

# 化 学 基 礎

(解答番号  ~ )

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H	1.0	C	12	O	16	Ne	20
Na	23	Mg	24	Cl	35.5	Ca	40

**第 1 問** 次の問い(問 1 ~ 9)に答えよ。(配点 30)

問 1 物質の三態間の変化(状態変化)を示した記述として適当なものを、次の①~⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。  ・

- ① 冷え込んだ朝に、戸外に面したガラス窓の内側が水滴でくもった。
- ② 濁った水をろ過すると、透明な水が得られた。
- ③ 銅葺<sup>ぶ</sup>き屋根の表面が、長年たつと、青緑色になった。
- ④ 紅茶に薄切りのレモンを入れると、紅茶の色が薄くなった。
- ⑤ とがった鉛筆の芯が、鉛筆を使うにつれて、すり減って丸くなった。
- ⑥ タンスに防虫剤として入れたナフタレンやショウノウが、時間がたつと小さくなった。

問 2 セシウム Cs の放射性同位体の一つである  $^{137}\text{Cs}$  は、半減期 30 年で壊変 (崩壊) する。 $^{137}\text{Cs}$  の量が元の量の  $\frac{1}{10}$  になる期間として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 60 年未満
- ② 60 年以上 90 年未満
- ③ 90 年以上 120 年未満
- ④ 120 年以上 150 年未満
- ⑤ 150 年以上 180 年未満
- ⑥ 180 年以上

問 3 カルシウム、ケイ素、ヨウ素の単体に共通する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 電気をよく通す。
- ② 共有結合をもつ。
- ③ 常温の水とは容易に反応しない。
- ④ 常温・常圧で固体である。

## 化学基礎

問 4 周期表の第 2 周期と第 3 周期の黒く塗りつぶした元素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。 5

- ① 同一周期内で原子の電子親和力が最も大きい(陰性が最も強い)。

族 \ 周期	1	2	3 ~ 12	13	14	15	16	17	18
2									
3									

- ② 同一周期内で原子のイオン化エネルギーが最も小さい。

族 \ 周期	1	2	3 ~ 12	13	14	15	16	17	18
2									
3									

- ③ 原子が価電子を 4 個もつ。

族 \ 周期	1	2	3 ~ 12	13	14	15	16	17	18
2									
3									

- ④ 非金属元素である。

族 \ 周期	1	2	3 ~ 12	13	14	15	16	17	18
2									
3									

問 5 酸や塩基の水溶液の濃度を求める方法として、中和反応によって生成する塩の質量を測定する方法がある。この方法で、1.0 mol/L の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液 A のモル濃度を有効数字 3 桁で求めるために、水溶液 A に塩酸を加えて生じる塩化ナトリウム NaCl (式量 58.5) の質量を測定する次の実験を行った。この実験で、空気中の二酸化炭素 CO<sub>2</sub> と NaOH の反応による影響は無視できるものとして、後の問い(a・b)に答えよ。

**実験** 水溶液 A を 50.0 mL とってビーカーに入れ、塩酸を加えてよくかき混ぜた。この水溶液のすべてを蒸発皿に移し、ガスバーナーで十分に加熱して水分を蒸発させた。得られた固体の質量を測定した。

a 加える塩酸のモル濃度と体積の組合せのうち、水溶液 A のモル濃度を正しく求められないものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

	塩酸のモル濃度 (mol/L)	塩酸の体積 (mL)
①	0.70	60
②	1.0	60
③	1.2	50
④	1.4	50

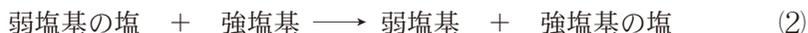
b 適切な実験で得られた NaCl の質量は、3.04 g であった。このとき、水溶液 A のモル濃度を有効数字 3 桁で求めると何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  mol/L

- ① 0.960      ② 0.980      ③ 1.00      ④ 1.02      ⑤ 1.04

## 化学基礎

問 6 弱酸の塩に強酸を加えたり，弱塩基の塩に強塩基を加えたりすると，次の式

(1)・(2)に示すような変化が起こる。



ある塩 A の水溶液に塩酸を加えると，塩酸のにおいとは異なる刺激臭のある物質が生じる。一方，水酸化ナトリウム水溶液を加えると，刺激臭のある別の物質が生じる。A として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 8

- ① 硫酸アンモニウム
- ② 酢酸アンモニウム
- ③ 酢酸ナトリウム
- ④ 炭酸ナトリウム
- ⑤ 塩化カリウム

問 7 次の記述のうち，酸化還元反応が関与していないものはどれか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① ボーキサイトの製錬によってアルミニウムを製造した。
- ② お湯を沸かすために，都市ガスを燃焼させた。
- ③ 氷砂糖の塊を水に入れると，塊が小さくなった。
- ④ グレープフルーツにマグネシウムと銅を電極として差し込み，導線でつなぐと電流が流れた。

問 8 銅と亜鉛の性質に関する記述として正しいものはどれか。最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

- ① 銅は希塩酸には溶けないが、希硝酸や希硫酸には溶ける。
- ② 亜鉛を希塩酸に溶かすと、塩素が発生する。
- ③ 硫酸亜鉛水溶液に銅板を浸すと、表面に亜鉛が析出する。
- ④ 熱した銅線を気体の塩素にさらすと、塩化銅(Ⅱ)が生じる。

## 化学基礎

問 9 食品添加物などに用いられるビタミン C,  $C_6H_8O_6$  (分子量 176) は, 空气中で少しずつ酸化されて別の物質に変化する。ビタミン C がどの程度酸化されるかを調べるために, 純粋なビタミン C を 1.76 g はかり取り, 空气中で一定期間放置した。この試料を水に溶かして 100 mL の水溶液とし, 水溶液中のビタミン C のモル濃度を測定した。その結果, モル濃度は  $9.0 \times 10^{-2}$  mol/L であった。放置する前にあったビタミン C の何% が変化したか。最も適当な数値を, 次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし, 試料中のビタミン C はすべて水に溶けるものとする。  %

- ① 0.10      ② 0.90      ③ 1.0      ④ 9.0      ⑤ 10

## 化学基礎

**第 2 問** 18 世紀の後半から、化学の基本法則が次々と発見され、物質に対する理解が深まった。化学の基本法則を利用して原子量を求める実験と、原子量を利用して物質の組成を求める実験に関する次の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。(配点 20)

**問 1** アボガドロは、気体の種類によらず、同温・同圧で同体積の気体には、同数の分子が含まれるという仮説を提唱した。この仮説は、今日ではアボガドロの法則として知られている。次の**実験 I**は、アボガドロの法則に基づいて、貴ガス(希ガス)元素の一つであるクリプトン Kr の原子量を求めることを目的としたものである。

**実験 I** ネオン Ne 1.00 g が入った容器がある。大きさと質量が等しい別の容器に、同温・同圧で同じ体積の Kr を入れ、両方の容器を上皿天秤<sup>びん</sup>にのせた。両方の皿が釣り合うには、図 1 に示すように、Ne が入った容器をのせた皿に 3.20 g の分銅が必要であった。

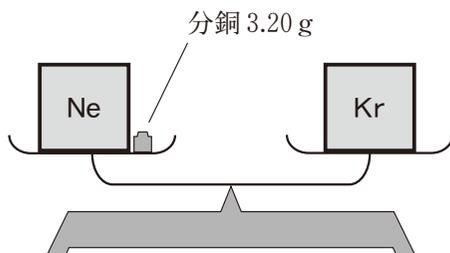


図 1 上皿天秤を用いた実験の模式図

Ne と Kr の原子は、いずれも最外殻電子の数が  個である。これらの原子は、他の原子と反応したり結合をつくったりしにくい。このため、価電子の数は  個とみなされる。Ne と Kr はいずれも単原子分子として存在するので、Ne の原子量が 20 であることを用いて、Kr の原子量を求めることができる。次の問い(a ~ c)に答えよ。

## 化学基礎

a 空欄  ・  に当てはまる数字として最も適当なものを、次の①～⑩のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

ア

イ

- ① 1            ② 2            ③ 3            ④ 4            ⑤ 5  
 ⑥ 6            ⑦ 7            ⑧ 8            ⑨ 9            ⑩ 0

b 実験Ⅰで用いた Kr は、 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$  で何 L か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。  L

- ① 0.560            ② 1.12            ③ 1.68            ④ 2.24

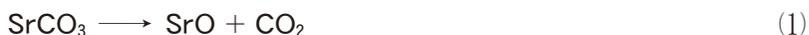
c 実験Ⅰの結果から求められる Kr の原子量はいくらか。Kr の原子量を 2 桁の整数で表すとき、 と  に当てはまる数字を、次の①～⑩のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。また、Kr の原子量が 1 桁の場合には、 には⑩を選べ。

- ① 1            ② 2            ③ 3            ④ 4            ⑤ 5  
 ⑥ 6            ⑦ 7            ⑧ 8            ⑨ 9            ⑩ 0

## 化学基礎

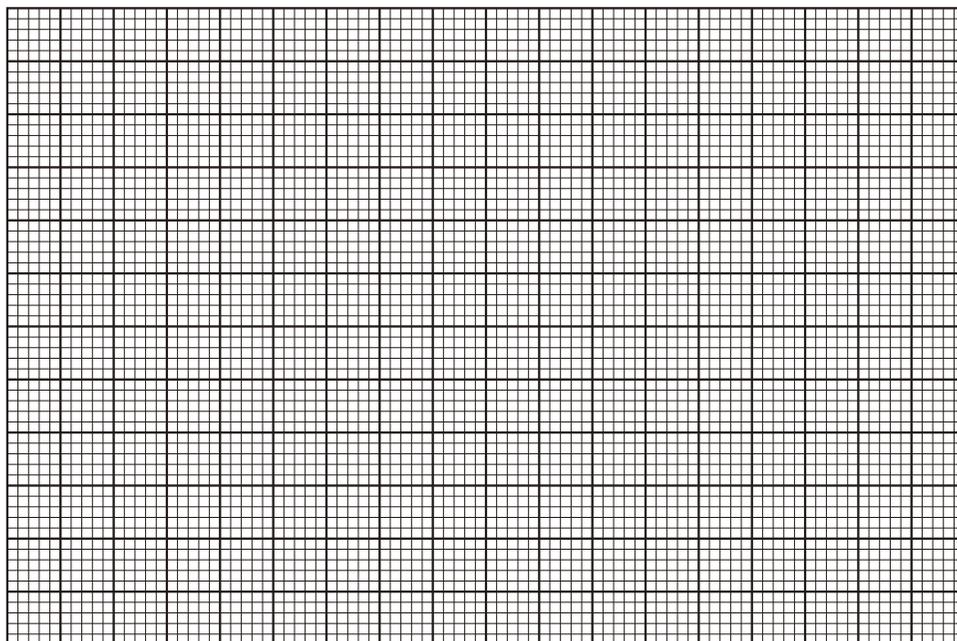
問 2 プルーストは、一つの化合物を構成している成分元素の質量の比は、常に一定であるという定比例の法則を提唱した。次の**実験Ⅱ**は、炭酸ストロンチウム  $\text{SrCO}_3$  を強熱すると、次の式(1)に示すように、固体の酸化ストロンチウム  $\text{SrO}$  と二酸化炭素  $\text{CO}_2$  に分解することを利用して、ストロンチウム  $\text{Sr}$  の原子量を求めることを目的としたものである。



**実験Ⅱ** 細かくすりつぶした  $\text{SrCO}_3$  をはかりとり、十分な時間強熱した。用いた  $\text{SrCO}_3$  の質量と加熱後に残った固体の質量との関係は、表 1 のようになった。

表 1 用いた  $\text{SrCO}_3$  と加熱後に残った固体の質量

用いた $\text{SrCO}_3$ の質量(g)	0.570	1.140	1.710
加熱後に残った固体の質量(g)	0.400	0.800	1.200



## 化学基礎

式(1)の反応では、分解する  $\text{SrCO}_3$  と生じる  $\text{SrO}$  の質量の **ウ** は、発生する  $\text{CO}_2$  の質量に等しい。また、生じる  $\text{SrO}$  と  $\text{CO}_2$  の質量の **エ** は、分解する  $\text{SrCO}_3$  の量にかかわらず一定となる。したがって、炭素 **C** と酸素 **O** の原子量を用いて、**Sr** の原子量を求めることができる。次の問い(a・b)に答えよ。必要であれば方眼紙を用いてよい。

- a 空欄 **ウ** ・ **エ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **17**

	ウ	エ
①	和	和
②	和	差
③	和	比
④	差	和
⑤	差	差
⑥	差	比

- b 実験Ⅱの結果から求められる **Sr** の原子量はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、加熱によりすべての  $\text{SrCO}_3$  が反応したものとする。 **18**

- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| ① 76 | ② 80  | ③ 88  |
| ④ 96 | ⑤ 104 | ⑥ 120 |

## 化学基礎

問 3 ドロマイトは、炭酸マグネシウム  $\text{MgCO}_3$  (式量 84) と炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$  (式量 100) を主成分とする岩石である。これらの炭酸塩を加熱すると、前問の式(1)と同様の反応が起こり、 $\text{CO}_2$  を放出して、それぞれマグネシウム  $\text{Mg}$  とカルシウム  $\text{Ca}$  の酸化物に変化する。

次の実験Ⅲは、 $\text{MgCO}_3$  と  $\text{CaCO}_3$  のみからなる、ドロマイトを模した試料 A 中の  $\text{Mg}$  の物質量  $n_{\text{Mg}}$  と  $\text{Ca}$  の物質量  $n_{\text{Ca}}$  の比を求めることを目的としたものである。

実験Ⅲ 細かくすりつぶした試料 A 14.2 g をはかりとり、十分な時間強熱したところ、7.6 g の固体が得られた。

$\text{Mg}$  と  $\text{Ca}$  の物質量の比  $n_{\text{Mg}} : n_{\text{Ca}}$  を整数比で表したのものとして最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。ただし、加熱により炭酸塩のすべてが反応して、固体の酸化物に変化したものとする。 19

- ① 1 : 1      ② 1 : 2      ③ 1 : 3      ④ 2 : 1  
⑤ 2 : 3      ⑥ 3 : 1      ⑦ 3 : 2