

受検番号	
------	--

令和4年度
専攻科入学者選抜学力検査問題(前期)
物質工学専攻
専門(材料工学系)

総 得 点	

出題5問中、4問を選択し解答すること。
なお、選択した問題4問の番号を下の□に記入すること。

選択した4問の番号				
得点欄	※	※	※	※

※印欄は、記入しないでください。

(注 意)

- 1 検査問題用紙は指示があるまで開かないこと。
- 2 検査問題用紙は1ページから5ページまでである。
検査開始の合図のあとで確かめること。
- 3 定規、コンパス、物差し、分度器及び計算機は用いないこと。
- 4 受検番号は検査問題表紙及び全ての検査問題用紙に記入すること。

久留米工業高等専門学校

得	点

問題1. 合金状態図に関連する以下の問いに答えよ。(25点)

(1) AとBの2つの成分を混ぜ合わせて得られる金属間化合物 A_mB_n (m, n は整数) において、A成分のモル百分率 (mol%) を表す式を示せ。

(2) 金属間化合物について記した次の文章において、正しいものには○、誤ったものには×を()内に記入しなさい。

- () 金属間化合物 A_mB_n (m, n は整数) の m と n の値は、5 と 21 のようになり複雑な場合も存在する。
- () 金属間化合物 A_mB_n (m, n は整数) は、成分 A または成分 B と同一の結晶構造をもつ。
- () 鉄と炭素から成る Fe_3C (セメンタイト) は、炭素が金属ではないため、金属間化合物には属さない。

(3) 次の条件を満たす 200~1000℃における C-D 二元系状態図 (図1) を描け。

- ・ 元素 C と元素 D の融点はそれぞれ 900℃、600℃である。
- ・ 元素 D は元素 C の中に 700℃で最大 10 mass% 固溶するが、200℃では固溶しない。この領域を α として表す。
- ・ 元素 C は元素 D の中に 500℃で最大 20 mass% 固溶し、200℃では 10 mass% 固溶する。この領域を γ として表す。
- ・ 図に示すように、組成幅を持たない金属間化合物 (β) が C-40 mass%D の位置に存在し、その融点は 800℃である。
- ・ α 相と β 相の共晶点が 700℃、C-30 mass%D に存在する。一方、 β 相と γ 相の共晶点は 500℃、C-70 mass%D である。

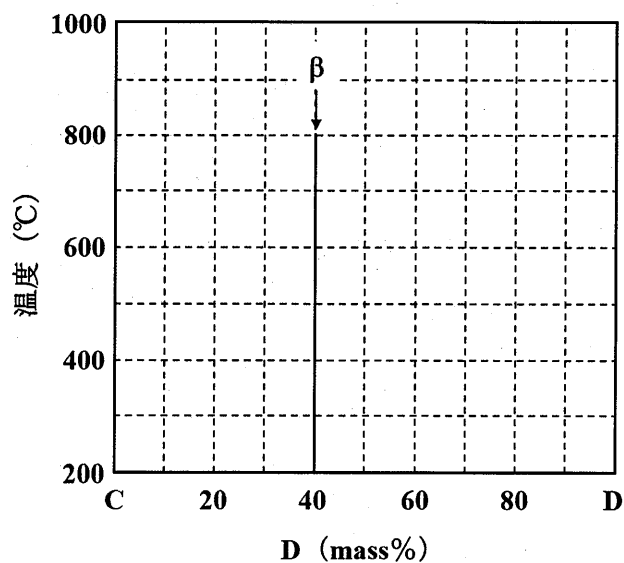


図1 C-D 二元系状態図

(4) (3) の C-D 二元系において、C-60mass%D 合金 100 g を 200℃に保持した場合に観察される相とその量比について答えよ。但し、量比は g を使って表せ。

得	点

問題2. 次の問いに答えよ。(25点)

(1) エントロピー変化の定義式を書け。

(2) 熱力学第二法則を、エントロピー変化 ΔS を使った式で表現せよ。(3) 炭酸カルシウムの分解反応 ($\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$) について、298Kにおける反応熱を求めよ。但し、標準生成熱 ΔH_f^0 はそれぞれ以下の通りである。 $\text{CaCO}_3(\text{s}) : -1207.1, \text{CaO}(\text{s}) : -634.3, \text{CO}_2(\text{g}) : -393.5 \text{ (kJ/mol)}$ (4) 炭酸カルシウムの分解反応 ($\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$) について、1298Kにおける反応熱を求めよ。但し、定圧モル比熱 C_p^0 はそれぞれ以下の通りである。 $\text{CaCO}_3(\text{s}) : 81.9, \text{CaO}(\text{s}) : 42.8, \text{CO}_2(\text{g}) : 37.1 \text{ (J/K}\cdot\text{mol)}$

受検番号	
------	--

物質工学専攻 専門(材料工学系)

得	点

問題3. 次の問いに答えよ。(25点)

(1) Feは911°Cにおいて、格子定数2.90Åの体心立方格子から、格子定数3.60Åの面心立方格子に変態する。これらの値を使って、変態時にどのくらい膨張するか、あるいは収縮するかその変化率を計算せよ。

(2) Fe-0.15wt.%C (低炭素鋼) の組成を原子%で表せ。ただし、Feの原子量を56、Cの原子量を12とする。

(3) 純銅 (Cu) 単結晶の引張試験を行なった。引張方向は $[1\bar{3}1]$ 方向である。この時に活動するすべり系を示せ。

得

点

問題4. 次の問いに答えよ。(25点)

(1) 次の文章の()の中に当てはまる語句または数値を記入せよ。

フッ化水素分子は、原子番号が(①)で最外殻に(②)個の価電子を持つフッ素原子と、1個の価電子を持つ水素原子の間の(③)結合により形成される。フッ化水素分子中のフッ素原子と水素原子との(③)結合においては、(③)電子対がより陰性の強いフッ素原子に引き寄せられるため、結合に電荷の偏りが生じる。このように結合に偏りがあることを(④)といい、結合している2原子間の(⑤)の差が大きいほど電荷の偏りは大きい。また、フッ化水素分子の水素原子は他のフッ化水素分子のフッ素原子に引きつけられる。このような静電的引力で生じる結合を(⑥)という。

①	②	③
④	⑤	⑥

(2) エタノールを濃硫酸とともに約140°Cに加熱すると、どのような有機化合物が生成するか。化合物名で答えよ。

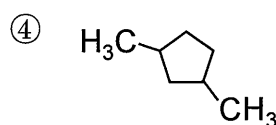
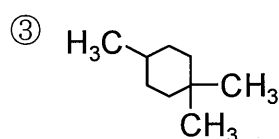
(3) 次の化合物の構造式を示せ。

(ア) トリクロロメタン (イ) 2-メチル-1,5-ヘキサジエン (ウ) o-メチルフェノール

(4) ペンタンのC2-C3間の回転で生まれる立体配座の中で、最も安定な配座と最も不安定な配座をニューマン投影式で示せ。

(5) 次の①~④の化合物で、シス-トランス異性体が存在するものを2つ選び、記号で答えよ。

① $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ ② $\text{CH}_3\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$



受検番号	
------	--

物質工学専攻 専門(材料工学系)

得	点

問題5. 次の問いに答えよ。(25点)

- (1) 図1に示すように1273Kで幅 $W_0 = 320.0$ mm、奥行 $L_0 = 250.0$ mm、長さ $H_0 = 50.0$ mmの直方体の材料を、正方形断面で高さ $H_1 = 400.0$ mmの直方体になるように鍛造を行った。
この塑性加工において真ひずみにおける体積一定則の式 $\epsilon_W + \epsilon_L + \epsilon_H = 0$ が成り立つことを示せ。

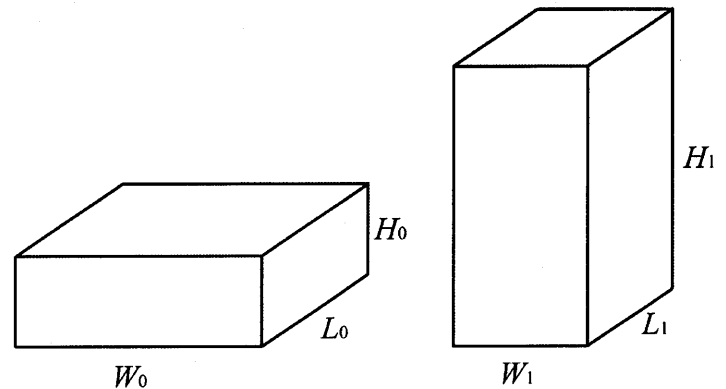


図1 鍛造前後の材料

- (2) 次の文章の () の中に当てはまる語句または数式を記入せよ。

圧延は、材料がロールにかみ込まれることにより成立し、ロールと材料の接触している部分の中心角 θ をロール (①) 角と呼ぶ。図2のような場合、かみ込み時に生じるロール方向の圧力 P_R 、また、ロールと材料の摩擦係数を μ とすると、ロール回転によって発生するロールの接線方向の摩擦力 F は (②) で表せる。

材料がロールにかみ込まれるためには、 F の (③) 方向成分 (④) が P_R の (⑤) 方向成分 (⑤) より (⑥) なることが必要である。したがって、 μ と θ との間には (⑦) の関係が得られ、この条件が成立する場合の θ を (⑧) 角と呼ぶ。

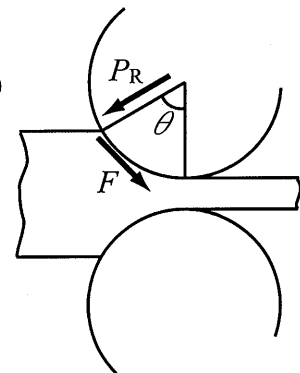


図2 圧延の模式図

①	②	③	④
⑤	⑥	⑦	⑧