

# 中國鋼鐵股份有限公司 104 年新進人員甄試(II)試題

甄試職位／類組【代碼】：師級職位／材料【H9604】

專業科目：1.物理冶金 2.熱力學

\*請填寫入場通知書編號：\_\_\_\_\_

注意：①作答前須檢查答案卡、入場通知書號碼、座位標籤號碼、甄試類別是否相符，如有不同應立即請監試人員處理，否則不予計分。

②本試卷一份共 8 頁，測驗題型為【四選一單選選擇題 30 題，每題 1.5 分，複選題 22 題，每題 2.5 分】，限用 2B 鉛筆在「答案卡」上作答，請選出最適當答案，全部答對才給分，答錯不倒扣；未作答者，不予計分。

③請勿於答案卡上書寫姓名、入場通知書號碼或與答案無關之任何文字或符號。

④本項測驗僅得使用簡易型電子計算器(不具任何財務函數、工程函數功能、儲存程式功能)，但不得發出聲響；若應考人於測驗時將不符規定之電子計算器放置於桌面或使用，經勸阻無效，仍執意使用者，該節以零分計；該電子計算器並由監試人員保管至該節測驗結束後歸還。

⑤答案卡務必繳回，未繳回者該科以零分計算。

## 壹、四選一單選選擇題 30 題 (每題 1.5 分，答錯不倒扣；未作答者，不予計分)

【3】1.飛機蒙皮(Skin)會使用鋁合金鉚釘給予接合，經過固溶處理後的鋁合金鉚釘，會置放於極冷的冰箱中，使用時才拿出來接飛機的蒙皮，請問這樣的處理會讓鋁合金鉚釘在室溫會產生何種作用？

- ①回火
- ②軟化
- ③時效硬化
- ④再結晶

【3】2.相同金屬進行擴散接合(Diffusion bonding)時，其金屬原子的擴散速率不會隨下列何種參數增加而上升？

- ①本質擴散係數(intrinsic diffusion coefficient)
- ②溫度
- ③活化能(activation energy)
- ④晶格的振動頻率

【2】3.析出硬化型的鋁合金，經由析出硬化後之性質的改變，下列敘述何者錯誤？

- ①硬度會提升
- ②電阻係數會降低
- ③帶電載體(charge carrier)的遷移率(mobility)會下降
- ④鋁合金基地與析出物為整合(coherency)時，其硬度會隨析出物的間距減少而增加

【2】4.有關低碳鋼及低合金鋼進行軋壓加工，下列敘述何者錯誤？

- ①低碳鋼具有明顯的降伏點
- ②在軋壓加工時，由於伸張應變(stretcher strains)的產生，所以工件表面的粗糙度較低
- ③軋壓後工件的不動差排(sessile dislocation)隨加工量增加而上升
- ④軋壓後會產生優選方向的顯微組織(Preferred orientation texture)

【3】5.溶質強化或合金強化主要的強化機制是合金中的溶質與下列何種材料缺陷產生交互作用所致？

- ①堆積疊差(stacking fault)
- ②空孔
- ③差排
- ④晶界

【4】6.在相同退火溫度下，下列何種冷加工量的軋壓鋼板，其再結晶的速率較快？

- ① 25%
- ② 45%
- ③ 56%
- ④ 76%

【3】7.合金鋼進行拉伸實驗後得到工程應變(engineering strain)為 10%，請問在體積不變下，其對應的真實應變(true strain)為何？

- ①  $\ln^{10}$
- ②  $\ln^{1.0}$
- ③  $\ln^{1.1}$
- ④  $2\ln^{1.0}$

【2】8.鐵-3.5%矽的單晶經 8%的冷軋壓(cold rolling)加工量後，經由下列何種熱處理會產生複雜多邊形化(polygonization)的顯微結構？

- ①淬火
- ②回復
- ③再結晶
- ④晶粒成長

【2】9.銅鎳相圖是一種同形合金系統(Isomorphous alloy system)，鎳-73wt%銅合金從熔湯冷卻到  $\alpha$  固溶體+液相兩相區域之一特定溫度，此溫度與固相線(solodus)與液相線(liquidus)的交點分別為 62wt%與 78wt%，請問在此溫度下的  $\alpha$  固溶體佔兩相（固溶體與液相）的百分率為何？

- ① 30.25%
- ② 31.25%
- ③ 69.75%
- ④ 68.75%

【3】10.有關共析鋼的 T-T-T 圖，下列何者敘述錯誤？

- ①三個 T 分別表示時間-溫度-變態
- ②直接淬火至 433K 以下，會形成麻田散鐵
- ③在 573K 恆溫 500 秒後，會形成波來鐵與沃斯田鐵的混合組織
- ④在 873K 恆溫 8 秒後，會形成細波來鐵

【1】11.下列哪一個因素不是造成金屬鑄件產生孔隙(porosity)的原因？

- ①均勻的冷卻速率
- ②沙模的排氣不佳
- ③金屬鑄件的體積收縮
- ④金屬固化時的氣體放出

【4】12. Y 軸是應變，X 是時間，應變與時間的曲線型態為：初期為較大的斜率，接著變成在一段時間範圍內之斜率是固定，最後變成較大的斜率，請問此曲線可能是作何種實驗得到？

- ①拉伸實驗
- ②疲勞實驗
- ③衝擊實驗
- ④潛變實驗

【2】13.使用於石油裂解蒸餾室用的鋼管，在高溫及高應力（非交變應力及瞬間施加應力）的環境下被使用，設計此鋼管除了要求高溫強度及耐高溫腐蝕外，尚須要求何種重要性質才能期望具有較多年的使用壽命？

- ①疲勞限
- ②潛變強度
- ③衝擊強度
- ④以上皆非

【2】14.晶體內原子間隙為固溶時小原子填隙的位置，請問一個體心立方(BCC)單位晶胞合計共擁有幾個八面體填隙位置？

- ① 4 個
- ② 6 個
- ③ 8 個
- ④ 12 個

【2】15.請問一個面心立方晶體(FCC)中的原子排列最密面搭配原子排列最密方向之滑移系統有幾個？

- ① 6 個
- ② 12 個
- ③ 18 個
- ④ 24 個

【1】16.下列何者與固溶體中填隙原子的擴散行為無關？

- ①克肯達效應(the kirkendall effect)
- ②史諾克(the snoek effect)
- ③彈性後效(elastic after-effect)
- ④內部摩擦(internal friction)

【4】17.析出強化為材料強度提昇的重要手段之一，下列何者為正確的析出強化步驟？

- ①淬火→固溶處理→時效處理
- ②時效處理→固溶處理→淬火
- ③固溶處理→時效處理→淬火
- ④固溶處理→淬火→時效處理

【1】18.面心立方(FCC)晶體中{100}, {110}, {111}三種面，哪一個面的成長速率最快？又哪一個面最可能為成長後的單晶表面？

- ① {100}, {111}
- ② {111}, {111}
- ③ {111}, {100}
- ④ {100}, {100}

【3】19.在一固定組成之密閉系統，有三個狀態參數分別以 x, y, z 代表，則 $(\partial x/\partial y)_z(\partial y/\partial z)_x(\partial z/\partial x)_y = ?$

- ① 1
- ② 2
- ③ -1
- ④ -2

【3】20.在一恆溫系統有 1 莫耳的理想氣體，當其體積由 V 膨脹至 2 V，則熵的變化量為何？

- ① 0
- ② R
- ③ R ln 2
- ④ R ln 3

【4】21.每莫耳金屬鋅固相→液相之溶解熱  $\Delta H_{(s \rightarrow l)} = 1053 + 0.993 T \text{ cal/mol}$  (其中 T 為絕對溫度)，已知金屬鋅之三相共存溫度為 708° K，求液相與固相熱容量之差值  $C_{p(l)} - C_{p(s)}$ ？

- ① 1.986 cal/mol·°K
- ② 1.489 cal/mol·°K
- ③ 0.497 cal/mol·°K
- ④ 0.993 cal/mol·°K

【3】 22. 單相多晶的金屬，在完全退火的條件下，晶界能面張力的達成平衡，則其晶粒與晶粒界面的二面角呈現出幾度之夾角？

- ①  $60^\circ$                                   ②  $90^\circ$   
③  $120^\circ$                                  ④  $150^\circ$

【1】 23. 下列何種缺陷，在熱力學存在平衡濃度？

- ① 空孔(vacancy)                      ② 差排                                  ③ 疊差                                  ④ 以上皆非

【4】 24. 下列何項熱力學參數之數值與系統初始狀態至最終狀態無關，而與過程路徑有關？

- ① 內能 U (internal energy)                ② 焓 H (enthalpy)  
③ 熵 S (entropy)                                ④ 功 W (work)

【4】 25. A 元素與 B 元素混合成溶液，而其莫耳分率分別為  $X_A$  與  $X_B$ ，產生每莫耳溶液的混合熵  $\Delta S_{mix}$  為何？

- ①  $X_A \ln X_A + X_B \ln X_B$                                   ②  $R(\ln X_A + \ln X_B)$   
③  $R(X_A \ln X_A + X_B \ln X_B)$                               ④  $-R(X_A \ln X_A + X_B \ln X_B)$

【4】 26. 有關系統的自由能之敘述，下列何者正確？

- ① 系統的內能愈高，自由能愈高  
② 系統的溫度愈高，自由能愈高  
③ 系統的內能愈低，自由能愈高  
④ 系統的自由能隨著溫度的升高而降低

【4】 27. 考慮含有三個平衡相的二元成份系統，有關三相共存之敘述，下列何者錯誤？

- ① 發生在共晶反應  
② 發生在包晶反應  
③ 發生在共析反應  
④ 在特定溫度條件下，不管壓力的差異條件，亦可三相平衡共存

【2】 28. 在固態金屬，即使只有很小的過熱，有利於熔解。下列敘述何者錯誤？

- ① 液相晶核的表面能有利於液相晶核之形成  
② 氣-液與液固界面面積增大，系統總表面能增高  
③ 平衡熔點以上時，溫度升高會降低體積自由能  
④ 溫度升高，擴散速率會增加

【2】 29.有關相轉變所涉及的自由能之敘述，下列何者正確？

- ①相轉變所涉及的自由能變化量，可以決定反應速率
- ②相轉變所涉及的自由能變化量，可用來分析反應的方向
- ③相轉變所涉及的自由能變化量愈大，反應速率愈快
- ④相轉變所涉及的自由能變化量，無法用來分析反應的方向

【4】 30.有關冷加工金屬，下列敘述何者錯誤？

- ①金屬冷加工所導入的差排，造成自由能的增加
- ②金屬冷加工所導入的差排，在高溫條件下，差排密度下降，可降低自由能
- ③金屬冷加工所導入的差排，造成內能的增加，故自由能會增加
- ④金屬冷加工所導入的差排，造成熵的增加，故自由能不會增加

**貳、複選題 22 題（每題 2.5 分，全部答對才給分，答錯不倒扣；未作答者，不予計分）**

【1,2】 31.有關金屬的析出硬化，下列敘述何者錯誤？

- ①對於含有碳與鈮的高強度低合金鋼作析出硬化處理，基體(matrix)中易形成雪明碳鐵( $\text{Fe}_3\text{C}$ )的介入相析出(interphase precipitation)
- ②固溶體處理後，再給予緩慢冷卻，大部分析出物會在晶粒內部產生
- ③板狀或針狀析出物易沿著特定結晶平面或結晶方向成長
- ④析出硬化後的合金易產生電子散射(electron scattering)，造成導電係數(conductivity)下降

【1,4】 32.有關金屬的擴散，下列敘述何者錯誤？

- ①增加擴散的溫度可以提升金屬的本質擴散係數(intrinsic diffusion coefficient)
- ②金屬的擴散速率大小順序為自由表面(free surface) > 晶界 > 晶粒
- ③熱浸鍍鋅鋼板中鋅與鐵板需藉由擴散才可以形成良好的界面接合
- ④鋼鐵滲碳是屬於一種置換型固溶體的擴散

【2,4】 33.有關金屬強化(strengthening of metal)的敘述，下列何者正確？

- ①晶粒尺寸越小(含微米及奈米尺寸者)其降伏強度(yielding strength)一定是越高
- ②將含量(10at%)的氮與鈷均勻擴散到鐵的晶格中，氮的強化效果較鈷大
- ③所有鋁合金均能作時效硬化處理
- ④40%冷加工量的軋壓鋼板，其衝擊試片的凹痕方向垂直於軋壓方向較平行於軋壓方向的衝擊值高

【2,3】34.有關差排(dislocation)的敘述，下列何者錯誤？

- ①金屬的應變硬化，其流動應力(flow stress)隨差排密度增加而上升
- ②溫度的效應對差排滑動較差排爬升的影響較顯著
- ③ BCC 的  $\alpha$  鐵的滑動系統是 $\{111\}\langle 110\rangle$
- ④ Burger's 向量與單位正切向量(unit tangent vector)平行是屬於螺旋差排(screw dislocation)

【1,4】35.少量的硫存在於鋼鐵中，當鋼進行熱加工時易產生熱脆(hot shortness)的原因，下列敘述何者正確？

- ①硫化鐵易在晶界形成薄膜狀的析出
- ②硫化鐵會與鐵形成偏晶的化合物
- ③熱加工時易產生穿晶破壞
- ④熱加工時易產生沿晶破壞

【2,3,4】36.有關金屬進行退火處理的敘述，下列何者正確？

- ①電阻係數須作完晶粒成長後才可完全回復
- ②再結晶速率隨金屬的純度增加而上升
- ③金屬在冷作前的晶粒尺寸越小，在同樣的加工量下，再結晶的晶粒尺寸越小
- ④金屬進行退火處理可以將冷作所儲存的應變能給予釋放

【2,3】37.有關金屬的破裂與破壞，下列敘述何者正確？

- ①杯錐狀的破斷面型態是屬於一種脆性破斷
- ②鋼具有回火的麻田散鐵組織較具有波來鐵組織的疲勞限高
- ③ 4340 合金鋼經由淬火及回火的熱處理，其韌脆轉換溫度較正常化和回火高
- ④汽車的輪軸經由拋光會減少其疲勞限

【1,3】38.合金內析出物因熱處理而有尺寸改變，與基地間亦會有整合性的變化，與非整合性(incoherent)析出物相比，整合性(coherent)析出物具有下列哪些特性？

- ①彈性應變能大
- ②表面能大
- ③析出物原子排列與基地具關聯性
- ④析出物尺寸大

【3,4】39.差排滑移為材料塑性變形的主要機制之一，下列哪些差排可以在滑移過程中轉換滑移面？

- ①正刃差排
- ②負刃差排
- ③右螺旋差排
- ④左螺旋差排

【1,2,4】40.有關介面析出(interphase precipitation)的敘述，下列何者正確？

- ①通常發生於高強度低合金鋼
- ②析出物形成於介面上
- ③析出物形成於介面之階梯上
- ④析出物分佈於列陣式的平行面上

【1,3,4】41.有關晶界的敘述，下列何者正確？

- ①低角度晶界可視作低能量差排結構(low-energy dislocation structure)
- ②高角度晶界的單位面積能量低於低角度晶界的單位面積能量
- ③不具有長程應力場
- ④可阻礙差排移動

【1,4】42.金屬由液體固化時容易出現大的過冷(supercooling)現象，但固體融化之過熱(superheating)現象則相對輕微，下列哪些為過熱時有利於固→液相變態發生的正確原因？

- ①融化時表面能下降
- ②融化時體自由能上升
- ③融化時應變能上升
- ④溫度升高時原子擴散加速

【2,3,4】43.有關空孔(vacancy)的敘述，下列何者正確？

- ①空孔屬於一維缺陷
- ②絕對零度時空孔平衡濃度為零
- ③空孔平衡濃度與溫度成指數變化
- ④空孔移動速率與鄰近原子數量有關

【1,2,3,4】44.考慮相轉變(如白錫—灰錫同素異形體)所涉及的自由能，下列敘述何者正確？

- ①相的自由能隨著溫度的升高而降低
- ②自由能低的相是較穩定的相
- ③高溫條件有利於熵較大的相，使成為較穩定的相
- ④低溫條件有利於鍵結較強的相，亦即較低內能的相，使成為較穩定的相

【1,2,3】45.下列敘述何者正確？

- ①熱力學第一定律陳述能量守恆
- ②熱力學第二定律探討熱與功之轉換，涉及熵值的變化問題
- ③在一可逆過程，熵值沒有變化
- ④在一不可逆過程，熵值變小

【2,3,4】46.在  $0^\circ \text{K}$  物質的定壓力與定容量的熱含量(分別以  $C_p$  與  $C_v$  表示)及熵( $S_0$ )值，下列何者正確？

- ①  $C_p > C_v$
- ②  $C_p = 0$
- ③  $C_v = 0$
- ④  $S_0$  為一常數

【1,2,4】 47. 下列內能  $U$  (internal energy) , 焓  $H$  (enthalpy) 與定壓力熱含量( $C_p$ )及定容量的熱含量( $C_v$ )之關係式, 何者正確?

- ①  $C_p = (\partial H / \partial T)_p$
- ②  $C_v = (\partial U / \partial T)_v$
- ③  $C_p - C_v = (\partial U / \partial T)_p - p (\partial V / \partial T)_p - (\partial U / \partial T)_v$
- ④  $C_p - C_v = (\partial V / \partial T)_p [ P + (\partial U / \partial V)_T ]$

【1,2,3,4】 48. 一特定組成成份的二元合金 (A 與 B 成分元素) , 在一特定溫度下, 雙相( $\alpha$ 與 $\beta$ 相)平衡共存, 則下列敘述何者正確?

- ① A 成分在 $\alpha$ 與 $\beta$ 的部份莫耳自由能為相同
- ② B 成分在 $\alpha$ 與 $\beta$ 的部份莫耳自由能為相同
- ③  $\alpha$ 與 $\beta$ 兩相自由能曲線會相交
- ④  $\alpha$ 與 $\beta$ 相平衡時的組成, 可由 $\alpha$ 與 $\beta$ 兩相自由能曲線的共同切線決定

【1,2,3,4】 49. A 元素與 B 元素組成固溶體, A-A, B-B 與 A-B 之鍵結能分別以 $\varepsilon_{AA}$ · $\varepsilon_{BB}$ · $\varepsilon_{AB}$  表示, 而

$\varepsilon = \varepsilon_{AB} - \frac{1}{2} (\varepsilon_{AA} + \varepsilon_{BB})$ 。下列敘述何者正確?

- ①  $\varepsilon = 0$ , 有利於 A 元素與 B 元素混亂排列 (理想溶液)
- ②  $\varepsilon < 0$ , 有利於 A-B 排列
- ③  $\varepsilon > 0$ , 有利於產生 A 元素集團與 B 元素集團
- ④  $\varepsilon > 0$ , 有利於產生不互溶之雙相

【1,2,3,4】 50. 有關金屬晶體內部含有空孔(vacancy)缺陷, 下列敘述何者正確?

- ① 空孔的濃度與自由能有關
- ② 空孔的濃度增加會造成熵(entropy)的增加
- ③ 特定溫度下, 空孔的濃度是固定的
- ④ 空孔的濃度增加會造成焓(entraply)的增加

【1,2,4】 51. 有關自由能(Gibbs free energy, G)之敘述, 下列敘述何者正確?

- ① 自由能之下降有利於系統穩定
- ②  $G = H - TS$
- ③  $(\partial G / \partial T)_p = S$
- ④  $(\partial G / \partial P)_T = V$

【1,2】 52. 假設一溶液由 A 成份與 B 成份組成, 其莫耳分率分別為  $X_A$  與  $X_B$ 。若在定溫下構成理想溶液, 則每一莫耳 A 成份加入巨大的溶液中時, 下列敘述何者正確?

- ① 本項自由能之變化量為  $RT \ln X_A$
- ② 利用上述自由能之變化量可以推估 A 成份的部份莫耳自由能
- ③ 利用上述自由能之變化量亦可以推估 B 成份的部份莫耳自由能
- ④ 若在定溫下構成非理想溶液, 則自由能之變化量亦為  $RT \ln X_A$