

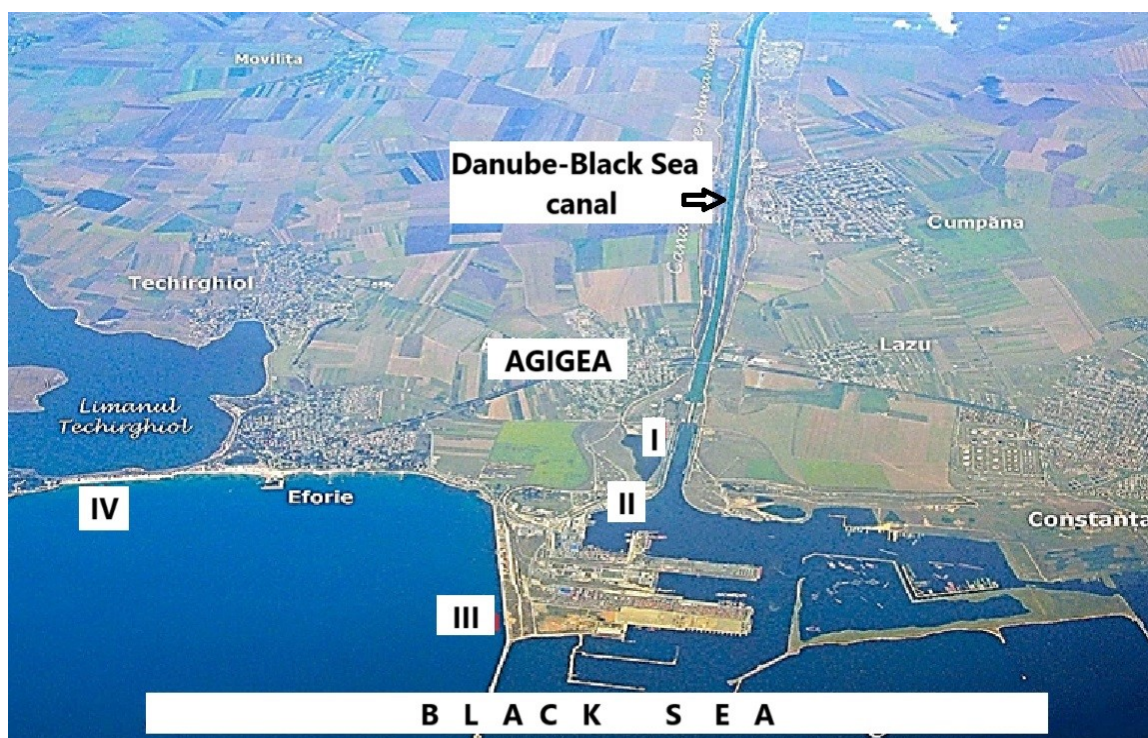
2024 年第二十一屆國際國中科學 奧林匹亞競賽--理論題試題(4)

國立臺灣師範大學 科學教育中心

時間：3 小時

分數：30 分

B_I [2.40 pt] 多瑙河的水通過三個支流流入黑海（“Marea Neagră”），在它們之間形成多瑙河三角洲。透過建造多瑙河-黑海運河，部分河水已被轉移到另一個排放點康斯坦察港（the port of Constanța）。為了觀察人類活動對該港區的影響，對沿海地區從岸邊到 0.5 公尺深處的底棲甲殼類動物族群進行了研究。在夏季，甲殼類動物的收集，是使用針對每種特定基質類型的特定方法從地圖上標記的四個地點（I-IV）。



地點 I - 多瑙河-黑海運河路線上用於大壩調節的滑門，位於阿吉賈鎮附近，岩石基底地

地點 II - 運河入黑海的排放點，岩石和泥質基質

地點 III - 港口路基外，岩石基質

地點 IV - 海濱、沙質、岩石和泥質基質

		地點 I	地點 II	地點 III	地點 IV	總數
		標本數量/m2				
1	<i>Rihtropanopeus harisii tridentatus</i> - 入侵種，原產於北美	425	225	-	-	650
2	<i>Idothea baltica</i> - 喜歡相對乾淨的水域	600	3950	4200	15500	24250
3	<i>Iaera hopeana</i> - 對水中的污染和化學變化敏感；食碎屑動物	-	-	1125	2250	3375
4	<i>Sphaeroma pulchellum</i> - 耐有機廢棄物污染	3550	1425	1025	500	6500
5	<i>Stenothoe monoculoides</i> - 對污染敏感	-	-	375	225	600
6	<i>Gammarus olivii</i> - 對污染和缺氧的耐受性較差	-	375	2800	7000	10175
7	<i>Melita palmata</i> - 它可容忍中等程度的污染	-	-	200	300	500
8	<i>Iphigenela shablensis</i> - 它可容忍中等程度的污染	-	325	625	325	1275
9	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> - 喜歡砂質基質，耐高程度污染	-	225	250	500	975
10	<i>Amphitoe vaillanti</i> - 喜歡砂質基質，耐中程度污染	-	-	875	775	1650
11	<i>Jassa dentex</i> - 喜歡砂質基質，耐中程度污染	-	-	325	375	700
12	<i>Erichthonius difformis</i> - 它生活在砂質基質	-	-	-	525	525
13	<i>Corophium bonelli</i> - 它能耐受沉積物堆積、優養化水域的基質	3825	-	400	425	4650
	總數					55825

為了分析生物群落，使用了以下參數：

頻率 為發現物種 X 的地點數量(pX)與總地點數(P)之間的比例。

$$F_x = (p_x/P) \times 100$$

恆常見性 根據頻率將物種分為四類。最常用的是以下四類：100-76(真恆常見 euconstant)、75-51(恆常見 constant)、50-26(常見 accessory)、25-0(偶見)。

數量相對豐度 表示物種 X 的個體總數 (nX) 與給定時間採集的所有物種樣本總數(N)之間的百分比。

$$A_x = (n_x/N) \times 100$$

分析採集地點的特徵和獲得的數據以確定以下 1-6 敘述是正確還是錯誤。在答案卡上的對應空格中標記 X。

B_I	Points	敘述	正確	錯誤
1.	0.4	地點 I 多樣性低的原因之一可能是存在 <i>Rhytidopanopeus harisii tridentatus</i> 物種。		
2.	0.4	<i>Erichthonius difformis</i> 喜歡鹽度較高的水域，對鹽度變化的耐受性比 <i>Corophium bonelli</i> 低。		
3.	0.4	地點 IV 的水域含氧量低於地點 I 和 II。		
4.	0.4	<i>Idothea baltica</i> <i>Sphaeroma pulchellum</i> 是真恆常見，它們在四個地點的分佈表明水污染程度與其對污染的耐受性之間存在相關性		
5.	0.4	<i>Jassa dentex</i> 在整個研究區域的頻率為 1.25%，數量豐度為 50%。		
6.	0.4	<i>Gammarus olivii</i> 有助於四個分析地點中三個地點生態群落的形成，數量豐度為 75%。		

B_II [2.60 pt]

多瑙河三角洲是由多瑙河輸送到黑海的沖積層（沉積物）所形成的生態系統。由於其豐富的動植物群，它已被宣佈為國際重要生物圈保護區和濕地，其一半以上的面積被列入世界文化和自然遺產名錄。

在一次去多瑙河三角洲的旅行中，一群學童發現了許多動物種類，並按照遇到的順序用字母 A-M 進行了標註。他們試圖根據觀察到的形態特徵將它們分類為所屬的分類群。他們首先根據物種的身體覆蓋結構對物種進行分組（表 1），然後確定其他共同特徵（表 2）和每個物種特有的特徵（表 3）。

表 1

種	身體全部或部分被覆蓋
D	一件式石灰石外殼
C、E、K	黏液
A, H, L	外骨骼
F、I、J、K、M	鱗片
B, G	毛皮
F	骨板和真皮板

表 2

種	觀察到的其他共同特徵
A、C、H、L	身體分節
A, H, L	有關節的附肢
K、M	沒有四肢
E、J、F	四肢

表 3

種	個別化特徵
A	頭胸部無觸角，有附肢（其中四對足）；腹部無附肢
B	門牙不斷生長
C	環節，每個節上有罕見的毫毛/剛毛
G	寬的、有缺口的磨白齒
H	第一節有兩對觸角，腹部有關節附肢
I	僅下肢有鱗片
L	頭部有一對觸角；胸部有三對有節的附肢；腹部

根據三個表中的特徵，透過在答案卡中下表的對應空格中標記 **X** 來確定每個物種屬於哪個動物群。

B_II	積分	動物群	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1.	0.2	軟體動物腹足類													
2.	0.2	寡毛類環節動物													
3.	0.2	節肢動物													
4.	0.2	節肢動物昆蟲													
5.	0.2	節肢動物甲殼綱													
6.	0.2	硬骨魚													
7.	0.2	兩棲類													
8.	0.2	爬蟲類蜥蜴													
9.	0.2	爬蟲類 蛇													
10.	0.2	爬蟲類海龜													
11.	0.2	鳥類													
12.	0.2	齧齒類哺乳動物													
13.	0.2	草食哺乳動物													

B_III [3.40 pt]

化學突觸透過突觸前神經元(Presynaptic neuron)釋放的神經傳導物質(neurotransmitter)來傳遞神經衝動，它們作用於突觸後神經元(Postsynaptic neuron)膜上的蛋白質受體，具有興奮或抑制作用。

靜止的膜是電極化的，外部帶有較多的正電荷，內部帶有較多的負電荷。刺激突觸後神經元，導致膜的去極化（內部有過量的正電荷）。

突觸功能可受到多種天然或人工物質的影響，藉由多種機制發揮作用。許多精神藥物對人體的影響，例如酒精、尼古丁和藥物，可以透過它們對化學突觸的影響來解釋。

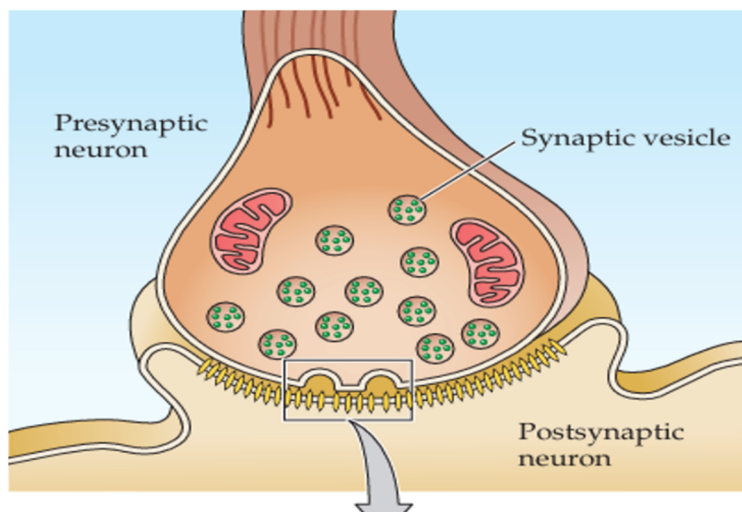


Fig. 1. Structure of a synapse

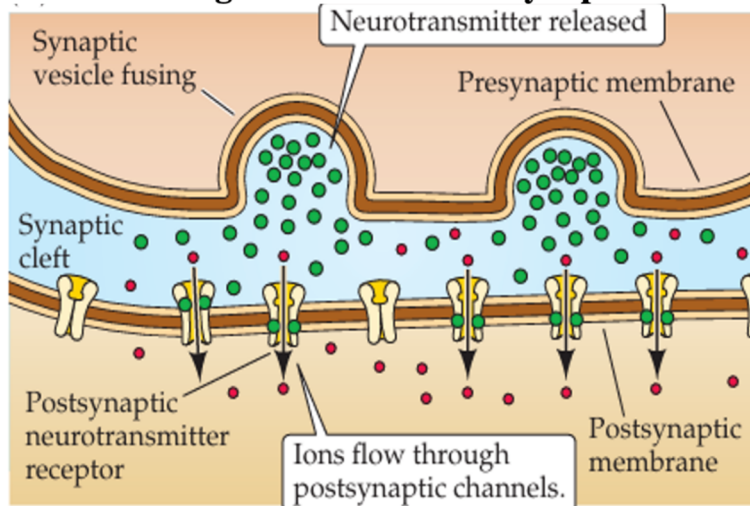


Fig. 2. Synapse function

1. 神經傳導物質： γ -氨基丁酸 (GABA) (1.20 pt)

神經傳導物質 GABA，為存在於大腦中的化學訊號分子。藉由阻斷中樞神經系統的特定訊號，來降低大腦的活性。藉由受體允許陰離子 (Cl^-) 流入產生抑制作用。阻礙 GABA 的合成或釋放的物質會引起痙攣。酒精會增強 GABA 對受體的作用，進而產生抗焦慮、鎮靜、麻醉等作用 and 影響運動功能。在額葉、顳葉皮質和小腦中，已發現一種對低酒精濃度敏感的 GABA 受體。為了觀察哪些大腦區域更容易受到酒精的影響，一群志願者在注射了放射性葡萄糖(無害)(神經元的主要能量來源)後，並在飲用少量酒精後進行了 PET 掃描。消耗葡萄糖的區域顯得明亮，而其他區域則顯得較暗。

分析下列敘述是正確還是錯誤。在答案卡上的對應空格中標記 X：

B_III.1	積分	敘述	正確	錯誤
1.	0.3	酒精可藉由影響 GABA 受體造成神經元的過極化，進而降低了神經元的興奮性。		
2.	0.3	酒精會阻斷 小腦中 GABA 的合成或釋放，導致運動功能受影響。		
3.	0.3	對喝過酒的志願者進行 PET 掃描，會發現其額葉皮質、顳葉皮質和小腦顯得更亮。		
4.	0.3	酒精對額葉 GABA 受體的刺激作用，可用以解釋決策能力的下降。		

2. 神經傳導物質：谷氨酸 (1.20 pt)

谷氨酸是大腦中最常見的神經傳導物質。它參與了學習和記憶。在大腦和脊髓中，它藉由受體所介導陽離子(Na^+ , Ca^{2+})流入來產生興奮作用。酒精會抑制谷氨酸受體並減少谷氨酸的釋放，從而產生鎮靜作用、降低反射和認知功能。作為對谷氨酸受體反應減弱的補償作用，會造成飲酒者的神經細胞膜上受體數量的額外增加，這些受體在停止飲酒後仍保持活躍。

分析下列陳述是正確還是錯誤。在答案卡上的對應空格中標記 X。

B_III.2	積分	敘述	正確	錯誤
1.	0.3	酒精的某些影響可以透過其作用在谷氨酸受體所引起的神經元膜去極化減少來解釋。		
2.	0.3	在谷氨酸突觸中，酒精可以同時具有突觸前和突觸後作用。		
3.	0.3	在長期飲酒者的神經元中，谷氨酸受體的 mRNA 和蛋白質數量較少。		
4.	0.3	酒精脫癮時，出現的神經過度興奮和痙攣，可以用停止飲酒後谷氨酸受體的抑制作用來解釋。		

3. 神經傳導物質：乙醯膽鹼（ACh）和多巴胺（0.40 pt）

ACh 可透過菸鹼受體對中樞神經系統和肌肉纖維的神經元產生刺激作用。ACh 接上菸鹼受體後允許陽離子流入。尼古丁會與菸鹼受體結合，改變其構形，並引起多巴胺的合成和釋放。

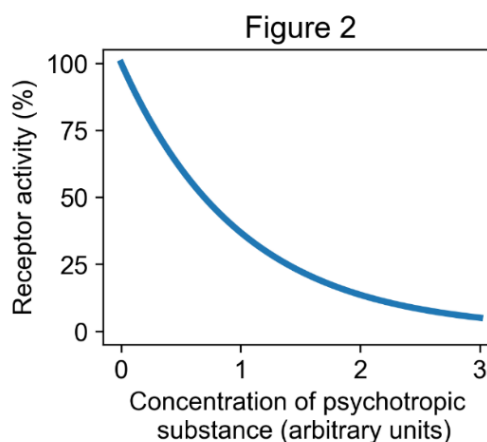
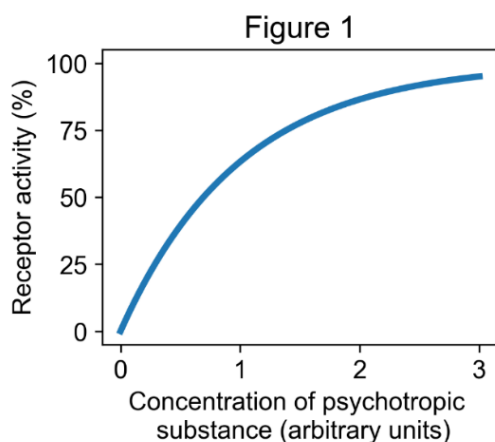
多巴胺刺激其他神經元，引發普遍的興奮狀態。尼古丁與受體結合後，阻止其透過內吞作用從膜上被移除，但隨著長時間暴露於尼古丁，受體不再對尼古丁做出反應。

分析下列敘述是正確還是錯誤。在答案卡上的對應空格中標記 X。

B_III.3	積分	敘述	正確	錯誤
1.	0.2	長期吸菸者的神經膜中尼古丁受體的數量較低。		
2.	0.2	由於現有受體對尼古丁的反應減弱，所以需要吸更多的香菸才能達到相同的愉悅效果。		

4. 致效劑和拮抗劑物質 (0.60 pt)

致效劑是一種與受體結合時會活化受體的化學物質。拮抗劑是一種化學物質，透過與受體結合，阻止致效劑觸發的作用。這兩幅圖說明了精神藥物(psychotropic substance)和突觸受體活性(activity)之間的兩種可能的關係。酒精、咖啡因、尼古丁、大麻和某些止痛藥都屬於精神藥物。這些物質會影響大腦的工作方式，並引起情緒、意識、思想、感覺或行為的改變。



僅在表示精神藥物與其對受體的影響之間正確關係的方框中標記 X，在沒有關係的情況下標記 O：

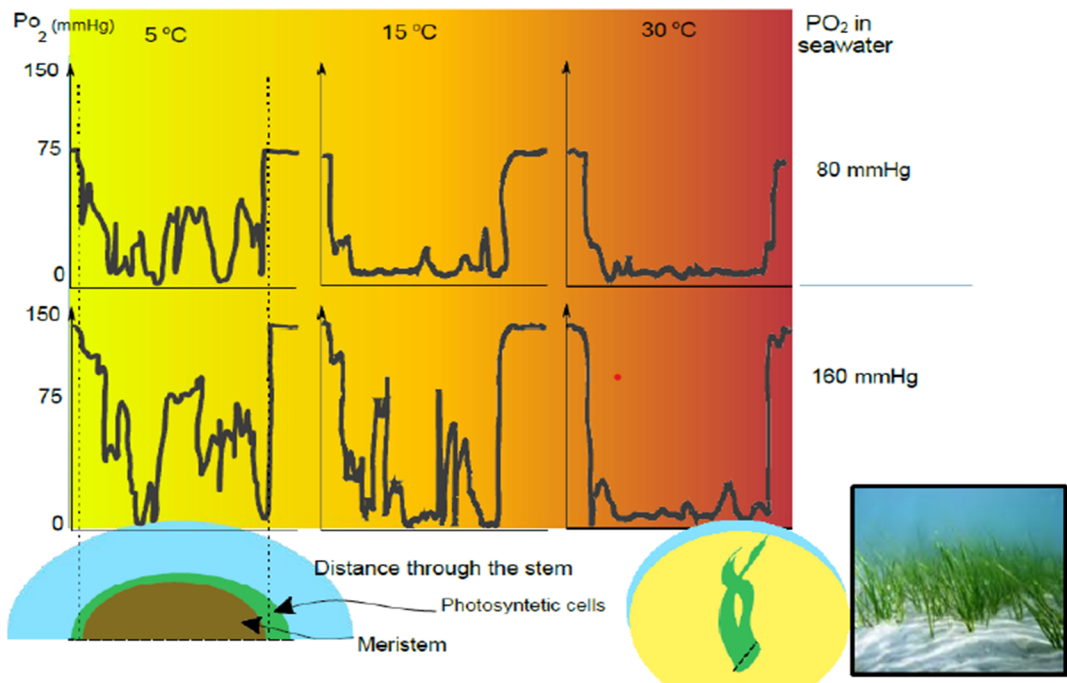
B_III.4	積分	敘述	酒精-GABA 受體(a)	酒精 - 谷氨酸 受體(b)	尼古丁 - 乙醯 膽鹼受體 (c)
1.	0.6	精神藥物作為受體的拮抗劑			
2.		受體活性與精神藥物濃度的關係如圖 1 所示			

B_IV (1.60 pt)

Zostera noltei (海草) 是一種生長在黑海沿海地區的植物，在穩定沉積物和過濾水方面發揮重要作用。該植物透過位於其基部的分生組織(Meristem)快速生長。然而，近年來，其生長速度放緩，大片海草草甸消失。

在一項實驗中，被記錄的氧分壓(PO_2)是在不同溫度和不同海水中氧飽和狀態下，沿著海草莖的直徑的紀錄。大氣中的 PO_2 通常為 160 mmHg。

海水溫度



分析下列敘述是正確還是錯誤。在答案卡上的對應方塊中標記 X。

B_IV	積分	敘述	正確	錯誤	CBD
1.	0.4	海水溫度的升高可以解釋海草甸的消失。			
2.	0.4	這個實驗是在黑暗中進行的。			
3.	0.4	分生組織的代謝率高於周圍組織。			
4.	0.4	在 30°C 時，分生組織中的 CO ₂ 很可能比 5°C 時更多。			

CBD* - 無法確定

【完】