

◇ 化 学

化 7-1～化 7-15 まで 15 ページあります。

必要があれば，原子量および定数は次の値を使うこと。

H=1.0, C=12, N=14, O=16, S=32, Ca=40, Fe=56, Zn=65.4, Br=80

気体定数= 8.31×10^3 Pa·L/(K·mol), ファラデー定数= 9.65×10^4 C/mol

第1問 次の問い(問1~4)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 次のa~cに当てはまるものを，それぞれの解答群の①~⑤のうちから一つずつ選べ。

a 常温で最も沸点が低い化合物

- ① H₂O ② H₂S ③ HCl ④ HF ⑤ CH₄

b 酸素原子のL殻に含まれる電子の数

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 6 ⑤ 8

c 純物質であるもの

- ① 海水 ② 炭酸水
③ 石油 ④ 青銅
⑤ 過酸化水素

問 2 物質の溶解に関する次の a～c の記述の正誤の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 4

- a グルコース(ブドウ糖)は多くのヒドロキシ基を持つため水によく溶ける。
- b ステアリン酸は親水性のカルボキシ基を持つが、長い炭化水素鎖が疎水性であるため水に溶けにくい。
- c 塩化ナトリウムの水への溶解に水和(溶媒和)が関係している。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問 3 硫酸鉄(Ⅱ)七水和物($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 80 g を水に溶かして 1 L の硫酸鉄(Ⅱ)水溶液を調製した。硫酸鉄(Ⅱ)水溶液の質量パーセント濃度として最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、硫酸鉄(Ⅱ)水溶液の密度は 1.04 g/cm^3 とする。 5 %

- ① 1.1
- ② 2.1
- ③ 3.3
- ④ 4.2
- ⑤ 5.5
- ⑥ 6.3
- ⑦ 7.5
- ⑧ 8.4

問4 温度と体積を自由に変えられる容器にアルゴンを 0.16 mol 封入し，容器内の温度と体積を，次の図1に記した A→B→C→D の順に変化させた。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。ただし，アルゴンは理想気体として取り扱うことができるものとする。

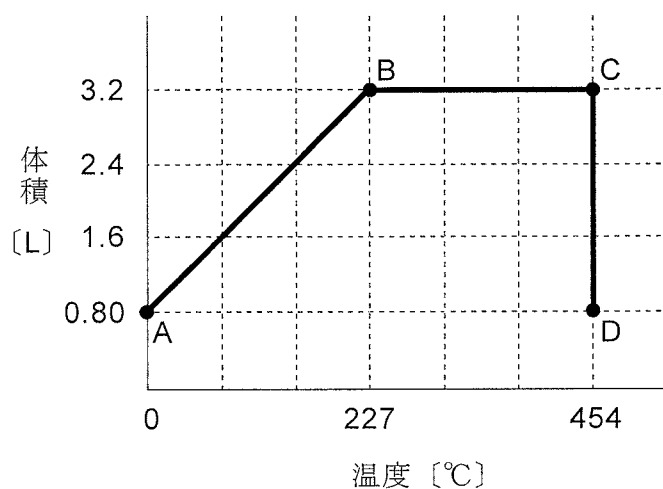


図1 温度と体積の関係図

a B点における容器内の圧力 [Pa] として最も適当な数値を，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 Pa

- ① 7.0×10^4 ② 1.4×10^5 ③ 2.1×10^5 ④ 2.8×10^5
 ⑤ 3.5×10^5 ⑥ 4.2×10^5 ⑦ 4.9×10^5 ⑧ 5.6×10^5

b この実験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 Aの圧力はBの圧力の約3倍である。
 ② Bの圧力はAの圧力の約3倍である。
 ③ Bの圧力とCの圧力は等しい。
 ④ Cの圧力はBの圧力の約1.5倍である。
 ⑤ Aの圧力とDの圧力は等しい。

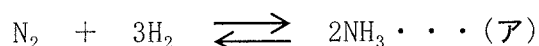
化学の問題は次のページに続く

第2問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 炭素(黒鉛)、水素、メタンの燃焼熱をそれぞれ Q_1 [kJ/mol]、 Q_2 [kJ/mol]、 Q_3 [kJ/mol] としたとき、メタンの生成熱を表す式として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 kJ/mol

- ① $Q_1 + 2Q_2 - Q_3$ ② $Q_1 - 2Q_2 - Q_3$ ③ $Q_1 + 4Q_2 - Q_3$
 ④ $Q_1 - 4Q_2 - Q_3$ ⑤ $Q_1 + Q_2 - Q_3$ ⑥ $Q_1 - Q_2 - Q_3$

問2 アンモニアは窒素と水素から次の反応によって合成される。



鉄の触媒作用により、窒素 1 mol と水素 3 mol の混合気体の圧力を一定に保って反応させると、時間とともにアンモニアの生成量が増加し、平衡状態に達する。このアンモニアの生成量の時間変化を図2の実線で示した。これに関する記述として適当なものを、下の①~⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 ,

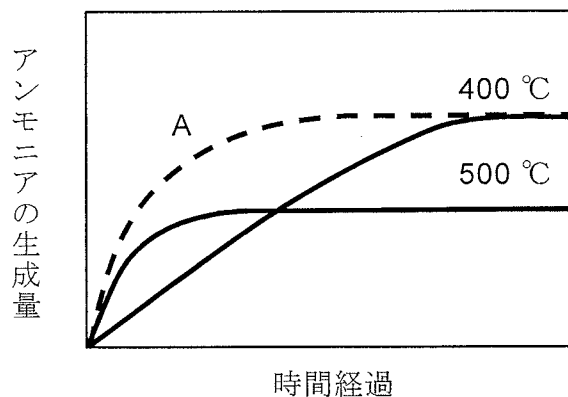


図2 時間経過とアンモニアの生成量

- ① アンモニアの生成反応は吸熱反応である。
 ② 反応式(ア)の 500 °C における平衡定数は、400 °C の値より小さい。
 ③ 400 °C では、時間とともにアンモニアの生成速度が上昇する。
 ④ 500 °C では、時間とともにアンモニアの生成速度が上昇する。
 ⑤ 触媒の種類を変更して反応速度を上昇させた場合、400 °C におけるアンモニアの生成量は図2の破線 A で示される。

問3 尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 3.0 g を水 500 g に溶かした水溶液の凝固点は、 $-0.18\text{ }^\circ\text{C}$ であった。非電解質 A 2.7 g を水 100 g に溶かした水溶液の凝固点は、 $-0.27\text{ }^\circ\text{C}$ であった。非電解質 A の分子量として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 11

- ① 60 ② 120 ③ 180 ④ 240 ⑤ 300 ⑥ 360

問4 酸・塩基に関する次の a～c の記述の正誤の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 12

- a ブレンステッド・ローリーの定義による酸・塩基の定義では、 H_2O も塩基になりうる。
 b 酢酸の電離度は、一定温度では濃度に関係なく一定の値となる。
 c 一般に、1価の酸より2価の酸の方が強酸である。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問5 炭酸カルシウム CaCO_3 0.50 g に 1.0 mol/L の塩酸 15 mL を加えて溶かした。これに水を加えることで 100 mL にうすめ、その 10 mL を別のビーカーに取り、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。次の問い(a・b)に答えよ。

a はじめに炭酸カルシウムに塩酸を加えて溶解したとき、発生する気体は何か。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 13

- ① 水素 ② 酸素 ③ 塩素 ④ 塩化水素
⑤ 一酸化炭素 ⑥ 二酸化炭素

b 滴定に要した 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液は何 mL か。最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 14 mL

- ① 3.0 ② 4.0 ③ 5.0 ④ 6.0 ⑤ 7.0 ⑥ 8.0
⑦ 9.0 ⑧ 10

問6 硫酸亜鉛の水溶液に鉄板と亜鉛板を電極にして直流電流を通じると、鉄板を亜鉛メッキすることができる。2.0 A(アンペア)の電流を 15 分間通じるとき、鉄板上に析出する亜鉛の質量 [g] として最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、鉄板上では気体の発生は見られなかったものとする。 15 g

- ① 0.15 ② 0.30 ③ 0.46 ④ 0.61 ⑤ 0.74
⑥ 0.89 ⑦ 1.1 ⑧ 1.2

化学の問題は次のページに続く

第3問 次の問い(問1~4)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 硝酸に関する記述として誤りを含むものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

- ① 硝酸は、揮発性のある無色の液体である。
- ② 単体の銅が濃硝酸に溶けると一酸化窒素が発生する。
- ③ 単体の鉄やアルミニウムは不動態となり、濃硝酸に溶けない。
- ④ 硝酸は、光や熱で分解しやすい。

問2 白金線を濃塩酸に浸した後、ガスバーナーの外炎にいれた。次に、白金線の先を金属塩の水溶液に浸してガスバーナーの外炎にいれたところ橙赤色の炎色反応が観察された。 次の問い(a・b)に答えよ。

a 下線部アの操作を行った理由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 白金線の表面を酸化し、白金線自体が炎色反応を示すのを防ぐため。
- ② 白金線の表面を還元し、白金線自体が炎色反応を示すのを防ぐため。
- ③ 白金線の表面に被膜をつくることで、炎の中で白金線が融解するのを防ぐため。
- ④ 白金線に付着した炎色反応を示す物質を取り除くため。
- ⑤ 白金線への金属イオンの吸着率を増加させ、炎色反応を確認しやすくするため。

b 下線部イの結果から、溶けているイオンとして正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

- ① Li^+ ② Na^+ ③ K^+ ④ Ca^{2+} ⑤ Ba^{2+} ⑥ Cu^{2+}

問3 鉄に関する次の文章を読み、下の問い(a~c)に答えよ。

鉄は地殻中には酸化物や硫化物として、金属元素では **ア** の次に多く存在する。鉄には酸化数が+2と+3の化合物が存在するが、空気中では **イ** の化合物の方が安定である。単体は、赤鉄鉱 Fe_2O_3 や磁鉄鉱 Fe_3O_4 に **ウ**，石灰石を混ぜて溶鉱炉に入れ、溶鉱炉内で主に **ウ** の燃焼で生じた **エ** で還元して作る。このようにして得られた鉄は銑鉄と呼ばれ、炭素、ケイ素、硫黄、リンなどの不純物を約4%含んでいるため硬くて **オ**。

- a 文章中の空欄ア・イに当てはまるものの組合せとして正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 **19**

	ア	イ
①	マグネシウム	+2
②	マグネシウム	+3
③	アルミニウム	+2
④	アルミニウム	+3
⑤	ケイ素	+2
⑥	ケイ素	+3

- b 文章中の空欄ウ~オに当てはまるものの組合せとして正しいものを、次の①~⑧のうちから一つ選べ。 **20**

	ウ	エ	オ
①	硫黄	硫化水素	強い
②	硫黄	硫化水素	もろい
③	硫黄	二酸化硫黄	強い
④	硫黄	二酸化硫黄	もろい
⑤	コークス	一酸化炭素	強い
⑥	コークス	一酸化炭素	もろい
⑦	コークス	二酸化炭素	強い
⑧	コークス	二酸化炭素	もろい

c 100 トンの赤鉄鉱 Fe_2O_3 を溶鉱炉で還元して作られる銑鉄は何トンか。最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、赤鉄鉱には不純物が含まれないものとし、銑鉄には質量比で 96% の鉄が含まれるものとする。 トン

- ① 18 ② 25 ③ 36 ④ 42 ⑤ 56 ⑥ 67
⑦ 73 ⑧ 85

問 4 Zn^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Ag^+ を含む溶液がある。三種類のイオンを分離でき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。

- ① 塩酸を加え沈殿をろ別し、ろ液に硫化水素を吹き込む。
② 塩酸を加え沈殿をろ別し、ろ液に過剰のアンモニア水を加える。
③ 過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加え、沈殿をろ別し、ろ液に硫化水素を吹き込む。
④ 過剰のアンモニア水を加え、沈殿をろ別し、ろ液に炭酸アンモニウムを加える。
⑤ 過剰のアンモニア水を加え、沈殿をろ別し、ろ液に硫化水素を吹き込む。

化学の問題は次のページに続く

第4問 次の問い(問1~4)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 C_nH_{2n} の一般式で示される化合物 A および B がある。化合物 A, B のそれぞれ 1 g は約 3.8 g および 5.7 g の臭素と反応することができる。この化合物 A, B に関する実験(I~III)の文章を読んで、下の問い(a~c)に答えよ。

実験 I

化合物 A および B に酸性触媒下で水を付加させた時、化合物 A からは主な生成物として化合物 C が、化合物 B からは化合物 D が生じた。

実験 II

化合物 C および D を、銅を触媒に酸化すると、化合物 C からは化合物 E が、化合物 D からは化合物 F が生じた。

実験 III

化合物 F をさらに酸化すると酸が生じたが、化合物 E は容易に酸化することができなかった。

a 化合物 A および B と臭素との反応を何というか。最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① 付加反応 ② 置換反応 ③ 縮合反応 ④ 重合反応
⑤ 異性化反応

b 化合物 A および B の分子式として適当なものを、次の①~⑤のうちから一つずつ選べ。化合物 A - , 化合物 B -

- ① CH_2 ② C_2H_4 ③ C_3H_6 ④ C_4H_8 ⑤ C_5H_{10}

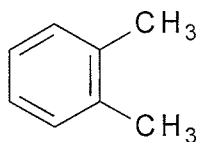
c 化合物 E の性質に関する記述(ア～ウ)の正誤の組合せとして正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 26

- ア 化合物 E は、銀鏡反応を示す。
 イ 化合物 E は、ヨードホルム反応を示す。
 ウ 化合物 E は、ナトリウムの単体と反応して水素を発生する。

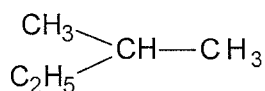
	ア	イ	ウ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問2 光学異性体が存在するものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 27

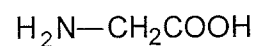
①



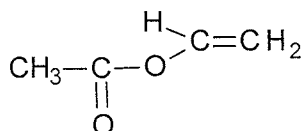
②



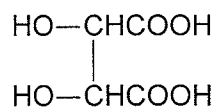
③



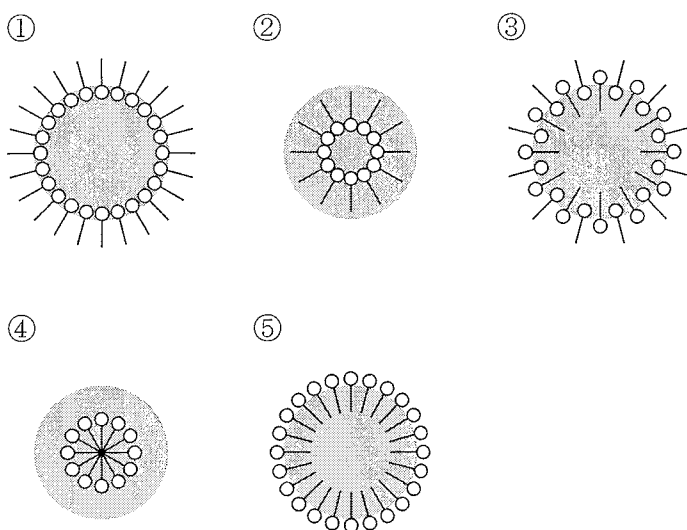
④



⑤



問3 少量の油をセッケン水に入れてよく混ぜると、油が微細な油滴となって分散する。このときのセッケン分子と油滴が形成する構造のモデル図（断面の図）として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、油滴は●，またセッケン分子は—○のように表わし，このうち—が疎水性部分，○が親水性部分である。 28



問4 下の問い(a・b)に当てはまるものを，それぞれの解答群の①～⑤のうちから一つずつ選べ。

a 炭酸水素ナトリウム水溶液に溶けるもの 29

- ① トルエン ② フェノール ③ サリチル酸
④ ニトロベンゼン ⑤ クレゾール

b 水酸化ナトリウム水溶液に溶け，さらに二酸化炭素を吹き込むと遊離してくるもの 30

- ① フェノール ② フタル酸 ③ 安息香酸
④ サリチル酸 ⑤ ニトロベンゼン