

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 Cl 35.5
Ca 40

第 1 問 次の問い(問 1 ~ 8)に答えよ。(配点 30)

問 1 空気、メタンおよびオゾンを、単体、化合物および混合物に分類した。この分類として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

	単 体	化合物	混合物
①	空 気	メタン	オゾン
②	空 気	オゾン	メタン
③	メタン	オゾン	空 気
④	メタン	空 気	オゾン
⑤	オゾン	空 気	メタン
⑥	オゾン	メタン	空 気

問 2 次の記述で示された酸素のうち、含まれる酸素原子の物質量が最も小さいものはどれか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① 0℃, 1.013×10^5 Pa の状態で体積が 22.4 L の酸素
- ② 水 18 g に含まれる酸素
- ③ 過酸化水素 1.0 mol に含まれる酸素
- ④ 黒鉛 12 g の完全燃焼で発生する二酸化炭素に含まれる酸素

化学基礎

問 3 図1は原子番号が1から19の各元素について、天然の同位体存在比が最も大きい同位体の原子番号と、その原子の陽子・中性子・価電子の数の関係を示す。次ページの問い(a・b)に答えよ。

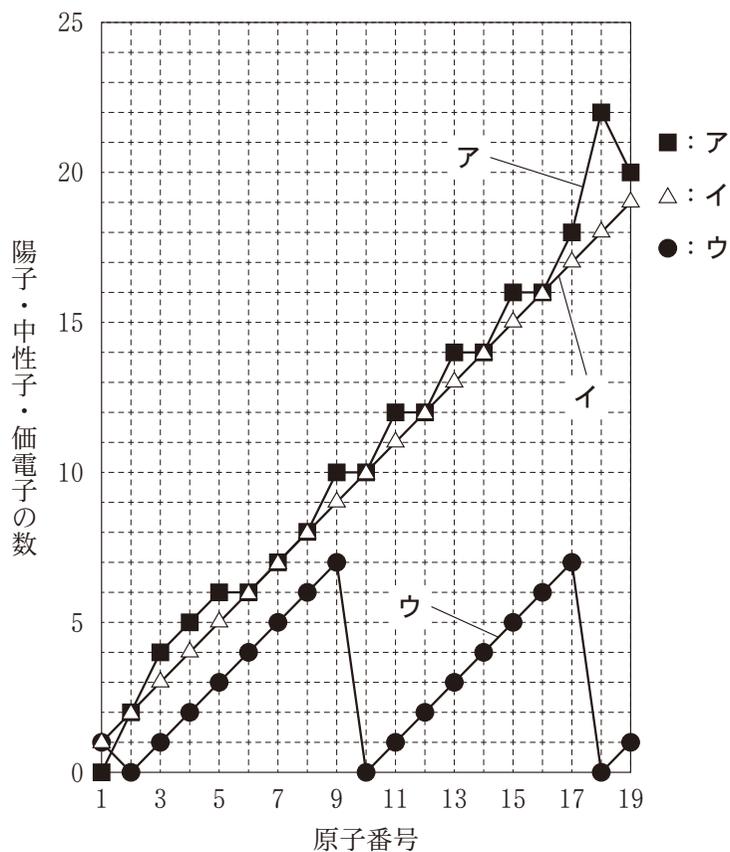


図1 原子番号と、その原子の陽子・中性子・価電子の数の関係

- a 図1のア～ウに対応する語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。

	ア	イ	ウ
①	陽子	中性子	価電子
②	陽子	価電子	中性子
③	中性子	陽子	価電子
④	中性子	価電子	陽子
⑤	価電子	陽子	中性子
⑥	価電子	中性子	陽子

- b 図1に示した原子の中で、質量数が最も大きい原子の質量数はいくつか。また、M殻に電子がなく原子番号が最も大きい原子の原子番号はいくつか。質量数および原子番号を2桁の数値で表すとき、～に当てはまる数字を、下の①～⑩のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、質量数や原子番号が1桁の場合には、あるいはに⑩を選べ。また、同じものを繰り返し選んでもよい。

質量数が最も大きい原子の質量数

M殻に電子がなく原子番号が最も大きい原子の原子番号

- 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 4 結晶の電気伝導性に関する次の文章中の **ア** ~ **ウ** に当てはまる語句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。

8

結晶の電気伝導性には、結晶内で自由に動くことのできる電子が重要な役割を果たす。たとえば、**ア** 結晶は自由電子をもち電気をよく通すが、ナフタレンの結晶のような **イ** 結晶は、一般に自由電子をもたず電気を通さない。また **ウ** 結晶は電気を通さないものが多いが、**ウ** 結晶の一つである黒鉛は、炭素原子がつくる網目状の平面構造の中を自由に動く電子があるために電気をよく通す。

	ア	イ	ウ
①	共有結合の	金 属	分 子
②	共有結合の	分 子	金 属
③	分 子	金 属	共有結合の
④	分 子	共有結合の	金 属
⑤	金 属	分 子	共有結合の
⑥	金 属	共有結合の	分 子

問 5 金属には常温の水とは反応しないが、熱水や高温の水蒸気と反応して水素を発生するものがある。そのため、これらの金属を扱っている場所で火災が発生した場合には、消火方法に注意が必要である。

アルミニウム Al, マグネシウム Mg, 白金 Pt のうちで、高温の水蒸気と反応する金属はどれか。すべてを正しく選択している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。 9

- ① Al ② Mg ③ Pt ④ Al, Mg
⑤ Al, Pt ⑥ Mg, Pt ⑦ Al, Mg, Pt

問 6 下線を付した物質が酸化剤としてはたらいっている化学反応式を、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

- ① $3 \underline{\text{CO}} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow 3 \text{CO}_2 + 2 \text{Fe}$
② $\underline{\text{NH}_4\text{Cl}} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
③ $\underline{\text{Na}_2\text{CO}_3} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$
④ $\underline{\text{Br}_2} + 2 \text{KI} \longrightarrow 2 \text{KBr} + \text{I}_2$

化学基礎

問 7 質量パーセント濃度 $x(\%)$ 、密度 $d(\text{g}/\text{cm}^3)$ の溶液が 100 mL ある。この溶液に含まれる溶質のモル質量が $M(\text{g}/\text{mol})$ であるとき、溶質の物質量を表す式として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 11 mol

① $\frac{xd}{M}$

② $\frac{xd}{100M}$

③ $\frac{10xd}{M}$

④ $\frac{100xd}{M}$

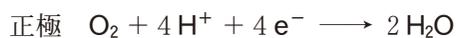
⑤ $\frac{M}{xd}$

⑥ $\frac{100M}{xd}$

⑦ $\frac{M}{10xd}$

⑧ $\frac{M}{100xd}$

問 8 放電時の両極における酸化還元反応が、次の式で表される燃料電池がある。



この燃料電池の放電で、2.0 mol の電子が流れたときに生成する水の質量と、消費される水素の質量はそれぞれ何 g か。質量の数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。ただし、流れた電子はすべて水の生成に使われるものとする。

12

	生成する水の質量(g)	消費される水素の質量(g)
①	9.0	1.0
②	9.0	2.0
③	9.0	4.0
④	18	1.0
⑤	18	2.0
⑥	18	4.0
⑦	36	1.0
⑧	36	2.0
⑨	36	4.0

化学基礎

第2問 陽イオン交換樹脂を用いた実験に関する次の問い(問1・問2)に答えよ。

(配点 20)

問1 電解質の水溶液中の陽イオンを水素イオン H^+ に交換するはたらきをもつ合成樹脂を、水素イオン型陽イオン交換樹脂という。

塩化ナトリウム $NaCl$ の水溶液を例にとって、この陽イオン交換樹脂の使い方を図1に示す。粒状の陽イオン交換樹脂を詰めたガラス管に $NaCl$ 水溶液を通すと、陰イオン Cl^- は交換されず、陽イオン Na^+ は水素イオン H^+ に交換され、 HCl 水溶液(塩酸)が出てくる。一般に、交換される陽イオンと水素イオンの物質量の関係は、次のように表される。

$$(\text{陽イオンの価数}) \times (\text{陽イオンの物質量}) = (\text{水素イオンの物質量})$$

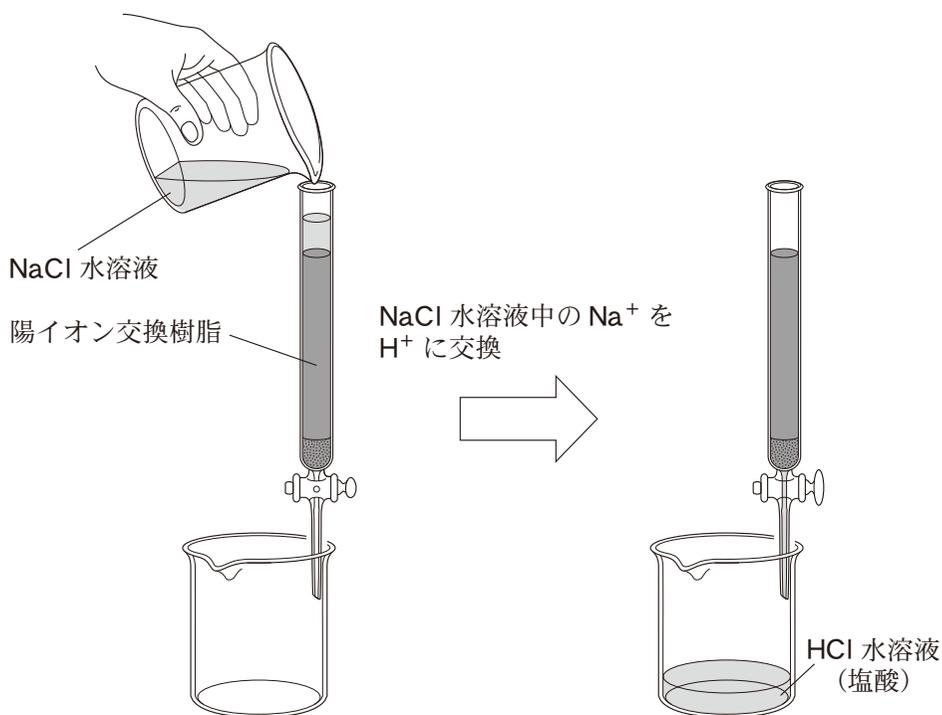


図1 陽イオン交換樹脂の使い方

化学基礎

問 2 塩化カルシウム CaCl_2 には吸湿性がある。実験室に放置された塩化カルシウムの試料 A 11.5 g に含まれる水 H_2O の質量を求めるため、陽イオン交換樹脂を用いて次の実験 I ~ III を行った。この実験に関する下の問い (a ~ c) に答えよ。

実験 I 試料 A 11.5 g を 50.0 mL の水に溶かし、(a) CaCl_2 水溶液 とした。この水溶液を陽イオン交換樹脂を詰めたガラス管に通し、さらに約 100 mL の純水で十分に洗い流して Ca^{2+} がすべて H^+ に交換された塩酸を得た。

実験 II (b) 実験 I で得られた塩酸を希釈して 500 mL にした。

実験 III 実験 II の希釈溶液をホールピペットで 10.0 mL とり、コニカルビーカーに移して、指示薬を加えたのち、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液で中和滴定した。中和点に達するまでに滴下した NaOH 水溶液の体積は 40.0 mL であった。

a 下線部(a)の CaCl_2 水溶液の pH と最も近い pH の値をもつ水溶液を、次の①~④のうちから一つ選べ。ただし、混合する酸および塩基の水溶液はすべて、濃度が 0.100 mol/L、体積は 10.0 mL とする。 15

- ① 希硫酸と水酸化カリウム水溶液を混合した水溶液
- ② 塩酸と水酸化カリウム水溶液を混合した水溶液
- ③ 塩酸とアンモニア水を混合した水溶液
- ④ 塩酸と水酸化バリウム水溶液を混合した水溶液

b 下線部(b)に用いた器具と操作に関する記述として最も適切なものを、次の

①～④のうちから一つ選べ。

- ① 得られた塩酸をビーカーで 50.0 mL はかりとり、そこに水を加えて 500 mL にする。
- ② 得られた塩酸をすべてメスフラスコに移し、水を加えて 500 mL にする。
- ③ 得られた塩酸をホールピペットで 50.0 mL とり、メスシリンダーに移し、水を加えて 500 mL にする。
- ④ 得られた塩酸をすべてメスシリンダーに移し、水を加えて 500 mL にする。

c 実験Ⅰ～Ⅲの結果より、試料 A 11.5 g に含まれる H_2O の質量は何 g か。

最も適切な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、 CaCl_2 の式量は 111 とする。 g

- ① 0.4 ② 1.5 ③ 2.5 ④ 2.6