

受験番号	
------	--

令和6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 受験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. 合金に関する以下の文章を読み、問いに答えよ。(25点)

合金とは2種類以上の金属元素、あるいは金属元素と金属以外の元素から成るもので、金属的な性質を有する物質のことである。その構造からみると、(①)とセメンタイトなどの(②)に分けられる。前者は成分元素が原子オーダーで混ざり合ったもので、溶質原子が溶媒原子の隙間に入った(③)、溶質原子が溶媒原子の格子点を占める(④)の2つがある。

(1) 文章中の①~④に入る適切な用語を答えよ。

①	②	③	④
---	---	---	---

(2) ①では、溶媒原子と溶質原子の大きさの違いから、溶媒金属の結晶格子がゆがむことになる。このときに生じるひずみを何というか。また、④の場合における溶媒原子・溶質原子の大小と溶質原子のまわりの応力場の関係について答えよ。

用語	溶媒原子>溶質原子	溶媒原子<溶質原子
----	-----------	-----------

(3) ③をつくりやすい溶質原子を3つ挙げ、元素記号で答えよ。

--	--	--

(4) ④に関連して、高温においては溶媒原子と溶質原子が無秩序であるが、温度の低下に従って特定の原子配置をとる場合がある。逆にこれを加熱すると、高温で再び無秩序な状態に戻る。このような相変態を何と呼ぶか。

--

(5) 文章中にあるセメンタイトは、炭素を約0.8 mass%含む炭素鋼を900℃から徐冷した場合に観察される。このときに起こる不変系反応、ならびにセメンタイトと共に生じる相の名称をそれぞれ答えよ。また、900℃から急冷した場合に起こる相変態の名称を答えよ。

不変系反応	相	相変態
-------	---	-----

(6) アーク溶解によりA金属15gとB金属5gを混ぜ合わせて合金を作製した。A金属とB金属の原子量をそれぞれ40、20とするとき、合金の化学成分をmol%で表せ。

A金属 mol%	B金属 mol%
-------------	-------------

得

点

問題2. 298 Kにおいて、黒鉛からダイヤモンドを合成するのに必要な圧力 P (atm)を次の指示に従い求めよ。但し、 $1 \text{ atm} = 1000 \text{ hPa}$ 、298 Kではダイヤモンドのギブズエネルギー(自由エネルギー)は黒鉛よりも 3000 J/mol だけ大きく、黒鉛の方が安定で、炭素の原子量は12、密度は、黒鉛： 2 g/cm^3 、ダイヤモンド： 3 g/cm^3 で圧力によって変わらないとする。(25点)

- (1) 黒鉛の1 mol当たりの体積 V_g (m^3/mol)を求めよ。
- (2) 黒鉛を P (atm)から 1 atm まで変化させたときのギブズエネルギー変化 ΔG_1 (J/mol)を P を含む式で示せ。
- (3) 1 atm で、黒鉛からダイヤモンドに変化させたときのギブズエネルギー変化 ΔG_2 (J/mol)はいくらか。
- (4) ダイヤモンドを 1 atm から P (atm)まで変化させたときのギブズエネルギー変化 ΔG_3 (J/mol)を P を含む式で示せ。
- (5) 圧力 P (atm)で、黒鉛からダイヤモンドに変化させたときのギブズエネルギー変化 ΔG (J/mol)を ΔG_1 、 ΔG_2 、 ΔG_3 を使って示せ。
- (6) 298 Kにおいて、黒鉛からダイヤモンドを合成するのに必要な圧力 P (atm)を有効数字3桁で答えよ。

受験番号	
------	--

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)

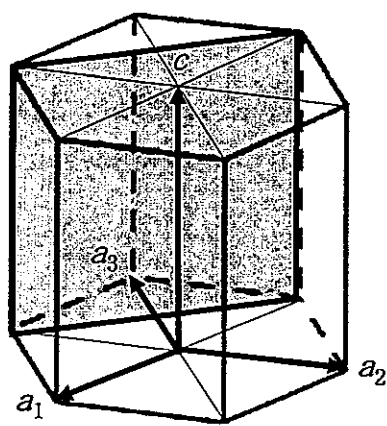
(1) 体心立方格子の主すべり面・すべり方向を示し、主すべり系が何種類あるか示せ。

すべり面	すべり方向	すべり系の種類
{ }	< >	種類

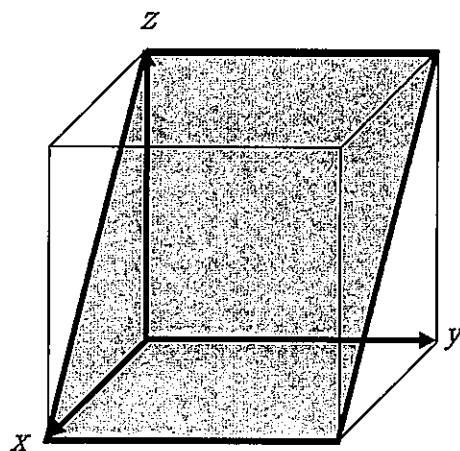
(2) 正方晶と斜方晶のブラベー格子をすべて書け。

(3) 以下の結晶面のミラー指数(ミラー・ブラベ指数)を示せ。

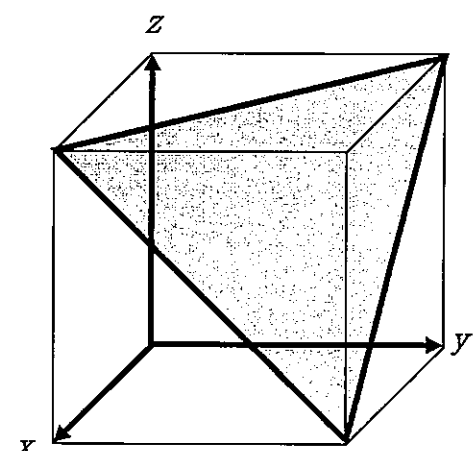
(ア)



(イ)



(ウ)



(ア)		(イ)		(ウ)	
-----	--	-----	--	-----	--

受験番号	
------	--

物質工学専攻 専門(材料工学系)

得	点

問題4. 次の問いに答えよ。(25点)

- (1) 次の化合物において、中心原子(ホウ素原子, 炭素原子, 窒素原子)の混成状態を分類せよ。
 BF_3 , NH_4^+ , CH_4 , CO_2 , C_2H_2 , C_2H_6 , C_2H_4

混成状態	該当する化合物
sp^3 混成	
sp^2 混成	
sp 混成	

(2) 次の化合物の構造式を示せ。

(ア) 1-クロロ-3-メチルシクロペンタン

(イ) *trans*-2-ブテン

(3) ベンゼンに関する以下の問いに答えよ。

(ア) 次の文章の括弧内に適切な語句または数値を記入せよ。

ベンゼンの炭素原子はすべて (①) 混成軌道を取り、その分子は平面で、(②) 形をしている。ベンゼンは、三つの炭素-炭素二重結合をもつが、シクロヘキセンと異なり、 Br_2 の付加反応や酸化による開裂反応を起こさない。このことは、ベンゼンが仮想分子 1,3,5-シクロヘキサトリエンのようなアルケンとは異なり、大きく安定化していることを示している。実際、シクロヘキセンの水素化でシクロヘキサンが生成する反応は、 -120 kJmol^{-1} の発熱反応である。

これに基づいて 1,3,5-シクロヘキサトリエンの水素化熱を計算すると、(③) kJmol^{-1} と予想される。ところが、実在のベンゼンの水素化でシクロヘキサンが生成する反応は、 -208 kJmol^{-1} の発熱反応であった。ベンゼンは 1,3,5-シクロヘキサトリエン構造よりも (④) kJmol^{-1} 安定であることを示している。したがって、ベンゼンの真の構造は二つの共鳴構造の共鳴混成体として表した方が適切である。そして、(④) kJmol^{-1} がベンゼンの (⑤) に相当する。

①		②		③		④		⑤	
---	--	---	--	---	--	---	--	---	--

(イ) ベンゼンの共鳴構造を示せ。

(ウ) ベンゼンと Br_2 との反応を化学反応式で示せ。

受験番号	
------	--

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) 下の語群から、下線内に入る適切な語句を埋めよ。

板を曲げると、板の外側は①ひずみ、板の内側には②ひずみが生じる。また、板の中間でひずみが生じないところを③面と呼ぶ。

この時、板の断面内に生じるひずみの大きさは、③面からの距離に④する。

図1に示すように曲げが起こる時の③面の曲率半径を ρ とし、③面から距離 y だけ離れた位置で生じるひずみの大きさを e とすると、

$$e = \frac{\text{⑤}}{\text{⑥}}$$

で表される。

したがって、板に生じるひずみは板の外側表面で⑦となる。ここで、厚さ t の板を曲げた時の板の内側表面の曲率半径、すなわち⑧(r_i)とすると板に生じる最大のひずみ e_{max} は、

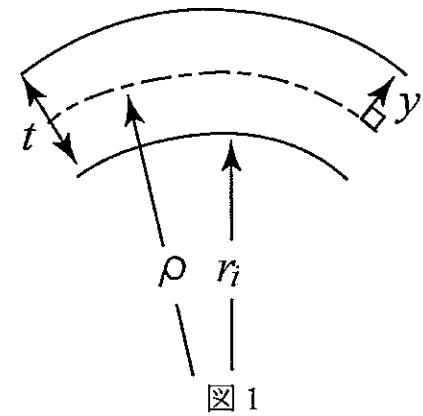
$$y = \frac{\text{⑨}}{\text{⑩}}$$

$$\rho = \text{⑪} + \frac{\text{⑫}}{\text{⑬}}$$

となるので、

$$e_{max} = \frac{\text{⑭}}{\left(\frac{2 \cdot \text{⑮}}{\text{⑯}} + 1\right)}$$

したがって、⑰(r_i)が小さいほど e_{max} が⑱となり、素材の引張り⑲ひずみと等しくなった時に外側表面に⑳が生じる。



語群：引張り、圧縮、曲げ、せん断、中立、表面、比例、反比例、大きく、小さく、曲げ半径、
1、2、3、5、 r_i 、 ρ 、 ε 、 σ 、 τ 、 r 、 y 、 t 、き裂、のび、ヤング率、破断、最大、最小、同等

①		②		③		④		⑤	
⑥		⑦		⑧		⑨		⑩	
⑪		⑫		⑬		⑭		⑮	
⑯		⑰		⑱		⑲		⑳	

(2) 単軸降伏応力が 500 MPa の材料に対して、三軸方向から $\sigma_x = -100$ MPa、 $\sigma_y = 100$ MPa、 $\sigma_z = 200$ MPa の応力を負荷した。この材料が降伏するかどうかトレスカ降伏条件を用いて検討せよ。

「 専門（材料工学系） 」

訂正箇所	
1 ページ	問 1 (4) 3 行目
正	誤
このような相変態の名称を一つ挙げよ。	このような相変態を何と呼ぶか。