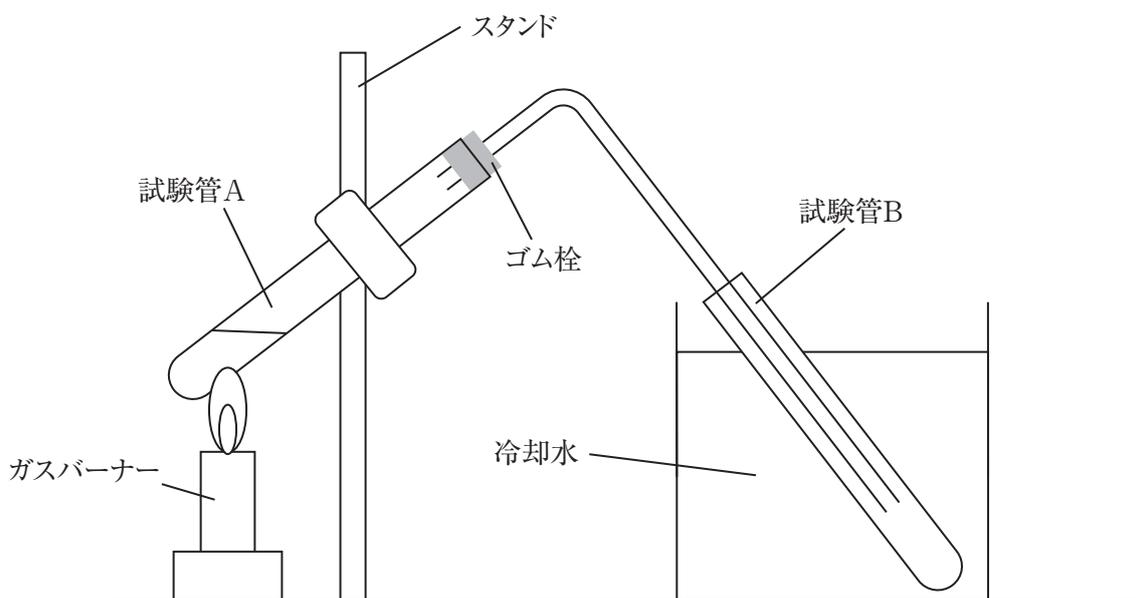


必要があれば原子量は以下の値を用いること。

H = 1.0 C = 12 Mg = 24 Ca = 40 Zn = 65

第1問

問1 食塩水から蒸留によって、水を分離しようと考えた。そこで、以下の図のように簡易的な蒸留装置を用いて実験を行った。実験後も、ガラス管の口を液体の中に入れておいた場合、起こりうる現象として適切なものを一つ選べ。



- 1 ガラス管が冷却されて割れてしまう。
- 2 試験管 A 内の塩化ナトリウムが試験管内に入り込んでしまう。
- 3 冷却されて試験管 A が破損する。
- 4 蒸留によって分離した水が逆流してしまう。
- 5 試験管 A 内の気圧が上昇して試験管 A が破損する。

問2 以下の各分子の中で、非共有電子対を最も多くもつものを一つ選べ。 2

- 1 CO₂ 2 H₂O 3 CH₄ 4 NH₃ 5 H₂S 6 HF

問3 以下の図は元素の周期表の一部を模式的に表した図である。縦の番号は周期を、横の番号は族を表している。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1																			
2													ア				イ	ウ	
3		エ											オ						

(1) 表中の元素ア～オの中には金属元素が2つ存在する。その組み合わせとして正しいものを一つ選べ。 3

- 1 ア, イ 2 ア, エ 3 ア, オ 4 イ, ウ
 5 イ, エ 6 イ, オ 7 ウ, オ 8 エ, オ

(2) 表中の元素の中で、電子親和力が最も大きいものを一つ選べ。 4

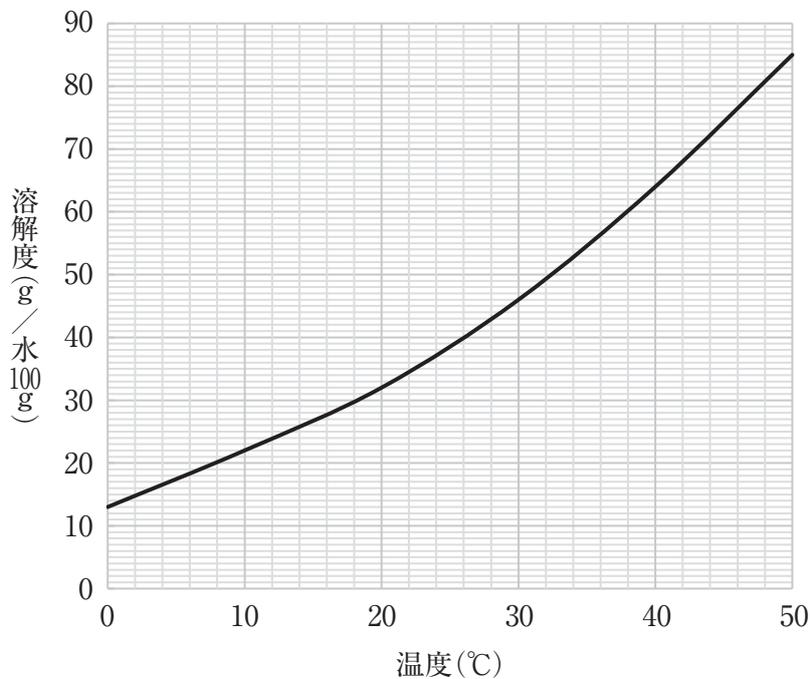
- 1 ア 2 イ 3 ウ 4 エ 5 オ

(3) ロシアの化学者であるメンデレーエフが、周期表を発表した際、当時は未発見だった元素について、その性質を予想した。未知の典型元素 X について、酸化物が XO₂、塩化物が XCl₄ になると予想した。この典型元素 X は周期表の何族か。最も適するものを一つ選べ。 5

- 1 2族 2 12族 3 13族 4 14族 5 15族 6 16族

問4 50℃で質量パーセント濃度35%の硝酸カリウム KNO_3 水溶液がある。この溶液を冷却して20℃になった時、溶液中に沈殿物が生じた。この時の溶液の質量パーセント濃度として、最も適切なものを一つ選べ。ただし、以下のグラフは硝酸カリウムの溶解度（水100 g に対して溶解する質量(g)）の温度変化を表したものである。

6



- 1 20% 2 22% 3 24% 4 26% 5 28% 6 30%

第2問

問1 以下の化学反応の係数 \boxed{a} ~ \boxed{d} として、最も適切なものを一つ選べ。 $\boxed{7}$

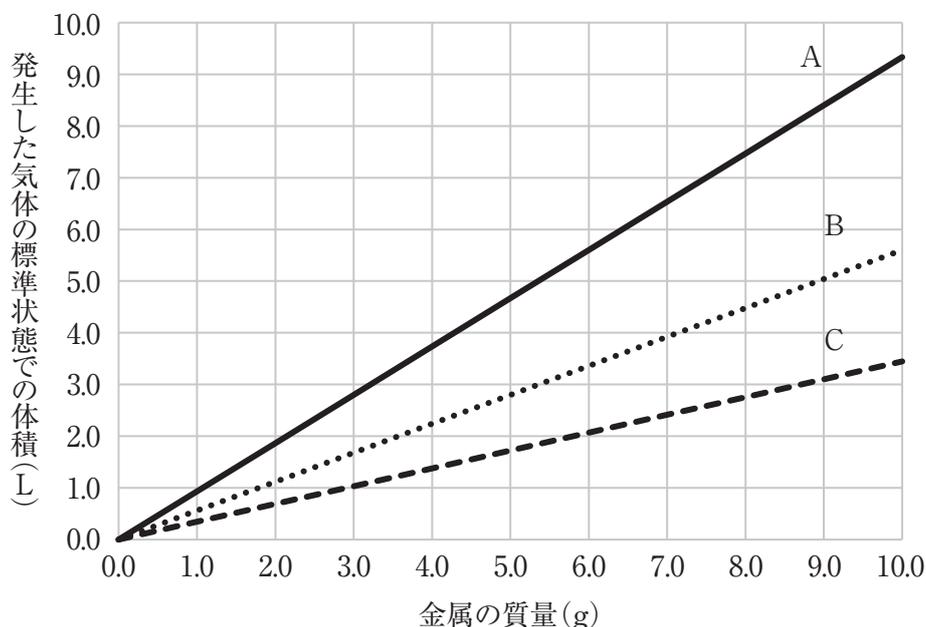


	a	b	c	d
1	1	2	1	1
2	1	1	2	2
3	2	1	2	1
4	2	1	1	2
5	3	1	2	1
6	2	1	3	1

問2 燃料として使用されるメタン CH_4 、プロパン C_3H_8 、アセチレン C_2H_2 の3種類のガスを完全燃焼させた時の CO_2 排出量を調べた。各気体を 1.0 g ずつ完全燃焼させた時に生成する CO_2 の質量として、多い順に並べたものを一つ選べ。 $\boxed{8}$



問3 以下のグラフは亜鉛 Zn, カルシウム Ca, マグネシウム Mg の3種類の金属を十分な量の塩酸に溶かした時, 発生する気体の標準状態での体積と金属の質量との関係を表したものである。グラフの A, B, C に該当する組み合わせとして, 最も適切なものを一つ選べ。 9

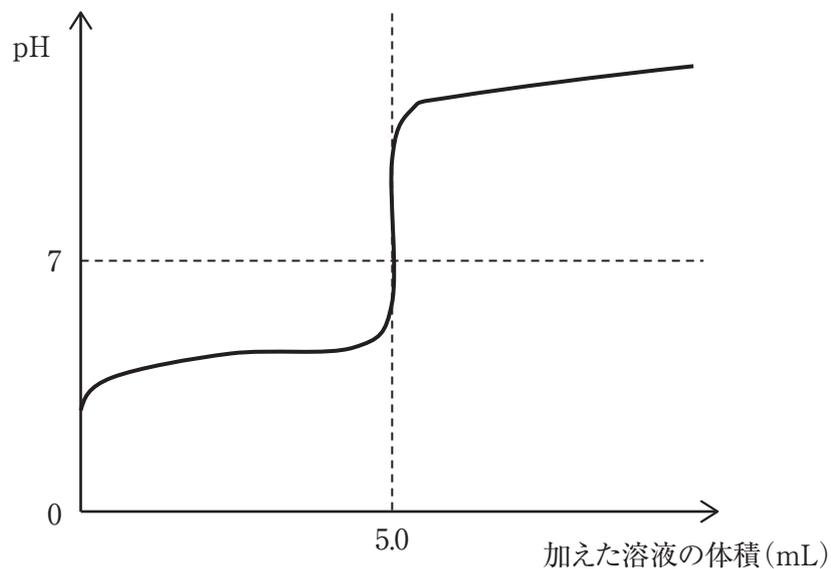


	A	B	C
1	Zn	Ca	Mg
2	Zn	Mg	Ca
3	Ca	Zn	Mg
4	Ca	Mg	Zn
5	Mg	Zn	Ca
6	Mg	Ca	Zn

問4 酸, 塩基に関して述べた以下の文章の中で, 正しいものを一つ選べ。 10

- 1 酸とは水溶液中で水素イオン H^+ を生じるので, 全てイオン性物質である。
- 2 水素イオン H^+ は水溶液中で, 水分子と水素結合したオキシニウムイオンとして存在する。
- 3 ブレンステッドの定義によれば, OH^- を受け取る物質を塩基という。
- 4 価数の大きな酸や塩基を, 強酸, 強塩基という。
- 5 $pH = 6$ の溶液を水で 100 倍に薄めると, $pH = 8$ の溶液になる。
- 6 同じモル濃度, 体積の酢酸と塩酸を完全に中和するために必要な水酸化ナトリウムの物質量は同じである。

問5 コニカルビーカーに1.0 mol/Lの酸または塩基10 mLを入れ、ビュレットに1.0 mol/Lの酸または塩基を入れて滴定を行った。以下のグラフは、ビュレットから滴下した溶液の体積 (mL) と、その時の pH の変化を表したグラフである。



(1) この実験で用いた酸と塩基の組み合わせとして、最も適切なものを一つ選べ。ただし、ビュレットから滴下する溶液を A、コニカルビーカーに入れる溶液を B とする。 11

	A	B
1	水酸化ナトリウム水溶液	酢酸
2	塩酸	水酸化ナトリウム水溶液
3	アンモニア水	硫酸
4	硫酸	水酸化カルシウム水溶液
5	水酸化カルシウム水溶液	酢酸
6	酢酸	アンモニア水

(2) この滴定実験で使用できる指示薬を一つ選べ。 12

- | | | |
|-----------|--------------|-----------|
| 1 メチルオレンジ | 2 フェノールフタレイン | 3 メチルレッド |
| 4 BTB 溶液 | 5 酢酸カーミン溶液 | 6 デンプン水溶液 |

第3問

問1 酸化還元に関する以下の文章の中で、誤っているものを一つ選べ。 13

- 1 表面が酸化した銅線を水素に触れさせると、再び表面が銅に変化する。
- 2 酸化防止剤として利用されるビタミンC（アスコルビン酸）は、還元剤として働く。
- 3 ニクロム酸カリウム水溶液と過酸化水素水を酸性条件で反応させると、過酸化水素は酸化剤として働く。
- 4 漂白剤などに用いられる次亜塩素酸ナトリウムは強い酸化作用を持ち、塩酸と反応させると有毒な塩素が発生して危険である。
- 5 硝酸は酸化作用の強い酸であるため、銅を溶かすこともできる。
- 6 金属の単体が酸化還元反応する場合は、還元剤として働く。

問2 水酸化ナトリウムは正確に質量を測定することが難しく、その質量から正確な水溶液の濃度を決定することが困難である。そこで、シュウ酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 水溶液を用いて水酸化ナトリウム水溶液の滴定を行うことで、水酸化ナトリウム水溶液の濃度を決定しようと考えた。しかし、シュウ酸水溶液が古く、濃度が不確かになっていた。そのため、正確な濃度がわかっている過マンガン酸カリウム水溶液を用いてシュウ酸水溶液の濃度を確認することにした。以下はそれぞれの実験手順である。

【実験1】 シュウ酸水溶液をホールピペットで正確に 10 mL はかりとり、コニカルビーカーに加えた。希硫酸を適量加えた後、0.10 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定を行った。8.0 mL 加えたところで終点となった。

【実験2】 水酸化ナトリウム水溶液をホールピペットで正確に 10 mL はかりとり、コニカルビーカーに加えた。指示薬としてフェノールフタレインを数滴加えたのち、実験1にて正確な濃度が決定したシュウ酸水溶液で滴定を行った。すると、11.0 mL 加えたところで終点となった。

(1) 実験1の終点の判断の仕方として、最も適切なものを一つ選べ。 14

- 1 溶液が赤紫色から無色になったところを終点とする。
- 2 溶液が黄色から赤紫色になったところを終点とする。
- 3 溶液がうすい赤紫色になって色が消えなくなったら終点とする。
- 4 溶液がうすい青色になって色が消えなくなったら終点とする。
- 5 溶液に赤褐色の沈殿が生成し始めたら終点とする。
- 6 溶液に白色の沈殿が生成し始めたら終点とする。

(2) シュウ酸水溶液の濃度 (mol/L) として、最も適切なものを一つ選べ。ただし、実験 1 において、過マンガン酸カリウムおよびシュウ酸は以下のように反応するものとする。 15



1 0.20 2 0.25 3 0.30 4 0.35 5 0.40 6 0.45

(3) 水酸化ナトリウム水溶液の濃度 (mol/L) を以下のように有効数字 2 桁で求めた時、適する数値を答えよ。

16 . 17 $\times 10^{-1}$ mol/L

問 3 以下の金属 X のイオンを含む水溶液に、金属板 Y を浸したときに、金属 X が析出する組み合わせを一つ選べ。 18

	X	Y
1	Zn	Fe
2	Al	Ni
3	Fe	Cu
4	Mg	Ni
5	Cu	Pt
6	Ag	Cu