

國立臺灣科技大學

115學年度碩士班招生

試題

系所組別：0350機械工程系碩士班戊組

科 目：材料原理

<<503501>>



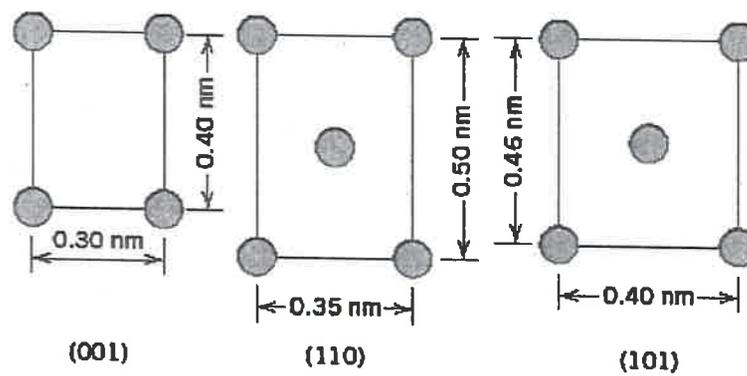
國立臺灣科技大學115學年度碩士班招生試題

系所組別：機械工程系碩士班戊組

科目：材料原理

(總分為100分;所有試題務必於答案卷內頁依序作答)

- (7%) Please write the electron configuration of the following atom and ions.
 - (3%) Cu
 - (2%) Fe^{3+}
 - (2%) O^{2-}
- (10%) The accompanying figure shows three different crystallographic planes for an unit cell of a hypothetical metal. The circles represent atoms:



- (4%) To what crystal system does the unit cell belong?
 - (6%) What are the lattice parameters a , b , c , α , β , and γ of the unit cell?
- (15%)
 - (5%) Please list five typical strengthening mechanisms of metallic materials.
 - (10%) Please explain the strengthening principle of each mechanism.
 - (8%) Please explain the factors that affect the diffusion rate of alloying elements in a solid solution.
 - (10%) Calculate the percentage of ionic bonding character of the following compounds.
 - (5%) ZnO
 - (5%) WC
 by using the Pauling's equation

$$\% \text{ ionic character} = \left(1 - e^{-\frac{(X_A - X_B)^2}{4}} \right) \times 100 \%$$

The electronegativities of elements are as follows for reference.



國立臺灣科技大學115學年度碩士班招生試題

系所組別： 機械工程系碩士班戊組

科 目： 材料原理

(總分為100分;所有試題務必於答案卷內頁依序作答)

Electronegativity values of the elements (Pauling scale)

H 2.1																	He
Li 1.0	Be 1.5											B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0	Ne
Na 0.9	Mg 1.2											Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0	Ar
K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.8	Ni 1.8	Cu 1.9	Zn 1.6	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8	Kr 3.0
Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5	Xe 2.6
Cs 0.7	Ba 0.9	La 1.1	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.8	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2	Rn 2.4
Fr 0.7	Ra 0.7	Ac 1.1															
Ce 1.1	Pr 1.1	Nd 1.1	Pm 1.1	Sm 1.1	Eu 1.1	Gd 1.1	Tb 1.1	Dy 1.1	Ho 1.1	Er 1.1	Tm 1.1	Yb 1.1	Lu 1.2				
Th 1.3	Pa 1.5	U 1.7	Np 1.3	Pu 1.3	Am 1.3	Cm 1.3	Bk 1.3	Cf 1.3	Es 1.3	Fm 1.3	Md 1.3	No 1.3	Lr 1.3				

6. (10%) 高安全性且具高能量密度的固態鋰電池常使用 Li_3InCl_6 (LIC) 作為關鍵電解質。其製備步驟如下：將氯化鋰 (LiCl , Alfa Aesar, 99.9%) 與氯化銦 (InCl_3 , Alfa Aesar, 99.99%) 依照化學計量式 $3\text{LiCl} + \text{InCl}_3 \rightarrow \text{Li}_3\text{InCl}_6$ 的比例稱量後，先溶解於去離子水中。接著，在環境空氣下自然乾燥，可得到前驅水合物 $\text{Li}_3\text{InCl}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。之後，將前驅物於真空環境中加熱 ($100\text{--}200\text{ }^\circ\text{C}$, 4 小時) 以脫去結晶水，最終得到無水態的 Li_3InCl_6 固態電解質。(原子量 H: 1.00 g/mol、O: 16.00 g/mol、Li: 6.94 g/mol、In: 114.82 g/mol、Cl: 35.45 g/mol)
- (a) (5%) 若要配製 50.0 mL、2.0 M 的 Li_3InCl_6 溶液，需要稱取多少克的 LiCl 與 InCl_3 ? 需考慮有效位數。
- (b) (5%) 若將(a)此溶液蒸乾，會有多少克 $\text{Li}_3\text{InCl}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 結晶沉澱? 需考慮有效位數。
7. (10%) LiCl 、 MgCl_2 、 LiI 、 MgO 、 NH_3 、 N_2 、 O_2 ，排序此七種純物質的沸點高低，並需說明各物質沸點需克服的作用力種類。
8. (10%) 已知鑽石(C)、矽(Si)、鍺(Ge)皆屬於 IV 族元素，並皆形成鑽石(Diamond)晶體結構。
- (a) (5%) 請比較三者能隙 (energy band gap) 大小，並依由大到小排列。並說明造成上述能隙大小差異的主要原因。
- (c) (5%) 依據鑽石 (diamond) 與石墨 (graphite) 的結構與鍵結特性，為何石墨具有良好導電性，而鑽石幾乎不導電。
9. (5%) 在 $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 反應式中，請說明哪個物質中的哪個元素發生氧化(oxidation)反應? 哪個物質中的哪個元素發生還原(reduction)反應?
10. (15%) Please answers the following questions.
- (a) (10%) A lithium (Li) atom has a radius of 1.52×10^{-8} cm and atomic mass of 6.941 g/mol. At standard temperature and pressure, lithium has a body-centered cubic (BCC) crystal structure, meaning atoms arrange in a cube with one atom at each corner and one in the center. What is the atomic packing factor of lithium at the standard condition? A calculation process is needed.
- (b) (5%) For the point Z (28 wt.%) marked in the iron-oxygen binary phase diagram shown below, determine the phases that are present.



國立臺灣科技大學115學年度碩士班招生試題

系所組別： 機械工程系碩士班戊組

科 目： 材料原理

(總分為100分;所有試題務必於答案卷內頁依序作答)

