

試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。

Y

理 科

①

物理基礎 化学基礎
生物基礎 地学基礎

(2科目選択)
各科目 50点

注 意 事 項

- 1 解答用紙に、正しく記入・マークされていない場合は、採点できないことがあります。特に、解答用紙の解答科目欄にマークされていない場合又は一つの解答科目欄で複数の科目にマークされている場合は、その科目は0点となります。
- 2 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

| 出 題 科 目 | ペ ー ジ | 選 択 方 法 |
|---------|-------|--|
| 物 理 基 礎 | 4～19 | 左の4科目のうちから <u>2科目</u> を選択し、 解答しなさい。解答する科目の順番は問いま せん。解答時間(60分)の配分は自由です。 |
| 化 学 基 礎 | 20～31 | |
| 生 物 基 礎 | 32～51 | |
| 地 学 基 礎 | 52～67 | |

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を高く挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は、解答用紙の解答欄にマークしなさい。例えば、

| |
|----|
| 10 |
|----|

と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答番号10の解答欄の③にマークしなさい。

(例)

| 解答番号 | 解 答 欄 |
|------|--|
| 10 | ① ② <input checked="" type="radio"/> ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ㉓ ㉔ |

- 5 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。

この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

6 不正行為について

- ① 不正行為に対しては厳正に対処します。
- ② 不正行為に見えるような行為が見受けられた場合は、監督者がカードを用いて注意します。
- ③ 不正行為を行った場合は、その時点で受験を取りやめさせ退室させます。

7 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

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も、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 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$ 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。

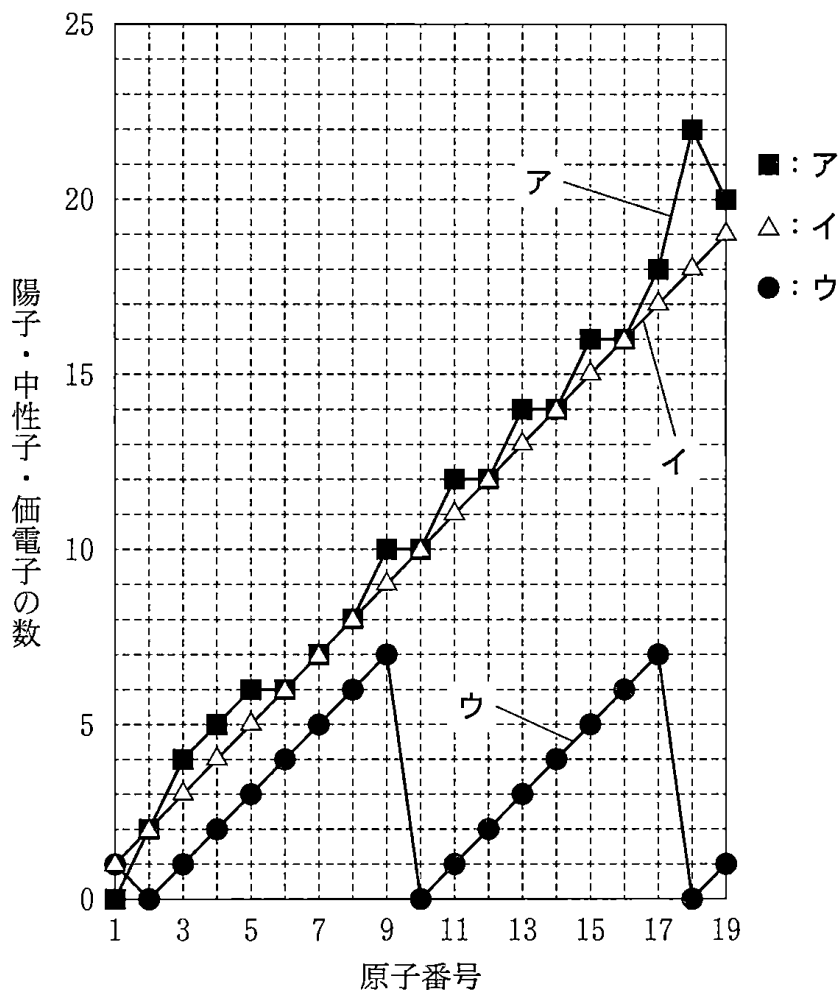


図 1 原子番号と、その原子の陽子・中性子・価電子の数の関係

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 |

化学基礎

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切なものを、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 $d(\text{g/cm}^3)$ 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 $M(\text{g/mol})$ 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 $\frac{100xd}{M}$

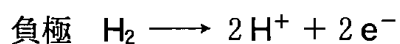
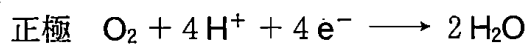
⑤ $\frac{M}{xd}$

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。

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

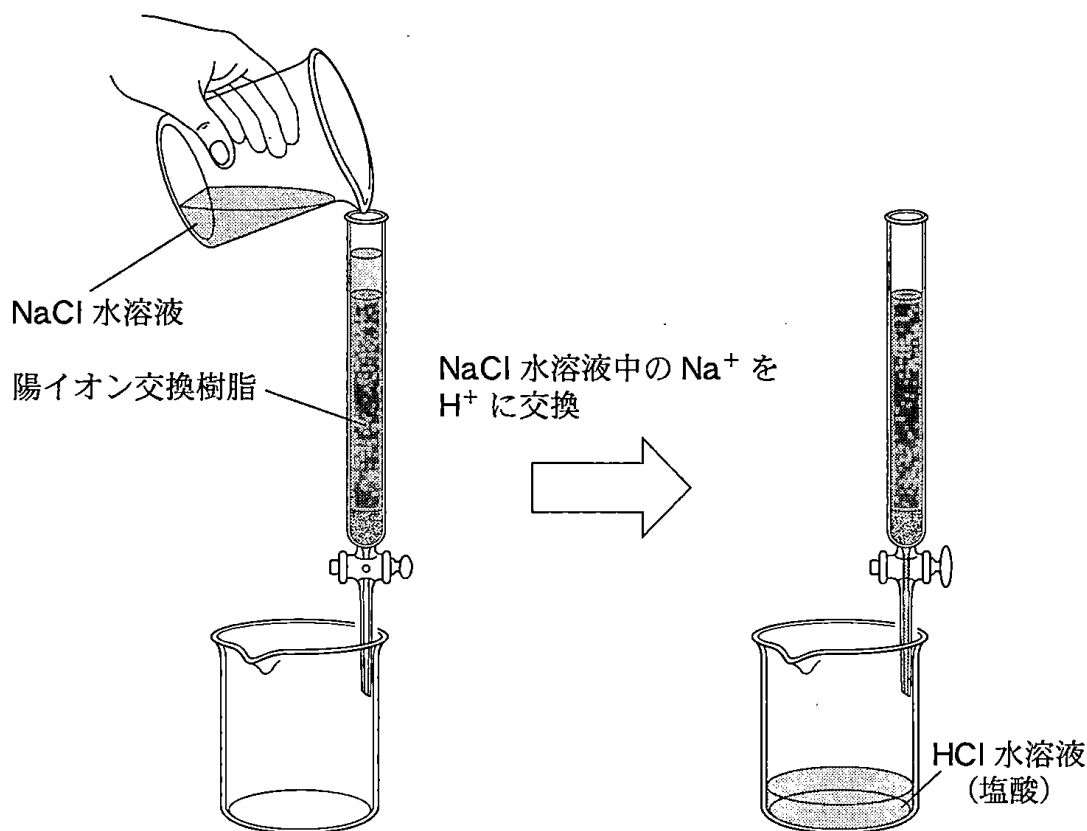


図1 陽イオン交換樹脂の使い方

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当なものを、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。最も適当な数値を、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