

2020年度 茨城キリスト教大学入学試験問題

化学基礎 (B 日程)

(解答は解答用紙に記入すること)

I 右の図はある気体の異なる温度 t_1 、 t_2 、 t_3 における気体分子の分布を示している。次の各問に答えよ。

問1. t_1 、 t_2 、 t_3 のうち、最も高い温度はどれか。

問2. 気体分子の運動と温度の関係について図1を説明せよ。

問3. この気体の一定質量を温度 t_2 のとき、ある大きさの容器に入れ密封状態で気圧を測定したところ1気圧であった。この容器内の気体の温度を変化させ t_3 にしたときの気圧は1気圧より大きいか小さいか答えよ。

問4. この気体が水素であるとし、1気圧のもとで温度を30Kにした場合のグラフのイメージを解答欄の図に描き加えよ (フリーハンドでよい)。ただし、 t_1 、 t_2 、 t_3 はいずれも30Kより高く、また、水素の融点は1気圧下で14K、沸点は20Kとする。

問5. 30Kは摂氏何度になるか。単位も含めて答えよ。

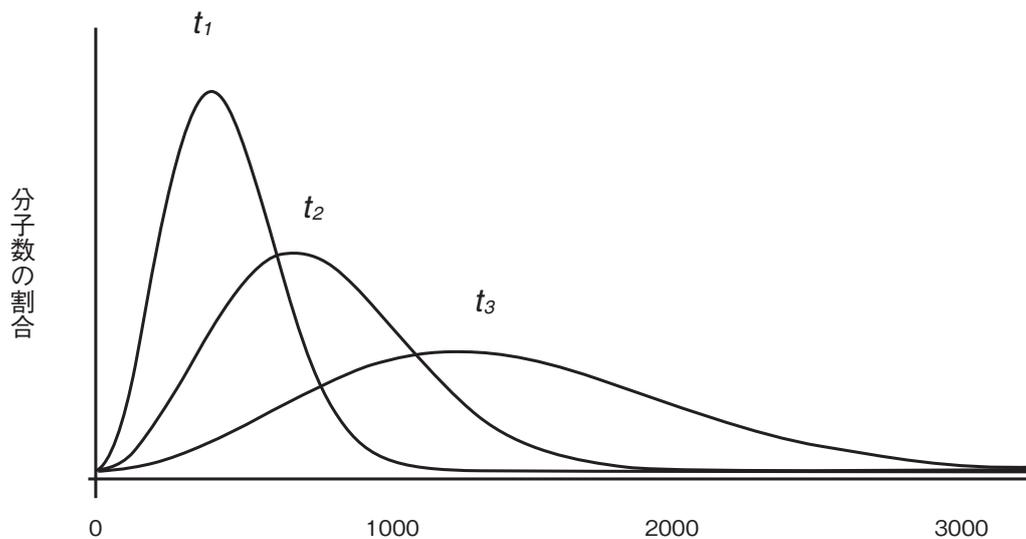


図1 気体分子の速さの分布

Ⅱ 次の記述を読み () に当てはまる数、元素記号、イオン式および化学式を書きなさい。

鉄は原子番号26の元素で元素記号は (1) である。電子はK殻に2個、L殻に8個、M殻に (2) 個、N殻に2個存在する。

鉄イオンには、最外殻電子を放出した鉄(Ⅱ)イオン (3) がある。さらにM殻の電子1個を放出した鉄(Ⅲ)イオン (4) も存在する。

酸素は原子番号8の元素で元素記号は (5) である。電子はK殻に (6) 個、L殻に (7) 個存在する。酸素が電子を (8) 個受け取ると陰イオン (9) になるが、この時L殻に (10) 個の電子が入ることになる。

酸化鉄には、複数の種類がある。鉄(Ⅱ)と酸素からなる (11)、鉄(Ⅲ)と酸素からなる (12) などがある。

また、四酸化三鉄 (Fe_3O_4) には、2種類の鉄イオン、鉄(Ⅱ)イオンと鉄(Ⅲ)イオンがある。酸素イオン4個あたり、3個の鉄イオンがあり、そのうち鉄(Ⅱ)イオンは (13) 個である。

Ⅲ 以下の設問に答えなさい。ただし、原子量はH=1.0、C=12、O=16、Na=23、Cl=35.5として計算し、有効数字2桁で答えなさい。また、計算式と考え方も示しなさい。

問1. 質量パーセント濃度が30%の塩化ナトリウム水溶液を210g作るためには何gの塩化ナトリウムが必要か答えなさい。

問2. モル濃度が0.30mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を500mLつくるために必要な水酸化ナトリウムの物質質量と質量を求めなさい。

問3. グルコース $C_6H_{12}O_6$ 27gを水に溶かして300mLの水溶液を作った。この溶液のモル濃度は何mol/Lか答えなさい。

Ⅳ 大理石の主成分は炭酸カルシウム $CaCO_3$ である。大理石15gに2.0mol/Lの塩酸を少しずつ加えていくと気体が発生し、100mL加えたところで気体が発生しなくなった。このことについて次の設問に答えなさい。ただし、原子量はH=1.0、C=12、O=16、Ca=40として計算し、有効数字2桁で答えなさい。

問1. この時起こった化学変化を化学反応式で示しなさい。

問2. 発生した気体の体積は標準状態（0℃ 1.013 × 10⁵ Pa）で何Lか。

問3. この大理石には炭酸カルシウムが何g含まれているか。

V 次の記述①～⑤のうちから、下線をつけた物質が酸化剤として働くものを2つ選べ。

- ① 硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液に過酸化水素水を加える。
- ② ナトリウムと塩素を反応させる。
- ③ 酸化カルシウムを水と反応させる。
- ④ 鉄を空気中で燃焼させる。
- ⑤ 酸化銅(Ⅱ)を炭素と高温で反応させる。

VI 過マンガン酸カリウム水溶液と過酸化水素水は次のように反応する。これに関する問いに答えよ。また、計算式と考え方も示しなさい。



問1. 反応前後で、マンガンの酸化数はいくつ変化したか。

問2. 発生した酸素の体積は0℃、1 atmで22.4Lであった。反応した過マンガン酸カリウムは何molか。
有効数字2桁で答えなさい。

VII 電池に関する次の文章中のア～ウに当てはまる語を下記①～⑥より選べ。

ある電解質の水溶液Aに、2種類の金属Bと金属Cを浸し、この金属A・Bを導線でつなぎ電池を作成した。このとき一般にイオン化傾向の大きな金属は（ア）され、（イ）となって溶け出すので、電池の（ウ）極となる。

- ①酸化 ②負 ③陽イオン ④正 ⑤陰イオン ⑥還元

化学基礎解答用紙 (No.1) (B日程)

I
問1

t₃

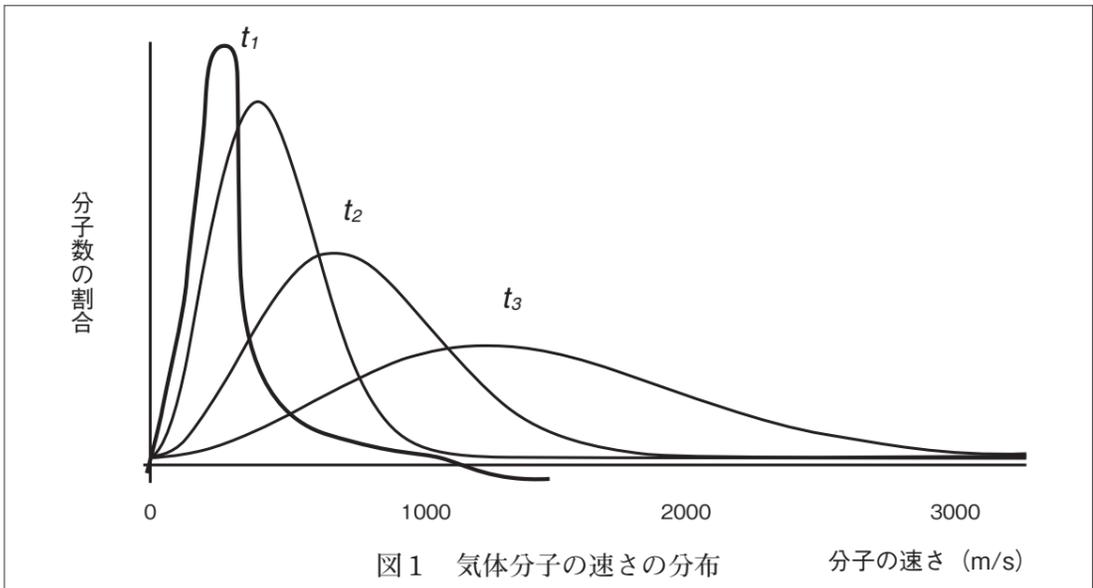
問2

温度とは分子運動の平均値の大きさ。
分子の温度が高いほど分子の運動速度の平均値が大きい。

問3

大きい

問4



問5

-243°C (-243.15°C)

小計

II

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Fe	14	Fe ²⁺	Fe ³⁺	0
(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
2	6	2	O ²⁻	8
(11)	(12)	(13)		
FeO	Fe ₂ O ₃	1		

小計

III
問1

(計算式と考え方)

必要な塩化ナトリウムの質量をx(g)とすると、
$$30 = \frac{x}{210} \times 100$$

$$x = 63$$

(答)	63	g
-----	----	---

問2

(計算式と考え方)

モル濃度0.30mol/Lの溶液500mLに必要なNaOHの物質量をx(mol)とすると
$$0.30\text{mol/L} = \frac{x}{0.500}\text{mol/L}$$

$$x = 0.30 \times 0.500 = 0.15$$

NaOHの式量は40であるから、必要なNaOHの質量をy(g)とすると、
$$0.15\text{mol} = \frac{y}{40}\text{mol}$$

$$y = 0.15 \times 40 = 6.0$$

(答)	物質量	0.15 mol
	質量	6.0 g

問3

(計算式と考え方)

C₆H₁₂O₆の式量は180であるから、C₆H₁₂O₆ 27gの物質量は $\frac{27}{180} = 0.15\text{mol}$
$$\frac{0.15\text{mol}}{0.3\text{L}} = 0.50\text{mol/L}$$

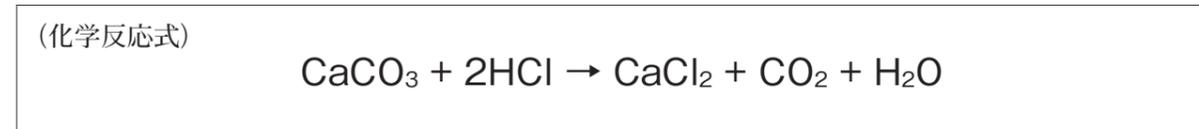
(答)	0.50	mol/L
-----	------	-------

小計

受験番号	1/2
------	-----

化学基礎解答用紙 (No.2) (B日程)

Ⅳ
問1



問2

(計算式と考え方)

問1の化学反応式より、発生したCO₂の物質量は

$$2.0\text{mol/L} \times 0.1\text{L} \times \frac{1}{2} = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

$$22.4\text{L/mol} \times 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol} = 2.24\text{L} \approx 2.2\text{L}$$

(答) 2.2 L

問3

(計算式と考え方)

CaCO₃とCO₂の物質量の比は1:1であるから、
CaCO₃のモル質量 100g/mol より、 $1.0 \times 10^{-1} \text{ mol}$ の質量は

$$100\text{g/mol} \times 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol} = 10\text{g}$$

(答) 10 g

小計

V

①	⑤	小計

Ⅵ
問1

(計算式と考え方)

KMnO₄の中のMnの酸化数は+7 MnSO₄の中のMnの酸化数は+2である。
よって、変化量は+7 - (+2) = 5である

(答) 5

問2

(計算式と考え方)

1atmで22.4Lの気体の物質量は1mol、
与式より2molのKMnO₄が反応するとO₂が5mol発生することがわかる。
したがって

$$\frac{22.4}{22.4} \times \frac{2}{5} = 0.40\text{mol}$$

(答) 0.40 mol

小計

Ⅶ

ア	イ	ウ
①	③	②

小計

総計

受験番号