

理 科 [物理 化学 生物]

2025年度 理学部 一般選抜試験

受験 番号		氏 名	
----------	--	-----	--

【注 意 事 項】

- 1 試験監督による「解答始め」の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 試験時間は90分です。
- 3 この問題冊子は1ページから104ページまであります。
- 4 この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。
- 5 解答は解答用紙（マークシート）の所定欄に記入しなさい。
- 6 解答は所定欄に鉛筆で濃くはっきりとマークしなさい。その際、ボールペン・サインペン・万年筆等は使用してはいけません。その他マークの仕方に関しては、解答用紙（マークシート）の注意事項をよく読みなさい。
- 7 試験監督の指示に従って問題冊子に受験番号および氏名を記入しなさい。
- 8 試験監督の指示に従って、解答用紙（マークシート）に氏名、フリガナおよび受験番号を記入し、さらに受験番号をマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。

出題科目	ページ	選 択 方 法
物 理	4～19	物理学科および化学科受験生は、物理問題〔Ⅰ〕、〔Ⅱ〕、〔Ⅲ〕の3題、化学問題〔A〕、〔B〕、〔C〕の3題、生物問題〔イ〕、〔ロ〕、〔ハ〕の3題、以上合計9題の中から自由に3題を選択して解答しなさい。 生物科学科受験生は、化学問題〔A〕、〔B〕、〔C〕の3題、生物問題〔イ〕、〔ロ〕、〔ハ〕の3題、以上合計6題の中から自由に3題を選択して解答しなさい。
化 学	20～51	
生 物	52～103	

- 9 出題科目、ページおよび選択方法は、下表の通りです。
選択した問題に対して解答用紙（マークシート）の問題番号の下のにマークしなさい。
解答用紙（マークシート）にはすべての問題の解答欄がありますが、生物科学科受験生は物理問題〔Ⅰ〕、〔Ⅱ〕、〔Ⅲ〕の3題は解答することができません。
万一、4題以上解答した場合は、すべての解答が採点されません。

（裏表紙に続く）

- 10 解答用紙（マークシート）は折り曲げたり，メモやチェック等で汚したりしないように注意しなさい。マークを訂正する場合は，消しゴムできれいに消し，中途半端な消し方をしないこと。不正確なマークは0点となります。解答用紙（マークシート）に消しゴムのかすが残っていると，採点が不可能となる場合があります。解答用紙の両面の消しゴムのかすは，回収前に取り除いておきなさい。
- 11 問題冊子の余白は適宜使用してかまいませんが，どのページも切り離してはいけません。
- 12 試験中に問題冊子の印刷不明瞭，ページの落丁・乱丁および解答用紙（マークシート）の汚れ等に気づいた場合は，手を高く上げて試験監督に知らせなさい。
- 13 試験終了後，問題冊子と解答用紙（マークシート）はともに回収します。試験室から持ち出した場合は，不正行為となります。

化学問題

[A] 次の問（問1～問7）に答えよ〔解答番号 1 ～ 10〕。

注意1 必要があれば、次の値を使うこと。

原子量：Na 23.0 Cl 35.5 Cu 63.6 Ag 107.9

注意2 2つの水溶液を混合してできた水溶液の体積は、元の水溶液の体積の和として扱うこと。

問1 次の記述（ア）～（ウ）について、下線部の語句は元素と単体のどちらの意味で使われているか、最も適当な組み合わせを①～⑧から選び、1の対応する番号をマークせよ。

- （ア） 人間は、空気中の酸素を取り入れて呼吸している。
（イ） 塩素は、常温・常圧で黄緑色・刺激臭の気体である。
（ウ） ダイヤモンドと黒鉛は、炭素の同素体である。

1

	（ア）	（イ）	（ウ）
①	単体	単体	単体
②	単体	単体	元素
③	単体	元素	単体
④	単体	元素	元素
⑤	元素	単体	単体
⑥	元素	単体	元素
⑦	元素	元素	単体
⑧	元素	元素	元素

問2 結晶と結晶格子に関する次の問 (a), (b) に答えよ。

(a) 次の記述 (ア) ~ (ウ) について、正誤の組み合わせとして最も適当なものを
① ~ ⑧ から選び、2 の対応する番号をマークせよ。

(ア) 共有結合の結晶は、多数の分子が共有結合で結びついた結晶である。

(イ) イオン結晶の単位格子に含まれるイオンの数は、塩化セシウム型の方が塩化ナトリウム型よりも少ない。

(ウ) 六方最密充填構造と面心立方格子の充填率は同じだが、配位数が異なる。

2

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

(b) 次の結晶 ① ~ ⑧ のうち、**分子結晶を3つ**選び、3 の対応する番号をマークせよ。

3

- | | |
|------------|----------|
| ① ドライアイス | ② ダイヤモンド |
| ③ ヨウ素 | ④ 二酸化ケイ素 |
| ⑤ 酸化マグネシウム | ⑥ 氷 |
| ⑦ アルミニウム | ⑧ ケイ素 |

問3 0.100 mol/L の希硫酸 35.0 mL をコニカルビーカーにとり，0.200 mol/L のアンモニア水溶液 14.0 mL を加えた。これに，指示薬としてメチルオレンジを加え，ビュレットから（ ア ） mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下して残った硫酸を中和したところ，最初 3.00 mL だったビュレットの目盛が 17.00 mL になったところで中和点に達した。また，この中和点の前後でコニカルビーカーの水溶液の色は（ イ ）から（ ウ ）へ変化した。

空欄（ア）～（ウ）に当てはまる数値と語句の組合せとして最も適切なものを①～⑧から選び，4の対応する番号をマークせよ。

4

	（ア）	（イ）	（ウ）
①	0.300	黄色	赤色
②	0.300	赤色	黄色
③	0.150	黄色	赤色
④	0.150	赤色	黄色
⑤	0.100	黄色	赤色
⑥	0.100	赤色	黄色
⑦	0.0500	黄色	赤色
⑧	0.0500	赤色	黄色

余 白

問 4 金属に関する次の問 (a), (b) に答えよ。

- (a) 典型金属元素のうち、水素を除く 1 族元素は (ア) と呼ばれ、単体は冷水と激しく反応して水素 H_2 を発生する。一方、遷移金属元素の単体の多くは、常温の水や熱水とは反応しないが、水素 H_2 よりイオン化傾向が大きい遷移金属は、酸の水溶液中の (イ) イオンと反応して水素 H_2 を発生する。金属は古くから人類の生活に関わっており、2 種類以上の金属を融解して混合したものは (ウ) と呼ばれ、もとの金属とは異なる性質を示し、様々な用途で利用されている。

空欄 (ア) ~ (ウ) に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを① ~ ⑧ から選び、5 の対応する番号をマークせよ。

5

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	アルカリ土類金属	水素	合金
②	アルカリ土類金属	水素	めっき
③	アルカリ土類金属	水酸化物	合金
④	アルカリ土類金属	水酸化物	めっき
⑤	アルカリ金属	水素	合金
⑥	アルカリ金属	水素	めっき
⑦	アルカリ金属	水酸化物	合金
⑧	アルカリ金属	水酸化物	めっき

(b) 次の記述 ①～⑧のうち、鉄と銅に共通するものを3つ選び、6の対応する番号をマークせよ。なお、記述中の **M** は、**Fe** または **Cu** を表す。

6

- ① 単体は、常温で塩酸と反応して溶ける。
- ② 元素の周期表でクロムやマンガンと同じ周期に属する。
- ③ 水酸化物 $\text{M}(\text{OH})_2$ は、水に溶けにくい。
- ④ 単体のイオン化傾向は、鉛より小さい。
- ⑤ 単体は、濃硝酸中では表面が不動態となり、それ以上は反応しなくなる。
- ⑥ 単体は、灰(銀)白色の金属である。
- ⑦ 硫酸塩 MSO_4 は、水に溶けにくい。
- ⑧ 陽イオン M^{2+} を含む塩基性水溶液に硫化水素を通じると、硫化物 **MS** の黒色沈殿が生じる。

問 5 図 A－1 は、食塩と石灰石から炭酸ナトリウムを製造する過程を示したものであり、1866 年にベルギーで工業化された。この製造法の名称および図中の(ア)、化合物 A、化合物 B に当てはまる語句と化学式の組合せとして最も適当なものを①～⑧ から選び、7 の対応する番号をマークせよ。

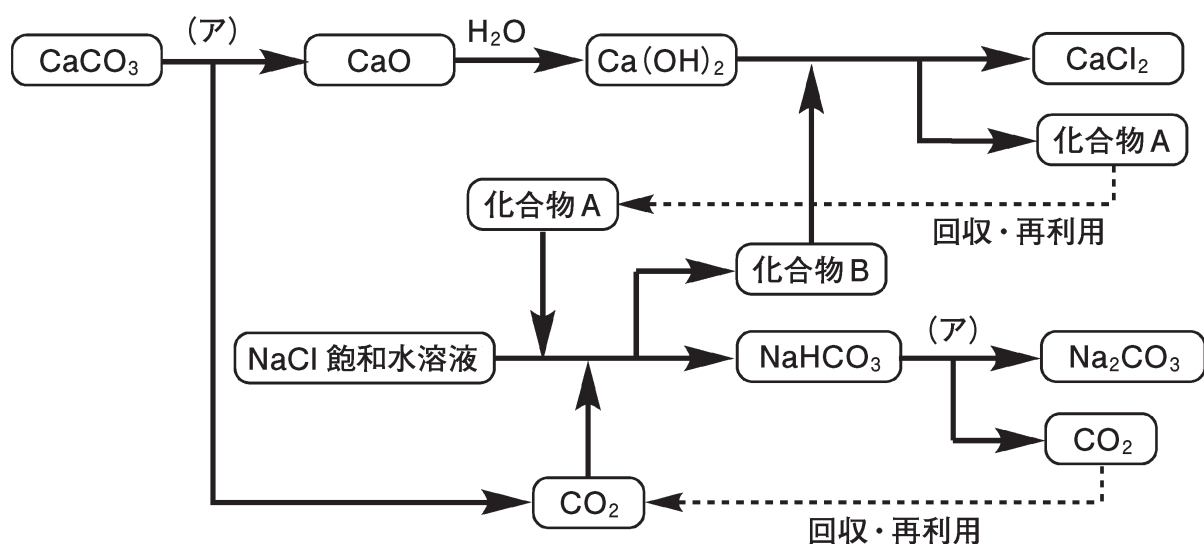


図 A－1

7

	製造法の名称	(ア)	化合物 A	化合物 B
①	オストワルト法	風解	NH ₃	NH ₄ Cl
②	オストワルト法	風解	HCl	HCIO
③	オストワルト法	熱分解	NH ₃	NH ₄ Cl
④	オストワルト法	熱分解	HCl	HCIO
⑤	ソルベー法	風解	NH ₃	NH ₄ Cl
⑥	ソルベー法	風解	HCl	HCIO
⑦	ソルベー法	熱分解	NH ₃	NH ₄ Cl
⑧	ソルベー法	熱分解	HCl	HCIO

問6 次の操作(ア)～(ウ)によって生成する物質のうち、常温・常圧で無色の気体の化学式の組合せとして最も適当なものを①～⑧から選び、8の対応する番号をマークせよ。ただし、水蒸気は考えないものとする。

(ア) 硫黄を空気中で燃焼させる。

(イ) 塩化ナトリウムと濃硫酸の混合物を穏やかに加熱する。

(ウ) 過酸化水素の水溶液に酸化マンガン(IV)を少量加える。

8

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	SO ₂	Cl ₂	H ₂
②	SO ₂	Cl ₂	O ₂
③	SO ₂	HCl	H ₂
④	SO ₂	HCl	O ₂
⑤	H ₂ S	Cl ₂	H ₂
⑥	H ₂ S	Cl ₂	O ₂
⑦	H ₂ S	HCl	H ₂
⑧	H ₂ S	HCl	O ₂

問7 難溶性の塩に関する次の問 (a), (b) に答えよ。

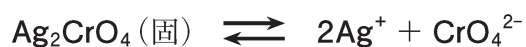
(a) 塩化銅(Ⅱ)0.673 g と塩化ナトリウム (ア) g の混合水溶液へ硝酸銀水溶液を加えると、水溶液中の塩化物イオンが全て反応し、塩化銀の (イ) 沈殿が7.17 g 生成した。

空欄 (ア), (イ) に当てはまる数値と語句の組み合わせとして最も適当なものを ①～⑧ から選び、9 の対応する番号をマークせよ。ただし、沈殿の水溶液に対する溶解度は無視できるほど小さいものとする。

9

	(ア)	(イ)
①	2.93	黒色
②	2.63	黒色
③	2.34	黒色
④	2.08	黒色
⑤	2.93	白色
⑥	2.63	白色
⑦	2.34	白色
⑧	2.08	白色

- (b) クロム酸銀は難溶性の塩であるが、ごくわずかに溶けて飽和水溶液になる。このとき、次のような溶解平衡が成り立つ。



ある温度において、クロム酸銀飽和水溶液中のクロム酸イオンの濃度は、 $6.00 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ である。このとき、クロム酸銀の飽和水溶液中の銀イオンのモル濃度は (ウ) mol/L であり、溶解度積は (エ) となる。また、同じ温度において、 $1.2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ 硝酸銀水溶液 50 mL と $4.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ クロム酸カリウム水溶液 150 mL を混合するとき、クロム酸銀の沈殿は (オ)。

空欄 (ウ) ～ (オ) に当てはまる数値と語句の組み合わせとして最も適当なものを ① ～ ⑧ から選び、10 の対応する番号をマークせよ。

10

	(ウ)	(エ)	(オ)
①	6.00×10^{-5}	$2.16 \times 10^{-13} (\text{mol/L})^3$	生成しない
②	6.00×10^{-5}	$2.16 \times 10^{-13} (\text{mol/L})^3$	生成する
③	6.00×10^{-5}	$3.60 \times 10^{-9} (\text{mol/L})^2$	生成しない
④	6.00×10^{-5}	$3.60 \times 10^{-9} (\text{mol/L})^2$	生成する
⑤	1.20×10^{-4}	$8.64 \times 10^{-13} (\text{mol/L})^3$	生成しない
⑥	1.20×10^{-4}	$8.64 \times 10^{-13} (\text{mol/L})^3$	生成する
⑦	1.20×10^{-4}	$7.20 \times 10^{-9} (\text{mol/L})^2$	生成しない
⑧	1.20×10^{-4}	$7.20 \times 10^{-9} (\text{mol/L})^2$	生成する

[B] 次の問（問 1～問 8）に答えよ [解答番号 11 ～ 20]。

注意 特に断らない限り，すべての気体は理想気体として扱うこと。

問 1 気体の性質に関する記述 ①～⑥のうち，誤りを含むものを 3 つ選び，11 の対応する番号をマークせよ。

11

- ① 一定物質量の気体の体積 V は，圧力 P に比例し，絶対温度 T に比例する。
- ② 温度 273 K，圧力 1.013×10^5 Pa（標準状態）で，気体 1 mol は 22.4 L の体積を占める。
- ③ 気体の温度，圧力，体積が分かれば，気体の分子量を求められる。
- ④ 混合気体の全圧は，各成分気体の分圧の和に等しい。
- ⑤ 理想気体は，分子自身の体積がなく，分子間力がはたらかない仮想的な気体である。
- ⑥ 実在気体でも，低温・低圧の条件では理想気体とみなすことができる。

問2 植物の光合成に関する次の文章を読み、問に答えよ。

植物は光のエネルギーを受けて、二酸化炭素 CO_2 (気) と水 H_2O (液) から、グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (固) と酸素 O_2 (気) を発生させる。この光合成反応において、標準状態でグルコース 1 mol を生成するときの反応エンタルピー (または反応熱) は (ア) kJ である。したがって、この反応は (イ) 反応である。

空欄 (ア), (イ) に当てはまる数値および語句の組合せとして最も適当なものを ①～⑧ から選び、12 の対応する番号をマークせよ。ただし、この反応に関する各化合物の生成エンタルピー (または生成熱) は以下の表の通りであるものとする。

化合物	生成エンタルピー	生成熱
CO_2 (気)	-394 kJ/mol	+394 kJ/mol
H_2O (液)	-286 kJ/mol	+286 kJ/mol
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (固)	-1273 kJ/mol	+1273 kJ/mol

12

	(ア) 反応エンタルピー (反応熱)		(イ)
①	-2807	(+2807)	吸熱
②	+2807	(-2807)	吸熱
③	-593	(+593)	吸熱
④	+593	(-593)	吸熱
⑤	-2807	(+2807)	発熱
⑥	+2807	(-2807)	発熱
⑦	-593	(+593)	発熱
⑧	+593	(-593)	発熱

問3 気体の圧力に関する次の文章を読み、問 (a), (b) に答えよ。

ある容積一定の容器の中に気体のアルゴン **Ar** が満たされている。容器内の圧力は、温度 $3.0 \times 10^2 \text{ K}$ において $3.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ であった。次に、この容器の温度が $4.0 \times 10^2 \text{ K}$ となるまで加熱した後、その温度を保ったまま気体のネオン **Ne** を容器内に加えたところ、容器内の圧力は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ となった。さらに、この **Ar** と **Ne** を含む容器の温度を (ア) K まで変化させると、容器内の圧力は $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ となった。

- (a) 空欄 (ア) にあてはまる数値として最も適当なものを ①～⑧ から選び、13 の対応する番号をマークせよ。

13

- | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 3.6×10^2 | ② 4.8×10^2 | ③ 6.0×10^2 | ④ 7.2×10^2 |
| ⑤ 8.4×10^2 | ⑥ 9.6×10^2 | ⑦ 1.1×10^3 | ⑧ 1.2×10^3 |

- (b) 容器内に加えられた **Ne** の物質量は、元から容器内に存在した **Ar** の物質量の何倍か。最も適当な数値を ①～⑩ から選び、14 の対応する番号をマークせよ。

14

- | | | | | |
|----------|----------|---------|---------|---------|
| ① 0.50 倍 | ② 0.67 倍 | ③ 1.0 倍 | ④ 1.5 倍 | ⑤ 2.0 倍 |
| ⑥ 2.3 倍 | ⑦ 2.5 倍 | ⑧ 3.0 倍 | ⑨ 3.3 倍 | ⑩ 4.0 倍 |

余 白

問 4 (設問省略)

問5 触媒に関する次の記述を読み、空欄(ア)～(ウ)にあてはまる最も適当な語句の組合せを①～⑧から選び、16の対応する番号をマークせよ。

白金 Pt は代表的な (ア) 触媒であり、その触媒を用いると反応の (イ) が小さくなる。また、Pt の触媒作用は固体表面で生じているため、同じ質量の Pt 触媒であれば、触媒の粒子径が小さいほど反応速度は (ウ) なる。

16

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	均一系	活性化エネルギー	速く
②	均一系	活性化エネルギー	遅く
③	均一系	平衡定数	速く
④	均一系	平衡定数	遅く
⑤	不均一系	活性化エネルギー	速く
⑥	不均一系	活性化エネルギー	遅く
⑦	不均一系	平衡定数	速く
⑧	不均一系	平衡定数	遅く

問6 アンモニアの電離平衡に関する次の記述を読み、問 (a), (b) に答えよ。

アンモニアの水溶液(アンモニア水)中では式(1)の平衡が成り立っている。アンモニアの初濃度を c [mol/L], 電離度を α とすると、電離時の各成分の濃度は下記ようになる。ただし、水のモル濃度は一定とみなせるものとする。

	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \quad (1)$		
電離前 [mol/L]	c	0	0
変化量 [mol/L]	$-c\alpha$	$+c\alpha$	$+c\alpha$
電離平衡時 [mol/L]	$c(1-\alpha)$	$c\alpha$	$c\alpha$

よって、アンモニアの電離定数 K_b は c, α を用いて (ア) と表される。また、アンモニアは弱塩基であり、 α は 1 と比べるとかなり小さい。したがって、適切な近似を用いると、 α は K_b, c を用いて (イ) と表せる。

(a) 空欄 (ア), (イ) にあてはまる数式の組合せとして最も適当なものを ①～⑥ から選び、17 の対応する番号をマークせよ。

17

	(ア)	(イ)
①	$\frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$	$\sqrt{\frac{K_b}{c}}$
②	$\frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$	$\sqrt{\frac{c}{K_b}}$
③	$\frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$	$\sqrt{cK_b}$
④	$\frac{1-\alpha}{c\alpha^2}$	$\sqrt{\frac{K_b}{c}}$
⑤	$\frac{1-\alpha}{c\alpha^2}$	$\sqrt{\frac{c}{K_b}}$
⑥	$\frac{1-\alpha}{c\alpha^2}$	$\sqrt{cK_b}$

- (b) 0.40 mol/L のアンモニア水の pH として最も適当な値を ①～⑩の中から選び、
18 の対応する番号をマークせよ。ただし、この平衡における塩基の電離定数
 $K_b = 2.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ とする。また、
必要であれば次の値を使うこと。

$$\sqrt{2.3} = 1.5, \log_{10} 2 = 0.30, \log_{10} 3 = 0.48, \log_{10} 7 = 0.85$$

18

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 8.0 | ② 8.5 | ③ 9.0 | ④ 9.5 | ⑤ 10.0 |
| ⑥ 10.5 | ⑦ 11.0 | ⑧ 11.5 | ⑨ 12.0 | ⑩ 12.5 |

問7 以下の物質①～⑧のうち、その水溶液が酸性を示すものを4つ選び、19の対応する番号をマークせよ。

19

- | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------------|
| ① CH_3COONa | ② NH_4Cl | ③ NaHCO_3 | ④ Na_2CO_3 |
| ⑤ CO_2 | ⑥ NaNO_3 | ⑦ NO_2 | ⑧ NaHSO_4 |

問8 コロイドに関する①～⑨の記述のうち、誤りを含むものを3つ選び、20の対応する番号をマークせよ。

20

- ① コロイド粒子を分散させている物質を溶媒、分散している物質を溶質と呼ぶ。
- ② 流動性のあるコロイド溶液をゾル、流動性を失ったものをゲルと呼ぶ。
- ③ 水に界面活性剤を添加し続けたとき、ある濃度を超えると分子コロイドを形成する。
- ④ 水酸化鉄(Ⅲ)コロイド溶液に横から強い光を当てると、チンダル現象が観察される。
- ⑤ ブラウン運動は、コロイド溶液中のコロイド粒子のみが熱運動することで起こる。
- ⑥ 疎水コロイドに少量の電解質を加えると沈殿が生じる現象を凝析と呼ぶ。
- ⑦ 親水コロイドに多量の電解質を加えると沈殿が生じる現象を塩析と呼ぶ。
- ⑧ 墨汁に含まれているにかわは、保護コロイドとしてはたらいっている。
- ⑨ 透析では、コロイド粒子が半透膜を通過できない性質が利用される。

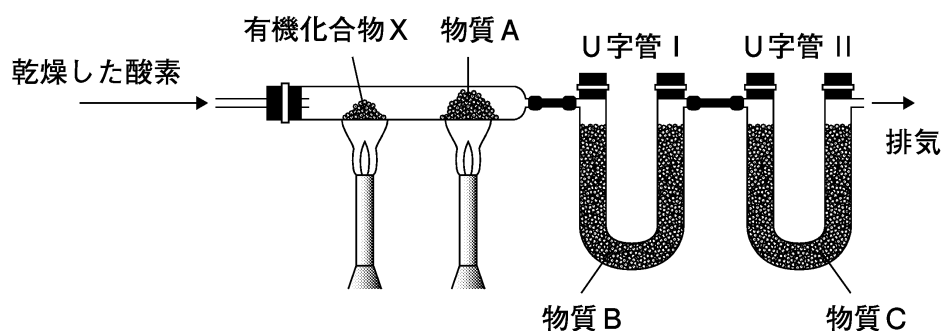
余 白

[C] 次の問（問 1～問 7）に答えよ [解答番号 21 ～ 30]。

注意 必要があれば、次の値を使うこと。

原子量：H 1.0 C 12.0 N 14.0 O 16.0 Br 80.0

問 1 炭素，水素，酸素のみからなり，分子量が 85 以下の有機化合物 **X** は常温・常圧で液体である。この有機化合物 **X** 69 mg を下図のような物質 **A** の入った燃焼管と U 字管 I，II からなる元素分析装置を用いて完全燃焼させたところ，物質 **B** の入った U 字管 I の質量は 81 mg 増加し，物質 **C** の入った U 字管 II の質量は 132 mg 増加した。問 (a)，(b) に答えよ。ただし，図中の有機化合物 **X** は作図の都合上，粒状物質として描かれているが，液体であることを留意せよ。



(a) 物質 **A** ～ **C** に当てはまる名称として適当な組合せを ①～⑧ から選び，21 の対応する番号をマークせよ。

21

	物質 A	物質 B	物質 C
①	酸化銅 (I)	塩化カルシウム	硫酸マグネシウム
②	酸化銅 (I)	塩化カルシウム	ソーダ石灰
③	酸化銅 (I)	塩化ナトリウム	硫酸マグネシウム
④	酸化銅 (I)	塩化ナトリウム	ソーダ石灰
⑤	酸化銅 (II)	塩化カルシウム	硫酸マグネシウム
⑥	酸化銅 (II)	塩化カルシウム	ソーダ石灰
⑦	酸化銅 (II)	塩化ナトリウム	硫酸マグネシウム
⑧	酸化銅 (II)	塩化ナトリウム	ソーダ石灰

(b) 有機化合物 X に関する次の記述 ①～⑧のうち、正しいものを3つ選び、22の
対応する番号をマークせよ。

22

- ① 160～170℃に加熱した濃硫酸と反応させると分子内で脱水反応が起こる。
- ② 無色で粘性の高い不揮発性の液体である。
- ③ 自動車の不凍液に用いられる2価アルコールである。
- ④ 単体のナトリウムを加えると、反応して水素を発生する。
- ⑤ 分子量が同程度の炭化水素に比べて沸点が低い。
- ⑥ 水への溶解性が低く、麻酔作用がある。
- ⑦ ヒトの体内で酸化されてギ酸になるため、過剰な摂取は人体に有毒である。
- ⑧ 酵母菌の働きによって、グルコースやフルクトースから生成される。

問 2 分子式 C_5H_{12} および C_6H_{14} で表される炭化水素について、それぞれの構造異性体の数の和として最も適当なものを ①～⑧ から選び、23 の対応する番号をマークせよ。

23

① 4

② 5

③ 6

④ 7

⑤ 8

⑥ 9

⑦ 10

⑧ 11

問3 分子内に三重結合を1つ含むアルキンAにニッケルを触媒として水素1分子と反応させたところ、アルケンBを与えた。この反応を(ア)反応という。続いて、アルケンBと臭素を反応させたところ、アルケンBの3.86倍の分子量をもつ化合物Cが得られた。この結果から、アルケンBの分子式は(イ)となる。

空欄(ア)，(イ)に当てはまる語句と分子式の組合せとして最も適当なものを①～⑧から選び、24の対応する番号をマークせよ。

24

	(ア)	(イ)
①	付加	C_3H_4
②	付加	C_3H_6
③	付加	C_4H_6
④	付加	C_4H_8
⑤	置換	C_3H_4
⑥	置換	C_3H_6
⑦	置換	C_4H_6
⑧	置換	C_4H_8

問 4 分子式 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ で表される化合物 **A** は香りを持つ無色の液体である。化合物 **A** を加水分解すると、カルボン酸 **B** とアルコール **C** を生じた。

カルボン酸 **B** を脱水剤とともに加熱すると中性の化合物 **D** (分子式： $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$) が生成した。アルコール **C** に硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えると、刺激臭を持つ化合物 **E** が得られた。化合物 **E** にフェーリング液を加えて温めると、赤色の沈殿が生じた。カルボン酸 **B** および化合物 **E** の構造式として最も適切な組み合わせを ①～⑨ から選び、25 の対応する番号をマークせよ。

	カルボン酸 B	化合物 E
①	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—OH}$	$\text{H—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—H}$
②	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—OH}$	$\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—H}$
③	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—OH}$	$\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—CH}_3$
④	$\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—OH}$	$\text{H—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—H}$
⑤	$\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—OH}$	$\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—H}$
⑥	$\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—OH}$	$\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—CH}_3$
⑦	$\text{H—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—OH}$	$\text{H—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—H}$
⑧	$\text{H—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—OH}$	$\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—H}$
⑨	$\text{H—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—OH}$	$\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{—CH}_3$

問 5 以下の芳香族化合物に関する記述を読み、問 (a) ～ (c) に答えよ。

安息香酸、クメン、フェノール、アニリンを含むジエチルエーテル溶液に、次の操作 (I) ～ (III) を行くと、クメンのみを取り出すことができた。

操作 (I) 希塩酸を加えてよく混ぜたのち、有機層 **ア** と水層 **イ** を分離した。

操作 (II) 分離した有機層 **ア** に、炭酸水素ナトリウム水溶液を加えてよく混ぜたのち、有機層 **ウ** と水層 **エ** を分離した。

操作 (III) 分離した有機層 **ウ** に、水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく混ぜたのち、有機層 **オ** と水層 **カ** に分離した。有機層 **オ** から、ジエチルエーテルを蒸発させるとクメンが残った。

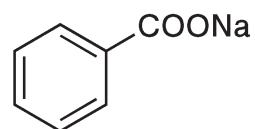
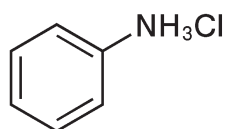
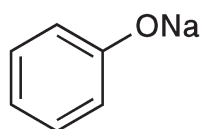
(a) 水層 **イ**、**エ**、**カ** に含まれる芳香族化合物の組合せとして正しいものを ① ～ ⑥ から選び、26 の対応する番号をマークせよ。

水層イ

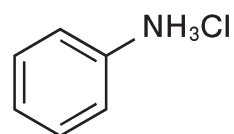
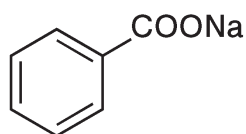
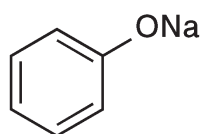
水層エ

水層カ

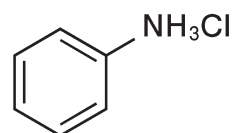
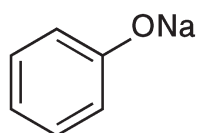
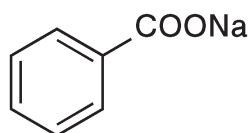
①



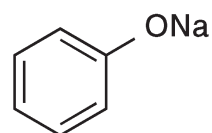
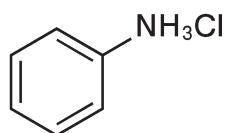
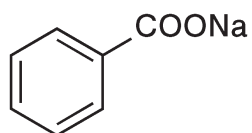
②



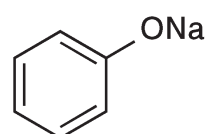
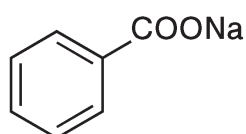
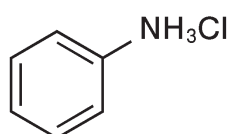
③



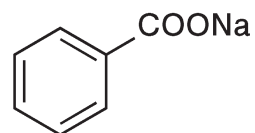
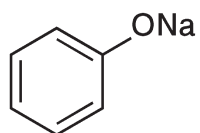
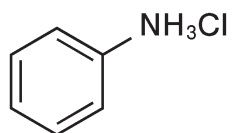
④



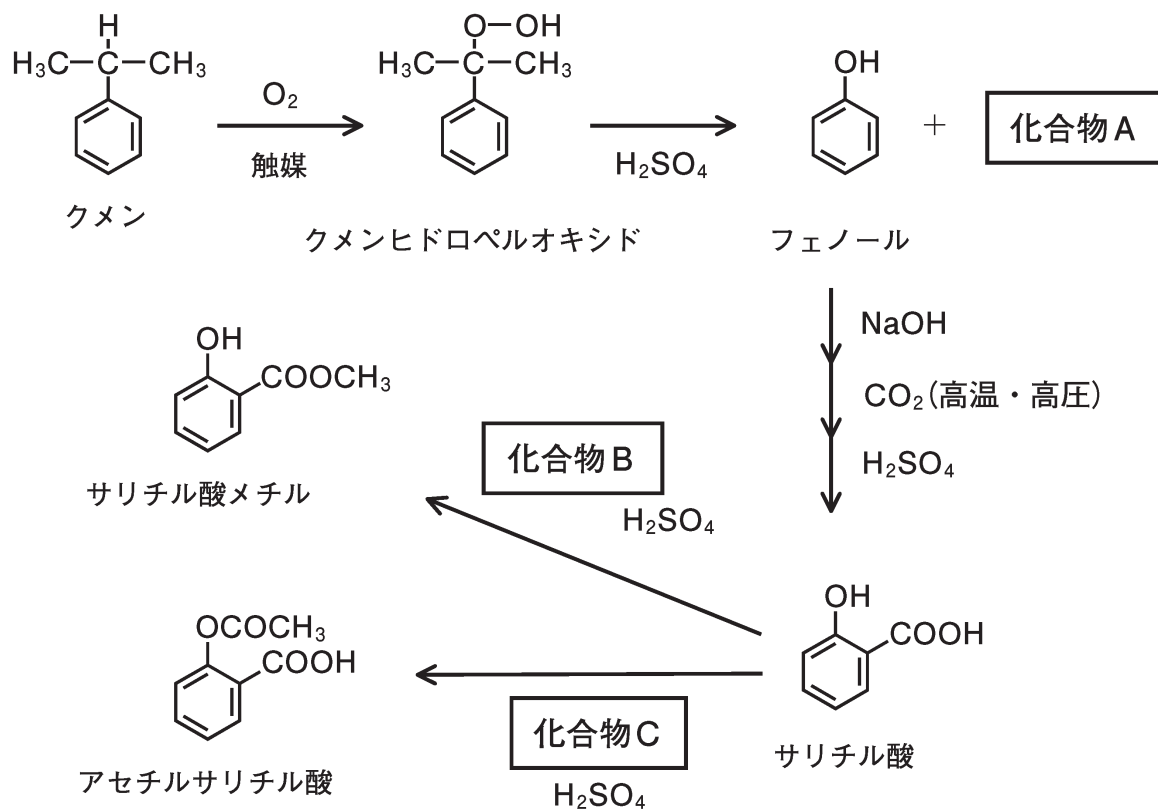
⑤



⑥



- (b) 下図にクメンから合成される化合物の合成経路を示す。化合物A～Cに当てはまる化合物の組合せとして最も適当なものを①～⑧から選び、27の対応する番号をマークせよ。



27

	化合物A	化合物B	化合物C
①	アセトン	ジメチルエーテル	無水マレイン酸
②	アセトン	ジメチルエーテル	無水酢酸
③	アセトン	メタノール	無水マレイン酸
④	アセトン	メタノール	無水酢酸
⑤	2-プロパノール	ジメチルエーテル	無水マレイン酸
⑥	2-プロパノール	ジメチルエーテル	無水酢酸
⑦	2-プロパノール	メタノール	無水マレイン酸
⑧	2-プロパノール	メタノール	無水酢酸

(c) 合成経路中の化合物に関する次の記述 (i) ~ (iii) について、正誤の組み合わせとして最も適当なものを ① ~ ⑧ から選び、28 の対応する番号をマークせよ。

- (i) フェノールの水溶液に臭素水を加えると、黒色の沈殿が生じる。
(ii) サリチル酸に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、赤紫色を呈す。
(iii) アセチルサリチル酸は解熱鎮痛剤として用いられる。

28

	(i)	(ii)	(iii)
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

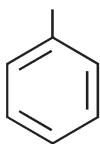
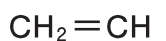
問6 タンパク質を構成する主なアミノ酸のうち、グリシンを除く α -アミノ酸は不斉炭素原子があるため、(ア) 異性体が存在する。結晶中や水中では双性イオンとして存在しており、アミノ酸を含んだ水溶液が特定の pH になると、陽イオン、双性イオン、陰イオンの電荷の総和が全体として0になる。このときの pH をアミノ酸の(イ) という。また、アミノ酸の水溶液にニンヒドリン溶液を加えて温めると(ウ) 色に呈色する。

空欄(ア)～(ウ)に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを①～⑧から選び、29の対応する番号をマークせよ。

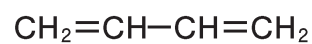
29

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	鏡像	中和点	紫
②	鏡像	中和点	黄
③	鏡像	等電点	紫
④	鏡像	等電点	黄
⑤	シス-トランス	中和点	紫
⑥	シス-トランス	中和点	黄
⑦	シス-トランス	等電点	紫
⑧	シス-トランス	等電点	黄

問7 スチレン-ブタジエンゴムは、下に示すスチレンと1,3-ブタジエンの共重合で得られる。この共重合体における構成単位の数之比が、スチレン：1,3-ブタジエン＝3：2の場合、分子量 3.08×10^4 のスチレン-ブタジエンゴムは、1分子中にベンゼン環をいくつ含むことになるか。その値として最も適当なものを①～⑧から選び、30 の対応する番号をマークせよ。



スチレン
(分子量：104)



1,3-ブタジエン
(分子量：54.0)

30

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 180 | ② 200 | ③ 220 | ④ 240 |
| ⑤ 260 | ⑥ 280 | ⑦ 300 | ⑧ 320 |