

化 学

必要な場合には次の値を用いよ。原子量 H : 1.00, C : 12.0, O : 16.0

I 物質を構成する原子の質量は非常に小さいため、原子量をもちいてよく表記される。原子量は、原子核に を 個と を 個持つ 原子の質量を とすることを基準にして、相対的に表されている。

塩素は周期表上で第3周期のハロゲン元素であり、自然界には質量数が37の塩素原子と35の塩素原子が存在する。その他の質量数の塩素原子はわずかしかな存在しないためここでは無視する。質量数37の塩素の原子核は が 個と が 個、質量数35の塩素の原子核は が 個と が 個で構成されている。このように同じ原子でありながら質量数が異なる原子をたがいに であるという。

塩素の原子量は通常35.5を用いる。この値から、質量数37の塩素原子と質量数35の塩素原子の自然界での存在比は、概ね : であることがわかる。

問1 ア～シに当てはまる語句または数値を記せ。数値はすべて整数で記せ。なお、カには数値をあてよ。また、サとシのいずれかには1をあてよ。

問2 原子番号15、質量数31のリン原子を示す表記として最も適切なものを下記より選び記号で答えよ。

(あ) P_{15}^{31} (い) P_{31}^{15} (う) ${}_{15}^{31}P$ (え) ${}_{31}^{15}P$ (お) ${}^{31}P^{15}$ (か) ${}^{15}P^{31}$

問3 気体の塩素はある金属の水酸化物に吸収させることで、さらし粉を生じる。この反応の化学反応式を記せ。

問4 さらし粉は漂白・殺菌作用を持つ。これらの作用は、さらし粉の持つどのような性質に由来すると考えられるか、下記より最も適切な選択肢を選び記号で答えよ。

(あ) 他を脱水する性質 (い) 他を加水分解する性質 (う) 強酸の性質
(え) 強塩基の性質 (お) 他を酸化する性質 (か) 他を還元する性質

問5 塩素は単体では分子の形で存在する。質量数37と質量数35の塩素原子の存在から、複数の質量数の分子が存在すると考えられる。それぞれの分子の存在比を重い順に整数比で答えよ。 n 種類の分子が考えられる場合は、 $a_1 : a_2 : \dots : a_n$ のように答えよ。

II 次の実験を行った。以下の問に答えよ。

実験 1：シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶 0.630 g をビーカーに入れ、純水で完全に溶かした後、100 mL の ア に移した。ビーカー内を少量の純水で洗い、洗液も ア に入れ、これを数回繰り返した。そののち、ア の標線まで純水を加えよく混合した。

実験 2：このシュウ酸標準液 20.00 mL を イ を用いて正確にはかり取り、コニカルビーカーに入れ指示薬を加えた。次に、コニカルビーカー内の溶液をかき混ぜながら、ウ に入れた水酸化ナトリウム水溶液を滴下した。滴定に要した水酸化ナトリウム水溶液は 10.00 mL であった。

実験 3：濃度不明の酢酸を正確に 10 倍希釈し、イ を用いて 20.00 mL を正確にはかり取り、実験 2 と同じように水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、滴定に要した水酸化ナトリウム水溶液は 7.50 mL であった。

問 1 ア～ウに最も適切な器具の名称を書け。また、それぞれの正しい使い方を 1 つ選び記号で答えよ。

- A：水道水で洗って、ぬれたまま使用する。
- B：純水で洗って、ぬれたまま使用する。
- C：純水で洗って、加熱乾燥してから使用する。
- D：純水で洗った後、中に入れる溶液で数回すすぎ、ぬれたまま使用する。

問 2 実験 2 で滴定前の溶液に指示薬を加えたとき、溶液の色は変化しなかった。実験 2 で正しい終点を示すのは水酸化ナトリウム水溶液を滴下したときにどのようなになる時点か、以下より選び記号で答えよ。また、用いた指示薬の名称を答えよ。

- A：滴下したときに溶液が着色し、振り混ぜた瞬間に色が消えるとき。
- B：滴下したときに溶液が着色し、振り混ぜてもわずかに色が残るとき。
- C：滴下したときに溶液が着色し、振り混ぜても濃く色が残るとき。

問 3 実験 3 での滴定開始時の水酸化ナトリウム水溶液液面の様子を解答欄に示す。滴定終了時の液面の様子を解答欄の図に書き入れよ。ただし、数値の単位は mL である。

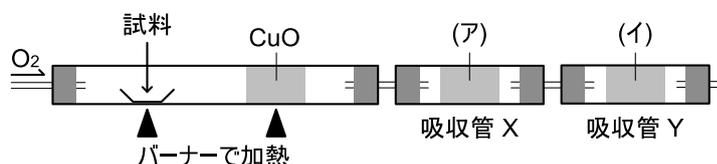
問 4 酢酸の濃度を単位とともに答えよ。有効数字は 3 桁とする。

問 5 酢酸の濃度を求めるために 2 段階の滴定を行ったのは以下の理由による。エ～カに適切な語句を答えよ。

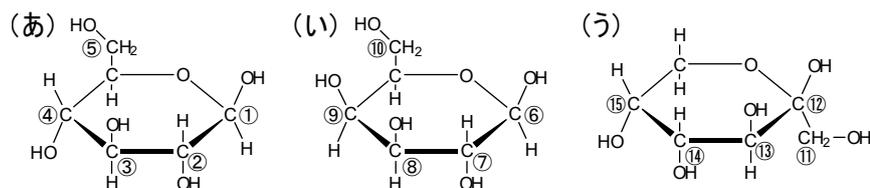
水酸化ナトリウムは エ が強く、質量をはかり取っている間に空気中の オ を吸収してしまうので、はかり取った値は正しくない。また、強塩基性なので空気中の カ と反応し、正確な濃度の水溶液を調製しにくい。

Ⅲ サリシンはヤナギの樹皮などに含まれており、古くから鎮痛剤などとして用いられてきた。サリシンを加水分解すると、化合物 A と化合物 B に分かれる。化合物 A はセルロースを加水分解することでも得られる単糖である。フェーリング液を加えて加熱すると、サリシンと化合物 B では変化が観察されないが、化合物 A では赤色の沈殿が観察される。

化合物 B は炭素、酸素、水素のみからなるベンゼンの二置換体で、分子量は 150 以下であり、二つの置換基はベンゼン環の隣り合う炭素原子に結合している。化合物 B を適切に酸化すると化合物 C が得られ、化合物 C に無水酢酸と濃硫酸を作用させると化合物 D が得られた。化合物 B 31 mg を図の装置の試料皿（「試料」の矢印の先）に置いて加熱したところ、化合物 B は完全燃焼して試料皿から消失し、吸収管 X と Y の質量がそれぞれ 18 mg, 77 mg 増加した。化合物 C 69 mg を用いて同様の実験を行うと、吸収管 X と Y の質量はそれぞれ 27 mg, 154 mg 増加した。



問 1 化合物 A の構造として正しいものを下記から選び記号で答えよ。



問 2 吸収管 X, 吸収管 Y に封入する物質 (ア) と (イ) として適切なものを下記から選べ。

塩化ナトリウム, 塩化カルシウム, ソーダ石灰, 石灰石

問 3 化合物 B を図の装置の試料皿に置き、吸収管 X に物質 (イ) を、吸収管 Y に物質 (ア) を置いて加熱したときに、吸収管 X が吸収すると考えられる物質をすべて化学式で答えよ。

問 4 化合物 D の分子式を答えよ。

問 5 化合物 B, C, D の水溶液のうち、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると呈色するものをすべて答えよ。

問 6 下線部に関して、ショ糖がフェーリング液を加えて加熱しても赤色沈殿を生じないことを参考に、化合物 A のどの炭素原子に結合したヒドロキシ基が化合物 B と脱水縮合することでサリシンを形成するのかを、問 1 の図にある丸数字の番号で答えよ。