＋	－	－
土壤中曾加入氮肥	＋	－	＋	－
平均每株落花生的數目	25	20	18	4

「＋」表示具有左欄敘述的條件；「－」表示無此條件。



〈圖 12〉

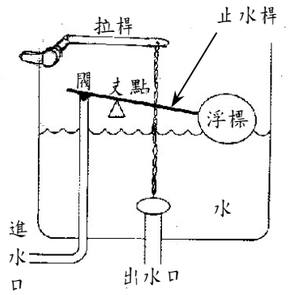
1.請依據實驗過程及結果（〈表 6〉、〈圖 12〉），說明花生植株根部的根瘤對於花生植株的生長有何影響？（3 分）

2.建華發現在實驗的結果中，只有在第 1 類及第 2 類盆中生活過的蝗蟲，才可以偵測到 ^{15}N，為什麼？（3 分）

3.某日建華用磅秤秤了一公斤帶殼且乾燥的落花生，想要知道它的總體積及平均密度，於是準備了一袋砂子、一個量杯、一個三公升的容器來進行測量。請簡要說明建華所使用的測量方法。（5 分）

請繼續作答

四、〈圖 13〉是抽水馬桶的部構造簡圖，在馬桶動了一些手腳即可達到省水的效果，請舉出四種不同的方式，說明之。(4 分)



〈圖 13〉

五、分子化合物的性質與其分子大小及原子間的結構有關，分子中某些原子結合成具有特定性質的原子團稱為官能基，官能基的強度會受鄰圍原子團的影響。一些分子化合物性質的實驗結果如右〈表 7〉所示。請依據該表，由分子結構及官能基分析歸納，回答 1.~3.題：

1.具有什麼原子團的化合物，加入飽和碳酸氫鈉溶液中會產生氣泡？(3 分)

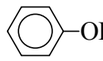
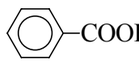
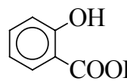
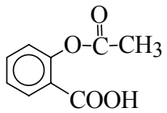
2.具有什麼原子團的化合物，加入氯化鐵溶液中會使溶液由黃色變成紫色？(3 分)

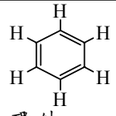
3.在「加入水中」的實驗，溶解量 A＞C 且 B＞D，由此可推論：

(a) 若化合物中所含碳氫原子的個數增加，則化合物在水中溶解量的變化為何？(2 分)

(b) 肥皂的主要成分是 $C_{17}H_{35}$-COONa，若在肥皂水中加入強酸會生成 $C_{17}H_{35}$-COOH（化合物 G），請將化合物 B、D、G 三者對水的溶解量由大而小排序。(2 分)

〈表 7〉

化合物	化學式	名稱	加入水中	加入飽和碳酸氫鈉溶液中	加入黃色的氯化鐵溶液中
A	CH_3-OH	甲醇 (木精)	溶解	無反應	黃色
B	CH_3-COOH	乙酸 (醋酸)	溶解	產生氣泡	黃色
C		苯酚 (石炭酸)	微溶	無反應	變為紫色
D		苯甲酸 (安息香酸)	微溶	產生氣泡	黃色
E		柳酸 (水楊酸)	微溶	產生氣泡	變為紫色
F		乙醯柳酸 (阿斯匹靈)	微溶	產生氣泡	黃色

【註】 代表苯環結構，苯的分子式為 C_6H_6，結構式為  苯為平面形分子，六個碳原子形成正六角環，氫原子在環外。

本試卷結束