

--

## 令和3年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

## 専門科目【応用物質工学専攻】

## 注意事項

1. 検査開始の合図まで、問題（解答）用紙を開いてはいけません。
2. 問題冊子の総枚数は表紙を含め9枚です。
3. 検査科目は、下表のように分けられています。

検査科目	必須・選択の区別
・無機化学 ・有機化学 ・物理化学 ・生物化学	全て選択科目です。  2科目を選択し、解答してください。

4. 落丁、乱丁及び印刷不鮮明の箇所等があれば、直ちに申し出てください。
5. 問題冊子の所定の箇所に受検番号を記入してください。
6. 受検番号は、表紙および選択した科目にのみ記入してください。選択しない科目には記入しないでください。
7. 解答は、問題（解答）用紙の所定の欄に記入してください。
8. 問題（解答）用紙の総得点欄、小計欄及び得点欄には記入しないでください。
9. 本校で準備した、関数電卓の使用を認めます。
10. 検査開始後、20分は退室を許可しません。

## 令和3年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

## 【応用物質工学専攻】「無機化学」（1／2）

総得点

小計

1 ある金属Mは面心立方格子構造をとる。（20点）

(1) 単位格子に含まれる原子の数はいくつか。（5点）

得点

(2) 金属Mの原子半径を $r$ 、単位格子一辺の長さを $a$ とするとき、 $a$ を $r$ で表すとどのように書けるか。ただし、平方根はそのまま使用して良い。（5点）

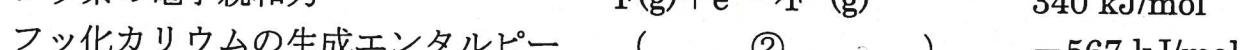
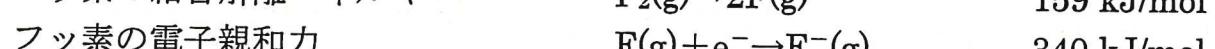
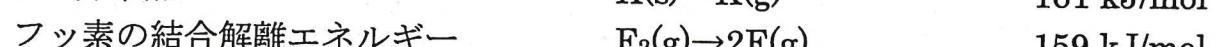
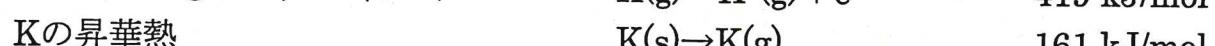
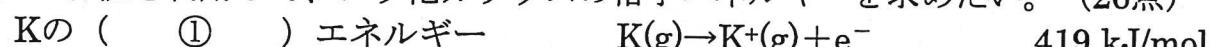
得点

(3) 金属Mの原子半径は143 pm、密度は2.70 g/cm<sup>3</sup>である。金属Mの原子量を求めなさい。

(10点)

得点

2 次の各値を利用して、フッ化カリウムの格子エネルギーを求めたい。（26点）



得点

(1) 上の①に当てはまる語句と、②に当てはまる式を答えなさい（3点+5点=8点）。

①

②

得点

(2) 「電子親和力」とは何か説明しなさい。（8点）

得点

(3) 各値を使用して、格子エネルギーを求めなさい。（10点）

得点



受検番号

総得点

小計

得点

## 令和3年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

### 【応用物質工学専攻】有機化学（1/2）

- 1 2-メチル-2-ブテンへの HBr の求電子付加反応について以下の問いに答えなさい。[30 点]

①主生成物の構造を書きなさい。（5 点）

②主生成物が得られる理由を書きなさい。その際、反応機構を示して説明しなさい。（10+15=25 点）

<理由>

<反応機構>

得点

- 2 酢酸はエタノールと比べて酸性度が高い。その理由を、図を用いて説明しなさい。[20 点]

<図>（8 点）

得点

<理由>（12 点）

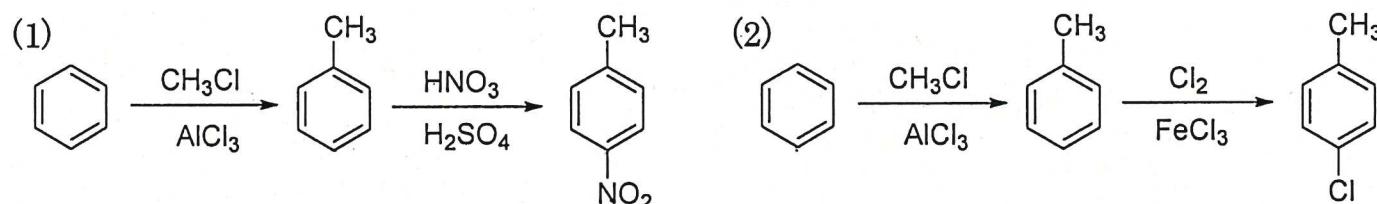
得点

## 令和3年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

小計

## 【応用物質工学専攻】有機化学（2/2）

- 3 ベンゼンから *p*-ニトロトルエンや *p*-クロロトルエンを合成する際、(1)や(2)のように2段階の反応を用いた。(1)と(2)の反応式について、このような順番で反応を進める理由を、反応性や配向性の観点から説明しなさい。 [12 + 12 = 24点]



(1)

得点

(2)

得点

- 4 次の問いに答えなさい。[26点]

- ①  $\text{CH}_3\text{MgBr}$  のような金属試薬の名称を答えなさい。(5点)

得点

試薬

- ② ①の試薬とプロパン酸メチルを <反応機構>

1:1の比率で反応させた時の反応機

構を書きなさい。(15点)

得点

- ③ ①の試薬とプロパン酸メチルを 2:1 の比率で  
反応させた時の生成物の構造を書きなさい。(6点)

得点

## 令和3年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

総得点

## 【応用物質工学専攻】「物理化学」（1／2）

小計

[共通] 必要であれば次の数値を使いなさい。

電子の質量	$m_e = 9.109 \times 10^{-31}$ (kg)	気体定数	$R = 8.314$ (J/K·mol)
電気素量	$e = 1.602 \times 10^{-19}$ (C)		$H=1.0, C=12.0, N=14.0, O=16.0, Al=27.0,$
アボガドロ数	$N_A = 6.022 \times 10^{23}$ (/mol)	原子量 (モル質量)	$Si=28.1, P=31.0, S=32.1, Cl=35.5,$
ファラデー定数	$F = 9.6485 \times 10^4$ (C/mol)		$Fe=55.9, Cu=63.6, Zn=65.4, Ag=107.9$

- 1 CO<sub>2</sub>の定圧モル比熱  $C_p$  / J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup> は絶対温度  $T$  の関数で次式で与えられる。次の問(1)～(2)に答えなさい。 (20点)

$$C_p = a + bT + cT^{-2}$$

ただし、 $a, b, c$  はすべて SI 単位の定数で、 $a = 44.2, b = 8.79 \times 10^{-3}, c = -8.62 \times 10^5$  の数値をもつ。

- (1)  $a, b, c$  の単位を答えなさい (各 3 点、計 9 点)  
 (2) 圧力 100 kPa 一定の下、1 mol の CO<sub>2</sub> を 300 K から 330 K まで加熱するのに必要な熱量を求めなさい。 (11 点)

## 【解答欄】

得点		
(1)	$a$ の単位	$b$ の単位
(1)		$c$ の単位
(2)	(計算過程を明示すること)	
(2)		
答え		(単位： ) /11

- 2 理想気体に関する次の各問(1)～(2)に答えなさい。 (各 10 点、計 20 点)

- (1) 内容積 47 dm<sup>3</sup> の高圧容器に 15 MPa の気体が充填されている。これを大気 (1 bar) に開放したとき、何 dm<sup>3</sup> になるか。温度変化は無視できるものとする。  
 (2) ある気体の密度を 330 K、25.5 kPa で測定したところ、1.23 g/dm<sup>3</sup> であった。この気体のモル質量を求めなさい。

## 【解答欄】

得点	
(1)	(計算過程)
(1)	答え： dm <sup>3</sup> /10
(2)	(計算過程)
(2)	答え： g/mol /10

--

## 令和3年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

## 【応用物質工学専攻】「物理化学」（2／2）

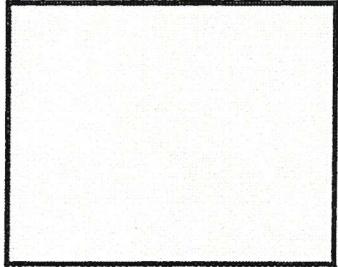
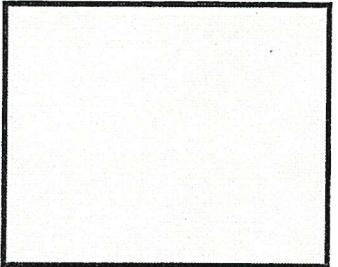
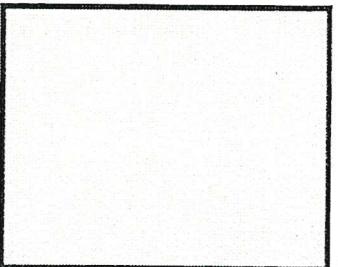
- 3 ある化学反応  $A \rightarrow B$ において、反応物濃度 $[A]$ は次式で示される。

小計
----

$$\frac{d[A]}{dt} = -k[A]^n$$

時間毎の $[A]$ の測定値からこの反応の反応次数 $(n)$ および速度定数 $(k)$ を求めたい。反応次数 $n = 0, 1, 2$ それぞれの場合について、どのようなグラフを描き、どのような式で $k$ が算出できるか、解答欄に示しなさい。すべてのグラフについて、縦軸、横軸、 $t=0$ での $A$ の初期濃度を $[A]_0$ を正しく示すこと。（グラフ各5点×3、 $k$ 算出5点×3；計30点）

## 【解答欄】

	$n=0$	$n=1$	$n=2$	得点
グラフ	$\begin{array}{c} \uparrow \\ \text{---} \\ \downarrow \end{array}$  横軸 ( ) →	$\begin{array}{c} \uparrow \\ \text{---} \\ \downarrow \end{array}$  横軸 ( ) →	$\begin{array}{c} \uparrow \\ \text{---} \\ \downarrow \end{array}$  横軸 ( ) →	/15
$k$ の算出	(途中式を明記すること)	(途中式を明記すること)	(途中式を明記すること)	/15

- 4 次の問(1), (2)に答えなさい。（30点）

- (1) 純粋なトルエン ( $C_6H_5CH_3$ ) の30°Cにおける蒸気圧は5.00 kPaである。100.0 gのトルエンに対しフラーレン ( $C_{60}$ ) 2.33 gを溶解したとき蒸気圧は何Paか。（10点）
- (2) 34.2 gのスクロース ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) を250 gの水に溶かして、密度1.04 g/cm<sup>3</sup>の水溶液を得た。この溶液の体積（容量）モル濃度と質量（重量）モル濃度を求めなさい。（各10点；計20点）

## 【解答欄】

(1)	(途中式を明記すること)		得点
			Pa /10
(2)	(途中式を明記すること)		
	体積（容量）モル濃度 単位 ( )	質量（重量）モル濃度 単位 ( )	/20

受検番号

--

## 令和3年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

総得点

【応用物質工学専攻】「生物化学」（1／2）

小計

--

- 1 以下の文章は脂質に関して記した文章である。文章中の (A) から (F) に適切な語句を記入しなさい。 (24点 : 4点×6)

得点

--

炭素数 14, 16, 18 の飽和脂肪酸を含んだトリアシルグリセロールがある。このトリアシルグリセロールをリバーゼで加水分解したとき (A), (B), (C), (D) が生成する。また、このトリアシルグリセロールを水酸化ナトリウムを用いてアルカリ加水分解したとき、(A) と脂肪酸の塩が生じる。この反応は (E) と呼ばれ、この時生成した脂肪酸塩を総称は (F) と呼ばれる。

A		B		C	
D		E		F	

得点

--

- 2 以下の文章は酵素に関して記した文章である。以下の各問い合わせに答えなさい。 (31点)

酵素は特定の物質にしか作用しない。この性質を (a) という。このように酵素は特定の基質と結合して酵素-基質複合体を形成し、反応を進行させるのに必要な (b) を低下させることによって反応速度を高めている。酵素反応は酵素タンパク質のみでは反応が起こらず、酵素とともににはたらく低分子の有機物や金属が必要な場合がある。このような低分子の有機物を (c) と呼び、(c) を必要とする酵素を (d) と呼び、(c) と (d) が結合した状態のものを (e) と呼ぶ。生体内での一連の酵素反応において、反応系の下流の生成物が調節物質となり上流の反応を触媒する酵素を阻害し、生産物量を調節することがあり、これを (f) と呼ぶ。このような生体内での酵素反応の調節にはアロステリック酵素などが関与している。

- (1) 文章中の (a) から (f) に適切な語句を記入しなさい。 (24点 : 4点×6)

a		b		c	
d		e		f	

- (2) 文章中の下線部で示すアロステリック酵素を説明しなさい。 (7点)

受検番号

--

令和3年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

小計

【応用物質工学専攻】「生物化学」（2／2）

--

- 3 グリコーゲンの構造を説明しなさい。また、グリコーゲンはデンプンに比べて動物の生命維持にとって有利であると言われる理由を説明しなさい。（20点）

得点

--

- 4 ATPを例にして高エネルギー化合物を説明しなさい。また、ATPの構造式も書きなさい。（15点）

得点

--

- 5 原核生物と真核生物の転写および転写後修飾の違いについて説明しなさい。（10点）

得点

--