

理 科 (120分)

I 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は85ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。
 物理 4～29ページ
 化学 30～53ページ
 生物 54～85ページ
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 4 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
 - ① 受験番号欄
 受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。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。
 - ② 氏名欄
 氏名・フリガナを記入しなさい。
 - ③ 解答科目欄
 解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 5 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- 6 この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

II 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問1の3と表示のある問いに対して2と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の2をマークします。

〈例〉

1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号				

化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量 H: 1.0 C: 12 N: 14 O: 16 Al: 27 S: 32

水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

0 °C, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ を標準状態とする。

1 次の問1～10に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

問1 分離と精製に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

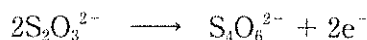
- ① 蒸留において、リービッヒ冷却器に冷却水を流すときは、上側から下側に向かって流す。
- ② 石油の分留で得られたナフサは純物質である。
- ③ 少量の硫酸銅(Ⅱ)が混ざった塩化ナトリウムを水に溶解し、冷却することで再結晶を行うと、効率よく塩化ナトリウムが取り出せる。
- ④ 油性マーカーのインクをペーパークロマトグラフィーで分離する際、展開液として水を用いる。
- ⑤ 分液ろうとにヨウ素ヨウ化カリウム水溶液とヘキサンを加えて振った後、静置すると、上層が赤紫色になる。

問2 酸化還元反応に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 2

- ① 過酸化水素水をコニカルビーカーに入れ、硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液をビュレットから滴下して滴定するとき、滴定の終点は、コニカルビーカー中の水溶液の色が赤紫色から無色に変わったときである。
- ② マグネシウムは高温水蒸気と反応する。
- ③ 鉛はイオン化傾向が水素より大きいので、鉛は希硫酸に容易に溶ける。
- ④ 鉛蓄電池を放電すると、酸化鉛(IV)の電極で酸化が起こる。
- ⑤ 酸化還元反応において、還元剤には酸化数が減少する原子が必ずある。

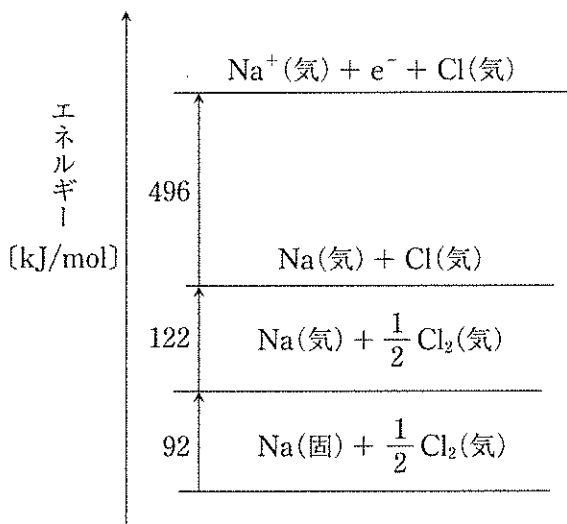
問3 濃度が未知の過酸化水素水 10.0 mL にヨウ化カリウム水溶液を過剰に加え、硫酸酸性のもとで反応させた。その結果として生じたヨウ素を、 2.00×10^{-2} mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ、24.4 mL を要した。過酸化水素水のモル濃度[mol/L]として最も近い数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、チオ硫酸イオンのはたらきを示す反応式は次のようになる。

3 mol/L



- ① 1.22×10^{-2} ② 2.44×10^{-2} ③ 4.88×10^{-2}
- ④ 1.22×10^{-1} ⑤ 2.44×10^{-1} ⑥ 4.88×10^{-1}

問4 次の図は、1 mol の Na(固)と $\frac{1}{2}$ mol の Cl₂(気)を、気体状態のイオンにするのに必要なエネルギー、および、その経路を示している。Clの電子親和力が349 kJ/mol、NaCl(固)の格子エネルギーが772 kJ/molであるとき、NaCl(固)の生成熱[kJ/mol]として最も近い数値を、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお、格子エネルギーとは、イオン結晶のイオン間の結合をすべて切って気体状態のイオンにするのに必要なエネルギーのことである。 4 kJ/mol



- ① -1133 ② -287 ③ 287
 ④ 411 ⑤ 1133 ⑥ 1831

問5 酸化物、オキソ酸に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 5

- ① 塩素のオキソ酸の中で最も強い酸は次亜塩素酸である。
 ② 臭素のオキソ酸の次亜臭素酸には強い還元力がある。
 ③ カルシウムの酸化物は酸性酸化物である。
 ④ 水素の酸化物である過酸化水素は、還元剤としてはたらくことはない。
 ⑤ リン酸、硫酸、過塩素酸の中で最も強い酸は過塩素酸である。

問6 極性分子、無極性分子に関する次の文章(a)～(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 6

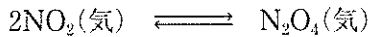
- (a) ヨウ素は無極性分子で、無極性溶媒である四塩化炭素には溶けにくい。
 (b) ホスフィン PH_3 分子は三角錐形であるため、無極性分子となる。
 (c) 二酸化炭素は結合に極性はあるが、分子全体としては極性が打ち消され、無極性分子となる。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問7 脂肪族化合物に関する次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。 7

- ① 分子式が $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ であるアルコールの構造異性体は全部で4種類存在する。
 ② プロペンと臭素が反応すると、無色の1,2-ジプロモプロパンが生じる。
 ③ 酢酸ナトリウムを水酸化ナトリウムとともに加熱するとアセトンが得られる。
 ④ マレイン酸に比べ、フマル酸は融点が高い。
 ⑤ ^{18}O を含むエタノールと ^{16}O のみを含む酢酸からエステルを合成すると、 ^{18}O はエステル結合中に含まれる。

問8 二酸化窒素 NO_2 と四酸化二窒素 N_2O_4 が栓をした注射器内で次のような平衡状態にあるとする。



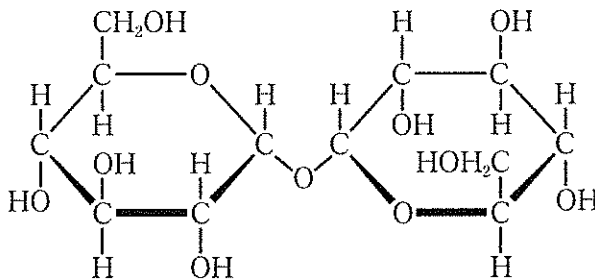
このとき、平衡が左へ移動する操作として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。なお、二酸化窒素から四酸化二窒素が生じる反応は発熱反応である。 8

- ① 注射器内の体積を一定に保ったまま、アルゴンを加える。
- ② 注射器内の圧力を一定に保ったまま、アルゴンを加える。
- ③ 注射器を冷水につけて温度を下げる。
- ④ 温度を一定に保って、注射器内の圧力を増加させる。
- ⑤ 注射器内に二酸化窒素を加える。

問9 糖類に関する次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

9

- ① アミロースはらせん構造をとる。
- ② シュワイツァー試薬にセルロースを溶かし、希硫酸中で再生させるとキュブラが得られる。
- ③ デンプンにヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えて呈色させたものを加熱すると色が消えるが、冷却すると再び呈色する。
- ④ フルクトースは銀鏡反応が陽性である。
- ⑤ トレハロース（下図）の水溶液は還元性を示す。



問10 次の電解槽(a)～(d)を直列につなぎ電気分解を行った。このとき、電極の重さが電気分解の前後で変化する組合せとして最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

10

	陽極	陰極	電解液の溶質
(a)	C	C	NaCl
(b)	C	C	CuCl ₂
(c)	Pt	Pt	H ₂ SO ₄
(d)	Pt	Pt	CuSO ₄

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ① (a), (b) | ② (a), (c) | ③ (a), (d) |
| ④ (b), (c) | ⑤ (b), (d) | ⑥ (c), (d) |

2 酢酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液の中和滴定について、下の問1～3に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

問1 ある濃度の酢酸水溶液 20.0 mL に、濃度が 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム標準溶液を滴下しながら溶液の pH を測定し、滴下量と pH の関係をグラフにしたところ、図1のようになった。A 点は水酸化ナトリウム水溶液を、中和に要する体積のちょうど半分滴下した点である。下の(1)、(2)の問いに答えなさい。

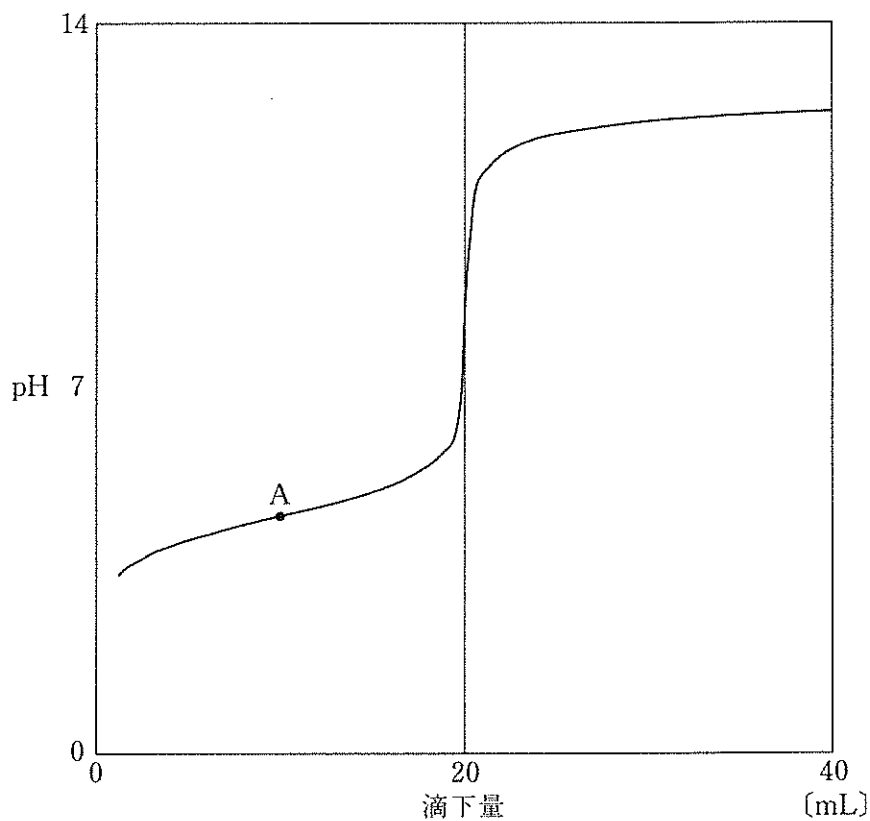


図1 水酸化ナトリウム水溶液の滴下量と pH

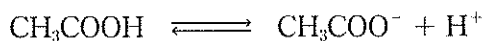
(1) 中和点における水酸化ナトリウム水溶液の滴下量を用いて酢酸水溶液の濃度を求めるとき、その値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 mol/L

- ① 0.0950 ② 0.100 ③ 0.105
④ 0.190 ⑤ 0.200 ⑥ 0.210

(2) 滴定を始める前の pH を測定し損ねてしまった。このときの酢酸の電離度 α が 1.8×10^{-2} であるとする、滴定開始時（滴下量 0 mL）のときの pH として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、 $\log_{10}1.8 = 0.26$ とする。

- ① 2.3 ② 2.5 ③ 2.7
④ 2.9 ⑤ 3.1 ⑥ 3.3

問2 酢酸の電離平衡は、次のように表される。



上式の平衡定数である電離定数 K_a は、酢酸分子、酢酸イオン、水素イオンのモル濃度をそれぞれ $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ 、 $[\text{H}^+]$ とすると

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

となる。このとき、次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) K_a の値が 2.5×10^{-5} であるとき、図1のA点における pH として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、 $\log_{10}5.0 = 0.70$ とする。

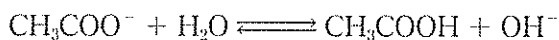
3

- ① 4.2 ② 4.3 ③ 4.4
④ 4.5 ⑤ 4.6 ⑥ 4.7

- (2) 電離平衡と電離定数に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 4

- ① 純水は電離せず、電気伝導性をもたない。
② 水のイオン積は温度によらず一定の値をもつ。
③ 電離定数は温度が一定ならば、一定の値をもつ。
④ 同じ濃度では、電離定数の小さい酸ほど、より強い酸となる。
⑤ 電離定数の値は水溶液の濃度が小さくなると大きくなる。

問3 中和点では，酢酸ナトリウムが生じている。酢酸ナトリウムの酢酸イオンは水溶液中で次式のように加水分解し，水溶液は弱塩基性を示すため，中和点の pH は 7.0 より大きくなる。



上式の平衡定数（加水分解定数といい，以下， K_b とする）は， $[\text{H}_2\text{O}]$ が一定であることを考慮すると

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

と表される。酢酸ナトリウム水溶液の濃度を c (mol/L)，加水分解して生じた酢酸分子と水酸化物イオンの濃度は等しいとしてよいため，

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{OH}^-] = x \text{ (mol/L)}$$

とおくと，平衡状態では $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = c - x$ となるから

$$K_b = \frac{\boxed{\text{ア}}}{c-x}$$

と表される。ここで， $c \gg x$ より $c - x \approx c$ と近似すると

$$K_b = \frac{\boxed{\text{ア}}}{c}$$

となる。

一方， K_b は，水のイオン積 K_w ，酢酸の電離定数 K_a を用いると

$$K_b = \boxed{\text{イ}}$$

と表される。

したがって，中和点での水酸化物イオン濃度 $[\text{OH}^-]$ は，中和点における酢酸ナトリウムの濃度 c (mol/L)， K_w および K_a を用いると

$$[\text{OH}^-] = \boxed{\text{ウ}} \text{ mol/L}$$

と表される。したがって，このときの水素イオン濃度は

$$[\text{H}^+] = \boxed{\text{エ}} \text{ mol/L}$$

となる。

空欄 , に入る式の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="エ"/>
①	$K_a K_w$	$\sqrt{\frac{c K_w}{K_a}}$
②	$K_a K_w$	$\sqrt{\frac{c K_a}{K_w}}$
③	$K_a K_w$	$\sqrt{\frac{K_a K_w}{c}}$
④	$K_a K_w$	$\sqrt{\frac{c}{K_a K_w}}$
⑤	$\frac{K_w}{K_a}$	$\sqrt{\frac{c K_w}{K_a}}$
⑥	$\frac{K_w}{K_a}$	$\sqrt{\frac{c K_a}{K_w}}$
⑦	$\frac{K_w}{K_a}$	$\sqrt{\frac{K_a K_w}{c}}$
⑧	$\frac{K_w}{K_a}$	$\sqrt{\frac{c}{K_a K_w}}$

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

3 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

アルミニウムは、(a) イオン化傾向が大きく、(b) 単体の反応性が高いため、自然界では単体で存在することはなく、化合物の形で存在する。よって、アルミニウムの単体を得る方法として、工業的には、(c) 溶融塩電解（融解塩電解）が用いられている。(d) また、極めて高温であれば化学反応によってアルミニウムの酸化物を還元することで得ることも可能である。

問1 下線部(a)について、次の記述ア～ウから、金属 M として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

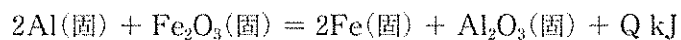
ア M のイオンを含む水溶液に Al の単体を入れると、Al の表面に M の単体が析出した。

イ M を塩酸に入れたところ、M は溶け、水素の発生が見られた。

ウ M は高温の水蒸気と反応して水素の発生が見られた。

- ① Ag ② Ba ③ Cu ④ Pb ⑤ Zn

問2 下線部(b)について、アルミニウムと酸化鉄(Ⅲ)の混合物に点火すると、激しく発熱し鉄の単体が得られる。この反応をテルミット反応といい、レールの溶接等に用いられている。この反応の熱化学方程式は次のように表される。



Qの値として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。ただし、 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{固})$ の生成熱を 826 kJ/mol 、 $\text{Al}(\text{固})$ の燃焼熱を 838 kJ/mol とする。

kJ/mol

- ① 12 ② 407 ③ 450 ④ 814 ⑤ 850
⑥ 1251 ⑦ 1263 ⑧ 1664 ⑨ 2502

問3 下線部(c)について、次の熔融塩電解に関する文中の空欄 **ア** ~ **ウ** に入る語句の組合せとして最も適切なものを、下の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **3**

アルミニウムは、原料である **ア** を精製して得られた **イ** を **ウ** とともに熔融塩電解して製造されている。

	ア	イ	ウ
①	ボーキサイト	アルミナ	氷晶石
②	ボーキサイト	アルミナ	コークス
③	ボーキサイト	ミョウバン	氷晶石
④	ボーキサイト	ミョウバン	コークス
⑤	ジュラルミン	アルミナ	氷晶石
⑥	ジュラルミン	アルミナ	コークス
⑦	ジュラルミン	ミョウバン	氷晶石
⑧	ジュラルミン	ミョウバン	コークス

問4 文中の下線部(d)について、下の(1)、(2)に答えなさい。

(1) 次の二つの反応にしたがって、酸化物からアルミニウム単体を得ることができる。



係数 b に入る数値として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。ただし、 $a \sim d$ 、 $e \sim h$ は最も簡単な整数比で表わされた係数であり、異なる文字の部分に同じ数値が当てはまる場合もある。

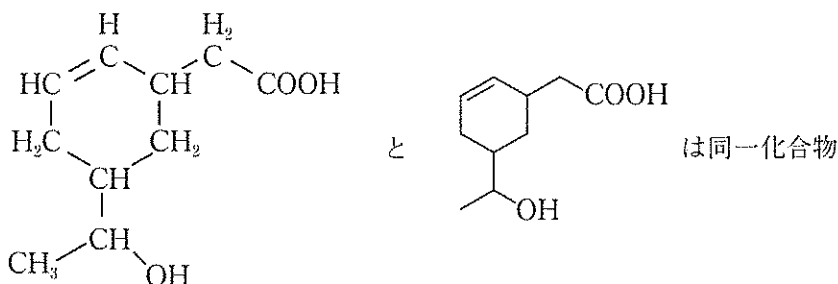
- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

(2) (i)、(ii)の反応がいずれも完全に進行したとすると、Alの単体9.0 kgを得たときに発生するCOの標準状態における体積[L]として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 L

- ① 5.6×10^3 ② 8.4×10^3 ③ 1.1×10^4
④ 2.2×10^4 ⑤ 3.4×10^4 ⑥ 6.7×10^4

4 次の文章を読み、下の問1～3に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

生体を構成するような複雑な有機化合物の構造式を表記する際、炭素原子や水素原子を省略することがある。官能基に含まれない炭素原子については、価標（棒線）の折れ曲がり部分および先端に存在するものを省略する。たとえば、次の2つの構造式は同一の物質を表している。



生体成分のうち、(a)水に溶けにくく、有機溶媒に溶けやすいものを脂質という。脂質には脂肪酸とグリセリンからなる(b)単純脂質、単純脂質に糖やリン酸などが結合した(c)複合脂質などがある。

問1 下線部(a)について、次の①～⑤の有機化合物のうち、25℃の水に対する溶解度が最も小さいものを一つ選びなさい。

- ① 安息香酸 ② ギ酸 ③ シュウ酸 ④ 乳酸 ⑤ マレイン酸

問2 下線部(b)について、単純脂質の例としてリノール酸 ($C_{17}H_{31}COOH$) とグリセリンからなる油脂 A および、油脂 A に完全に水素を付加させて得られる油脂 B を考える。油脂 A、B に関する次の(1)、(2)に答えなさい。なお、グリセリンとリノール酸の分子量はそれぞれ、92.0、280 とする。

(1) 4.39 g の油脂 A をすべて油脂 B とするのに必要な水素の標準状態における体積[mL]の最小値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 mL

- ① 112 ② 224 ③ 336 ④ 448 ⑤ 560 ⑥ 672

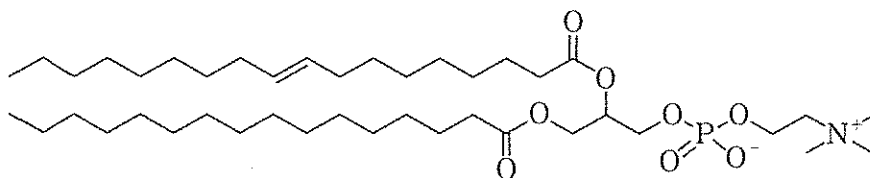
(2) 油脂 A と油脂 B の融点に関する次の文中の空欄 **ア**、**イ** に入る語句の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

3

油脂 A の融点は油脂 B の融点に比べ低い。これは油脂 A の構成脂肪酸である不飽和脂肪酸が折れ曲がり構造をとり、分子間に隙間が多くなるため、分子間にはたらく力が弱くなるからである。よって、多くの不飽和脂肪酸を構成脂肪酸にもつ油脂に水素を付加させると融点が高くなる。このようにして固化させた油脂を **ア** という。**イ** は **ア** を加工することで作られている。

	ア	イ
①	硬化油	バター
②	硬化油	マーガリン
③	硬化油	オリーブ油
④	乾性油	バター
⑤	乾性油	マーガリン
⑥	乾性油	オリーブ油
⑦	脂肪油	バター
⑧	脂肪油	マーガリン
⑨	脂肪油	オリーブ油

問3 下線部(c)について、次に示す図は、複合脂質の一種であるレシチンの例である。



このレシチンはオレイン酸、パルミチン酸、グリセリン、リン酸、コリンからなる化合物である。レシチンおよびレシチンを構成する化合物に関する次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

4

- ① レシチンは界面活性作用をもつ。
- ② グリセリンは3価のアルコールである。
- ③ パルミチン酸は飽和脂肪酸、オレイン酸は不飽和脂肪酸である。
- ④ リン酸はグリセリンおよびコリンとエステル結合をしている。
- ⑤ コリンはカルボキシ基をもつ化合物である。

5 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4〕

アミノ酸は分子内にアミノ基とカルボキシ基をもつ物質である。カルボキシ基が結合している炭素原子をα位、その隣りを順にβ位、γ位といい、アミノ基がα位の炭素に結合しているアミノ酸をα-アミノ酸という。

1つのアミノ酸のα位の炭素に結合しているカルボキシ基と、別のアミノ酸のα位の炭素に結合しているアミノ基との間で脱水縮合が起こると、ア結合が生じる。この結合を特にペプチド結合といい、ペプチド結合をもつ物質をペプチドという。2分子のアミノ酸からなるペプチドをジペプチド、3分子のアミノ酸からなるペプチドをトリペプチドといい、グリシン2分子とアラニン1分子からなるトリペプチドにはイ種類の構造異性体が考えられる。なお、側鎖のカルボキシ基、アミノ基がア結合を形成しても、ペプチド結合とは呼ばないものとする。

グルタチオンは動植物内に広く存在し、代謝や解毒などのはたらきをする化合物であり、グリシン、システイン、グルタミン酸から脱水縮合してできる分子量307の化合物である。3種類のアミノ酸の等電点は次のとおりである。

名称	構造式	分子量	等電点
グリシン	$\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	75	6.0
システイン	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SH} \end{array}$	121	5.1
グルタミン酸	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{-CH-COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	147	3.2

グルタチオンに対して行った実験(a)～(d)とその結果は次のとおりである。

- (a) グルタチオンの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えたところ 色の沈殿が生じた。
- (b) ある条件のもとでグルタチオンの水溶液に過酸化水素水を加えると、グルタチオンは され、分子量が のジスルフィド結合をもつ有機化合物が生成した。
- (c) グルタチオンの水溶液に、ペプチド結合を選択的に切断する酵素を作用させたところ、鏡像異性体をもたないアミノ酸 A と化合物 B が得られた。この水溶液を一晩放置してもそれ以上の分解反応は進まなかった。
- (d) グルタチオンの水溶液に、通常のペプチド結合と異なるグルタチオン独特の結合を特異的に加水分解する酵素を作用させたところ、アミノ酸 C とジペプチド D が得られた。この混合物を pH = 5.0 の緩衝液の下で電気泳動したところ、C は陽極側へ、D は陰極側へ移動した。

問1 文中の空欄 , に入る語句や数字の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>
①	エステル	2
②	エステル	3
③	エステル	6
④	アミド	2
⑤	アミド	3
⑥	アミド	6
⑦	エーテル	2
⑧	エーテル	3
⑨	エーテル	6

問2 実験(a)について、文中の空欄 に当てはまる色として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 青 ② 緑 ③ 赤紫 ④ 黒 ⑤ 白

問3 実験(b)について、文中の空欄 , に入る語句や数字の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

	<input type="text" value="エ"/>	<input type="text" value="オ"/>
①	酸化	308
②	酸化	612
③	酸化	921
④	還元	308
⑤	還元	612
⑥	還元	921
⑦	中和	308
⑧	中和	612
⑨	中和	921

問4 グルタチオンの構造式として最も適切なものを、次の①～⑩のうちから一つ選
 びなさい。 4

