

化学基礎・化学

(全 問 必 答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 8〕 (配点 25)

問1 次のa～cに当てはまるものを、それぞれの解答群①～④のうちから一つずつ選べ。

a 最外殻の電子の数が異なるものの組合せ。 1

- ① CとSi ② HeとNe ③ F^- と Cl^- ④ Na^+ と O^{2-}

b 分子間で水素結合を形成しない化合物。 2

- ① HF ② H_2O ③ H_2S ④ NH_3

c 固体では電気を通さないが、水溶液はよく電気を通すもの。 3

- ① グルコース ② 二酸化ケイ素 ③ アルミニウム ④ 硫酸銅(Ⅱ)

問2 身の回りの物質とその製品や用途の組合せとして誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

	物 質	製品や用途
①	塩化カルシウム	乾燥剤・融雪剤
②	酸化カルシウム	胃 薬・ベーキングパウダー・入浴剤
③	ポリスチレン	容 器・断熱材
④	エタノール	消毒薬・食品添加物

問3 水溶液のpHに関する次の記述①～④のうちから、正しいものを一つ選べ。ただし、水のイオン積は $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} [\text{mol}^2/\text{L}^2]$ であるとする。 5

- ① 0.10mol/Lの塩酸のpHと、0.10mol/Lの酢酸のpHは等しい。
 ② 0.10mol/Lの塩酸のpHと、0.10mol/Lの硫酸のpHは等しい。
 ③ pH = 13の水酸化ナトリウム水溶液を水で100倍に希釈すると、pH = 11の水溶液になる。
 ④ pH = 4.0の水溶液の水素イオン濃度は、pH = 2.0の水溶液の水素イオン濃度より大きい。

問4 図1は、0.15mol/L水酸化ナトリウム水溶液10mLに0.20mol/L塩酸を滴下し、中和滴定をおこなったものである。このときに得られる滴定曲線と、中和点での塩酸の滴下量 [mL] の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 6

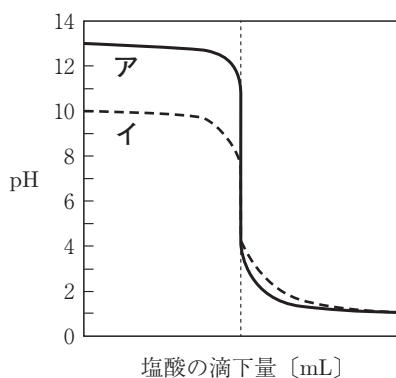
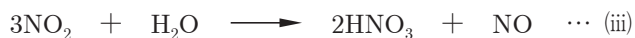


図 1

	滴定曲線	中和点での塩酸の滴下量 [mL]
①	ア	7.5
②	イ	7.5
③	ア	15
④	イ	15
⑤	ア	30
⑥	イ	30

問5 硝酸をアンモニアから生成する反応は、次の三つの式で表される。



これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

- a 上記(i)～(iii)の反応の中で、窒素原子が還元されている反応をR，酸化されている反応をO，酸化も還元もされている反応をM，酸化も還元もされていない反応をNで表すこととする。このときの組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 7

	(i)	(ii)	(iii)
①	O	O	M
②	O	O	O
③	R	O	N
④	R	R	O

- b (i)～(iii)の反応を一つにまとめると



となる。63%の硝酸50gをつくるのに必要なアンモニアは標準状態(0℃, $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$)で何Lとなるか。最も適当な数値を，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，原子量はH = 1.0, N = 14, O = 16とする。 8 L

① 8.0

② 9.0

③ 10

④ 11

(下書き用紙)

化学基礎・化学の試験問題は次に続く。

第2問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 7〕 (配点 25)

問1 図1のように、ある液体を内容量300mLのフラスコに入れ、小さな穴を開けたアルミニウム箔でふたをする。これを97℃の温水に浸し、内部の液体を完全に蒸発させたのち、室温まで手早く冷やしたところ、フラスコ内部に0.84gの液体が残った。大気圧を $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、液体の蒸気圧を無視できるものとする、この液体試料の分子量はいくらになるか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。 1

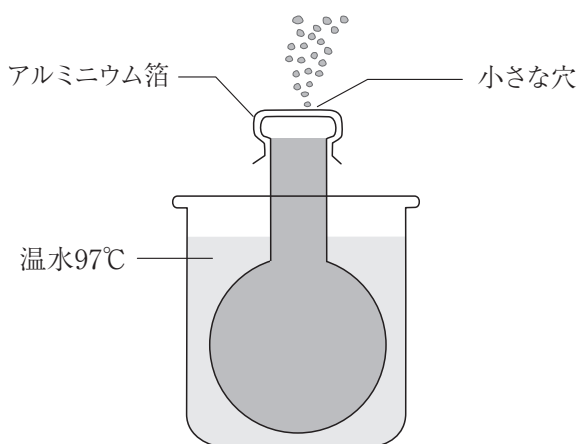


図 1

① 44

② 64

③ 86

④ 92

問2 水分子は通すがショ糖分子は通さない半透膜で仕切ったU字管がある。図2のようにU字管の**A側**には0.10mol/Lのショ糖水溶液を、**B側**には0.20mol/Lのショ糖水溶液をそれぞれ同体積ずつ入れて、両側の液面の高さを等しくしたのち、温度を一定に保って長時間放置した。この実験に関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 2

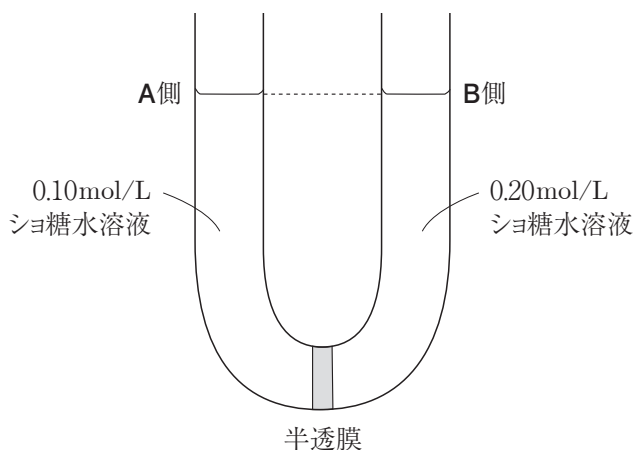


図 2

- ① 同じ温度において、0.20mol/Lのショ糖水溶液の浸透圧は、0.10mol/Lのショ糖水溶液の浸透圧の2倍である。
- ② 半透膜を通して、**A側**から**B側**へのみ水分子が移動している。
- ③ 放置後は**B側**の液面の方が**A側**の液面よりも高くなる。
- ④ 温度を高くして同じ実験を行うと、放置後の液面の高さの差は大きくなる。

問3 ある食塩水と尿素水溶液の沸点が等しいとき、この2種類の水溶液の質量モル濃度の関係についての記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 食塩水の質量モル濃度は尿素水溶液の質量モル濃度の約 $\frac{1}{2}$ である。
- ② 食塩水の質量モル濃度と尿素水溶液の質量モル濃度はほぼ等しい。
- ③ 食塩水の質量モル濃度は尿素水溶液の質量モル濃度の約2倍である。
- ④ 食塩水の質量モル濃度は尿素水溶液の質量モル濃度の約3倍である。

問4 図3は、物質とエネルギーの関係を表したものである。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

4

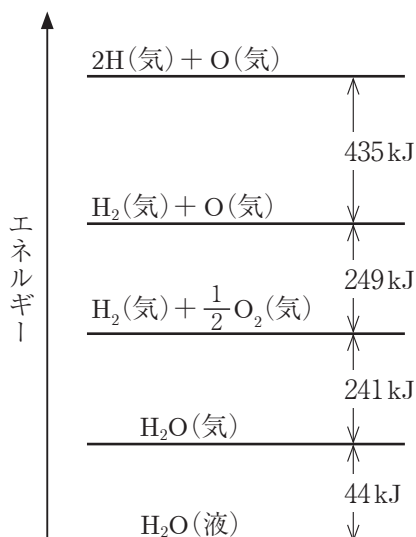
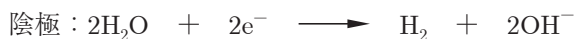


図 3

- ① 水の蒸発熱は44kJ/molである。
- ② 液体の水の生成熱は285kJ/molである。
- ③ O=Oの結合エネルギーは249kJ/molである。
- ④ H-Hの結合エネルギーは435kJ/molである。

問5 白金板を電極として、水酸化ナトリウム水溶液を電気分解すると、次の反応が起こる。



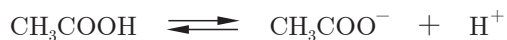
陽極に酸素が0.2mol発生する場合、陰極で発生する水素の物質質量として最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

5

mol

- ① 0.050 ② 0.10 ③ 0.20 ④ 0.40 ⑤ 0.50

問6 弱酸である酢酸 CH_3COOH を水に溶かすと、その一部が電離して、次のような平衡状態となる。



この平衡における電離定数 K_a は次式で表される。

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

これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

ただし、酢酸の電離定数 $K_a = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ であり、電離度 α は1に比べて非常に小さいものとする。

a 0.20mol/L酢酸水溶液の α はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 1.0×10^{-3} ② 2.0×10^{-3} ③ 1.0×10^{-2} ④ 2.0×10^{-2}

b 温度一定のまま、0.20mol/L酢酸水溶液に水を加えてうすめた場合、電離定数 K_a と電離度 α はどのように変化するか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 7

	K_a	α
①	小さくなる	変化しない
②	小さくなる	大きくなる
③	大きくなる	変化しない
④	大きくなる	小さくなる
⑤	変化しない	大きくなる
⑥	変化しない	小さくなる

第3問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 5〕 (配点 20)

問1 次の記述アとイに当てはまる酸化物の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 1

ア 酸、強塩基の水溶液のいずれとも反応して溶ける。

イ 水と反応して、強酸を生成する。

	ア	イ
①	ZnO	SO ₃
②	ZnO	P ₄ O ₁₀
③	SiO ₂	SO ₃
④	SiO ₂	P ₄ O ₁₀

問2 硫黄とその化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① 硫黄の単体には、斜方硫黄、単斜硫黄、ゴム状硫黄などの同素体が存在する。
- ② 硫黄の酸化物である二酸化硫黄は、常温で無色・無臭の気体である。
- ③ 銅に熱濃硫酸を作用させると二酸化硫黄が得られる。
- ④ 硫化物イオンS²⁻は多くの金属イオンと反応して、水に溶けにくい硫化物を生成する。
- ⑤ 濃硫酸は吸湿性が強く、乾燥剤に用いられる。

問3 次の操作ア～ウで発生する気体のうち、水上置換によって捕集することが適切なものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 3

ア 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱する。

イ 亜鉛に希硫酸を加える。

ウ 銅に希硝酸を加える。

- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ ④ アとイ
⑤ アとウ ⑥ イとウ ⑦ アとイとウ

問4 アルミニウムとその化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① アルミニウムはイオン化傾向が大きいので、単体で産出することはないが、化合物として鉱物や土壌中に多く存在する。
② アルミニウムの単体は、ボーキサイトから得られる酸化アルミニウム Al_2O_3 を融解塩電解(溶融塩電解)して製造されている。
③ アルミニウムの表面に電解により人工的に緻密な被膜をつけた製品をジュラルミンという。
④ アルミニウムは、冷水とは反応しないが、高温の水蒸気とは反応する。また、酸とも強塩基とも反応する両性金属である。

問5 Ag^+ 、 Al^{3+} 、 Ba^{2+} および Fe^{3+} を含む水溶液がある。これに次に示すような3段階の操作ア～ウを順に行った。はじめに存在していたイオンで操作ウのろ液に含まれるものとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 5

ア 塩酸を十分に加え、生じた沈殿をろ過する。

イ アのろ液に水酸化ナトリウム水溶液を十分に加え、生じた沈殿をろ過する。

ウ イのろ液に希硫酸を十分に加え、生じた沈殿をろ過する。

- ① Ag^+ ② Al^{3+} ③ Ba^{2+} ④ Fe^{3+}

第4問 次の各問い(問1～10)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 10〕 (配点 30)

問1 有機化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 1

- ① 有機化合物は、炭素原子の骨格によって鎖式化合物と環式化合物に分類することができる。
- ② 有機化合物の種類がきわめて多いのは、炭素以外の多様な元素を成分中に含むためである。
- ③ 有機化合物の融点、沸点は比較的低い。
- ④ 有機化合物には、水に溶けにくく、エーテルなどの有機溶媒に溶けやすいものが多い。

問2 次の炭化水素①～④のうちから、1分子に水素1分子を付加すると、幾何異性体(シストランズ異性体)が生成する可能性があるものを一つ選べ。 2

- | | |
|--|---|
| ① $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ | ② $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ |
| ③ $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ | ④ $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ |

問3 次の記述①～④のうちから、誤りを含むものを一つ選べ。 3

- ① エタノールは、エチレンに水を付加すると得られる。
- ② 2-プロパノールの酸化で生じる物質は、還元性を示さない。
- ③ 酢酸カルシウムを空気を断って熱分解(乾留)するとアセトンが得られる。
- ④ 2価カルボン酸のフマル酸は、加熱すると分子内で脱水して酸無水物になる。

問4 分子式 $C_5H_{10}O_2$ のエステルXがある。Xを加水分解すると、銀鏡反応を示すカルボン酸Aと、ヨードホルム反応を示すアルコールBが得られた。エステルXの構造式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

- ①
$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$$
 ②
$$\begin{array}{c} \text{O} \qquad \text{CH}_3 \\ \parallel \qquad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$$
- ③
$$\begin{array}{c} \text{O} \qquad \text{CH}_3 \\ \parallel \qquad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
 ④
$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$$
- ⑤
$$\begin{array}{c} \text{O} \qquad \text{CH}_3 \\ \parallel \qquad | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$$
 ⑥
$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$$

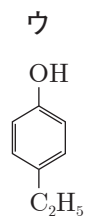
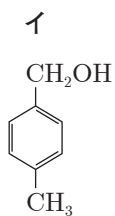
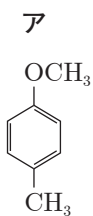
問5 セッケンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① セッケンは、油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると得られる。
 ② セッケンは水溶液中で加水分解するので、その水溶液は弱酸性を示す。
 ③ セッケンは水溶液中で疎水性部分を内側にして多数集まり、コロイド粒子として存在している。
 ④ セッケンの水溶液に塩化カルシウム水溶液を加えると、沈殿を生じる。

問6 芳香族化合物の反応に関する次の記述①～④のうちから、付加反応であるものを一つ選べ。 6

- ① ベンゼンと塩素の混合物に光を照射すると、ヘキサクロロシクロヘキサン(ベンゼンヘキサクロリド)が生成する。
 ② ベンゼンに塩素と鉄粉を作用させると、クロロベンゼンが生成する。
 ③ ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させると、ニトロベンゼンが生成する。
 ④ トルエンに過マンガン酸カリウム水溶液を作用させると、安息香酸の塩が生成する。

問7 次の芳香族化合物ア～ウのうち、下の記述 a, b の両方に当てはまるものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 7



- a 金属ナトリウムと反応して気体を発生する。
 b 水酸化ナトリウム水溶液と反応し、塩をつくって溶ける。

- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ ④ アとイ
 ⑤ アとウ ⑥ イとウ ⑦ アとイとウ

問8 ニトロベンゼンからアニリンを次の経路で合成した。図1中の ア に当てはまる反応名と イ に当てはまる物質の化学式の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 8

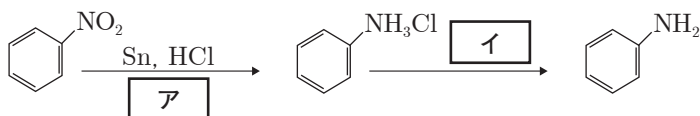


図 1

	ア	イ
①	酸 化	CO ₂
②	酸 化	HCl
③	酸 化	NaOH
④	還 元	CO ₂
⑤	還 元	HCl
⑥	還 元	NaOH

問9 アミノ酸やタンパク質の検出方法に関する記述として誤りを含むものを、次の

①～④のうちから一つ選べ。

9

- ① タンパク質水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、生じる気体に赤色リトマス紙を近づけると青色になる。
- ② アミノ酸またはペプチドの水溶液にうすい水酸化ナトリウム水溶液を加えたのち、少量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると赤紫色になる。
- ③ ベンゼン環を含むタンパク質水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると、黄色になる。冷却後、アンモニア水を加えて塩基性になると橙黄色になる。
- ④ 硫黄原子を含むタンパク質水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したのち、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると黒色沈殿を生じる。

問10 合成高分子化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

10

- ① ポリエステルは縮合重合によりつくられる。
- ② ポリエチレンは分子中に多数の二重結合をもつ。
- ③ ナイロン66は分子中に多数の -NH-CO- 結合をもつ。
- ④ 1,3-ブタジエン $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ は合成ゴムの原料に用いられる。