

112 學年度普通型高級中等學校數理及資訊學科能力競賽 生物科決賽成果報告



主辦單位：教育部國民及學前教育署

承辦單位：國立高雄師範大學生物科技系

競賽日期：112 年 12 月 14~15 日

競賽地點：國立高雄師範大學燕巢校區生科大樓

112 學年度全國高級中學生物科能力競賽決賽目錄

一、	實施計畫	02
二、	競賽活動時間表	04
三、	競賽規則	05
四、	生活須知	07
五、	參賽學生名冊	08
六、	筆試、實驗操作座位表	09
七、	口試程序表	13
八、	住宿分配表	14
九、	交通接送集合位置圖	14
十、	競賽活動位置圖	15
十一、	筆試試題及參考解答	16
十二、	實驗操作試題及參考解答	40
十三、	競賽優勝名單	56
十四、	筆試試題與考生成績分析	57
十五、	結論與建議	60
十六、	競賽剪影	62
十七、	致謝	67

一、實施計畫

壹、 依據：教育部 112 年 08 月 11 日臺教國署高字第 1120106154 號函辦理。

貳、 宗旨：

加強輔導公、私立普通型高級中等學校推動數學、自然學科及資訊教育，以提高學生對基礎科學及資訊研究之興趣，並藉以鼓勵學生與校際間相互觀摩，提升科學教育品質。

參、 參加對象及名額：

- (一) 參加對象：全國公私立高級中學各年級學生，經參加國教署、市教育局舉辦之複賽，獲選為優勝者。
- (二) 決賽名額：國教署負責區 21 人、臺北市 9 人、新北市 7 人、中投區 7 人、高雄市 4 人，共計 48 人。

肆、 主辦及承辦單位：

- (一) 主辦單位：教育部國民及學前教育署
- (二) 承辦單位：國立高雄師範學大生物科技系

伍、 競賽日期及地點：

- (一) 競賽日期：中華民國 112 年 12 月 14 日（週四）至 12 月 15 日（週五）
- (二) 競賽地點：國立高雄師範學大生物科技系（燕巢校區地址：82444 高雄市燕巢區深中路 62 號生科大樓 B 館）

陸、 競賽方式及命題範圍：

- (一) 競賽命題範圍：以普通型高級中等學校課程教材範圍為原則，並包括部分相關基礎科學理論題目，以評測參加學生之潛能。
- (二) 競賽方式：
 - 1. 筆試：共一場八十分鐘，佔總成績 30%。
 - 2. 實驗設計與操作：共一場三小時，佔總成績 50%。
 - 3. 口試：共一場，方式與時間由評審協調決定，佔總成績 20%。

柒、 評審：

- (一) 評審委員：由承辦單位聘請生物學相關領域專家與學者組成命題及評審委員會。
- (二) 競賽評分方式：由命題及評審委員會討論決定並於賽前公布。

捌、 獎勵：

- (一) 參加者，由教育部國民及學前教育署發給參賽證明。
- (二) 優勝者，由教育部國民及學前教育署發給獎狀及獎學金（如附表），另未入選為優勝者，得增列「表現優良獎」若干名，核發國教署獎狀（不提供獎金）。

附表：普通型高級中學生物科能力競賽決賽績優學生獎學金給獎標準		
獎 別	人 數	獎金數額（單位：新台幣）
一等獎	3 名	15,000 元/名
二等獎	7 名	10,000 元/名
三等獎	10 名	7,500 元/名
備註：		
1. 本項獎學金以學生為發給對象。		
2. 在不超過獎學金總金額前提下，得由評審委員會視競賽成績酌予調整得獎人數（或從缺）。		

（三） 獲得前三等獎學生之指導教師，由國教署發給獎狀，並由各該主管機關酌予敘獎。

（四） 獲一等獎、二等獎者由承辦學校推薦參加國際生物奧林匹亞競賽研習營。

玖、 經費預算：

由承辦單位編列人事費、業務費、獎學金、行政管理費及雜支等各項費用，業務費各項目間得相互流用。

壹拾、 本計畫由教育部國民及學前教育署核定後實施。

二、競賽活動時間表

112 學年度全國高級中學數學與自然學科能力競賽生物科競賽活動時間表

第一天 112 年 12 月 14 日（星期四）					
時間	分	活動項目	地點	參與人員	備註
09:00-10:00	50	報到	致理大樓 108 演講廳	全體人員	分組抽籤
10:00-10:20	20	開幕式	致理大樓 108 演講廳	全體人員	
10:20-10:40	20	競賽說明會	致理大樓 108 演講廳	參賽學生 領隊老師	
11:00-12:20	80	筆試	生科 B 館 101 室	參賽學生	
12:20-13:20	60	午餐	生科 B 館 101 室	全體人員	
13:20-13:30	10	下午簽到 宣佈注意事項	生科 B 館 101 室	參賽學生	手機 集中管理
13:30-16:30	180	實驗設計與操作	生科 B 館 102、103、105 室	參賽學生 評審委員	
16:30-17:30	60	實驗器材 清潔與歸位	生科 B 館 102、103、105 室	參賽學生	
17:30~		晚餐與休息	市區飯店	參賽學生 小隊服人員	
第二天 112 年 12 月 15 日（星期五）					
時間	分	活動項目	地點	參與人員	備註
06:30~		起床	市區飯店	參賽學生 小隊服人員	
07:00~08:00	80	早餐	市區飯店	參賽學生 小隊服人員	
08:10~09:00	50	集合與乘車	市區飯店→燕巢校區	參賽學生 小隊服人員	
09:00~09:30	30	口試流程說明	生科 B 館 101 室	參賽學生	手機 集中管理
09:30~13:00	210	口試	生科 B 館 205、207、304、305 室	參賽學生 評審委員	
13:00~14:00	60	午餐	生科 B 館 101 室	全體人員	
14:00~15:30	90	意見調查與 交流活動	生科 B 館 101 室	參賽學生	
15:30~16:00	30	閉幕式 頒獎與講評	致理大樓 108 室演講廳	全體人員	
16:00~		賦歸			

三、競賽規則

(一) 報到須知

1. 請於報到時間內報到，超過筆試開始時間，即視同棄權。
2. 報到時穿著便服並請攜帶學生證及身份證，以證明考生身份。
3. 報到時依抽籤決定競賽號碼，比賽中均使用競賽號碼，不得呈現個人姓名及校名，攜帶物品中亦不得有可以看出個人身份及就讀學校之標誌或符號，以維持競賽之公平性。
4. 競賽時；學生皆須穿著無校徽、校名之實驗衣及號碼衣。(實驗衣請自行準備、號碼衣報到時抽籤後領取)。
5. 參賽學生將統一集體住宿於市區飯店，住宿期間禁止外出。
6. 考試期間；參賽學生手機一律交由主辦單位保管，違者該階段考試不予計分。
7. 若有未盡事宜，由競賽主持人修正或補充之。

(二) 筆試規則

- 1、競賽前五分鐘開始入場，遲到十分鐘以上者，視作棄權。筆試時間結束後才可以出場。
- 2、請按照編號入座，競賽宣佈開始後，始可進行作答，聞停止後，應立即停止作答。
- 3、競賽場所除參加競賽學生、評審委員及競賽工作人員外，其餘人員一律不准進入。
- 4、競賽學生除考試文具外，不得攜帶其他物品進場。
- 5、考試期間；參賽學生手機一律交由主辦單位保管，違者該階段考試不予計分。
- 6、競賽學生不得在場內高聲喧嘩或隨意走動，不得與別人交談或窺視別人作答情形，進場後，未經許可不得擅自離開競賽場所，否則取消競賽資格。如有突發事故，必須暫時離開競賽試場，應即向監試人員報告，再由服務人員陪同處理，且所耗費之時間不予扣除。
- 7、除試題文字印刷不清楚外，一律不得要求監試人員說明。
- 8、若有未盡事宜，由競賽主持人修正或補充之。

(三) 實驗操作競賽規則

- 1、競賽前五分鐘開始入場，遲到十分鐘以上者，視作棄權。實驗操作考時間結束後才可以出場。
- 2、請按照編號入座，競賽宣佈開始後，始可進行實驗，聞停止後，應立即停止作答。

- 3、競賽場所除參加競賽學生、評審委員及競賽工作人員外，其餘人員一律不准進入。
- 4、競賽學生除考試文具外，不得攜帶其他物品進場。
- 5、考試期間；參賽學生手機一律交由主辦單位保管，違者該階段考試不予計分。
- 6、競賽時；學生皆須穿著無校徽、校名之實驗衣及號碼衣。
- 7、實驗操作前應按清單所列儀器、藥品、用品之名稱、數量一一清點，如有缺損應立即報告監試人員請求更換或補足。
- 8、競賽學生就個人競賽位置後，須聽從評審委員指示始可進行操作，並不得擅自操作與競賽不相關之實驗器材。聞停止指示後也應立即停止操作。
- 9、競賽學生不得在場內高聲喧嘩或隨意走動，不得與別人交談或窺視別人作答情形，進場後，未經許可不得擅自離開競賽場所，否則取消競賽資格。如有突發事故，必須暫時離開競賽試場，應即向監試人員報告，再由服務人員陪同處理，且所耗費之時間不予扣除。
- 10、除試題文字印刷不清楚外，一律不得要求監試人員說明。
- 11、若有未盡事宜，由競賽主持人修正或補充之。

（四）口試規則

1. 學生須於競賽五分鐘前完成報到。
2. 口試前；競賽學生應在口試報到地點等候，按照報到時抽籤號碼依序進行口試。
3. 口試期間；參賽學生手機一律交由主辦單位保管，違者該階段考試不予計分。
4. 口試期間；參賽學生須穿著號碼衣進行口試。
5. 口試結束後應在規定休息地點等候，期間不得擅自離，違者取消競賽資格。
6. 如有突發事故，必須暫時離開競賽試場，須由服務人員陪同處理，且所耗費之時間不予扣。
7. 口試分四組進行，每人口試時間 15 分鐘。
8. 若有未盡事宜，由競賽主持人修正或補充之。

（五）評審委員口試注意事項

- 1、口試分四組進行，每位學生口試時間15分鐘。
- 2、避免詢問學生個人及學校資料，以維持評審之客觀及公平性。
- 3、對待每位學生之態度宜一致，避免嚴詞攻訐，引起學生之焦慮不安。

四、生活須知

（一）膳食：

用餐時間與地點：依競賽活動時間表之內容。

（二）住宿：

1、參加競賽之學員，均集中住宿於市區飯店。

● 地址：807 高雄市三民區覺民路 291 號 電話：(07) 3903377

2、寢室分配按抽籤決定，房間鑰匙請向各分組之輔導員領取。

3、請於競賽期間全程配戴學員證，以資識別。

4、早上起床時間 6：30，晚上就寢時間 22：00，就寢後請保持寧靜，避免離開寢室，輔導員將逐寢清點人數。

5、為確保考生安全，競賽期間全程不得會客或外出。

6、所有貴重物品請隨身攜帶，大會不負保管之責。

（三）聯絡方式：

1、電話：

(1) 生物科技系辦公室：07-7172930 # 7301（白天）

(2) 緊急聯絡人：陳建成主任 0919-185017

輔導員：林秀萍 0987-373599

林鈺齡 0912-171719

2、傳真：生物科技系辦公室 07-6051353

3、醫院電話：義大醫院 07- 6150011 ； 靜和醫院 07- 6156555

（四）其他注意事項：

1、參賽學生應著無學校標識之服裝，不得穿著制服。

2、身體如有不適或遇有任何困難時，請隨即告知輔導員。

五、參賽學生名冊

參賽號碼	姓名	性別	就讀學校	指導老師
1	陳宥彤	女	臺中市立臺中第一高級中等學校	黃俊奇
2	盧子瑜	女	國立嘉義高級中學	鄒泓鑫
3	林諺豐	男	臺中市立臺中第一高級中等學校	趙振寰
4	簡佑丞	男	國立新竹科學園區實驗高級中等學校	揭維邦
5	楊仟妤	女	國立南科國際實驗高級中學	陳郁蕙
6	陳佳容	女	國立新竹女子高級中學	孟柔吟
7	鍾巧芸	女	臺北市立第一女子高級中學	蔡任圃
8	陳煥為	男	國立臺南第一高級中學	林靜吟
9	林靖軒	女	國立中科實驗高級中學	王郁茜
10	林威樂	男	臺北市立建國高級中學	魏宏仁
11	許凱宣	男	高雄市立高雄高級中學	翁啟翔
12	楊爵禧	男	臺北市立建國高級中學	魏宏仁
13	郭品瑜	女	國立中央大學附屬中壢高級中學	童婉萍
14	蘇芸巧	女	桃園市立武陵高級中等學校	林碧晶
15	劉春甫	男	新北市立中和高級中學	朱曉慧
16	許翰寧	女	新北市私立竹林高級中學	顏嘉怡
17	洪唯哲	男	高雄市立高雄高級中學	曾熾霖
18	李庭毅	男	桃園市立武陵高級中等學校	許根火
19	林東亮	男	國立宜蘭高級中學	黃國修
20	余奉恩	男	臺中市立臺中第一高級中等學校	張瀨文
21	陳大慶	男	臺北市私立延平高級中學	鍾文苑
22	黃浥鳳	女	高雄市立瑞祥高級中學	李家威
23	鄭智友	女	高雄市立高雄女子高級中學	陳南瑛
24	蔡承恩	男	國立臺南第一高級中學	鄭楷騰
25	陳秀宜	女	臺中市立文華高級中等學校	林叡涵
26	林宥均	男	彰化縣私立精誠高級中學	陳淑芳
27	張崇悅	女	康橋學校財團法人新北市康橋高級中學	朱幼倩
28	陳沅宏	男	國立嘉義高級中學	鄒泓鑫
29	徐浩宸	男	新北市私立竹林高級中學	顏嘉怡
30	蔣朋展	男	國立新竹科學園區實驗高級中等學校	馮蕙卿
31	李佳楨	女	新北市立板橋高級中學	賴雪蕙
32	謝依辰	女	新北市立板橋高級中學	賴雪蕙
33	石昀庭	女	臺中市私立曉明女子高級中學	許靜婷
34	蘇珮儒	女	國立嘉義高級中學	鄒泓鑫
35	楊舒雯	女	國立臺灣師範大學附屬高級中學	張瑜紋
36	賴承祐	男	臺中市立臺中第二高級中等學校	李江德
37	蔡紹騏	男	臺北市立建國高級中學	朱芳琳
38	孫佳宏	男	臺北市立成功高級中學	魏蜀芬
39	黃志昕	男	國立新竹科學園區實驗高級中等學校	馮蕙卿
40	潘彥宇	男	國立新竹科學園區實驗高級中等學校	揭維邦
41	林有寬	男	國立花蓮高級中學	吳曙序
42	李浩熏	男	臺北市私立復興實驗高級中學	張琬琳
43	林柏辰	男	國立臺灣師範大學附屬高級中學	謝慧齡
44	葉信役	男	台南市私立港明高級中學	王琮仁
37	蔡紹騏	男	臺北市立建國高級中學	朱芳琳
38	孫佳宏	男	臺北市立成功高級中學	魏蜀芬
39	黃志昕	男	國立新竹科學園區實驗高級中等學校	馮蕙卿
40	潘彥宇	男	國立新竹科學園區實驗高級中等學校	揭維邦
41	林有寬	男	國立花蓮高級中學	吳曙序
42	李浩熏	男	臺北市私立復興實驗高級中學	張琬琳
43	林柏辰	男	國立臺灣師範大學附屬高級中學	謝慧齡
44	葉信役	男	台南市私立港明高級中學	王琮仁

六、筆試、實驗操作座位表（依參賽抽籤號碼）

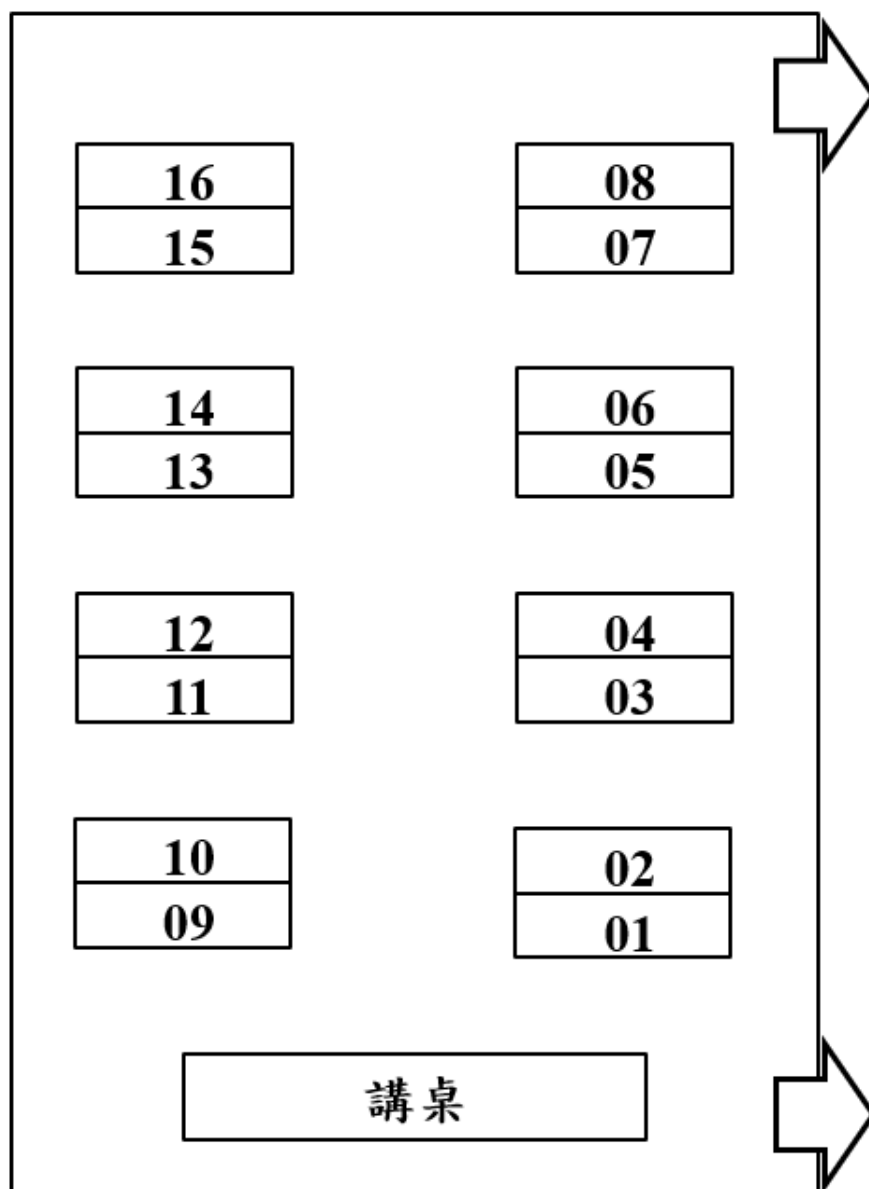
筆試座位表

B101教室

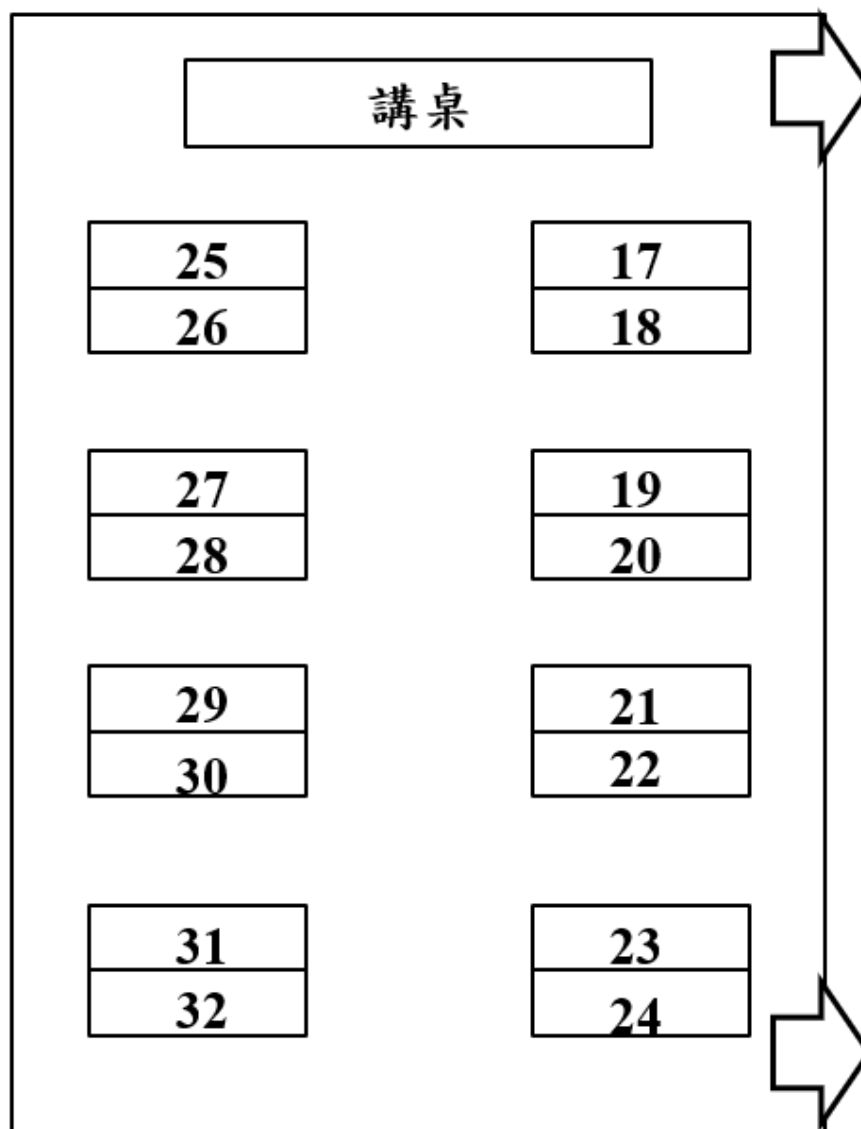
6	5	4	3	2	1
12	11	10	9	8	7
18	17	16	15	14	13
24	23	22	21	20	19
30	29	28	27	26	25
36	35	34	33	32	31
42	41	40	39	38	37
48	47	46	45	44	43

實驗操作座位表

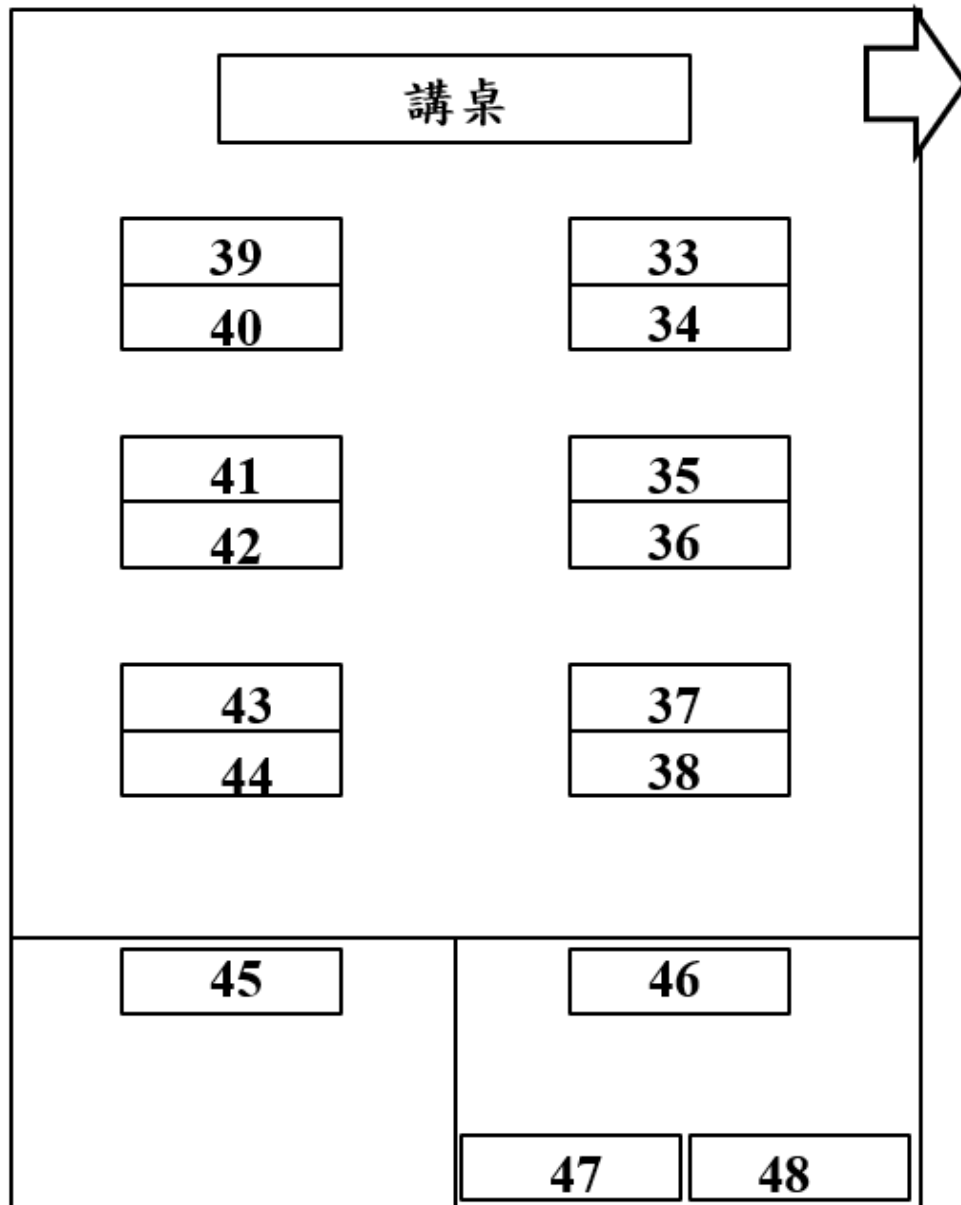
B103實驗室



B102實驗室



B105實驗室



七、口試程序表（依參賽抽籤號碼）

口試分組時程表

口試地點	口試時間	考生編號	口試地點	口試時間	考生編號
B205 室	09:30~09:45	01	B207 室	09:30~09:45	12
	09:45~10:00	02		09:45~10:00	13
	10:00~10:15	03		10:00~10:15	14
	10:15~10:30	04		10:15~10:30	15
休息時間~10:45			休息時間~10:45		
B205 室	10:45~11:00	05	B207 室	10:45~11:00	16
	11:00~11:15	06		11:00~11:15	17
	11:15~11:30	07		11:15~11:30	18
	11:30~11:45	08		11:30~11:45	19
休息時間~12:00			休息時間~12:00		
B205 室	12:00~12:15	09	B207 室	12:00~12:15	20
	12:15~12:30	10		12:15~12:30	21
	12:30~12:45	11		12:30~12:45	22
口試地點	口試時間	考生編號	口試地點	口試時間	考生編號
B304 室	09:30~09:45	23	B305 室	09:30~09:45	34
	09:45~10:00	24		09:45~10:00	35
	10:00~10:15	25		10:00~10:15	36
	10:15~10:30	26		10:15~10:30	37
休息時間~10:45			休息時間~10:45		
B304 室	10:45~11:00	27	B305 室	10:45~11:00	38
	11:00~11:15	28		11:00~11:15	39
	11:15~11:30	29		11:15~11:30	40
	11:30~11:45	30		11:30~11:45	41
休息時間~12:00			休息時間~12:00		
B304 室	12:00~12:15	31	B305 室	12:00~12:15	42
	12:15~12:30	32		12:15~12:30	43
	12:30~12:45	33		12:30~12:45	44

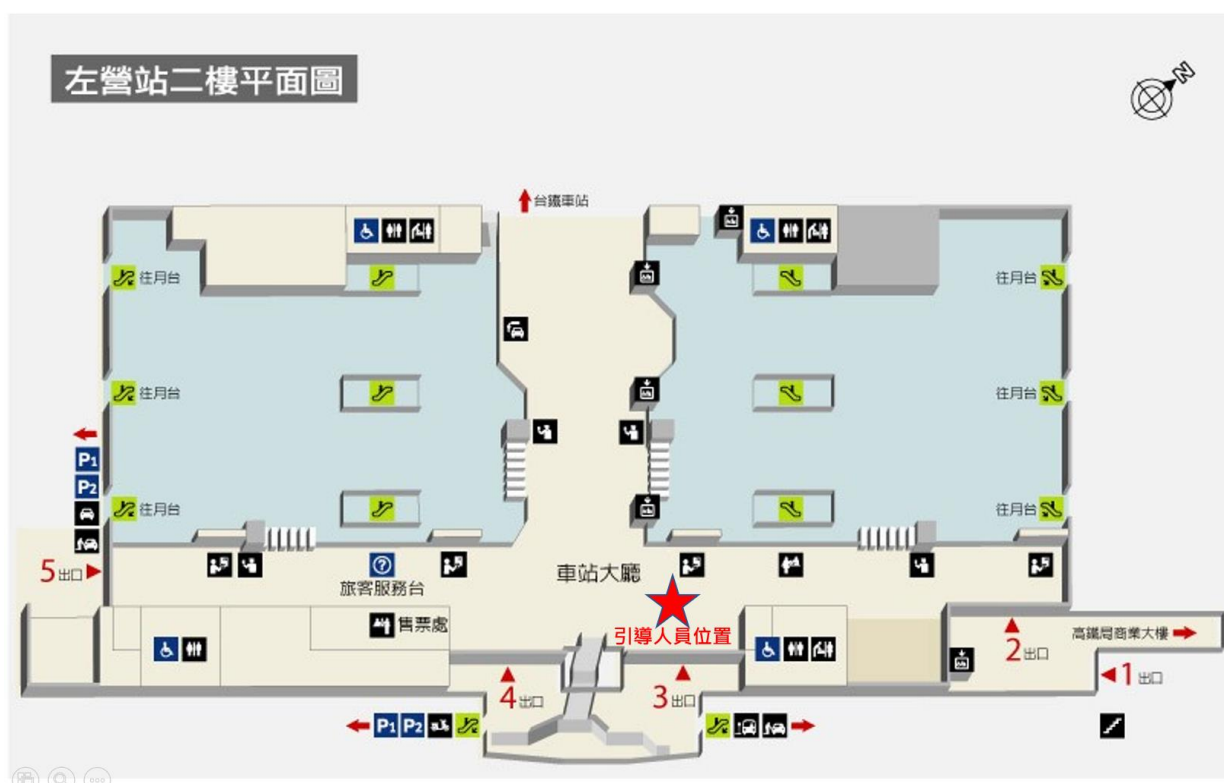
八、住宿分配表

房型	房號	入宿人員			
四人房	202	林○寬	陳○宏	徐○宸	林○辰
四人房	204	林○亮	林○均	李○熏	
四人房	206	蔣○展	蔡○恩	楊○禧	林○豐
四人房	208	簡○丞	孫○宏	余○恩	
四人房	210	李○毅	葉○役	蔡○騏	賴○祐
四人房	212	潘○宇	陳○為	陳○慶	許○宣
四人房	214	黃○昕	劉○甫	林○樂	洪○哲
四人房	216	陳○容	楊○好	謝○辰	陳○宜
四人房	218	蘇○巧	張○悅	林○軒	
四人房	219	郭○瑜	楊○雯	陳○彤	
四人房	220	蘇○儒	許○寧	鐘○芸	鄭○友
四人房	221	盧○瑜	李○楨	石○庭	黃○鳳
四人房	222	輔導員	輔導員	輔導員	
四人房	223	輔導員	輔導員	輔導員	

九、交通接送集合位置圖（高鐵左營站）

8:40 3 號出口集合完畢

8:50 準時發車



十、競賽活動位置圖



十一、筆試試題及參考解答

112 學年度全國高級中學 生物科能力競賽決賽筆試試題

試題卷

試題說明：

1. 試題卷共計 23 頁，考試開始時請核對試題張數是否正確，除試題張數錯誤、印刷不清及臨時事件以外，監考老師將不回答其他任何問題。
2. 本試題卷共 100 題單選，每題有四個選項，合計 100 分；答錯不倒扣。
3. 請於答案卷上填入個人參賽號碼，答案請填寫於答案卷內。
4. 請用黑色、藍色鋼筆或原子筆作答，違者不予計分。
5. 考試時間共計八十分鐘。

1. 歐洲的穴兔於 1859 年由英國引入澳大利亞，十幾年內數量急遽增長，與牛羊競爭牧場，成為一大危害。這種現象從族群數量變動角度看是屬於？
(A) 族群大發生
(B) 生物入侵
(C) 不規則波動
(D) 族群大爆發
2. 當草食動物從未到達承載量的天然草坪上移走後，該草坪上會發生什麼現象？ I 植物競爭強度增加；II 植物競爭強度降低；III 植物種類增加；IV 植物種類減少。
(A) I、IV
(B) II、III
(C) II、IV
(D) I、III
3. 甲群聚中有 100 個個體，其中 90 個屬於種 A，另外 10 個屬於種 B；乙群聚中也有 100 個個體，但種 A、B 各佔一半。那麼：
(A) 甲群聚的多樣性比乙群聚低
(B) 甲群聚的多樣性與乙群聚一樣
(C) 甲群聚的多樣性比乙群聚高
(D) 甲群聚與乙群聚的多樣性沒有可比性
4. 下列組合中，依次屬於族群、群聚、生態系統的一組是？ ①生活在人大腸內的細菌 ②某一池塘中的全部魚類 ③肺炎患者肺部的肺炎雙球菌 ④一根枯木及枯木上的所有生物。
(A) ①②④
(B) ②③④
(C) ③②①
(D) ③①④
5. 預測一個國家或地區人口數量未來動態的信息，主要來自於？
(A) 現有人口數量和密度
(B) 不同年齡組成的比例
(C) 男女之間的性別比例
(D) 出生率、死亡率
6. 群聚結構最複雜的是？
(A) 苔原
(B) 荒漠
(C) 落葉闊葉林
(D) 常綠闊葉林

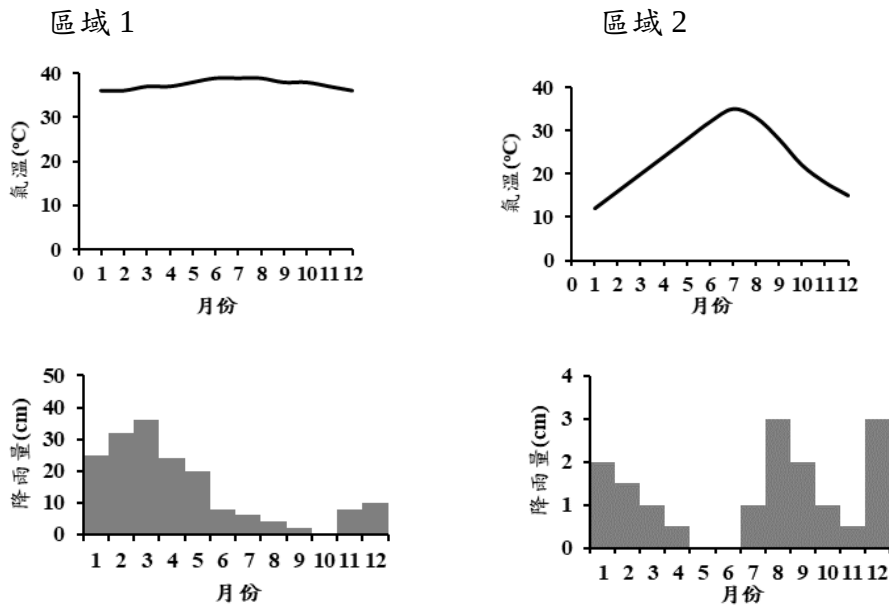
7. 生態系統的主要功能是？
- (A) 維持能量流動和物質循環
- (B) 保持生態平衡
- (C) 為人類提供生產和生活資料
- (D) 通過光合作用製造有機物質並釋放氧氣
8. 研究者想了解石門水庫中外來種魚虎之數量，於是從湖泊中捕捉 52 隻魚虎並做上標記後釋放到湖泊中，待 3 天後撒網捕魚，捕捉到 158 隻魚虎，其中有 4 隻是有標記的，請預估此湖泊中魚虎族群數量為何？
- (A) 208
- (B) 632
- (C) 1264
- (D) 2054
9. 細菌、真菌與植物細胞之細胞壁及動物細胞之胞外黏質皆位於細胞膜外，以下哪一敘述可以說明這些細胞膜外結構之共同特性？
- (A) 提供固定結構來維持細胞擁有適當的細胞表面積與體積比值
- (B) 可以調節細胞內外物質與能量之交換
- (C) 是由醣類、脂質與核苷酸組成
- (D) 是在細胞質內合成之聚合物再運輸到細胞外而形成
10. 某學生實驗課量測三種細胞之體積與表面積，其結果如下：

	體積	表面積
細胞 I	13.3 μm^3	38.5 μm^2
細胞 II	18.2 μm^3	58.1 μm^2
細胞 III	23.6 μm^3	60.6 μm^2

根據實驗結果，以下哪一敘述最能解釋為何該細胞能有效率移除胞內廢棄物？

- (A) 細胞 I 因為其擁有最小體積因而產出的胞內廢棄物最少
- (B) 細胞 I 因為其擁有最大的表面積與體積比值而得以快速移除胞內廢棄物
- (C) 細胞 II 因為其擁有最大的表面積與體積比值而能夠與環境快速交換細胞內外物質
- (D) 細胞 III 因為其細胞最大能很容易將胞內廢棄物擴散出細胞膜

11. 學者調查兩個地區之氣溫與降雨量，如下圖所示：



- I. 區域 1 可能是沙漠，因為其有高的平均氣溫
- II. 區域 1 比區域 2 有較高的平均降雨量
- III. 區域 2 可能是沙漠，因為其降雨量偏低
- IV. 區域 2 每月平均氣溫變動程度高於區域 1

請問如上說明何者正確？

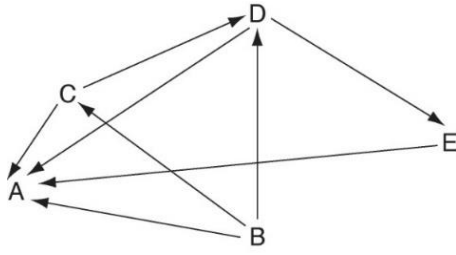
- (A) 只有 I 與 III
- (B) 只有 II 與 IV
- (C) 只有 I、II 與 IV
- (D) 只有 II、III 與 IV

12. 張生進行生物學實驗，取兩個三角錐瓶，1 瓶為控制組內含 BG-11 培養液，另一瓶為實驗組內含小球藻與 BG-11 培養液，將其培養於 25°C 與 12 小時光照：12 小時黑暗的培養箱中，培養 4 天，並同時監測培養液中氧氣含量。以下有關實驗組與控制組培養液中氧氣含量之敘述何者正確？

- (A) 控制組中氧氣含量皆高於實驗組
- (B) 實驗組中氧氣含量皆高於控制組
- (C) 在有光的環境下控制組氧氣含量低於實驗組，而在黑暗的環境下兩者氧氣含量相同
- (D) 在有光的環境下實驗組氧氣含量高於控制組，而在黑暗的環境下控制組氧氣含量高於實驗組

13. 有關內分泌干擾物質之敘述，下列何者正確？

- (A) 農藥三苯醋錫會造成福壽螺雄性生殖器雌性化
- (B) 有些清潔劑含有壬基酚，該化合物會造成男性精子數量減少
- (C) 戴奧辛除了會損害人體肝臟與免疫系統功能外，亦會干擾性激素運作，使得男性荷爾蒙增加
- (D) 多氯聯苯會造成海鷗雌性雄性化



14. 以上食物網的結構中，箭頭方向代表食物能量移動方向，以下敘述何者正確？
- (A) B 為分解者
 - (B) 當多氯聯苯進入此食物網中，A 會累積最多的 DDT
 - (C) 要達到營養鹽循環，生態系統至少須包含 A 與 B
 - (D) C 為二級消費者
15. 下列有關減數分裂和有絲分裂的比較，何項正確？
- (A) 減數分裂 DNA 複製二次，有絲分裂 DNA 複製一次
 - (B) 減數分裂時染色體會形成二分體，有絲分裂時染色體會形成四分體
 - (C) 減數分裂時染色體有聯會、互換現象而導致基因重組，有絲分裂並無此現象
 - (D) 減數分裂會形成雙倍體子細胞，有絲分裂會形成單倍體子細胞
16. 在木本植物的樹幹上環割一周，深度至形成層，剝去圈內樹皮，過一段時間可見到環割上端出現瘤狀物，造成此現象之原因為何？
- (A) 韌皮部輸送有機物受阻
 - (B) 韌皮部輸送水分和無機鹽受阻
 - (C) 木質部輸送有機物受阻
 - (D) 木質部輸送水分和無機鹽受阻
17. 在煙草的葉片中含有大量煙鹼，當把煙草嫁接到番茄上時，煙草的葉就不含煙鹼了。反之，嫁接在煙草上的番茄葉子中卻含有煙鹼。以下敘述何者正確？
- (A) 煙草根部分能合成煙鹼
 - (B) 煙草葉子受番茄影響，遺傳性發生改變
 - (C) 番茄葉子受煙草影響，遺傳性發生改變
 - (D) 只有依靠煙草根部分吸收某種物質，煙草葉片才產生煙鹼
18. 以下針對競爭排除原則的描述，何者正確？
- (A) 一個競爭物種的隨機分布，將對另一競爭物種的生長造成正向影響
 - (B) 假如兩物種有相同基本生態棲位，沒有一種物種可以排除另一競爭物種
 - (C) 即使只有輕微繁殖優勢也會導致兩個競爭物種中適應力較差之物種被移除
 - (D) 天擇趨向於增加相似物種的競爭性

19. 病毒的宿主範圍取決於？
(A) 病毒所攜帶的酵素
(B) 病毒的核酸為 DNA 或 RNA
(C) 病毒表面及宿主細胞表面的蛋白質
(D) 宿主細胞質內所具有的蛋白質
20. 請將 1~5 所列動物起源進化枝，由最早期到近期，排出最可能的順序？(1.四足類動物, 2.脊椎動物, 3.後口動物, 4.羊膜動物, 5.兩側對稱動物)
(A) 5 → 3 → 2 → 4 → 1
(B) 5 → 3 → 2 → 1 → 4
(C) 5 → 3 → 4 → 2 → 1
(D) 3 → 5 → 4 → 2 → 1
21. 下列何者不是結締組織(connective tissue)？
(A) 血液
(B) 汗腺
(C) 硬骨
(D) 肌腱
22. 下列有關激素及其功能的敘述，何者錯誤？
(A) 催產素(oxytocin)：生產時刺激子宮收縮
(B) 甲狀腺素(thyroxine)：促進代謝作用
(C) 胰島素(insulin)：促進肝臟的肝糖分解
(D) 促腎上腺皮質激素(ACTH)：促進腎上腺皮質部合成及分泌皮質固醇
23. 下列有關細胞骨架之敘述，何者錯誤？
(A) 細胞骨架為分布於細胞質的蛋白質纖維
(B) 微管為最粗的細胞骨架
(C) 細胞骨架使細胞能改變形狀或具有運動能力
(D) 細胞分裂時，微絲可形成紡錘體，協助染色體分離
24. 下列有關動物激素(hormone)之敘述，何者錯誤？
(A) 甲狀腺素及正腎上腺素乃由胺基酸衍生而來
(B) 脂類激素與細胞膜上的受體結合，使細胞產生第二傳訊分子而調節細胞的生理作用
(C) 生長激素可以促進醣類、脂質的分解及蛋白質的合成
(D) 較高濃度的抗利尿激素會促進小動脈平滑肌收縮，使血壓升高

25. 有關動物排泄作用之敘述，何者錯誤？
- (A) 陸生節肢動物的馬氏管可收集體液排入後腸
 - (B) 環節動物經由體節中成對的腎管排除含氮廢物
 - (C) 淡水中的扁形動物可經由體表擴散的方式，排出代謝所產生的氨
 - (D) 草履蟲以伸縮泡收集體內多餘的水分，再以促進性擴散作用排出體外
26. 目前研究發現腸道菌叢對於多種疾病的發生和治療有重要影響，包括哪些疾病？
- (A) 糖尿病
 - (B) 自體免疫疾病
 - (C) 癌症
 - (D) 以上皆是
27. 下列何不是非整倍體(aneuploidy)遺傳疾病？
- (A) 唐氏症(Down Syndrome)
 - (B) 透納氏症(Turner Syndrome)
 - (C) 亨丁頓氏症(Huntington's Disease)
 - (D) XYY 綜合症
28. 關於光合作用的光反應，以下何種敘述有誤？
- (A) 光反應的主要電子傳遞鏈產生 ATP 與 NADPH，又可稱為非循環式電子傳遞鏈
 - (B) 光反應利用光能激發電子，形成電子傳遞鏈，會伴隨著水的裂解
 - (C) 光系統是由一個個光合色素與蛋白質構成的複合體組成，嵌埋在類囊膜中
 - (D) 循環式電子傳遞鏈產生於兩個光系統之間，只能產生 NADPH，無法產生 ATP
29. 鯨豚海豹等海洋哺乳類動物能在海水中潛行甚久，不需頻繁至水面換氣，下列何種生理機制無法解釋這些哺乳類如此的能力？
- (A) 透過肌肉中的大量肌紅素協助攜帶氧氣
 - (B) 增加紅血球中血紅素的量
 - (C) 心跳與呼吸頻率變慢，以節約代謝能量
 - (D) 利用鰓肺儲存空氣於海面下潛行時使用
30. 今年暑假，台北有位 30 歲女性在室內親水設施遊憩後間隔數日，出現頭痛、肩頸僵硬症狀、發燒、畏寒、頭痛、頸部疼痛、抽搐等症狀就醫，後不幸死亡，後檢體經化驗證實病原體為罕見的 *Naegleria fowleri*，請問該病原菌為哪種微生物？
- (A) RNA 病毒
 - (B) 格蘭氏陽性細菌
 - (C) 原生生物
 - (D) 真菌

31. 已滅絕的尼安德塔人基因體研究，揭露了世界上目前多數人的基因體內具備部分尼安德塔人的基因體片段，故推論現今智人祖先曾與尼安德塔人有基因交流。根據最新研究，遺傳到部分尼安德塔人基因體片段的人，有下述哪種表型特徵？
- (A) 更不容易得新冠肺炎
 - (B) 感染新冠肺炎後重症率降低
 - (C) 更容易適應極端氣候
 - (D) 現代智人的 Y 染色體多遺傳自尼安德塔人
32. 次世代基因定序能快速而且大量定序 DNA 樣本，下列何種檢測工作不需用到次世代定序技術？
- (A) 非侵入性產前遺傳篩檢(NIPT)
 - (B) 環境 DNA(eDNA)鑑定
 - (C) 胎兒羊膜穿刺的遺傳篩檢
 - (D) 腸道細菌菌叢分析
33. 人體的免疫系統能適時反應對抗外來微生物的入侵，若依照系統中細胞特性做主要的任務分配，以下何者不正確？
- (A) 嗜鹼性細胞可對抗黴菌
 - (B) 嗜中性細胞有效殺死細菌
 - (C) B 淋巴球製造免疫球蛋白
 - (D) 單核細胞可分化成樹突細胞，殺死癌細胞
34. 衛福部目前合法開放的細胞治療技術，可為患者將自體(autologous)細胞，經過體外培養與加處理後，引回患者體內，以達到治療或預防疾病之目的。目前的細胞治療項目不包含下列何種類別？
- (A) 骨髓間質幹細胞修復退化性關節炎及膝關節軟骨缺損
 - (B) 脂肪幹細胞修飾皮下及軟組織缺損
 - (C) 免疫細胞治療第四期實體癌症
 - (D) 誘導式多功能幹細胞(iPS)修復慢性或滿六週未癒合之傷口
35. 進行比較基因體學研究時，科學家發現酵母菌負責控制細胞週期的某基因，與人類某基因在細胞功能與蛋白質序列都很相似，在演化上稱這兩個基因的關係為？
- (A) 異源基因(paralogous genes)
 - (B) 直源基因(orthologous gene)
 - (C) 對偶基因(alleles)
 - (D) 遺傳漂變(genetic drift)

36. 光合作用中的固碳反應，主要在卡爾文循環(Calvin cycle)進行。關於 C3 植物的卡爾文循環的敘述，下列何者最有可能？

- (A) 該循環發生在葉綠體中的類囊體膜中
- (B) 可將水裂解釋出氧氣
- (C) 其直接產物為葡萄糖
- (D) 該循環以 ATP 為能量來源，再利用降低能階的方式消耗 NADPH

37. 遺傳學家在研究果蠅六個位於同一條染色體上的基因，依照其性狀發生的基因重組頻率，得到以下數據，請推估這些基因最可能的排列順序為何？

相關基因	重組頻率 (%)
p-t	24
y-v	15
g-r	29
v-p	8
y-p	23

- (A) v-y-g- p-r-t
- (B) g-v-p-r-t-y
- (C) g-y-v-t-p-r
- (D) y-g-v-p-r-t

38. 肌紅蛋白在肌肉細胞中攜帶氧氣，只具有三級結構。換句話說，其不具四級結構。故肌紅蛋白：

- (A) 由核酸組成
- (B) 只有一條多肽鏈
- (C) 缺乏氫鍵
- (D) 不具螺旋或褶板結構

39. A 酶的活化部位被不是受質的分子占據；B 酶在不是結合部位的部位，被一個分子結合而降低活性。有關 A 酶與 B 酶分別依序之敘述，下列何者正確？

- (A) 反應加速；是偶聯反應
- (B) 競爭性抑制；異構調節
- (C) 異構調節；競爭性抑制
- (D) 異構調節；輔酶參與

40. 下列光合作用相關敘述，何者不正確？

- (A) 藍藻可利用近紅外光進行光合作用，藍藻在有可見光的情況下，會正常利用"葉綠素 a"進行光合作用
- (B) 藍藻如果處在陰暗環境中，缺少可見光，就會轉為利用"葉綠素 a"，使用近紅光進行光合作用
- (C) 對紫硫菌的研究推論植物光合作用產生的氧來自水而非二氧化碳
- (D) 光反應是反應中心色素所吸收的光能與原初電子受體和次級電子受體之間進行的氧化還原反應，從而實現光能轉化為電能，並轉變為化學能的過程。

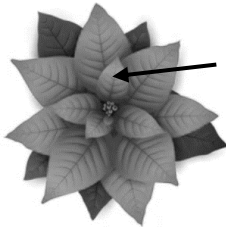
41. 下面關於核仁的描述，錯誤的是？
- (A) 核仁的主要功能之一是參與核糖體的生物合成
 - (B) rDNA 定位於核仁區內
 - (C) 細胞在 G2 期，核仁消失
 - (D) 細胞在 M 期末和 S 期重新組織核仁
42. 當一個人大量出汗，導致血液滲透壓上升、血量減少、血壓下降時，身體的調節機制會啟動，盡量維持體內環境的恆定。下列相關敘述何者正確？
- (A) 血液中的心房排鈉肽濃度上升，抑制腎小管對鈉的再吸收，降低血液滲透壓
 - (B) 血液中抗利尿激素的濃度上升，使近曲小管對水的再吸收大量增加，以增加血量
 - (C) 下視丘的口渴中樞受到刺激，產生飲水行為，增加血量，交感神經活性增加，使得心跳加快，血管收縮，血壓回升
 - (D) 血液中腎素的濃度下降，減少腎小管對鈉的再吸收，降低血液滲透壓
43. 進入電影院須數分鐘後才能看清影像，稱為眼睛的暗適應，其可能機制是瞳孔直徑擴大。下列何者與瞳孔直徑擴大有關？
- (A) 弱光抑制交感神經節後末梢釋出正腎上腺素
 - (B) 弱光促使交感神經節後末梢釋出較多的正腎上腺素
 - (C) 強光的作用使副交感神經節後末梢無法釋出足夠的乙醯膽鹼
 - (D) 強光的後遺作用使交感神經節後末梢無法釋出較多的正腎上腺素
44. 內分泌干擾素（Endocrine disrupter substance 簡稱 EDS）」會由空氣、水、土壤、食物等途徑進入體內，EDS 進入人體後，可與體內自有的激素受體結合，造成促進或抑制生理反應的效果。內分泌干擾素特性彙整如下：
- 甲、EDS 其化學特性比較穩定
 - 乙、EDS 可以通過細胞膜
 - 丙、EDS 的作用具有種間的特異性
 - 丁、EDS 有生物累積性
 - 戊、EDS 是有機分子，可被細菌輕易分解
- 上列對 EDS 的敘述，何者為真？
- (A) 甲、乙、丙
 - (B) 甲、乙、丁
 - (C) 乙、丁、戊
 - (D) 丙、丁、戊

45. 海洋約佔地球表面積的百分之七十，是地球上面積最大以及生物種類最多的生態系，在海洋生態系中，隨著水深的不同，環境條件與生物種類分布也常有很大的差異，下列有關海洋生態系的描述，哪一選項不正確？

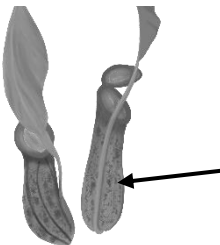
- (A) 海洋生態系常以水深 200 公尺為界，區分為「淺海區」與「大洋區」
- (B) 「淺海區」的底部，又稱為「大陸棚」，此處水域的陽光可以到達，也富含礦物質，所以棲息其中的生物種類繁多
- (C) 「潮間帶」是指海岸高潮線和低潮線之間的區域，生活在此區域的生物常需發展出特殊的適應方式，以抵抗海浪的衝擊
- (D) 在「大洋區」中，因為生存空間遼闊，所以容納的生物種類遠較分布在「淺海區」的生物種類為多

46. 植物葉子為營養器官，除了行光合作用之外，尚有許多功能，以下箭頭所指何者不屬於葉片？

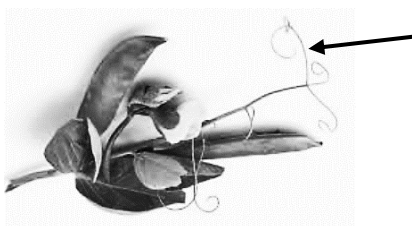
- (A) 聖誕紅(紅色部分)



- (B) 豬籠草(捕蟲籠部分)



- (C) 豌豆(卷鬚部分)



- (D) 草莓(匍匐在地面的部分)



47. 某位學生將十片菠菜葉片放置在含小蘇打溶液的三個試管中，並放置一個不含小蘇打的對照試管。每個試管中液體的體積和溶液的溫度保持恆定。所有試管均距離光源等距放置，詳見附表。10 分鐘後，測量了每個樣品中的氧氣含量，哪個試管預計含有最多的氧氣？

試管	小蘇打 (g)	燈泡 (瓦特)
(A)	1	10
(B)	1	50
(C)	1	100
(D)	0	100

48. 俄烏戰爭或以哈戰爭都傳聞戰場上使用了 VX 神經毒氣，它是一種迅速與乙醯膽鹼酯酶作用形成高度穩定的新結構，失去水解乙醯膽鹼的能力。結果可能會導致？

(A) 呼吸中樞抑制與呼吸肌麻痺導致的呼吸衰竭

(B) 造成血栓大量出現而發生心肌梗塞

(C) 造成腸道脫水，喪失電解質平衡，失水休克死亡

(D) 破壞血液凝固因子，導致出血不止而死亡

49. 食用過多含有大量特定氧化物質的食物(例如：蠶豆)，某些人因為 X 染色體性聯遺傳導致葡萄糖-六-磷酸鹽脫氫酶基因缺陷，使紅血球容易受到特定氧化物質破壞而發生紅血球破壞產生溶血，進而出現黃疸(眼白及皮膚均變黃)，茶色尿等，稱之為蠶豆症。此疾病：

(A) 男性發生率比女性高

(B) 如果父親是蠶豆症，則有可能子代有 1/4 的發生率

(C) 如果母親是蠶豆症，則可能子代有 1/4 的發生率

(D) 如果父母雙方都是蠶豆症，則子代發生機率是 1/2

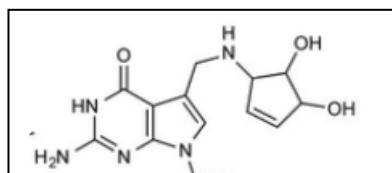
50. 核酸最主要的鹼基包括有核腺嘌呤(A)、鳥嘌呤(G)、胞嘧啶(C)、胸腺嘧啶(T)、尿嘧啶(U)。但人體內亦存在許多主要鹼基的衍生物，如下圖 Q：Queuine,是鳥嘌呤(G)的衍生物。Q 主要存在於？

(A) DNA

(B) mRNA

(C) tRNA

(D) snRNA



51. 假如你是一位生物學家，在一個明媚的夏日中，研究沙漠植物的光合作用速率。你發現氣孔是關閉的，但卻正在產生 ATP。此植物必定進行哪種作用？

(A) 光呼吸

(B) C3 循環

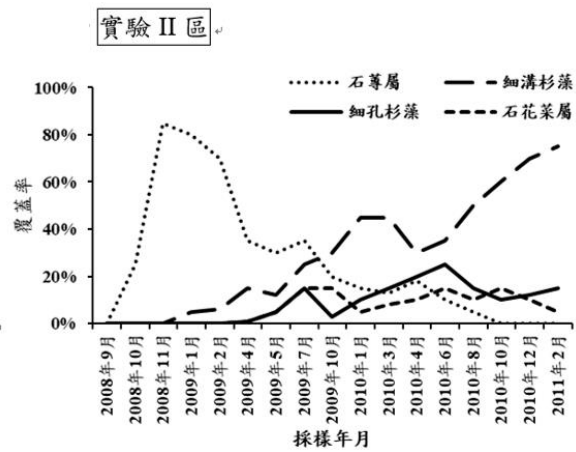
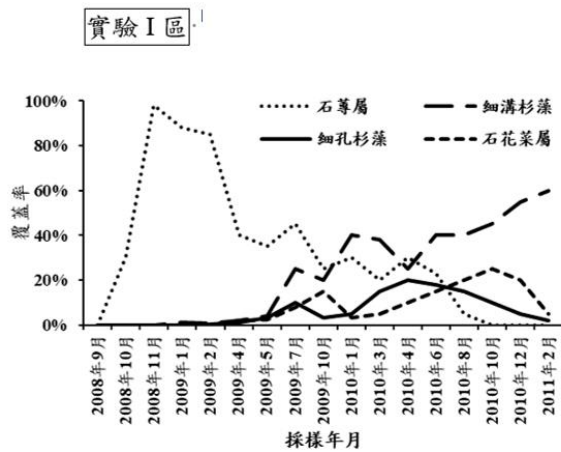
(C) C4 循環

(D) CAM 光合作用

52. 人類癌細胞和正常細胞一樣會進行有氧呼吸，然癌細胞需要更多能量，因而在有氧情況下，會使用大量葡萄糖進行發酵作用，稱之為有氧糖解。下列敘述何者不正確？
(A) 有大量癌細胞進行有氧糖解的組織區域內可偵測到高量乳酸
(B) 癌細胞有氧呼吸在粒線體中完成
(C) 癌細胞有氧糖解的過程不需粒線體
(D) 癌細胞的有氧糖解不會產生丙酮酸
53. 關於植物的防禦機制在番茄中被探討了很多，研究發現兩株番茄分開栽種於不相通但距離相近的盆子裡，當其中一株被昆蟲啃咬後另一株番茄的防禦機制會被啟動，下列敘述何者最正確？
(A) 番茄防禦相關的訊息傳導物中可能包含某種揮發性物質
(B) 昆蟲口器中會釋放出化學物質，同時影響兩盆植株
(C) 植物防禦機制一但被啟動就會持續不斷
(D) 將番茄置於黑暗中則此現象會消失
54. 捕食者對獵物族群有明顯影響，而寄生物對寄主族群影響不大，這是因為？
(A) 寄生物不殺死寄主，而捕食者殺死獵物
(B) 寄生物只分泌毒素，而捕食者殺死獵物
(C) 寄生物殺死寄主，而捕食者只殺死老、弱、病、殘獵物
(D) 寄生物有利於寄主生長，而捕食者有利於族群發展
55. 以下哪一種 DNA 突變最有可能造成其蛋白質結構改變？
(A) 一個密碼子的取代
(B) 密碼子最後一個含氮鹼基的取代
(C) 一個鹼基對的取代
(D) 一個鹼基對的刪除
56. 雙重受精是開花植物的特徵，在這過程中，每個花粉顆粒包含一個成熟的精細胞和一個輔助細胞，其中的精細胞會與卵細胞結合成為受精卵(zygote)；另一個輔助細胞的命運為何？
(A) 在胚乳中與一個極細胞結合
(B) 可成為三倍體的中央細胞
(C) 最終發育為胚胎囊
(D) 先分化為兩個輔助細胞，與一個極細胞結合

題組（57~60）

生態學家進行野外試驗，建立沿海地區潮間帶海藻群落季節變化趨勢及其受藻食動物之影響情形。選擇一潮間帶，將其分兩區：實驗 I 區與實驗 II 區，為能控制海藻生長附著面積，每一區皆放置 50 塊混凝土塊(0.5 m 長、0.3 m 寬、0.1 m 高)，在實驗 II 區額外加入吃海藻的笠貝，實驗期間每隔 1~3 月至實驗區觀察與記錄混凝土塊上生長的海藻種類與其覆蓋狀態，實驗期間為 2008 年 9 月至 2011 年 2 月，其實驗結果如下圖所示：



57. 下列敘述何者有誤？
- (A) 演替初期優勢藻為石蓴屬
 - (B) 演替中期與後期優勢藻為細溝杉藻
 - (C) 笠貝存在促使細溝杉藻數量增加
 - (D) 笠貝存在顯著影響藻類群落季節演替現象
58. 哪一藻種最具有競爭優勢？
- (A) 石蓴屬
 - (B) 細溝杉藻
 - (C) 細孔杉藻
 - (D) 石花菜屬
59. 請根據實驗結果推論笠貝最喜歡吃哪一種海藻？
- (A) 石蓴屬
 - (B) 細溝杉藻
 - (C) 細孔杉藻
 - (D) 石花菜屬
60. 請問此海藻季節演替可觀察到哪些生態現象？
- I. 競爭排斥
 - II. 資源劃分
 - III. 初級消長
 - IV. 次級消長
- (A) I, III
 - (B) II, III
 - (C) I, II, IV
 - (D) I, II, III

題組（61~64）

昆蟲專家調查武陵地區河川中水棲昆蟲多樣性變化，於2004年6月、2004年10月份與2005年6月進行水棲昆蟲之採集並記錄數量，其中在2004年7月與8月間有3個強烈颱風侵襲，造成河川水流量與流速增加。實驗結果如下表所示：

	2004年6月	2004年10月	2005年6月
彈尾目	150	70	650
直翅目	3	0	2
蜚蠊目	20	10	5
鞘翅目	370	60	520
鱗翅目	20	50	120
膜翅目	30	10	130
同翅目	25	5	45
毛翅目	2	5	12
雙翅目	260	280	700
總數	880	490	2184

61. 以下何者為此河川生態系統之優勢水棲昆蟲？

- (A) 蜚蠊目
- (B) 鞘翅目
- (C) 鱗翅目
- (D) 膜翅目

62. 不受颱風影響之水棲昆蟲有哪些？

I.彈尾目 II.鞘翅目 III.膜翅目 IV.鱗翅目 V.毛翅目 VI.雙翅目

- (A) I, III, VI
- (B) II, IV, VI
- (C) III, V, VI
- (D) IV, V, VI

63. 那些水棲昆蟲在颱風後數量降低，之後恢復能力最好？

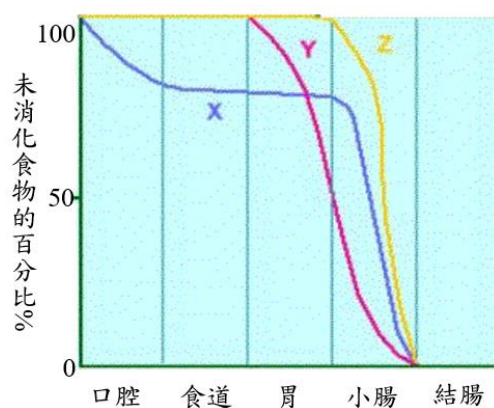
- (A) 彈尾目
- (B) 鞘翅目
- (C) 直翅目
- (D) 同翅目

64. 此生態調查呈現出哪一種生態現象？

- (A) 初級消長
- (B) 次級消長
- (C) 性狀取代
- (D) 干擾競爭

題組（65~68）

以下圖示為三種食物 X、Y 和 Z 沿著消化道的消化情況。



65. 哪些食物在胃部及小腸被消化？

- (A) 只有 X
- (B) 只有 Y
- (C) 只有 X 和 Y
- (D) X、Y 和 Z

66. 合理推論食物 X、Y 和 Z 分別是什麼？

	X	Y	Z
(A)	澱粉	蛋白質	脂肪
(B)	澱粉	脂肪	蛋白質
(C)	蛋白質	脂肪	澱粉
(D)	蛋白質	澱粉	脂肪

67. 消化道內大部份的水會在哪處被吸收？

- (A) 食道
- (B) 胃部
- (C) 小腸
- (D) 結腸

68. 有關養分的吸收，下列敘述何者不正確？

- (A) 大腸桿菌可合成人體所需的維生素 K、B12，並能抑制致病菌的繁殖
- (B) 脂溶性物質藉主動運輸，進入絨毛上皮細胞，再經促進性擴散，進入微血管
- (C) 水溶性養分由小腸絨毛的上皮細胞吸收後，進入微血管，經肝門靜脈進入肝臟，再由肝靜脈進入下腔靜脈，最後經心臟分送全身各細胞
- (D) 脂肪酸、甘油及維生素 A、D、E、K 等脂溶性養分，進入絨毛中的乳糜管，經淋巴管，運送至上腔靜脈，再經由右心房送至全身

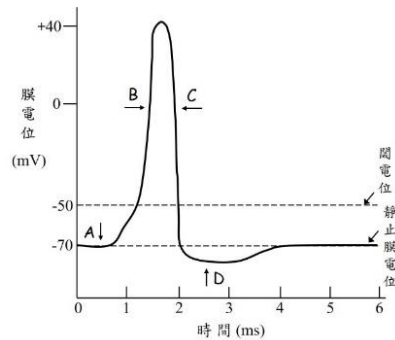
題組（69~72）

聚合酶連鎖反應(polymerase chain reaction;PCR)是一種能在生物體外大量複製特定 DNA 片段的方法，為 DNA 複製學理的應用。PCR 的過程包括：第一步驟 DNA 變性(denaturing)，以 94~95°C 高溫將 DNA 雙股分開；第二步驟降溫鏈合(annealing)，將溫度逐漸降至 50~60°C，使引子(primers)可與特定 DNA 序列形成鹼基配對；第三步驟 DNA 片段延長(elongation)，將溫度升高至 68~72°C，耐高溫的 Taq DNA 聚合酶會將與引子形成配對的 DNA 序列作為模板，自引子處進行 DNA 複製。由於成對的引子可界定出 DNA 片段的 5'端以及 3'端的範圍，因此由第一步驟至第三步驟循環進行 25~30 次，即可製造出大量特定的 DNA 片段。請回答下列問題：

69. PCR 及生物體中 DNA 複製，如何使得 DNA 雙股分開？
- (A) PCR: 加熱，生物體中 DNA 複製: DNA 聚合酶的作用
 - (B) PCR: 加熱，生物體中 DNA 複製: 引子酶的作用
 - (C) PCR: 加熱，生物體中 DNA 複製: 解螺旋酶的作用
 - (D) 二者皆為加熱
70. PCR 及生物體中 DNA 複製所使用的引子(primers)有何特性？
- (A) 為 DNA 分子
 - (B) 為 RNA 分子
 - (C) 由引子酶合成
 - (D) 與特定 DNA 序列形成鹼基配對
71. 下列何者不是進行 PCR 所需的物質？
- (A) 酵母菌的 DNA 聚合酶
 - (B) 作為模板的 DNA 分子
 - (C) DNA 聚合酶的緩衝溶液
 - (D) 四種去氧核糖核苷三磷酸
72. 下列何者不參與生物體中 DNA 複製？
- (A) 引子酶
 - (B) 限制酶
 - (C) 拓撲異構酶
 - (D) DNA 聚合酶

題組 (73~76)

動物細胞內外由於物質及離子的分布不均勻，使得細胞膜內、外存在著電位差，形成膜電位。膜電位在神經元傳遞訊息的過程中有極重要的作用；神經元受到特定強度的刺激後，其細胞膜上大量的離子通道及離子幫浦可調節離子進出細胞膜，造成膜電位變化而引發動作電位(action potential)，產生神經衝動。神經元藉由神經衝動以及神經傳遞物的作用，將訊息傳送到其他神經元及動器。下圖為神經元動作電位的曲線圖，請回答下列問題：



73. 下列有關神經元離子分布之敘述，何者正確？
- (A) 細胞內外離子分布的差異，主要由促進性擴散作用形成
 - (B) 細胞內鈉離子多於細胞外
 - (C) 細胞內鉀離子少於細胞外
 - (D) 細胞內氯離子少於細胞外
74. 下列有關神經元神經元動作電位去極化時期(圖中 B 箭號)之敘述，何者正確？
- (A) 大量的鈉離子進入細胞
 - (B) 大量的鉀離子移出細胞
 - (C) 大量的鉀離子進入細胞
 - (D) 大量的氯離子移出細胞
75. 下列有關神經元神經元動作電位再極化時期(圖中 C 箭號)之敘述，何者正確？
- (A) 大量的鈉離子進入細胞
 - (B) 大量的鉀離子移出細胞
 - (C) 大量的鈉離子移出細胞
 - (D) 大量的氯離子進入細胞
76. 下列有關神經元神經元動作電位過極化時期(圖中 D 箭號)之敘述，何者正確？
- (A) 鈉離子持續進入細胞
 - (B) 鉀離子持續移出細胞
 - (C) 氯離子持續進入細胞
 - (D) 氯離子持續移出細胞

題組（77~80）

生殖醫學的發達，成功幫助許多不容易受孕的夫婦喜獲健康寶寶。如果今天有一個患者尋求俗稱試管寶寶的體外受孕治療(IVF)，考量到患者狀況後，醫師打算利用二階段方式，也就是第一階段先培養 5 天胚胎凍存，再於第二階段植入胚胎的方式進行。依照您對人類各種生殖激素種類的了解，回答下列問題：

77. 為了促進受孕成功機率，誘導較多卵子成熟，因此在生理週期開始後幾天，醫師會給予患者處方針劑注射，誘發更多卵子成熟釋出。請問這些處方針劑最可能的成份為？
- (A) 促濾泡成熟激素(FSH)
 - (B) 雌激素(Estrogen)
 - (C) 黃體生成素(LH)
 - (D) 黃體酮(Progesterone)
78. 當醫師評估濾泡中的卵子已經成熟後，會給予另一種俗稱破卵針的處方針劑，施打後可以幫助成熟卵子在 36-48 小時內排出，以利於生殖醫學醫師利用外科方式集卵。這個破卵針劑目前最常用的主要成分是什麼？
- (A) 黃體生成素(LH)
 - (B) 促濾泡成熟素(FSH)
 - (C) 雌激素(Estrogen)
 - (D) 人絨毛膜促性腺激素(hCG)
79. 當醫師評估患者身體狀況可以進行胚胎植入後，會在月經週期第 2 至 3 天開始給予口服藥劑，以幫助子宮內膜達到胚胎著床最佳狀態。請問該藥劑主要成份為何？
- (A) 黃體酮(Progesterone)
 - (B) 雌激素(Estrogen)
 - (C) 黃體生成素(LH)
 - (D) 人絨毛膜促性腺激素(hCG)
80. 為了更加確定植入的胚胎品質，增加受孕成功機率，有不少先進科技可以協助確保胚胎品質，以下何種方法可以協助此患者確保受孕機率？
- (A) 絨毛穿刺
 - (B) 羊膜穿刺
 - (C) 非侵入性囊胚遺傳學檢測(Non-Invasive Prenatal Testing, NIPT)
 - (D) 植入前遺傳學檢測(Preimplantation Genetic Screening, PGS)

題組 (81~84)

科學家發現某病原菌培養在含有抗生素的固態培養基時，2 天後可見到少數菌落出現，這顯示有部分細菌可以適應該抗生素的存在。該學者推測此病原菌極可能在抗生素的環境中，因生存逆境壓力而誘導出突變抗性株；但有另一批學者認為自發性突變無關乎抗生素逆境壓力，原本就會發生。為驗證誘導式突變與自發性突變這兩種假說，學者設計了下述實驗：繼代 A~J 共 10 個菌落的該菌在不含抗生素的液態培養基中培養，經序列稀釋後，取 0.1 mL 稀釋菌液均勻塗佈在含有與不含有抗生素的固態培養基上，2 天後得到結果，摘錄其中兩個數據如下：

菌株編號	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
10^{-1} 稀釋後在含抗生素菌盤上的菌落數(CFU)	3	0	8	12	1	3	0	5	8	13
10^{-4} 稀釋後在不含抗生素菌盤上的菌落數(CFU)	15	13	16	15	14	17	12	15	14	13

註:菌落數代表 CFU (colony forming unit)

81. 關於菌落的敘述，下列何者敘述有誤？
 - (A) 只有固態培養基才有菌落
 - (B) 每個菌落代表一個細菌細胞
 - (C) 每個菌落可以視為獨立的菌株
 - (D) 單位菌落數目最能代表細菌的活體實際濃度
82. 稀釋菌液樣本後再塗抹在培養基上的目的何在？
 - (A) 避免液態培養基稀釋固態培養基上的抗生素濃度
 - (B) 方便觀察計算
 - (C) 減少人為操作干擾
 - (D) 簡化操作流程
83. 該結果支持何種假說？
 - (A) 誘導式突變
 - (B) 自發式突變
 - (C) 兩種突變同時存在
 - (D) 實驗結果變異太大，無法推論
84. 據我們目前的了解，遺傳物質受損害時，細胞內有自己的修復機制可嘗試訂正錯誤。下列哪種 DNA 修復機制的出錯比率最高？
 - (A) 鹼基切除修復(Base excision repair)
 - (B) 核苷酸切除修復(Nucleotide excision repair)
 - (C) 錯誤配對修復(Mismatch repair)
 - (D) DNA 雙股斷裂修復(DNA double-strand breaks repair)

題組 (85~88)

卡爾文循環是光合作用裡碳反應的一部分，循環可分為三個階段：羧化、還原和二磷酸核酮糖的再生。在光合作用過程中，突然改變光照強度或二氧化碳濃度，會在一定時間範圍內改變循環以及光反應產物 ATP 和 H 的含量。

85. 光合作用暗反應階段，下列敘述正確的是？

- (A) 停止供應 CO_2 後，光合作用過程中核酮糖二磷酸/3-磷酸甘油酸的比值減小
- (B) CO_2 可直接被 H 還原，再經過一系列的變化形成糖類
- (C) 短時間內提高二氧化碳濃度，核酮糖二磷酸的含量減少
- (D) 光照強度由強變弱時，短時間內核酮糖二磷酸含量會升高

86. 下列何者能說明卡爾文循環淨反應方程式？

- (A) $6 \text{ 3-PGA} + 6 \text{ ATP} + 6 \text{ NADPH} \rightarrow 1 \text{ G3P} + 6 \text{ ADP} + 6 \text{ NADP}^+ + 6 \text{ Pi}$
- (B) $6 \text{ NADPH} + 6 \text{ H}^+ + 9 \text{ ATP} + 3 \text{ CO}_2 \rightarrow 1 \text{ G3P} + 9 \text{ ADP} + 6 \text{ NADP}^+ + 9 \text{ Pi}$
- (C) $3 \text{ RuBP} + 6 \text{ H}^+ + 9 \text{ ATP} + 3 \text{ CO}_2 \rightarrow 6 \text{ G3P} + 9 \text{ ADP} + 6 \text{ NADP}^+ + 9 \text{ Pi}$
- (D) $3 \text{ RuBP} + 6 \text{ 3-PGA} + 6 \text{ NADPH} + 6 \text{ H}^+ + 9 \text{ ATP} + 3 \text{ CO}_2 \rightarrow 6 \text{ G3P} + 9 \text{ ADP} + 6 \text{ NADP}^+ + 9 \text{ Pi}$

87. 下列有關卡爾文循環相關敘述，何者不正確？

- (A) 梅爾文·卡爾文研究一種綠球藻，以確定植物在光合作用中如何固定 CO_2
- (B) 梅爾文·卡爾文利用 C^{14} 技術和層析法技術進行相關研究
- (C) 卡爾文循環反應場所為葉綠體內的基質
- (D) 3-磷酸甘油酸(3-phosphoglycerate, PGA)為卡爾文循環產物

88. 1,5-二磷酸核酮糖羧化酶／加氧酶(RuBisCO)的重要性，在於：

- (A) 它協助分解水，然後產生氧
- (B) 它使用 ATP 驅動光反應
- (C) 它將來自大氣的二氧化碳與植物的糖結合在一起
- (D) 它是光系統 II 的主要電子接受者

題組 (89~92)

農民休耕時常在田裡種植綠肥植物，於復耕前將它們翻入土內以改善土壤並防止雜草生長，同時提升稻田土壤肥力，減少化肥使用。常見之休耕田之豆科綠肥種類如下：

甲、綠肥用大豆：品種種類極多，包括黃豆、青皮豆、烏豆等，性喜溫暖潮濕，適應各地栽培，子實極具營養食品價值，根部根瘤菌具有固氮效果。

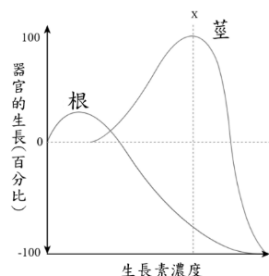
- 乙、田菁：根瘤著生甚多，性喜高溫多濕環境，為少數耐濕性佳之豆科綠肥，熱帶豆科作物，發芽適溫約 20~25°C，於夏作雨季無法種植綠肥大豆之地區可種植。
- 丙、太陽麻：屬於豆科，蝶形花亞科，熱帶豆科作物，發芽適溫約 20~25°C，耐濕性最差，一年生草本植物，別名稱印度麻、蘭鈴豆，原產印度，1928 年由印度引進，為台灣蔗田及早作田重要綠肥作物。
- 丁、埃及三葉草：是一種生長迅速的溫帶一年生豆科牧草，台灣於 1976 年引進試作，性喜冷涼氣候，不耐霜亦不耐熱。
- 戊、虎爪豆：熱帶豆科作物，發芽適溫約 20~25°C，性喜高溫多日照，於低溫或潮濕地區不推薦栽培，虎爪豆為多年生生長期，不受時間限制。

89. 下列有關固氮作用相關敘述，何者不正確？
- (A) 雷電能將空氣中一些游離的氮轉變成含氮化合物
 - (B) 生活在豆科植物植物根部的根瘤菌，將土壤空隙中的氮轉化為含氮化合物，以供豆科植物合成蛋白質之用
 - (C) 固氮反應需在有氧氣的狀況下進行，因為氧氣刺激固氮的酵素產生
 - (D) 土壤中的固氮細菌和藻類，可以將空氣中的氮轉化為含氮化合物
90. 依據上列各種植物的特性，中部彰化一期稻作於 1-2 月份種植，6-7 月收穫，那些豆科植物最適合當綠肥植物栽種？
- (A) 甲、乙、丙
 - (B) 乙、丙、丁
 - (C) 甲、乙、戊
 - (D) 乙、丙、戊
91. 依據上列各種植物的特性，中部彰化第二期作在 7-8 月份種植，10-12 月份收穫採收，何者豆科植物最為適合於當綠肥植物栽種？
- (A) 甲
 - (B) 乙
 - (C) 丙
 - (D) 丁
92. 有關水生植物滿江紅成為最佳水田作物綠肥的原因，是滿江紅與有固氮能力的生物形成共生關係，下列何者是最可能的共生生物？
- (A) 有異細胞 (heterocyst) 的念珠藻
 - (B) 有藻紅素(phycoerythrin)的紅藻
 - (C) 有具磷吸收能力的菌根
 - (D) 有固氮能力的根瘤菌

題組 (93~96)

植物的生長發育同時受到外在環境因子與內在因子之影響，內在因子包含不同植物激素。研究者取 40 顆玉米種子進行根部朝下的方向播種，兩天後，選擇根生長長度相似的 20 株玉米幼苗進行後續處理。其中 10 株的根末端切除 0.2 公分，另外 10 株的根末端保留。將此 20 株玉米幼苗轉方向為以根平行地面的方向放置兩個小時，觀察玉米幼苗生長情形。

93. 實驗結果發現將玉米幼苗根末端切除的植株，根的生長方向維持與地面平行；未將玉米幼苗根末端切除的植株，根的生長方向會 90 度轉向垂直地面的方向。關於此結果，以下敘述何者最正確？
- (A) 根的向地性受到根毛影響
(B) 根的向地性受到根冠影響
(C) 根的背光性受到根冠的影響
(D) 根的背光性受到根毛的影響
94. 本實驗播種 40 顆種子，卻只使用其中一半進行實驗的最主要原因為何？
- (A) 因為樣本數較少，誤差較小
(B) 為了配合數據分析，一次僅能分析 10 株植物
(C) 為了降低植株的個體差異，剔除生長狀況差異較大的植株
(D) 為了以防後續需要重做實驗時，尚有足夠的植物可以進行實驗
95. 許多研究者推測植物根部的生長方向與生長素相關，以下何種實驗設計最不适合用來驗證這個假設？
- (A) 透過標定的生長素，觀察根轉成平放生長時生長素的移動或累積情況
(B) 利用無法合成生長素的突變植株，觀察根的生長是否具有方向性
(C) 比較持續向下生長的根尖與轉成平放生長的根尖之生長素分布狀況
(D) 玉米發芽時即一直浸泡在生長素中，觀察根的生長是否具有方向性
96. 生長素對根莖葉的生長具有影響性，分析下圖可得到的結論何者最佳？



- (A) 不同濃度生長素均能促進根與莖的生長
(B) 同濃度的生長素對根與莖的影響並不相同
(C) 生長素濃度越高對生長越有利
(D) 植物生長時各器官的生長素濃度均相同

題組 (97~100)

分佈在歐洲和亞洲北部的椎實螺(*Lymnaea peregra*)為生存於淡水的螺，屬於水生有肺類腹足綱軟體動物，其螺殼呈螺旋狀，並可分為右旋與左旋兩種旋轉方向，其中以右旋螺殼較為常見。研究發現帶有顯性等位基因(DD)的雌螺與帶有隱性等位基因(dd)的雄螺雜交時，其子代都帶有右旋的螺殼；帶有隱性等位基因(dd)的雌螺與帶有顯性等位基因(DD)的雄螺雜交時，其子代都帶有左旋的螺殼。

97. 帶有隱性等位基因(dd)的雌螺與帶有顯性等位基因(DD)的雄螺雜交的子代基因型的組成為何者？
- (A) 全部都是 Dd
 - (B) $1/2$ DD, $1/2$ dd
 - (C) $1/4$ DD, $1/2$ Dd, $1/4$ dd
 - (D) 全部都是 dd
98. 若進一步將帶有 Dd 基因型的雌螺與帶有 Dd 基因型的雄螺進行自交，發現所有的子代均為右旋螺殼，關於這些結果，以下何敘述最不正確？
- (A) 椎實螺螺殼的遺傳不符合孟德爾遺傳定律
 - (B) 椎實螺螺殼的左旋或右旋取決於其母本基因型
 - (C) 椎實螺螺殼旋轉方向是受到母體所產生的蛋白質影響
 - (D) 帶有左旋螺殼的椎實螺無法存活，故僅能觀察到右旋螺殼的子代
99. 帶有 Dd 基因型的雌螺與帶有 Dd 基因型的雄螺進行自交所得到的子代，其基因型的組成為以下何者？
- (A) 全部都是 Dd
 - (B) $1/2$ DD, $1/2$ Dd
 - (C) $1/4$ DD, $1/2$ Dd, $1/4$ dd
 - (D) 全部都是 dd
100. 關於椎實螺的遺傳基因，下列何者最正確？
- (A) 椎實螺的基因位於 DNA 上，並可遺傳給子代
 - (B) 決定椎實螺螺殼方向的基因位於 Y 染色體上
 - (C) 決定螺殼方向的蛋白質合成於細胞核內
 - (D) 椎實螺只有細胞核內存在 DNA

十二、實驗操作試題及參考解答

112 學年度全國高級中學 生物科能力競賽決賽

實驗操作試題

請注意※

1. 本試場所需之器材皆已放於桌上，請確實核對清單上所列各項物品。若有短缺，請立刻舉手向監試助教報告。
2. 桌上的材料、藥品及器材用完後，將不再另外補充。
3. 共用之儀器置於講桌，使用時可請監試助教協助。
4. 試卷每頁右上方請填上參賽號碼。
5. 實驗操作題共三題：作答時間共 180 分鐘，請自行斟酌作答時間之分配。

【試題一】 刻板行為的實驗

組別：

100 分

【背景說明】

動物的刻板行為是指動物在人為圈養環境（如動物園）下，表現毫無目的、無功能的一種不正常行為，如前後繞行走動、搖頭、突然跳動或轉頭、嘔吐再食、拔毛等動作。刻板行為的表現與發生頻率的高低，常被用來檢視圈養環境下動物是否處在較好的身心狀態，因此如何藉由環境的豐富化，以降低動物刻板行為的發生，是動物園經營管理很重要的目標。以下是在日本東山動物園觀察到北極熊搖晃頭部的刻板行為：



請依序回答以下問題：

1. 請建議一個可行的方案，豐富化此北極熊的環境，以降低此刻板行為。(20 分)

環境豐富化方案可為水池的設計、食物供給方式、或增加圈養環境的探索設施及玩具等。(但若是以添加他種動物個體或同種動物個體等方案，因為在管理上較不可行，則會酌予扣分)

2. 為了解你所建議的方案是否能降低該北極熊的刻板行為，假設你進行一個觀察實驗，你利用攝影機在方案實施前六天及方案實施後六天，每天於 06:00-18:00，以錄影機監測此北極熊的行為。以下：表一至表十二是此錄影帶每隔 1 分鐘檢視有無此搖頭刻板行為（有：Y；無：N）的數據，請分析這些數據。（請說明你分析的步驟與方法、並列出分析後結果圖表）（50 分）

[illegible][illegible]

[illegible][illegible][illegible][illegible]

a. 直接加總每天有刻版行為次數 (Y)

c. 算出每天平均小時刻板行為次數。

e. 每天總觀察次數與有刻版行為的比例。

請根據你的分析結果，說明你方案的成效，及後續可能的方案改善措施。(30分)

b. 因為習慣了新方案(habituation)所導致所以方案成效不彰。

C. 所以需要根據結果調整改善措施的施行及更換時間。

【試題二】細菌的鑑別測試

組別：_____

100 分

【背景說明】

科學家時常從環境中進行微生物的分離及培養，獲得純化培養的菌株之後，通常會先利用格蘭氏染色(Gram stain)，區別微生物的細胞壁特性以及形態觀察。並進一步進行一些細菌基本的生化特性分析，來初步判斷此細菌的種類以及了解細菌具備那些特殊的酵素活性。

本實驗主要是要藉由養在培養基與培養液的四株純化菌株，A 菌株、B 菌株、C 菌株和 D 菌株，讓學生觀察不同菌株的細胞壁特性，以及染色後的菌體形態，並紀錄氧化酶試驗、觸媒試驗、吲哚試驗、和硝酸鹽還原試驗等四種生化測試的結果，作為區分四株菌的依據。

根據上述結果，請學生藉由本實驗習得之經驗，判斷未知菌液 X 與未知菌液 Y 是否為 A 菌株、B 菌株、C 菌株、D 菌株或是其他不同的菌株。

【實驗材料】

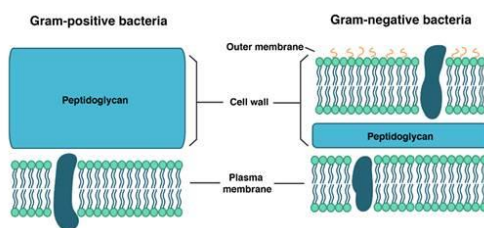
● 微生物材料				
			吲哚試驗用	硝酸鹽還原試驗用
	菌盤	菌液	菌液 (NB1)	菌液 (NB2)
A 菌株	1個		NB1-A 1管	NB2-A 1管
B 菌株	1個		NB1-B 1管	NB2-B 1管
C 菌株	1個		NB1-C 1管	NB2-C 1管
D 菌株	1個		NB1-D 1管	NB2-D 1管
未知菌X		1管	NB1-X 1管	NB2-X 1管
未知菌Y		1管	NB1-Y 1管	NB2-Y 1管
● 反應藥劑與藥品				
● 氫氧化鉀試驗 3%氫氧化鉀 1 管		● 硝酸鹽還原試驗 硝酸鹽試劑(A)1 管 硝酸鹽試劑(B)1 管 鋅粉 1 管	● 氧化酶測試 TMPD 試劑 1 管	
● 細菌型態觀察 染劑 1 管 鏡油 1 管			● 觸酶試驗 3%雙氧水 1 管	
			● 吲哚試驗 柯氏試劑 1 管	
● 儀器與器材				
1. 酒精燈與打火機 1 組		6. 玻璃試管 15 支	11. 擦拭紙 1 包	
2. 顯微鏡 1 台		7. 塑膠滴管 1 包	12. 油性簽字筆 1 支	
3. 染色托盤 1 個		8. 滅菌牙籤 1 包		
4. 載玻片 1 包		9. 滅菌棉棒 1 包		
5. 燒杯 1 個		10. 無菌水 2 瓶		
● 共用儀器與耗材 (置於教師講桌)				
微量離心機 3 台、手套(S、M、L)、無菌水				

【實驗方法與說明】

一、 格蘭氏陰性與陽性菌鑑別及細菌型態觀察

● 氫氧化鉀試驗（KOH 試驗）

氫氧化鉀試驗的目的是鑑定格蘭氏陰性菌。KOH 會溶解格蘭氏陰性菌細胞壁的薄層肽聚糖(peptidoglycan)，但不影響格蘭氏陽性菌之細胞壁。格蘭氏陰性細胞壁的分解會破壞細胞並釋放其內容物與 DNA，使溶液非常黏稠。格蘭氏陽性菌不會受到 KOH 的影響，因為它們的細胞壁有較厚的肽聚糖層(見下圖)，細胞不會被裂解，DNA 不會被釋放，不會觀察到黏度。



實驗流程：

1. 取 1 滴 3% KOH 溶液滴於載玻片上。
2. 用滅菌牙籤挑取適量菌落，與 3% KOH 溶液混合，攪拌約 30 秒，觀察混合液狀態。
3. 若是混合液轉變成粘稠狀且形成黏液絲，代表該細菌是格蘭氏陰性菌；若是混合液沒有任何改變，則表示該菌是格蘭氏陽性菌。

● 細菌形態觀察

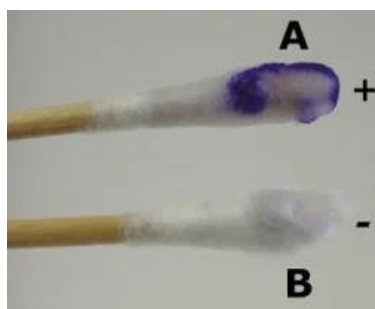
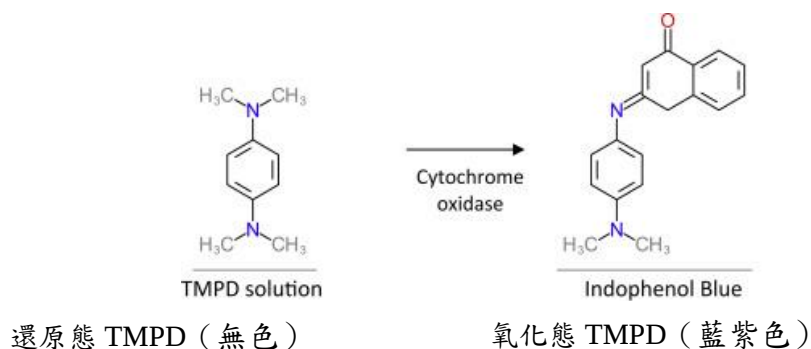
實驗流程：

1. 製備樣本：在載玻片上加上 1 小滴無菌水，用滅菌牙籤從菌盤中取少許菌落，均勻地塗抹在含有無菌水的玻片上，製成細菌抹片，越薄越好。
2. 細菌抹片置於空氣中乾燥。
3. 固定：乾燥後將細菌抹片通過酒精燈火焰來回約 2~3 次進行固定。
4. 染色：將抹片菌層覆上染劑，靜置 1 分鐘。
5. 清洗：以無菌水，逐滴滴下，清洗染劑。
6. 用擦拭紙輕壓吸收殘餘的水，靜置風乾。
7. 滴上油鏡油，置於 100X 物鏡下觀察菌體形態並紀錄結果。

觀察：染色後的細菌，區分並記錄其形態和染色結果（20 分）				
菌株號	A	B	C	D
陰性/陽性	陰性	陽性	陰性	陽性
菌株型態 (油鏡觀察)	短桿菌	球菌	短桿菌	桿菌

二、 氧化酶測試 (Oxidase test)

氧化酶測試(Oxidase test)是一種用來確定生物體是否具有細胞色素氧化酶的試驗，為區分細菌的另一關鍵測試，這些細菌必須使用氧氣作為有氧呼吸中的最終電子接受者，細胞色素氧化酶參與電子傳遞鏈末端氧的還原。測試時會使用氧化還原試劑，此試劑含有顯色還原劑~四甲基對苯二胺二鹽酸鹽 (Tetramethyl-p-phenylenediamine dihydrochloride)，簡稱 TMPD，當 TMPD 被氧化後，會從無色變成藍紫色。



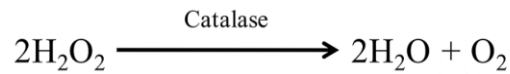
實驗流程：

1. 製備樣品：用棉棒，從菌盤中取少許菌落。
2. TMPD 試劑管，需先小心捏碎玻璃內管。
3. 在取菌的棉棒上，小心滴入 1 滴氧化酶試劑 TMPD。
4. 觀察：30 秒內 菌的顏色是否有變深藍紫色，若變為深藍紫色，則判定為氧化酶陽性。

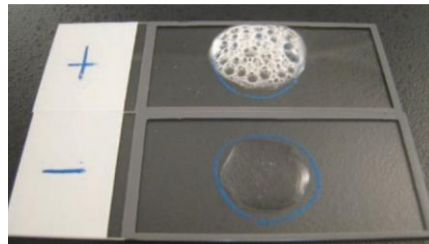
氧化酶試驗結果與問題 (12分)				
菌株號	A	B	C	D
氧化酶試驗呈色	藍	未呈色	深藍	未呈色
氧化酶試驗呈色時間	>30 sec		< 5 sec	
陰性/陽性	陰性	陰性	陽性	陰性
問題 2-1：進行氧化酶試驗，必須注意那些事情？(2 分) 避免觸碰到會造成氧化反應的物質，例如加熱之金屬，所以必須用竹籤取菌。 也要注意觀察變色時間，因為放久試劑可能自動氧化，造成偽陽性。				

三、 觸酶測試(Catalase test)

大多數的好氧及兼氣性細菌在利用氧氣進行呼吸作用時，會產生過氧化氫(H₂O₂)。過氧化氫對生物之酵素系統有害，此類生物得以生存乃因其會產生觸酶(Catalase)，或稱為過氧化氫酶，此酵素可將過氧化氫分解成為氧氣及水，反應式如下：



觸酶存在部分細菌中，可以保護細菌免受過氧化氫的傷害，觸酶試驗是用來檢測微生物是否含有觸酶。添加過氧化氫於菌體上，若細菌有觸酶，就會有 O₂ 的快速產生，會產生氣泡。



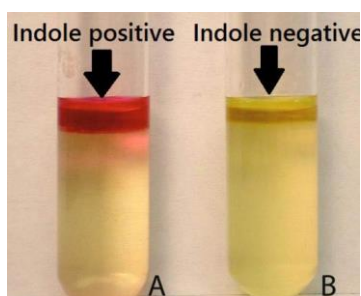
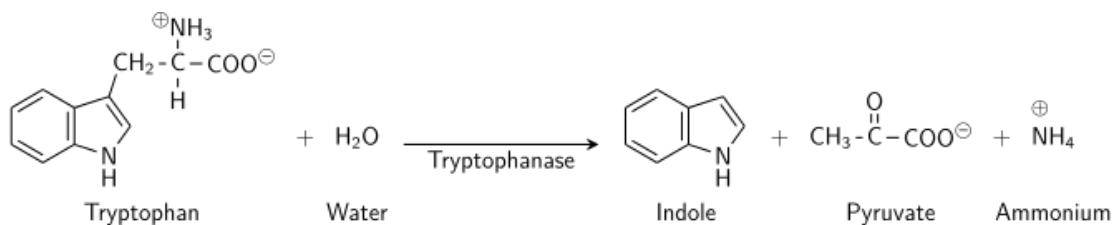
實驗流程：

1. 製備樣本：取乾淨載玻片，用滅菌牙籤從菌盤中取少許菌落，將菌抹在載玻片上。
2. 在每種菌上滴入一滴的 3% 雙氧水。
3. 觀察：馬上觀看是否有氣泡冒出，以及其冒泡的速度差異。
 - ✓ 強烈快速冒泡，結果請填入：+++
 - ✓ 稍微大量冒泡，結果請填入：++
 - ✓ 少量氣泡冒出，結果請填入：+
 - ✓ 沒有氣泡冒出，結果請填入：-

觸酶試驗結果 (8分)				
菌株號	A	B	C	D
產氣情形	++	+++	++	-
問題 3-1：進行觸酶試驗，必須注意那些事情？ (2 分)				
3%雙氧水溶液要新鮮配製，以免失效造成偽陰性。				
瓊脂平板上若有成分具觸酶特性，則刮取菌落進行試驗可能導致偽陽性。				

四、 吲哚試驗 (Indole test)

吲哚試驗是用於區分細菌是否具有色氨酸酶(Tryptophanase)，此酶是分解培養基內的色氨酸(Tryptophan)產生吲哚(Indole)，反應式如下圖。檢測方式是使用柯氏試劑(Kovac's reagent)，此試劑可以與吲哚反應，形成一種粉紅色化合物。柯氏試劑內含異戊醇、對二甲氨基苯甲醛、濃鹽酸。其中對二甲氨基苯甲醛與介質中存在的吲哚反應形成紅色松吲哚染料。異戊醇與松吲哚染料形成錯合物，並上升到有機酒精層。



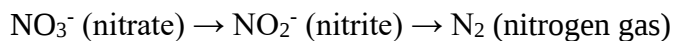
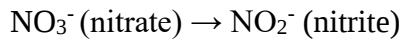
實驗流程：

1. 準備菌液：使用塑膠滴管吸取培養於營養肉湯 (Nutrient Broth；NB1) 24 小時的菌液 1mL 至小玻璃試管。
2. 利用塑膠滴管，滴入適量的柯氏試劑 (約 3~4 滴)，輕輕搖動後，靜置等待反應 (30 秒內)。
3. 觀察：若上層呈現紅色，則為正反應 (+)，否則為負反應 (-)。

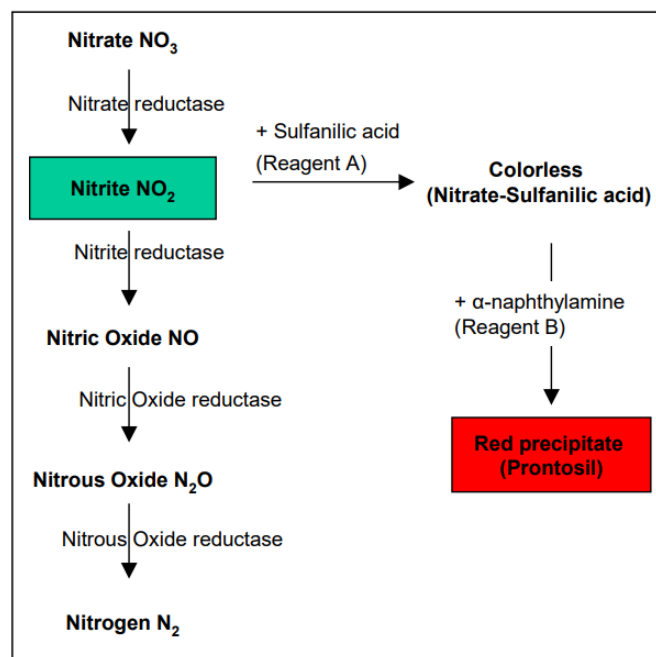
酶吲哚試驗結果 (4分)				
菌株號	A	B	C	D
吲哚試驗	+	-	-	-
問題4-1：可以拿來進行吲哚試驗的營養肉湯，必須含有甚麼成分？(4分) 色氨酸 問題4-2：為何加入柯氏試劑後，會出現分層的現象？(4分) 因為柯氏試劑含有異戊醇，加入含菌之培養基後，會在上方形成有機層。				

五、 硝酸鹽還原試驗(Nitrate reduction test)

硝酸鹽還原試驗，是一種檢測細菌是否具備硝酸鹽還原酶(Nitrate reductase)的試驗，此酶可將硝酸鹽(NO_3^-)水解為亞硝酸鹽(NO_2^-)。不同的細菌，針對硝酸鹽的還原情形不同，可以根據細菌將硝酸鹽還原為亞硝酸鹽或含氮氣體的能力來區分細菌的種類。有些細菌含有亞硝酸還原酶(Nitrite reductase)，還會進一步將亞硝酸鹽還原為一氧化氮、一氧化二氮或氮氣。反應式如下：

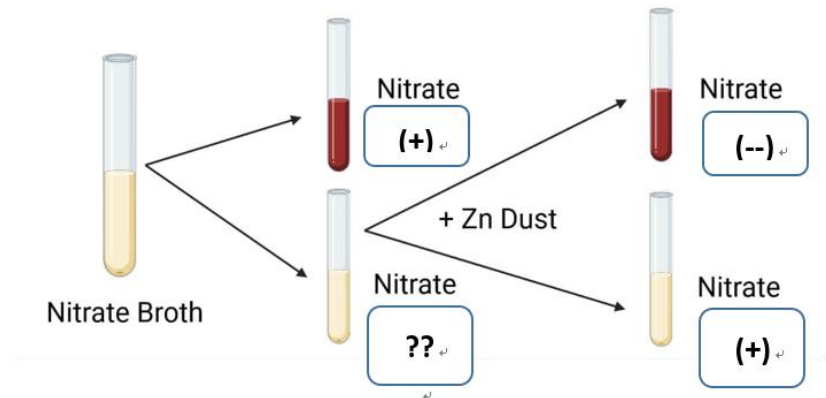


硝酸鹽還原試驗會先將細菌培養於含有硝酸鹽的肉湯培養基(Nitrate broth；NB2)，培養24小時後，先加入硝酸鹽試劑 A，再加入硝酸鹽試劑 B。當培養基中的硝酸鹽被還原為亞硝酸鹽(NO_2^-)時，培養基中才會產生紅色；若沒有產色紅色，還需要加入適量鋅粉當還原劑，若培養基的硝酸鹽還在，會被鋅粉迅速還原成亞硝酸呈現紅色，則表示此細菌沒有硝酸鹽還原酶，屬於陰性反應。若持續沒有變色，表示培養基的硝酸鹽其實已經被還原成亞硝酸，並進一步還原成氮或是氮氣，所以此細菌是具有硝酸鹽還原酶的陽性反應。



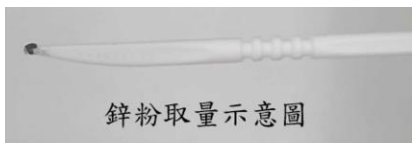
圖示說明：硝酸鹽試劑 A 含有對氨基苯磺酸(Sulfanilic acid)，會先將亞硝酸變成 (nitrite-sulfanilic acid) 無色複合物，再用硝酸鹽試劑 B (含有萘胺, α -naphthylamine) 作用，成為紅色的 α -萘胺偶氮苯磺酸。

Nitrate Reduction Test



實驗流程：

1. 準備菌液：使用塑膠滴管取於 Nitrate Broth 培養 24 小時的菌液 1mL 至小玻璃試管。
2. 加入試劑：用塑膠滴管先滴入約 2 滴的硝酸鹽試劑 A，再滴入約 1 滴的硝酸鹽試劑 B，輕晃混勻。
3. 觀察：等待約 30 秒，若菌液呈現紅色，則為陽性反應(+)，若菌液顏色沒有改變，則需使用牙籤取少量鋅粉(Zn) (如下圖)，輕晃混勻。等待約 2 分鐘，若漸漸轉變為紅色，則為陰性反應(-)。若仍持續原來培養基顏色，則為陽性反應(+)。



硝酸鹽還原試驗結果 (4分)				
菌株號	A	B	C	D
硝酸鹽還原試驗	+	+	+(加鋅粉後)	-(加鋅粉後)
問題 5-1：可以拿來進行硝酸鹽還原試驗的 Nitrate Broth，必須含有甚麼成分？ (4 分) 硝酸鹽				
問題 5-2：為何針對沒有變紅色的樣本，還需要再加入鋅粉？(4 分) 因為此試驗 AB 試劑主要測定亞硝酸鹽的含量，部分硝酸鹽還原試驗陽性的菌，會進一步將亞硝酸還原成氮氣，導致不會變紅色，與不具有硝酸鹽還原酶的菌無法區分，故必須再加入具還原力的鋅粉，測試菌液內是否還有硝酸鹽。若為陰性反應的菌，其培養基內應還有硝酸鹽，故加入鋅粉後，會逐漸被新還原成亞硝酸，培養基逐漸轉變成紅色。若是仍呈現原來培養基顏色，表示此菌已經將，硝酸鹽還原成亞硝酸，並進一步還原成氮氣，所以屬於陽性。				

- 六、 當你完成上述五項實驗練習，想必應該已經具備一些分辨未知微生物菌株的基本能力。現提供兩菌株：X 與 Y 之待測菌液，以及分別培養於營養肉湯(NB1)與硝酸鹽肉湯(NB2)的 X 與 Y 之菌液，請你依上述實驗方法，試驗證之。

實驗流程：

- 待測菌液 X 與 Y 前處理：
 - 待測菌液 X 與 Y。
 - 放入微量離心機，離心 3 分鐘。
 - 倒掉上清液，取沉澱物分別做、格蘭氏染色與菌株型態觀察、氧化酶試驗、觸媒試驗。
- 吲哚試驗：使用未知 X 與 Y 的營養肉湯菌液，進行同上（四）實驗流程。
- 硝酸鹽還原試驗：使用未知 X 與 Y 的硝酸鹽肉湯菌液，進行同上（五）驗流程。

【綜合結果與問題】

- 一、 請根據你實驗的結果，填入下表（與前面的一致性，沒一致會酌以扣分）

	菌株型態 (油鏡觀察)	Gram stain	Oxidase	Catalase	Indole	Nitrate reductase
A 菌	短桿菌	-	陰性 藍 (>30sec)	++	+	+
B 菌	球菌	+	陰性 未變色	+++	-	+
C 菌	短桿菌	-	陽性 藍 (< 5 sec)	++	-	+(加鋅後)
D 菌	桿菌	+	陰性 未變色	-	-	-(加鋅後)

- 二、 請根據你實驗的結果，填入下表。(24 分)

	菌株型態 (油鏡觀察)	Gram stain	Oxidase	Catalase	Indole	Nitrate reductase
X 菌	長桿菌	+	陰性 藍 (>30sec)	++	-	+
Y 菌	桿菌	+	陰性 未變色	-	-	-

- 三、 請判斷 X 菌液與 Y 菌液：分別可能是 A 菌株、B 菌株、菌株 C、D 菌株或是其他不同的菌株，請依據你的實驗結果說明。(8 分)

Y 菌液根據試驗六項試驗結果，顯示有可能是 D 菌株。而 X 菌液根據試驗六項試驗結果，並未與上述的 A、B、C 菌液符合，應屬於其他菌株。

【試題三】快篩試劑製作

組別：_____

100 分

一、實驗目的

因新冠病毒的流行，病毒快篩試劑也成為防疫的重要工具，了解其原理與方法有助於開發出更精準的檢測工具。

二、實驗說明

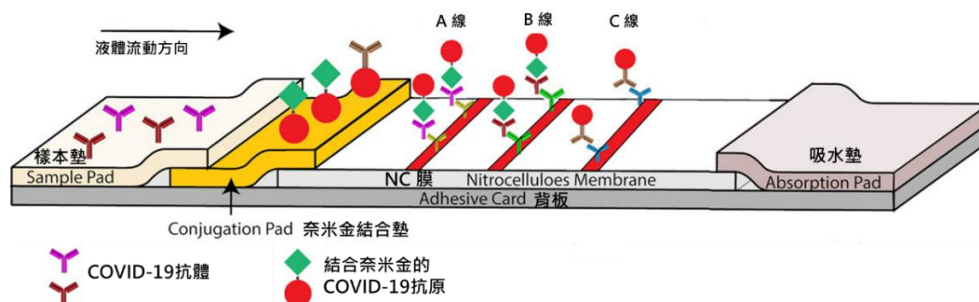
一般常見的快篩試劑是在染病初期用來篩檢病人體內是否有病毒蛋白的存在，此種檢測病毒蛋白存在與否的快篩方法稱抗原快篩。在新冠病毒主要被檢測的蛋白有兩種，棘突蛋白(S)與核衣殼蛋白(N)。棘突蛋白會隨著病毒的變種而產生變化，但核衣殼蛋白相對就比較穩定。還有另外一種檢測感染與否的方法稱為血清抗體快篩，主要是檢測被感染者的血液中是否有存在消滅病毒的抗體，是適用於感染的中後期來進行檢測。本實驗的模擬樣本取自一位已經施打三劑疫苗並產生免疫力的產婦，其初生嬰兒感染病毒，並健康痊癒的特殊個案，其樣本為醫檢單位標示的取樣時間序列從1至8，每個取樣時間間隔3-6週。請學生利用手邊的工具，學習與了解製作快篩試劑的原理與方法，並完成血清抗體快篩試劑的製作、測試，並解釋實驗數據所代表的意義。

三、實驗材料

材料名稱	數量	材料名稱	數量
貼有NC膜背板 (標上&下)	1 片	剪刀	1 把
奈米金結合墊	1 片	鑷子	1 把
樣本墊 (貼時缺口在右下角)	1 片	尺	1 把
吸水墊 (貼時缺口在左上角)	1 片	鉛筆	1 支
快篩卡匣	8 個	手套	1 雙
檢測樣本	8 管	紅色油性簽字筆	1 支
塑膠滴管	8 支		

四、實驗操作步驟

1. 快篩試劑示意圖

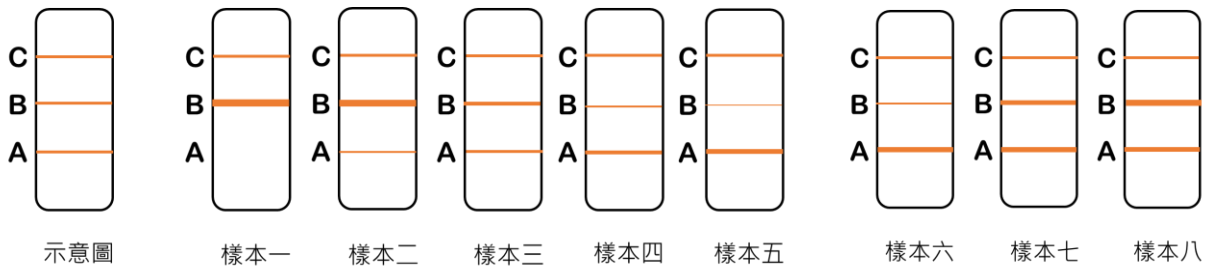




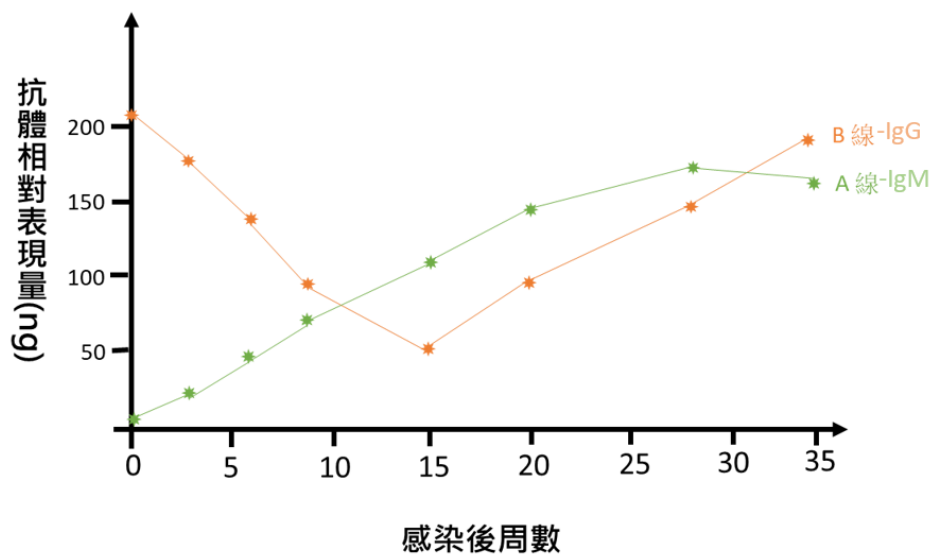
2. 請戴上手套；取出貼有 NC 膜的背板，請注意上下位置區分(圖 1)，撕下背板上 NC 膜上下的保護膜，然後將奈米金結合墊貼上(圖 2)、樣本墊(圖 3)與吸水墊(圖 4)如上圖的位置貼到背板上，須注意彼此間需要有重疊的區域。
3. 將貼好的背板用尺量取 0.4 公分的寬度(圖 5)裁切出 8 條快篩試條(圖 6)。
4. 將每條 0.4cm 寬的試條放入快篩卡匣中，並將卡匣的上下蓋緊緊密合即完成快篩試劑組裝(圖 7)。
5. 將組裝好的卡匣用簽字筆標示 1-8 的編號(圖 8)。
6. 將 1-8 的檢測樣本離心後，用塑膠滴管取全部離心液滴入卡匣中，靜置約 10 分鐘後記錄每個卡匣的結果。

五、紀錄結果並回答下列問題：(答案請填寫於答案卷中才計分)

1. 請將你製作好的8個快篩卡匣，分別滴入不同測試樣本，觀察其出現顏色深淺的線條位置，並紀錄於下。(30分)



2. 當感染病毒後，體內的免疫系統會啟動製造抗體來抵抗病毒，抗體可以根據其重鏈恆定區的不同而分為不同的種型並有其不同的功能。在哺乳類動物，大概有5個種型，分別是IgA、IgD、IgE、IgG以及IgM，其中"Ig"代表免疫球蛋白。另外在快篩試劑中會有一條線是控制組的線，來確保試劑的品質，所以請說明上題中的A、B、C 三條線的分別可能為何？請對照比色卡濃度，畫出A線和B線這2條線在不同感染周數之表現量的曲線圖？樣本1-8的採樣時間點分別為 0, 3, 6, 9, 15, 20, 28, 35周。(20分)



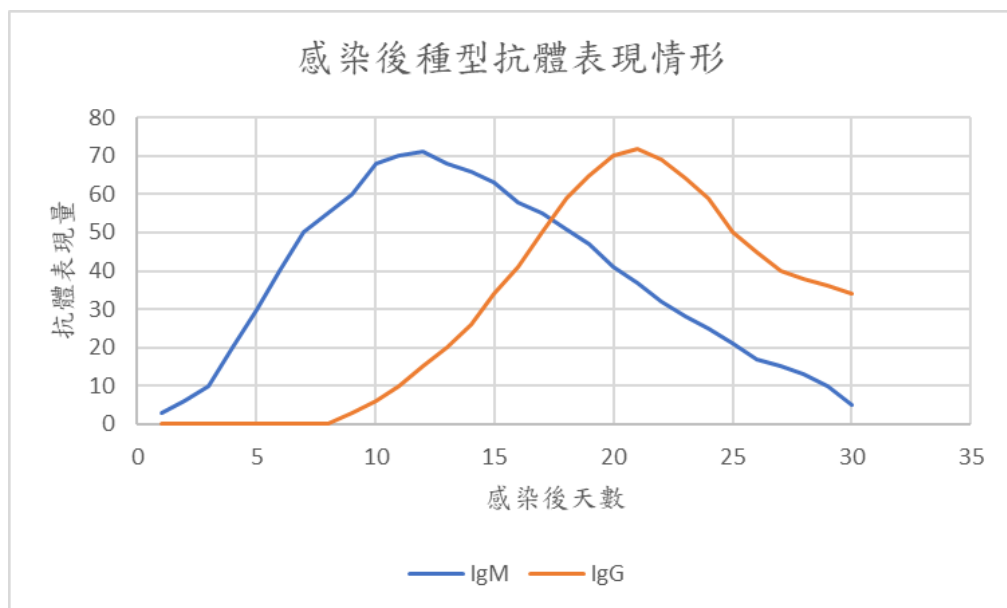
3. 依照上述樣本的檢測結果，請說明該結果的合理性，以及最可能的生理上的意義。(20分)
- 該嬰兒檢體早期高量的抗體是 IgG (B 線)，這是由母親傳給小孩的抗體，幫助小孩抵抗病毒。但隨著時間的增加，抗體量會逐漸下降。然後小孩自己免疫系統所產的 IgG 則會在後期逐漸增加，所以 IgG 抗體量會再上升。
 - 小孩最先對病毒產生的抗體為 IgM (A 線)，會隨時間增加而逐步上升，等到後期時 IgG 逐漸增加後，IgM 的表現量就會開始降低。

4. 我們在快篩片上看到有顏色的線條，請問該顏色是如何產生的？另外比較不同樣本會發現其顏色的深淺層度也不一樣，請問顏色深淺不一樣代表何種意義？(20分)

➤ 顏色主要來自奈米膠體金的顏色，當檢體內的抗體與帶有奈米金的抗原結合後就會往前移動，當這個抗體-抗原奈米金結合物與 IgG、IgM 或控制線結合後，就會停在該區域形成帶有顏色的線。

➤ 顏色的深淺就反應抗體表現量的多寡。

5. 若有一個大人初次被感染後，採集他的血液樣本來檢測，採集的時間區段從感染開始到痊癒後一個月，請依照第二題的繪圖方法，劃出二個種型抗體的表現情形？並解釋其原因？(10分)



➤ 當大人被感染後最早出現的抗體種形是 IgM，在 7-10 天會達最高量，然後會逐漸下降，接下來 IgG 會逐步增加來維持免疫力，透過檢測 IgM 與 IgG 的表現量多寡可以評估該病人是何時感染病毒。

十三、競賽優勝名單

112 學年度普通型高級中等學校數理及資訊學科能力競賽 生物科決賽優勝名單

參賽號碼	姓名	性別	就讀學校	指導老師	名次
34	蘇玥儒	女	國立嘉義高級中學	鄒泓鑫	一等獎
3	林諺豐	男	臺中市立臺中第一高級中等學校	趙振寰	一等獎
42	李浩熏	男	臺北市私立復興實驗高級中學	張琬琳	一等獎
2	盧子瑜	女	國立嘉義高級中學	鄒泓鑫	二等獎
10	林威樂	男	臺北市立建國高級中學	魏宏仁	二等獎
12	楊爵禧	男	臺北市立建國高級中學	魏宏仁	二等獎
7	鐘巧芸	女	臺北市立第一女子高級中學	蔡任圃	二等獎
6	陳佳容	女	國立新竹女子高級中學	孟柔吟	二等獎
37	蔡紹騏	男	臺北市立建國高級中學	朱芳琳	二等獎
23	鄭智友	女	高雄市立高雄女子高級中學	陳南瑛	二等獎
13	郭品瑜	女	國立中央大學附屬中壢高級中學	童婉萍	三等獎
30	蔣朋展	男	國立新竹科學園區實驗高級中等學校	馮蕙卿	三等獎
17	洪唯哲	男	高雄市立高雄高級中學	曾熾霖	三等獎
38	孫佳宏	男	臺北市立成功高級中學	魏蜀芬	三等獎
35	楊舒雯	女	國立臺灣師範大學附屬高級中學	張瑜紋	三等獎
40	潘彥宇	男	國立新竹科學園區實驗高級中等學校	揭維邦	三等獎
18	李庭毅	男	桃園市立武陵高級中等學校	許根火	三等獎
26	林宥均	男	彰化縣私立精誠高級中學	陳淑芳	三等獎
4	簡佑丞	男	國立新竹科學園區實驗高級中等學校	揭維邦	三等獎
20	余奉恩	男	臺中市立臺中第一高級中等學校	張瀨文	三等獎
14	蘇芸巧	女	桃園市立武陵高級中等學校	林碧晶	表現優良
11	許凱宣	男	高雄市立高雄高級中學	翁啟翔	表現優良
21	陳大慶	男	臺北市私立延平高級中學	鍾文苑	表現優良
41	林有寬	男	國立花蓮高級中學	吳曙序	表現優良
16	許翰寧	女	新北市私立竹林高級中學	顏嘉怡	表現優良
43	林柏辰	男	國立臺灣師範大學附屬高級中學	謝慧齡	表現優良
28	陳沅宏	男	國立嘉義高級中學	鄒泓鑫	表現優良
9	林靖軒	女	國立中科實驗高級中學	王郁茜	表現優良
44	葉信役	男	臺南市私立港明高級中學	王琮仁	表現優良
31	李佳楨	女	新北市立板橋高級中學	賴雪蕙	表現優良

十四、筆試題分析

題號	全部人數(T=44)		高分群(前 11 名)		低分群(後 11 名)		鑑別指數(D)
	答對人數(R)	難度指數(P=R/T)	答對人數(R _H)	高分百分比(P _H = R _H /11)	答對人數(R _L)	低分百分比(P _L = R _L /11)	
1	32	0.73	9	0.82	6	0.55	0.27
2	15	0.34	5	0.45	6	0.55	-0.09
3	35	0.80	10	0.91	6	0.55	*0.36
4	36	0.82	11	1.00	7	0.64	*0.36
5	25	0.57	7	0.64	5	0.45	0.18
6	39	0.89	11	1.00	10	0.91	0.09
7	42	0.95	11	1.00	11	1.00	0.00
8	34	0.77	11	1.00	1	0.09	*0.91
9	19	0.43	6	0.55	4	0.36	0.18
10	42	0.95	11	1.00	10	0.91	0.09
11	22	0.50	9	0.82	3	0.27	*0.55
12	35	0.80	8	0.73	9	0.82	-0.09
13	22	0.50	7	0.64	3	0.27	*0.36
14	19	0.43	6	0.55	2	0.18	*0.36
15	43	0.98	11	1.00	10	0.91	0.09
16	42	0.95	11	1.00	11	1.00	0.00
17	14	0.32	3	0.27	4	0.36	-0.09
18	30	0.68	8	0.73	5	0.45	0.27
19	44	1.00	11	1.00	11	1.00	0.00
20	39	0.89	11	1.00	8	0.73	0.27
21	41	0.93	11	1.00	8	0.73	0.27
22	40	0.91	11	1.00	7	0.64	*0.36
23	33	0.75	11	1.00	5	0.45	*0.55
24	35	0.80	11	1.00	3	0.27	*0.73
25	35	0.80	11	1.00	9	0.82	0.18
26	36	0.82	10	0.91	7	0.64	0.27
27	40	0.91	10	0.91	9	0.82	0.09
28	44	1.00	11	1.00	11	1.00	0.00
29	22	0.50	6	0.55	5	0.45	0.09
30	25	0.57	9	0.82	5	0.45	*0.36
31	17	0.39	6	0.55	3	0.27	0.27
32	15	0.34	3	0.27	2	0.18	0.09
33	20	0.45	7	0.64	3	0.27	*0.36
34	11	0.25	6	0.55	1	0.09	*0.45
35	36	0.82	10	0.91	7	0.64	0.27
36	36	0.82	10	0.91	5	0.45	*0.45
37	38	0.86	11	1.00	7	0.64	*0.36
38	37	0.84	11	1.00	5	0.45	*0.55

題 號	全部人數(T=44)		高分群(前 11 名)		低分群(後 11 名)		鑑別 指數 (D)
	答對人數 (R)	難度指數 (P= R/T)	答對人數 (R _H)	高分百分比 (P _H = R _H /11)	答對人數 (R _L)	低分百分比 (P _L = R _L /11)	
39	38	0.86	11	1.00	6	0.55	*0.45
40	31	0.70	11	1.00	7	0.64	*0.36
41	28	0.64	8	0.73	5	0.45	0.27
42	30	0.68	9	0.82	4	0.36	*0.45
43	29	0.66	8	0.73	5	0.45	0.27
44	31	0.70	9	0.82	4	0.36	*0.45
45	40	0.91	11	1.00	9	0.82	0.18
46	40	0.91	9	0.82	9	0.82	0.00
47	35	0.80	8	0.73	9	0.82	-0.09
48	41	0.93	10	0.91	11	1.00	-0.09
49	41	0.93	11	1.00	11	1.00	0.00
50	21	0.48	7	0.64	1	0.09	*0.55
51	39	0.89	11	1.00	8	0.73	0.27
52	39	0.89	11	1.00	8	0.73	0.27
53	44	1.00	11	1.00	11	1.00	0.00
54	44	1.00	11	1.00	11	1.00	0.00
55	40	0.91	11	1.00	11	1.00	0.00
56	26	0.59	5	0.45	8	0.73	-0.27
57	35	0.80	9	0.82	7	0.64	0.18
58	41	0.93	11	1.00	9	0.82	0.18
59	14	0.32	4	0.36	2	0.18	0.18
60	5	0.11	1	0.09	2	0.18	-0.09
61	41	0.93	11	1.00	8	0.73	0.27
62	42	0.95	11	1.00	10	0.91	0.09
63	37	0.84	10	0.91	8	0.73	0.18
64	22	0.50	9	0.82	6	0.55	0.27
65	38	0.86	10	0.91	9	0.82	0.09
66	44	1.00	11	1.00	11	1.00	0.00
67	40	0.91	10	0.91	10	0.91	0.00
68	41	0.93	10	0.91	11	1.00	-0.09
69	44	1.00	11	1.00	11	1.00	0.00
70	37	0.84	11	1.00	7	0.64	*0.36
71	35	0.80	10	0.91	7	0.64	0.27
72	41	0.93	11	1.00	10	0.91	0.09
73	35	0.80	9	0.82	6	0.55	0.27
74	43	0.98	11	1.00	10	0.91	0.09
75	41	0.93	11	1.00	10	0.91	0.09
76	39	0.89	11	1.00	9	0.82	0.18

題 號	全部人數(T=44)		高分群(前 11 名)		低分群(後 11 名)		鑑別 指數 (D)
	答對人數 (R)	難度指數 (P= R/T)	答對人數 (R _H)	高分百分比 (P _H = R _H /11)	答對人數 (R _L)	低分百分比 (P _L = R _L /11)	
77	35	0.80	7	0.64	9	0.82	-0.18
78	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00
79	2	0.05	1	0.09	1	0.09	0.00
80	33	0.75	10	0.91	4	0.36	*0.55
81	33	0.75	8	0.73	8	0.73	0.00
82	34	0.77	9	0.82	7	0.64	0.18
83	23	0.52	5	0.45	4	0.36	0.09
84	30	0.68	11	1.00	4	0.36	*0.64
85	25	0.57	9	0.82	1	0.09	*0.73
86	24	0.55	9	0.82	3	0.27	*0.55
87	24	0.55	8	0.73	5	0.45	0.27
88	39	0.89	11	1.00	8	0.73	0.27
89	40	0.91	11	1.00	9	0.82	0.18
90	20	0.45	5	0.45	6	0.55	-0.09
91	17	0.39	6	0.55	4	0.36	0.18
92	30	0.68	8	0.73	3	0.27	*0.45
93	43	0.98	11	1.00	10	0.91	0.09
94	44	1.00	11	1.00	11	1.00	0.00
95	40	0.91	11	1.00	9	0.82	0.18
96	44	1.00	11	1.00	11	1.00	0.00
97	31	0.70	9	0.82	5	0.45	*0.36
98	37	0.84	9	0.82	10	0.91	-0.09
99	30	0.68	9	0.82	5	0.45	*0.36
100	41	0.93	11	1.00	8	0.73	0.27

註解：

難度指數(P)=答對人數(R)/全部人數(T)

鑑別指數(D)=P_H(高分組答對的百分比)-P_L(低分組答對的百分比)

P_H(高分組答對的百分比)=R_H(高分組答對人數)/11

P_L(低分組答對的百分比)=R_L(低分組答對人數)/11

*：P_H-P_L≥0.3

十五、結論與建議

- 本次競賽活動命題委員高師大生物科技系有 9 位教授參與，另分別由國立清華大學、義守大學與高雄醫學大學敦聘 3 位教授共同參與，共計 12 位教授參與命題。命題範圍主要以現行高級中學課程教材為基礎，內容涵蓋動物、植物、環境生態、遺傳與分子生物等領域，佐以思考、推論各類題型，內容豐富與多樣評量公正客觀。
- 筆試試題難易度：本次競賽以 100 題單選題進行測驗。由試卷結果分析，試題平均難度指數為 0.74，屬中等偏容易之試題。試題鑑別度：分析方式採高分群(11 人)、低分群各(11 人)約各佔總人數之 25%進行鑑別度分析。鑑別度指數超過 0.30 的試題有 27 題，其中有 16 題鑑別度指數超過 0.40。
- 實驗題解題狀況：
 - (一) 試題一
主要是檢視各位的生物數據處理能力，同學們的解題方式，不管是直接將每天數據累加，或是用抽樣的方法，或是用每單位時間的速率表現，這些不同的處理方法都可以。但最重要的是要寫下你的處理步驟，因為科學方法最重要的就是能夠重複，別人看了你的方法能重複做出相同的結果。所以第一個部分就是要寫下你的方法及你為何如此分析處理，再來根據你的方法做出圖，一定要有自己的數據圖產出，再根據此結果圖去解釋說明方案有無效用，再去討論如何改善。
 - (二) 試題二
 1. 建議全部題目快速瀏覽一遍，做好每一題的時間分配。
 2. 試題二內容不難但材料及實驗項目多，大家要能學習靜下心來，一步步按步驟指示，謹慎且細心及有條理地的進行。而且建議進行完之後，要稍微整理一下桌面及實驗器材，以免樣品有混淆拿錯的情形，未來的實驗可能更繁瑣更複雜，要學會進行實驗時的思慮清晰，條理清楚，不慌不忙。
 3. 顯微鏡使用觀察，結果的描述可以更詳實及完整，甚至用繪圖方式，簡答及問答題部分，若時間充分，應盡量書寫詳盡。
 - (三) 試題三
 1. 開始進行實驗時要先仔細看懂實驗步驟說明，並確實遵照說明來進行實驗，才能成功將快篩試劑組裝起來，有些同學在組裝過程中有些錯誤造成實驗結果不佳，進而影響到後續結論的推導。
 2. 要依實驗的結果來推想可能的結論，不要被課本或已知的現象影響思考的邏輯，在免疫系統的抗體反應中，通常都是 IgM 會先出現，然後是 IgG，所以大家都會被誤導認為先看到的抗體反應是 IgM，但若仔細想一下 IgM 的產生是需要時間，不可能在初期就有高量的表現。再仔細看一下這個檢體是來自於嬰兒，就可聯想出這高量的抗體會是來自於母親，那就可以來解釋現在所看到的結果。
 3. 本題組主要是測試學生做實驗的仔細與嚴謹度，並期望學生會依看到的結果來思考可能的情形，而非只是死記課本所教導的知識，而不能活用。

■ 口試部分：此次為客觀性起見，十二位參與命題與口試的教師，已事先溝通口試的答案內容，以利評分之公正性。因此 10 個口試問題，答題時間共為 15 分鐘，學生如何精準回答，需要相當技巧。多數學生在答題技巧的拿捏仍有待加強，有時可以簡單回答的卻長篇大論；理應詳述已見的，卻又只回隻字片語。綜觀整體口試過程，綜合各位口試老師意見，歸納出以下幾個建議事項：

1. 量化觀念薄弱：對於量化的科學概念較為薄弱。以口試第二題為例，多數學生可以敘述當魚離開水體，跳躍或是鰓蓋開合頻繁等質性的差異，都可能是於面臨壓力的表現，但鮮有學生能回答，可以設計實驗比較魚在水裡面或外面鰓蓋開合次數的量化計算，可以更精確敘述於感受壓力的差異。
2. 資訊吸收片段：學生們對於熱門的生物議題，仍然缺乏較完整的認知。比如問題三問及二氧化碳在生態系的角色，多數學生會敘述溫室效應，但較少學生意識到二氧化碳的碳，是生物體內有幾分子的原料之一。
3. 議題認知片面：對於熱門的生物議題認識不夠全面。比如問題四問及今年諾貝爾獎醫學獎的 mRNA 疫苗製造的便利性何在？多數學生可以回答 mRNA 疫苗的特性，但無法完整回答該疫苗製備上的便利性何在？
4. 本土環境意識貧乏：學生們對於台灣本身生態環境的了解較為欠缺，譬如問題五與問題六，多數學生對於台灣各種入侵外來種的認識以及防治策略顯得很生疏，目前利用沃爾巴克氏菌作為病媒蚊防治的方式報章媒體討論已久，卻很少學生注意到這個跟登革熱防治相關的資訊。
5. 新聞關注不足：問題九的細胞療法攸關於人民健康，衛福部也透過媒體與民眾溝通解釋有相當時間，卻只有少數學生注意到該資訊。
6. 論述能力與答題心態偏誤：口試問題八只詢問關於 DNA 損害修復的問題，多數學生試圖拼湊少數單一類型的細節，卻忽略答題的論述理應提綱挈領；多數學生對於沒有標準答案的問題，擔心回答不出老師們心目中的答案，選擇不作答。但應理解，如何利用科學論述去描述對於某些現象的看法與臆測，也是科學的一部份，不應只對於有標準答案，考試可以考的東西較有興趣。

■ 為使本次競賽活動可發揮最大之教育功能，試題公佈在成果報告中並將公佈於本系系網競賽專區。

十六、競賽翦影

112 學年度參賽選手



高鐵接送與開幕式



閉幕式與頒獎



試場花絮與翦影



試場花絮與剪影



十八、致謝

本次活動承蒙各位參賽同學、本系師生與多位評審委員之協助，使活動得以順利進行，在此致上萬分感謝。



112 全國能力競賽生物科決賽活動照片



<https://reurl.cc/gagVVX>