

[問題 1] 次の文章を読み、以下の設問 1～7 中の空欄 (1) ～ (12) 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。

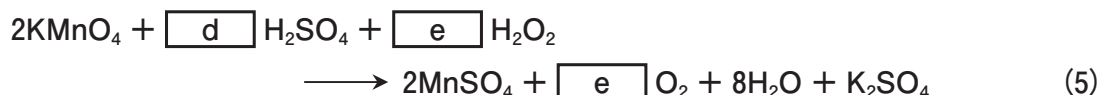
硫酸酸性の過酸化水素 H_2O_2 水にヨウ化カリウム KI 水溶液を加えると、酸化還元反応が起こり、それぞれの反応は式(1)と式(2)のように表される。このとき、過酸化水素は (ア) としてはたらき、一方、ヨウ化カリウムは (イ) としてはたらく。



硫酸酸性の過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液に過酸化水素 H_2O_2 水を加えると、酸化還元反応が起こり、それぞれの反応は式(3)と式(4)のように表される。このとき、過マンガン酸カリウムは (ウ) としてはたらき、一方、過酸化水素は (エ) としてはたらく。



この酸化還元反応を表す化学反応式は、式(5)のようになる。



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 (1) である。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
①	酸化剤	還元剤	酸化剤	還元剤
②	酸化剤	還元剤	還元剤	酸化剤
③	還元剤	酸化剤	酸化剤	還元剤
④	還元剤	酸化剤	還元剤	酸化剤

設問 2. 式(1)の $\boxed{\text{a}}$ に入る数値は (2) である。

設問 3. 式(1)において、過酸化水素の酸素原子の酸化数は (3) から (4) に変化する。

- ① -4 ② -3 ③ -2 ④ -1 ⑤ 0
 ⑥ +1 ⑦ +2 ⑧ +3 ⑨ +4

設問 4. 式(3)の に入る数値は , に入る数値は である。

設問 5. 式(3)において, 過マンガン酸カリウムのマンガン原子の酸化数は から に変化する。

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| ① +1 | ② +2 | ③ +3 | ④ +4 | ⑤ +5 |
| ⑥ +6 | ⑦ +7 | ⑧ +8 | ⑨ +9 | |

設問 6. 式(5)の に入る数値は , に入る数値は である。

設問 7. 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液に, 2.0 mol/L の過酸化水素水 600 mL を加えたところ, 全ての過酸化水素が反応し, 過酸化水素は完全に消失した。このときに発生した酸素 O_2 の物質量は, . mol である。

[問題2] 次の文章を読み、以下の設問1～6中の空欄 (13) ～ (24) 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。

水分子に存在する2本のO—H結合は、O原子とH原子それぞれが、互いに（ア）を1個ずつ出し合って新たな化学結合を形成する。このような2個の原子間で電子の対を作って形成される化学結合を共有結合と呼ぶ。水分子中のO原子は（イ）原子と同じ電子配置をとり、H原子は（ウ）原子と同じ電子配置をとる。（イ）や（ウ）は貴ガス（希ガス）とよばれる。水分子のO原子は（エ）を有し、これを水素イオンに提供することにより共有結合を形成して、(a)オキソニウムイオンとなる。このようにしてできる共有結合を（オ）と呼ぶ。

水分子のO—H結合は、異なる2つの原子により共有結合を形成している。異なる原子間で形成される共有結合においては、電子対がいずれか一方の原子にかたよっている。水分子のO—H結合の場合、電子対を引き寄せている方の（カ）原子はわずかに負の電荷をもち、もう一方の（キ）原子はわずかに正の電荷をもつ。このように、結合に電荷のかたよりのあることを「結合に極性がある」という。(b)ただし、異なる原子間に極性があっても、分子の形によっては、分子全体で極性を打ち消しあって極性を示さない分子もある。原子が共有電子対を引き寄せる強さを相対的な数値で表したものを（ク）といい、貴ガス（希ガス）原子を除いて（ケ）原子で最大となる。

設問 1. （ア）に入るのは (13) , （エ）に入るのは (14) , （オ）に入るのは (15) である。

- | | | |
|----------|--------|---------|
| ① 不対電子 | ② 自由電子 | ③ 共有電子対 |
| ④ 非共有電子対 | ⑤ 金属結合 | ⑥ イオン結合 |
| ⑦ 配位結合 | ⑧ 水素結合 | |

設問 2. （イ）に入るのは (16) , （ウ）に入るのは (17) である。

- | | | |
|------|------|------|
| ① Ar | ② Kr | ③ He |
| ④ Ne | ⑤ Xe | |

設問 3. （カ）に入るのは (18) , （キ）に入るのは (19) , （ケ）に入るのは (20) である。

- | | | |
|------|------|-----|
| ① H | ② Li | ③ C |
| ④ N | ⑤ O | ⑥ F |
| ⑦ Cl | ⑧ K | |

設問 4. (ク) に入る最も適切な語句は (21) である。

- | | | |
|-------------|----------------|----------|
| ① 起電力 | ② 結合エネルギー | ③ エントロピー |
| ④ イオン化エネルギー | ⑤ 電気陰性度 | ⑥ 電子親和力 |
| ⑦ 分子間力 | ⑧ 静電気力 (クーロン力) | |

設問 5. 下線部 (a) のオキソニウムイオンの形は (22) である。

- | | | |
|---------|--------|--------|
| ① 直線型 | ② 折れ線型 | ③ 三角錐型 |
| ④ 正四面体型 | | |

設問 6. 下線部 (b) のように、原子間に極性があるが、分子全体では極性を示さない分子は (23) と (24) である。

- | | | |
|------------------|------------------------|-----------------|
| ① CCl_4 | ② NH_3 | ③ HF |
| ④ H_2 | ⑤ H_2O | ⑥ CO_2 |

[問題3] 次の文章を読み、以下の設問1～7中の空欄 (25) ～ (33) 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、気体は理想気体としてふるまうものとし、原子量は、**C = 12**, **N = 14**, **O = 16** とする。

物質量が一定の気体について、気体の体積 V [L] は、圧力 P [Pa] に (ア) し、絶対温度 T [K] に (イ) する。この関係を (ウ) とよび、式(1)のように表す。

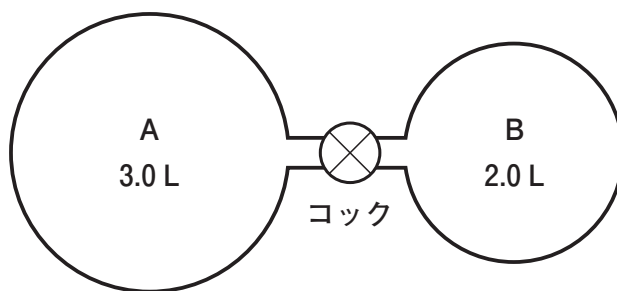
$$\frac{PV}{T} = k \quad (k \text{ は定数}) \quad (1)$$

0℃, 1.013×10^5 Pa (標準状態) における気体 1 mol の体積は、気体の種類によらず 22.4 L である。この条件で、式(1)の k の値を求めると、式(2)のようになる。

$$k = \frac{1.013 \times 10^5 \times 22.4}{273} = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \quad (2)$$

式(2)で得られた k の値は、気体の種類によらず一定であり、気体定数とよばれ、記号 R で表される。

以下の図のように、3.0 L の容器 A と 2.0 L の容器 B はコックでつながっている。(a) コックを閉めたまま、容器 A には窒素を 4.2 g、容器 B には二酸化炭素を 11 g 入れて、温度を 27℃ に保って十分な時間放置した。(b) 次に、温度を 27℃ に保ちながら、コックを開き 2 つの気体を混合し十分な時間放置した。



設問 1. (ア) と (イ) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは (25) である。

	(ア)	(イ)
①	比例	比例
②	比例	反比例
③	反比例	比例
④	反比例	反比例

設問 2. (ウ) に入るのは (26) である。

- | | |
|---------------|--------------|
| ① アボガドロの法則 | ② ドルトンの分圧の法則 |
| ③ ヘスの法則 | ④ ルシャトリエの原理 |
| ⑤ ボイル・シャルルの法則 | ⑥ ヘンリーの法則 |

設問 3. 下線部(a)で加えた窒素の物質量は (27) であり, 二酸化炭素の物質量は (28) である。

- | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| ① $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ | ② $1.5 \times 10^{-2} \text{ mol}$ | ③ $2.5 \times 10^{-2} \text{ mol}$ |
| ④ $4.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ | ⑤ $5.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ | ⑥ $1.5 \times 10^{-1} \text{ mol}$ |
| ⑦ $2.5 \times 10^{-1} \text{ mol}$ | ⑧ $4.0 \times 10^{-1} \text{ mol}$ | |

設問 4. 下線部(a)の状態, 容器A内の圧力と容器B内の圧力の組み合わせとして, 最も適切なものは (29) である。

	容器A内の圧力	容器B内の圧力
①	$1.2 \times 10^4 \text{ Pa}$	$4.2 \times 10^4 \text{ Pa}$
②	$1.2 \times 10^4 \text{ Pa}$	$2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$
③	$1.2 \times 10^4 \text{ Pa}$	$3.1 \times 10^5 \text{ Pa}$
④	$2.5 \times 10^4 \text{ Pa}$	$4.2 \times 10^4 \text{ Pa}$
⑤	$2.5 \times 10^4 \text{ Pa}$	$2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$
⑥	$2.5 \times 10^4 \text{ Pa}$	$3.1 \times 10^5 \text{ Pa}$
⑦	$1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$	$4.2 \times 10^4 \text{ Pa}$
⑧	$1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$	$2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$
⑨	$1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$	$3.1 \times 10^5 \text{ Pa}$

設問 5. 下線部(b)の状態, 窒素の分圧は (30) である。

- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ① $1.1 \times 10^3 \text{ Pa}$ | ② $3.7 \times 10^3 \text{ Pa}$ | ③ $7.5 \times 10^3 \text{ Pa}$ |
| ④ $1.1 \times 10^4 \text{ Pa}$ | ⑤ $3.7 \times 10^4 \text{ Pa}$ | ⑥ $7.5 \times 10^4 \text{ Pa}$ |
| ⑦ $1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$ | ⑧ $3.7 \times 10^5 \text{ Pa}$ | ⑨ $7.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ |

設問 6. 下線部(b)の状態, 混合気体の全圧は (31) である。

- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ① $1.4 \times 10^3 \text{ Pa}$ | ② $2.0 \times 10^3 \text{ Pa}$ | ③ $3.2 \times 10^3 \text{ Pa}$ |
| ④ $1.4 \times 10^4 \text{ Pa}$ | ⑤ $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ | ⑥ $3.2 \times 10^4 \text{ Pa}$ |
| ⑦ $1.4 \times 10^5 \text{ Pa}$ | ⑧ $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ | ⑨ $3.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ |

設問 7. 下線部(b)の混合気体の平均分子量は (32) (33) である。

[問題 4] 次の文章を読み、以下の設問 1 ～ 5 中の空欄 (34) ～ (40) 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。

2 種類の反応物 A と B から一段階反応で生成物 C ができる反応について、反応温度、A の濃度 [A]、B の濃度 [B] を変化させ、反応の初期段階における C の生成速度を測定した。その結果を、下表にまとめた。

反応温度 〔℃〕	A の濃度 [A] 〔mol/L〕	B の濃度 [B] 〔mol/L〕	C の生成速度 〔mol/(L・s)〕
25	0.10	0.10	2.0×10^{-3}
	0.20	0.10	4.0×10^{-3}
	0.20	0.20	1.6×10^{-2}
37	0.20	0.10	8.0×10^{-3}
	0.60	0.20	(ア)

C の生成速度を v とすると、 $v = k[A][B]^n$ の形で表され、比例定数 k は反応速度定数（速度定数）という。表から、 $v = k[A][B]^n$ の n の値は (イ) であることが分かる。また、A と B の濃度を変化させずに反応温度を 25℃ から 37℃ にした場合、C の生成速度は (ウ) 倍になる。この反応に、C の生成速度が大きくなる触媒を加えると、(エ) の値が大きくなった。

設問 1. (ア) に入る数値は (34) . (35) $\times 10^{-2}$ である。

設問 2. (イ) に入る数値は (36) である。

設問 3. 25℃ におけるこの反応の反応速度定数 k は (37) . (38) $\text{L}^2/(\text{mol}^2 \cdot \text{s})$ である。

設問 4. (ウ) に入る数値は (39) である。

設問 5. (エ) に入る語句として、最も適切なのは (40) である。

- | | |
|--------------|-------------|
| ① 反応速度定数 k | ② 活性化エネルギー |
| ③ A の濃度 [A] | ④ B の濃度 [B] |

次のページに続く

[問題5] 次の文章を読み、以下の設問1～7中の空欄(41)～(48)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 $H = 1.0$, $C = 12$ とする。

アセチレンやエチレンは、不飽和炭化水素である。(ア)は二重結合をもち、全ての原子が同一平面上に位置するのに対して、(イ)は三重結合をもち、全ての原子が一直線上に位置する。また、芳香族炭化水素であるベンゼンは全ての原子が(ウ)にあり、炭素原子間の距離はいずれも等しい。アセチレン、エチレン、ベンゼンの炭素原子間の距離を比べると、炭素原子間の距離は長い方から(エ)の順になる。

アセチレンやエチレンのような不飽和炭化水素の不飽和結合は、付加反応を起こしやすい。1.0 mol の鎖式不飽和炭化水素A(環構造をもたない不飽和炭化水素)に、白金触媒を用いて、水素 H_2 を十分に付加させると、(オ)が得られた。そのとき、1.0 mol の鎖式不飽和炭化水素Aには、水素 H_2 が1.0 mol 付加したので、鎖式不飽和炭化水素Aは(カ)と推測できた。さらに、140 g の鎖式不飽和炭化水素Aには、臭素 Br_2 が2.0 mol 付加して、化合物Bが得られた。

設問1. (ア)～(ウ)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。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	アセチレン	エチレン	同一平面上
②	アセチレン	エチレン	一直線上
③	エチレン	アセチレン	同一平面上
④	エチレン	アセチレン	一直線上

設問2. (エ)に入る順番として、最も適切なのは(42)である。

- ① アセチレン > エチレン > ベンゼン
- ② アセチレン > ベンゼン > エチレン
- ③ エチレン > アセチレン > ベンゼン
- ④ エチレン > ベンゼン > アセチレン
- ⑤ ベンゼン > アセチレン > エチレン
- ⑥ ベンゼン > エチレン > アセチレン

設問3. (オ)に入る語句として、最も適切なのは(43)である。

- ① アルカン
- ② アルキン
- ③ アルケン

設問 4. (カ) に入る語句として、最も適切なのは (44) である。

① アルカン

② アルキン

③ アルケン

設問 5. 鎖式不飽和炭化水素 A の分子量は (45) (46) である。

設問 6. 化合物 B の分子式は (47) である。

① $\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_4$

② $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$

③ $\text{C}_3\text{H}_4\text{Br}_4$

④ $\text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2$

⑤ $\text{C}_4\text{H}_6\text{Br}_4$

⑥ $\text{C}_4\text{H}_8\text{Br}_2$

⑦ $\text{C}_5\text{H}_8\text{Br}_4$

⑧ $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{Br}_2$

設問 7. シス-トランス異性体を区別して別々に数えると、鎖式不飽和炭化水素 A と考えられる化合物は (48) 種類である。