

科目	構造・性質系－1-A
----	------------

受験番号

氏 名

--

科目	構造・性質系－1-A
----	------------

--

※解答は、点線より下に記入すること。

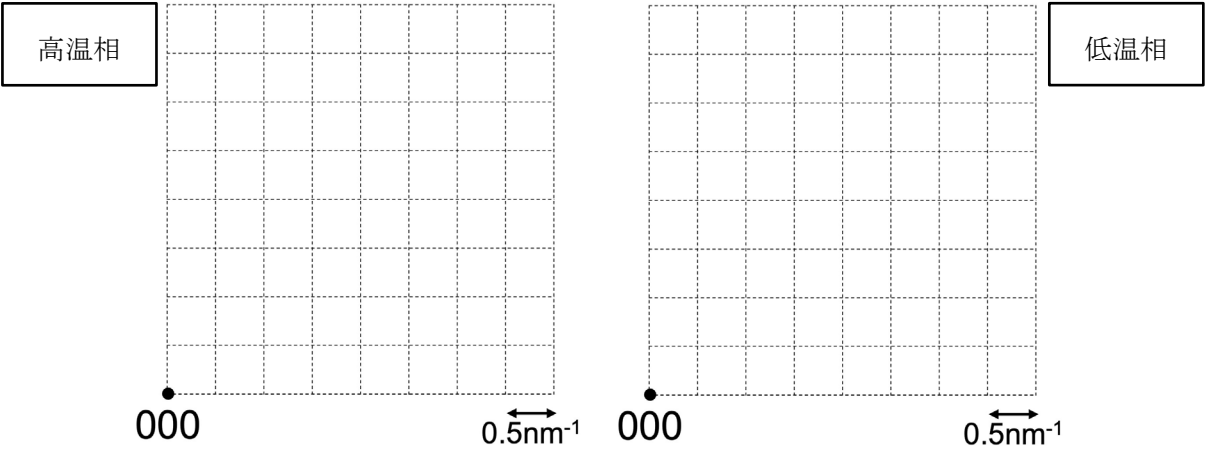
(注：この用紙の問題への解答はこの面のみとし、裏面にはしないこと。)

問題1 面心立方構造を有する仮想的な結晶を考える。この結晶はシュミット則に従い変形する。以下の問いに答えよ。

- (1) シュミット則について説明せよ。
- (2) すべり面を最稠密面とした時、この結晶のすべり系を全て書き出せ。符号が反対のものは省略して良い。
- (3) この結晶の[131]方向に荷重をかけた時、最初に活動するすべり系を全て書き出せ。導出過程も記すこと。

(1)		(2)	
(3)			

問題2 A_3B 合金を考える。本合金は高温において面心立方構造（格子定数 $a=0.5\text{ nm}$ ）で、各サイトを A 原子と B 原子がランダムに占有した固溶体である。一方、低温では規則化が生じ、面心の位置を A 原子、隅点を B 原子が占有する。この合金の[010]方向から電子線を入射したときの回折図形を描き、全ての反射に指数をつけよ。なお、実格子の大きさを a とした時、その逆格子の大きさを $1/a$ と定義する。また、温度変化や構造変化に伴う格子定数の変化は無いものとする。



科目	構造・性質系－1-B
----	------------

受験番号

氏 名

--

科目	構造・性質系－1-B
----	------------

--

※解答は、点線より下に記入すること。

(注：この用紙の問題への解答はこの面のみとし、裏面にはしないこと。)

問題3 表は各元素の $K\alpha$ 線のエネルギー (単位は keV) , 特性 X 線と吸収端の波長 (単位は Å) である。以下の問いに答えよ。

- (1) 水素及びヘリウムの特性 X 線が存在しない理由を答えよ。
- (2) $K\alpha_1$ 線の波長を λ_{α_1} , $K\alpha_2$ 線の波長を λ_{α_2} とする。両者は近接しているため、区別せずに $K\alpha$ 線として取り扱うことがある。 $K\alpha$ 線の波長を λ_{α_1} , λ_{α_2} を用いて表せ。
- (3) $K\beta_1$ 線は $K\beta$ 線として取り扱われる。 $K\alpha$ 線と $K\beta$ 線を分離 (単色化) するにはフィルターが用いられる。フィルターの原理について説明せよ。必要ならば図を用いて説明せよ。
- (4) コバルトの $K\alpha$ 線と $K\beta$ 線を分離するには、どの元素を用いれば良いか答えよ。
- (5) $K\alpha_1$ 線と $K\alpha_2$ 線を分離して単色化する方法の名称と原理について説明せよ。

元 素	$E(K\alpha)$ (keV)	$K\alpha_2$ 強 い	$K\alpha_1$ 非常に強い	$K\beta_1$ 弱 い	K 吸収端	$L\alpha_1$	$L_{(1)}$ 吸収端
1 H							
2 He							
3 Li	0.05	228			226.5		
4 Be	0.11	114			111		
5 B	0.18	67.6					
6 C	0.28	44.7			43.68		
7 N	0.39	31.6			30.99		
8 O	0.52	23.62			23.32		
9 F	0.68	18.32					
10 Ne	0.85	14.610		14.452	14.3018		
11 Na	1.04	11.9101		11.575	11.569		406
12 Mg	1.25	9.8900		9.521	9.5122		250.7
13 Al	1.49	8.34173	8.33934	7.960	7.94813		170.4
14 Si	1.74	7.12791	7.12542	6.753	6.738		123
15 P	2.01	6.160	6.157	5.796	5.784		94
16 S	2.31	5.37496	5.37216	5.0316	5.0185		
17 Cl	2.62	4.7307	4.7278	4.4034	4.3971		
18 Ar	2.96	4.19474	4.19180	3.8860	3.87090		
19 K	3.31	3.7445	3.7414	3.4639	3.4365		42.1
20 Ca	3.69	3.36166	3.35839	3.0897	3.0703	36.33	35.49
21 Sc	4.09	3.0342	3.0309	2.7796	2.762	31.35	
22 Ti	4.51	2.76216	2.74851	2.51391	2.49734	27.42	27.29
23 V	4.95	2.50738	2.50356	2.28440	2.2691	24.25	
24 Cr	5.41	2.293606	2.28970	2.08487	2.07020	21.64	20.7
25 Mn	5.90	2.10578	2.101820	1.91021	1.89643	19.45	
26 Fe	6.40	1.939980	1.936042	1.75661	1.74346	17.59	17.525
27 Co	6.93	1.792850	1.788965	1.62079	1.60815	15.972	15.915
28 Ni	7.47	1.661747	1.657910	1.500135	1.48807	14.561	14.525
29 Cu	8.04	1.544390	1.540562	1.392218	1.38059	13.336	13.288
30 Zn	8.63	1.439000	1.435155	1.29525	1.2834	12.254	12.131

(1)		(3)	
(2)			
(4)			
(5)			

科目	構造・性質系－2-A
----	------------

受験番号

氏 名

--

科目	構造・性質系－2-A
----	------------

--

※解答は、点線より下に記入すること。

(注：この用紙の問題への解答はこの面のみとし、裏面にはしないこと。)

問題 平滑試験片を用いた室温大気中の引張試験で延性破壊する鉄鋼材料であっても、実際の使用において巨視的な塑性変形を起こさずに脆性破壊する場合がある。その原因として考え得る材料工学的機構をできるだけ多く挙げて詳細に説明せよ。(図表を用いて説明しても良い)

※解答は、点線より下に記入すること。

(注：この用紙の問題への解答はこの面のみとし、裏面にはしないこと。)

問題 以下の説明文中の括弧内 (①から⑫) にあてはまる適切な数値あるいは数式を解答欄に記しなさい。

図(a)の A-B 二元系状態図において、初期組成 c_B^0 を持つ α 相を温度 T_1 より急冷して得られた過飽和固溶体を温度 T_2 に保持して、厚さ r の板状の β 相が生成する場合を考える。 α 相から組成の異なる β 相が析出するには溶質原子の長距離拡散が必要となるので、 β 相の成長は拡散律速成長となる。 α 相と β 相の界面において α 相および β 相の濃度はそれぞれ c_B^α および c_B^β で平衡を保っている(局所平衡が成立する)と仮定すると、界面を横切る溶質原子 B の濃度分布は図(b)のようになると考えられる。なお、ここでは取り扱いが容易であることから、 α 相中における B 原子の濃度変化の範囲を Δr として、その間で直線の変化を仮定している(Zener の線形勾配近似)。

いま、 β 相が微小時間 dt の間に dr だけ成長するものとする、界面の移動速度 v は ($v =$ ①) であり、単位面積の界面を通過して単位時間あたりに β 相の中に入る B 原子の量は (②) となる。(②) で表される B 原子は α 相側から界面へ拡散によって運ばれるので、B 原子の拡散係数を D とするとその流束はフィックの第1法則により ($J =$ ③) となり、流束釣り合いの式 (② = - ③) が得られる。 α 相と β 相の界面における B 原子の濃度勾配は ($dc_B/dr =$ ④) となるが、 β 相側に溜まる B 原子量と α 相から吐き出される B 原子量は等しい(質量保存)ので、(⑤ = ⑥) が成立する。($dc_B/dr =$ ④) と (⑤ = ⑥) から Δr を消去すると ($dc_B/dr =$ ⑦) が得られる。($dc_B/dr =$ ⑦) を流束釣り合いの式に代入すると (② = ⑧) となり、この式を変形して積分すると ($r =$ ⑨) が得られ、さらに ($dr/dt =$ ⑩) が得られる。すなわち、これらの二つの式から、 β 相の大きさ r は時間の (⑪) 乗に比例し、成長速度は時間の (⑫) 乗に比例することが分かる。

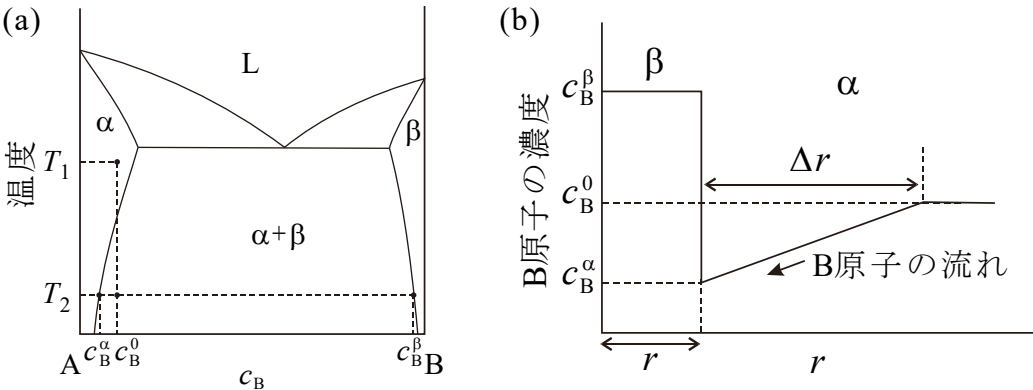


図 (a) A-B 二元系状態図および (b) α 相と β 相の界面近傍における B 原子の濃度分布。

解答欄

①		②		③	
④		⑤		⑥	
⑦		⑧		⑨	
⑩		⑪		⑫	