

北見工業大学大学院工学研究科（博士前期課程）  
令和2年度（第2回）  
入学試験問題

受験番号	
------	--

専門科目

（13：00～15：00）

選択科目： 材 料 工 学

マテリアル工学専攻

令和2年度大学院博士前期課程（第2回）入試問題（マテリアル工学専攻）  
（一般入試・外国人留学生特別入試）

科目名 | 材料工学

(1/6)

受験番号 |

1. 結晶に関する以下の文章を読んで、下記の問いに答えなさい。

結晶は、7つの結晶系と14種類のブラベー格子に分類される。ここで三次元の格子は、7（対称性） $\times$ 4（単純・底心・面心・体心）種類が想定されるが、より小さな単位胞を使って記述する事が可能な物も存在するため、ブラベー格子は14種類となる。

(1) ブラベー格子に面心正方格子が存在しない理由を、図を用いて記述しなさい。

(2) 7つの結晶系を全て記述しなさい。

(3) 単純立方格子の充填率を計算しなさい。

(4) 多くの無機材料では、結晶構造中に配位多面体を含む物が多い。そしてこの配位多面体の配位数は、配位多面体を構成するイオン半径比によって決定される。イオン半径比が0.414では6配位となる理由を示しなさい。

令和2年度大学院博士前期課程(第2回)入試問題(マテリアル工学専攻)  
(一般入試・外国人留学生特別入試)

科目名 | 材料工学

(2/6)

受験番号 |

2. 導電セラミックスに関する以下の文章を読んで、下記の問いに答えなさい。  
物質中の電気の流れやすさを示す指標として導電率が用いられる。導電率 $\sigma$ 、単位面積当たりの電流を $J$ 、単位厚さ当たりの電圧を $E$ とすると、これらの関係は **A** と表される。ここで金属導電体は、温度の上昇と共に導電率は **B** なるが、半導体やイオン伝導体では、温度上昇とともに導電率は **C** なる。

(1) 文中の空欄 **A** ~ **C** に当てはまる語句を示しなさい。

A: \_\_\_\_\_ B: \_\_\_\_\_ C: \_\_\_\_\_

(2) 一般的に異なる原子価の原子を固溶させることで、導電率を大きく変化させる事が出来ると言われている。ケイ酸塩系のセラミックス材料にリンを微量固溶させた場合、どのような現象が起こり、導電率がどのように変化するかを解答しなさい。

(3) 粒界を持つセラミックス多結晶体の場合、単結晶よりも導電率が小さくなる事が多いが、その理由を記述しなさい。またセラミックス多結晶体の電気伝導の特徴を併せて記述しなさい。

令和2年度大学院博士前期課程（第2回）入試問題（マテリアル工学専攻）  
（一般入試・外国人留学生特別入試）

科目名	材料工学	(3/6)	受験番号	
-----	------	-------	------	--

3. 以下の文章中の空欄に入る適切な語句や数値を解答欄に書きなさい。ただし、金の原子量は197である。

物質1molの温度を1K上昇させるために必要な熱量を(①)という。物質の単位質量当たりで表す場合は(②)という。金の(①)は、 $25\text{J/mol}\cdot\text{K}$ でこれを(②)で表すと(③)となる。多くの固体では、吸収したエネルギーはほとんど原子の(④)の増分となる。

固体は加熱すると(⑤)し、冷却すると(⑥)する。長さの変化は温度変化に比例し、その比例定数が(⑦)である。熱膨張は、平均の(⑧)の増加を反映した物である。また(⑧)の増加はポテンシャルエネルギーと(⑧)の図に現れる谷の形が(⑨)であることに起因する。原子間の結合エネルギーが(⑩)ほど、(⑦)は小さい。従って、金属、セラミックス、高分子で比較すると、(⑦)は(⑪) > (⑫) > (⑬)の順になる。

解答欄

- |   |   |   |
|---|---|---|
| ① | ② | ③ |
| ④ | ⑤ | ⑥ |
| ⑦ | ⑧ | ⑨ |
| ⑩ | ⑪ | ⑫ |
| ⑬ |   |   |

令和2年度大学院博士前期課程（第2回）入試問題（マテリアル工学専攻）  
 （一般入試・外国人留学生特別入試）

科目名	材料工学	(4/6)	受験番号	
-----	------	-------	------	--

4. 電磁波について以下の問いに答えなさい。

(1) 電磁波は、波長により異なる性質を示す。各波長域の電磁波の名称とその特徴および利用分野をまとめた表の空欄に入る適切な語句を選択肢の中から選び、空欄の中に記号を書きなさい。

波長	名称	特徴と利用分野
0.01 nm 程度以下	[            ]	放射性物質の出す放射線
0.01~10 nm 程度	エックス線	[            ]
10~400 nm 程度	[            ]	[            ]
400~800 nm 程度	可視光	ヒトの目で見ることができる
800 nm~1 mm 程度	[            ]	[            ]
1 mm~1 m 程度	[            ]	電子レンジに利用される
1 m 程度以上	ラジオ・テレビ波	ラジオやテレビ放送

選択肢

- A. 赤外線、 B. 紫外線、 C. ガンマ線、 D. マイクロ波  
 E. レントゲン写真に利用される、 F. 高温の物体から熱放射される  
 G. 食品や医療分野での殺菌消毒に利用される

(2) 電磁波は量子力学的にみると、光子（フォトン）とよばれる粒子と考えることができる。

波長  $\lambda$  が 250 nm の電磁波の振動数  $\nu$  と光子のエネルギー  $E_{ph}$  を計算しなさい。なお、光の速度  $c$  は  $3.00 \times 10^8$  m/s、プランク定数  $h$  は  $6.63 \times 10^{-34}$  Js である。

(3) 半導体や絶縁体などの非金属材料では、バンドギャップエネルギー  $E_g$  により吸収される光の波長が異なる。 $E_g$  が 1.20 eV の半導体材料の場合、どのような波長の光が吸収されるか計算しなさい。なお、 $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$  である。

令和2年度大学院博士前期課程（第2回）入試問題（マテリアル工学専攻）

（一般入試・外国人留学生特別入試）

科目名	材料工学	(5/6)	受験番号	
-----	------	-------	------	--

5. 誘電体の特性に関する下記の問いに答えなさい。

- (1) 電極面積が  $6.45 \times 10^{-4} \text{ m}^2$  で電極間距離が  $2.0 \times 10^{-3} \text{ m}$  の平行平板コンデンサに比誘電率 6.0 の物質が挿入されている。静電容量  $C$  を求めなさい。またこのコンデンサに 10.0V の電圧を印加した時、各電極上に蓄積される電荷量  $Q$  及び誘電体の分極  $P$  を求めなさい。  
ただし、真空の誘電率は  $8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$  である。

(2) 比誘電率の値は、交流電場の周波数が高くなると減少する。この理由を説明しなさい。

6. 室温で、ある金属の電気伝導率  $\sigma$  は  $4.5 \times 10^7 (\Omega\text{m})^{-1}$  である。

(1) この金属の電気抵抗率を求めなさい。

(2) この金属の長さを3倍にした場合、電気抵抗率の値はどうか述べなさい。

(3) この金属に別の金属元素を添加したとき、電気抵抗率はどうか述べなさい。

令和2年度大学院博士前期課程（第2回）入試問題（マテリアル工学専攻）  
（一般入試・外国人留学生特別入試）

科目名	材料工学	(6/6)	受験番号	
-----	------	-------	------	--

7. 磁性材料について、以下の問いに答えなさい。

(1) 物質内部の磁気モーメントの配列の違いにより、常磁性、強磁性、反強磁性などの磁氣的性質の違いが生じる。常磁性材料、強磁性材料、反強磁性材料について、磁気モーメントの配列状態の違いを、図を描いて説明しなさい。

(2) 反強磁性とフェリ磁性では、磁気モーメントの配列状態が似ているが、フェリ磁性材料が強い磁石になるのに対して、反強磁性材料は磁石にならない。この理由を説明しなさい。