

化学基础 · 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 H : 1.0 C : 12 O : 16 Al : 27 K : 39

Fe : 56 Cu : 64 Br : 80

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (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 1種類の化学式で表すことができる物質として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ドライアイス ② 海水 ③ プラスチック
④ 軽油 ⑤ ボーキサイト

問2 次の下線で示す語は、元素と単体のいずれを表しているか。単体を表している語として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 骨にはカルシウムが多く含まれている。
② 植物の生育には窒素やリンが欠かせない。
③ 水素はすべての気体の中で最も軽い。
④ 地殻の質量の約50%は酸素である。
⑤ リンゴなどの果物にはカリウムが含まれている。

問3 同素体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。

- ① すべての元素には同素体が存在する。
② 人工的に作られたダイヤモンドは、黒鉛と同素体の関係にはない。
③ オゾンは酸素の同素体で、無色・無臭の気体である。
④ 赤リンは黄リンの同素体で、猛毒で自然発火するので水中に保存する。
⑤ 硫黄の同素体のうち常温で安定に存在しているのは、斜方硫黄である。

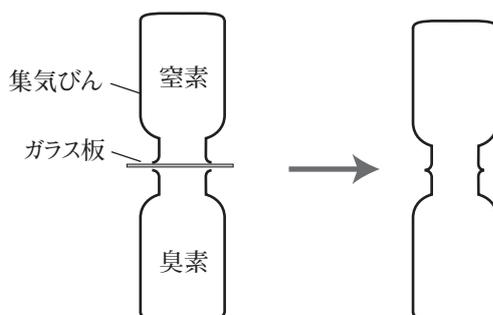
問4 ある化合物の水溶液に、次の a, b の実験を行った。この化合物として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- a 白金線の先に水溶液をつけ、バーナーの外炎にかざすと、橙赤色になった。
 b 水溶液に硝酸銀水溶液を加えると、白色沈殿が生成した。

- ① 塩化ナトリウム ② 硫酸銅(Ⅱ) ③ 塩化カルシウム
 ④ 水酸化カルシウム ⑤ 塩化カリウム

問5 次の記述中の空欄 ア ・ イ に当てはまる語句・温度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。 5

次図のような2つの集気びんに臭素と窒素を入れたのちガラス板を外し、長時間放置しておくと、ア。これは粒子の熱運動によるもので、温度をイにすると粒子の熱運動は停止する。



	ア	イ
①	臭素は下にのみ存在する	0 °C
②	臭素は下にのみ存在する	0 K
③	臭素は下にのみ存在する	-273 K
④	均一な混合気体になる	0 °C
⑤	均一な混合気体になる	0 K
⑥	均一な混合気体になる	-273 K

問6 水の三態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 水の沸騰が起こっている間の水の温度は一定である。
 ② 水の蒸発は 100 °C に近づくほど激しくなる。
 ③ 氷と水が共存しているときの水温は 0 °C である。
 ④ 水の三態変化は化学変化ではない。
 ⑤ 水蒸気の温度は加熱しても 100 °C 以上にはならない。

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 化学肥料は安価なため大量に使用され、河川や湖の富栄養化を防いでいる。
- ② 燃料電池は、水素と酸素を反応させて電気エネルギーを得ている。
- ③ ビタミンC(アスコルビン酸)は、茶飲料などの食品の酸化防止剤として使用されている。
- ④ 酸化カルシウムは生石灰ともいい、焼きのりなどの食品の乾燥剤として利用されている。
- ⑤ セッケン(界面活性剤)の構造は、水になじみやすい部分と、油になじみやすい部分からなっている。

第2問 次の各問いに答えよ。

問1 次の物質 1 mol が電離したとき、最もイオンの総数が多いものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし強電解質の電離度は 1 とする。 8

- ① 塩化ナトリウム ② 硫酸カリウム ③ 水酸化ナトリウム
④ 硝酸カルシウム ⑤ 塩化アルミニウム

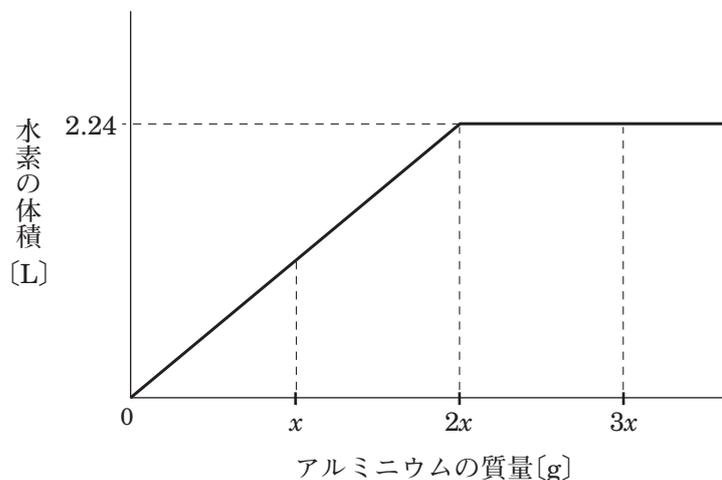
問2 次の物質を構造式で表したとき、1 分子中の価標の数が最も多いのはどれか。最も適当なものを、①～⑤のうちから一つ選べ。 9

- ① ヨウ素 ② 酸素 ③ シアン化水素
④ アンモニア ⑤ 過酸化水素

問3 結晶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。 10

- ① ケイ素の結晶は、ダイヤモンドと同じ正四面体形の構造をしている。
② 二酸化ケイ素の化学式は SiO_2 で、分子結晶である。
③ 黒鉛は、平面網目状構造が何層にも重なった構造をしている。
④ ダイヤモンドは非常に硬く、電気を通さない。
⑤ 二酸化ケイ素の結晶は、天然には石英やケイ砂などとして産出されている。

問4 次図は、2.0 mol/Lの塩酸A[mL]にアルミニウム粉末を加えていったときの、アルミニウムの質量と発生した水素の体積の関係を示している。これに関する下の各問いに答えよ。ただし、反応は完全に進行したものとし、気体の体積はすべて0℃、 1.013×10^5 Pa(標準状態)に換算した値である。



(1) 図中の x 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。 g

- ① 0.30 ② 0.45 ③ 0.60 ④ 0.90 ⑤ 1.8

(2) アルミニウムを x [g] 加えたときの、水溶液中の水素イオン濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、水溶液の体積は変化しないものとする。

mol/L

- ① 0.50 ② 1.0 ③ 1.3 ④ 1.5 ⑤ 1.9

(3) この塩酸の代わりに 2.0 mol/L の硫酸A[mL] を使用して同じ実験をすると、アルミニウム $3x$ [g] を加えたときに発生する水素は何 L か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 L

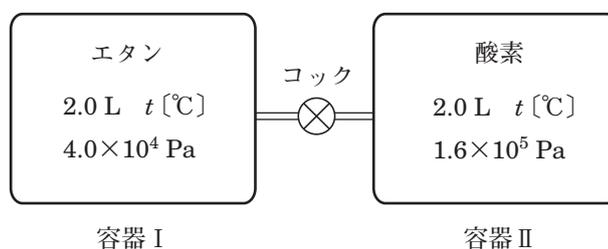
- ① 0.56 ② 1.1 ③ 2.2 ④ 3.4 ⑤ 4.5

第3問 次の各問いに答えよ。

問1 図のような内容積がともに 2.0 L の容器を、コック付きの連結管で接続した。次に、容器 I に 4.0×10^4 Pa のエタンを、容器 II に 1.6×10^5 Pa の酸素を充填し、 $t[^\circ\text{C}]$ に保った。コックを開いて混合気体にしたのち点火したところ、エタンは完全燃焼した。このときの反応式は、次の通りである。

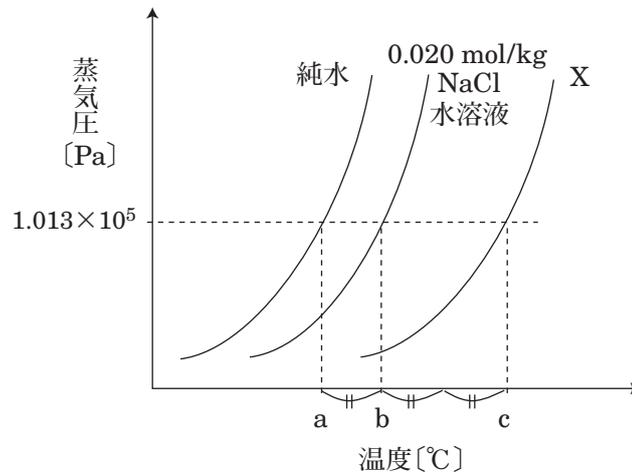


反応後、再び $t[^\circ\text{C}]$ に保ったときの容器内の圧力は何 Pa か。最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、コック付きの連結管の内容積と水滴の体積は無視でき、 $t[^\circ\text{C}]$ の水蒸気圧は 1.5×10^4 Pa とする。 Pa



- ① 4.5×10^4 ② 6.5×10^4 ③ 8.0×10^4
 ④ 1.2×10^5 ⑤ 2.2×10^5

問2 次図の3つの曲線は、純水と2種類の水溶液の蒸気圧曲線を示している。



b - c間の温度差はa - b間の温度差の2倍とすると、Xにあてはまる水溶液はどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、強電解質の電離度は1とする。

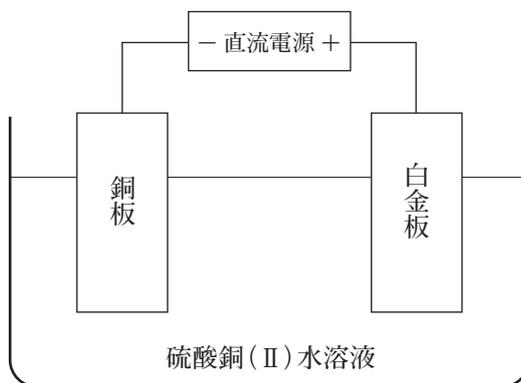
15

- ① 0.020 mol/kg 塩化アルミニウム水溶液
- ② 0.040 mol/kg 塩化カルシウム水溶液
- ③ 0.050 mol/kg 硝酸カリウム水溶液
- ④ 0.080 mol/kg 尿素水溶液
- ⑤ 0.10 mol/kg グルコース水溶液

問3 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を沸騰水に注ぐと、コロイド溶液が生成する。このコロイド溶液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。 16

- ① 凝析させるには、同じモル濃度であれば硝酸アルミニウム水溶液より硫酸ナトリウム水溶液の方が効果的である。
- ② 横から光束を当てると、光の通路が輝いて見える。
- ③ 半透膜で包んで水に浸すと、半透膜内にコロイド粒子を分離精製することができる。
- ④ コロイド溶液の色は赤褐色である。
- ⑤ コロイド粒子は正に帯電しているので、直流電圧を加えると正極へ移動する。

問4 次図のような装置を組み立て、1.0 mol/L 硫酸銅(Ⅱ)水溶液 500 mL の電気分解を行ったところ、 t 時間後に銅板の質量が 1.28 g 増加していた。

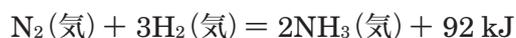


電気分解後に、硫酸銅(Ⅱ)水溶液の濃度は何 mol/L になっているか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、水溶液の体積は変化しなかったものとする。

mol/L

- ① 0.90 ② 0.93 ③ 0.96 ④ 1.0 ⑤ 1.4

問5 アンモニアは、工業的には窒素と水素を直接反応させるハーバー・ボッシュ法で合成されており、この反応の熱化学方程式は次の通りである。



これ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。

- ① 触媒を用いると、左向きより右向きの反応が速くなる。
 ② アンモニアの生成率を大きくするためには、温度は低いほど、圧力は高いほどよい。
 ③ 反応速度を大きくするためには、温度は高いほどよい。
 ④ 触媒には、四酸化三鉄 Fe_3O_4 を主成分とする物質が使用されている。
 ⑤ 生じたアンモニアを冷却して液化し取り出すと、平衡は右に移動しやすくなる。

問6 次の記述中の空欄 ・ 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。

実験室で一酸化窒素を発生・捕集するためには、銅に を加えて水上置換を利用する。 が十分にあるとすると、0℃、 1.013×10^5 Pa (標準状態) に換算して 560 mL の一酸化窒素を発生させるためには、銅は g 必要である。

	ア	イ
①	濃硝酸	1.1
②	濃硝酸	1.6
③	濃硝酸	2.4
④	希硝酸	1.1
⑤	希硝酸	1.6
⑥	希硝酸	2.4

問7 アルミニウムと酸化鉄(Ⅲ)の粉末を混ぜて点火すると、次式のような反応が激しく起こり、鉄が生じる。この反応をテルミット反応という。



この方法で 2.0 g の鉄を得るとき、酸化鉄(Ⅲ)は何 g 必要か。次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、アルミニウムは十分にあり、反応は理論通りに進むものとする。 g

- ① 1.5 ② 2.2 ③ 2.6 ④ 2.9 ⑤ 5.7

第4問 次の各問いに答えよ。

問1 1.0%の臭素水(密度 1.0 g/cm^3) 100 mL にアセチレンを十分に通じたところ、臭素水の色が消えて無色になり、 $\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_4$ が生成した。反応したアセチレンは 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (標準状態) に換算して何 mL か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

mL

- ① 35 ② 56 ③ 70 ④ 90 ⑤ 700

問2 分子量が 100 以下の有機化合物 A の組成を調べたところ、 $\text{C}:\text{H}:\text{O} = 2:4:1$ であった。また、この化合物 A を加水分解したところ、カルボン酸 B とアルコール C が同物質量ずつ得られ、アルコール C を酸化するとカルボン酸 B が生成した。化合物 A の示性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。

- ① HCOOCH_3 ② HCOOC_2H_5 ③ $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$
④ $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ ⑤ $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOCH}_3$

問3 オレイン酸 $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ (分子量 282) のみからなる油脂 100 g に、十分な量の水酸化カリウム水溶液を加えて加熱すると、オレイン酸のカリウム塩のセッケン、およびグリセリン(分子量 92) が得られた。このとき得られたセッケンの質量は何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、反応は完全に行われたものとする。 g

- ① 36 ② 72 ③ 93 ④ 109 ⑤ 320

問4 炭素、水素、酸素を構成元素とする、炭素原子の数が 8 の芳香族化合物 A～E について、次の実験を行った。これに関する下の各問いに答えよ。

化合物 A～E は、いずれも側鎖に炭素間二重結合をもたないことがわかった。また、これらの化合物のうち A, C, E は分子式 $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$ のエステルで、加水分解するとそれぞれ 2 種類の物質が得られた。

エステル A を加水分解すると、脂肪酸 G と芳香族化合物 F が得られた。F を酸化して生成する物質に、メタノールと少量の濃硫酸を作用させると、消炎鎮痛剤として利用される物質が得られる。

化合物 B は、ベンゼンの一置換体の第二級アルコールであり、一組の鏡像異性体(光学異性体)がある。

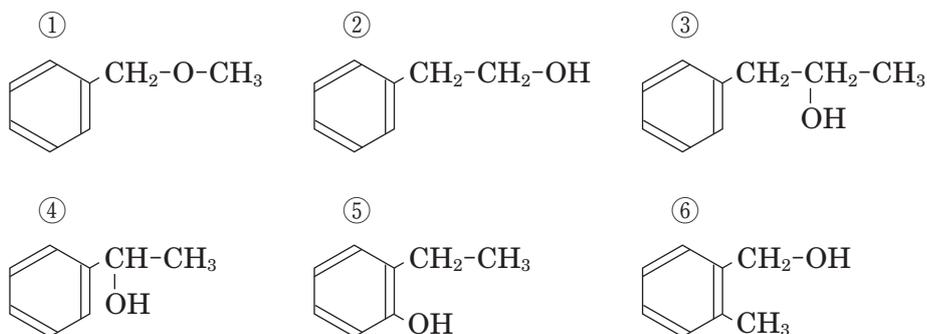
エステル C を加水分解すると、カルボン酸 H とアルコール I が得られ、I を酸化すると脂肪酸 G が生成する。

化合物 D はベンゼンの二置換体で、還元性をもたない。炭酸水素ナトリウム水溶液を加え

ると、二酸化炭素が発生した。また、Dを酸化して生成した化合物Lはジカルボン酸で、加熱すると分子内脱水反応により分子量が18小さい化合物Mになる。

エステルEを加水分解すると、脂肪酸Kとベンゼンの一置換体である化合物Jが得られた。Jと芳香族化合物Fに塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、紫～青色の呈色反応が観察された。

(1) 化合物Bの構造として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 24



(2) 化合物A～Mのうち、カルボキシ基を有する化合物は何種類か。最も適当な数値を、次の①～⑦のうちから一つ選べ。 25 種類

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7

(3) これらの化合物の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。 26

- ① 化合物FとJは、ともにフェノール類である。
- ② 脂肪酸Gは、還元性を示す。
- ③ 脂肪酸Kは、ヨードホルム反応を示す。
- ④ カルボン酸Hは、トルエンを酸化することによっても得られる。
- ⑤ 化合物Lの異性体として、ポリエチレンテレフタラートの原料になる物質がある。

(化学基礎・化学の問題は終わり)