

1 次の文を読み、問1～問6に答えよ。

原子の中心には原子核が存在し、この原子核の周りに電子が存在している。さらに原子核は正の電荷をもつ陽子と、電荷をもたない中性子からできている。陽子と中性子の質量はほぼ等しく、電子の質量は陽子や中性子の質量に比べて極めて小さい。したがって、原子の質量は原子核の質量にほぼ等しく、陽子と中性子の数の和である（ア）にほぼ比例する。原子番号が同じ原子でも、中性子の数が異なる原子が存在する。これらを互いに（イ）という。（イ）は質量が異なるが、その化学的性質はほぼ同じである。

原子核の周りの電子が存在できる空間はいくつかの層に分かれており、この層を（ウ）という。

① 原子核に対して最も外側の層にある電子を（エ）といい、原子がイオンになったり、他の原子と結合するときに重要な役割を果たす電子を（オ）という。元素を原子番号の順に並べると、（オ）の数に周期性がみられ、元素の様々な性質が原子番号に対して周期的に変化することを元素の（カ）という。

原子どうしが結合するとき、（オ）を共有して安定な電子配置となり、分子を形成する。このような互いに電子を共有してつくられる結合を共有結合という。

問1 文中の（ア）～（カ）に当てはまる最も適切な語句を記せ。

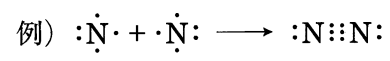
問2 下線部①について、原子核に近い内側から n 番目の（ウ）に収容できる電子の最大数を、 n を用いて表せ。

問3 下線部②について、横軸を原子番号、縦軸を（オ）の数とするグラフを記せ。ただし、各元素の位置は点（ \bullet ）で示し、その点がどの元素に該当するかわかるように元素記号を記せ。原子番号は1～20までとする。

問4 下線部③について、元素を原子番号の順に並べたときに、（オ）の数以外で周期的に変化する元素の性質を一つ挙げよ。

問5 原子番号1～20までの元素のうち、アルカリ金属元素、15族元素、ハロゲン元素をすべて元素記号で記せ。ただし、アルカリ金属元素は解答欄（i）、15族元素は解答欄（ii）、ハロゲン元素は解答欄（iii）に記せ。

問6 下線部④について、水素原子と塩素原子が結合して塩化水素分子が形成する反応式を例にならって記せ。



2 次の文を読み、問1～問5に答えよ。解答の数値は有効数字3桁で求めよ。必要があれば次の数値を用いること。標準状態における気体のモル体積：22.4 L/mol

中和滴定に関する以下の実験を行った。

【実験1】 0.100 mol/L の酢酸水溶液 10.0 mL を（ア）を用いて正確にはかり取り、コニカルビーカーに移した。その後、その溶液に、ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液を（イ）を用いてゆっくりと滴下し、中和滴定を行ったところ、酢酸を過不足なく中和するのに水酸化ナトリウム水溶液を 5.00 mL 要した。

【実験2】 固体の塩化アンモニウムと固体の水酸化カルシウムを混合して加熱し、アンモニアを発生させた。このアンモニアの量を求めるために、発生したアンモニアを 0.100 mol/L 硫酸水溶液 100 mL にすべて吸収させ、完全に反応させた。その後、残った硫酸に対して【実験1】で濃度決定した水酸化ナトリウム水溶液を用いて中和滴定を行ったところ、硫酸を過不足なく中和するのに水酸化ナトリウム水溶液を 25.0 mL 要した。

問1 （ア）および（イ）に当てはまる器具の名称を記せ。

問2 【実験1】で生じる塩の化学式を記せ。

問3 【実験1】の中和滴定で使用できる pH 指示薬に関する説明として、正しいものを次の選択肢から一つ選び、記号を記せ。

<選択肢>

- (a) メチルオレンジは使用できるが、フェノールフタレインは使用できない
- (b) フェノールフタレインは使用できるが、メチルオレンジは使用できない
- (c) メチルオレンジ、フェノールフタレインのどちらも使用できる
- (d) メチルオレンジ、フェノールフタレインのどちらも使用できない

問4 【実験1】に使用した水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度は何 mol/L か、数値を記せ。

問5 【実験2】にて発生したアンモニアの体積は標準状態において何 L か、数値を記せ。

3 次の文は、本学部の教授と A さんの会話の一部である。この文章を読み、問 1～問 5 に答えよ。
必要があれば次の数値を用いること。標準状態における気体のモル体積：22.4 L/mol，原子量
H=1.00，O=16.0，Na=23.0，Cl=35.5

教授「手や指の消毒はしたかい？」

A さん「もちろんです。教室の入り口に置かれていた消毒液を使いました。」

教授「どんな種類の消毒液だったか覚えているかな？」

A さん「アルコール消毒液でした。でも、アルコールといってもいろんな物質がありますね。」

教授「一般的に消毒に用いられるのはエタノールだよ。」

A さん「エタノールは、細胞培養実験の際に実験器具と手袋を消毒するために使いました。細菌の細胞膜を破壊したり、タンパク質のはたらきを阻害する作用があると聞きました。」

教授「よく知っているね。それじゃあ、アルコール以外で消毒に使われる物質を何か知っているかい？」

A さん「次亜塩素酸の消毒液というのを聞いたことがあります。」

教授「^②次亜塩素酸を含んだ次亜塩素酸水も使われているね。次亜塩素酸の分子式は HClO だ。次亜塩素酸やそのイオン ClO⁻の強い酸化力が細菌などに効くと言われている。この次亜塩素酸イオンの酸化剤としてのはたらきは (式 1) の反応式で示される。」



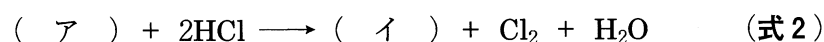
教授「次亜塩素酸についても詳しいのかい？」

A さん「次亜塩素酸ナトリウムなら知っていますが・・・。」

教授「次亜塩素酸ナトリウムは、次亜塩素酸を構成している水素イオンがナトリウムイオンに置き換わった化合物で、次亜塩素酸とは性質が異なる。次亜塩素酸水は人体への影響が少ないので食品の洗浄に使われるほどなんだけど、次亜塩素酸ナトリウムは洗剤の成分として馴染みがあるんじゃないかな。」

A さん「塩素系の漂白剤ですね。」

教授「そうだ。塩素系漂白剤を使う際は、酸性の物質と混ぜると有毒な気体が発生するので注意が必要だということは知ってるよね。次亜塩素酸ナトリウムと塩酸では (式 2) の反応を起こす。」



教授「発生する塩素は有毒だが、その強い酸化力を利用すると消毒の効果が期待できるので、プールの水質管理のために使われることもある。私たちは化学物質の性質と反応を理解した上で、いろんな用途に使っているということだ。」

A さん「化学を学ぶことの大切さを改めて認識しました。」

問1 文中の (ア) および (イ) に当てはまる化学式を記せ。

問2 文中の I に当てはまる、電子 e^- を含んだ式を記せ。

問3 下線部①について、以下の問いに答えよ。

- (1) エタノールの構造式を記せ。
- (2) 次の選択肢から、エタノールの性質として適切なものをすべて選び、記号を記せ。

<選択肢>

- (a) 昇華しやすい (b) 無色透明である (c) 極性がある
(d) 電気をよく通す (e) 水溶液はアルカリ性を示す

問4 下線部②について、以下の問いに答えよ。

- (1) 次亜塩素酸中の塩素原子の酸化数を記せ。
- (2) 次の選択肢の下線をつけた原子の酸化数が、次亜塩素酸中の塩素原子の酸化数よりも大きいものをすべて選び、記号を記せ。

<選択肢>

- (a) HCl (b) HClO₂ (c) SO₂ (d) S
(e) H_{2S (f) MnSO₄ (g) MnO₄⁻}

問5 (式2) の反応に関して、以下の問いに答えよ。解答の数値は有効数字2桁で求めよ。

- (1) 質量パーセント濃度が6.00%の次亜塩素酸ナトリウム水溶液10.0 mL (密度1.10 g/cm³) に含まれる次亜塩素酸ナトリウムは何gか、数値を記せ。
- (2) 質量パーセント濃度が6.00%の次亜塩素酸ナトリウム水溶液 (密度1.10 g/cm³) と、質量パーセント濃度が10.0%の塩酸 (密度1.05 g/cm³) を10.0 mL ずつ混合した。このときに発生する塩素の体積は標準状態において何Lか、数値を記せ。ただし、反応は次亜塩素酸ナトリウムか塩酸のどちらかが完全に消費されるまで進むものとする。