

2012 年第九屆國際國中科學奧林匹亞競賽 --理論試題

國立臺灣師範大學 科學教育中心

物理科試題

伊朗透過波斯灣跟海洋聯接。波斯灣地處西亞，位於伊朗（波斯）和阿拉伯半島之間。它的面積是 240,000 km²，其平均深度 50 m。波斯灣是僅次於墨西哥灣和赫德遜灣的最大海灣，蘊含豐富的石油和天然氣資源。人類在波斯灣的航行史可遠溯至很久、很久以前，但最早的確切證據只到公元前四世紀。在這題中使用 $g=10\text{m/s}^2$ 。

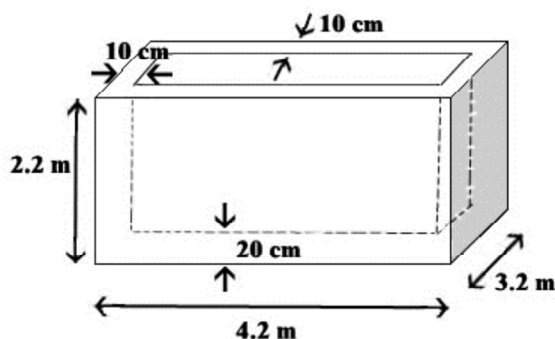
Part A)

要把波斯灣的水溫提升攝氏一度需要多少能量？你可將波斯灣看成是立方體。

水的比熱 $C_{\text{water}}=4200\text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ，其密度 $\rho_{\text{water}} = 1000\text{ kg m}^{-3}$ 。 (1 分)

Part B)

漁業和採珠業是這地區人民的主要收入來源之一。當地人民建造一些小木船，其材料完全來自於當地的一種木材。若小船高的 0.186 m 會浸於水中，則木材的密度是多少？為簡單起見，小船可看成一個挖空的長方體形狀，如下圖所示。船邊和船底的厚度分別是 10 cm 和 20 cm。 (1 分)



Part C)

I- 上述的 B 小題 只是理論上的情形。人們使用小船時需要用到它的內部空間，放置器具、材料等等。已知小船內部其他物體的額外質量是 $1.99 \times 10^4\text{ kg}$ 。

若要求船浸入水中的深度，不超過其高度的 80%，船內最多還可以乘載多少潛水員？
假設每個潛水員的質量是 80 kg。 (1.5 分)

- II- 在很熱的夏天中，溫度可以高到 50°C ，而鹽水會強烈地蒸發。若小船浸入水中的部份最多不超過其高度的 80%，下列哪個敘述是正確的？忽略熱膨脹的效應。船內最多可以乘載的潛水員數會
- (1) 增加
 - (2) 減少
 - (3) 保持不變

Part D)

潛水員發現海水透過漏洞滲入船內，並在船底鋪滿了薄薄一層。在把漏洞堵住後，他們用一個抽水泵浦把水泵出船外。泵浦包含一段均勻的塑膠管，其半徑(內徑)為 1 cm，並以 3 m/s 的速度把水從船邊泵出。問泵浦的輸出功率是多少？ (2.5 分)

Part E)

在人們發現石油數世紀前，珍珠的開採和貿易曾是波斯灣南岸住民很重要的經濟活動以及財富來源。除了白珍珠外，波斯灣中還有粉紅色、黃色、綠色、藍色、棕色、和黑色的珍珠。

曾有人潛到海底 15 m 的深度去採珠。他在這深度所承受的壓力是多少 (以 Pascal 表示)？ (1 分)

Part F)

一個 2.0 kW 的泵浦是以太陽能作為能源的。已知把光能轉為電能的效率是 12 %。若太陽輻射的強度是 1100 W/m^2 ，求此太陽能板的最小面積。 (1.5 分)

Part G)

已知聲音 (或超聲波) 在空氣和水中的速度分別是 340 m/s 和 1440 m/s。

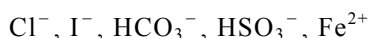
- I- 計算聲波在水中 (相對於空氣) 的折射率。
- II- 有一艘飛機位於某個海平面上空 1 km 處，向著海底方向發出一束超聲波，並在 7 s 後接收到回聲的訊號。估計該處海洋的深度。 (1 分)

化學科試題

分析波斯灣的水樣品

化學分析可運用在許多工業上，也對化學以外的科學有很大的幫助。例如：化學分析可以幫助生物學家鑑定並維護某些特定植物生長的水質之特性。

一群生物學家研究鄰近波斯灣的紅樹林，及其水中的化學物質。他們將水樣品送到分析實驗室，欲測定水中化合物的組成和濃度。在經過各種定性分析後，已知水中含有



為了測量氯離子和碘離子濃度，取 20.0 mL 的水樣品並加入過量的 AgNO_3 溶液，得到 2.93 g 的沉澱物。另一實驗將過量的 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液加入 30.0 mL 的水樣品中，得到 4.3 g 的沉澱物。假設在兩個實驗中，離子均完全沉澱。

注意：所有計算都必須使用考卷所提供的週期表中，所列的原子量之精確數值。

- 1) 寫出相關的平衡化學反應式。(2 分)
- 2) 計算樣品中 Cl^- 和 I^- 的濃度。(3 分)

接著要測量 HCO_3^- 和 HSO_3^- 的濃度。將過量的 5.0 M 硫酸加到 100 mL 的樣品中，收集產生的氣體並測量其體積。

- 3) 若要從濃硫酸(重量百分 98%，密度 =1.83 g/mL)配製 1000 mL 的 5.0 M H_2SO_4 ，需要多少體積(以 mL 表示)的濃硫酸？(1 分)
- 4) 這反應會放出那些氣體？寫出所有的平衡化學反應式。(1.5 分)

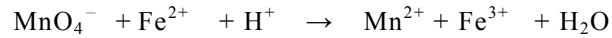
在 298 K 和 1.0 atm (101325 Pa)下，共收集了 2.5 mL 的氣體。再將氣體混合物通過酸性溴水溶液。只有一種氣體會溶解。

- 5) 畫出反應放出的兩種氣體分子的路易士結構。標出中心原子的氧化數，並圈出可再被氧化的氣體分子。(2 分)

當氣體混合物通過溴水溶液後，可收集到 2.0 mL 的氣體 (在 298K 和 1.0 atm)。理想氣體常數 R 為 0.0821 atm.L/mol.K [8.314 J/mol.K]。不需考慮水蒸氣，並假設氣體均符合理想氣體。

- 6) 計算樣品中 HCO_3^- 和 HSO_3^- 的濃度。(2 分)

為了測量 Fe^{2+} 的濃度，取 100 mL 的水樣品，先用適當的試劑除去其它離子，然後用過錳酸鉀滴定，共需 9.3 mL 的 10^{-3} M KMnO_4 才能達到當量點。滴定的反應式如下：



- 7) 平衡此滴定反應式。(1 分)
- 8) 計算樣品中 Fe^{2+} 的濃度。(1.5 分)

生物科試題

紅樹林常見於鄰近赤道的熱帶及亞熱帶地區(海岸及潮間帶)。

紅樹林的植物包括喬木及灌木。為了克服如缺氧、高鹽及潮水浸淹等不利的條件，紅樹林植物需要形態及生理上進行適應。*Avicennia marina* 是伊朗著名的紅樹林植物，為胎生(其種子於連接母株時便開始萌芽)。

Mangrove forest 紅樹林



紅樹林在世界上的分佈情形



1. 根據上文及所附地圖，下列何者為伊朗國內紅樹林的正確分佈情形？(紅樹林以粗曲線標示)



A) Caspian Sea 裏海



B) Persian Gulf & Gulf of Oman 波斯灣及亞曼灣



C) Urmia Lake 奧美亞湖



D) Caspian Sea & The straits of Hormuz 裏海及何姆茲海峽

2. 對下列紅樹林植物所遭遇的困難與對應的適應策略，進行正確的配對。(可能會有一個以上的答案)

遭遇的困難		適應策略	
A	潮汐漲退造成的水流	i	胎生苗
B	缺氧	ii	減少葉子的表面積
C	高鹽度	iii	葉子具可排泄鹽分的腺體
D	在不利環境中繁殖	iv	根在海床中大幅延展
E	高溫及蒸散作用	v	呼吸根
		vi	減少氣孔的開啓

3. 紅樹林生態系中的底棲無脊椎動物，在退潮時會曝露於空氣中，在該段期間，其體內乳酸濃度將會升高。針對下列敘述的正確或錯誤，在答案卷上對應欄位中進行勾選。

在退潮期間這些無脊椎動物的呼吸作用途徑將由有氧呼吸轉型為厭氧呼吸	0.5 分
在退潮期間這些無脊椎動物將減慢其代謝作用	0.5 分

4. 圖 1, 2 及 3 中分別屬於下列何種葉片的橫切面 (0.5×3=1.5 分)
- 中生植物 (適應生長於中等水量)
 - 水生植物 (適應生長於水中)
 - 旱生植物 (適應生長於乾旱環境)

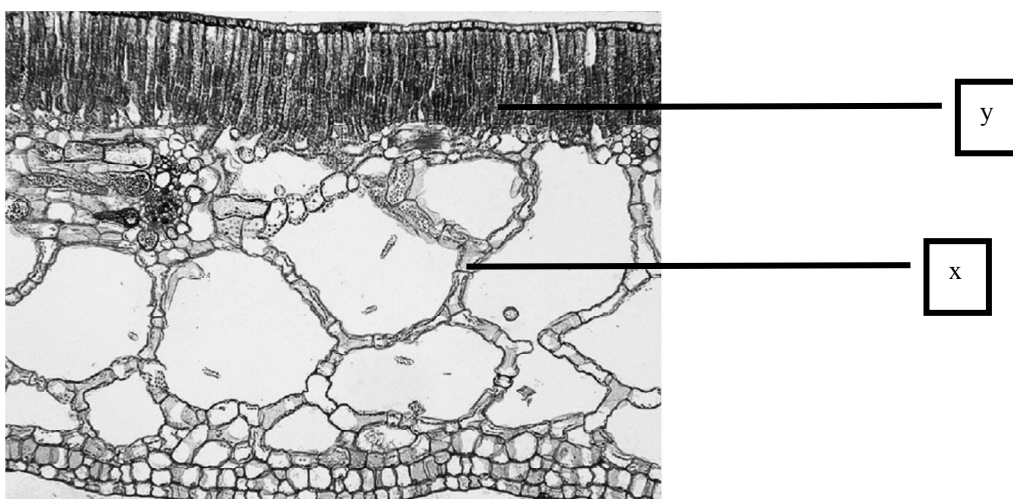


圖 1

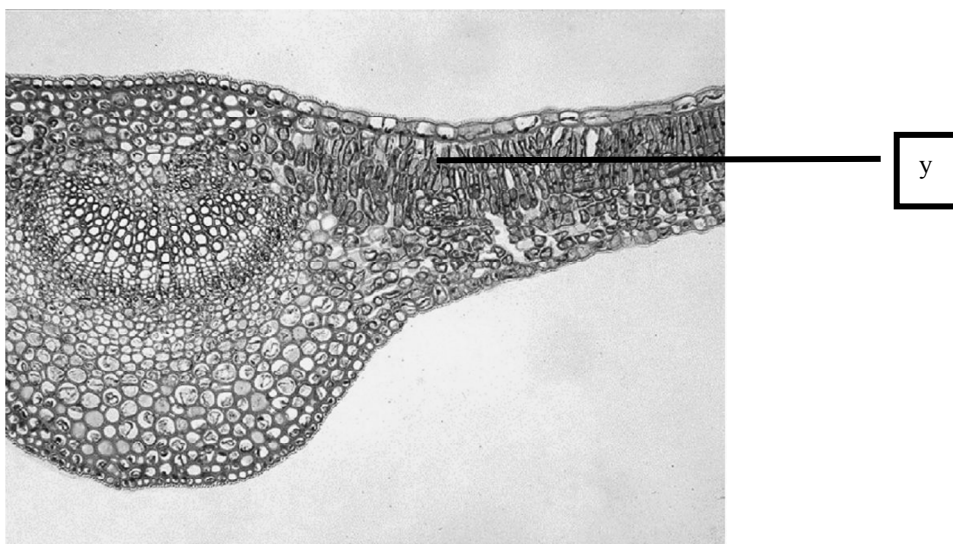


圖 2

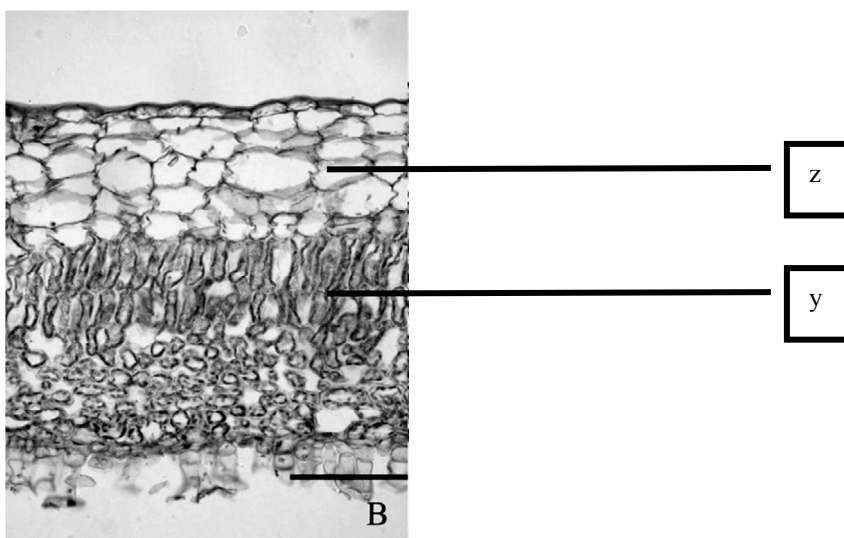


圖 3

標示:

- x. 通氣組織
- y. 光合作用組織
- z. 儲水組織

5. 閱讀下文，並於空白字母部分填入正確的用字。(0.25×8=2 分)

用字需從下表中選擇正確的選項代號

旱生植物是一種已經適應可以生存在大量缺 a).... 的環境中，例如沙漠。旱生植物可以已經有適應的形狀或形式，或內部功能的適應，因此，可以在長期乾旱環境下減少水分的散失或儲存水分。植物具有這種形態上的適應，稱為旱生植物。

與其他植物相較，旱生植物有最少的 b)....，以減少水份因為 c).... 的失水。與其他植物相較，旱生植物有 d).... 的葉片，一個旱生植物的例子是 e)....。

水生植物是已經適應水生環境的植物。此種植物需要特殊的適應，最普遍的適應是擁有 f).... 儲藏組織，水生植物的氣孔位於葉片的 g).... 表皮。一個水生植物的例子是 h)....。

本文中的字母		答案
a.	I	air 空氣
	II	salt 鹽
	III	water 水
	IV	light 光
b.	I	height 高度
	II	mass 質量
	III	volume 體積
	IV	surface area 表面積
c.	I	osmosis 滲透作用
	II	evaporation 蒸散作用
	III	diffusion 擴散作用
	IV	active transport 主動運輸
d.	I	lighter 較亮
	II	larger 較大
	III	darker 較暗
	IV	smaller 較小
e.	I	cactus 仙人掌
	II	water lily 布袋蓮
	III	rose 玫瑰
f.	I	glycogen 肝醣
	II	starch 澱粉

	III	air 空氣
g.	I	upper 上
	II	lower 下
h.	I	cactus 仙人掌
	II	water lily 布袋蓮
	III	rose 玫瑰

6. 判別下列敘述正確或錯誤？在答案卷的適當空格中勾選。(0.5×3=1.5 分)

敘述	正確	錯誤
a. 紅樹林植物的氣根直接從空氣中吸收氣體		
b. 紅樹林植物在其細胞的液胞中儲存鹽分，並利用滲透作用獲取水份		
c. 紅樹林植物利用滲透作用分泌鹽分到環境中		