

学力検査問題〔化学基礎・化学〕（その 1）

（2024— 般 II）

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

1 次の文章を読み、（1）～（3）の問いに答えよ。

原子は、中心にある と負の電荷をもつ電子からできており、 は、正の電荷をもつ と、電荷をもたない からできている。

全ての元素の中で 数が最も小さい元素は水素であるが、元素の 数はその元素の と等しく、全ての元素の中で水素は が最も小さい。水素には は同じでも 数の異なる同位体があり、 数が 0 である同位体の他、 数が 1 である重水素や 数が 2 である三重水素（トリチウム）がある。なお、 数と 数の合計が 数である。水素の同位体のうち、三重水素（トリチウム）は放射性同位体であり、放射性ではない水素と効率よく分離することが望まれるが、容易ではない。その理由として、元素の化学的な性質は主にその元素の 数や電子数によって決まり、 数や 数の違いによる影響は非常に小さいからである。

元素の電子はいくつかの層にわかれて存在し、この層を という。 は、 に近いものから順に 殻、 殻、M 殻と呼ばれる。

- （1） ～ に適切な語またはアルファベットを入れ、文章を完成せよ。
- （2） について、内側から n 番目の に入る最大電子数を、 n を使った数式で記せ。
- （3） 殻に最大数の電子が入り、M 殻に入っている電子数がゼロである電子配置の中性元素を元素記号で答えよ。また、この元素と同じ電子配置である 1 価の陰イオンと 1 価の陽イオンおよび 2 価の陽イオンを、それぞれ元素記号に電荷を付した化学式で答えよ。

学力検査問題 [化学基礎・化学] (その2)

(2024— 般 II)

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

2

次の文章を読み，(1)～(5)の問いに答えよ。ただし，Naの原子量は23，Clの原子量は35.5とし，体積の単位リットルはLで表すものとする。

Cl⁻を含む水溶液に硝酸銀水溶液を加えると，塩化銀（化学式 ア）の イ 色沈殿を生じる。そのため，濃度のわかっている硝酸銀水溶液を用いることで化学反応式の量的関係から Cl⁻ の濃度を求めることができる。このとき，指示薬として， ウ 水溶液（黄色）を少量加えておくと，塩化銀の沈殿生成が完了したときに，余剰の硝酸銀により エ の赤褐色沈殿を生じるため，色の変化によって滴定の終点が判定できる。このような沈殿反応を利用した滴定を沈殿滴定といい，水溶液中のイオンが沈殿を形成するかどうかはイオンの濃度の積を オ と比較することから判断できる。イオンの濃度の積が オ より カ 場合に沈殿を生じる。このような， ウ を指示薬に用いる塩化物イオンの沈殿滴定は，モール法と呼ばれる。

上記の測定法は，味噌汁の塩分測定に用いることができる。味噌汁 5.0 mL に水を加えて 100 mL にした後，質量パーセント濃度が 0.50 % の ウ 水溶液 1.0 mL を加え，0.050 mol/L 硝酸銀水溶液を滴下すると，溶解度の小さい塩化銀の イ 色沈殿が生じた。さらに，硝酸銀水溶液を滴下していくと， エ の赤褐色沈殿が生じ始めたので終点とした。このときの滴下量は，18 mL であった。なお，ここで求めた Cl⁻ は，塩分（NaCl）として存在するものとする。

- (1) ア ～ カ に適切な語または化学式を入れ，文章を完成せよ。
- (2) 硝酸銀と塩化ナトリウムの反応式を記せ。
- (3) 味噌汁の塩化ナトリウムと反応した硝酸銀の物質量を答えよ。ただし，単位は mol を用い，数値は $a \times 10^b$ （ $1 \leq a < 10$ ）の形式で記せ。 a は小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで， b は整数で記せ。
- (4) 味噌汁の塩化ナトリウムのモル濃度を答えよ。ただし，モル濃度は小数第 2 位まで記せ。必要ならば四捨五入を用いよ。
- (5) 味噌汁の塩化ナトリウムの質量パーセント濃度を答えよ。ただし，味噌汁の密度は 1.0 g/cm³ とする。また，質量パーセント濃度は小数第 1 位まで記せ。必要ならば四捨五入を用いよ。

学力検査問題 [化学基礎・化学] (その3)

(2024— 般 II)

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

3

次の文章を読み、(1)～(6)の問いに答えよ。

日本はその立地から温泉が多く存在する。温泉といえば、温泉が湧き出ているところの近くにうす黄色い固体(“ゆのはな”)が産出しているのを見たことがあると思う(新潟県では月岡温泉が有名)。その固体の成分の1つに、硫黄が挙げられる。“ゆのはな”として産出している硫黄は通常単体として存在している。また温泉地で“卵が腐ったようなにおい”がしていることが多く、このにおいを硫黄のにおいと思っている人が多いが、このにおいは **ア** (H_2S) に起因している。同じように温泉が湧き出ているところから **イ** (SO_2) も放出されており、この化合物はツンとするような刺激臭がする。“ゆのはな”中の硫黄単体は、**ア** と **イ** とが反応して生じたと考えることができる。

- (1) 硫黄原子の中性状態における総電子数と価電子の数をそれぞれ答えよ。
- (2) **ア** , **イ** にそれぞれ適切な物質の名称を入れ、文章を完成せよ。
- (3) **ア** , **イ** の硫黄原子の酸化数をそれぞれ記せ。
- (4) **ア** , **イ** から硫黄単体が生じる反応の反応式を記せ。
- (5) (4)の反応式において、還元剤として働いている物質の化学式を記せ。
- (6) うすい硫酸銅(II)水溶液に **ア** を通じると沈殿が生じる。この沈殿の色と物質の化学式をそれぞれ記せ。

4

次の文章を読み、(1)～(3)の問いに答えよ。

アニリン、安息香酸、ニトロベンゼン、フェノールを含むジエチルエーテル溶液を分液ろうとに入れ、以下の①～④の操作を行った。

- ① 希塩酸を加えて振り混ぜたのち、水層を取り出して水酸化ナトリウム水溶液を加えると、物質 A が遊離した。
- ② ①の操作後に残ったエーテル層に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜたのち、水層を取り出して塩酸を加えると、物質 B が遊離した。
- ③ ②の操作後に残ったエーテル層に水酸化ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜたのち、水層を取り出して塩酸を加えると、物質 C が遊離した。
- ④ ③の操作後に残ったエーテル層を取り出してジエチルエーテルを蒸発させると、物質 D が得られた。

- (1) ①～③の操作で酸または塩基性水溶液を加えて振り混ぜたのち、分液ろうと中の水層は上層と下層のどちらであるか答えよ。
- (2) 物質 A～D の構造式をそれぞれ記せ。
- (3) ②と③の操作では、先に炭酸水素ナトリウム水溶液と振り混ぜたのちに水酸化ナトリウム水溶液と振り混ぜている。この順番で行う理由を説明せよ。

解答用紙 [化学基礎・化学]

1

(1)	ア		イ		ウ		エ	
	オ		カ		キ		ク	
(2)								
(3)	中性元素		1 価の陰イオン		1 価の陽イオン		2 価の陽イオン	

2

(1)	ア		イ		ウ		エ	
	オ		カ					
(2)	→							
(3)	mol		(4)	mol/L		(5)	%	

3

(1)	総電子数		価電子数		(2)	ア		イ	
(3)	ア		イ						
(4)	→								
(5)			(6)	色		化学式			

4

(1)				
(2)	A	B	C	D
(3)				

解答用紙 [化学基礎・化学]

1

(1)	ア	原子核	イ	陽子	ウ	中性子	エ	原子番号
	オ	質量	カ	電子殻	キ	K	ク	L
(2)	$2n^2$							
(3)	中性元素 Ne		1価の陰イオン F ⁻		1価の陽イオン Na ⁺		2価の陽イオン Mg ²⁺	

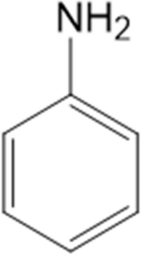
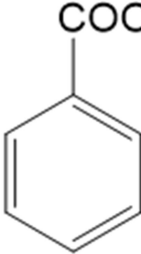
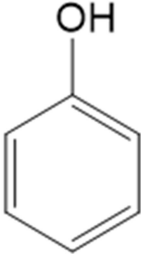
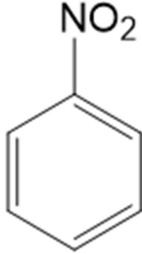
2

(1)	ア	AgCl	イ	白	ウ	クロム酸カリウム	エ	クロム酸銀
	オ	溶解度積	カ	大きい				
(2)	$\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \longrightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$							
(3)	$9.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$		(4)	0.18 mol/L		(5)	1.1%	

3

(1)	総電子数 16		価電子数 6		(2)	ア	硫化水素	イ	二酸化硫黄
(3)	ア	-2	イ	+4					
(4)	$2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \longrightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$								
(5)	H_2S			(6)	色 黒	化学式 CuS			

4

(1)	下層							
(2)	A		B		C		D	
	安息香酸のカルボキシ基は炭酸より強い酸でフェノールのヒドロキシ基は炭酸より弱い酸である。よって、はじめに NaHCO_3 を加えると安息香酸のみが塩となり水層に移る。逆に、はじめに塩基性である水酸化ナトリウムを加えるとカルボキシ基とヒドロキシ基がともに塩となるため、安息香酸とフェノールがともに水層に移ってしまい分離できなくなるから。							