

化学基础

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 N : 14 O : 16 Na : 23

Al : 27 Cl : 35.5 Ar : 40 Fe : 56

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 次の化合物のうち，構成する元素が3種類以上のものはどれか。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 1

- ① 二酸化ケイ素 ② 塩化ナトリウム ③ 硫酸
④ 酸化銅(Ⅱ) ⑤ 過酸化水素

問2 次の文中の下線部で示す語句は，単体，元素のいずれを意味しているか。単体を意味しているものの組合せを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

海水には塩化ナトリウム，塩化マグネシウムなど様々な物質が水に溶解しており，混合物である。塩化ナトリウムは塩素と_(a)ナトリウムからなり，常温で_(b)塩素は気体，ナトリウムは固体である。また，水は水素と_(c)酸素からなる化合物で，_(d)酸素は空気中におよそ20%含まれている。

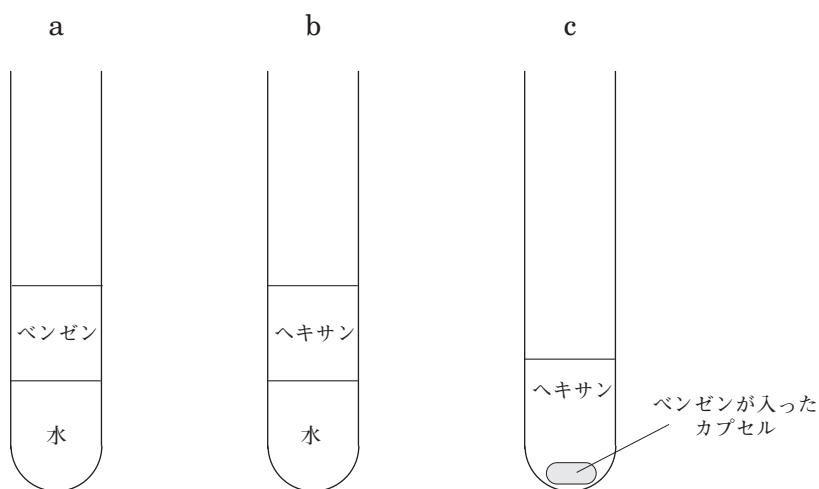
- ① (a)と(b) ② (a)と(c) ③ (a)と(d)
④ (b)と(c) ⑤ (b)と(d) ⑥ (c)と(d)

問3 3種類の物質(ベンゼン, ヘキサン, 水)について, 密度の大小を調べる実験を次のように行った。

【実験1】 試験管に水を 5.0 mL 入れ, ベンゼンを 5.0 mL 加えたのちよく振りまぜ静置しておいたところ, a のようになった。

【実験2】 試験管に水を 5.0 mL 入れ, ヘキサンを 5.0 mL 加えたのちよく振りまぜ静置しておいたところ, b のようになった。

【実験3】 試験管にヘキサンを 5.0 mL 入れ, ベンゼンの入った小さなカプセルを入れたところ, c のようになった。



このことから, 3種類の物質の密度の大小を正しく表しているものはどれか。最も適当なものを, 次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし, 実験3で用いたカプセルは密度の推定には影響せず, ベンゼン, ヘキサンとは反応しないものとする。 3

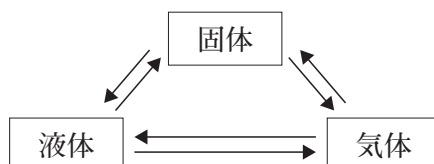
- | | |
|---------------|---------------|
| ① ベンゼン>ヘキサン>水 | ② ベンゼン>水>ヘキサン |
| ③ ヘキサン>ベンゼン>水 | ④ ヘキサン>水>ベンゼン |
| ⑤ 水>ベンゼン>ヘキサン | ⑥ 水>ヘキサン>ベンゼン |

問4 次表は6種類の原子a～fの電子配置を示している。これ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。 4

原子 \ 電子殻	K	L	M	N
a	2			
b	2	1		
c	2	2		
d	2	8	2	
e	2	8	7	
f	2	8	8	1

- ① bとfは、アルカリ金属元素の原子である。
- ② aとcとdは、同族元素の原子である。
- ③ 金属元素の原子は、4種類である。
- ④ 価電子の数が最も多いものは、eである。
- ⑤ 周期表の第3周期に属する原子は、2種類である。

問5 次図は物質の三態間の変化を示している。三態間の状態変化と関係しないものを、下の①
～⑤のうちから一つ選べ。 5



- ① 冬の朝、霧が発生していた。
- ② 天気の良い日に外に干していた洗濯物が乾いていた。
- ③ 冷凍庫の水を長期間放置していたところ、小さくなっていた。
- ④ シュウ酸の結晶を水に溶かしたところ、無色の水溶液になった。
- ⑤ 池の表面に氷が張っていた。

問6 身の回りにある次の5種類の物質について、下の実験操作1～3を行った。

塩化ナトリウム（食塩）	鉄粉	炭酸水素ナトリウム（重そう）
黒鉛（鉛筆の芯）	ナフタレン（防虫剤）	

【操作1】 各物質の電気伝導性を調べた。

【操作2】 各物質が水に溶解するかどうかを調べた。

【操作3】 操作2で生成した水溶液について、電気伝導性を調べた。

これらの実験操作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。

6

- ① 操作1で電気が流れたのは2種類である。
- ② 操作2で水に溶解したのは2種類である。
- ③ 操作3で電気が流れたのは1種類である。
- ④ 白い結晶・粉末は3種類である。
- ⑤ 放置していたところ、1種類の物質は結晶が小さくなった。

問7 日常生活の化学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 合成殺虫剤の利用は、害虫生物を駆除して生態系のバランスを保つ上でも効果的である。
- ② 食品の腐敗や変質を防ぐために、保存料や酸化防止剤を添加することがある。
- ③ 調理器具などに使われるステンレス鋼は、Feを主成分とした合金である。
- ④ 合成繊維は強くて安価に製造できるが、分解しにくいので使用後の廃棄処理が難しい。
- ⑤ 水道水はろ過と沈殿により不純物を処理したのち塩素を用いた殺菌消毒をしている。

第2問 次の各問いに答えよ。

問1 次の物質それぞれ 1.0 g について、分子の数が最も多いのはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 8

- ① 水 ② アルゴン ③ 窒素
④ 二酸化炭素 ⑤ 塩素

問2 原子の質量を「質量数 16 の酸素原子 (^{16}O) 1 個の質量を 8.0」と仮に定義し、これを基準として他の原子、分子の相対質量を考えたとき、最も大きい数値を示す物質はどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、分子は次の原子のみからなるものとする。 9

^1H ^{12}C ^{16}O ^{32}S

- ① O_2 ② H_2O ③ C_2H_6
④ SO_2 ⑤ CO_2 ⑥ H_2S

問3 次の物質 a ～ c をそれぞれ水に溶かして、0.10 mol/L の水溶液 1 L をつくった。これらの水溶液に含まれている溶質の粒子(分子、イオン)の物質量の総量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。ただし、電解質の電離度は 1 とする。 10

a 塩化マグネシウム b グルコース c 塩化アルミニウム

- 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 共有結合と分子結晶に関する下の各問いに答えよ。

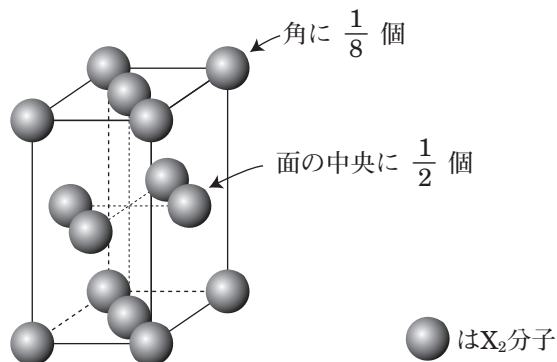
- (1) 二酸化炭素分子は構成する原子間には極性があるが、分子全体では無極性である。このように原子間には極性があるが分子全体としては無極性である分子として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 11

① アンモニア ② 水 ③ 四塩化炭素
④ 塩化水素 ⑤ 硫化水素

- (2) 二酸化炭素は、炭素原子と酸素原子が不対電子を出し合って結合しており、共有電子対は a 組、非共有電子対は b 組ある。次の物質を電子式で表したとき、共有電子対と非共有電子対の組数の比が二酸化炭素と同じ $a : b$ 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。ただし、 $a : b$ は最も簡単な整数比で表すものとする。 12

① N_2 ② H_2O ③ H_2O_2 ④ NH_4^+ ⑤ CH_4

- (3) ある分子結晶は、 X_2 分子が次図のように直方体の頂点と六面の各中央に位置し、 X_2 分子は六面の中央に各 $\frac{1}{2}$ 個と 8 個の頂点に各 $\frac{1}{8}$ 個ずつ含まれている。直方体の体積を $v[\text{cm}^3]$ 、密度を $d[\text{g}/\text{cm}^3]$ 、アボガドロ定数を $N_A[\text{mol}]$ としたとき、 X_2 のモル質量 (g/mol) はいくらか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 13 g/mol



① $\frac{dvN_A}{4}$ ② $\frac{dvN_A}{8}$ ③ $\frac{dvN_A}{12}$
④ $\frac{dN_A}{4v}$ ⑤ $\frac{dv}{8N_A}$ ⑥ $\frac{12v}{dN_A}$

第3問 次の各問いに答えよ。

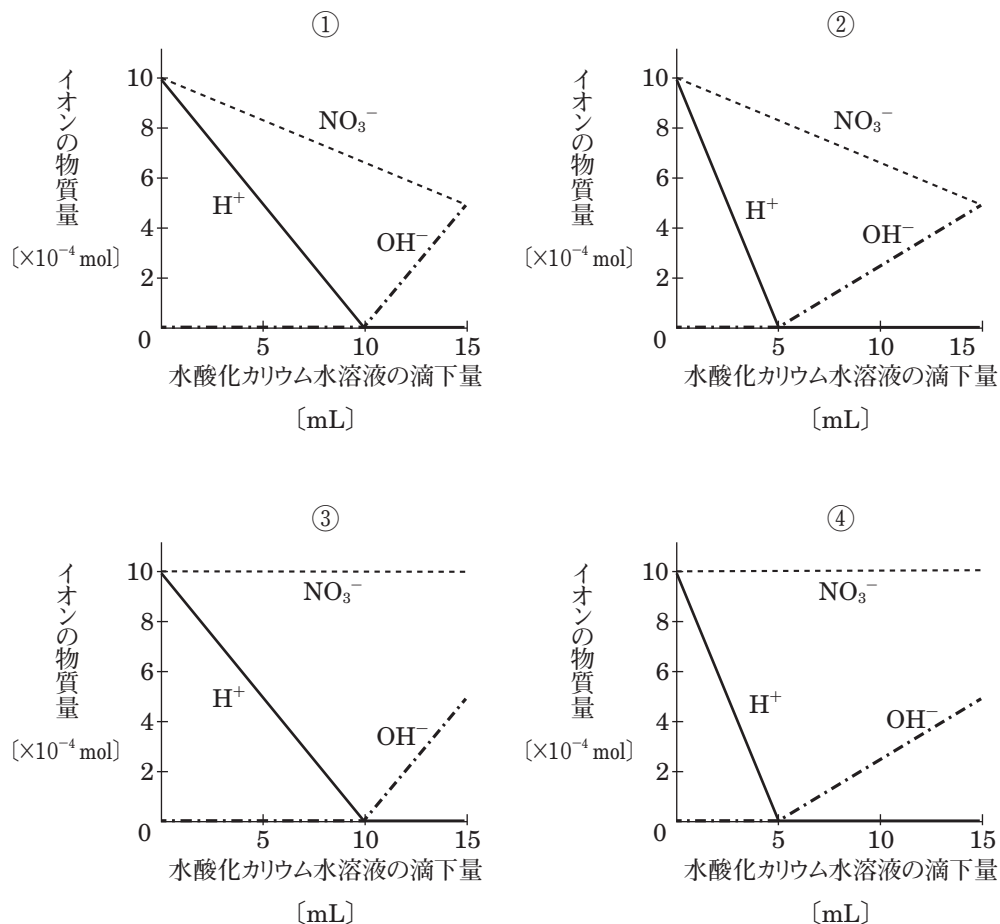
問1 中和滴定で使用する器具の扱い方に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 14

- ① メスフラスコは、加熱したり熱風で乾燥したりしてはいけない。
- ② ホールピペットは、洗浄後濡れたまま使う場合、使用する溶液で内部をすすいでから使用する。
- ③ ビュレットは、入れる溶液の分量をメモリの0に合わせなければならない。
- ④ コニカルビーカーは、洗浄後濡れたまま使う場合、純水ですすいでそのまま使用することができる。
- ⑤ ホールピペットは、先端に液体が残ったとき、口で吹いてはいけない。

問2 塩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。 15

- ① KNO_3 は正塩で、その水溶液は中性である。
- ② NaHCO_3 は酸性塩で、その水溶液は酸性である。
- ③ CaCl_2 は塩基性塩で、その水溶液は塩基性である。
- ④ NH_4Cl は正塩で、その水溶液は塩基性である。
- ⑤ Na_2SO_4 は酸性塩で、その水溶液は中性である。

問3 0.10 mol/L の硝酸 10 mL に 0.10 mol/L の水酸化カリウム水溶液を 15 mL まで加えていったとき、この混合溶液中に存在する各イオンの物質量の変化を示した図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 16



問4 胃液には塩酸が含まれており、 $\text{pH} = 1 \sim 3$ と強い酸性を示す。胃痛の原因の一つとして胃酸過多があり、胃薬はこれを緩和するために炭酸水素ナトリウムや水酸化マグネシウムなどを加えて作られている。

胃酸中の塩酸と炭酸水素ナトリウムの反応は、次の通りである。



いま、 $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の塩酸 25 mL に濃度未知の炭酸水素ナトリウム水溶液を加えていったところ気体が発生し、40 mL 加えたところでちょうど中和した。これに関する次の各問いに答えよ。ただし、発生した気体は水には溶けず、酸塩基反応には関係しないものとする。

(1) この炭酸水素ナトリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 17 mol/L

- ① 1.2×10^{-3} ② 1.6×10^{-3} ③ 3.2×10^{-3}
④ 6.3×10^{-3} ⑤ 8.0×10^{-3}

(2) 粉末状の胃薬Aが炭酸水素ナトリウムのみからつくられているとしたとき、胃液に相当する $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の塩酸 25 mL を中和させるのに必要な胃薬Aは何 mg か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 18 mg

- ① 16 ② 21 ③ 25 ④ 39 ⑤ 40

(3) 下線部で発生した気体は、標準状態で何 L か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 19 L

- ① 1.1×10^{-3} ② 5.6×10^{-3} ③ 1.1×10^{-1}
④ 5.6×10^{-1} ⑤ 1.1 ⑥ 5.6

第4問 次の各問いに答えよ。

問1 酸化還元反応に関する次の記述中の空欄 **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。 **20**

二酸化硫黄水溶液に硫化水素水を加えると、硫黄が生じ、水溶液は白濁してくる。このとき、硫化水素は **ア** いるので、**イ** されているという。また、ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液に二酸化硫黄水溶液を加えると、しだいに水溶液の色は **ウ** となる。

	ア	イ	ウ
①	酸素と化合して	酸化	褐色
②	酸素と化合して	酸化	無色
③	酸素と化合して	還元	褐色
④	水素を失って	還元	無色
⑤	水素を失って	酸化	褐色
⑥	水素を失って	酸化	無色

問2 金属の単体を別の金属イオンを含む水溶液に入れるとき、水溶液に含まれる金属イオンが金属として析出しないものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **21**

- ① 鉄を硫酸銅(Ⅱ)水溶液に入れる。
- ② ニッケルを硫酸亜鉛水溶液に入れる。
- ③ アルミニウムを塩化鉄(Ⅲ)水溶液に入れる。
- ④ 銅を硝酸銀水溶液に入れる。
- ⑤ 亜鉛を酢酸鉛(Ⅱ)水溶液に入れる。

問3 次の反応式の下線で示す物質が還元剤としてはたらいっているものを、①～⑤のうちから一つ選べ。 **22**

- ① $\text{CuO} + 2\text{H}\underline{\text{NO}_3} \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- ② $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}\underline{2}\text{O}_2 \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 7\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2$
- ③ $\underline{\text{O}_3} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{KI} \longrightarrow \text{O}_2 + \text{I}_2 + 2\text{KOH}$
- ④ $2\text{H}\underline{2}\text{O} + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$
- ⑤ $\underline{\text{NH}_3} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$

問4 アルミニウム粉末と酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 粉末の混合物に点火すると、次の反応が起こる。



これは、イオン化傾向の差を利用して、酸化された金属から単体の金属を取り出す方法で、テルミット反応と呼ばれる。この反応では手軽に単体の金属が作り出せるので、電車のレールなどの溶接に使われていた。これに関する次の各問いに答えよ。

- (1) 酸化鉄(Ⅲ)中の鉄の酸化数として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

23

- ① +1 ② +2 ③ +3 ④ -1 ⑤ -2 ⑥ -3

- (2) アルミニウムを濃硝酸に入れると、表面に緻密な酸化物の被膜(不動態)をつくるため、酸化が内部まで進行しない。アルミニウムと同様に、濃硝酸との反応で不動態となる金属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 Fe, Cu ② Ni, Pb ③ Pb, Cu ④ Cu, Ni ⑤ Ni, Fe

- (3) すき間が 25 mm の 2 本のレールを溶接する際には、鉄が少なくとも 1.5 kg 必要となる。テルミット反応を用いてこの溶接を行うとき、必要となるテルミット (Fe_2O_3 と Al 粉末の混合物)の質量は、少なくとも何 kg か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

25 kg

- ① 1.5 ② 2.1 ③ 2.5 ④ 2.9 ⑤ 4.2

(化学基礎の問題は終わり)