

Time: 3.0 Hours

Points: 30



考試規則

1. 除個人藥品或經批准的個人醫療設備外，你**不得**攜帶任何個人物品進入考場。
2. 你必須坐在指定的座位前。
3. 檢查主辦單位提供的文具（筆、鉛筆、計算機）。
4. 在「**START**」的訊號出現之前不可以開始作答。
5. 在考試期間，你**不可以**離開考場，除了上廁所或是有緊急狀況，並在指導委員/工作人員/監考人員的陪同之下。
6. 如果你需要去洗手間，請舉手。
7. **不可以**干擾其他競賽者，若需要協助請舉手並且等待指導委員來協助。
8. **不可以**討論試題。你必須留在你的位子上，直到考試結束，即使你已經完成作答。
9. 試時間終了的時候，你將會聽到「**STOP**」的訊號，在這個訊號之後就不能在答案卷上書寫任何東西。將試題卷、答案卷及文具（筆、計算機）整齊地放在桌上。在收集完所有答案卷之前，請勿離開座位。

Time: 3.0 Hours

Points: 30



考試說明

1. 「**START**」訊號發出後，你將有 3 小時的時間完成考試。
2. 只能使用主辦單位提供的筆和鉛筆。
3. 檢查答案卷上是否填寫了你的代碼和國家名稱，並在答案卷的每一頁上簽名。如果沒有答案卷，請舉手。
4. 你有 25 頁答案卷。如果發現有任何缺頁，請舉手。
5. 仔細閱讀試題，並將正確答案寫在答案卷對應的方格內。
6. 只有答案卷會被評分。在你把答案寫在答案卷之前，可以使用提供的草稿紙以避免答案卷上出現錯誤。
7. 每個題目都會標明配分。
8. 試卷總頁數為30頁。在“**START**”訊號發出後，檢查你是否有完整的試題。如果發現任何缺頁，請舉手。
9. 提供了回答問題的有用資訊（原子量、常數和公式）。
10. 請始終寫出你的計算過程。如果你沒有寫出計算過程，該題目將不會獲得分數。
11. 你應該以適當的小數位數寫下最後的答案。

在" START信號"之前，請勿打開信封。

Time: 3.0 Hours

Points: 30



一般資訊

Notes

任何正確的解題方法都會相應評分。

公式

酸度指數

$$\text{p}K_a = -\log K_a$$

其中 $\text{p}K_a$ 是酸度指數， K_a 是酸度常數。

電化學電池中傳輸的電子量

$$n_{e^-} = \frac{Q}{F}$$

其中 n_{e^-} 是電子數， Q 是電荷， F 是法拉第常數。

透過電路傳輸的電荷

$$Q = I \cdot \Delta t$$

其中 Q 是電荷， I 是電流強度，並且 Δt 是時間間隔。

電化學電池中的電動勢

$$E_{\text{cell}}^0 = E_{\text{cathode}}^0 - E_{\text{anode}}^0$$

其中 E_{cell}^0 是電動勢並且 E_{cathode}^0 和 E_{anode}^0 分別為陰極和陽極的標準還原電位。

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

1																	
1A																	
1	2															18	
H	He															8A	
1.008	4.003															2	
3	4	13	14	15	16	17	18										
Li	Be	3A	4A	5A	6A	7A	8A										
6.941	9.012	5	6	7	8	9	10										
11	12	13	14	15	16	17	18										
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar										
22.99	24.31	26.98	28.09	30.97	32.07	35.45	39.95										
19	20	21	22	23	24	25	26										
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe										
39.10	40.08	44.96	47.88	50.94	52.00	54.94	55.85										
37	38	39	40	41	42	43	44										
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru										
85.47	87.62	88.91	91.22	92.91	95.95	(98)	101.1										
55	56	57	72	73	74	75	76										
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os										
132.9	137.3	138.9	178.5	180.9	183.8	186.2	190.2										
87	88	89	104	105	106	107	108										
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs										
(223)	(226)	(227)	(261)	(262)	(263)	(262)	(265)										
58	59	60	61	62	63	64	65										
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb										
140.1	140.9	144.2	(145)	150.4	152.0	157.3	158.9										
90	91	92	93	94	95	96	97										
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk										
232.0	231.0	238.0	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)										
90	91	92	93	94	95	96	97										
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk										
232.0	231.0	238.0	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)										

Time: 3.0 Hours

Points: 30



常數

0°C	273.15K
法拉第常數 (F)	96485 C · mol ⁻¹
氣體常數 (R)	0.08206 L · atm · mol ⁻¹ · K ⁻¹

符號

g	克
L	公升
atm	大氣壓力
°C	攝氏溫度
M	mol/L
A	安培
h	小時
% (w/w)	重量百分比

Time: 3.0 Hours

Points: 30



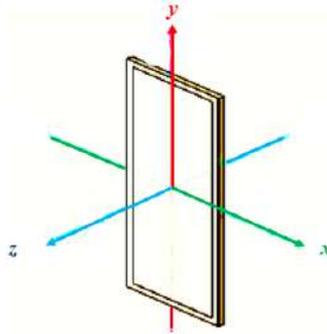
基本常數

真空中的光速	$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
普朗克常數	$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
波茲曼常數	$k_B = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
史蒂芬-波茲曼常數	$\sigma = 5.670 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
基本電荷	$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$
重力常數	$G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
理想氣體常數	$R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
亞佛加厥常數	$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
維因位移定律	$\lambda_m T = 2.898 \times 10^{-3} \text{ m K}$
電子的質量	$m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
質子的質量	$m_p = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
中子的質量	$m_n = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$

第 1 部分：物理學

使用智慧型手機調查喀爾巴阡花園

想像你正在健行，目的除了直接觀察環境外，還調查可能受特定環境條件影響的物理現象和數量。調查的設備是具有質量 $M = 0.150 \text{ kg}$ 的智慧型手機，透過軟體應用程式及其配備的加速度計，可以記錄其所承受的三個軸相對應的加速度。下圖（顯示器朝向您）說明智慧型手機的三個軸的方向。



當手機平放在桌上且顯示器朝上時，加速度計讀數為 $a_x = 0 \text{ m/s}^2$ ， $a_y = 0 \text{ m/s}^2$ ， $a_z = 9.80 \text{ m/s}^2$ 。

P_1. 加速度...[3.0 pt]

智慧型手機靜止，接著從相對於水平面的某一高度釋放。以下表格是三個軸向的加速度對時間的資料。重力加速度量值 $g = 9.80 \text{ m/s}^2$ 。

t/s	1.789	1.868	1.880	1.894	1.966	1.979	1.994	2.086	2.101
$a_x/\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.20	-18.70
$a_y/\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	9.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	40.80
$a_z/\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	11.80

P_1a) [0.6 pt] 根據表中的數值，在答案紙上適當的空白格中打X，以描繪指定時刻 1.789 s時，對應的智慧型手機的方向。

P_1b) [1.6 pt] 若在此實驗過程中，手機能保持其方向，計算在作用時刻為2.101秒時，作用在手機的合力 F 為何？

P_1c) [0.8 pt] 使用表中的數據，決定智慧型手機掉落時的高度 h 的最大可能數值與最小可能數值。

P_2. 加速度計...[1.6 pt]

平行板電容器是由兩個平行且帶有相反電荷的金屬板組成的裝置。這種情形的物理量稱為電容， C ，電容器電容值的大小，由關係式

$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ 決定，此處： ϵ_0 是空氣的介電常數， A 是導電板的表面積， d 是兩板之間的距離（見 Fig. 2.1）。

智慧型手機的加速計，是一種機電設備，由三個這樣的電容器組成，每個電容器沿著 x 、 y 和 z 軸定向。沿著這些軸之一的加速度將改變沿該軸的電容器極板之間的距離 d 。Fig. 2.2 顯示測量 x 方向加速度的電容器的簡化模型。一塊板固定，另一塊板（具有質量為 m ），與彈力常數 k 的輕彈簧連接。

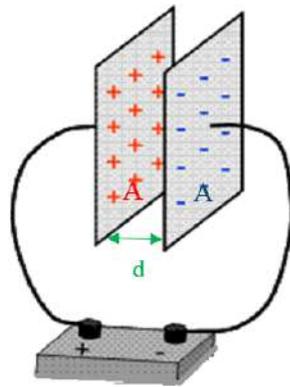


Fig. 2.1

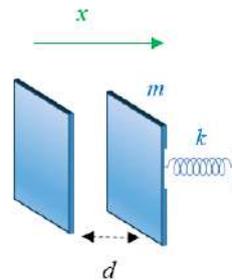


Fig. 2.2

P_2a) [0.4 pt] 證明彈簧的形變量 Δx 與彈簧的彈性常數 k ，和智慧型手機的加速度的大小 a_x 成正比（沿著水平 x 軸的正向加速）。將比例常數表示為上面所提供物理量的函數。忽略板與板之間的靜電作用。

P_2b) [1.2 分] 證明當智慧型手機中彈簧的形變量 Δx 很小時，電容的改變量 ΔC 與加速度 a_x 成正比，並將比例常數表示為已知物理量的函數。智慧型手機沿著水平 x 軸的正方向加速。

以下近似法可能有用：

$$\frac{b_1}{b_2 + x} \simeq \frac{b_1}{b_2} - \frac{b_1}{b_2^2} \cdot x, \text{ 當 } x \ll b_2 \text{ 時。此處， } b_1 \text{ 和 } b_2 \text{ 是常數，且 } x \text{ 是變數。}$$

P_3。聲音在空氣中的傳播...[5.4 分]

為了研究空氣中聲波的特性，學生使用兩端開口的管子，垂直插入裝有水的容器中。在上端，它們產生頻率固定的聲音 $f = 1.20 \text{ kHz}$ ，並固定聲音的音量（見圖）。他們發現，對於管內給定的空氣柱長度， h ，音量遠高於其他小於或高於上述長度所獲得的音量。空氣中的聲速為 $v = 342 \text{ m/s}$ 。

Time: 3.0 Hours

Points: 30



P_3a) [0.8 pt] 若關係式 $h = \frac{3\lambda}{4}$ 成立，求 h 的值。此處 λ 為聲波波長。

P_3b) [2.0 pt] 想要研究聲源相對於接收器的運動如何影響後者所記錄的聲音。在這種情況下，產生固定頻率的聲音，並由靜止狀態的智慧型手機，使用軟體應用程式記錄所得的數據，如下表所示。

f /Hz	10102	10078	10125
-------	-------	-------	-------

將表中三個不同的頻率值與下列情況對應：聲源處於靜止狀態；聲源正向接收器移動；聲源正在遠離接收器。求聲源接近智慧型手機的速度 v_1 ，聲源遠離相同智慧型手機的速度 v_2 的表示式，並計算其數值。已知聲速與之前相同。

P_3c) [1.4 pt] 考慮聲音在空氣中傳播的過程涉及空氣的壓縮和膨脹，使用因次分析，推導聲速對氣壓 p 和密度 ρ 的關係式。比例常數以 α 表示 (其值為 1.18)。

P_3d) [1.2 pt] 若將空氣視為理想氣體，則空氣密度 ρ 為溫度 T 的函數。使用 P_3c 得到的結果，推導聲速 v 與空氣溫度 T 的關係，且計算空氣的溫度為何。(已知空氣莫耳質量為 $\mu = 29.0 \text{ g/mol}$ 。)

Time: 3.0 Hours

Points: 30



C_1) [2.00 pt]馬拉穆列什的藍湖是唯一一個根據光照強度改變顏色的湖，它於 1920 年由一座舊礦坑的倒塌形成。湖水呈藍綠色是由於周圍土壤中存在水綠礬（一種水合硫酸鐵礦物 $\text{FeSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）以及一些 Cu(II) 鹽。



將重 38.90g 的水綠礬和 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的混合物溶解在 61.10g 的蒸餾水中。所得溶液含有 2.79% (w/w) Fe^{2+} 離子和 6.36% (w/w) Cu^{2+} 離子。

C_1.1) [0.65 pt]計算初始混合物中水合鹽的莫耳比。

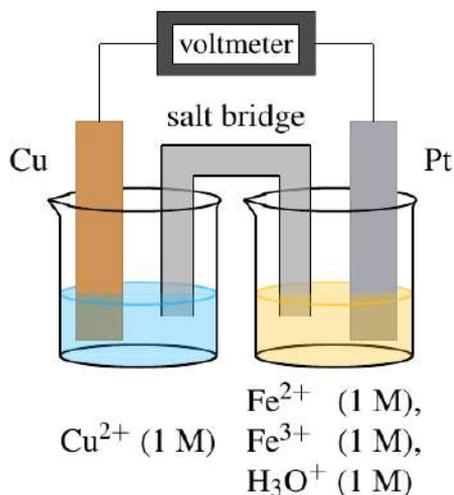
C_1.2) [0.70 pt]寫出水綠礬的化學式。

Time: 3.0 Hours

Points: 30



一貫法尼電池如下圖所示。



一些氧化還原電對的標準還原電位如下：



C_1.3) [0.25 pt] 計算電池的標準電動勢。

C_1.4) [0.25 分] 寫出電池發電的化學反應的離子方程式。

C_1.5) [0.15 分] 在答案紙上選出外部電路的電子流動方向。

Time: 3.0 Hours

Points: 30



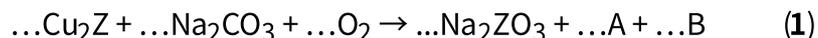
C_2) [2.00 pt]在羅馬尼亞發現的化學元素 (Z) 位於元素週期表第五週期。它通常與其他化學元素一起存在於不同的礦物中，例如sylvanite，它的名字來自它首先被提取的特蘭西瓦尼亞地區。



Sylvanite是一種含有化學元素 Z、金和銀的礦物。該礦物的實驗式為 $Au_{0.75}Ag_{0.25}Z_2$ ，含 59.36% (w/w) Z。

C_2.1) [0.50 pt]寫出化學元素 Z 的符號並列出計算過程。無計算，不給分。

化學元素 Z 是由從銅礦石中電解精煉銅過程中在陽極產生的泥漿中獲得的。泥漿中還含有 Cu_2Z (其中銅的氧化數為 +1)，它在 $500^\circ C$ 下與 Na_2CO_3 和空氣反應，形成 Na_2ZO_3 、黑色固體氧化物 A 和氣態氧化物 B，根據反應 1：



將所得 Na_2ZO_3 進一步用 H_2SO_4 溶液處理，生成不溶性 ZO_2 ，隨後在水溶液中的用 SO_2 將其還原為 Z。

C_2.2) [0.40 分]寫出氧化物 A 和 B 的化學式。

C_2.3) [0.60 pt]選出參與反應 1 的以下每種物質 (它是氧化劑或還原劑)： Cu^+ , Z^{2-} , O_2

C_2.4) [0.50 分]寫出反應 1 的平衡方程式。

Time: 3.0 Hours

Points: 30



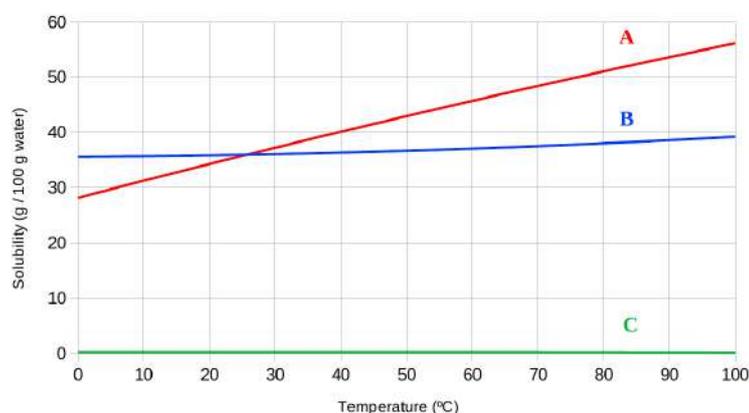
C_3) [6.00 pt] 羅馬尼亞在喀爾巴阡山脈擁有重要的鹵化物礦藏。除了工業優勢外，這也意味著鹽礦、鹽湖、鹽山等旅遊景點。



有一個岩鹽沉積物，它由 NaCl 以及石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 和 KCl 雜質組成。

20 °C 時岩石成分的溶解度分別為 358 g NaCl / kg 水、342 g KCl / kg 水及 3.60 g $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ / kg 水。

C_3.1) [0.60 pt] 將圖中每條曲線的字母與對應的化合物相聯。



為了測定岩石的成分，進行了一系列實驗：

實驗1

將重 150.00 g 的岩鹽磨碎樣本轉移至裝有 500.0 g 20 °C 蒸餾水的燒杯中。劇烈攪拌後，過濾混合物。濾紙上的固體重 1.40g，濾液(溶液 F)的體積為 550mL。

C_3.2) [0.20 分] 對應於實驗 1 中濾紙上收集的化合物，勾選答案卷中的方框。

C_3.3) [0.30 pt] 假設其他兩種化合物不影響其溶解度，請計算問題 C_3.2 中化合物在 20°C 下溶解在水中的質量。

實驗2

溶液 B 由 5.00 mL 溶液 F 配製，放入 1000 mL 容量瓶中，以蒸餾水加至定容刻度。再將 5.00 mL 溶液 B 在錐形瓶中以蒸餾水稀釋，並以 11.30 mL 0.0100 M 硝酸銀溶液滴定。在這些條件下，沒有硫

酸銀沉澱。

C_3.4) [0.25 分]寫出實驗2中化學反應的淨離子方程式。

C_3.5) [2.00 分]計算岩石中每種化合物的質量百分比。

電解氯化鈉可得到氣體X。

C_3.6) [0.25 pt]寫出電解熔融氯化鈉的平衡反應方程式並寫出氣體X的化學式。

C_3.7) [0.20 分]答案卷上勾選生成氣體的電極。

C_3.8) [0.70 pt]計算在 25.0 °C 和 1.00 atm 條件下，如果 15.00 A 的電流通過電化學電池 2.00 小時，所獲得的氣體體積 X。

C_3.9) [0.30 pt]如果在水溶液中電解 NaCl，會形成 NaOH，可用來製備緩衝溶液。從下表中選擇（勾選答案卡中的方框）可透過與 NaOH 部分中和形成緩衝溶液的酸。（每答錯一個，扣0.15分；總分不會為負。）

Monoprotic acid	K_a	pK_a
HF	$6.76 \cdot 10^{-4}$	3.17
HCl	10^8	-8
HBr	10^9	-9
CH ₃ COOH	$1.74 \cdot 10^{-5}$	4.76
HCOOH	$1.78 \cdot 10^{-4}$	3.75

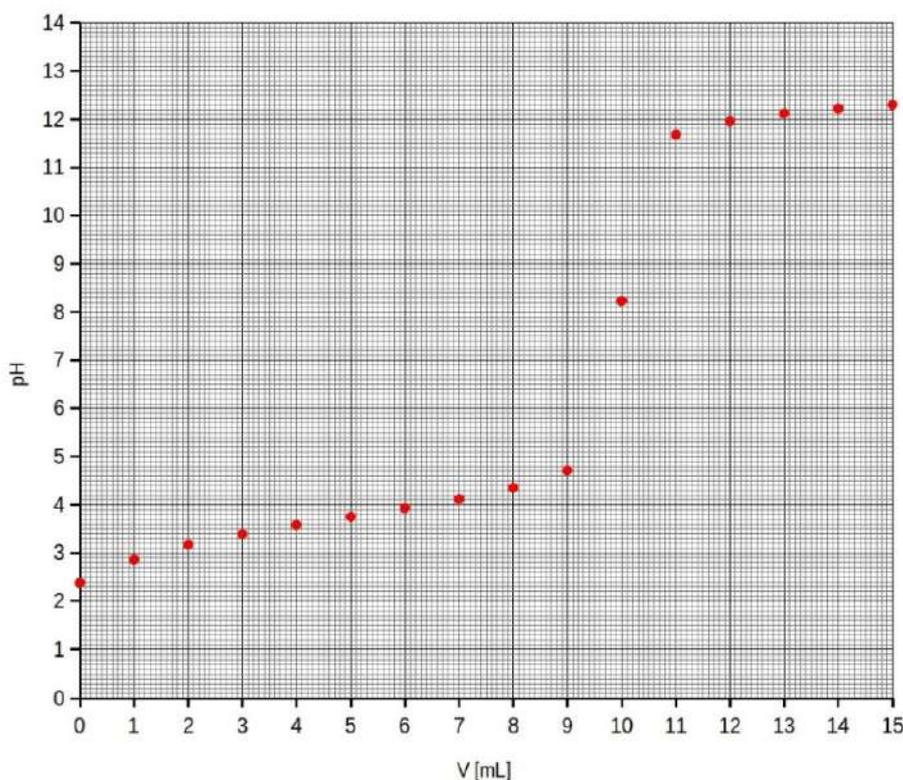
上表中的一種酸（以 HA表示）用 NaOH 溶液滴定。對應於不同的滴定體積，用 pH 計記錄的滴定溶液的 pH 值，如下表所示。數據繪製如下圖所示。

Time: 3.0 Hours

Points: 30



V [mL]	pH
0	2.40
1	2.90
2	3.20
3	3.40
4	3.60
5	3.80
6	3.90
7	4.10
8	4.40
9	4.70
10	8.20
11	11.70
12	12.00
13	12.10
14	12.20
15	12.30



C_3.10) [0.20 pt]寫出當點的滴定體積值。

C_3.11) [0.30 分]勾選答案紙上HA的化學式相對應的方框，已知50%中和時，pH等於酸的 pK_a 值。

C_3.12) [0.30 分]於答案卷上，勾選當滴定體積達到 2 mL 時滴定溶液中濃度最高的物種的方框。

C_3.13) [0.20 pt]寫出形成最大緩衝能力的緩衝溶液所需的滴定體積值，其特徵是 pH 變化最小/ 滴定曲線中斜率最小時的值。

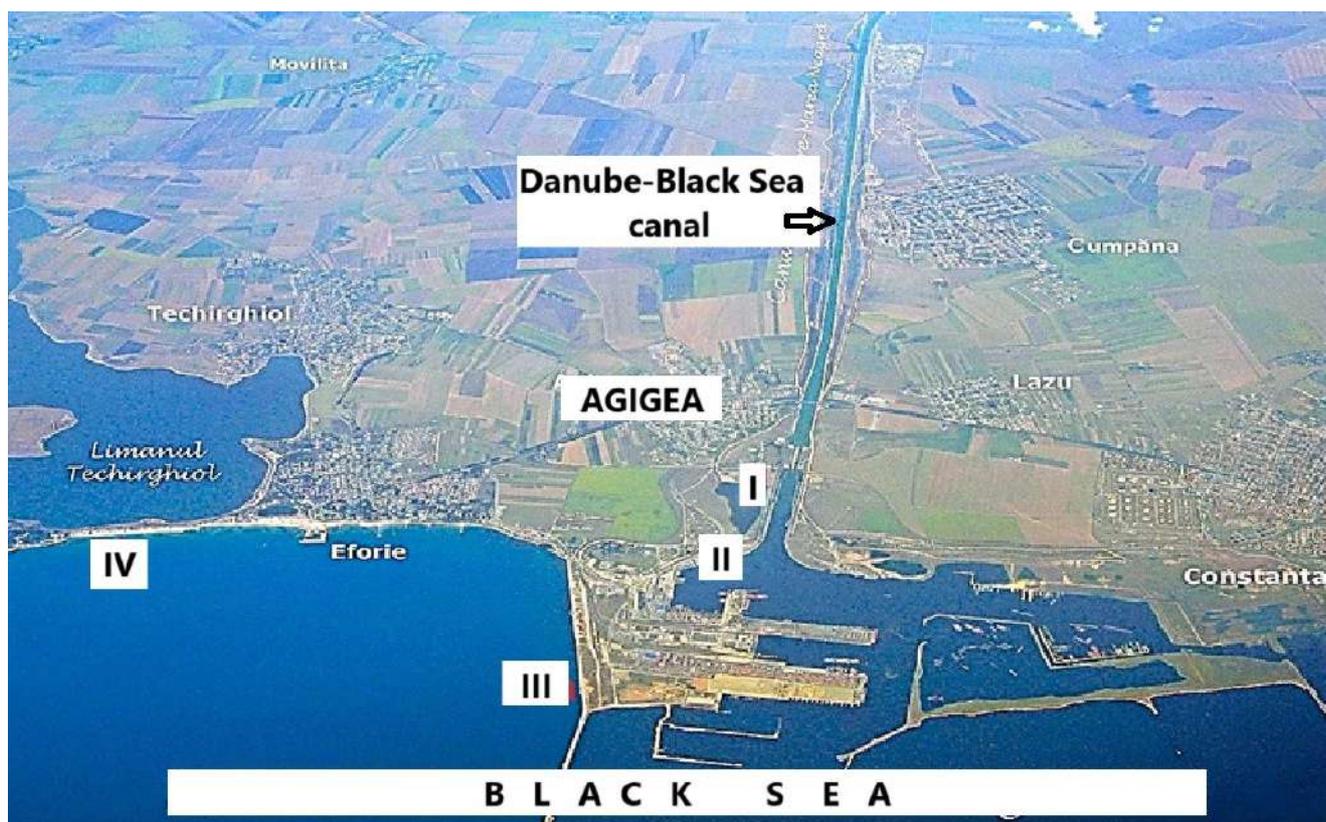
C_3.14) [0.20 分]從問題 C_3.13 中選出在緩衝溶液中添加少量 HCl 溶液的影響之正確敘述。於答題紙上的每一行勾選一格框。

A⁻離子的濃度將：減少 / 保持恆定 / 增加。

HA 的濃度將：減少 / 保持恆定 / 增加。

B_I (2.4 points)

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，岩石基質

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

Time: 3.0 Hours

Points: 30



		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>laera 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

Time: 3.0 Hours

Points: 30



11	<i>Jassa dentex</i> - 喜歡砂質基質，耐中程度汙染	-	-	325	375	700
12	<i>Erichtonius 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 (p_X) 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 (n_X) 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>Rhitropanopeus harisii tridentatus</i> 物種。		
2. 0.4	<i>Erichtonius 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 (2.6分)

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、有缺口的磨臼齒
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。

Time: 3.0 Hours

Points: 30



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 蜘蛛綱													
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	嚙齒類哺乳動物													
13.	0.2	草食哺乳動物													

Time: 3.0 Hours

Points: 30



Time: 3.0 Hours

Points: 30



B_III (3.4分)

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。

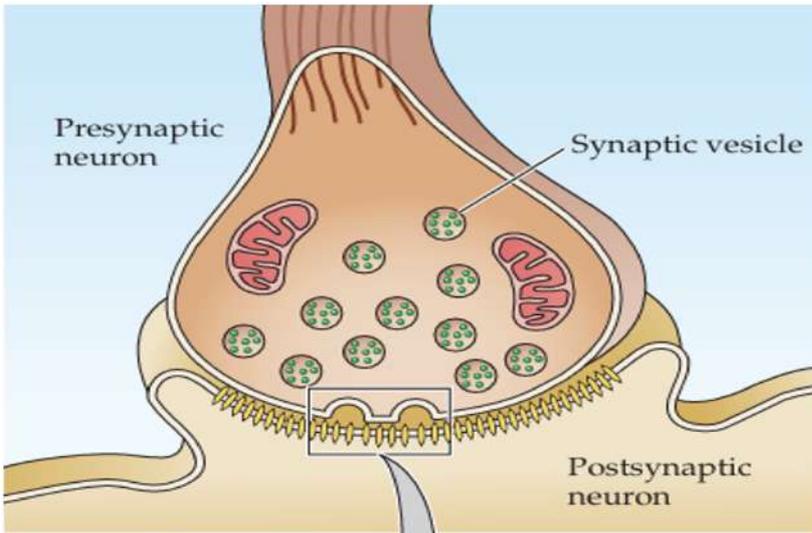


Fig. 1. Structure of a synapse

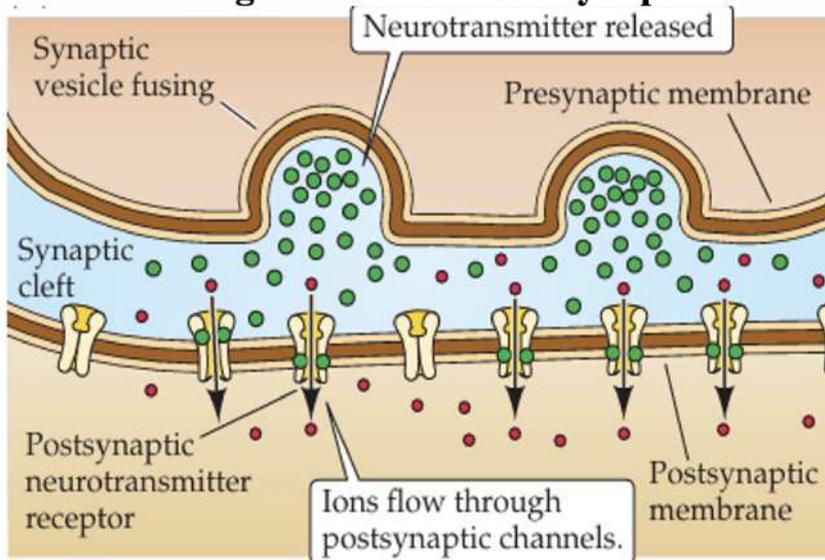


Fig. 2. Synapse function

1.神經傳導物質： γ -氨基丁酸（GABA）（1.2分）

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（1.2分）

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（0.4分）

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。

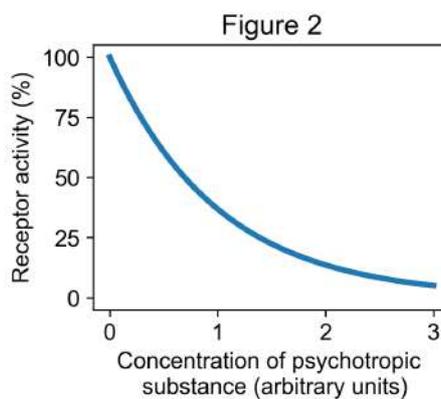
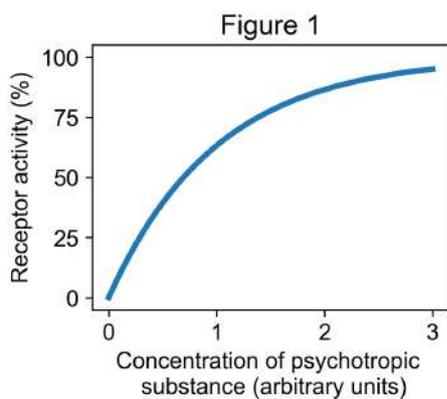
多巴胺刺激其他神經元，引發普遍的興奮狀態。尼古丁與受體結合後，阻止其透過內吞作用從膜上被移除，但隨著長時間暴露於尼古丁，受體不再對尼古丁做出反應。

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 (0.6分)

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：

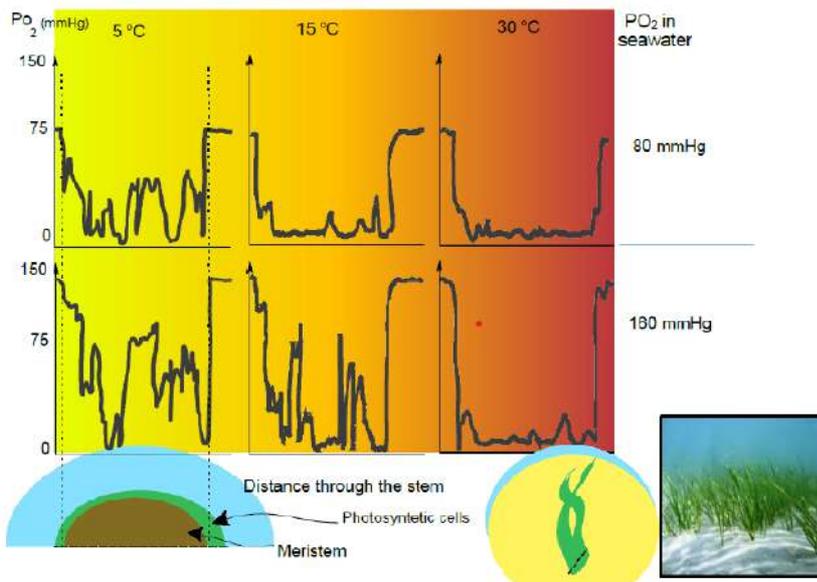
B_III.4積分	敘述	酒精 - GABA 受體(a)	酒精 - 谷氨酸受體(b)	尼古丁 - 乙醯膽鹼受體(c)
1.	精神藥物作為受體的拮抗劑			
0.6				
2.	受體活性與精神藥物濃度的關係如圖1所示			

B_IV (1.6分)

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) 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。在答案卡上的對應空格中標記 X。

Time: 3.0 Hours

Points: 30



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