

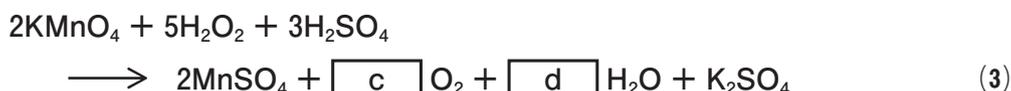
化学基礎・化学

[問題 1] 次の文章を読み、以下の設問 1～7 中の空欄 ～ にあてはまる適切な選択肢または数値を、対応する解答欄にマークしなさい。

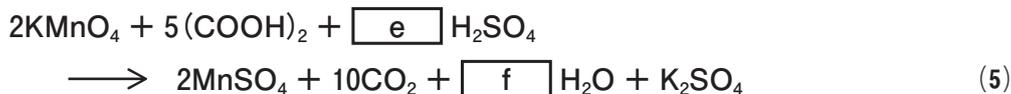
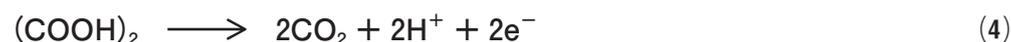
物質を構成する原子が電子を失ったとき、その原子は（ア）されたといい、物質を構成する原子が電子を受け取ったとき、その原子は（イ）されたという。硫酸酸性水溶液中で、過マンガン酸カリウム KMnO_4 は式(1)のように反応する。 MnO_4^- 中のマンガン原子の酸化数は（ウ）である。



濃度が不明の過酸化水素水 10 mL を三角フラスコにとり、希硫酸で酸性とし、 $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ加えたところ、14 mL 加えた時点で^(a)三角フラスコの溶液の色が変化したので、過不足なく酸化還元反応が終了したと判断した。この結果より、この過酸化水素水中の過酸化水素の濃度は（エ）mol/L であることがわかる。この酸化還元滴定において、過酸化水素は式(2)のように反応しており、この酸化還元反応の化学反応式は式(3)である。



シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ （式量 126）の結晶 0.756 g を水に溶かして、100 mL にした。この水溶液 10 mL を三角フラスコにとり、希硫酸を加えて温めたのち、濃度が不明の過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ加えたところ、20 mL 加えた時点で過不足なく酸化還元反応が終了した。この結果より、この過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は（オ）mol/L であることがわかる。この酸化還元滴定において、シュウ酸は式(4)のように反応しており、この酸化還元反応の化学反応式は式(5)である。



設問 1. (ア) ~ (ウ) に入る語句と数値の組み合わせとして、最も適切なのは である。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	酸化	還元	-7
②	還元	酸化	-7
③	酸化	還元	-4
④	還元	酸化	-4
⑤	酸化	還元	+4
⑥	還元	酸化	+4
⑦	酸化	還元	+7
⑧	還元	酸化	+7

設問 2. 式(1)の に入る数値は , に入る数値は である。ただし、係数が必要ない場合は、1をマークしなさい。

設問 3. 下線部(a)のとき、三角フラスコの溶液は無色から に変化する。

- ① 緑色 ② 赤紫色 ③ 黄色 ④ 深青色 ⑤ 白色

設問 4. 式(3)の に入る数値は , に入る数値は である。ただし、係数が必要ない場合は、1をマークしなさい。

設問 5. (エ) に入る数値は , $\times 10^{-2}$ である。

設問 6. 式(5)の に入る数値は , に入る数値は である。ただし、係数が必要ない場合は、1をマークしなさい。

設問 7. (オ) に入る数値は , $\times 10^{-2}$ である。

[問題2] 次の文章を読み、以下の設問1～7中の空欄 (13) ～ (22) にあてはまる適切な選択肢を、対応する解答欄にマークしなさい。

一般に、周期表では、1, 2族と13～18族の元素を(ア)、3～12族の元素を(イ)という。一般に、同じ周期の元素では、周期表の左側にある元素ほど(ウ)が強く、貴ガス(希ガス)を除いて右側にある元素ほど(エ)が強い。陽性が強い元素の酸化物の多くは、水と反応して(オ)を生じるため、その水溶液は(オ)性を示す。一方、陰性が強い元素の酸化物の多くは、水と反応して(カ)を生じるため、その水溶液は(カ)性を示す。また、アルカリ金属元素やアルカリ土類金属元素の単体は、(キ)作用が大きく、ハロゲン元素の単体は、(ク)作用が大きい。貴ガスは、単原子分子として空気中にわずかに存在し、それらの沸点は非常に(ケ)。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																ハロゲン元素 貴ガス元素	
2	アルカリ金属元素 アルカリ土類																	
3													Al					
4													Ga	Ge				
5		3～12族の元素											In	Sn	Sb			
6													Tl	Pb	Bi	Po		
7													Nh	Fl	Mc	Lv		

設問1. (ア)～(エ)に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは (13) である。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
①	典型元素	遷移元素	陽性	陰性
②	典型元素	遷移元素	陰性	陽性
③	遷移元素	典型元素	陽性	陰性
④	遷移元素	典型元素	陰性	陽性

設問2. (オ)～(ケ)に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは (14) である。

	(オ)	(カ)	(キ)	(ク)	(ケ)
①	酸	塩基	酸化	還元	高い
②	酸	塩基	酸化	還元	低い
③	酸	塩基	還元	酸化	高い
④	酸	塩基	還元	酸化	低い
⑤	塩基	酸	酸化	還元	高い
⑥	塩基	酸	酸化	還元	低い
⑦	塩基	酸	還元	酸化	高い
⑧	塩基	酸	還元	酸化	低い

設問 3. 第 3 周期の 14 族元素は , 第 4 周期の 17 族元素は である。

- ① 炭素 ② ケイ素 ③ ホウ素 ④ リン ⑤ ベリリウム
⑥ 酸素 ⑦ フッ素 ⑧ 塩素 ⑨ 臭素

設問 4. 第 3 周期の 16 族元素の原子の電子配置は である。

	K 殻	L 殻	M 殻	N 殻
①	2	5		
②	2	6		
③	2	7		
④	2	8	5	
⑤	2	8	6	
⑥	2	8	7	
⑦	2	8	18	5
⑧	2	8	18	6
⑨	2	8	18	7

設問 5. 以下の記述のうち、正しいのは と である。

- ① 13 族元素は、全て金属元素である。
② 16 族元素の原子は、2 価の陽イオンになりやすい。
③ 17 族元素の単体は、いずれも 2 原子分子である。
④ 18 族元素の単体は、反応性に乏しい。

設問 6. 以下の原子のうち、イオン化エネルギー（第一イオン化エネルギー）が最大なのは , 最小なのは である。

- ① C ② F ③ He ④ Na ⑤ P

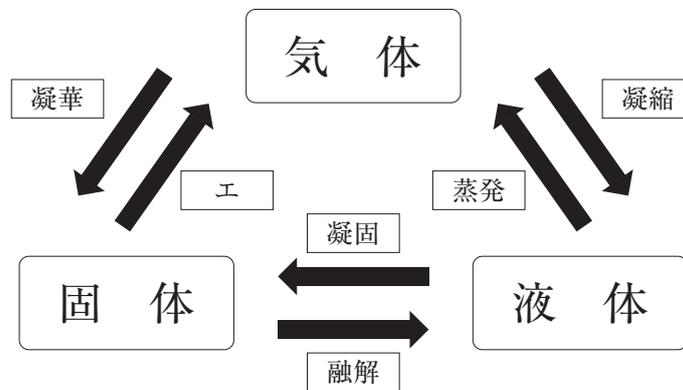
設問 7. 原子が電子 1 個を取り込んで、1 価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーを という。

- ① 起電力 ② 結合エネルギー ③ 静電気力（クーロン力）
④ 電気陰性度 ⑤ 電子親和力 ⑥ ファンデルワールス力

[問題3] 次の文章を読み、以下の設問1～5中の空欄 (23) ～ (29) にあてはまる適切な選択肢を、対応する解答欄にマークしなさい。

物質には、固体・液体・気体という3つの状態があり、これらを物質の三態という。一般に、温度や圧力を変化させると、物質の状態は三態の間で変化する。また、物質の状態は、粒子自体が散らばろうとする性質の熱運動と、集合しようとする粒子間の引力との大小関係によって決まる。

蒸発とは、液体の表面で絶えず生じているものであり、温度が上がると分子の熱運動は激しさを増し、蒸発する分子が (ア) する。したがって、液体が密封容器に入っている場合、気相の分子の密度は増大する。気体分子の中には液面に衝突して液体内に入るものもあるが、この衝突回数は圧力に比例する。単位時間内に液体から気体に飛び出す分子と、気体から液体に戻る分子の数が等しいとき、見かけ上、状態の変化は見られなくなる。この時の気体の圧力が (イ) であり、(イ) が外気圧に等しくなると、蒸発は急激に活発になり、液体の表面からだけではなく内部からも蒸発が起こる。これが (ウ) である。



一定の圧力のもとで固体を加熱すると、ある温度で融けて液体になる。融点は、この融解が起こる温度であり、固体 1 mol が融解するときに吸収される熱エネルギーの量を融解熱という。また、液体 1 mol が気体になるときに吸収する熱エネルギー量を蒸発熱といい、液体の温度を上げて沸点に達すると、液体内部からも蒸発が起こるようになる。また、ドライアイスやヨウ素は、常温、常圧のもとで気体になりやすく、このような固体が気体になる変化を (エ) という。

設問 1. (ア) ～ (エ) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは (23) である。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
①	増加	浸透圧	沸騰	昇華
②	増加	浸透圧	昇華	沸騰
③	増加	飽和蒸気圧	沸騰	昇華
④	増加	飽和蒸気圧	昇華	沸騰
⑤	減少	浸透圧	沸騰	昇華
⑥	減少	浸透圧	昇華	沸騰
⑦	減少	飽和蒸気圧	沸騰	昇華
⑧	減少	飽和蒸気圧	昇華	沸騰

設問 2. 物質の状態に関する記述として、正しいのは と である。

- ① 凝固熱は、一般的に融解熱より大きい。
- ② 純物質の凝固点と融点は、同じ温度である。
- ③ 水が沸騰している間、水の温度は上昇し続けている。
- ④ 液体を冷却していくと、凝固点以下になってもすぐに凝固しないことがある。
- ⑤ 温度が一定のとき、一定量の気体の体積は圧力に比例する。
- ⑥ 圧力が一定のとき、一定量の気体の体積は温度を上げると、小さくなる。

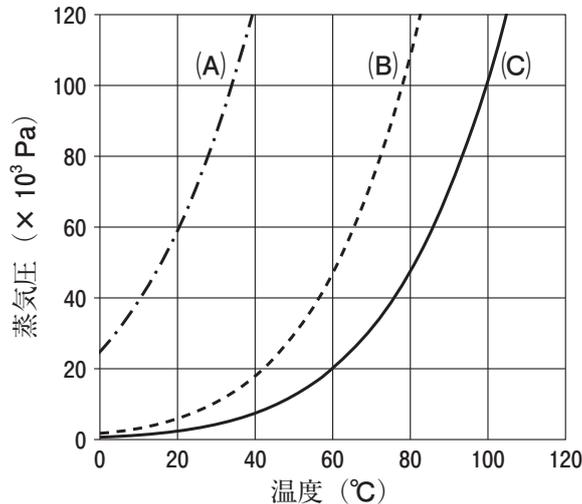
設問 3. 容積 8.0 L の密封容器に、 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の窒素 12.0 L と $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の水素 5.6 L を注入した。温度を一定に保っているとき、この混合気体の全圧は Pa である。ただし、窒素と水素は反応しないものとする。

- ① 7.0×10^4 ② 9.0×10^4 ③ 1.6×10^5 ④ 2.1×10^5
- ⑤ 3.7×10^5 ⑥ 4.5×10^5 ⑦ 5.0×10^5 ⑧ 8.8×10^5

設問 4. 27°C 、 $5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下において、20 g の気体 X の体積は 4.98 L であった。この気体 X の分子量は である。ただし、気体 X は理想気体とし、気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。

- ① 2 ② 4 ③ 12 ④ 15
- ⑤ 20 ⑥ 30 ⑦ 50 ⑧ 100

設問 5. 下図の(A)、(B)および(C)は、それぞれ物質 A、B および C の蒸気圧曲線を示している。このグラフから判断して、正しい記述は と である。



- ① 一定の温度のもとで、最も蒸発しやすいのは、物質 A である。
- ② 一定の温度のもとで、最も分子間力が大きいのは、物質 A である。
- ③ 一定の外圧のもとで、最も沸点が高いのは、物質 A である。
- ④ 物質 B を 60°C で沸騰させるためには、外圧を約 $20 \times 10^3 \text{ Pa}$ にすればよい。
- ⑤ $100 \times 10^3 \text{ Pa}$ において、 40°C 以下で沸騰するのは物質 A と B である。
- ⑥ 富士山の山頂 (約 $63 \times 10^3 \text{ Pa}$) において、物質 C は約 90°C で沸騰する。

[問題4] 次の文章を読み、以下の設問1～5中の空欄(30)～(36)にあてはまる適切な選択肢または数値を、対応する解答欄にマークしなさい。ただし、すべての水溶液の比熱は $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、密度は $1.0 \text{ g}/\text{cm}^3$ とし、固体の水酸化ナトリウムの溶解や中和反応で発生した熱は、すべて水溶液の温度を上昇させるのに使われたものとする。また、原子量は $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{O} = 16$ 、 $\text{Na} = 23$ とする。

反応の最初と最後の状態が定まれば、反応の経路にかかわらず、出入りする熱量の総和は一定になる。これを(ア)という。例えば、(I)固体の水酸化ナトリウム NaOH を水に溶解したあと、塩酸を加えて中和させ、塩化ナトリウム NaCl 水溶液を生じさせる経路と、(II)塩酸に、直接固体の NaOH を加えて反応させて NaCl 水溶液を生じさせる経路において、二つの経路(I)と(II)で発生する熱量は同じであることを、下記の実験(1)と(2)によって確かめることができる。

実験(1): (a)ある断熱容器に 20.0°C の水 96 mL を入れ、そこに固体の $\text{NaOH } 4.0 \text{ g}$ を加え、すばやく溶解させたところ、 100 g の水溶液ができ、その温度は 30.5°C まで上昇した。このことから、ここで発生した熱量は(イ) kJ と求めることができた。次に、この水溶液に同じ温度 30.5°C の 1.0 mol/L 塩酸 100 mL をすばやく加えて、過不足なく中和したところ、再び温度が上昇して 37.2°C になった。このことから、この中和反応で発生した熱量は(ウ) kJ と求めることができた。したがって、この2段階経路全体で発生した熱量は 10.0 kJ と求めることができた。

実験(2): 実験(1)と同じ材質で同じ容積の別の断熱容器に 20.0°C の 0.51 mol/L 塩酸 196 mL を入れ、そこに固体の $\text{NaOH } 4.0 \text{ g}$ を加え、すばやく溶解させ、過不足なく中和したところ、 200 g の水溶液ができ、その水溶液の温度は(エ) $^\circ\text{C}$ にまで上昇した。したがって、この経路で発生した熱量も 10.0 kJ と求めることができ、実験(1)で求めた2段階経路で発生した熱量の和と等しくなった。

設問 1. (ア)に入る語句として、最も適切なのは(30)である。

- | | | |
|------------|-------------|---------------|
| ① アボガドロの法則 | ② 質量保存の法則 | ③ ファラデーの法則 |
| ④ 定比例の法則 | ⑤ 倍数比例の法則 | ⑥ ドルトンの法則 |
| ⑦ ヘスの法則 | ⑧ ルシャトリエの原理 | ⑨ ボイル・シャルルの法則 |

設問 2. 下線部(a)において発生した熱は、水に溶けたナトリウムイオンと水酸化物イオンが溶媒である水と結びついて安定化することに起因している。この現象を表す用語として、最も適切なのは(31)である。

- | | | | | |
|------|---------|------|------|------|
| ① 錯塩 | ② イオン結合 | ③ 水和 | ④ 電解 | ⑤ 風解 |
|------|---------|------|------|------|

設問 3. (イ)に入る数値は(32). (33)である。

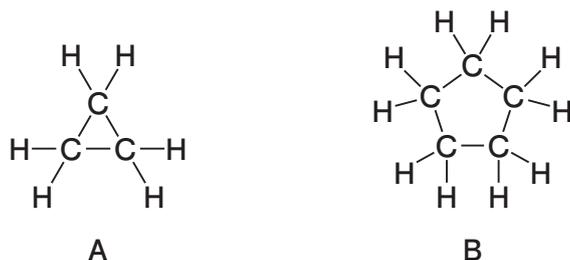
設問 4. (ウ)に入る数値は(34). (35)である。

設問 5. (エ)に入る数値に、最も近いのは(36)である。

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| ① 24 | ② 32 | ③ 37 | ④ 44 | ⑤ 52 |
|------|------|------|------|------|

[問題5] 次の文章を読み、以下の設問1～7中の空欄 (37) ～ (47) にあてはまる適切な選択肢または数値を、対応する解答欄にマークしなさい。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $Br = 80$ とする。

シクロアルカンの一般式は (ア) と表され、 $n = 3$ のシクロアルカン **A** は (イ), $n = 5$ のシクロアルカン **B** は (ウ) である。(イ) は反応性に富み、環が開く反応が起こりやすい。一方、(ウ) は化学的に安定であり、その性質は炭素数が等しいアルカンに似ている。



アルケン的一般式は (エ) と表され、(オ) 反応を起こしやすい。(a) エチレン は、常温で臭素 Br_2 と容易に反応して、(カ) が生成する。また、 $n = 4$ 以上のアルケンには、シス-トランス異性体 (幾何異性体) が存在する。

アルキン的一般式は $C_nH_{2n-2} (n \geq 2)$ と表され、(オ) 反応を起こしやすい。硫酸水銀(II) を触媒として、アセチレンに水を反応させると、(b) ビニルアルコール を経て、その異性体である (キ) が生成する。

設問 1. (ア) に入る一般式は (37), (エ) に入る一般式は (38) である。

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| ① $C_nH_{2n} (n \geq 2)$ | ② $C_nH_{2n} (n \geq 3)$ |
| ③ $C_nH_{2n+2} (n \geq 2)$ | ④ $C_nH_{2n+2} (n \geq 3)$ |

設問 2. (イ) に入る名称は (39), (ウ) に入る名称は (40) である。

- | | |
|-----------|-----------|
| ① シクロブタン | ② シクロプロパン |
| ③ シクロヘキサン | ④ シクロペンタン |

設問 3. (オ) ~ (キ) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは (41) である。

	(オ)	(カ)	(キ)
①	付加	1,1-ジブロモエタン	アセトアルデヒド
②	付加	1,1-ジブロモエタン	ホルムアルデヒド
③	付加	1,2-ジブロモエタン	アセトアルデヒド
④	付加	1,2-ジブロモエタン	ホルムアルデヒド
⑤	置換	1,1-ジブロモエタン	アセトアルデヒド
⑥	置換	1,1-ジブロモエタン	ホルムアルデヒド
⑦	置換	1,2-ジブロモエタン	アセトアルデヒド
⑧	置換	1,2-ジブロモエタン	ホルムアルデヒド

設問 4. シクロアルカン A と分子式が同じアルケンに塩化水素 HCl を付加させると、(42) 種類の生成物が得られる。

設問 5. シクロアルカン B と分子式が同じアルケンには、(43) 個の異性体がある。白金 Pt 触媒を用いて、これら全ての異性体を水素 H₂ と完全に反応させると、(44) 種類のアルカンが得られる。ただし、シス-トランス異性体（幾何異性体）は区別し、別々に数えるものとする。

設問 6. 下線部(a)の反応において、5.6 g のエチレンには、臭素 Br₂ が最大で (45) (46) g 反応できる。

設問 7. 下線部(b)のビニルアルコールの分子式は (47) である。

- | | | | |
|-----------------------------------|--|-----------------------------------|--|
| ① C ₂ H ₂ O | ② C ₂ H ₂ O ₂ | ③ C ₂ H ₃ O | ④ C ₂ H ₃ O ₂ |
| ⑤ C ₂ H ₄ O | ⑥ C ₂ H ₄ O ₂ | ⑦ C ₂ H ₅ O | ⑧ C ₂ H ₅ O ₂ |