

2022 年第十九屆國際國中科學奧林匹亞競賽 --選擇題試題(下)

國立臺灣師範大學 科學教育中心

16. 礦井深處的水發現含有 0.035 mg/L 的二價鎘(Cadmium)，礦場技師想用氫氧化鈉沉澱去除這些有毒離子，使鎘達到 0.005 mg/L 的安全飲用水標準（世界衛生組織飲用水標準）氫氧化鎘的溶度積是 $7.20 \times 10^{-15} \text{ mol}^3/\text{L}^3$ ，請問技師需要使用多少氫氧化鈉來處理 1000 L 的礦井水。(假設處理前的水是 $\text{pH } 7.0$)
- A. 16.09 g
B. 29.99 g
C. 0.0225 g
D. 0.0065 g
17. 在腐蝕過程中，金屬鐵在被氧氣氧化同時遇水產生水合氫氧化鐵(hydrated iron (III) hydroxides)，礦場保持潮濕以抑制灰塵，因此用於運送礦石的鋼鐵推車會腐蝕，下列何者可以最有效減慢緩腐蝕速率？
- A. 將氧化劑例如錳酸根離子(manganate(VII) ions)加入水中，塗在推車上並加上鋅製把手。
B. 將去氧劑如硫酸根離子(sulfate (IV) ions)加入水中，塗在推車上並加上鋅製把手。
C. 將氧化劑例如錳酸根離子(manganate(VII) ions)加入水中，塗在推車的鋅製把手上。
D. 用純水洗淨推車，在推車上塗油並加上鋁製把手。
18. 塞羅馬托索(Cerro Matoso) 礦場開採鎳的步驟之一是電解精煉，利用一個不純的鎳電極(含重量比 $90.0\% \text{ Ni}$, $8.20\% \text{ Cu}$, $1.60\% \text{ Fe}$ 與 $0.30\% \text{ Ag}$)與一個純鎳電極在氯化鎳/硫酸鹽電解質流動的電解槽中，如果在低電壓下電流密度是 2.00 kA/m^2 且電極面積為 0.65 m^2 ，計算鎳被電沉積於電極上的速率。(一莫耳電子的電量為 96450 C ，且任何可被氧化的鐵皆形成 $3+$ 離子)

- A. 0.385 g/s
- B. 0.396 g/s
- C. 0.355 g/s
- D. 0.547 g/s

19. 在一個 150 kg/hr 的精練製程產線中，65.0%(質量/質量)鉑與 35.0%鈀由 140 °C 加熱至 1790 °C 使金屬液化，請估算所需的能量，假設沒有熱損失(C_p = 比熱容量 specific heat capacity, H_f = 熔化潛熱 latent heat of fusion, A_r = 相對原子質量 relative atomic mass)

金屬	熔點 C	C_p (solid) J/mol.K	C_p (liquid) J/mol.K	H_f kJ/mol	A_r
鉑 Pt	1770	25.9	39.0	22.2	195
鈀 Pd	1560	24.4	40.5	16.7	106

- A. 19.0 kW
 - B. 17.4 kW
 - C. 13.6 kW
 - D. 12.8 kW
20. 礦場使用汽油引擎的機械運礦車，這些引擎調整到幾乎可以完全燃燒辛烷 (C_8H_{18} 汽油) 和少量燃燒不完全所產生的一氧化碳，在調整這些引擎時，912 g 的辛烷與 3840 L 氧氣燃燒並產生 2560 L 含碳氣體，在溫度與壓力不變的條件下，引擎排氣的一氧化碳與二氧化碳的莫耳比是多少?
- A. 1:3
 - B. 1:1
 - C. 1:7
 - D. 幾乎沒有一氧化碳

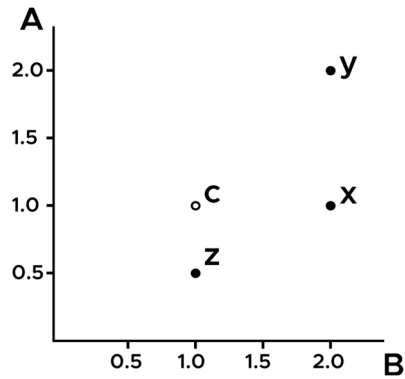
21. 很多在哥倫比亞工作的礦工，他們的飲食中玉米含量很高，當他們再添加更高含量的糖時，常導致這些成年人的糖尿病發病率增加。下列是這些發病人群身體的變化，何者與此疾病有關？
- 當檢測到血液中葡萄糖濃度較高時，胰腺中的 β 細胞會分泌胰島素，這會導致人體細胞對葡萄糖的吸收增加。
 - 人通常會變瘦、脫水並且尿酮含量較高。
 - 當檢測到血液中葡萄糖濃度較高時，胰腺中的 β 細胞會分泌胰島素，但因體內細胞對胰島素變得不敏感，因此不會增加其對血液中葡萄糖的吸收。
 - 人通常超重，高 BMI 值，可以產生足夠的胰島素進入血液，引起葡萄糖的吸收。
22. 嗜酸硫桿菌(氧化硫硫桿菌和氧化亞鐵桿菌)，可從礦山垃圾場的碎石中提取礦物質。這些細菌將鐵(II)和硫化物礦石氧化作為電子來源，為其電子傳遞鏈提供燃料並產生能量。在這個過程中，它們將金屬和氫離子釋放到周圍的水中。針對這些細菌的遺傳分析，顯示它們含有卡爾文循環的酶，和固氮酶的基因。下列哪些專有名詞最適合來定義這些細菌？

A	化學營養生物	無機營養生物	嗜酸生物	生產者
B	自營性生物	無機營養生物	嗜極端生物	初級消費者
C	光自營生物	自營生物	嗜酸生物	分解者
D	異營生物	自營生物	嗜極端生物	次級消費者

23. 判別利用不同傳播機制的兩類種子，可能具備的種子特徵。第一類種子靠風力傳播，第二類靠反芻動物傳播。

	風傳播種子	反芻動物傳播種子
A	具有木質果皮的堅果	非常輕盈的螺旋狀羽毛
B	在子彈型果莢內的小硬度種子	多根有鈎的細毛覆蓋在表面
C	高硬度及耐火種皮的種子	包裹著小種子的肉質果實
D	小顆且具旋翼	核果，有色，堅硬的內種皮

24. 高大的蠟棕櫚樹 (Ceroxylon quindiuense) 是哥倫比亞的本土樹種。在這些生長的樹木中，對一些細胞進行採樣和分析，將細胞中的染色體數量和 DNA 分子數量與細胞週期 G1 期的該樹的細胞 (C: 參照細胞) 進行比較。請確定 x, y 和 z 組的細胞週期階段。(注意由著絲點結合的姐妹染色單體被認為是一條染色體，且是兩倍 DNA 分子)



A 軸: 染色體的相對數目 B 軸: DNA 分子的相對含量

	X 細胞	Y 細胞	Z 細胞
A	有絲分裂的前期	減數分裂 II 的前期	減數分裂 II 的後期
B	G2 時期	有絲分裂的後期	減數分裂 I 的胞質分裂
C	有絲分裂的中期	有絲分裂的胞質分裂	有絲分裂的前期
D	減數分裂 I 的後期	減數分裂 I 的中期	減數分裂 I 的前期

25. 礦山商店有養幾隻貓來防治嚙齒類。貓的毛色和毛長度由幾個基因控制：黑色或橘色皮毛位於 X 性染色體上，貓的毛色可能是橘色、黑色或黑和橘色(即龜甲色)。刺鼠基因(Agouti gene)編碼身體毛髮中的色帶，顯性等位基因產生色帶，隱性基因產生單一純色毛髮。毛的長度有三種表型，中等、短、長；毛長度由單基因調控，異型合子的毛長度為中等。如果一隻中等毛長、純黑色的雄貓與一隻長毛、龜甲色且有色帶的母貓交配，則以下關於小貓的哪些敘述是正確的？

- i. 四分之一的雄性小貓是橘色的
- ii. 所有的雌性小貓將來有可能生下黑色的仔貓
- iii. 所有的小貓都會有色帶狀的皮毛
- iv. 至少 50% 的小貓會有色帶狀皮毛
- v. 不會有小貓是短毛的
- vi. 25%的小貓可能會有中等長度的皮毛

- A. i, iii, and v
- B. i, ii and iv
- C. ii, iv and v
- D. ii, iii, v

26. 在哥倫比亞高大的蠟棕櫚樹中，水從根部抽取到這些 45~60 米高的樹頂部。假設水僅藉由蒸散作用流動，指出導致水分流到這些樹頂的維管組織中之條件。（水勢的差異）

	用於光合作用的木質部水流量百分比(%)	棕櫚葉木質部組織中的水勢	棕櫚根木質部組織的水勢
A	大於 30%	稍微偏正	非常偏正
B	少於 10%	稍微偏正	非常偏正
C	大於 30%	非常偏負	稍微偏負
D	少於 10%	非常偏負	稍微偏負

27. 很多在拉斯庫納斯鳶尾礦場(Las Cunas emerald mine)工作的礦工，是土生的安地斯人。安地斯高地居民(艾馬拉人)與住在海邊的美洲人比較，具有增大的肺總容積，有兩個基本假設試圖解釋肺總容積的相對增大：

- 第 1 個假設是，某個基因突變受到安第斯山脈海拔高度所偏好。
- 第 2 個假設是，這是一種生活在高海拔地區所產生的生理適應。

進一步的研究結果顯示，越來越多具有艾馬拉血統與肺活量增加相關，並且在海平面長大的艾馬拉男性並沒有像在高海拔地區長大的艾馬拉男性那樣發展出更大的肺總容積。試問這些觀察結果支持哪一種假設？

- A. 肺容積越大是基於基因遺傳的假設
- B. 高原低氧導致男性適應並增加總肺容量的假設
- C. 研究結果不支持任何假設
- D. 研究結果支持這兩種假設

28. 有幾條主要河流從哥倫比亞境內流入海洋，棲息於這些水域的魚類需要管理體內鹽的濃度。有些物種例如淡水魚類的羅非魚(*Tilapia oreochromis*)，海水魚類的科羅拉多笛鯛(*Lutjanus colorado*)，毛蕊結節海星(*Chaetaster nodosus*) (一種無脊椎動物) 和一種廣鹽性魚類(可在海水和淡水中生活) 的強鋸蓋魚(*Centropomas armatus*)。請選擇下列物種的適當管理策略相對應的字母，以確定這些物種如何通過以下方式管理鹽濃度。

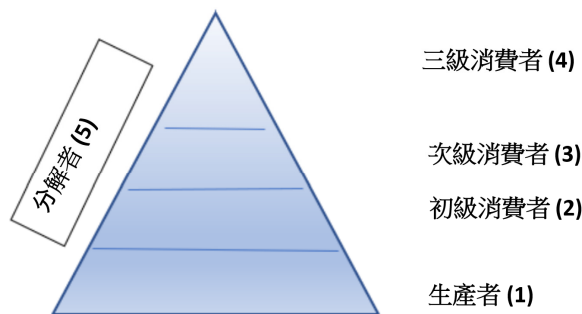
管理策略：

- i. 更大體積的腎小球/鮑氏囊
- ii. 更少的腎元
- iii. 藉由鹽細胞提高鹽的回收率
- iv. 藉由鹽細胞增強鹽的排泄
- v. 增加飲水量
- vi. 喝少量水或不喝
- vii. 以上都有
- viii. 無管理策略 (以上都沒有)

	海星	海水魚	羅非魚	廣鹽性魚
A	i, ii, iii	i, ii, iii	iv, v	vii
B	vii	iv, v	i, ii, iii	i, ii, v, iv
C	iii	i, ii, iii	iv, v	iii, iv
D	viii	iv, v	i, ii, iii	vii

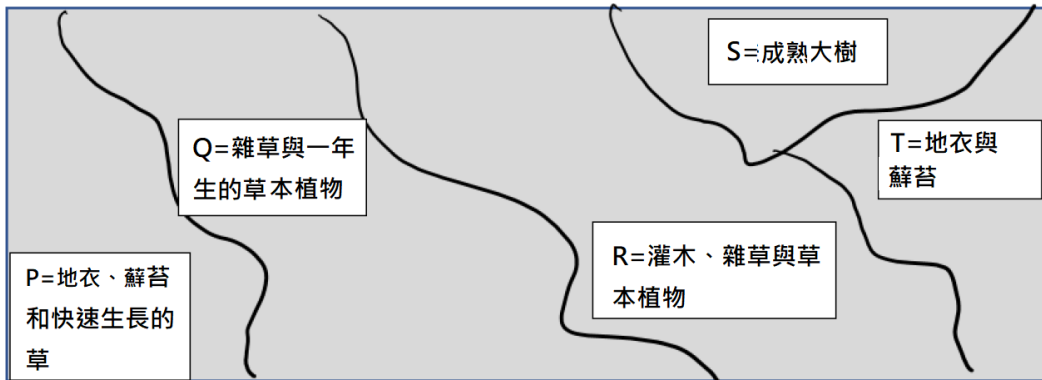
29. 亞馬遜雨林是世界上最複雜和最多樣化的生態系之一。請確定正確的營養階層 (或下列雨林物種合適的營養階層)：

請注意，內生真菌生活在植物的根部內，與植物形成互利共生。



	老鷹	腐生真菌	切葉蟻	桃花心木	織網蜘蛛	內生真菌
A	3	5	2	1	3 和 4	5
B	4	5	2 和 3	2	3	3
C	3	1	4	3	2	5
D	4	5	2 和 3	1	3 和 4	2

30. 礦山廢料堆的生態演替—根據數據形成的假設，塞羅·馬托索(Cerro Matoso)礦山是一個深礦和世界上最大的礦山之一，在礦物開採後產生了非常大的碎石礦山堆場。該堆場的物種調查結果如下圖所示：



請選出針對解釋調查結果的最佳選項。

- i、 這個礦山垃圾場顯示了次級生態演替
- ii、 地衣和苔蘚是先鋒物種
- iii、 廢料堆的年齡從左到右增加
- iv、 S 區已達到生態顛峰
- v、 T 區可能是一塊碎石區，其成份使其更難定植。

A	ii 和 v
B	i, ii, iii 和 iv
C	ii, iii, iv 和 v
D	i, iii, iv 和 v

【完】