

化学 B

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～3)に答えよ。[解答番号 ～] (配点 21)

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

a イオン化傾向が最小である金属

Al Ca Cu Fe Mg

b 電子数と中性子数が異なる原子

^2H ^4He ^{16}O ^{23}Na ^{40}Ca

c 分子間に水素結合を形成しない物質

HCl HF H₂O NH₃ CH₃OH

d 極性分子からなる組

CH₄ と H₂S O₂ と HI N₂ と Cl₂
HF と NH₃ CO₂ と CCl₄

問2 理想気体に関する次の ~ の記述のうち、誤りを含むものを二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

理想気体では、気体分子間の相互作用を無視している。

理想気体では、気体分子自体の体積を無視している。

理想気体では、気体分子自体の質量を無視している。

理想気体は、冷却しても凝縮しない。

H_2 と NH_3 では、 H_2 の方が理想気体に近い。

He は単原子分子なので、理想気体である。

問3 図1の面心立方格子に関して、以下の a ~ c の問いに答えよ。

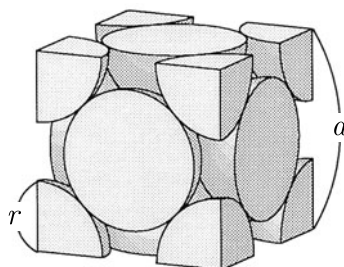


図 1

a この立方格子内に含まれる原子の個数はいくつか。次の ~ のうちから適当な個数一つ選べ。

2 4 8 13 14

b 1個の原子は、近接する何個の原子と接しているか。次の ~ のうちから適当な個数一つ選べ。

4 6 8 12 14

c 原子の半径 r と立方格子の一辺の長さ a の比 $\frac{r}{a}$ の値として適当なものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

$\frac{\sqrt{2}}{4}$ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ $\frac{\sqrt{3}}{4}$ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ 1

第2問 次の各問い(問1～4)に答えよ。[解答番号 ～](配点 22)

問1 容積 4 l の容器 A と容積 6 l の容器 B を、図1のようにコック付きの連結器で接続する。はじめコックは閉じられており、容器 A には 0 °C で 2 atm のメタン (CH_4) が、容器 B には 0 °C で 3 atm の酸素が封入されていた。なお、連結部分の体積は、全容積に比べて無視できるくらい小さいものとする。以下の問い a, b に答えよ。

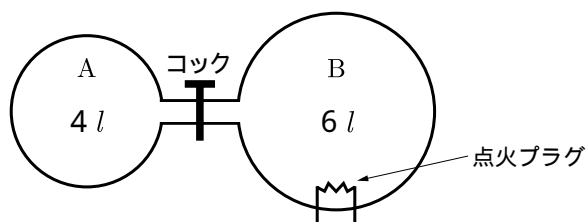


図 1

a 容器全体を 0 °C に保ったままコックを開き、容器内の気体が均一となるまで放置した。このときの容器の全圧として最も適当な値を、次の ~ のうちから一つ選べ。 atm

- 2.0 2.5 2.6 3.0 5.0

b コックを開いて十分時間が経った後、容器内の気体に点火し、メタンを完全燃焼させた。その後容器全体を 0 °C まで冷却したとき、容器内の全圧と酸素の分圧として最も適当な値を、次の ~ のうちからそれぞれ一つずつ選べ。なお、0 °C において、水および氷の蒸気圧は無視できるくらい小さいものとする。

全圧 atm
 酸素の分圧 atm

- 0.2 0.8 1.0 2.4 2.6

問2 50%の硫酸 90 g と 90%の硫酸 30 g を混合し、均一な溶液にした。次の問い a, b に答えよ。

a 混合後の硫酸の濃度(質量百分率)として最も適当な値を、次の ~ のうちから一つ選べ。 %

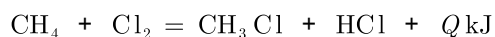
60 65 70 75 80

b 混合後の硫酸の密度は 1.5 g/cm^3 であった。この硫酸のモル濃度として最も適当な値を、次の ~ のうちから一つ選べ。なお、原子量は、 $\text{H} = 1$, $\text{O} = 16$, $\text{S} = 32$ とする。 mol/l

6.1 9.2 10 12 15

問3 C-H, C-Cl, H-Cl, Cl-Cl の結合エネルギーは、それぞれ 416 kJ/mol , 325 kJ/mol , 432 kJ/mol , 243 kJ/mol である。

熱化学方程式



の反応熱 $Q \text{ kJ/mol}$ の値として最も適当な値を、次の ~ のうちから一つ選べ。

kJ/mol

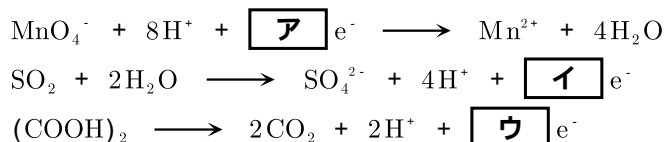
- 341	- 98	- 66
341	98	66

化学 B

問4 二酸化硫黄とアルゴンの混合気体がある。この混合気体中の二酸化硫黄の物質量を調べるため、以下の実験を行った。

まず、 0.1 mol/l の過マンガン酸カリウム水溶液を 100 ml とり、それに 5 mol/l の硫酸を 10 ml 加え、ここに混合気体 1 l を通し、混合気体中の二酸化硫黄をすべて反応させた。次に、この反応で残った過マンガン酸カリウムを滴定するために、 0.1 mol/l のシュウ酸水溶液を滴下したところ、終点までに 50 ml を要した。次の問い a, b に答えよ。

a 過マンガン酸イオン、二酸化硫黄、シュウ酸は、上の実験において次のように反応する。



反応式中の空欄 $\boxed{\text{ア}}$ ~ $\boxed{\text{ウ}}$ に当てはまる数を(ア, イ, ウ)の順に並べたものとして適当なものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 $\boxed{7}$

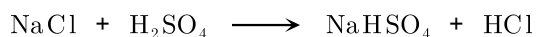
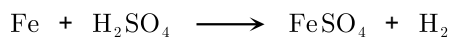
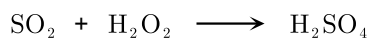
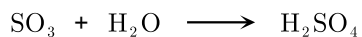
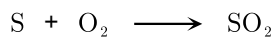
- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (5, 2, 2) | (5, 4, 2) | (5, 2, 3) |
| (7, 2, 2) | (7, 4, 2) | (7, 2, 3) |

b 混合気体 1 l 中に含まれていた二酸化硫黄の物質質量として最も適当な値を、次の ~ のうちから一つ選べ。 $\boxed{8}$ mol

- | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| 5.0×10^{-3} | 1.0×10^{-2} | 1.8×10^{-2} |
| 2.0×10^{-2} | 3.0×10^{-2} | |

第3問 次の各問い(問1～3)に答えよ。[解答番号 ～] (配点 20)

問1 次の～の反応式のうち、硫黄の酸化数が増加しているものを二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。



問2 次のa～cは、錯イオンを生成する操作と、生成する錯イオンの形状・色についてまとめたものである。これらの組合せの正誤について当てはまるものを、以下の～のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

a 硫酸亜鉛(ZnSO_4)水溶液に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加える。

→ 形状：正四面体，色：無色

b 硫酸銅(CuSO_4)水溶液に過剰のアンモニア水を加える。

→ 形状：正四面体，色：深青色

c 硝酸銀(AgNO_3)水溶液に過剰のアンモニア水を加える。

→ 形状：直線，色：褐色

形状・色ともに正しい。

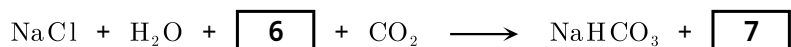
形状は正しいが色は誤り。

形状・色ともに誤り。

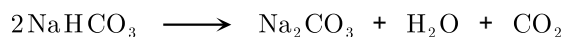
色は正しいが形状は誤り。

問3 次の a ~ d は、アンモニアソーダ法による炭酸ナトリウムの製法について述べたものである。文中あるいは化学反応式中の空欄 **6** ~ **10** に当てはまる化学式を、以下の ~ のうちからそれぞれ一つずつ選べ。なお、同じ番号の空欄には同じ化学式が入る。

a まず飽和食塩水に **6** を十分吸収させてから CO₂ を吹き込むと、NaHCO₃ が沈殿する。



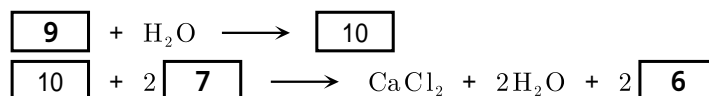
b a で生じた沈殿を分離して、約 200 °C で焼くと、目的物質の Na₂CO₃ が得られる。



c a の反応に必要な CO₂ は、b で回収されたものの他、石灰石を焼いて作る。



d a の水溶液中には **7** が生成している。これはそのまま肥料として用いることもできるが、c で生成した **9** を用いて **6** を回収することもできる。



NO₂

NH₃

HNO₃

NH₄Cl

CaCO₃

MgCO₃

CaO

MgO

Ca(OH)₂

第4問 次の各問い(問1～3)に答えよ。[解答番号 ～] (配点 21)

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

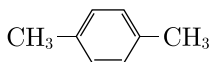
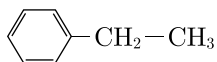
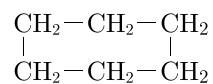
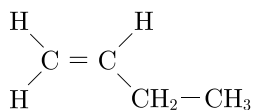
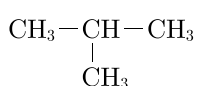
a 酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムの粉末を混合し乾留(空気を断って加熱)することで得られる有機化合物。

メタン	エタン	ホルムアルデヒド
アセトアルデヒド	酢酸	

b エタノールに濃硫酸を加え、約 130 に加熱したとき、主として生成する有機化合物。

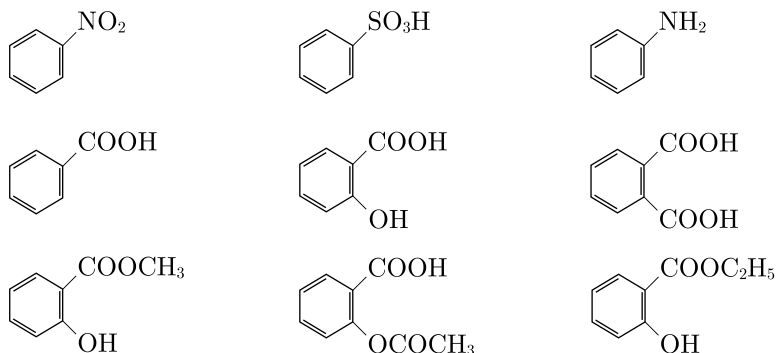
エタン	エチレン	アセチレン
ジメチルエーテル	ジエチルエーテル	

c すべての炭素原子が常に同一平面上に載っているもの。

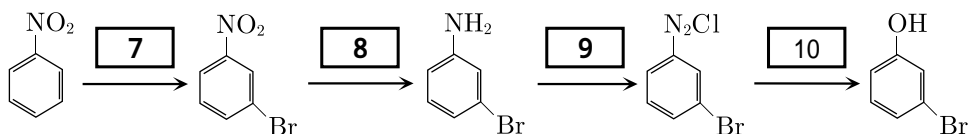


問2 次の a ~ c の操作で主として生成する有機化合物を、以下の ~ のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- a ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸を加えて加熱する。
- b トルエンを過マンガン酸カリウムで酸化する。
- c サリチル酸とエタノールを濃硫酸の作用で反応させる。



問3 ニトロベンゼン $\left(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 \right)$ から *m*-プロモフェノール $\left(\text{C}_6\text{H}_4\text{BrOH} \right)$ を、次のようにして合成した。



~ に当てはまる操作として最も適当なものを、次の ~ のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

鉄粉と臭素を加える。

臭素を加えて紫外線を照射する。

アンモニア水を加えて加熱する。

希硫酸を加えて加熱する。

希塩酸に溶かして氷冷しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加える。

スズと塩酸を加えて加熱する。十分反応させた後、水酸化ナトリウム水溶液を加える。

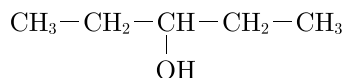
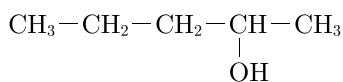
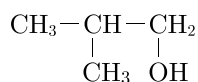
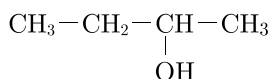
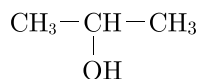
第5問 次の各問い(問1～3)に答えよ。[解答番号 ～] (配点 16)

問1 分子式が $C_4H_{10}O$ である有機化合物の構造異性体のうち、アルコールは 種、エーテルは 種ある。 , に当てはまる数を、次の～のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

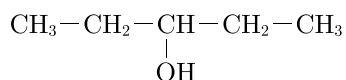
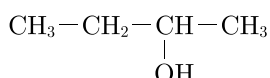
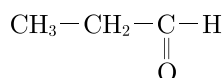
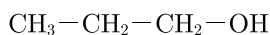
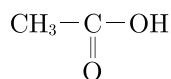
1 2 3 4 5

問2 次の a, b に当てはまるものを、それぞれの解答群～のうちから一つずつ選べ。

a 酸化により銀鏡反応に陽性な有機化合物を生成するもの。



b ヨードホルム反応に陽性なもの。

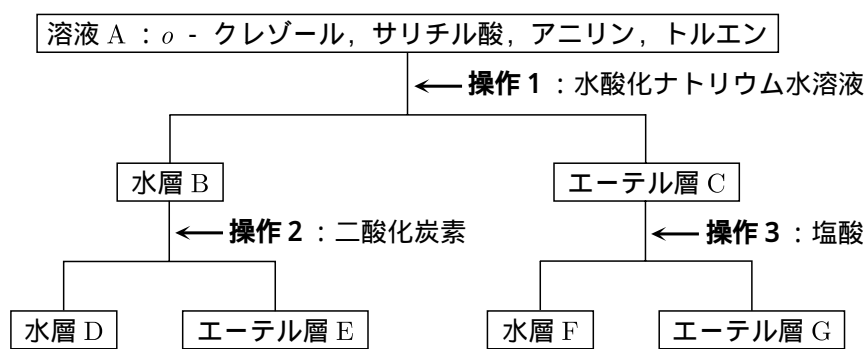


問3 *o*-クレゾール、サリチル酸、アニリン、トルエンを含むエーテル溶液 A に次のような操作を行った。

操作 1 : エーテル溶液 A に水酸化ナトリウム水溶液を加え、分液ろうとを用いてよく振り混ぜた後、水層 B とエーテル層 C に分離した。

操作 2 : 水層 B に二酸化炭素を十分に吹き込んだ後、エーテルを加え、分液ろうとを用いてよく振り混ぜた後、水層 D とエーテル層 E に分離した。

操作 3 : エーテル層 C に希塩酸を加え、分液ろうとを用いてよく振り混ぜた後、水層 F とエーテル層 G に分離した。



このとき、水層 D、エーテル層 E、水層 F、エーテル層 G に含まれる(エーテル以外の)有機化合物の化学式として最も適当なものを、次の ~ のうちからそれぞれ一つずつ選べ。なお、イオン化して溶けているものについてはイオン式を選べ。

水層 D : , エーテル層 E :
 水層 F : , エーテル層 G :

