

一、單選題：每題 3 分 (共 45 分)

(原子量：Na=23 · S=32 · Cl=35.5) (水 $K_b=0.52\text{ }^\circ\text{C/m}$ · $K_f=1.86\text{ }^\circ\text{C/m}$)

- 氫原子的電子由 $n=5$ 的激發態能階回到基態能階，可能放出的譜線，下列何者錯誤？ (A)共有10條譜線 (B)紫外光譜線有4條 (C)可見光譜線有2條 (D)帕申系列譜線有2條。
- 某正二價離子的基態電子組態，3d 軌域所含電子數比基態鉻 Cr 原子的 3d 軌域多 3 個，則該原子的原子序為何？ (A)24 (B)25 (C)27 (D)28。
- 氫原子發射光譜中，巴耳末系列波長最短的一條之波長為 $a\text{ \AA}$ ，同一光區中波長最長者之波長為多少 \AA ？ (A) $\frac{36}{5}a$ (B) $\frac{9}{5}a$ (C) $\frac{5}{9}a$ (D) $4a$ 。
- 對 H 與 He 原子之能階位能，其大小順序之比較，均屬正確者為下列何者？ (A) $3d > 3s$ (B) $4d > 5s$ (C) $6s > 5d$ (D) $5d > 4f$ 。
- 某離子 X^{3+} 之電子組態為 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ ，下列有關元素 X 的敘述，何者錯誤？ (A)元素 X 位於第三週期 (B)元素 X 的原子序為 26 (C)基態 X 原子之價電子組態為 $3d^6 4s^2$ (D)基態 X 原子中含有 4 個不成對電子。
- 將 58.5 克氯化鈉，完全溶解於 1 升水中，則此溶液的沸點為若干 $^\circ\text{C}$ ？ (A)103.72 (B)101.04 (C)100.52 (D)3.72。
- 將各 1 克的有機物質分別溶於 100 克水，則下列何種溶液的凝固點最高？ (A) $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (B) $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ (C) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (D) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 。
- 加熱 0.1 m 食鹽水至沸騰，下列敘述何者錯誤？ (A)當蒸氣壓上升至與大氣壓相同時，溶液才開始沸騰 (B)繼續加熱，沸騰溫度將隨加熱時間的增長而升高 (C)將沸騰出來的氣體冷凝，其濃度將等於 0.1 m 食鹽水 (D)溶液的蒸氣壓在沸騰後即不隨加熱時間的增長而增加。

- 將 0.05 莫耳的 CaCl_2 溶於 500 mL 水中，水溶液的凝固點為 $-0.465\text{ }^\circ\text{C}$ ，若水的莫耳凝固點下降常數為 $1.86\text{ }^\circ\text{C/m}$ ，則 CaCl_2 在水中之解離度為若干%？ (A)75% (B)60% (C)50% (D)25%。

- 一容器之形狀如附圖 (一)，其底部以半透膜平均分隔為甲、乙、丙三個部分，使水在三部分能互通而溶質則否。今在甲中加 0.10 M 的 NaCl 溶液，乙中加 0.20 M 的 BaCl_2 溶液，丙中加 0.30 M 的葡萄糖水溶液。剛加入時調整三溶液之液面等高，靜置達平衡時，甲、乙、丙三部分溶液之高度順序，下列何者正確？ (A)乙 > 丙 > 甲 (B)甲 > 乙 > 丙 (C)丙 > 乙 > 甲 (D)丙 > 甲 > 乙。

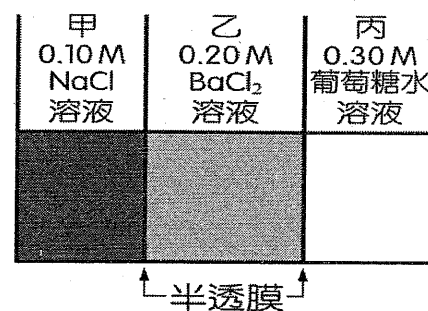


圖 (一)

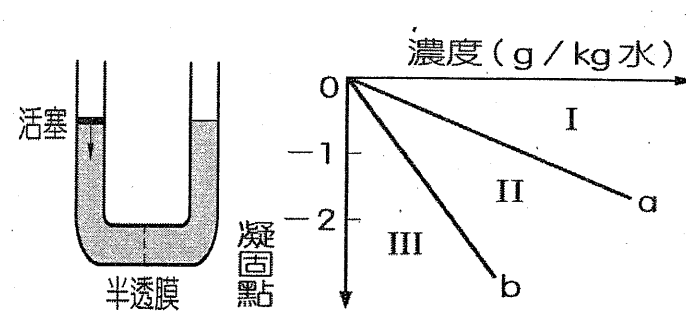


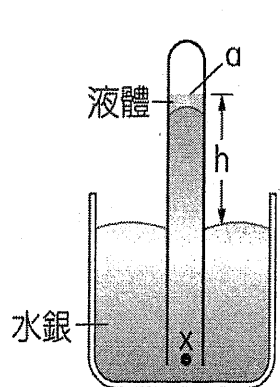
圖 (二)

圖 (三)

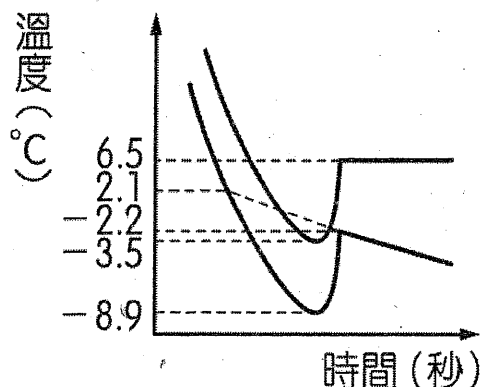
- 截面積為 1 cm^2 的均勻 U 形管，中間以半透膜隔開如上圖 (二)，若於左邊倒入 $27\text{ }^\circ\text{C}$ 、0.1 M Na_2SO_4 水溶液 100 mL，右邊倒入 $27\text{ }^\circ\text{C}$ 、純水 100 mL，則在左邊液面上放置一截面積為 1 cm^2 的活塞，下列各項敘述何者正確？ (A)在活塞上需施加壓力 7.38 atm，才能使左、右兩邊水分子在單位時間內進出半透膜的數目一樣多 (B)若在活塞上施加大於 2.46 atm 的壓力，可使 NaCl 從溶液流至純水中，此乃逆滲透法原理 (C)若在活塞上施加 4.92 atm 的壓力，右邊純水水位將上升 (D)若在活塞上施加 4.92 atm 的壓力，右邊純水水位將下降。
- 附圖 (三) 是乙醇 ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) 與蔗糖 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) 所作凝固點與水溶液濃度關係圖，下列敘述何者正確？ (A) a 為乙醇 (B)若用 NaCl 水溶液做實驗，其圖形在 II 區 (C)若用甘油 $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ 做實驗，其圖形在 III 區 (D)若用高分子物質為溶質之水溶液做實驗，其圖形在 I 區。

13. 在室溫，將 1.17 克氯化鈉加入於一裝有 400 克水的燒杯中，充分攪拌，俟完全溶解後，置燒杯於溫度為 $-0.465\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冰箱中。經長時間後，此溶液最多能析出約幾克的冰？ (A)80 (B)160 (C)240 (D)320。

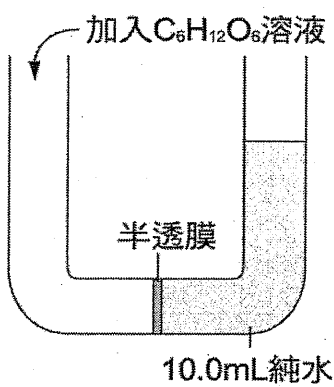
14. 如下圖(四)，在 x 處分別置入 1 滴：(a) 1.0 m 蔗糖溶液；(b) 1.0 m 乙醇溶液；(c) 1.0 m NaCl 溶液；(d) 2.0 m 乙醇溶液，則平衡後水銀柱高度 (h)，由大到小的順序為下列何者？(A) (a) > (b) > (c) > (d) (B) (c) > (a) > (d) > (b) (C) (c) > (a) > (b) > (d) (D) (a) = (c) > (b) > (d)。



圖(四)



圖(五)



圖(六)

15. 某生進行環己烷與其溶液的凝固點實驗，實驗過程如下：
 實驗一：將環己烷冷卻，每隔 30 秒測量並記錄其溫度。
 實驗二：將有機物 A 2.2 克加入環己烷 125 毫升 (密度 0.8 克/毫升) 中重複實驗一的操作。(環己烷之 $K_f = 20\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m}$)
 實驗一、二結果繪製如附圖(五)，請根據實驗結果下列何者**錯誤**？(A)環己烷的凝固點為 $6.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (B)實驗二 A 的環己烷溶液之凝固點為 $2.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (C) A 分子量的實驗值為 100 (D)若將環己烷改成環辛烷則 K_f 值仍為 $20\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 。
16. 一粗細均勻，截面積為 1.0 cm^2 之 U 形管，正中間以半透膜隔開， $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 時 U 形管的右側注入 10.0 mL 的純水，另一邊注入濃度為 $4 \times 10^{-4}\text{ M}$ 的葡萄糖水溶液 x mL 如附圖(六)，發現純水的高度維持不變，則 x 值最接近下列何者？(假設葡萄糖水溶液和水的密度均視為 $1\text{ g}/\text{cm}^3$ ，半透膜只允許水分子通過) (A)25 (B)20 (C)15 (D)5。

17. 下列關於原子軌域與電子組態的敘述，何者**錯誤**？(A) 2d、3f 軌域不存在 (B) 某一基態原子，其最高能階的電子組態為 $5p^1$ ，則其原子序為 39 (C) 對氫及多電子原子而言，軌域能量 $6s > 5p$ (D) 電子組態為 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ 之中性原子，在週期表中位置為第三週期、第 17 族。

18. 甲 乙 丙 丁 戊 己
-
- 有關上列之電子組態示意圖，何者正確？(A) 甲乙戊不可能存在 (B) 丙戊屬於激發態 (C) 丁己屬於激發態 (D) 全部均屬於激發態。

原子看「光」光——光譜與原子結構

光譜學是研究原子、分子等不同粒子結構的方式之一，可以讓科學家藉由分析物質發射或吸收的光，了解不同物質的種類或組成，亦可藉由光譜學分析來自遙遠星體所發出的光，進而推測該星體的組成；原子吸收光譜則可分析醫藥中殘留的重金屬種類與濃度。

原子光譜的原理是由於原子中電子在能階間躍遷時，發射或吸收能量產生的一系列光所組成的譜線。透過分析氫原子光譜，波耳 (Bohr) 提出原子核外電子排布能階的位能概念，使原子結構的研究邁進了一步。

氫原子能階的能量公式：

$$E_n = \frac{2.18 \times 10^{-18}}{n^2} \text{ J} = \frac{-1312}{n^2} \text{ kJ mol}^{-1}, n=1, 2, \dots$$

E_n ：各能階的能量， $n=1$ 時代表第一個能階 n ：主量子數

而單電子的似氫粒子 (例如： ${}_2\text{He}^+$ 、 ${}_3\text{Li}^{2+}$ 等) 能階的能量公式則須以原子序修正：

$$E_n = \frac{-1312}{n^2} \times Z^2 \text{ kJ mol}^{-1} \quad Z: \text{原子序}$$

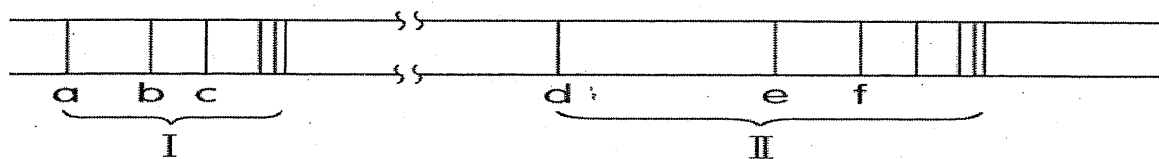


19. 上圖為氫原子光譜巴耳末系列的前四條譜線呈現在底片上的情形，請將 (a)

(b)、(c)、(d)四條譜線的波長由長至短排列(A) (a) > (b) > (c) > (d) (B) (c) > (a) > (d) > (b) (C) (c) > (a) > (b) > (d) (D) (d) > (c) > (b) > (a) 。

20. 請根據上述文章，計算 He^+ 中電子由 $n=3$ 至 $n=1$ 產生的光譜線能量為若干 kJ mol^{-1} ? (A) 5248 (B) 4665 (C) 1166 (D) 583 。

二、多重選擇題：每題5分（共40分—每1個選項錯扣2分最多扣5分）



21. 附圖為氫原子光譜中來曼系列和巴耳末系列光譜，其中各譜線的能量、頻率、波長分別以 E 、 ν 、 λ 表示，下列哪些正確？(A) $E_e = E_d + E_a$ (B) 波長關係： $\lambda_e = \lambda_d + \lambda_a$ (C) $\lambda_a > \lambda_b > \lambda_c > \lambda_d$ (D) $\nu_a : \nu_d = 1 : 4$ (E) a 譜線的能量為 $1312 \times \frac{5}{36} \text{ kJ/mol}$ (1312 kJ/mol 為氫原子電子之游離能)。

22. 下列有關原子軌域的敘述，哪些正確？(A) 鋰原子的 $2s$ 與 $5s$ 軌域皆為球形分布，且都不具方向性 (B) 量子化的原子理論中引用了三個量子數 (n, l, m_l) 來描述一個軌域 (C) $n=3$ 有 9 個軌域，其中 3 個是 s 軌域： $1s, 2s, 3s$ (D) $(3, 3, 0, +\frac{1}{2})$ 可為電子的量子數 (E) ${}_{36}\text{Kr}$ 之原子能階以 $(4, 1, 1)$ 最高。

23. 下列有關原子軌域的敘述，哪些正確？(A) 凡是 $n \geq 1$ 的能階，均含有 3 個互相垂直且呈啞鈴形之 p 軌域 (B) 副殼層 $l=3$ 時，稱為 f 軌域，此軌域最多可容納之電子數為 14 個 (C) 主殼層 $n=3$ 時，稱為 M 層，此層最多可容納之電子數為 18 個 (D) 在原子核中心發現 p 軌域電子的機率為零 (E) 氫原子為基態時，電子只能在半徑為 0.53 \AA 的球面之內運轉。

24. 各原子之電子組態：(I) $1s^2 2s^2 3s^2$ 、(II) $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^0$ 、(III) $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ 、(IV) $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^0 2p_z^1$ 、(V) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ 、(VI) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$ 、(VII) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2$ ，下

列敘述哪些正確？(A) 屬於第四週期的有 2 個 (B) 屬於激發態電子組態的有 3 個 (C) 屬於基態電子組態且價電子數為 2 的有 1 個 (D) 屬於同一元素的有 3 個 (E) 有 2 個電子組態屬於過渡元素

25. 下列各項電子的轉移，會釋放能量的有哪些？(A) 氫原子 $4s^1 \rightarrow 3d^1$ (B) ${}_{29}\text{Cu}$ ($[\text{Ar}] 3d^9 4s^2$) \rightarrow ($[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$) (C) ${}_6\text{C}$ ($1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^0 2p_z^0$) \rightarrow ($1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$) (D) ${}_{24}\text{Cr}$ ($[\text{Ar}] 3d^4 4s^2$) \rightarrow ($[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$) (E) ${}_{26}\text{Fe}^{2+}$ ($[\text{Ar}] 3d^6$) \rightarrow ($[\text{Ar}] 3d^4 4s^2$)

26. 1atm 下，0.1 m 的(甲)酒精、(乙)葡萄糖、(丙)醋酸、(丁) NaCl 、(戊) Na_2SO_4 五種水溶液(假設其體積莫耳濃度等於重量莫耳濃度)，下列敘述哪些正確？(A) 同溫時，溶液的蒸氣壓大小順序為(甲) > (乙) > (丙) > (丁) > (戊) (B) 同溫時，溶液的滲透壓大小順序為(甲) = (乙) > (丙) > (丁) > (戊) (C) 溶液沸騰時，蒸氣壓大小順序為(甲) < (乙) < (丙) < (丁) < (戊) (D) 同壓下，溶液的沸點高低順序為(甲) > (乙) > (丙) > (丁) > (戊) (E) 同壓下，溶液的凝固點高低順序為(甲) = (乙) > (丙) > (丁) > (戊)。

27. 常溫、常壓下，若將 0.01 m 的葡萄糖水溶液稀釋為 0.005 m，下列哪些性質約為稀釋前的 0.5 倍？(A) 密度 (B) 蒸氣壓 (C) 滲透壓 (D) 沸點 (E) 凝固點下降度數。

28. 非電解質之高分子化合物水溶液 1.00 g，溶於 1000 mL 水中，此溶液與純水各裝在中央有一半透膜之 U 形管兩側圖(一)且液面同高，當達平衡時，兩液面差 2.60 mm 圖(二) 實驗溫度 27.00°C ，溶液之密度為 1.00 g/cm^3 則下列敘述哪些正確？(A) 滲透壓為 2.6mm 水柱 (B) 滲透壓為 0.26mm 水柱 (C) 滲透壓約為 $2.50 \times 10^{-4} \text{ atm}$ (D) 此高分子化合物之分子量約為 10^5 (E) 也可以用其水溶液沸點升高測量此高分子化合物的分子量。

