

令和3年度
工学部工学科応用化学コース
一般選抜（後期日程）

化学

注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は、全部で6ページです。解答用紙は7枚、下書き用紙は2枚で、問題冊子とは別になっています。試験開始の合図があってから確認してください。
3. 問題冊子あるいは解答用紙に、文字などの印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁、汚れなどがあつた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 試験開始後に、すべての解答用紙（7枚）上部の指定欄に受験番号を算用数字で記入してください。氏名を書いてはいけません。
5. 解答は、解答用紙の所定欄に明瞭に記入してください。解答用紙の所定欄以外に記入した解答は、採点の対象としません。
6. 1ページ目の「解答上の注意」をよく読んで解答してください。
7. すべての解答用紙（7枚）を提出してください。
8. 問題は ～ の3問です。すべての問題を解答してください。
9. 問題冊子、下書き用紙は持ち帰ってください。

解答上の注意

字数を指定している設問の解答では、1マスに1つの文字を書きなさい。数字、アルファベット、句読点、括弧、記号などは、〔例〕のようにすべて1字とみなしなさい。

〔例〕

[	C	u	(	N	H	₃	)	₄	]	²	+	は	,	C	u	²	+	に	₄
分	子	の	N	H	₃	が	配	位	子	と	し	て	配	位	結	合	し	た	錯
イ	オ	ン	で	あ	る	。													

(以下余白)

1 (1) ~ (4) の問いに答えよ。必要があれば次の原子量を用いよ。

H = 1.00, F = 19.0, Cl = 35.5, Br = 79.9, I = 127

(1) 分子間力に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

分子内における電荷分布の瞬間的なかたよりに起因して生ずる (ア) は、分子の極性の有無にかかわらず、すべての分子間に作用している。

ハロゲンの単体の沸点が、フッ素 F₂、塩素 Cl₂、臭素 Br₂、ヨウ素 I₂ の順で高くなるのは、(イ) が大きいほど (ア) が強いからである。しかし、(a) 塩化水素 HCl とフッ素 F₂ の沸点を比較すると、(イ) が小さい塩化水素 HCl の沸点のほうが高い。

また、塩化水素 HCl より (イ) の小さいフッ化水素 HF のほうが高い沸点を示す。これは、(ウ) の大きい原子間には、水素原子が介在した静電的引力によって (エ) が生じるためである。一般に、(エ) は (ア) による結合より強い。

問1 (ア) ~ (エ) に最も適切な語句を入れよ。

問2 下線部 (a) のように、フッ素 F₂ より塩化水素 HCl の沸点のほうが高くなる理由について 80 字以内で説明せよ。

(2) 天然の油脂を構成する高級脂肪酸に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

高級脂肪酸は、炭素原子の数が多いほど融点が a(高く・低く) なる傾向がある。また、炭素原子の数が同じであれば、不飽和結合が多いほど融点が b(高く・低く) なる。一般に、鎖式炭化水素は、直鎖状の構造をとると分子間距離が短くなり、分子間力がより強く働く。したがって、不飽和結合が c(シス形・トランス形) 構造をとる高級脂肪酸のほうが低い融点を示す傾向がある。また、不飽和結合を多く含む高級脂肪酸は、常温で d(固体・液体) のものが多く、触媒を用いて水素を付加すると e(固体・液体) になることがある。

問3 a ~ e の () 内の用語のうち、正しい方を選び、解答欄の用語を○で囲め。

(次のページに続く)

(3) 高分子化合物に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

一般に高分子化合物は、個々の分子の重合度にばらつきがあり、分子量に幅が生じることが多い。

高分子化合物の固体は、分子鎖が規則的に配列した結晶部分と分子鎖が乱雑に配置した無定形部分(非晶質部分)で構成されている。したがって、結晶部分は分子鎖の密度が高く、無定形部分は密度が低い。

一般に、(b) 高分子化合物の固体に一定の融点はなく、熱すると徐々に軟化して液体になることが多い。

問4 下線部 (b) のように、高分子化合物の固体に一定の融点がない理由を、分子構造と分子間力の関係に基づいて、300字以内で説明せよ。

(4) 多糖に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

アミロースは、 α -グルコースが脱水縮合によって次々と α -1,4-グリコシド結合で連なり、らせん構造を形成している。冷水には溶けにくい、温水には溶けやすい性質がある。

セルロースは、 β -グルコースが次々に脱水縮合して、 β -1,4-グリコシド結合で連なり、平行に並んで繊維を形成し、植物の細胞壁の成分として広く存在している。冷水だけでなく熱水にも溶けにくい性質がある。

問5 アミロースが温水に溶けやすいのに対して、セルロースが熱水にも溶けにくい理由について、分子構造と分子間力の関係に基づいて、300字以内で説明せよ。

(以下余白)

2 以下の問いにおける気体、液体あるいは溶液の平均体積（全体の体積を、そこに含まれるある特定の分子やイオンの数で割った値）を有効数字2桁で求めよ。解答する体積の単位は nm^3 とし、すべての問いにおいて計算過程も記せ。ただし、 $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ 、 $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$ である。気体は理想気体とし、 1.0 mol の体積は 20°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 24 L とする。アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。必要があれば次の原子量を用いよ。

$$\text{H} = 1.0, \text{O} = 16$$

問1 20°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の酸素 O_2 において、酸素分子1個あたりの平均体積を求めよ。

問2 水 H_2O （液体）において、水分子1個あたりの平均体積を求めよ。ただし、水の密度は 1.0 g/cm^3 とする。

問3 濃度 2.0 mol/L の塩化ナトリウム NaCl 水溶液において、電離により生じたイオン（陽イオン、陰イオンを区別しない）を1個含む溶液の平均体積を求めよ。ただし、塩化ナトリウムは完全に電離しているものとする。

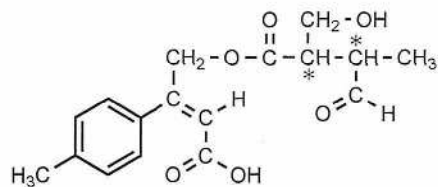
問4 20°C 、 $1.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ の空気が水（液体）に接触しているとき、溶解している酸素分子を1個含む水の平均体積を求めよ。ただし、空気中の酸素の組成（体積%）は21%とし、酸素はその分圧が $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき、 20°C の気体の体積に換算して水 1.0 L あたり $3.3 \times 10^{-2} \text{ L}$ 溶けるものとする。

問5 0.30 mol/L の酢酸 CH_3COOH 水溶液において、電離により生じたイオンのうち酢酸イオンを1個含む溶液の平均体積を求めよ。ただし、酢酸の電離定数は $K_a = 3.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とし、電離度を α としたとき $1 - \alpha \approx 1$ の近似を用いてもよい。

（以下余白）

3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。構造式は、以下の例にならって記せ。ただし、*は不斉炭素原子を表す。必要があれば次の原子量を用いよ。

H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Br = 79.9



例

酸を用いて分子式 $C_{17}H_{18}N_2O_6$ で表される化合物を加水分解したところ、異なる化合物 A, B, C がそれぞれ得られた。さらに、化合物 A, B, C について種々の実験を行うと、以下の結果が得られた。

化合物 A

- (a) 炭素, 水素, 酸素からなる化合物 A 8.6 mg を完全燃焼させ、生じた物質を (あ) の入った U 字管と (い) の入った U 字管へ順に通した。(あ) では 9.0 mg の水 H_2O が吸収され、(い) では 22.0 mg の二酸化炭素 CO_2 が吸収されていることがわかった。
- 分子量を測定すると 86.0 であった。
- フェーリング液とともに加熱すると赤色の沈殿が生じた。
- 不斉炭素原子を 1 つだけ含むことがわかった。

化合物 B

- 触媒の存在下で水素と反応させると、ナイロン 66 の原料となる化合物 D が得られた。
- 臭素 Br_2 を付加させたところ臭素の色が消え、化合物 E が得られた。このとき、71.0 mg の化合物 B に付加した臭素の質量は 159.8 mg であった。また、化合物 E は、臭素が付加した炭素原子間の結合に対して対称な化合物であった。

化合物 C

- 分子式 $C_6H_6N_2O_2$ で表されるパラの位置が置換された芳香族化合物 C にスズと塩酸を加えて反応させ、その後に十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、アラミド繊維の原料となる化合物 F が得られた。
- (b) 芳香族化合物 C を無水酢酸と反応させると、(う) 結合をもつ化合物が得られた。

(次のページに続く)

- ・ 芳香族化合物 C の希塩酸溶液を冷やしながら、亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると化合物 G が生成した。化合物 G の水溶液にナトリウムフェノキシドの水溶液を加えると (え) 基をもつ化合物 H が生成した。⑥ 化合物 G の水溶液を加熱すると化合物 I が生成した。この水溶液に塩化鉄(III)水溶液を加えると呈色した。

問 1 下線部 (a) について、化合物 A の組成式を求めよ。また、計算過程も記せ。

問 2 化合物 A の構造式を示せ。不斉炭素原子には*を付けよ。

問 3 (あ) と (い) に最も適切な物質名を記せ。

問 4 (う) と (え) に適切な語句を記せ。

問 5 (え) 基をもつものを以下から 1 つ選び記号で記せ。

(ア) インジゴ (イ) ピクリン酸 (ウ) メチルオレンジ

(エ) アリザリン

問 6 下線部 (b) と (c) の化学反応について反応式をそれぞれ記せ。

問 7 化合物 B, C, D, E, F の構造式を示せ。

(以下余白)

見本

化学

受験番号							

小計

1	- 1枚目
---	-------

(1)	問 1	ア	イ	ウ													
		エ															
(1)	問 2																20
																	40
																	60
																	80

採点

(2)	問 3	どちらかに○印					
		a	高く ・ 低く	b	高く ・ 低く	c	シス形 ・ トランス形
		d	固体 ・ 液体	e	固体 ・ 液体		

採点

(3)	問 4																20
																	40
																	60
																	80
																	100
																	120
																	140
																	160
																	180
																	200
																	220
																	240
															260		
															280		
															300		

採点

令和3年度 工学部 工学科 応用化学コース 一般選抜 (後期日程)
解 答 用 紙

見本

化学

1

- 2枚目

受験番号

小計

(4)	問 5																			20	
																					40
																					60
																					80
																					100
																					120
																					140
																					160
																					180
																					200
																					220
																					240
																					260
																					280
																					300

採点

化学

2

- 1枚目

受験番号

小計

計算過程

採点

問
1

平均体積

nm³

計算過程

採点

問
2

平均体積

nm³

見本

化学

2

- 2枚目

受験番号

小計

計算過程

採点

問
3

平均体積

nm³

計算過程

採点

問
4

平均体積

nm³

化学

2

- 3枚目

受験番号

小計

計算過程

採点

問
5

平均体積

nm³

令和3年度 工学部 工学科 応用化学コース 一般選抜 (後期日程)
 解答用紙

見本

化学
 3

- 1枚目

受験番号						

小計

問 1	計算過程	
	組成式	

採点

問 2	A	
--------	---	--

採点

問 3	あ		い	
--------	---	--	---	--

採点

問 4	う		え	
--------	---	--	---	--

問 5	
--------	--

見本

化学

受験番号

小計

3

- 2枚目

受験番号					
.....

小計

問 6	(b)	反応式	採点
	(c)	反応式	

採点

問 7	B	C
	D	E
	F	

採点

(下 書 き 用 紙)

見
本

(下 書 き 用 紙)

見本