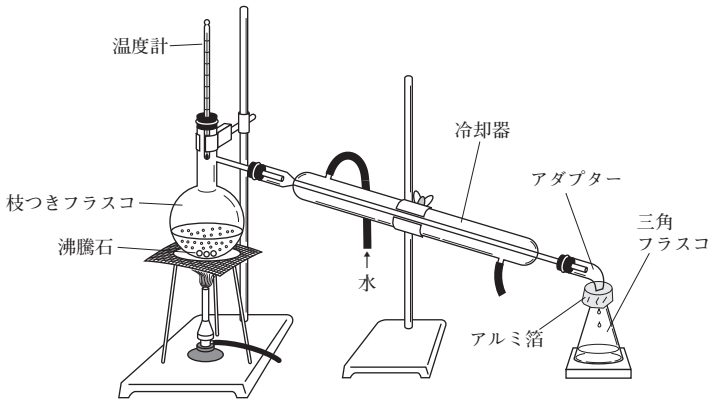
化学基礎

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　　C：12　　O：16　　Ca：40　　Zn：65
0 ℃，1.013 × 10^5 Pa（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　次図で示す器具を用いて，赤ワインからエタノールを分離精製する実験を行った。この実験に関する記述として最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。 1



① エタノールが流出しているとき，温度計は 100 ℃を示している。
② 三角フラスコとアダプターの接触部分はアルミ箔などで覆い，密栓しない。
③ 沸騰石は突沸を防ぐために入れているので，穏やかに加熱する場合は使う必要はない。
④ 冷却器の上部から下部に向かって水を流すと流れが速くなり，冷却効果が大きい。
⑤ 三角フラスコは，他のガラス容器で代用することはできない。

問 2　次の a ～ d の物質の組合せのうち同素体の関係にある組合せをすべて選んだものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

a　酸素と過酸化水素　　b　ダイヤモンドとフラーレン
c　斜方硫黄とゴム状硫黄　　d　赤リンと黄リン

① a と b　② a と c　③ b と c
④ b と d　⑤ a と b と c　⑥ b と c と d

問３　次の表のように 15 種類の物質を単体，化合物，混合物の 3 種類に分類した。表中の物質のうち，**分類に誤りがある物質**は何個あるか。最も適当な数値を，下の①～⑤のうちから一つ選べ。 3 個

単体	化合物
酸素　水素　ダイヤモンド フラーレン　過酸化水素	水蒸気　二酸化炭素　酸化銅(Ⅱ) 塩酸　水酸化ナトリウム
混合物	
ゴム状硫黄　海水　牛乳　シュウ酸二水和物　ガソリン	

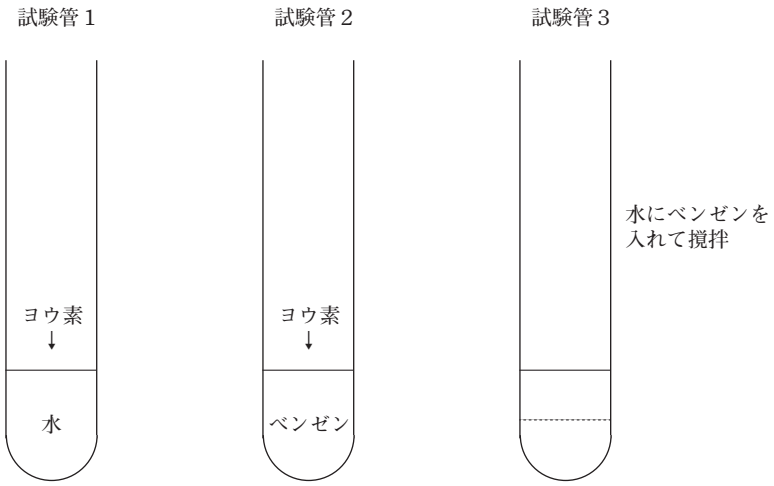
①　1　　②　2　　③　3　　④　4　　⑤　5

問４　水(液体)，ベンゼン(液体)，ヨウ素(固体) について，次の操作を行った。

【操作１】　水とベンゼンを試験管１，２に 5 mL ずつ入れ，それぞれの試験管に少量のヨウ素を入れ撹拌(かくはん)したところ，一方のみ褐色の溶液になった。

【操作２】　水の入った試験管３にベンゼンを加えて撹拌したところ，二層に分かれた。

【操作３】　操作２の後の溶液にヨウ素を入れ撹拌したところ，上層が褐色になった。



これらの操作に関する記述として，下線部に**誤りを含むもの**を，次の①～④のうちから一つ選べ。 4

①　操作１では，ヨウ素は水に溶けて<u>ヨウ素溶液になっている</u>。

②　操作２では，水とベンゼンは混じり合わないので，<u>ベンゼンは無極性物質である</u>。

③　操作２では，ベンゼンは上層となるので，<u>ベンゼンは水より密度が小さい</u>。

④　操作１，３から判断すると，ヨウ素はベンゼンと混じり合っているので，<u>ともに無極性物質である</u>。

問５　熱運動と温度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①～④のうちから一つ選べ。［5］

気体分子は常温では熱運動によって飛び回っているが，温度を下げていくと分子の速さは次第に［ア］なる。そして［イ］になったとき熱運動は停止する。

	ア	イ
①	速く	0 K
②	速く	273 K
③	遅く	0 K
④	遅く	273 K

問６　次の３種類の物質について，実験１～３を行った。これらの実験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。［6］

塩化カリウム　　硫酸銅(Ⅱ)　　炭酸水素ナトリウム

【実験１】　これらの水溶液は１種類が有色で，２種類は無色であった。

【実験２】　水溶液に硝酸銀水溶液を加えると，１種類から白色沈殿が生成した。

【実験３】　結晶を加熱すると，１種類から気体が発生した。

① 実験１から，硫酸銅(Ⅱ)水溶液の色が確認された。

② 実験２で生成した白色沈殿は，塩化銀である。

③ 実験３で発生した気体を石灰水に通じると，白く濁る。

④ 実験３で発生した気体は，この結晶に塩酸を加えても発生する。

⑤ 水溶液が有色で，実験２，３いずれにも当てはまる物質が，１種類ある。

問７　日常生活で利用されている物質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。［7］

① ナイロンは絹に似た感触がある合成高分子化合物で，日本で開発された。

② 保存料や調味料などの食品添加物は，容器や包装に表示が義務付けられている。

③ プラスチックが燃焼すると，有毒ガスが発生するものがある。

④ ガラスや陶磁器はセラミックスといい，土や砂などの無機物を高温で焼いて作られる。

⑤ セッケン分子は，水になじみやすい部分と油になじみやすい部分をともにもっている。

第２問　次の各問いに答えよ。

問１　次の物質のうち，構成する原子間の結合がすべて単結合のものはどれか。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 8

① 窒素　② エチレン　③ シアン化水素
④ メタノール　⑤ 二酸化炭素

問２　ある種の金属イオンは，非共有電子対をもつ分子やイオンと配位結合することがある。このとき結合するイオンや分子を配位子，生成するイオンを錯イオンという。

次の分子，イオンのうち，非共有電子対がなく，かつ配位子として配位結合することはないものを，①～⑤のうちから一つ選べ。 9

① Cl^-　② OH^-　③ H_2O　④ CN^-　⑤ CH_4

問３　次の６種類のイオン結合からなる物質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。 10

塩化ナトリウム　塩化マグネシウム　硫酸アルミニウム
炭酸アンモニウム　水酸化カルシウム　硫酸銅(Ⅱ)

① 化合物中の陽イオンと陰イオンの価数が等しい物質は，２種類である。
② 単原子イオンどうしの組合せからなる物質は，３種類である。
③ 多原子イオンどうしの組合せからなる物質は，１種類である。
④ 遷移元素からなるイオンが含まれているのは，１種類である。
⑤ 金属イオンを含む化合物は，５種類である。

問４　金属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。 11

① 電気伝導性や熱伝導性をもつ。
② 価電子は結晶中を自由に移動でき，自由電子という。
③ 自然界には化合物として存在しており，単体は常温・常圧で固体である。
④ 異なる金属どうしを混合して凝固させたものを合金という。
⑤ 長く引き延ばされる性質の延性，薄く広げられる性質の展性を示す。

問５　化合物の燃焼に関する実験操作を行った。このときの反応は(a)式の通りである。これに関する下の各問いに答えよ。ただし，化学反応式の空欄には，適する係数が入る。

$C_6H_{12}O_6 + \square\ O_2 \longrightarrow \square\ CO_2 + \square\ H_2O$　　…(a)式

【操作１】　炭素と水素と酸素からなる物質 $C_6H_{12}O_6$ 3.6 g を完全燃焼させ，発生した気体をすべて石灰水に通じたところ，白色沈殿が生成した。

【操作２】　操作１で生成した沈殿をろ過したのち乾燥させ，質量をはかった。

【操作３】　操作１で同時に生成した液体を硫酸銅(Ⅱ)無水物にたらしたところ，白色だった粉末が青色になった。

(1)　この実験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。 12

①　反応後に発生または生成する物質の質量の合計は，$C_6H_{12}O_6$ の 3.6 g と等しい。

②　操作１で石灰水と反応して生成した白色沈殿は，炭酸カルシウムである。

③　操作３の結果から，水の生成が確認できる。

④　発生した二酸化炭素と生成した水の物質量は，等しい。

⑤　発生した二酸化炭素の物質量は，燃焼した化合物中の炭素の物質量と等しい。

(2)　操作２ではかった白色沈殿の質量は何 g か。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 13 g

①　4.0　　②　9.0　　③　12　　④　16　　⑤　20

第３問　次の各問いに答えよ。

問１　ブレンステッド・ローリーの定義では，「他の物質に H^+ を与える物質が酸，H^+ を受け取る物質が塩基である。」とされている。

次の各反応において，下線を引いた分子またはイオンが，ブレンステッド・ローリーの定義する酸であるものはどれか。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 14

① $\underline{HSO_4^-} + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$

② $\underline{H_2O} + HCl \rightleftharpoons H_3O^+ + Cl^-$

③ $\underline{HCO_3^-} + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + OH^-$

④ $CH_3COOH + \underline{H_2O} \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$

⑤ $\underline{H_2O_2} + H_2S \rightleftharpoons 2H_2O + S$

問２　次の記述中の空欄 ア ・ イ 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。 15

固体の試薬を水に溶かし，標準溶液を調製するとき，まずは試薬を精密な天びんで正確にはかり取って ア に入れ，少量の純水を加えて溶解する。そして，それを洗液ごと イ に移す。その後，イ の標線まで純水を入れ，栓をしてよく振り混ぜる。

	ア	イ
①	ホールピペット	メスフラスコ
②	ホールピペット	三角フラスコ
③	ホールピペット	ビュレット
④	ビーカー	メスフラスコ
⑤	ビーカー	三角フラスコ
⑥	ビーカー	ビュレット

問３　次の３種類の水溶液 a ～ c のうち，pH が大きい順に並べたものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，強電解質の電離度は１，気体は完全に溶解するものとし，水素イオンと水酸化物イオンの濃度の積$[H^+][OH^-]$は，常に $1.0 \times 10^{-14}(mol/L)^2$ とする。また，気体の体積は 0 ℃，1.013×10^5 Pa（標準状態）に換算した値とする。 16

a　水酸化ナトリウム（式量 40）0.40 g をすべて水に溶かして 1.0 L にした水溶液

b　塩化水素 2.24L をすべて水に溶かして 1.0 L にした水溶液

c　0.0050 mol/L の希硫酸

①　a ＞ b ＞ c　　②　a ＞ c ＞ b　　③　b ＞ a ＞ c

④　b ＞ c ＞ a　　⑤　c ＞ a ＞ b　　⑥　c ＞ b ＞ a

問４　通常，中和滴定は，反応が起こりやすい水溶液の状態で行う。

しかし，アンモニアなどの気体試料を中和滴定する場合には，濃度が高い硫酸などに気体をいったん吸収させ，それから過剰の酸を中和滴定するという方法を利用する。このように１回目の中和では塩基を酸で中和し，２回目の中和では酸を塩基で中和しているので，逆滴定と呼ばれている。空気中の二酸化炭素を，次のような実験操作で測定した。下の各問いに答えよ。

【操作１】　空気 2 L 中の(a)二酸化炭素を，0.10 mol/L の水酸化バリウム水溶液 50 mL に完全に吸収させ，炭酸バリウムとして沈殿させる。ただし，空気 2 L 中の二酸化炭素のみが水酸化バリウムと反応したものとする。

【操作２】　固体が沈殿して十分時間がたった後で，この上澄み液 25 mL をはかり取る。

【操作３】　操作２ではかり取った上澄み液に適当な指示薬を数滴加え，0.10 mol/L の塩酸で滴定したところ，15 mL を要した。

(1)　吸収された二酸化炭素の物質量を A，0.10 mol/L，50 mL 中の水酸化バリウムの物質量を B，滴下した塩酸の物質量を C とするとき，A，B，C の量の関係を表している式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　$A + C = B$　　②　$2A + C = B$　　③　$A + C = 2B$

④　$2A + C = 2B$　　⑤　$A + 2C = B$

(2) 操作３で加える適切な指示薬の種類と，中和点での色の変化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。なお，操作１で生じた炭酸バリウムは，水にはまったく溶けないものとする。 18

	指示薬	色の変化
①	フェノールフタレインのみ使える	無色から赤色
②	フェノールフタレインのみ使える	赤色から黄色
③	フェノールフタレイン， メチルオレンジどちらも使える	フェノールフタレインは赤色から無色， メチルオレンジは黄色から赤色
④	フェノールフタレイン， メチルオレンジどちらも使える	フェノールフタレインは無色から赤色， メチルオレンジは赤色から黄色
⑤	メチルオレンジのみ使える	赤色から黄色
⑥	メチルオレンジのみ使える	黄色から赤色

(3) 操作１で水酸化バリウム水溶液と反応した二酸化炭素の物質量は何 mol か。最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 19 mol

① 1.8×10^{-3}　② 3.5×10^{-3}　③ 6.5×10^{-3}

④ 1.8×10^{-2}　⑤ 3.5×10^{-2}　⑥ 6.5×10^{-2}

第４問　次の各問いに答えよ。

問１　次の化学反応式の下線で示す元素について，酸化数の変化の幅が最も大きいものを，①～⑤のうちから一つ選べ。なお，0 から＋ 2 への変化も，＋ 5 から＋ 3 への変化も，変化の幅は 2 と数えるものとする。 20

① $\underline{Mn}O_2 + 4HCl \longrightarrow \underline{Mn}Cl_2 + Cl_2 + 2H_2O$

② $H_2\underline{O_2} + H_2S \longrightarrow S + 2H_2\underline{O}$

③ $2HNO_3 + H_2\underline{S} \longrightarrow \underline{S} + 2NO_2 + 2H_2O$

④ $3Cu + 8H\underline{N}O_3 \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2\underline{N}O$

⑤ $2KMnO_4 + 10K\underline{I} + 8H_2SO_4 \longrightarrow 2MnSO_4 + 5\underline{I_2} + 8H_2O + 6K_2SO_4$

問２　次の化学反応式 a ～ c のうち実際に起こるものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，温度条件や酸性条件などはそろっているものとする。 21

a　$2KI + HClO \longrightarrow I_2 + KCl + KOH$

b　$2KBr + I_2 \longrightarrow 2KI + Br_2$

c　$F_2 + 2KCl \longrightarrow 2KF + Cl_2$

① a のみ　② b のみ　③ c のみ

④ a と b　⑤ a と c　⑥ b と c

問３　金属Ａ～Ｄは次の a ～ c の反応を示す。金属Ａ～Ｄをイオン化傾向の大きい順に並べたものとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 22

a　Ａ，Ｃ，Ｄは希硝酸と反応した。

b　Ｃのみが，常温の水と反応した。

c　Ａのイオンを含む水溶液にＤを入れたら，Ｄの表面にＡが析出した。

① Ｃ＞Ａ＞Ｄ＞Ｂ　② Ｃ＞Ｄ＞Ａ＞Ｂ　③ Ｃ＞Ｄ＞Ｂ＞Ａ

④ Ｂ＞Ａ＞Ｄ＞Ｃ　⑤ Ｂ＞Ｄ＞Ａ＞Ｃ　⑥ Ｄ＞Ｂ＞Ａ＞Ｃ

問４　補聴器には，空気中の酸素を利用してエネルギーをつくりだす空気亜鉛電池が使用されている。この電池は正極の材料(活物質)として空気中の酸素を使うため，正極のスペースが不要となり，軽量化や小型化をすることができる。この電池は約 100 時間使用できるが，わずかではあるが使用とともに電池の重量が増加していくことが分かっている。下の各問いに答えよ。

なお，この電池の各極の化学反応は，次の通りである。

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

負極：　$Zn + 2OH^- \longrightarrow ZnO + H_2O + 2e^-$

(1)　この電池全体の化学反応式の係数 [c] に当てはまる最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。なお，係数は最も簡単な整数比とする。 [23]

[a] Zn ＋ [b] O_2 ⟶ [c] ZnO

①　1　　②　2　　③　3　　④　4　　⑤　5

(2)　文中の下線部に関連して，次の各電池の種類と正極の物質の組合せとして**誤っているもの**を，①～⑤のうちから一つ選べ。 [24]

	電池の種類	正極の物質
①	酸化銀電池	Ag_2O
②	マンガン乾電池	MnO_2
③	鉛蓄電池	$PbSO_4$
④	リチウムイオン電池	$LiCoO_2$
⑤	ニッケルカドミウム電池	NiO(OH)

(3)　100 時間使用した後，電池の重量は 0.30 g 増加していた。この空気亜鉛電池に含まれていた亜鉛は何 g か。最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，100 時間で負極の材料である亜鉛の全てを消費し，重量の増加は電池内の化学反応によるものだけとする。 [25] g

①　9.4×10^{-3}　　②　1.9×10^{-2}　　③　0.60

④　1.2　　⑤　1.8　　⑥　2.4

(化学基礎の問題は終わり)