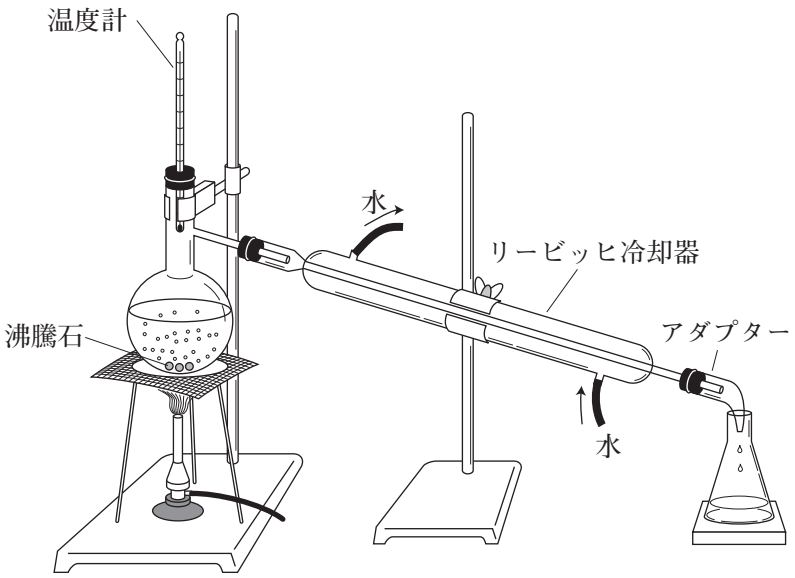
化 学 基 礎

化学基礎

必要があれば，原子量は次の値を用いること。 原子量　H：1.0　　O：16 標準状態で気体 1 mol が占める体積　22.4 L

第 1 問　次の各問いに答えよ。

問 1　塩化ナトリウム水溶液から水(蒸留水)を取り出すときの分離実験を，次図のような装置を組み立てて行った。このことに関する記述として**誤りを含むもの**を，下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，図の一部は正確ではない。 1



① アダプターと三角フラスコの接合部分は，密栓しない。

② 枝付きフラスコ内の液量は，8 割程度とする。

③ リービッヒ冷却器に入れる冷却水は，下から入れて上から出す。

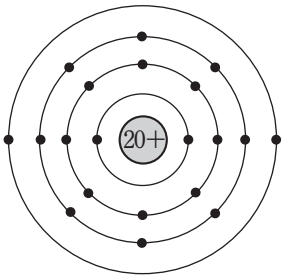
④ 温度計の下端の球部は，フラスコの枝の付け根の高さに合わせる。

⑤ 枝付きフラスコには，突沸を防ぐために沸騰(とう)石を入れる。

問２　物質を構成する成分元素とその元素を検出する方法の組合せとして，**誤りを含むもの**を，次の①～④のうちから一つ選べ。 2

	成分元素	検出方法
①	カリウム	水溶液を白金線につけてバーナーの外炎にかざすと，黄色になる。
②	塩素	水溶液に硝酸銀水溶液を加えると，白色沈殿が生じる。
③	炭素	燃焼したときに発生する気体を石灰水に通じると，白色沈殿が生じる。
④	水素	燃焼させて生成した液体に硫酸銅(Ⅱ)無水物を加えると，青くなる。

問３　次図は，ある原子の電子配置の模式図であり，原子核の 20＋は，20 個の陽子が収容されていることを表す。これに関する次の記述中の空欄 ア ～ ウ に当てはまる記号・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。 3



最外殻は ア 殻で，この原子が安定な陽イオンになると 2 価の陽イオンになり， イ と同じ電子配置になる。一方, 2 価の陰イオンになると イ と同じ電子配置になる原子は， ウ である。

	ア	イ	ウ
①	M	Ne	S
②	M	Ar	S
③	M	Ne	O
④	N	Ar	O
⑤	N	Ne	O
⑥	N	Ar	S

問４　放射性同位体が壊変(崩壊)してもとの半分の量になるのに要する時間を半減期といい，$^{14}_{6}C$ の半減期は 5730 年である。ある遺跡から発見された木片に含まれる $^{14}_{6}C$ の割合が，大気中に含まれている $^{14}_{6}C$ の $\frac{1}{8}$ になっていた。この木片は約何年前のものと考えられるか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4 年前

①　約 700　　②　約 2900　　③　約 11000　　④　約 17000　　⑤　約 46000

問５　ある原子 X が，2 価の陽イオンになったときの電子の数は 54 である。この原子の原子番号はいくらか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

①　52　　②　53　　③　54　　④　55　　⑤　56

問６　温度に関する次の記述中の空欄 ア ～ ウ に当てはまる数値，語句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

物質を構成する粒子の熱運動は，温度が高いほど激しい。逆に，温度を下げると熱運動は穏やかになり， ア ℃になると，理論上熱運動は完全に停止する。このときの温度を イ という。この温度を原点とする温度を絶対温度(単位記号は K)といい，目盛りの間隔はセルシウス温度(単位記号は℃)と同じである。水の沸点を絶対温度で表すと， ウ K である。

	ア	イ	ウ
①	0	零度	100
②	0	絶対零度	373
③	0	零度	373
④	−273	絶対零度	100
⑤	−273	零度	100
⑥	−273	絶対零度	373

問7　日常生活の化学に関する記述として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

7

①　ガラスは硬く，耐薬品性に優れていることから，食器，窓などに使われている。

②　アルミニウムは，製品から再生する方が鉱石から製造するよりも多くの電気エネルギーを必要とする。

③　水素をエネルギー源とする燃料電池は，自動車用として広く普及している。

④　日本では，家庭の蛇口から出る水道水に含まれる塩素の濃度は0になっている。

⑤　プラスチックは加工しやすく，さびないなどの特徴があり，また廃棄しても微生物によって分解されやすい。

第２問　次の各問いに答えよ。

問１　３種類の陽イオン Na^{+}，Ca^{2+}，Al^{3+} と３種類の陰イオン NO_3^{-}，SO_4^{2-}，PO_4^{3-} がある。これらのイオンからなる化合物を組成式で表したとき，陽イオン：陰イオンが１：１になる化合物は何種類あるか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 8 種類

①　1　　②　2　　③　3　　④　6　　⑤　9

問２　配位結合に関する記述中の空欄 ア ～ ウ に当てはまる語句･化学式･数値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。 9

アンモニア分子や水分子のような ア を持つ分子の中には，金属イオンに配位結合して錯イオンをつくるものがある。銅(Ⅱ)イオンを含む水溶液にアンモニア水を過剰に加えると，銅(Ⅱ)イオンとアンモニアによる錯イオンであるテトラアンミン銅(Ⅱ)イオン イ が生成する。このとき，銅(Ⅱ)イオンに配位結合しているアンモニア分子は ウ 個である。

	ア	イ	ウ
①	共有電子対	$[Cu(NH_3)_2]^{2+}$	2
②	共有電子対	$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$	4
③	共有電子対	$[Cu(NH_4)_3]^{2+}$	3
④	非共有電子対	$[Cu(NH_3)_2]^{2+}$	2
⑤	非共有電子対	$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$	4
⑥	非共有電子対	$[Cu(NH_4)_3]^{2+}$	3

問３　合金に関する記述として下線部に**誤りを含むもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 10

①　青銅は銅とスズからできており，美術品や釣り鐘（つりがね）などの用途がある。

②　ジュラルミンは鉄やアルミニウムからなり，軽量で強度が大きい特徴がある。

③　黄銅は銅と亜鉛からできており，楽器や硬貨に利用されている。

④　ステンレス鋼は鉄，クロム，ニッケルなどからなり，錆（さ）びにくい性質がある。

⑤　ニクロムはニッケル，クロムなどからなり，トースターなどの電熱線として利用されている。

問４　気体の燃焼に関する次の各問いに答えよ。ただし，気体の体積はすべて標準状態に換算した値である。

(1)　メタン，水素の各 1 mol を完全燃焼させるときに必要な酸素の物質量として最も適当な組合せを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 11

	メタン	水素
①	1 mol	0.5 mol
②	1 mol	2 mol
③	2 mol	0.5 mol
④	2 mol	1 mol
⑤	2.5 mol	0.5 mol
⑥	2.5 mol	1.5 mol

(2)　メタン 1 mol を完全燃焼させるためには，空気は何 L 以上必要か。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，空気は窒素と酸素の体積比が 4：1 の混合気体とする。 12 L

①　22.4　　②　44.8　　③　112　　④　179　　⑤　224

(3)　メタンと水素の混合気体を完全燃焼させたところ，二酸化炭素が 560 mL 発生し，水が 0.99 g 生成した。混合気体中のメタンと水素の体積比（CH_4：H_2）を最も簡単な整数比で表すとどうなるか。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 13

①　1：2　　②　1：5　　③　2：3　　④　5：1　　⑤　5：4

第３問　次の各問いに答えよ。

問１　25℃において，0.10 mol/L 酢酸水溶液の電離度は 0.016 である。いま仮に電離前の酢酸分子が水溶液中に 1000 個あるとすれば，電離後の全粒子数(酢酸分子と電離によって生じるイオンの合計)はいくらか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，水分子の数は除く。 14 個

①　16　　②　984　　③　1000　　④　1016　　⑤　1032

問２　次の化学反応式のうち，実際には**反応が起こらない**のはどれか。最も適当なものを，①～⑤のうちから一つ選べ。 15

①　$NaCl + KOH \longrightarrow KCl + NaOH$

②　$NH_4Cl + NaOH \xrightarrow{加熱} NH_3 + H_2O + NaCl$

③　$Na_2CO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + NaHCO_3$

④　$(COONa)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow (COOH)_2 + Na_2SO_4$

⑤　$CH_3COONa + HCl \longrightarrow CH_3COOH + NaCl$

問３　中和滴定に関する次の記述中の空欄 ア ・ イ に当てはまる語句・数値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。 16

濃度未知の酢酸水溶液 10 mL に指示薬としてフェノールフタレインを加え，0.010 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を滴下して中和滴定を行ったところ，12 mL 加えたときに終点になった。仮に指示薬としてメチルオレンジを使用すると，色の変化までに滴下する水酸化ナトリウム水溶液の量は 12 mL ア 。また，水酸化ナトリウム水溶液の代わりに 0.010 mol/L 水酸化バリウム水溶液を滴下したとき，中和点までに要する滴下量は イ mL になる。

	ア	イ
①	になる	6.0
②	になる	24
③	より多くなる	6.0
④	より多くなる	24
⑤	より少なくなる	6.0
⑥	より少なくなる	24

問４　アンモニアは水に溶けると一部が電離して塩基性を示す。0.010 mol/L アンモニア水（電離度は 0.048）に関する次の各問いに答えよ。

(1)　塩基性の水溶液中でも水のわずかな電離により H^+ が存在しており，水溶液全体では H^+ と OH^- のモル濃度の積は常に一定で，$[H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}\,(\mathrm{mol/L})^2$ である。このことから，0.010 mol/L アンモニア水の pH はおよそいくらか。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 17

①　3 から 4 の間　　②　4 から 5 の間　　③　8 から 9 の間

④　10 から 11 の間　　⑤　12 から 13 の間

(2)　アンモニア水は濃度が小さくなると電離度は大きくなり，アンモニアの電離度は，次式のように濃度の逆数の平方根に比例する。

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{c}}$$

（α は電離度，K_b は定数，c は濃度）

0.010 mol/L でのアンモニアの電離度が 0.048 であることから，0.040 mol/L アンモニア水中のアンモニアの電離度はいくらになるか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 18

①　0.012　　②　0.016　　③　0.024　　④　0.096　　⑤　0.19

(3)　0.010 mol/L アンモニア水 100 mL に次の①～⑤の操作を行ったとき，水溶液の pH が最も小さくなるものを一つ選べ。 19

①　精製水 100 mL を加える。

②　0.010 mol/L 硫酸 100 mL を加える。

③　0.010 mol/L 塩酸 100 mL を加える。

④　0.010 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 100 mL を加える。

⑤　0.010 mol/L 水酸化バリウム水溶液 100 mL を加える。

第４問　次の各問いに答えよ。

問１　希硝酸に関する記述，および化学式中の空欄 ア ～ ウ に当てはまる語句・数値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。ただし，係数は１も記すものとする。 20

希硝酸の酸化剤としてのはたらきを次式で示す。

$$HNO_3 + 3H^+ + \boxed{\text{ア}}\ e^- \longrightarrow NO + \boxed{\text{イ}}\ H_2O$$

このとき，N の酸化数は ウ している。

	ア	イ	ウ
①	2	1	3 増加
②	3	1	3 増加
③	2	2	3 増加
④	3	1	3 減少
⑤	2	2	3 減少
⑥	3	2	3 減少

問２　酸化還元反応に関する記述中の空欄 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，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 21

ヨウ素溶液に硫化水素を通じると，S が析出するため溶液が白濁する。

$$I_2 + H_2S \longrightarrow 2HI + S$$

このとき，ヨウ素は水素と結合しており， ア されている。

また，銅を加熱して酸化銅(Ⅱ)にしたのち水素を満たした試験管に入れると，銅の光沢が戻る。

$$CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O$$

このとき，酸化銅(Ⅱ)は酸素を失うので イ されている。

このように酸素や水素の授受で酸化還元反応を説明することができ，電子の授受では，電子を ウ ときに還元されたという。

	ア	イ	ウ
①	還元	還元	受け取る
②	還元	還元	失う
③	還元	酸化	受け取る
④	酸化	還元	失う
⑤	酸化	酸化	受け取る
⑥	酸化	酸化	失う

問３　金属のイオン化傾向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。 22

① カリウムは常温の水と反応して，水素を発生する。

② 銀は常温の濃硫酸と反応して，無色の二酸化硫黄を発生して溶ける。

③ マグネシウムは熱水と徐々に反応して，水素を発生する。

④ 鉄は高温の水蒸気と反応して，水素を発生する。

⑤ 金は硝酸とは反応しないが，王水とは反応して溶ける。

問４　湖沼や河川の水質汚濁の程度を表す数値にCOD（化学的酸素要求量）がある。これに関する下の各問いに答えよ。なお，CODとは河川などの試料水を酸化剤で酸化処理したときに消費される酸化剤の量を，酸素の質量に換算した値で，試料水１L当たりに必要な酸素の質量をmgで表した値〔mg/L〕である。

操作１　河川の水100.0 mLをとり，これに硫酸を加えたのち，2.0×10^{-3} mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液10.0 mLを加えて加熱した。このとき河川の水に含まれる有機物はすべて酸化された。

操作２　操作１の水溶液に5.0×10^{-3} mol/Lのシュウ酸ナトリウム水溶液10.0 mLを加えた。このとき，残っていた過マンガン酸カリウムはすべて反応し，未反応のシュウ酸が残った。

操作３　操作２の水溶液にビュレットを用いて2.0×10^{-3} mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したところ，終点までに4.0 mLを要した。

なお，上記の反応に関する電子e^-を含むイオン反応式は，次の通りである。

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

$C_2O_4^{2-} \longrightarrow 2CO_2 + 2e^-$

$O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$

(1)　過マンガン酸イオンと酸素それぞれ1 molが酸化剤としてはたらくとき，電子はそれぞれ5 molと4 molが放出される。試料水中の有機物を酸化するときの過マンガン酸カリウム1.0 molに相当する酸素O_2の物質量は何molか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 23 mol

①　0.80　　②　1.0　　③　1.25　　④　1.75　　⑤　2.0

(2)　試料水中の有機物を酸化した過マンガン酸カリウムは何molか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 24 mol

①　5.0×10^{-6}　　②　8.0×10^{-6}　　③　2.0×10^{-5}

④　4.0×10^{-5}　　⑤　8.0×10^{-5}

(3)　試料水のCOD〔mg/L〕はいくらか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

25 mg/L

①　0.32　　②　0.40　　③　3.2　　④　4.0　　⑤　8.0

（化学基礎の問題は終わり）