

令和8年度専攻科入学者選抜検査
(学力二次)【模範解答例(公開用)】

生産工学専攻
(環境材料工学コース)

専 門 科 目

(金属材料学、無機材料学、有機化学、材料加工学)

模 範 解 答 例

科目名 金属材料学

1. 40 点

(あ) 立方、(い) $a = b = c$ 、(う) $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ 、(え) 14、(お) 面心立方格子

(か) $\{111\}$ 、(き) dislocation、(く) plastic deformation、(け) バーガースベクトル

(こ) らせん転位 . . . 40 点

2. 30 点

(1) (ア) Ti など、(イ) 12、(ウ) 3、(エ) 双晶 . . . 20 点

(2) (2-1) $(10\bar{1}0)$ 、(2-2) $(01\bar{1}1)$. . . 10 点

3. 20 点

(1) $75 [^\circ]$. . . 10 点

(2) $56 [\%]$. . . 10 点

4. 10 点

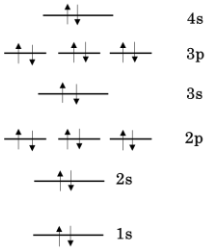
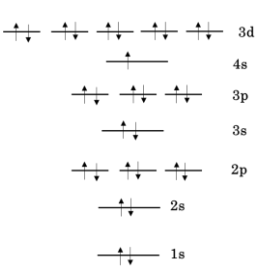
0.58 (もしくは 0.61) . . . 10 点

科目名 無機材料学

1. 20 点

0.358 [nm] . . . 20 点

2. 20 点 (各 5 点)

(1)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ 	(2)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ 
-------	---	-------	---

(1) 電子配置 5 点, 図表示 5 点

(2) 電子配置 5 点, 図表示 5 点

3. 60 点

(1) $C_{V,m} = 20.79 \left[\frac{J}{K mol} \right]$. . . 8 点 $C_{P,m} = 29.10 \left[\frac{J}{K mol} \right]$. . . 8 点

(2) 357.3 [K] . . . 12 点

(3) (a) 水分子 : H_2O は, 中心原子である O の周りに電子対が 4 つある。原子価殻電子対反発則より, 正四面体形が予測されるが, そのうち二つの電子対は, 孤立電子対である。実際に結合をつくるのは 2 つの O—H 結合のため, 折れ線形が予想できる。 . . . 8 点

(b) アンモニア分子 : NH_3 は, 中心原子である N の周りに電子対が 4 つある。原子価殻電子対反発則より, 正四面体形が予測されるが, そのうち一つの電子対は, 孤立電子対である。よって, 実際に結合をつくるのは 3 つの N—H 結合のため, 三角錐形が予想できる。 . . . 8 点

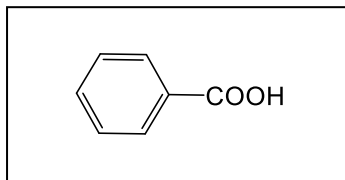
(4) (a) 水素原子は電子を 1 つ持つ。分子軌道法の考えを用いると, 水素分子の計 2 つの電子は結合性軌道に収容される。よって, 結合次数は $1/2 \times (2 - 0) = 1$ となり, H—H 結合の形成が予想される。すなわち, 水素分子が形成される。 . . . 8 点

(b) ヘリウム原子は電子を 2 つ持つ。分子軌道法の考えを用いると, ヘリウム分子の合計 4 つの電子のうち, 2 つは結合性軌道に入るが, 残り 2 つは反結合性軌道に収容される。結合次数は, $1/2 \times (2 - 2) = 0$ となり, 結合が形成されない。よってヘリウム分子は存在しないことが分かる。 . . . 8 点

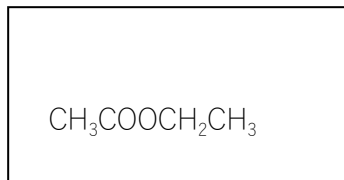
科目名 有機化学

1. (3点×9=27点)

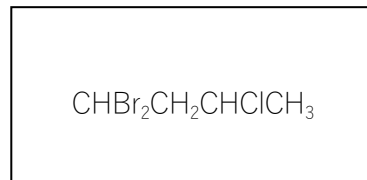
(a) 安息香酸



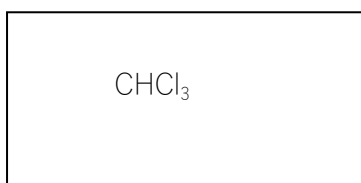
(b) 酢酸エチル



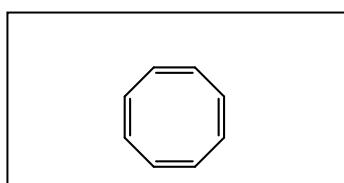
(c) 1,1-ジブロモ-3-クロロブタン



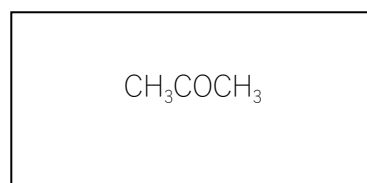
(d) クロロホルム



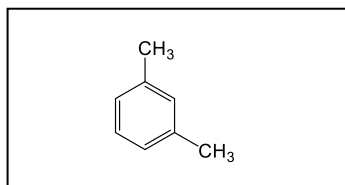
(e) 1,3,5,7-シクロオクタテトラエン



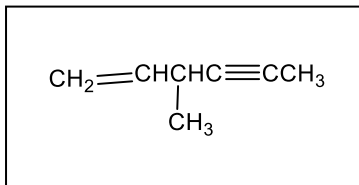
(f) アセトン



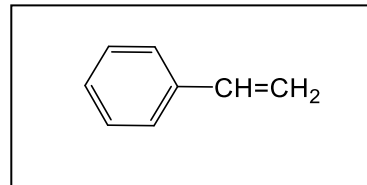
(g) *m*-キシレン



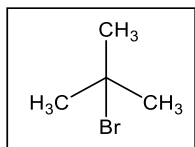
(h) 3-メチル-1-ヘキセン-4-イン



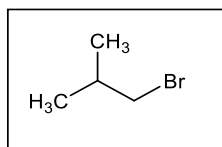
(i) スチレン



2. (生成物の構造式 3点×2=6点、化合物名 3点×2=6点、主生成物の選択 2点 計 14点)



2-ブロモ-2-メチルプロパン
(臭化 *t*-ブチル)

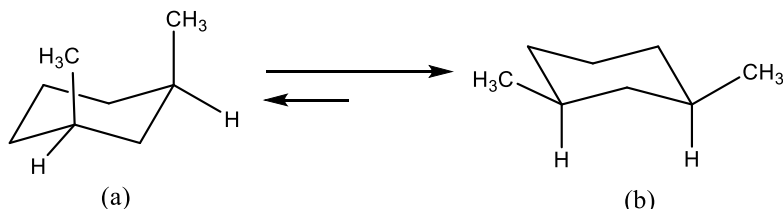


1-ブロモ-2-メチルプロパン

主生成物は、2-ブロモ-2-メチルプロパン

(臭化 *t*-ブチル) である。

3. (いす形配座 3点×2=6点、説明+優先配座の選択 3点 計 9点)

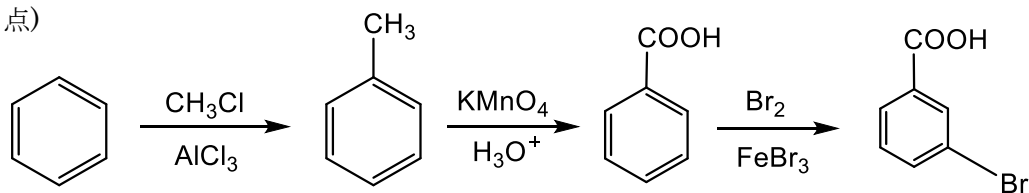


(a)と(b)の2種が考えられる。安定な配座(優先配座)は、(b)である。

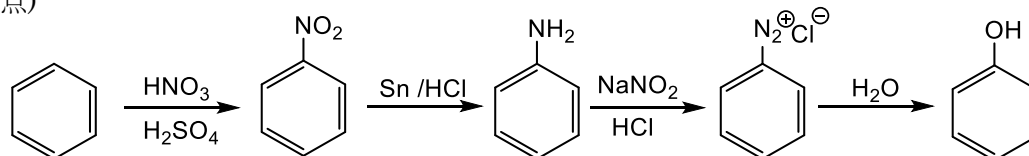
理由は、2つのメチル置換基がエクアトリアル方向を取り、1,3-ジアキシャル間の立体反発を軽減するからである。

科目名 有機化学

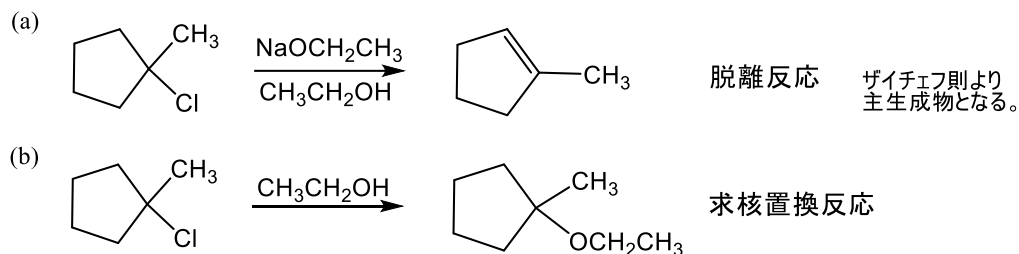
4. (計 6 点)



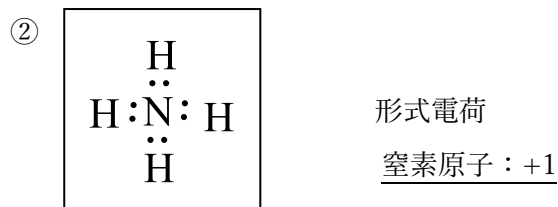
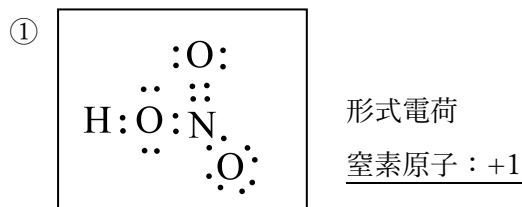
5. (計 8 点)



6. (各 4 点×2=計 8 点)



7. (電子式 3×2=6 点、形式電荷 1×2=2 点 計 8 点)



8. (計 20 点)

(1) (計算過程 3 点 組成式 2 点 分子式 3 点 計 8 点)

炭素の質量は $1.760 \times (12.0/44.0) = 0.480$ [g]、水素の質量は $0.720 \times (2 \times 1.0/18.0) = 0.080$ [g]である。

組成式は $C : H = 0.480 / 12.0 : 0.080 / 1.0 = 1 : 2$ すなわち組成式は CH_2 式量 $CH_2 = 14.0$

分子量 56.0 なので $14.0 \times n = 56.0$ $n=4$ したがって、分子式は C_4H_8

(2) (名称 2 点×4=8 点、 選択(○をつける) 1 点×4=4 点 計 12 点)

$-NH_2$: 名称 (アミノ) ($o,p-$ 、 $m-$)、 $-CH_3$: 名称 (メチル) ($o,p-$ 、 $m-$)

$-COCH_3$: 名称 (アセチル) ($o,p-$ 、 $m-$)、 $-OH$: 名称 (ヒドロキシ) ($o,p-$ 、 $m-$)

科目名 材料加工学

1. (35 点)

(1) (5 点×2=10 点)

作用する応力 $\sigma = \underline{330 \text{ [MPa]}}$

機材の重さ $\underline{2650 \text{ [Kg]}}$

(2) (5 点×3=15 点)

対数ひずみ $\varepsilon = \underline{4.88 \text{ [%]}}$

公称応力 $\sigma_N = \underline{374 \text{ [MPa]}}$

真応力 $\sigma = \underline{393 \text{ [MPa]}}$

(3) (10 点)

変形仕事 $W = \underline{16.9 \text{ [MPa]}}$

2. (30 点)

(1) (5 点×3=15 点)

$$\sigma_1 = 103.52 \cdots = \underline{104 \text{ [MPa]}}$$

$$\sigma_2 = -13.52 \cdots = \underline{-13.5 \text{ [MPa]}}$$

$$\tau_{max} = \underline{58.5 \text{ [MPa]}}$$

(2) (5 点×3=15 点)

平均垂直応力 $\sigma_m = \underline{220 \text{ [MPa]}}$

$$d\varepsilon_1 = \underline{11.3 \text{ [%]}}$$

$$d\varepsilon_3 = \underline{-16.3 \text{ [%]}}$$

3. (35 点)

(1) (7 点)

図は著作権の関係上掲載できません

延性破壊のメカニズムは次のように進行する。
非金属介在物や第2相などの界面に転位が蓄積する。
次に応力が一定以上作用すると微小空孔が生じる。
微小空孔は成長してボイド(空孔)化、クラックとなる。
成長したボイドなどが合体して巨視的破壊に至る

(2) (7 点)

凝着とは金属材料同士が接触した際に、表面の汚染層が破壊されて、露出した新生面同士が金属結合を生じる現象である。

(3) (7 点×2 = 14 点)

「トレスカ」 降伏応力 $Y = |\sigma_{\max} - \sigma_{\min}|$

最大せん断応力説とも呼ばれ、せん断応力が作用するすべての面に対して、少なくとも一つでせん断応力が限界値を超えると、その面ですべり変形が始まると考えるものである。

「ミーゼス」 降伏応力 $2Y^2 = (\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2$

せん断ひずみエネルギー説とも呼ばれ、材料にせん断変形によって蓄えられるエネルギーには材料固有の限界値があり、その限界値を超えるとすべり変形が生じるとする考え方である。

(4) (7 点)

溶湯に高圧力を作用させると、熱伝導率が向上する。そのため、冷却効率が高まり結晶は急速に冷却される。その結果、凝固組織は微細結晶となり、機械的強度の向上、ポロシティの低減、固溶限の上昇、準安定相の出現などもみられる。