臺北市107學年度高中數學及自然學科能力競賽─化學科

筆試二 時間：50分鐘 分數：

**請將答案劃在答案卡上，否則不予計分**

**一、單選題（計20題，每題2.5分，共50分）：**

1. 已知化學反應均會朝系統最低位能的方向進行，而HX(*aq*)在常溫常壓下會進行下述反應：

HX(*aq*) ⇄ H+(*aq*) + X-(*aq*)

其中HX(*aq*)、X-(*aq*)與H+(*aq*)的位能分別為：-396.00 kJ/mol、-369.00 kJ/mol與0 kJ/mol。若將1 mol HX溶於1.0 L純水中，令其進行上述反應，則反應到達平衡時，所有反應物與生成物的位能總和最接近下列哪一數值？(單位：kJ)

(A) -368.18 (B) -369.18 (C) -383.05 (D) -395.80 (E) -396.02

2. 承上題，若改將1 mol X-與1 mol H+溶於1.0 L純水中，令其進行前述反應之逆反應，則反應到達平衡時，所有反應物與生成物的位能總和又為何？(單位：kJ)

(A) -368.18 (B) -369.18 (C) -383.05 (D) -395.80 (E) -396.02

3. 右圖為以KOH滴定某二質子酸，簡稱H2Y，所得到的滴定曲線。根據該曲線，估計1×10-6 M K2Y水溶液的pH值最接近下列哪一數值？

(A) 8.0

(B) 8.3

(C) 8.6

(D) 8.9

(E) 9.2

4. 以已知濃度硝酸銀滴定未知濃度的鹵素離子時，常以K2CrO4作為指示劑，其原因是二者會反應並產生磚紅色沉澱物：

2Ag+(*aq*) + CrO42-(*aq*) ⇄ Ag2CrO4(*s*)

惟該實驗須於中性或微鹼性環境中操作，否則易生誤差，試問造成該誤差的主要原因為下列哪一項？

(A) CrO42-易褪色成Cr3+離子

(B)銀離子易被還原成奈米銀

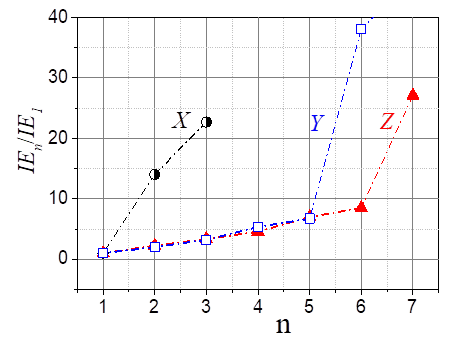
(C)鹵素離子會進行水解反應

(D) CrO42-離子易變成Cr2O72-離子

(E)酚酞無法顯現應有色澤

5. 下列哪一個原子具有較大的1*s*軌域？

(A) Li (B) Be (C) Ne (D) F (E) Cs

6. 右圖所示為分別從三個元素：*X*、*Y*與*Z*的原子中連續移除數個電子所耗費的能量(簡稱*IEn*)，其中n代表所移除的電子數，而能量係以*IE*n與*IE*1的比值表示。已知*X*、*Y*與*Z*均為主族元素，原子序小於19，試問下列相關敘述中哪一項正確？

(A) *X*為鋰

(B) *Y*為氮

(C) *Y*為製造硼酸的主要原料

(D) *Z*為製造硫酸的主要原料

(E) *X*的氫氧化物可與CO2反應

7. X-光晶體繞射分析顯示：N2O5分子是由NO2+與NO3-所構成。據此，下列哪一項敘述正確？

(A) N2O5分子中存在三種鍵長

(B) NO2+中的N-O鍵比NO3-中的N-O鍵短

(C) N2O5在常溫常壓下是氣體

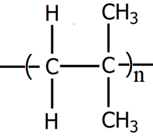
(D) NO2+是平面正三角形離子

(E) NO3-是角錐形離子

8. 化合物A的分子量為32，密度為800 kg/m3。將其加入水中攪拌後，會彼此聚集而形成膠體粒子的分散液。假設膠體粒子為球體，其直徑為100 nm，則平均每個膠體粒子中含有多少個化合物A？(選出數值最接近的)

(A) 4.0×105 (B) 8.0×105 (C) 1.0×106 (D) 4.0×106 (E) 8.0×106

9. 下列哪一個單體，經過聚合反應後會得到底下結構的聚合物？

(A) 丁烷

(B) 甲基環丙烷

(C) 1-丁烯

(D) 2-丁烯

(E) 2-甲基丙烯

10. 下列關於NaCl、Si、Hg及H2O四種化合物的熔點大小比較何者正確?

(A) NaCl > Si > Hg > H2O (B) NaCl > Si > H2O > Hg

(C) Si > NaCl > Hg > H2O (D) Si > NaCl > H2O > Hg

(E) Hg > Si > NaCl > H2O

11. 醋酸是重要的工業原料，可以用選項中各反應產生。若欲製得一莫耳醋酸，試問下列哪一個反應會釋放最多熱量？

(A) 2C(*s*) + 2H2(*g*) + O2(*g*) → CH3COOH(*l*)

(B) CH3CH2OH(*l*) + O2(*g*) → CH3COOH(*l*) + H2O(*l*)

(C) C2H4(*g*) + O2(*g*) → CH3COOH(*l*)

(D) CH3OH(*l*) + CO(*g*) → CH3COOH(*l*)

(E) 2CO2(*g*) + 4H2(*g*) → CH3COOH(*l*) + 2H2O(*l*)

12. 下列哪一個化合物，在pH = 4水中的溶解度，明顯高於其在pH = 7水中的溶解度？

(A) PbCl2 (B) CaCO3 (C) CuCl (D) Hg2Br2 (E) AgIO3

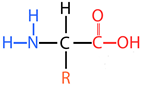
13. 下列關於丙醇、丙醛、丙酸、甲乙醚四種化合物的沸點大小比較何者正確?

(A) 丙醇 > 丙醛 > 丙酸 > 甲乙醚 (B) 丙酸 > 丙醛 > 丙醇 > 甲乙醚

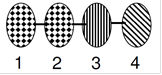
(C) 丙酸 > 丙醇 > 丙醛 > 甲乙醚 (D) 丙醇 > 丙酸 > 丙醛 > 甲乙醚

(E) 丙酸 > 丙醇 > 甲乙醚 > 丙醛

14. α-胺基酸含有胺基和羧基，其基本結構如下：



將三種不同α-胺基酸置於反應容器內，進行縮合反應，胺基酸間形成醯胺鍵，若形成四胜肽化合物的結構如下：



第1和2位置為相同的胺基酸，而第3和4位置為另外兩種不同的胺基酸，則最多可形成幾種四胜肽化合物？

(A) 6 (B) 9 (C) 12 (D) 18 (E) 27

15. 甲醇燃料電池是將化學能轉為電能，在25oC的標準狀態下，甲醇燃料電池的放電反應式如下：

CH3OH(*g*) + 3/2 O2(*g*) → CO2(*g*) +2H2O(*l*) *E*o=1.21 V

則在25oC的標準狀態下，燃料電池消耗1莫耳甲醇最多約能作多少功？

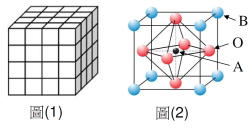
(A) 1.2 × 102 kJ (B) 1.8 × 102 kJ (C) 2.3 × 102 kJ

(D) 7.0 × 102 kJ (E) 1.4× 103 kJ

16. 某一有機烴化合物加入氯化亞銅的氨水溶液，搖震後產生磚紅色沈澱物。若取一莫耳該有機烴，在充足的氧氣下完全燃燒，產生5莫耳CO2與4莫耳H2O，則此化合物有幾種可能的化學結構？

(A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5 (E) 6

17. 晶體可視為由許多相同的“晶格”重疊而成，如下圖(1)，每個晶格含有特定原子數目和鍵結結構。A和B兩種金屬元素與氧反應，產生某化合物的晶體，其晶格內的A、B、O原子鍵結結構如下圖(2)所示，下列何者是此化合物的化學式？

(A) ABO

(B) ABO2

(C) ABO3

(D) AB2O3

(E)AB8O6

18. 實驗室內有0.10 M Na3PO4和0.10 M H3PO4兩種溶液，若要製備pH=7.68的緩衝溶液，需取此Na3PO4和H3PO4兩種溶液的多少體積比例混合而成？ (H3PO4的*K*a1 = 7.5×10–3, *K*a2 = 6.3×10–8, *K*a3 = 4.8×10–13)

(A) 1.0：2.4 (B) 2.4：1.0 (C) 25：1.0 (D) 1.0：1.4 (E) 1.4：1.0

19. 市售的富氫水瓶(機)利用電化學原理，將水電解為氫氣和氧氣，其部分產生的氫氣可溶於水中，因此該電解後的水被稱為富氫水(水素水)。若在25oC、1大氣壓下製造富氫水，則1.0公升的富氫水中最多含有少克的氫分子？ (在25oC時，氫氣的亨利常數為7.8×10-4 mol/L·atm)

(A) 7.8×10−4 (B) 1.6×10−3  (C) 3.2×10−3  (D) 5.6×10−3 (E) 6.5×10−2

20. 潛水夫由水底浮出水面時，會造成肺部體積膨脹，若體積增加超過50%，會有致命的危險。在水面氣壓為760 mmHg時，若潛水夫在水面下50公尺，上升時憋氣(不呼氣或不吸氣)，最多可安全上升多少公尺？ (海水密度 = 1.04 g/cm3；水銀密度 = 13.6 g/cm3)

(A) 15 (B) 20 (C) 25 (D) 28 (E) 32

**二、多選題（計10題，每題5分，共50分）：**

**說明：每題有5個選項，其中至少有一個是正確的選項。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得5分；答錯1個選項者，得3分；答錯2個選項者，得1分；答錯多於2個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。**

21. 已知硫化鎘(CdS)的溶度積常數(*Ksp*)為1 × 10-27，且H2S在水中會進行下列解離反應：

H2S(*aq*) → H+(*aq*) + HS-(*aq*)， *K1* = 1 × 10-7

HS-(*aq*) → H+(*aq*) + S2-(*aq*)， *K2* = 1 × 10-13

若對於一杯飽和CdS水溶液進行濃度分析，則下列敘述何者正確？

(A) [Cd2+] = [S2-] + [HS-] + [H2S]

(B) 2[Cd2+] + [H+] = [OH-] + [HS-] + 2[S2-]

(C) [Cd2+]2 = 1×10-27×(*K1K2*)/{[H+]2 + *K1*[H+] + *K1K2*}

(D) [H+] > [OH-]

(E) CdS在pH 7.0的水溶液中的溶解度約為3.2 × 10-14 mol/L

22. 下列哪些敘述明顯**不合**邏輯？

(A) 氯化氫氣體在水中的溶解度大於二氧化碳的溶解度

(B) 火柴燃燒時所產生的氣體會使濕潤石蕊試紙顯現紅色

(C) 製備一瓶pH 12的氫氧化鈉溶液，需要0.01莫耳的NaOH

(D) 氨氣的亨利定律常數值比氧氣的大

(E) 水沸騰時所產生的氣泡內所含的氫氣與氧氣比例約為2：1

第23 - 24題為題組

食品學專家指出：「麵包之不易長保鬆軟質感，主要是麵包在烘焙後便開始出現「澱粉老化」現象，麵包質地逐漸硬化。若要長保風味，不應冷藏於4 ~ 8 oC的環境中，因為澱粉老化速率不減反增，約是在常溫環境下的3~4倍，應改置於0 oC的低溫下，才可有效減緩澱粉老化。至於蛋糕，因其麵糊中已添加大量的糖、蛋及奶油，保水性高，故可保存於4 ~ 8 oC的冷藏環境中，不失口感。對於含糖量高或是含水量低的麵包，如紅豆麵包，因其不易腐敗，故建議直接存放在常溫下，數天內不致變質，若欲長期保存，則仍建議以塑膠袋密封，置於冷凍庫中，保存期可達兩個星期。至於麵包中的澱粉為何會逐漸老化，主要原因是麵粉在加水揉製成麵團的過程中，水分子會打破澱粉分子間的鍵結，逐漸嵌入澱粉分子間，使之糊化，麵團體積因而增大，致使麵包在烘焙後，質地變得蓬鬆、可口，惟麵包中的澱粉分子也會逐漸將水分子擠出，使其恢復至原有鍵結狀態，所以回鍋烘烤的麵包，風味難復如初。」

根據所述，回答23-24題。

23. 若欲保有麵包鬆軟口感，不應儲存於4 ~ 8 oC的環境中，也不應反覆烘烤，此一事實主要與下列哪些原理或現象有關？

(A) 分子間氫鍵會隨溫度變化而變化

(B) 亨利定律

(C) 波以耳定律

(D) 水的體積會隨溫度變化而變化

(E) 水的飽和蒸氣壓會隨溫度變化而變化

24. 水分子在麵糊中可嵌入澱粉分子間，而澱粉也會逐漸將水分子擠出，這些現象主要與下列哪些化學作用力有關？

(A) 氫鍵

(B) 配位鍵

(C) 凡得瓦力

(D) 電子親和力

(E) 電負度

25. 下列哪一個選項為**放熱**反應？

(A) CaSO4(s) 溶解於水中形成 Ca2+(aq) + SO42-(aq)

(B) NaCl(s) 溶解於水中形成 Na+(aq) + Cl-(aq)

(C) N2(g) + 3H2(g) → 2NH3(g)

(D) C(s) + H2O(g) → CO(g) + H2(g)

(E) N2(g) + O2(g) → NO(g)

26. 下列哪些反應有氫氣產生？

(A) 稀硫酸 + 鐵片 (B) 稀鹽酸 + 大理石顆粒

(C) 濃硝酸 + 銅片 (D) 稀鹽酸 + 鋁片

(E) 氫氧化鈉水溶液 + 鋁片

27. 下列有關水溶液pH值的敘述，何者正確？

(A) 20°C純水的[H+] > [OH-]

(B) 30°C純水的pH值略大於7

(C) 酸鹼中和後，溶液的pH值不一定等於7

(D) 鹼性溶液中含有氫離子

(E) 溶液稀釋後，其pH值不會改變

28. 下列哪些對臭氧(O3)的性質敘述是正確的？

(A) 氧化能力比O2強

(B) 具有共振的結構式

(C) 分子呈直線形狀

(D) 原子間鍵長比O2長

(E) 分解為O2和O是吸熱反應

29. 在25oC、1大氣壓下，某元素X以氣態X2分子存在，具有70.0、72.0、74.0三種分子量，在自然界含量比例分別為9: 6：1，則下列哪些敘述是正確的？

(A) X具有35X、36X、37X三種同位素

(B) X2的平均分子量為72.0

(C) X的平均原子量為36.0

(D) 35X同位素佔元素X自然界含量的75%

(E) 相同溫度下，三種不同分子量的X2氣態分子具有相同動能

30. 若有一反應的反應機制如下：

步驟1：Cl2(*g*) 2Cl(*g*)

步驟2：Cl(*g*)+ CHCl3(*g*)→ HCl(*g*) + CCl3(*g*)

步驟3：Cl(*g*) + CCl3(*g*)→ CCl4(*g*)

則下列哪些對該反應的敘述是正確的？

(A) 反應式為Cl2(*g*) + CHCl3(*g*) → HCl(*g*) + CCl4(*g*)

(B) 反應速率定律式為R = *k*[Cl2][CHCl3]

(C) 步驟2為反應速率決定步驟

(D) HCl為反應的中間產物

(E) CCl3為反應的產物