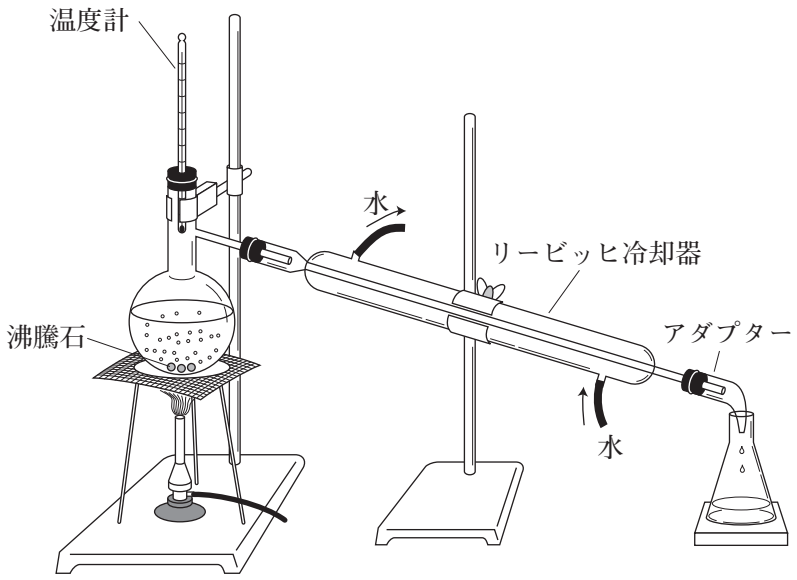
化学基礎・化学

化学基礎・化学

必要があれば，原子量は次の値を用いること。
原子量　　Na：23　　Cl：35.5
気体定数　$R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(mol·K)
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

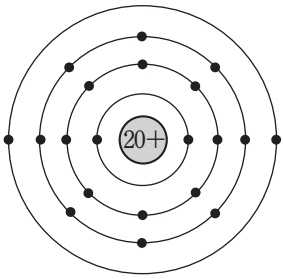


① アダプターと三角フラスコの接合部分は，密栓しない。
② 枝付きフラスコ内の液量は，8 割程度とする。
③ リービッヒ冷却器に入れる冷却水は，下から入れて上から出す。
④ 温度計の下端の球部は，フラスコの枝の付け根の高さに合わせる。
⑤ 枝付きフラスコには，突沸を防ぐために沸騰(とう)石を入れる。

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容易に分解される。

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。

⑴　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

⑵　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

⑶　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　20℃で 0.10 mol/L のスクロース（ショ糖）水溶液と同じ浸透圧の塩化ナトリウム水溶液 1.0 L をつくるには，塩化ナトリウムは何 g 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，塩化ナトリウムは水溶液中で完全に電離しているものとする。

［ 14 ］g

① 1.5　② 2.9　③ 5.8　④ 8.8　⑤ 12

問２　密閉容器に 1.0 L の水と二酸化炭素を入れ 0℃に保ったところ，二酸化炭素の圧力は 3.0×10^5 Pa となった。容器を開けて 20℃, 1.0×10^5 Pa にしたとき，水溶液から気泡となって出てくる二酸化炭素は，標準状態に換算して何 L 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，二酸化炭素は 1.0×10^5 Pa において水 1.0 L に 0℃では 7.6×10^{-2} mol，20℃では 3.9×10^{-2} mol 溶ける。［ 15 ］L

① 3.7　② 4.0　③ 4.2　④ 8.3　⑤ 11

問３　水素を発生させて水上置換で捕集したところ，27℃，1.0×10^5 Pa で 500 mL が得られた。得られた水素を，乾燥剤の入った別の容器に入れて乾燥させたのち，27℃，1.0×10^5 Pa にすると体積は何 mL 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。ただし，27℃における水蒸気圧は 4.0×10^3 Pa とする。［ 16 ］mL

① 190　② 240　③ 430　④ 480　⑤ 500

問４　四酸化二窒素 N_2O_4 から二酸化窒素 NO_2 が生成する反応は，次の熱化学方程式で表される。

N_2O_4（無色）＝ $2NO_2$（赤褐色）− 57.2 kJ

ある容器に四酸化二窒素を封入し，平衡状態に達したのち次の操作を行った。新たな平衡状態になったとき，気体の色が薄くなる操作として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 17

① 圧力一定で，容器の温度を上げる。

② 内容積と温度一定で，ヘリウムを加える。

③ 温度・圧力一定で，ヘリウムを加える。

④ 温度一定で，容器内の圧力を高くする。

⑤ 温度一定で，容器の体積を大きくする。

問５　硫酸に関する記述について，**誤りを含むもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 18

① 希硫酸を塩化バリウムの水溶液に加えると，白色沈殿が生成する。

② 希硫酸は強い酸性を示し，鉄や亜鉛と反応して水素を発生する。

③ 濃硫酸をスクロース（ショ糖）に加えると炭化するのは，脱水作用による。

④ 濃硫酸を塩化ナトリウムとともに加熱すると，塩化水素が発生する。

⑤ 濃硫酸を希釈するときは，濃硫酸をかき混ぜながら少しずつ水を注ぐ。

問６　アルミニウムに関する記述について，**誤りを含むもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 19

① アルミニウムは，酸の水溶液とも弱塩基の水溶液とも反応し，水素を発生して溶ける。

② アルミニウムは，ボーキサイトから Al_2O_3 をつくり，これを融解塩電解して製造する。

③ アルミニウムは希硝酸とは反応するが，濃硝酸とは不動態になり反応しにくい。

④ アルミニウムの粉末と酸化鉄（Ⅲ）との混合物に点火すると，鉄が遊離する。

⑤ アルミニウム製品の表面に酸化アルミニウムの被膜をつくったものを，アルマイトという。

問7　銀とその化合物について，**誤りを含むもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 20

① すべての金属の中で，電気伝導性や熱伝導性が最大である。

② 硝酸銀水溶液に硫化水素を通じると，黒色の硫化銀の沈殿が生成する。

③ 塩化銀に光が当たると，分解して銀の粒子が遊離するため灰色になる。

④ 銀イオンを含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると，AgOH の褐色沈殿が生成する。

⑤ 銀イオンを含む水溶液に過剰のアンモニア水を加えると，無色の水溶液になる。

第４問　次の各問いに答えよ。

問１　次の化合物のうち，シス－トランス異性体(幾何異性体)が存在するものはどれか。最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 21

① エチレン　② 2-ブテン　③ 乳酸
④ 酢酸ビニル　⑤ 2-ブタノール　⑥ キシレン

問２　アルコール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 メタノールは，分子量の最も小さいアルコールである。
② エタノールには，構造異性体が存在する。
③ エタノールに濃硫酸を加え 160 ～ 170℃に加熱すると，ジエチルエーテルが生じる。
④ 1-プロパノールを酸化すると，アルデヒドを経てカルボン酸が生成する。
⑤ 第三級アルコールの 2-メチル-2-プロパノールは，酸化されにくい。

問３　次のエステルを加水分解したとき，生成する酸性物質は銀鏡反応を示し，中性物質はヨードホルム反応を示すのはどれか。最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 23

① $HCOOCH_3$　② $HCOOCH_2CH_3$　③ $HCOOCH_2CH_2CH_3$
④ CH_3COOCH_3　⑤ $CH_3COOCH_2CH_3$　⑥ $CH_3CH_2COOCH_3$

問4　芳香族アミンの反応に関する下の各問いに答えよ。

アニリンを(a)冷やしながら，塩酸と亜硝酸ナトリウムを反応させると，塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液が生成する。生成した塩化ベンゼンジアゾニウム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，アゾ染料である(b)橙赤色の化合物が生成する。

下線部(a)の操作を冷やさずに行うと，塩化ベンゼンジアゾニウムが加水分解して［(c)］と HCl が生成する。

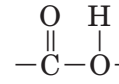
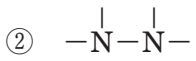
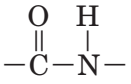
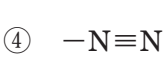
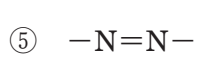
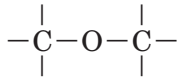
(1)　空欄［(c)］に当てはまる物質の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。［24］

① フェノールと窒素
② フェノールとアニリン
③ アニリンと窒素
④ アニリン塩酸塩と塩化ナトリウム
⑤ 安息香酸と窒素

(2)　アニリン(分子量 93) 9.3 g を反応させると，下線部(b)の物質(分子量 198)が何 g 得られるか。最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，収率(理論的に計算される質量に対する，実際に得られる質量の割合)は 60 % とする。［25］g

① 6.0　② 9.3　③ 12　④ 18　⑤ 20　⑥ 33

(3)　メチルオレンジやオレンジⅡはアゾ染料でもあり，分子中に同じ化学結合を含んでいる。その化学結合として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。［26］

① 
② 
③ 
④ 
⑤ 
⑥ 

(化学基礎・化学の問題は終わり)