

第三章 地球的結構

3-1 大氣的結構

地球大氣層提供：生物呼吸作用所需的 氧氣、光合作用所需的 二氧化碳。

大氣的流動：影響地球上 能量 的分布，使地球成爲一個適合生物生存的環境。

大氣的流動和 氣壓 有關。

一、大氣壓力

(一) 氣壓定義：地表單位 面積 空氣柱的 重量

(二) 氣壓單位：

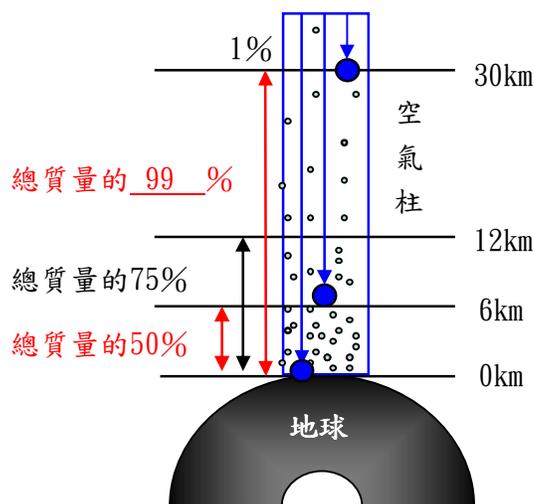
1 atm

= 76 cma Hg (公分水銀柱高)

= 1033.6 cma H₂O (公分水柱高)

= 1013.25 mb (毫巴)

= 1013.25 hpa (百帕)



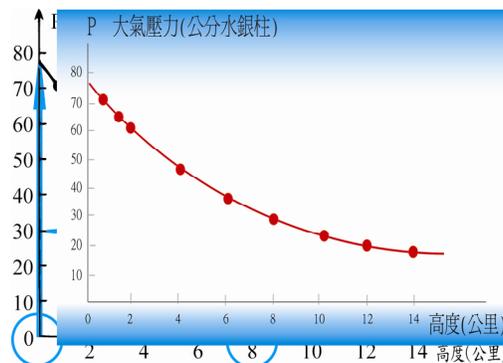
1 帕=1 牛頓/平方公尺	1 巴=100000 牛頓/平方公尺
1 百帕=100 牛頓/平方公尺	1 毫巴=100 牛頓/平方公尺
∴ 1 百帕=1 毫巴	

(三) 氣壓的垂直分佈

試由左圖求出喜馬拉雅山的氣壓爲多少百帕？

$$\frac{76}{1013.25} = \frac{30}{X} \quad X = 400 \text{ (hpa)}$$

※高度愈高氣壓愈低，氣壓計可作爲 高度計 使用



(四) 氣壓隨高度的變化關係爲何？

1. 氣壓的遞減率爲：100hpa/km

7.5cmHg/km

2. 當高度愈高時，空氣愈稀薄，氣壓隨高度的遞減率將變 小 (大或小)，

3. 氣壓遞減率適用於海拔高度 0 km 到 3~4 km 高處

※高空觀測包含二部分

(1) radio sonde：雷送，又稱探空儀

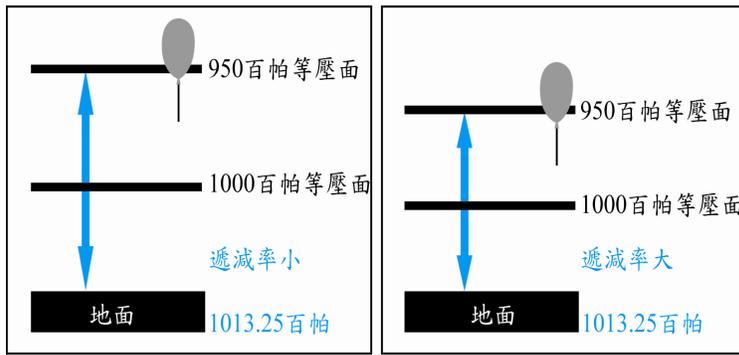
(2) rawin：雷文



(五) 溫度不同時，氣壓隨高度的變化關係

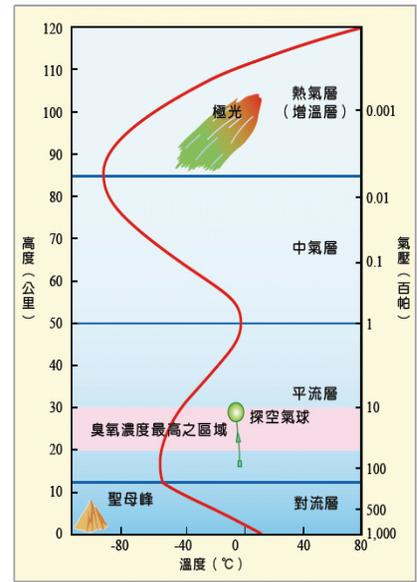
(1) 溫度高 → 膨脹 → 稀薄 → 遞減率 小 (大或小)

(2) 溫度低 → 收縮 → 較密 → 遞減率 大 (大或小)



遞減率：____(大或小)
探空球在_____時釋放

遞減率：____(大或小)
探空球在_____時釋放



▲圖 3.1 將大氣依照氣溫隨高度變化的分層

二、大氣垂直的分層

增溫層 熱氣層 電離層	<ol style="list-style-type: none"> 1.高空的大氣可吸收太陽 <u>短波</u> 輻射 2.增溫層的大氣因溫度升高而使氣體分子 <u>游離</u> 3.高緯度地區可見到壯觀的 <u>極光</u> 4.可 <u>反射</u> 地表發出的部分 <u>無線電波</u>
中氣層	<ol style="list-style-type: none"> 1.熱源來自底部，氣溫隨高度 <u>遞減</u> 2.空氣含量不到大氣含量的百分之一 3. <u>高空閃電</u>，約發生在平流層到中氣層範圍
平流層	<ol style="list-style-type: none"> 1.上平流層氣溫隨高度緩慢增加 2.上平流層具 <u>臭氧</u> 層吸收 <u>紫外線</u> 3.下平流層氣溫在垂直方向幾乎不變（同溫層） 4.下平流層空氣幾乎水平流動 5.下平流層利於 <u>航空</u>
對流層	<ol style="list-style-type: none"> 1.氣溫隨高度 <u>降低</u> 2.有旺盛的 <u>對流</u> 作用 3.含水氣多，<u>天氣現象</u> 發生於本層

溫度分層	溫度	電離分層	高度(km)	混合程度分層
熱氣層	-90~1200 r C	電離層	F	非均勻層 85 公里以上
			E	
中氣層	0~-90 r C		D	50~80
流層	-60 ~0r C	非電離層		均勻層 N ₂ : O ₂ = 4 : 1 (空氣比例維持一定)
對流層	15~-60 r C			
				0~11

※電離層

白天大氣游離程度高，電離層較厚，位置較低
 晚上大氣游離程度低，電離層較薄，位置較高
 能反射波長較長的無線電波
 波長愈短在較高層被反射，可傳送距離較遠

※大氣中的成分氣體

定量氣體（不隨時空改變）			不定量氣體（隨時空改變）			
氣體	符號	占乾空氣體積百分比（%）	氣體	符號	占乾空氣體積百分比（%）	
氮	N ₂	78.08	溫室 氣體	水氣	H ₂ O	0~5
氧	O ₂	20.95		二氧化碳	CO ₂	0.038
氬	Ar	0.93		甲烷	CH ₄	0.000175
氖	Ne	0.0018	一氧化二氮（笑氣）		N ₂ O	0.00003
氦	He	0.005	臭氧		O ₃	0~0.00001

如果沒有溫室氣體，地面氣溫可能會再下降 33°C！

範例練習

- (B) 1.有關對流層的敘述，下列何者正確？ (A)離地表愈高，氣溫愈高 (B)夏季對流層頂較高 (C)此層厚度固定為 11km (D)主要因大氣會水平方向流動而命名。

解題要訣：對流層氣溫隨高度增高而遞減，且因地表熱對流的作用，使空氣產生上升下沉的對流現象，故不為固定的厚度。

- (D) 2.氣象上常用的氣壓單位是百帕 (hPa)，1 大氣壓=76 公分的水銀柱重量施與地面單位面積的壓力，試問標準氣壓單位 1 百帕 (hPa) 約等於多少 mm-Hg？ (A)1033.6 (B)760 (C)1013 (D)0.75。

解題要訣：1 atm (大氣壓) = 76 cm-Hg = 1013 hPa，故 1 hPa=760/1013 = 0.75 mm-Hg。

- (D) 3.玉山主峰標高 3952 公尺處測得的氣溫是 0°C，若依照大氣在對流層的平均溫度變化率來計算，此時地面的氣溫約為多少度？ (A)6.5°C (B)13°C (C)20°C (D)26°C。

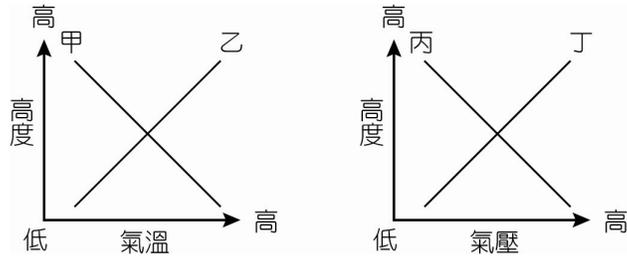
解題要訣：依對流層溫度遞減率 6.5°C/km 來計算，高度差約 4km，溫差=4 × 6.5°C = 26°C。

【單元練習】

- (A) 1. 地球大氣層的溫度隨高度增加而遞減率最大的是哪一層？ (A)對流層 (B)中氣層 (C)平流層 (D)增溫層。

【解析】大氣層的溫度隨高度增加而遞減的有對流層及中氣層，其中以對流層的 $6.5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 遞減率最大。

- (A) 2. 大寶在爬山時感覺到愈往高處爬愈寒冷，且感到呼吸不順。試問下圖中的哪兩條線可以解釋這兩種現象？ (A)甲丙 (B)甲丁 (C)乙丙 (D)乙丁。



【解析】在對流層愈往高處溫度愈低，但氣壓大小因高處空氣會少掉一段地面附近空氣柱的重量，故氣壓會隨高度遞減。

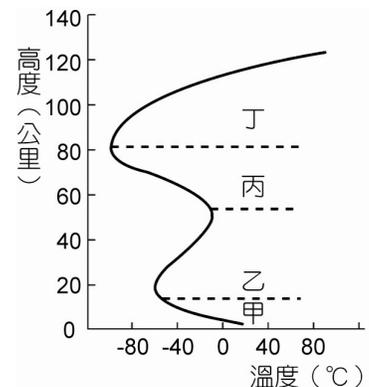
- (B) 3. 下列關於「對流層」的敘述，何者正確？ (A)平均每上升 1 公里，溫度升高 6.5°C (B)對流層頂的高度，冬季比夏季低 (C)地表會放出長波輻射，故高度愈高，氣溫愈高 (D)緯度愈高，對流層頂的高度愈高。

【解析】(A)平均每上升 1 公里，溫度下降 6.5°C 。(B)對流層頂的高度，視對流的旺盛程度而定，夏季對流較強故高度低，冬季高。(C)地表會放出長波輻射，故愈遠離地表，氣溫愈低。(D)緯度愈高，對流較弱，對流層頂的高度愈低。

- (ABD) 4. 下列哪些大氣層的性質會隨高度增加而減少？(應選三項) (A)大氣水氣量 (B)大氣密度 (C)大氣溫度 (D)大氣壓力 (E)大氣厚度。

【解析】(A)大氣水氣量因重力之故，會隨高度增加而減少。(B)大氣密度在地表最大，隨高度增加而減少。(C)大氣溫度依各層溫度變化特性不同，不一定。(D)大氣壓力會隨高度增加而減少。(E)大氣厚度與高度不相關。

- (ABD) 5. 右圖為大氣的垂直結構，下列敘述哪些正確？(應選三項)
(A)天氣變化主要發生在甲層 (B)丙層頂為大氣最低溫所在
(C)丁層厚度約為 50 km (D)能反射無線電波的主要是丁層
(E)臭氧層在丙層。

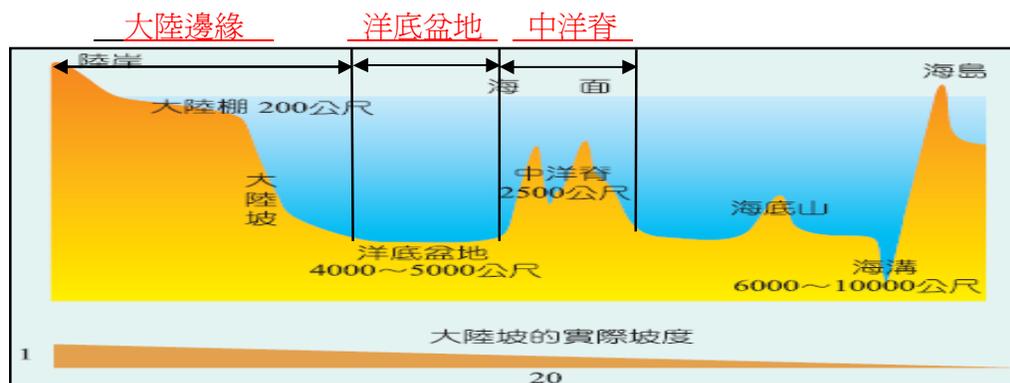


【解析】(C)丁層為增溫層，是大氣的最外層，厚度有數百公里。

3-2 海洋的結構

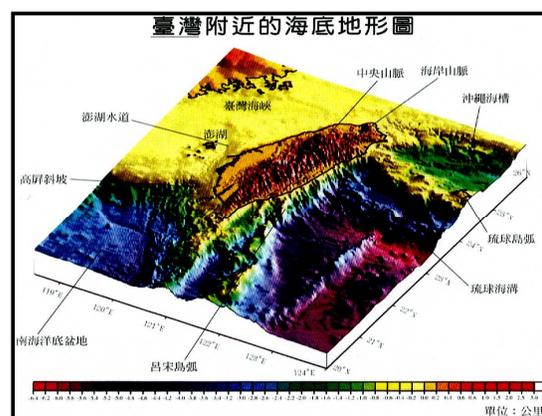
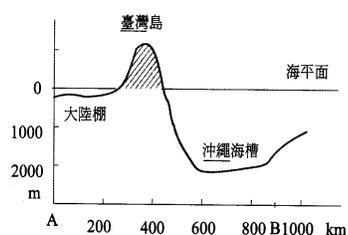
海洋蘊育了臺灣島的土地。它供給源源不絕的漁業資源，也收納了許多人類製造的污染，影響了島上的氣候及居民的生活環境。

※海底地形



※臺灣附近海域的海底地形

海峽北部、西部屬於 **大陸棚**，往南漸深；
海峽東部、南部屬於 **大陸坡**。



一、海水的組成

(一) 海水主成分為鹽類，多以 **離子** 狀態存在

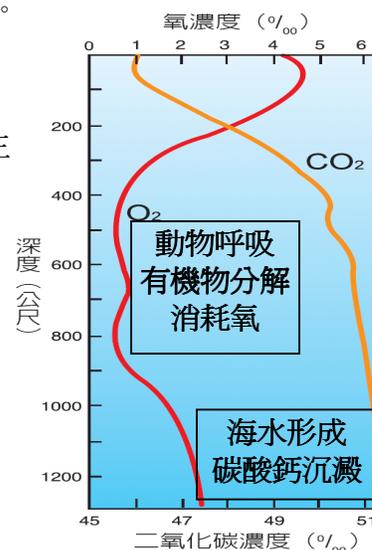
其中數量最多的前三者分別為：**Cl⁻**，**Na⁺**，**SO₄²⁻**

海水中鹽類的來源：

1. 陽離子：鈉、鉀、鈣等，主要來自於地表的 **岩石風化**。
2. 陰離子：氯、硫等，主要來自於陸上或海底的 **火山噴發**。

(二) 海水中次要成分為溶解氣體

1. 大氣中的氣體有一部分溶於海水中，以 **O₂** 和 **CO₂** 為主
2. 海水中的 **CO₂** 含量比 **O₂** 多。
3. O₂ 與 CO₂ 的分布情形：
 - (1) **O₂** 的含量因植物行光合作用表層最 **多**，深層較 **少**。
 - (2) **CO₂** 的含量因植物行光合作用表層較 **少**，深度越深含量越 **多**。



(三)海水中含營養鹽

- 海水中的 硝酸鹽、亞硝酸鹽、矽酸鹽、磷酸鹽等鹽類。
- 營養鹽多寡與 光合 作用及 有機物 分解有關
 - 表層浮游生物行光合作用，會 消耗 營養鹽，故營養鹽表層最 少。
 - 陽光無法到達處，動植物遺體分解，營養鹽較 多。
- 湧升流 區的海水，會將底層的營養鹽帶至表層，營養鹽較多，浮游生物也會增多，故湧升流區會是一個良好的 漁場。

二、海水的鹽度

(一) 鹽度的定義

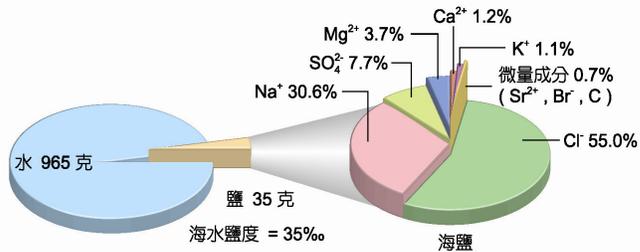
分類	定義	單位	表示法
<u>絕對</u> 鹽度	1 公斤海水中溶解物質的總克數 (量測方法：蒸餾法、滴定法)	千分之一 (‰)	S = 35 ‰
<u>實用</u> 鹽度	測量海水之 <u>導電度</u> 及溫度算出	PSU (實用鹽度單位)	35PSU, 相當於 35‰

(二) 平均鹽度

每公斤海水中含有 35 公克的鹽類，即 965g 純水中含 35 g 的鹽，鹽度 35 ‰。
氯化鈉 NaCl (鹹) 最 多、氯化鎂 MgCl₂ (苦) 次之。

(三) 溶於海水中的鹽類

各地海水鹽度或有不同，但主要離子之間的 重量百分比 大致是 固定 的。



(四) 海水鹽度的平衡

鹽度的平衡	海水不會愈來愈鹹，是因為輸入、輸出速率近乎 <u>平衡</u>
輸入	岩石風化經河流帶入海洋、海底火山噴發、大氣落塵、降水
移出	形成海底沉積物、蒸發岩及生物利用等

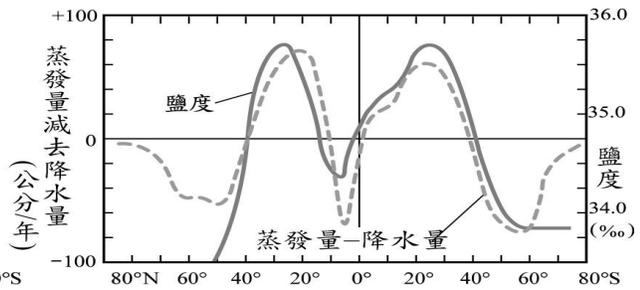
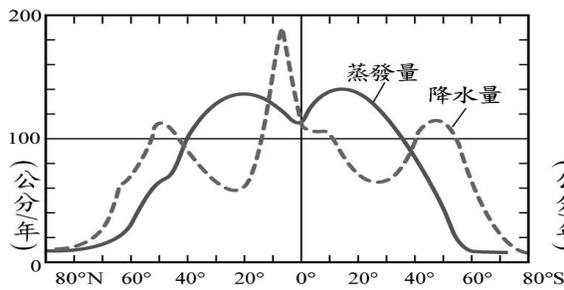
(五) 影響各緯度海水鹽度的因素

鹽度	升高	降低
原因	1. <u>蒸發</u> ，鹽析出 當降雨量相同時，蒸發量大，鹽度大	1. <u>下雨</u> 、飄雪 當蒸發量相同時，降雨量多，鹽度小
	2. <u>結冰</u> ，鹽析出：海水結冰鹽度大	2. <u>融冰</u> ，海水融冰鹽度小
	3. 河川注入岩石風化溶解出的鹽類	3. 河川注入淡水，近陸地的鹽度較小
	4. 和高鹽度海水混合	4. 和低鹽度海水混合

(六) 海水鹽度的水平分布 (表層海水的鹽度與緯度的關係)

1. 鹽度與 蒸發 量 (E) 及 降水 量 (P) 有關

蒸發量 - 降水量 (E - P) 值愈 大，鹽度愈 大。



那一緯度區降水量最大？低緯度 赤道區 那一緯度的鹽度量最大？副熱帶 高壓帶

那一緯度區蒸發量最大？副熱帶 高壓帶 那一緯度的鹽度量最小？低緯度 赤道區

2. 鹽度最大：副熱帶高壓 帶，沉降氣流、少降雨且蒸發量大。

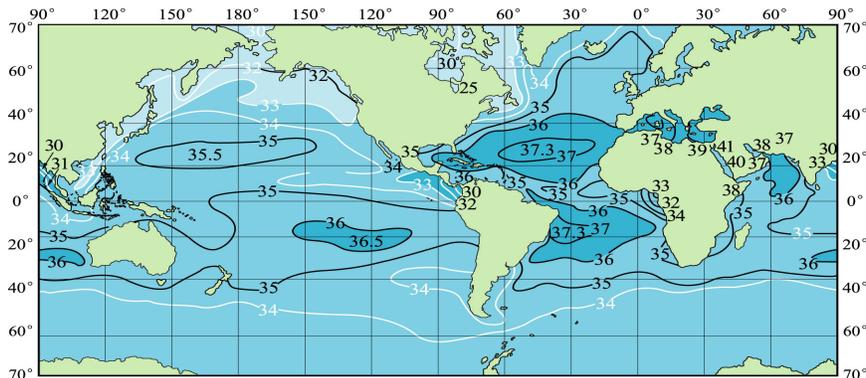
3. 鹽度最小：低緯度赤道 區，雖然日照強烈，但降雨量 > 蒸發量

4. 高緯度的極區，夏季融冰注入大量淡水，海水鹽度明顯低於其他地方

5. 大陸邊緣近海的鹽度差異很大

波羅的海四周有大量的淡水流入，鹽度僅有 7~8‰

紅海被沙漠包圍，蒸發作用強烈，鹽度超過 40‰



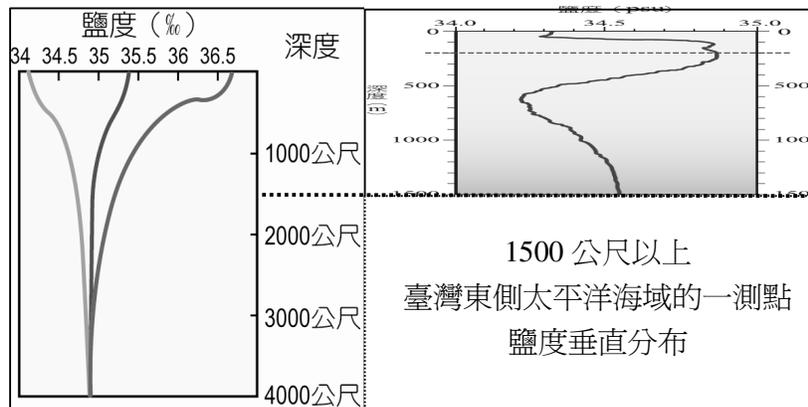
(七) 海水鹽度的垂直分布

1. 副熱帶、赤道：鹽度隨深度而 下降。

2. 高緯度：融冰而使鹽度低，鹽度隨深度而 增加。

3. 影響因素：海水的運動 及當地海水的來源。

4. 無典型的分布情形可言。

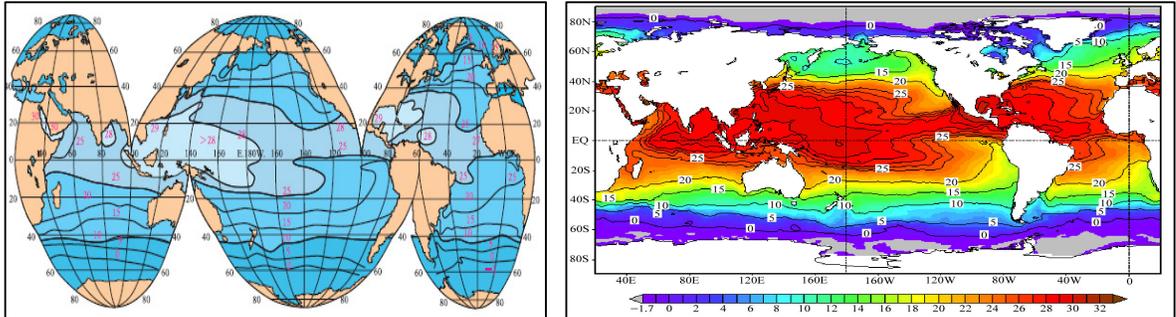


三、海水的溫度

(一) 海水溫度的水平分布

1. 表層水溫主要受日照量的影響

- (1) 同一緯度的海水水溫相近
- (2) 海水的溫度，隨緯度愈 高，溫度愈 低。
- (3) 海水表面溫度的等溫線分布大致與緯度線 平行。
- (4) 等溫線不完全平行緯度線的部分，多半發生在 大陸邊緣，因為那裡受陸地的影響較大



2. 表層水溫亦受海水運動影響

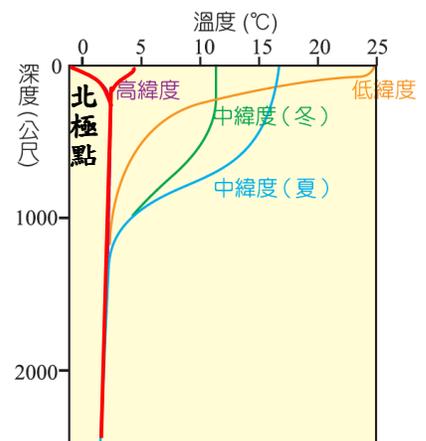
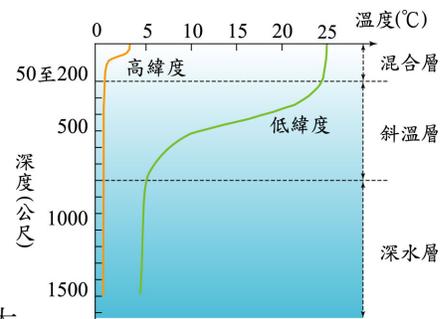
- (1) 暖流會帶來較溫暖的海水，寒流經過的海域，水溫則會 下降。
 - (2) 湧升流 出現的海域，深層冰冷的海水上湧至表層，水溫 下降。
3. 海水因含有鹽類，凝固點會 下降，
在兩極地區海水溫度可達 -2°C。

(二) 海水溫度的垂直分層

1. 由上而下分為三層

低緯度地區，可將海水明顯分為那三層

- (1) 混合 層：0→50~200 公尺。
 - ◆因海水受風、波浪、洋流的攪動，使海水混合的相當均勻，水溫、鹽度和密度在垂直方向上變化不大
 - ◆夏季較 薄、冬季較 厚
 - ◆低緯區較 薄、高緯區較 厚
- (2) 斜溫 層：50~200 公尺→1000 公尺
 - ◆在此層的溫度隨深度迅速下降，至底部約只有 3 至 4 度（又稱為躍溫層）
 - ◆赤道及副熱帶地區較明顯
 - ◆夏季較 厚、冬季較 薄
- (3) 深水 層：1000 公尺~2000 公尺以下
 - ◆溫度與鹽度隨深度增加緩慢趨向一致。
 - ◆無熱量來源，為冰冷、黑暗、壓力極大的深海世界。

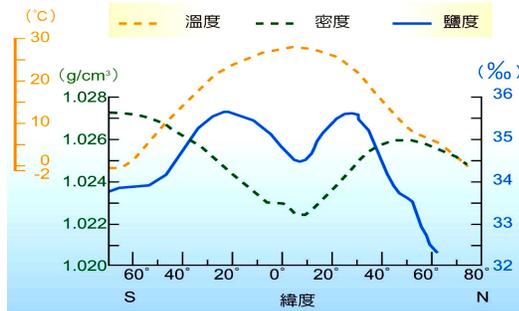


各緯度海水垂直溫度圖

三、海水的密度

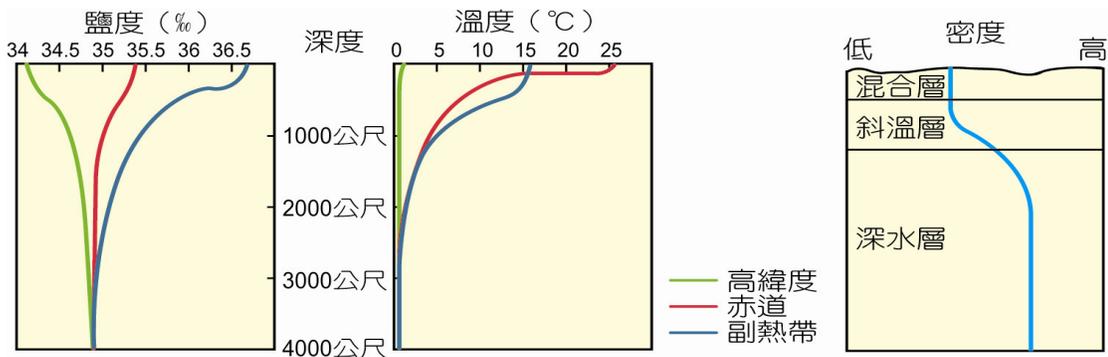
(一) 海水密度的水平分布 (表層)

1. 海水的密度主要受 鹽度 與 溫度 影響
2. 水溫愈 低、鹽度愈 大，密度則愈大
3. 海水的平均密度：1.02~1.03 g/cm³



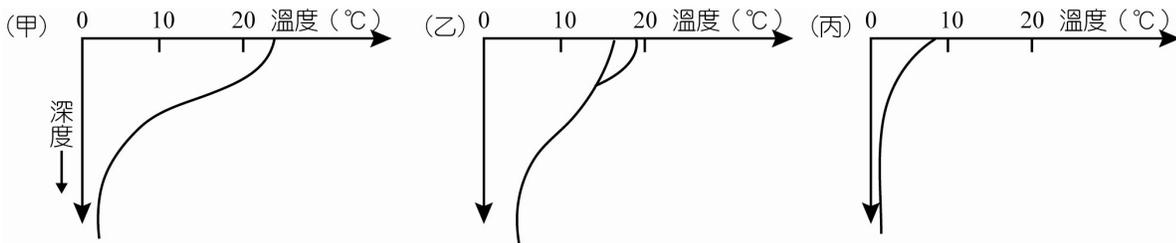
(二) 海水密度的垂直分布

1. 赤道密度 < 極區密度 (>、=、<)
2. 密度由上向下 增加
3. 斜溫層密度變化最顯著
4. 混合層密度最 小，深水層密度最 大。



範例練習

- (D) 1. 下列三圖為海水垂直分層圖，若依高、中、低緯度順序排列，應為 (A) 甲乙丙 (B) 甲丙乙 (C) 乙丙甲 (D) 丙乙甲。



解題要訣：低緯度的表層水溫最高，中緯度則與季節性有關，高緯度表層水溫最低。

- (C) 2. 海水的分層中，溫度隨深度加深而迅速降低的是哪一層？ (A) 混合層 (B) 深水層 (C) 斜溫層 (D) 對流層。

解題要訣：混合層為溫度及鹽度因混合而變化不大的一層，斜溫層為溫度隨深度增加而迅速降低的一層，深水層為溫度與鹽度隨深度增加緩慢趨向一致的一層。

【單元練習】

- (B) 1. 取絕對鹽度為 35 ‰ 的海水 100g，蒸發後可得鹽類重多少克？ (A)35 (B)3.5 (C)0.35 (D)0.035。

【解析】鹽度為 1 公斤海水中溶解物質的總克數，取 100g 的海水蒸發後，其鹽類有 $100g \times 35‰ = 3.5g$ 。

- (C) 2. 下列有關海水鹽度的敘述何者有誤？ (A)實用鹽度單位是利用導電度換算海水的鹽度 (B)河流出海口地區的鹽度較低 (C)海水的鹽度與溫度成正比 (D)海水表層結冰會導致該地海水的鹽度升高。

【解析】海水的鹽度受該區海洋環境影響，並非直接受溫度影響。

- (C) 3. 下列有關海水斜溫層的敘述，何者正確？ (A)斜溫層頂即為陽光可以穿透到達的最深處 (B)斜溫層平均深達數千公尺 (C)熱帶地區的斜溫層較接近海面 (D)鹽度和密度在斜溫層內變化並不明顯。

【解析】(A)斜溫層頂即為海水可以混合到達的最深處。(B)斜溫層平均深度約 1000 公尺。(C)熱帶地區的混合層較薄，故斜溫層較接近海面。(D)鹽度和密度在斜溫層內變化非常迅速。

- (D) 4. 在北緯 30 度附近的海水鹽度最大的原因為何？ (A)該緯度附近的河川逕流量最少 (B)該緯度附近的海域最小 (C)有最多的寒流匯集到此緯度附近 (D)副熱帶高壓的影響。

【解析】北緯 30 度附近為副熱帶高壓帶，沉降氣流、少降雨且蒸發量大。

- (B) 5. 海水中的混合層，其水溫與鹽度大致不變的原因，下列敘述何者有誤？ (A)由於波浪與海流的混合作用 (B)受太陽輻射加溫產生旺盛的對流作用 (C)表層蒸發旺盛，鹽度提高導致對流增強 (D)較冷的海域表層冷海水容易造成對流性的混合作用。

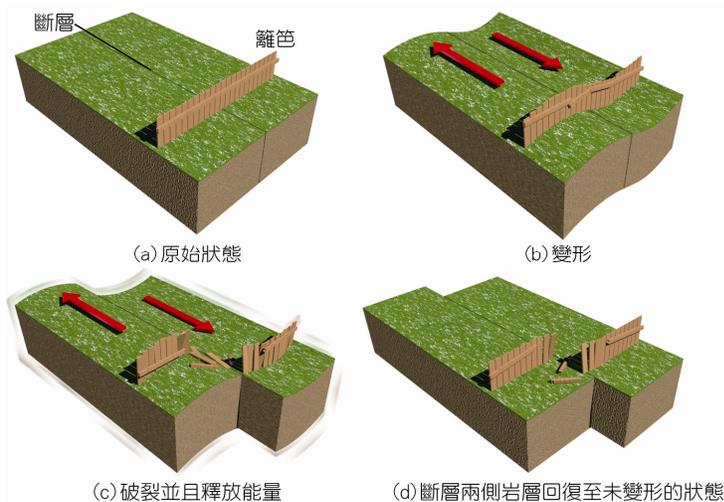
【解析】(B)若受太陽輻射加溫並不會產生旺盛的對流作用，反而使對流不明顯，導致混合層變薄。

3-3 固體地球的結構

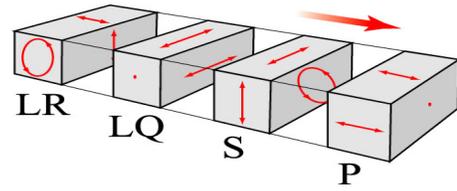
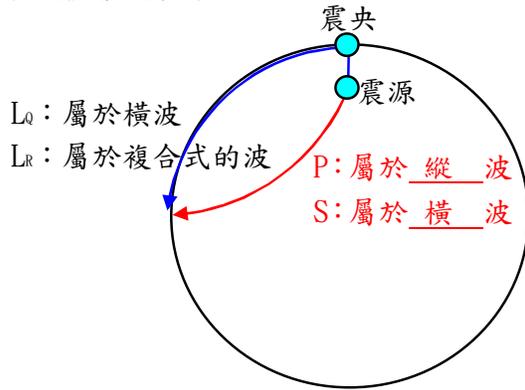
直接證據：鑽取岩心取得樣本，目前鑽井約 12 公里深，無法一窺全貌。

間接證據：藉由地球物理的方法，如地震波、重力場等來推論。

一、地震波：岩層受外力作用時，當累積的變形能量超過岩層的支撐強度時，岩層因破裂而將能量藉由地震波的形式傳播到地表而發生地震。



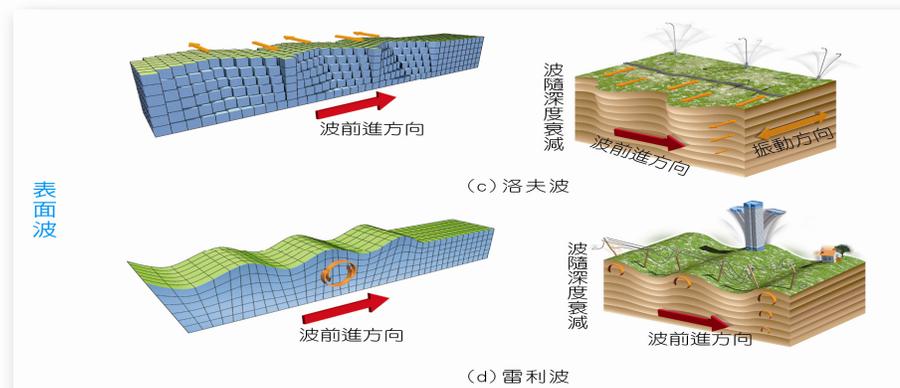
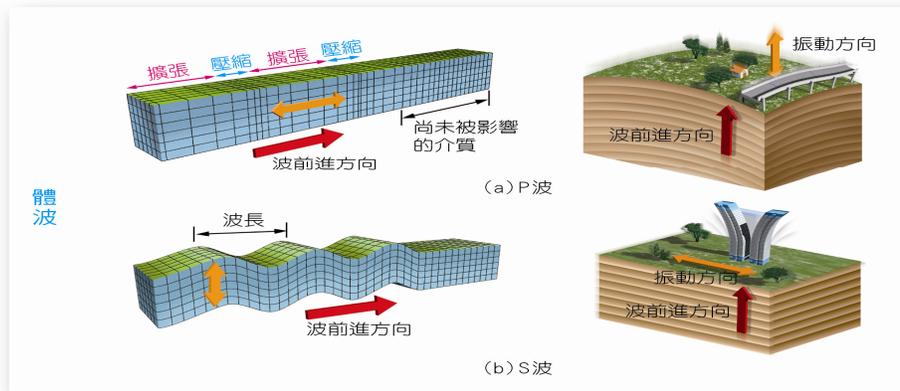
(一) 地震波的種類



各種地震波造成地表震動的情形

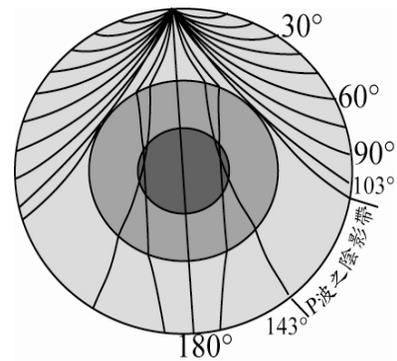
- P → 地表 上下 震動
- S → 地表 南北 震動
地表 東西 震動
- LQ → 地表 東西 震動
- LR → 地表 搖滾 震動

種類 (傳波路徑)	簡稱	屬性	性質	可穿透	速度	振幅大小 破壞力
<u>實體</u> 波 (地球內部)	P	<u>縱</u> 波 疏密波	介質振動方向與波傳播方向相同 一疏一密震動，類似聲波。	固、液、氣	很快	小
	S	<u>橫</u> 波 高低波	介質振動方向與震波傳播方向垂直 類似繩波。(剪力波)	固態	快	中
<u>表面</u> 波 (地球表面)	LQ 洛夫波	<u>橫</u> 波	質點沿水平面產生和震波傳播方向垂直 如平面擺動的 S	地球表面	慢	大
	LR 雷利波	<u>複合</u> 波	質點在震波傳播的垂直面上 沿橢圓軌跡運動 (傳播方式如水波)	地球表面	最慢	很大 破壞力大

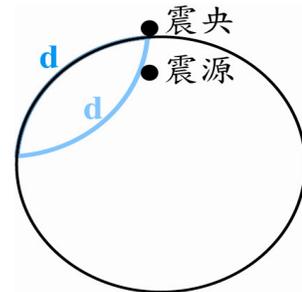
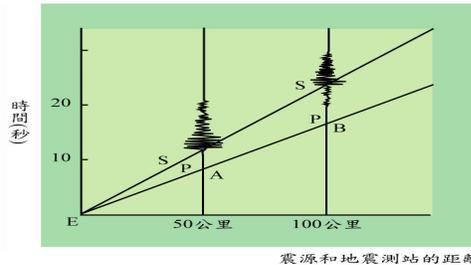
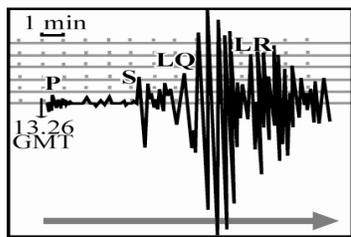


(二) 地震波與地球內部

1. $0^\circ \sim 103^\circ$: 可收到 P、S、L 三種波
2. $143^\circ \sim 180^\circ$: 可收到 P、L 波
3. $103^\circ \sim 143^\circ$: 可收到 L 波
4. 103° 度以內 : 沒有 S 波



(三) 如何找出地震測站和震源距離

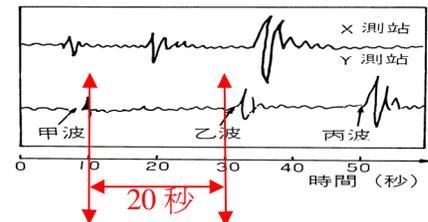


$$\begin{cases} V_P = \frac{d}{t_P} \rightarrow t_P = \frac{d}{V_P} \\ V_S = \frac{d}{t_S} \rightarrow t_S = \frac{d}{V_S} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta t = t_S - t_P = \frac{d}{V_S} - \frac{d}{V_P} \\ \Delta t = d \left(\frac{1}{V_S} - \frac{1}{V_P} \right) \end{cases}$$

例題 : 若甲、乙二波之波速分別為 8 公里/秒及 4 公里/秒，則依圖判斷 Y 測站約距震央多遠？

$$20 = d \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{8} \right)$$

$$d = 160 \text{ (km)}$$



例題 : 某次地震有甲乙丙丁四個測站所收到的地震波資料，請表回答下列問題

(設 P 波波速為 6km/s，S 波波速為 4km/s)

	P 波到站時間	S 波到站時間	P-S 波時間差
甲	12:18:56	Y	Z 秒
乙	V	X	30 秒
丙	12:19:36	12:20:16	40 秒
丁	12:19:06	12:19:31	25 秒

(1) 丙測站的距離為

$$40 = d \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{6} \right)$$

$$d = 40 \times 24/2 = 480 \text{ (Km)}$$

(2) 地震發生時間為

P 波波速為 6km/s

丙測站傳 480Km 需要時間為： $t = 480 \div 6 = 80 \text{ (秒)}$

發生時間 = 12 : 19 : 36 - 80 秒 = 12 : 18 : 16

(3) Z 的數據可能為

P 波走到甲測站要多少秒？ $12 : 18 : 56 - 12 : 18 : 16 = 40 \text{ (秒)}$

甲測站距震央多少 Km？ $40 \times 6 \text{ Km/s} = 240 \text{ Km}$

$Z = 240 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{6} \right) \quad Z = 20 \text{ (秒)}$

(4) V 的數據為

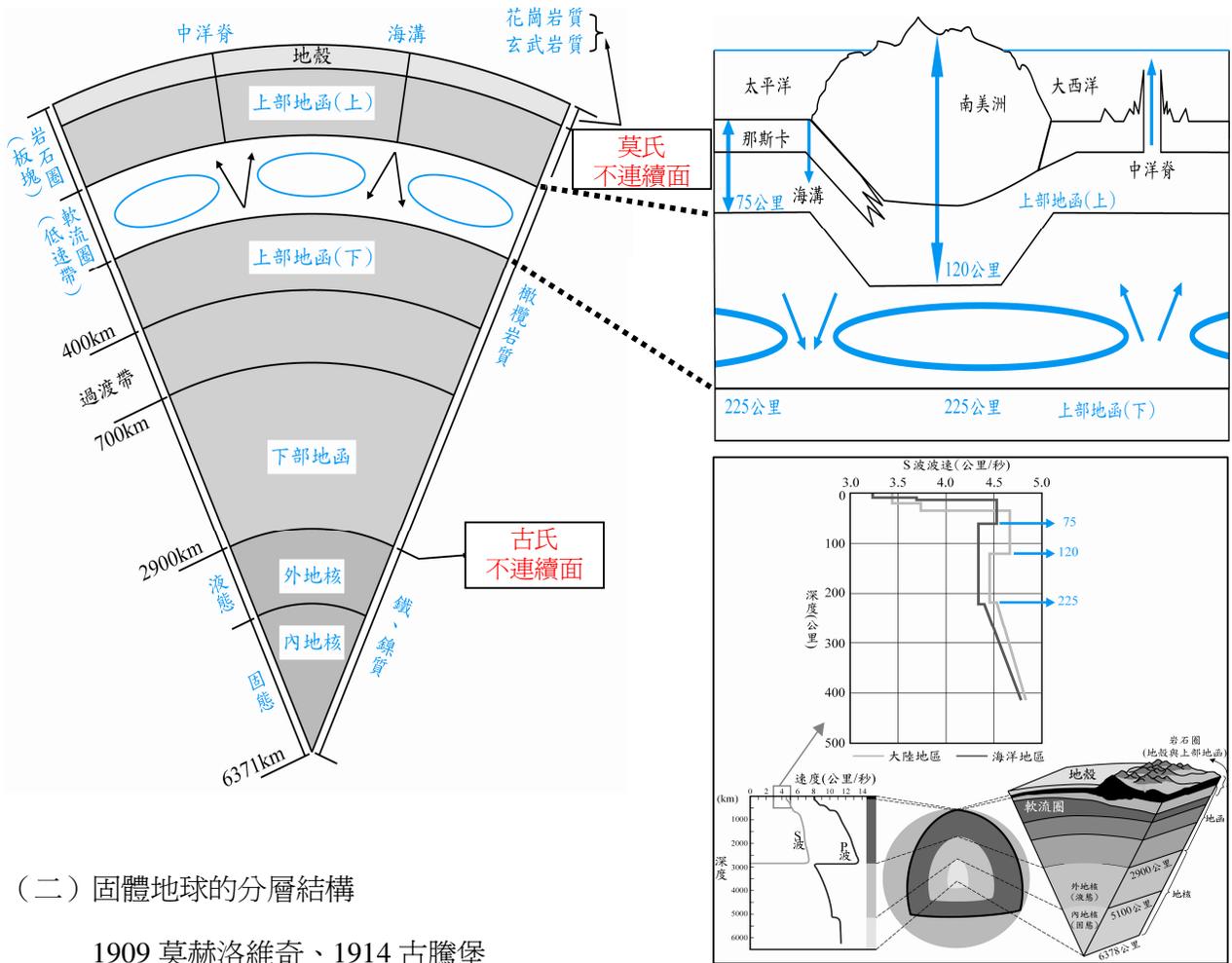
$$\frac{480 \text{ Km}}{40 \text{ 秒}} = \frac{d}{30 \text{ 秒}} \quad d = 360 \text{ (Km)}$$

P 波走到乙測站要多少秒？ $360 \text{ Km} \div 6 \text{ Km/s} = 60 \text{ (秒)}$

$V = 12 : 18 : 16 + 60 \text{ (秒)} = 12 : 19 : 16$

二、地球內部

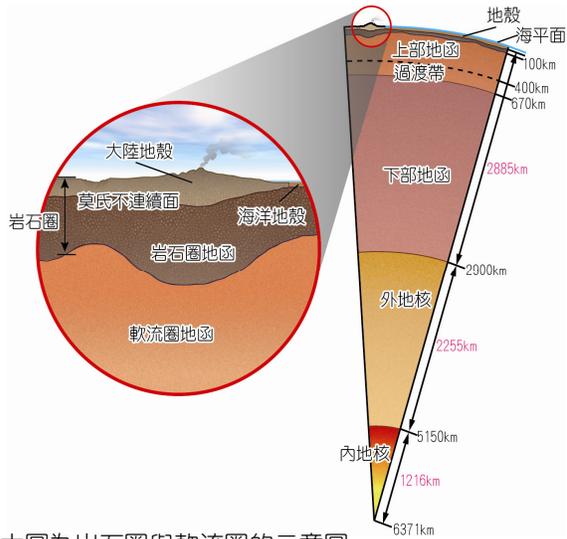
(一) 依地震波 速度 的變化，地球內部可分為 地殼、地函 和 地核 三層。



(二) 固體地球的分層結構

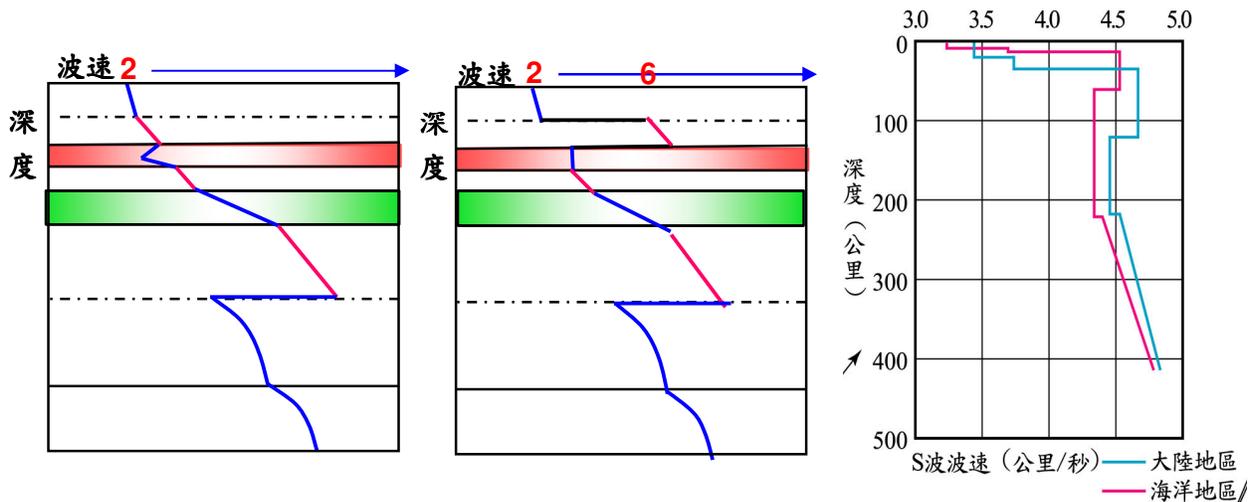
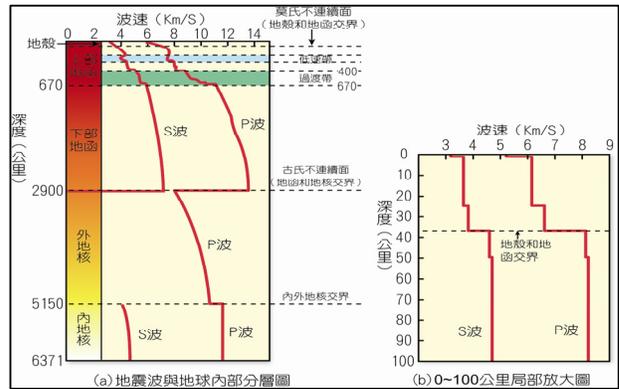
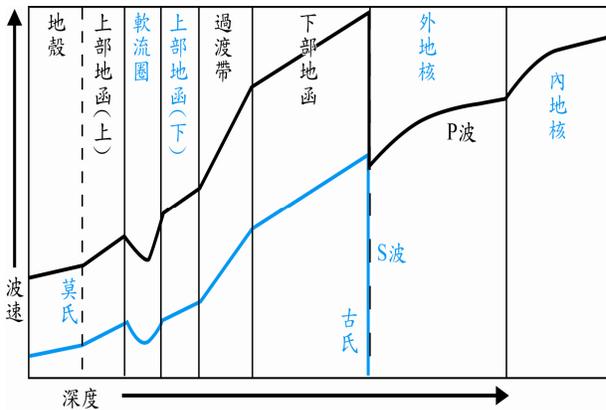
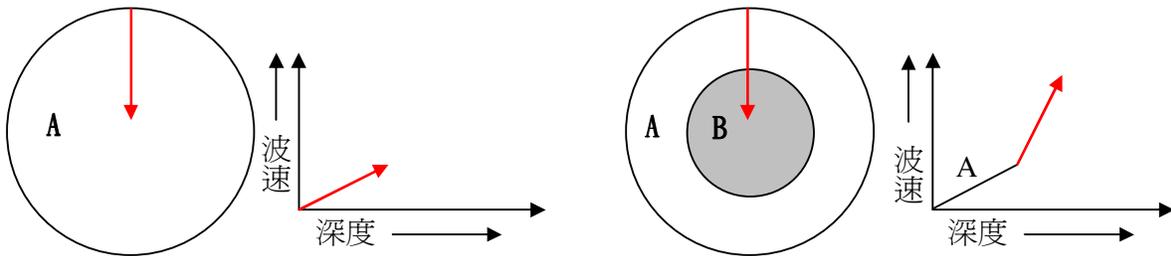
1909 莫赫洛維奇、1914 古騰堡

分層結構		組成	密度	平均深度	重要特性
地殼	大陸地殼	<u>花崗</u> 岩質 <u>矽鋁</u> 質矽酸鹽	2.7	厚，約 <u>35</u> km	<u>岩石</u> 圈，即為 <u>板塊</u> 深約：0~ <u>100</u> km 包括 <u>地殼</u> 及 <u>上部地函(上)</u>
	海洋地殼	<u>玄武</u> 岩質 <u>鐵鎂</u> 質矽酸鹽	2.9	薄，約 <u>7</u> km	
<u>莫氏</u> 不連續面				35 km	
地函	上部地函(上)	<u>橄欖</u> 岩質 鐵鎂質矽酸鹽	中	35~2900km	壓力→接近熔點→具可塑性 軟流圈(低速帶) <u>海洋</u> 地區地下： 深約 <u>75~225</u> 公里 <u>大陸</u> 地區地下： 深約 <u>120~225</u> 公里
	軟流圈(低速帶)				
	上部地函(下)				
	過渡帶 (400~670 km)				
	下部地函				
<u>古氏</u> 不連續面				2900km	
地核	外核(液態)	<u>鐵</u> 、 <u>鎳</u>	大	2900~6371km	<u>液</u> 態 (<u>S</u> 波無法通過)
	內核(固態)				



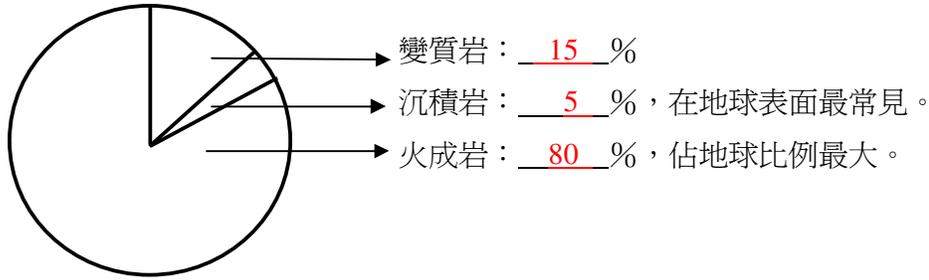
地球內部結構分層圖。放大圖為岩石圈與軟流圈的示意圖

(三) 地球內部震波速度與層圈關係



三、固體地球的組成物質

※固體地球的主要由岩石所組成，岩石則為礦物的集合體。



(一) 沉積岩

1. 地表地質（外營地質）作用

包含：風化、侵蝕、搬運、沉積及成岩作用。

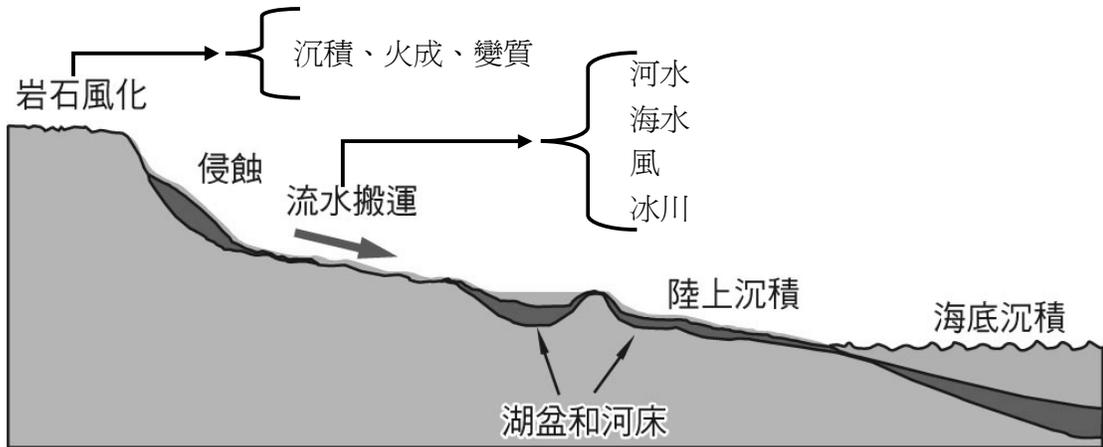
(1) 地表地質作用的動力主要源自於太陽能。

(2) 風化作用：是岩石形成碎屑的一連串作用，屬於靜態的作用。

(3) 侵蝕作用：岩石表面受到刮削、磨損的作用，屬於動態的作用。

(4) 成岩作用：把沉積物變成沉積岩。

{ (a) 壓密：排除空氣和水。
 (b) 膠結：膠結物有三種，鐵質、鈣質、矽質 } 作用於碎屑沉積岩
 (c) 再結晶：作用於非碎屑沉積岩。

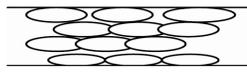


2. 沉積岩種類

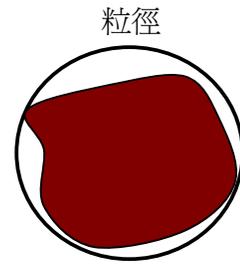
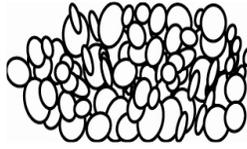
碎屑沉積岩	組成	礫石	石英砂	粉砂	黏土礦物
	粒徑	1~2 公釐	2~1/16 公釐	1/16~1/256 公釐	< 1/256 公釐
	岩石	礫岩	砂岩	粉砂岩	頁岩、泥岩
非碎屑沉積岩	化學沉積岩	化學石灰岩、燧石、蒸發岩鹽岩、蒸發岩石膏 (CaCO_3) (SiO_2) (NaCl) (CaSO_4)			
	生物沉積岩	生物石灰岩 (CaCO_3)			

3.頁岩和泥岩的差異

(1)頁岩：組成顆粒為扁平狀
岩石為片狀



(2)泥岩：組成顆粒為粒狀
岩石為塊狀



(二) 火成岩

1.深部地質（內營地質）地質作用

包含：火成、變質、地震、褶皺、斷層作用

(1) 改變地貌的動力來自地球內部的熱

(2) 火成岩（火山岩、深成岩）的比較

	結晶顆粒	玻璃質	氣孔	生成於
火山岩	小	常見	常見	地表附近
深成岩	大	罕見	罕見	地殼深處

※礦物是自然界中經無機作用產生的一種具有結晶外形的固體

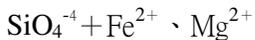
◎地球中含量最多的元素：氧與矽

◎主要的造岩礦物：矽酸鹽類、碳酸鹽類、氧化物、硫化物

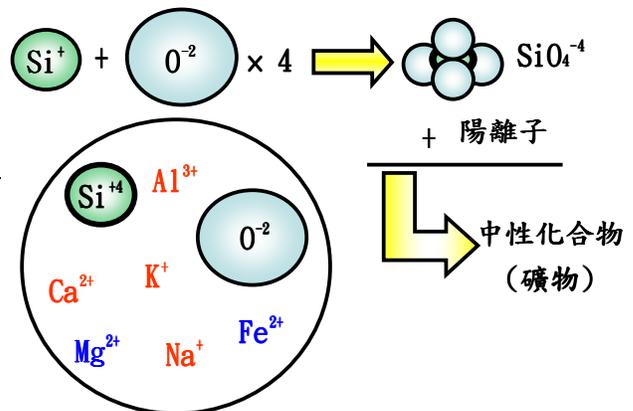
※矽酸鹽礦物的基本架構



↳ 矽鋁質 矽酸鹽
石英、正長石、斜長石、白雲母



↳ 鐵鎂質 矽酸鹽
黑雲母、角閃石、輝石、橄欖石



※岩漿的來源(岩漿屬於矽酸鹽類礦物)

深熔作用：大陸地殼熔化

(SiO₂)多、鐵鎂少

花崗 岩漿 = 矽鋁質 岩漿 = 酸性 岩漿

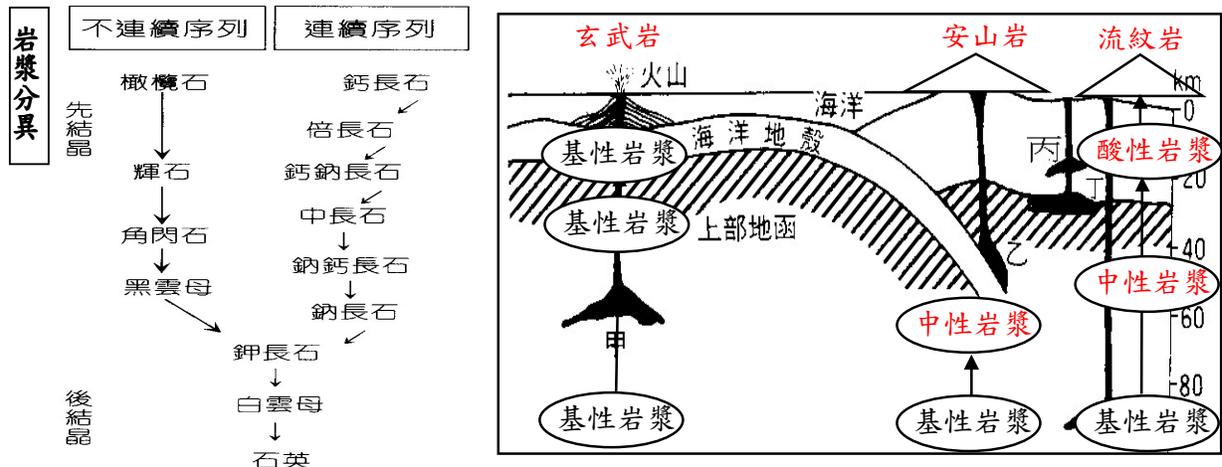
部分熔融作用：海洋地殼、地函物質熔化

(SiO₂)少、鐵鎂多

玄武 岩漿 = 鐵鎂質 岩漿 = 基性 岩漿

2.火成岩種類

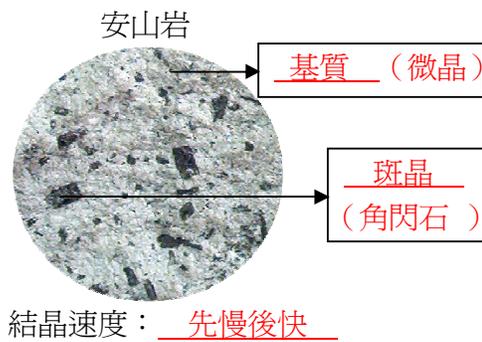
			酸性	中性	基性	超基性
SiO ₂			多	←————→		少
Fe、Mg 含量			少	←————→		多
密度			小	←————→		大
熔點			低	←————→		高
顏色			淺	←————→		深
火山岩	玻璃質	急速	浮石、黑曜岩			
	微晶組織	快速	流紋岩	安山岩	玄武岩	
深成岩	粒狀組織	緩慢	花崗岩	閃長岩	輝長岩	橄欖岩



※熔點低的礦物：晚結晶、早熔化

3.台灣常見的火成岩

- (1) 金門、馬祖：花崗岩
- (2) 澎湖：六邊形柱狀玄武岩
- (3) 大屯火山群：安山岩，俗稱觀音石

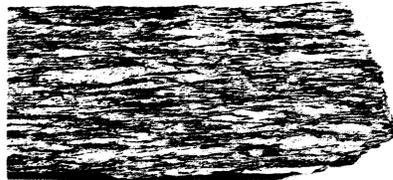


(三) 變質岩

1.葉理構造

(1) 火成岩受壓變質

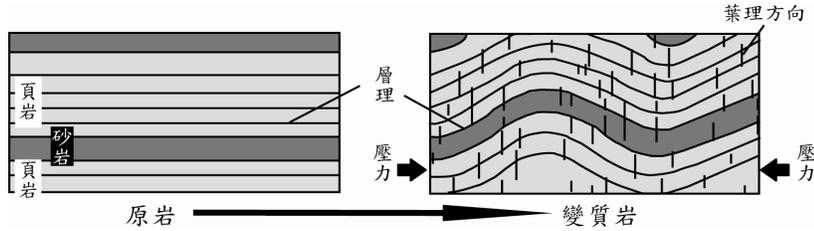
火成岩受擠壓之後溫度接近熔點，礦物變得具有可塑性，產生礦物平行排列方向的葉理。



花崗岩 → 花崗岩片麻岩

(2) 沉積岩受壓變質

沉積岩中的 片狀 礦物，受擠壓產生礦物平行排列方向的 葉理。



2. 變質岩種類

葉理狀	原岩	變質程度
<u>板</u> 岩	頁岩 (泥岩)	低度
<u>片</u> 岩		中度
<u>片麻</u> 岩		高度
花岡 <u>片麻</u> 岩	花岡岩	高度

非葉理狀	原岩
<u>石英</u> 岩	砂岩
<u>大理</u> 岩	石灰岩
<u>蛇紋</u> 岩	橄欖岩

3. 台灣的變質岩

- (1) 臺灣附近原為巨厚的泥質沉積。
- (2) 變質後的岩石以 板岩 和 片岩 為主。
- (3) 變質度自西向東逐漸變 高 (高或低)。
- (4) 中央山脈以西，臺中為 頁 岩，梨山為 板 岩。
中央山脈以東，天祥為 片 岩，太魯閣為 片麻 岩。



※利用組織辨認三大岩類

偏光顯微鏡

↓

蓋玻片

載玻片

加拿大香膠

碎屑沉積岩

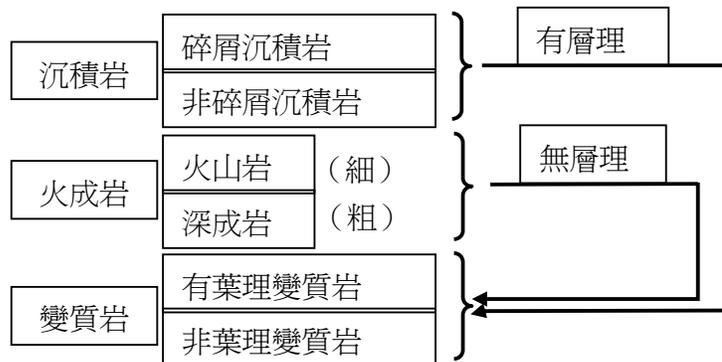
有葉理變質岩

斑狀火山岩

粒狀深成岩

生物沉積岩

微晶火山岩 (去掉大結晶)



範例練習

- (D) 1. 我們最常使用下列哪一種方法來測量地殼的厚度？ (A)雷達測距 (B)聲波回音 (C)地下鑽井 (D)地震波波速變化。

解題要訣：利用地震波波速隨深度的變化，可得知地球內部的分層結構。

- (D) 2. 岩石圈通常是指 (A)地殼 (B)地表至莫氏不連續面間之物質 (C)莫氏不連續面以下到上部地函低速帶以上之物質 (D)地表至上部地函低速帶以上之物質。

解題要訣：軟流圈之上所有固態岩石的部分即為岩石圈，包含地殼及一部分的地函。

- (C) 3. 關於大陸地殼與海洋地殼的比較，下列何者正確？ (A)前者密度較大 (B)前者為橄欖岩質 (C)後者化學成分鐵鎂質含量較高 (D)後者平均厚度較厚。

解題要訣：海洋地殼密度較大，為玄武岩質，平均厚度較薄，約 7km。化學成分鐵鎂質含量較大陸地殼多。

【單元練習】

- (B) 1. 地球各層圈中，(甲)地核、(乙)地函、(丙)大陸地殼、(丁)海洋地殼，密度由小到大依序是 (A)丁丙乙甲 (B)丙丁乙甲 (C)丙丁甲乙 (D)丙乙丁甲。

【解析】地球形成之初為熔融狀態，在分化的過程中，重的物質下沉，輕的上浮到表層，故密度由表層到深層愈來愈大。

- (B) 2. 地震波在地球內部傳遞時，下列哪一位置的波速最快？ (A)地殼 (B)下部地函 (C)外核 (D)內核。

【解析】地震波在固態傳遞時，通過密度愈大的物質波速愈快，但在通過外核的液態物質時則波速會馬上降低很多，故在下部地函的位置波速最快。

- (D) 3. 我們推測地球的外核為液態，其最主要的原因為下列何者？ (A)P 波波速驟減 (B)P 波無法通過 (C)S 波波速驟減 (D)S 波無法通過。

【解析】S 波為橫波，無法通過液態物質。當 S 波到達外核時即無法傳遞。

- (B) 4. 下列哪一個選項中的岩石都是變質岩？ (A)石灰岩、玄武岩、板岩 (B)片麻岩、蛇紋岩、大理岩 (C)石英岩、橄欖岩、片岩 (D)板岩、大理岩、礫岩。

【解析】詳見岩石分類表。

- (B) 5. 下列有關軟流圈的敘述，何者正確？ (A)由完全熔融的岩石組成 (B)軟流圈完全在地函之內 (C)軟流圈的深度在大陸及海洋地區均相同 (D)軟流圈包含了一部分的岩石圈。

【解析】(A)軟流圈為可塑性高的岩石，只有部分地區為熔融狀態。(C)軟流圈在大陸地區比較深，在海洋地區比較淺。(D)軟流圈與岩石圈兩個層圈各自獨立。

- (ABC) 6. 有關固體地球的敘述，下列哪些正確？（應選三項） (A)大陸地殼的主要組成為矽鋁質含量較多的花岡岩類 (B)海洋地殼是由鐵鎂質含量較多的玄武岩類為主 (C)海洋地殼的密度比大陸地殼大 (D)地函的主要岩石為安山岩質 (E)地核是由密度極大的固態金屬所組成。

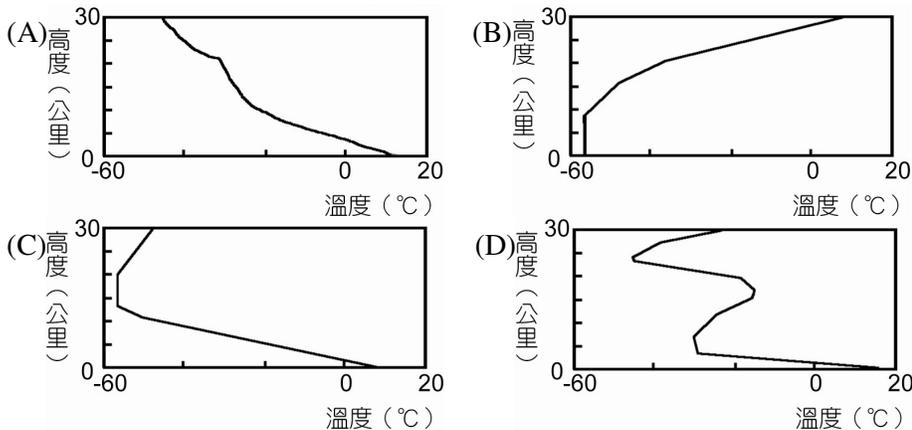
【解析】(D)地函的主要岩石為橄欖岩質。(E)地核是由密度極大的金屬所組成，但外核為液態，內核才是固態。

【綜合評量】

※下表顯示某地大氣平均溫度與氣壓的垂直分布情形，回答 1.~3.題：

高度（公里）	溫度（℃）	氣壓（百帕）
0	15.0	1013.30
4	-11.0	616.60
8	-36.9	356.50
12	-56.5	194.00
16	-56.5	103.50
20	-56.5	55.29
25	-51.6	25.49
30	-46.6	12.00

(C) 1. 距離地面 30 公里以內，該地氣溫的垂直分布可用下列哪一曲線表示？



(A) 2. 該地的對流層頂位置約在哪一高度？ (A)12 公里 (B)16 公里 (C)20 公里 (D)25 公里。

【解析】對流層的溫度變化為高度增加而溫度降低，找溫度不再降低的位置，即為對流層頂。

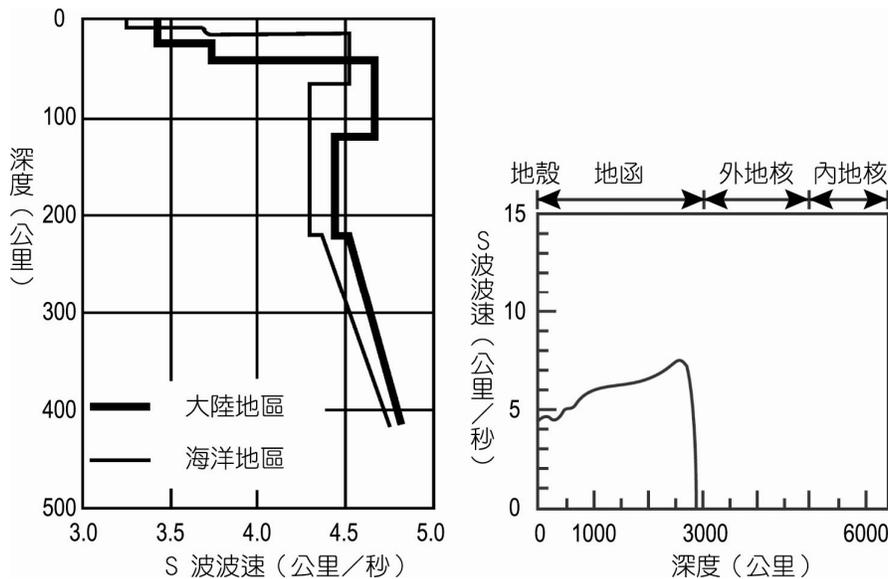
(A) 3. 在靜力平衡的假設下，氣壓是每單位面積空氣柱的重量。試問在該地離地 30 公里以內的空氣占該地上空所有空氣的百分比為多少？ (A)99% (B)80% (C)70% (D)50%。

【解析】由表知，地表的大氣壓力為 1013.30hPa，30km 高的大氣壓力為 12.00hPa。故 30 公里以內的空氣占該地上空所有空氣的百分比 = $\frac{1013.3-12}{1013.3} \times 100\% \approx 99\%$ 。

(D) 4. 人造衛星運行在增溫層氣溫高達 1000℃ 以上的高空，卻不會因高熱燒毀的原因為何？ (A)衛星的高速運行有助於快速散熱 (B)衛星其實是靜止在高空，不會與大氣摩擦產生高熱 (C)高層空氣很流通，能使衛星迅速散熱 (D)該層空氣太稀薄，衛星吸收與摩擦所產生的熱量太少。

【解析】增溫層的溫度是指空氣粒子所具有的動能，即使碰上，也因空氣稀薄，總能量是很少的，衛星吸收與摩擦所產生的熱量太少。

※下左圖為地震波（S 波）在地下不同深度的波速變化圖。圖中顯示波速在低速帶顯著降低，回答 5.~6.題：



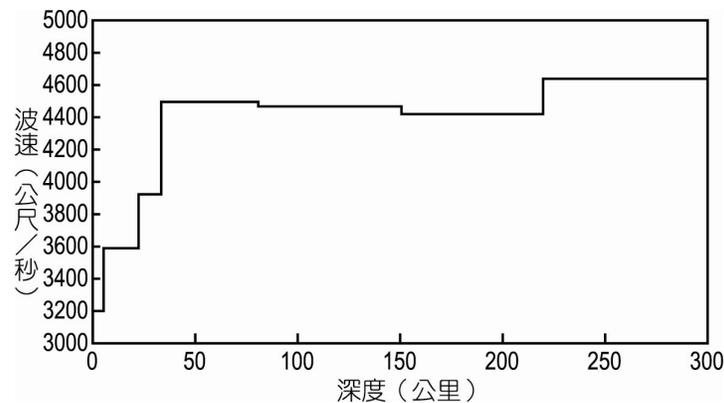
- (D) 5. 下列有關低速帶的敘述，何者正確？ (A)它相當於地球內部層圈構造的過渡帶 (B)與 S 波相反，P 波波速在低速帶內不減反增 (C)低速帶深度，在大陸及海洋地區均相同 (D)已變慢的 S 波波速，大致在地下 225 公里深處又開始增大。

【解析】(A)波速顯著降低的區域是軟流圈。(B)P 波波速在軟流圈亦降低。(C)由圖知，低速帶的深度在海洋及大陸地區不同。(D)由圖知，S 波波速，大致在地下 225 公里深處又開始增大。

- (B) 6. 實際觀測發現，S 波無法通過外地核，如上右圖所示。由此可推斷外地核的物質是什麼狀態？ (A)固態 (B)液態 (C)氣態。

【解析】體波中的 S 波無法通過液體物質，故可推斷外地核為液態的物質。

※下圖為全球平均地震波 (S 波) 速度隨深度的變化圖，回答 7.~10.題：



- (B) 7. 莫氏不連續面的深度約為多少 km？ (A)20 (B)35 (C)80 (D)150 (E)220。【解析】莫氏不連續面的深度在從地表開始往下找，波速明顯迅速增加的位置，約為 35km。

- (D) 8. 請估算軟流圈的厚度約有多少 km？ (A)10 (B)25 (C)80 (D)140 (E)220。

【解析】軟流圈的起始點為波速降低的開始，約為 80km，結束的地方在波速開始增加的位置，約為 220km，故軟流圈的厚度為 140 km。

- (B) 9. 請估算岩石圈的厚度約有多少 km？ (A)55 (B)80 (C)125 (D)140 (E)220。

【解析】軟流圈之上即為岩石圈，厚度約為 80km。

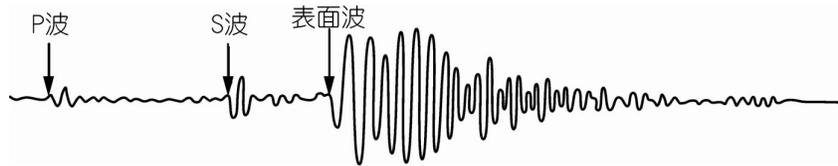
- (A) 10. 由以上數據可知，下列位置的厚度比較，何者正確？ (A)軟流圈 > 岩石圈 = 板塊 > 地殼 (B)軟流圈 > 板塊 > 岩石圈 > 地殼 (C)軟流圈 > 岩石圈 > 板塊 > 地殼 (D)板塊 > 軟流圈 > 岩石圈 > 地殼 (E)板塊 > 軟流圈 > 地殼 = 岩石圈。

【解析】岩石圈即為板塊，再依以上的數據得知厚度：軟流圈 > 岩石圈 = 板塊 > 地殼。

- (C) 11. 岩石圈與軟流圈中岩石的最大差異是 (A) 岩石圈中的岩石成分以安山岩最多 (B) 軟流圈中岩石密度比較小 (C) 軟流圈中岩石可塑性比較高 (D) 軟流圈中岩石均為熔融狀態的岩漿。

【解析】岩石圈為剛性岩石；軟流圈中的岩石因溫度升高而具有可塑性，某些地區的岩石有部分熔融的現象。

- (BG) 12. 某測站收到的地震波如下圖所示。下列有關此三種波的比較敘述，何者正確？(應選二項)
(A) P 波的速度最慢 (B) P 波最先到達測站 (C) P 波屬橫波 (D) S 波屬縱波 (E) S 波的速度最快 (F) 表面波的振幅最小 (G) 表面波的速度最慢。



【解析】(A) P 波的速度最快。(B) P 波最先到達測站。(C) P 波屬縱波。(D) S 波屬橫波。(F) 由圖知，表面波的振幅最大。(G) 由圖知，最早到達的波為 P 波，S 波次之，表面波最慢。

- (C) 13. 根據氣溫分布的特性，地球大氣圈可分為對流層、平流層、中氣層及增溫層。下列有關這四個分層的敘述，何者正確？ (A) 陽光首先照射到地球大氣圈的最外層，因而在此產生對流層 (B) 陽光中的紫外線穿透地球大氣圈抵達地面後，其量絲毫不減 (C) 對流層中的水氣與二氧化碳，均具有替地球保溫的作用 (D) 水循環主要發生在對流層與平流層之交界面上。【90 學測】

【解析】(A) 大氣圈的最外層為增溫層，對流層最靠近地表。(B) 紫外線大部分在平流層中被臭氧吸收。(C) 水氣與二氧化碳均為溫室氣體，會吸收地球的紅外線長波輻射，產生保溫作用。(D) 水循環主要發生在對流層中。

- (A) 14. 海浪和洋流不斷攪動海水接近表面的一層，使得此層上下海水的一些物理性質混合均勻，故稱它為混合層。下列何者不會因混合而達到均勻？ (A) 海水壓力 (B) 海水鹽度 (C) 海水溫度 (D) 海水密度。

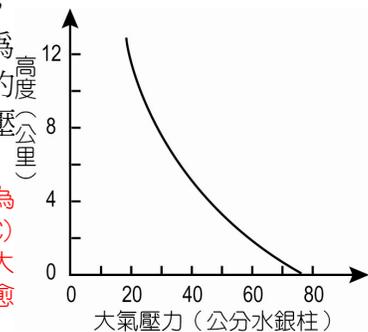
【解析】海水的壓力隨著深度的增加而增大，不會因混合而增減。

- (A) 15. 下列有關壓力或溫度，隨高度（或深度）變化的敘述，何者正確？ (A) 距地面愈深處的岩壓和岩溫都愈大 (B) 距海面愈深處的水壓和水溫都愈小 (C) 平流層中，距地面愈高處的氣壓和氣溫都愈小 (D) 對流層中，距地面愈高處的氣壓和氣溫都愈大。【92 學測】

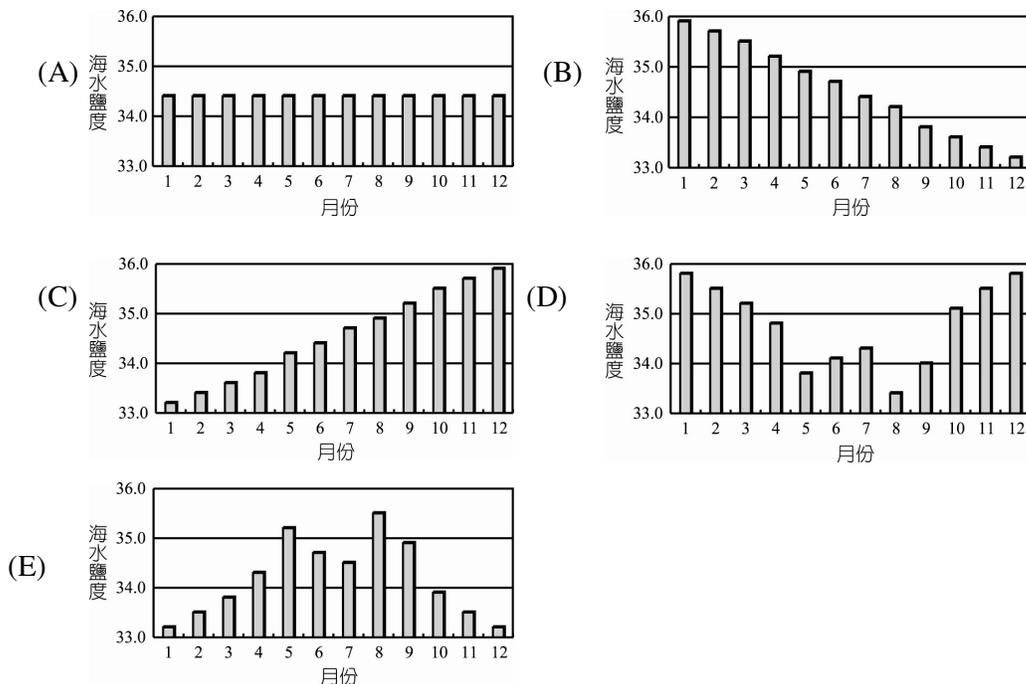
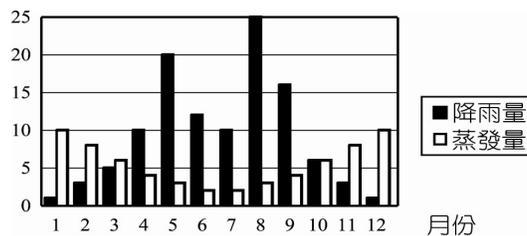
【解析】(B) 距離海面愈深處的水壓愈大、水溫愈低。(C) 平流層中，距離地面愈高處的氣溫也愈高。(D) 對流層中，距離地面愈高處的氣溫和氣壓都是愈小的。

- (D) 16. 右圖為大氣壓力與離地高度的關係圖，下列有關氣壓的敘述，何者錯誤？ (A) 利用氣壓與高度的相關性，氣壓計也可以作為高度計 (B) 地面的氣壓相當於高約 76 公分水銀柱底面承受的壓力 (C) 離地面 8 公里處的高空氣壓，大致已小於 0.5 大氣壓 (D) 距地面愈高，其氣壓隨高度的變化率愈來愈大。【92 學測】

【解析】(A) 由圖的曲線可知，氣壓與高度間為函數關係，故氣壓計可作為高度計。(B) 由圖可知，當高度為 0（地表面）時，氣壓約為 76 cm-Hg。(C) 由圖可知，8km 的氣壓約為 30cm-Hg，1 大氣壓為 76 cm-Hg，故 (30/76) 大氣壓小於 0.5 大氣壓。(D) 距地面愈高，氣壓隨高度的變化率 ($\Delta P/\Delta H$) 愈小。

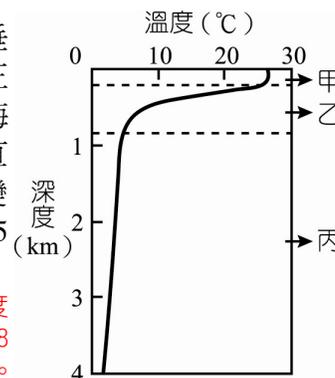


- (D) 17. 假設在距離河流出口極遠且沒有明顯湧升流之海面上，海水流量均勻且不隨時間變化。右圖中黑色柱狀體長度代表月平均降雨量（毫米／天），白色柱狀體長度代表月平均蒸發量（毫米／天）。試問下列何者最可能是該處月平均鹽度變化圖？【94 學測】



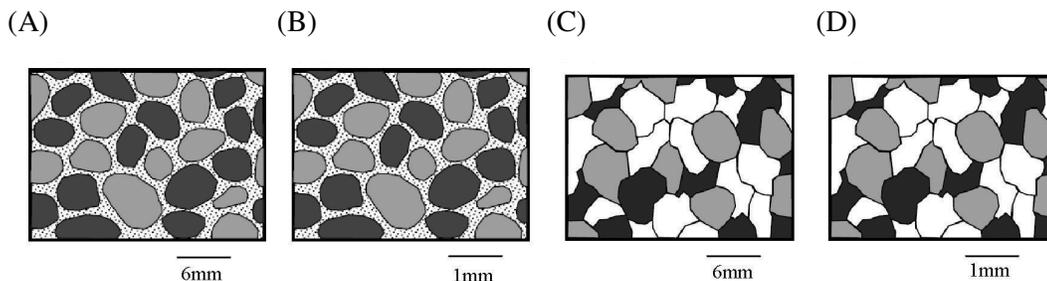
【解析】海水的鹽度與蒸發量、降雨量的多寡有關，若蒸發量大於降雨量則鹽度變大。1 月及 12 月蒸發量遠大於降雨量，其鹽度最大，8 月降雨量遠大於蒸發量，故鹽度最小。

- (AD) 18. 右圖為太平洋某地海水溫度與深度的關係圖。若依海水溫度的垂直變化特徵，將海水分為甲、乙、丙三層，則下列哪幾項敘述正確？（應選二項） (A) 海水溫度最低處出現在丙層 (B) 乙層海水溫度的垂直變化最大，稱為混合層 (C) 丙層海水溫度的垂直變化最大，稱為斜溫層 (D) 甲層為混合層，海水溫度的垂直變化不大 (E) 乙層海水溫度隨深度遞減率大約為 $1^{\circ}\text{C} / \text{km}$ 。【95 學測】



【解析】(B) 乙層海水溫度的垂直變化最大，稱為斜溫層。(C) 丙層海水溫度的垂直變化小於乙層，稱為深水層。(E) 乙層的深度約海面下 0.2 公里~0.8 公里，溫度約由 26°C 降至 4°C ，故海水溫度隨深度遞減率大約為 $36.7^{\circ}\text{C} / \text{km}$ 。

- (B) 19. 某生用地質鐵鎚於野外敲擊一岩體，撿取敲下之石塊標本，製成薄片在顯微鏡下觀察及測量，並判斷其為砂岩，則該生觀察到的岩石薄片最接近下列哪一個圖形？（圖下方之水平線段為各圖之比例尺）【97 學測】

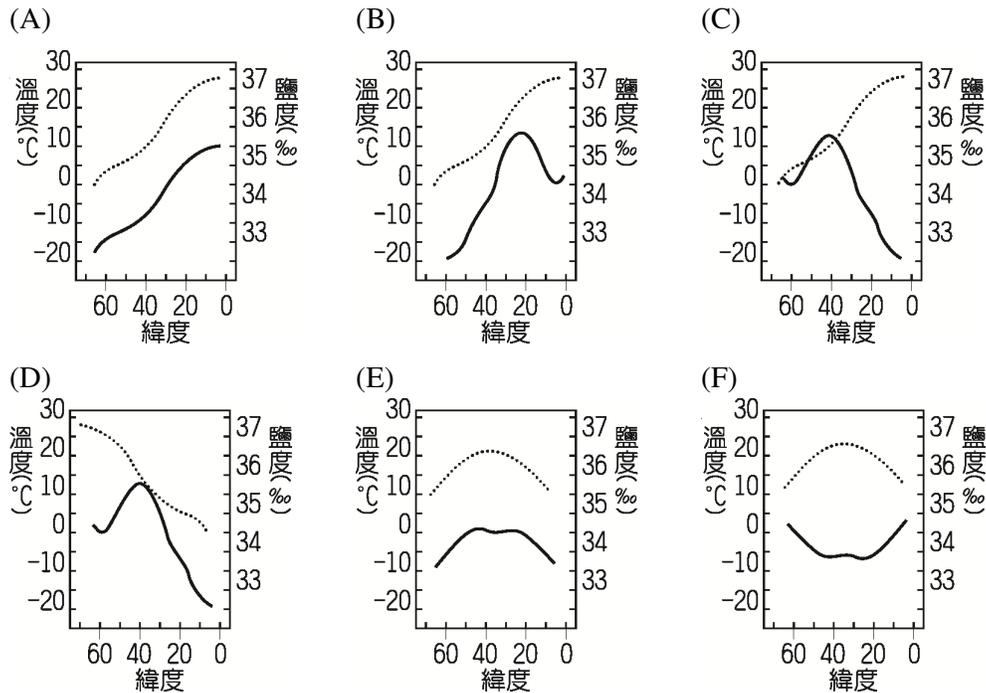


【解析】砂岩為岩屑在沉積過程中經搬運後磨圓的顆粒所組成，空隙處為膠結狀充填，組成顆粒大小為 2-1/16mm 間。

- (CD) 20. 海水的溫度、鹽度和密度是海洋的重要特性。下列有關海水溫度、鹽度和密度的敘述，哪些選項正確？（應選二項） (A)海水中所含的鹽類僅有氯化鈉 (B)海水表面溫度與密度均大於深層水之溫度與密度 (C)海水溫度與鹽度的差異分布為形成密度流的主要原因 (D)一般而言海水表面的溫度隨著緯度的不同和季節的改變而有變化 (E)海水表面鹽度與蒸發量和降水量有關，所以赤道地區的平均鹽度最高。【97 學測】

【解析】(A) 海水中所含的鹽類以氯化鈉所占比例最多。(B) 海水表面直接接受太陽照射，故溫度大於深層水之溫度；密度則為由表層往深層增加。(E) 海水鹽度與蒸發量和降水量有關，蒸發量大而降水量少的地區鹽度較高。赤道地區因降水量高於蒸發量，所以平均鹽度不高。

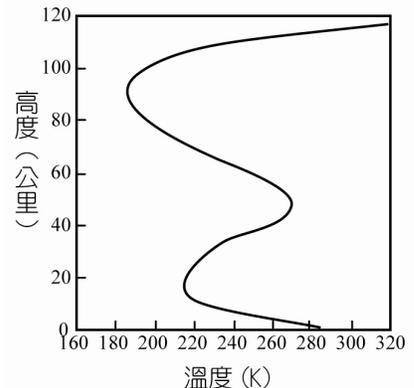
- (B) 21. 下列哪一張圖最能代表北半球海水表面溫度與鹽度隨著緯度改變而變化的情形？（虛線表示溫度，實線表示鹽度）【98 學測】



【解析】北半球的表層海水受日照的影響，緯度愈高，日照愈少，海水表面溫度愈低；北緯 30 度左右副熱帶高壓籠罩的海面，蒸發量遠大於降雨量，故鹽度最高；赤道地區為低壓輻合區，降雨量大，但蒸發量也大，而緯度 60 度附近海面為副極地低壓籠罩的海域，降雨量多，但蒸發量少，所以赤道地區海面的鹽度比北緯 60 度附近海面的鹽度大。

- (D) 22. 地球大氣的垂直溫度結構如右圖所示。增溫層的溫度所以會隨高度而增加，其原因最可能為下列何者？ (A) 增溫層最接近太空 (B) 增溫層受到太陽風的影響 (C) 增溫層接受來自太陽與地表的輻射 (D) 增溫層吸收太陽輻射中的紫外線、X 光 (E) 增溫層的空气密度稀薄，空氣分子間隔很大。【98 學測】

【解析】增溫層氣壓非常低，但空氣分子可吸收來自太陽輻射中的紫外線、X 光等而游離增溫，距地表愈高影響愈大，溫度也就愈高。



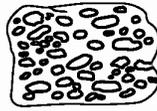
※科學家依據岩石生成方式的不同，把岩石分類成火成岩、沉積岩與變質岩三大類。下圖為一些常見的岩石，試依據圖回答 23.~24.題。【98 學測】



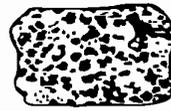
玄武岩



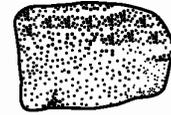
片麻岩



礫岩



花岡岩



砂岩

- (B) 23. 變質岩中所含的礦物，因曾受到較大壓力或溫度的影響，故有些常呈一定的排列方向，圖中哪個岩石最可能為變質岩？ (A)玄武岩 (B)片麻岩 (C)礫岩 (D)花岡岩 (E)砂岩。

【解析】原岩中若含有片狀礦物，受高溫、高壓變質後，會在壓力的垂直方向呈現平行排列，稱為葉理，圖中片麻岩的平行條狀即為葉理。

- (E) 24. 下列選項所列有關圖中五種岩石所屬岩石類別的數目，何者正確？

選項	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
火成岩	0	1	1	2	2	3	3
沉積岩	2	1	2	1	2	1	2
變質岩	3	3	2	2	1	1	0

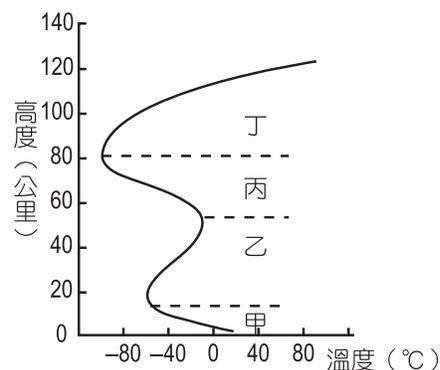
【解析】玄武岩和花岡岩為火成岩，礫岩和砂岩為沉積岩，片麻岩為變質岩。

第三章 地球的結構

牛刀小試

C* 3-1

- (A) 1. 泰宇在搭飛機時，飛機上的空中小姐發給他一包餅乾，請問飛機在高空時，這包餅乾的包裝有何變化？為什麼？ (A)包裝膨脹，因氣壓降低 (B)包裝不變，因氣壓不變 (C)包裝乾扁，因氣壓增高。【解析】高度越高，氣壓越小，大型飛機在飛行時，高度往往超過 10000 公尺，外界壓力會降至 0.25 大氣壓力以下，客艙內若不加壓，人體往往會呼吸困難而缺氧，因此飛機內的客艙壓力調節裝置會使客艙壓力維持在相當於海拔高度 1500~2400 公尺範圍的大氣壓力；餅乾包裝內氣壓不變，故應膨脹。
- (D) 2. 下列關於氣壓對高度的變化，何者正確？ (A)氣壓在水平方向的變化大於它在垂直方向的變化 (B)高空的空氣越稀薄，遞減率越大 (C)氣壓隨著高度上升每一公里氣壓下降 6.5 百帕 (D)高度計可利用高度和氣壓的變化關係來求出所在的高度。
- (C) 3. 右圖為大氣的垂直結構示意圖，判斷下列敘述何者正確？ (A)隨高度遞增，溫度上升速率最快的為乙層 (B)能隔絕紫外線的臭氧位在丁層 (C)一般長程客機是在乙層底部飛行 (D)天氣變化如颱風、下雨等發生在甲層和乙層。【解析】(A)溫度上升速率最快的為丁（增溫）層。(B)能隔絕紫外線的臭氧位在乙（平流）層。(C)一般長程客機是在乙（平流）層底部飛行，以避開不穩定的天氣。(D)天氣變化如颱風、下雨等發生在甲（對流）層。

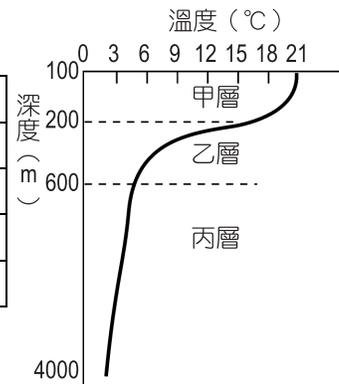


C* 3-2

- (B) 4. 海水的成分中，鹽類因溶於水中而呈離子狀態，海水中含量最高的離子是哪一種？ (A)鈉離子 (B)氯離子 (C)鎂離子 (D)鈣離子。
【解析】海水中的鹽類以離子存在，最多的離子為氯離子。
- (D) 5. 關於海水中的鹽類，下列敘述何者正確？ (A)鹽度 35‰ 的海水裡面，氯化鈉占總鹽類組成的比例和鹽度 33‰ 的海水並不相同 (B)鹽度 34‰ 的海水代表一公斤的海水裡有 34 公克的食鹽 (C)海水中的陽離子主要是由陸上或海底火山噴發而來 (D)現在科學家常以測量海水導電度來推算海水鹽度。【解析】(A)各地海水鹽度雖不同，但主要元素比例大致相同。(B)鹽度 34‰ 即指一公斤海水中含有溶解總鹽類共 34 克。(C)陽離子主要來自於地表岩石風化後，隨水循環輸入海中累積而成。

- (A) 6. 右圖是海水溫度隨深度變化的示意圖，甲層溫度變化不大，其名稱和溫度在不同深度仍維持均勻的原因應是下列表中哪一選項？

選項	名稱	原因
(A)	混合層	波浪與洋流的充分混合
(B)	混合層	空氣對海面加熱
(C)	斜溫層	波浪與洋流的充分混合
(D)	斜溫層	空氣對海面加熱



【解析】海水依溫度變化可以分成混合層、斜溫層、深水層，最上面的為混合層，因海水有波浪和洋流充分混合，故溫度變化不大。

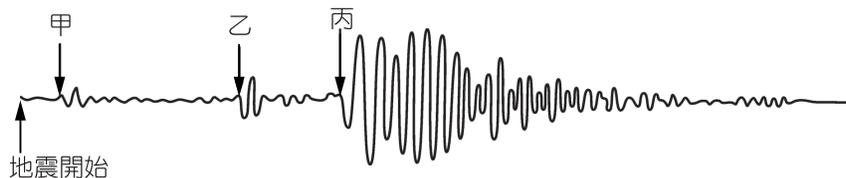
- (B) 7. 海水表面的鹽度，一般以哪個緯度範圍最高？其原因是什麼？

選項	緯度範圍	原因
(A)	0 度	日照強而蒸發量大
(B)	20 ~ 30 度	蒸發量 > 降雨量
(C)	40 ~ 60 度	降雨量 > 蒸發量
(D)	80 ~ 90 度	海水結冰

【解析】緯度 20~30 度的海面，因蒸發量 > 降水量，故鹽度比其他緯度海面高。

C* 3-3

- (D) 8. 下圖是某一地震測站的地震波紀錄，甲、乙、丙代表不同的地震波，以下哪一觀念是錯誤的？ (A) 利用地震波探測地球內部時，主要是利用甲波和乙波兩波 (B) 丙波到達時，地面搖晃程度最大 (C) 利用甲波和乙波到達時的時間差距，可以判斷測站和震源距離 (D) 甲波不能在地球外核傳遞。



【解析】甲波是 P 波，乙波是 S 波，丙波是表面波。(A) 體波可在地球內部傳遞，故要用 P 波和 S 波。(B) 丙波振幅最大。(C) P 波和 S 波到達時的時間差距越大，測站和震源距離越遠。(D) P 波可以在固、液體傳遞，地球外核也可傳遞。

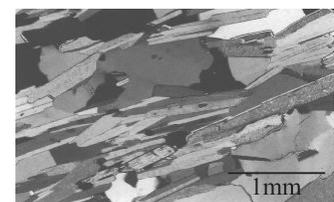
- (A) 9. 以下為固體地球各層和主要岩類的表列，哪一項的對照有誤？

選項	(A)	(B)	(C)	(D)
分層	大陸地殼	海洋地殼	地函	地核
成分或岩類	橄欖岩質	玄武岩質	橄欖岩質	鐵、鎳

【解析】(A) 大陸地殼是由火成岩、變質岩、沉積岩共同組成。

- (C) 10. 泰宇在學校的顯微鏡中看到的岩石標本，如右圖所示，可以看到其中片狀的礦物似乎朝同樣方向排列，請幫他判斷這是哪一類岩石？ (A) 火成岩 (B) 沉積岩 (C) 變質岩。

【解析】片狀礦物呈平行排列，此為變質岩的葉理。

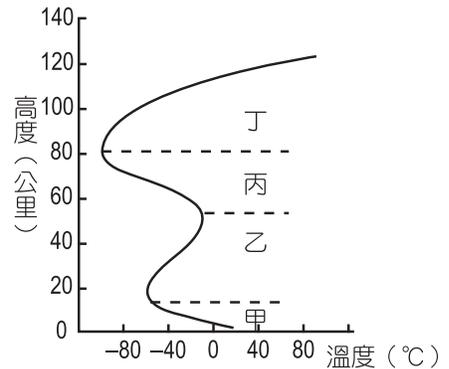


C 3-1

※下圖為大氣的垂直結構示意圖，根據此圖回答 1~3 題：

(D) 1. 以下關於各層名稱的配對，哪一項有誤？

(A)	甲	對流層
(B)	乙	平流層
(C)	丙	中氣層
(D)	丁	斜溫層



【解析】(D)應為增溫層。

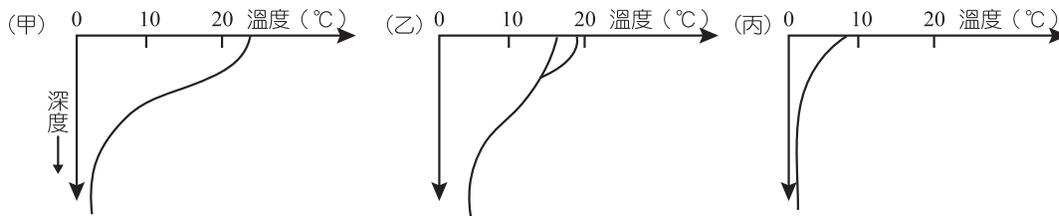
(B) 2. 溫度最低是在哪一層？溫度最高在哪一層？ (A)最低：對流層頂；最高：平流層頂 (B)最低：中氣層頂；最高：增溫層頂 (C)最低：對流層頂；最高：中氣層頂 (D)最低：平流層頂；最高：增溫層頂。

【解析】圖中可看出最低溫應在中氣層頂，增溫層頂溫度最高。

(D) 3. 各層溫度隨高度變化的原因，下列哪一項敘述是錯誤的？ (A)對流層因為地表輻射而加溫，故離地表越遠溫度越低 (B)平流層因為其中臭氧吸收紫外線而加溫，故越高處溫度越高 (C)中氣層無法吸收太陽輻射，離下方臭氧層越遠溫度越低 (D)增溫層是吸收太陽輻射中波長較長的部分，如無線電波、紅外線等部分而升溫，故越外面氣體溫度越高。

【解析】增溫層是吸收太陽輻射中波長較短的部分，如紫外線、X 射線、 γ 射線等部分而升溫。

※下圖是海水溫度隨深度變化的示意圖，回答 4~6 題：



(C) 4. 哪一個圖代表海水在高緯度的溫度變化？ (A)甲 (B)乙 (C)丙。

【解析】高緯度表面海水溫度低，故選(A)。

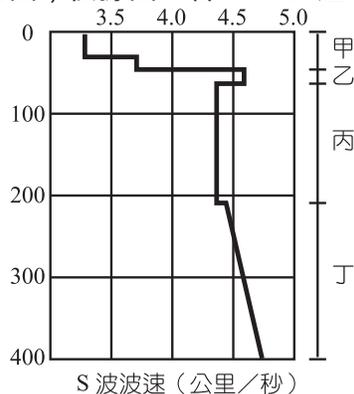
(D) 5. 哪一個地區的海水不容易觀察到斜溫層？ (A)赤道 (B)北回歸線 (C)緯度 60 度 (D)北極海。

【解析】高緯度地區表面海水溫度低，故斜溫層變化不明顯。

6. (乙)圖中表面海水溫度變化呈兩條線，原因為何？

↳ 答：中緯度地區表面海水夏季溫度較高，冬季溫度較低，故表面溫度呈兩條線。

※下圖是一地震波速度隨深度的變化圖，依據圖回答 7~9 題：



(C) 7. 軟流圈是圖中哪一部分？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

【解析】軟流圈地震波波速減慢，又稱低速帶。

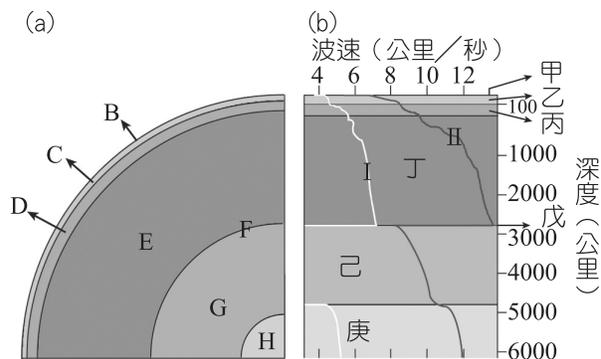
(B) 8. 岩石圈是哪一部分？ (A)甲 (B)甲、乙 (C)甲、乙、丙 (D)丁。

【解析】軟流圈以上的部分為岩石圈。

(A) 9. 地殼是哪一部分？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

【解析】莫氏不連續面為地震波波速突然增加，故甲為地殼，甲乙間介面為莫氏不連續面。

※如下圖所示，(a)圖是地球層圈構造，(b)圖是地震波在地底下傳播速率變化，其中B是(a)圖最外一層，D層位於100~350公里，I和II兩曲線表示地震波，回答10~11題：



(D) 10. 各層對應名稱何者正確？ (A)E是地殼 (B)G為地函 (C)F稱為莫氏不連續面 (D)H稱為內核。

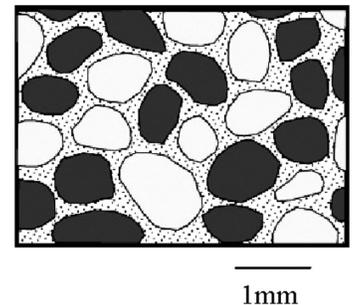
【解析】(A)E是地函。(B)G為外核。(C)F稱為古氏不連續面。

(C) 11. 對於I和II兩地震波的變化，哪一項敘述是錯的？ (A)在丁層中，I和II兩地震波隨深度增加而變快 (B)大約2900公里深出現地震波的速度不連續面 (C)I和II兩地震波都無法通過己層 (D)II地震波在丁層中大約400~600公里，隨深度的波速增加率比在深度1000~2000公里的增加率大。

【解析】II地震波可以通過己層。

12. 泰宇將野外採集到的一塊岩石標本切下一小塊，製作成薄片後在顯微鏡下觀察並測量，看到的情形如右圖所示，利用你課本所學，請幫他判斷所看到的岩石應命名為哪一種岩石？為什麼？(圖下方之水平線段為比例尺)

→ 答：沉積岩中的砂岩。從岩石薄片中看到岩石中的顆粒外形邊緣較圓滑，此為經過搬運作用而造成的現象，顆粒大小小於2公釐，但大於1/256公釐，故可以判斷是砂岩。





筆記欄

A large, rounded rectangular area containing 15 horizontal dashed lines, intended for writing notes.

