

## ◇ 化 学

化 4-1～化 4-13 まで 13 ページあります。

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H=1.0 O=16 S=32

気体定数は  $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$  とする。

第1問 次の問い（問1～6）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

問1 スクロースと酸化銅(II)の混合物をおだやかに加熱し、発生した気体を石灰水に導いた下図について、後のa、bに答えよ。

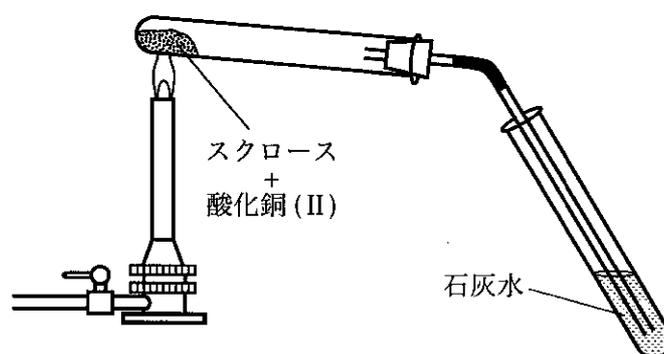


図1 実験装置

a 試験管の口の所にたまった液体を、硫酸銅(II)無水物に付けた。このときの色の変化と検出した元素の組み合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

	色の変化	検出した元素
①	白色 → 青色	炭素
②	青色 → 白色	炭素
③	白色 → 青色	水素
④	青色 → 白色	水素
⑤	白色 → 青色	酸素
⑥	青色 → 白色	酸素

b 石灰水の色の変化と検出した元素の組み合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 2

	色の変化	検出した元素
①	無色透明 → 褐色	炭素
②	無色透明 → 白色	炭素
③	無色透明 → 褐色	水素
④	無色透明 → 白色	水素
⑤	無色透明 → 褐色	酸素
⑥	無色透明 → 白色	酸素

問 2 次の 2 種類の物質の組み合わせのうち、互いに同素体の関係にあるものとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 3

- |            |               |
|------------|---------------|
| ① 水と過酸化水素  | ② 一酸化窒素と二酸化窒素 |
| ③ 銀と水銀     | ④ 酸素とオゾン      |
| ⑤ ヘリウムとネオン | ⑥ 水と氷         |

問 3 次の原子に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 4

- ① N 殻と M 殻の最大収容電子数は M 殻の方が少ない。
- ② 同じ元素の原子でも、陽子数が異なるものがある。
- ③ 原子中の中性子数と陽子数は等しい。
- ④ 貴(希)ガス原子の価電子数は 2 個か 8 個である。
- ⑤ 原子核の大きさは、原子の大きさの 100 分の 1 程度の大きさである。

問 4 次の物質の中で、電子親和力が最大になる元素として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 5

- |      |      |      |
|------|------|------|
| ① Al | ② Mg | ③ Ar |
| ④ Cl | ⑤ Na | ⑥ S  |

問 5 次の分子の中で、非共有電子対の数が最大になる分子として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- |         |        |        |
|---------|--------|--------|
| ① 水     | ② 窒素   | ③ 塩化水素 |
| ④ アンモニア | ⑤ 硫化水素 | ⑥ 酸素   |

問 6 次の物質の中で、結晶中にイオン結合を含む物質として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- |          |          |            |
|----------|----------|------------|
| ① 二酸化ケイ素 | ② 氷      | ③ 水酸化ナトリウム |
| ④ 白金     | ⑤ ダイヤモンド |            |

第2問 次の問い（問1～5）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

問1 原子の質量は非常に小さいため、そのままでは扱うのに不便である。そこで、ある原子を基準に相対的に表している。基準とした原子(同位体)として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ①  $^1\text{H}$       ②  $^{12}\text{C}$       ③  $^{16}\text{O}$       ④  $^{28}\text{Si}$       ⑤  $^{197}\text{Au}$

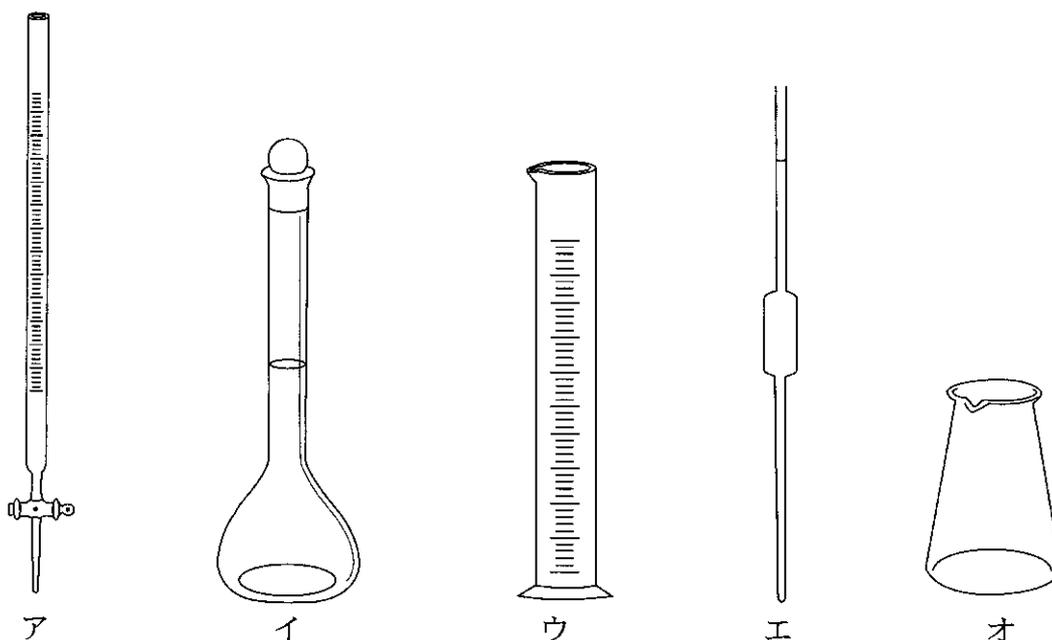
問2 原子量48の金属Mの酸化物8.0 gを完全に還元し、金属M 4.8 gを得た。この金属Mの元素記号をMで表すとき、酸化物の組成式として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ①  $\text{M}_2\text{O}$       ②  $\text{MO}$       ③  $\text{M}_2\text{O}_3$       ④  $\text{MO}_2$       ⑤  $\text{M}_2\text{O}_5$

問 3 次の文を読んで、後の a～c に答えよ。

標準状態で 1.12 L の気体のアンモニアを 0.10 mol/L の希硫酸 500 mL に吸収させた。この希硫酸 50 mL を、<sup>(1)</sup>器具 A を用いて正確にはかり取りコニカルビーカーに入れた。指示薬を加えた後、<sup>(2)</sup>器具 B を用いて 0.40 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。

a 下線部の実験器具を表わす図の組み合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 10



	(1)	(2)
①	エ	ア
②	エ	イ
③	ウ	ア
④	ウ	オ
⑤	ア	イ
⑥	ア	エ

b 指示薬にメチルオレンジ(変色域 pH3.1~4.4)を用いて滴定を行った場合、指示薬の色の変化が見られるまでに要した水酸化ナトリウム水溶液の体積として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、アンモニアを吸収しても希硫酸の体積に変化はないものとする。  mL

- ① 1.25            ② 2.50            ③ 6.25            ④ 12.5            ⑤ 25.0

c 指示薬にフェノールフタレイン(変色域 pH8.0~9.8)を用いて滴定を行った場合、滴定に用いる水酸化ナトリウム水溶液の体積のメチルオレンジを用いたときの体積(設問 b)に対する比率として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 0.33 倍            ② 0.50 倍            ③ 1.0 倍            ④ 2.0 倍            ⑤ 3.0 倍

問 4 次の下線を引いた原子の酸化数の変化が最大になる反応として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ①  $2\text{KMnO}_4 + 6\text{KI} + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{MnO}_2 + 3\text{I}_2 + 8\text{KOH}$   
 ②  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KOH} \longrightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
 ③  $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 ④  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$   
 ⑤  $(\text{COOH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

問 5 金属 A~D について、次の記述ア~エの結果を得た。金属のイオン化傾向の正しい順序として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ア. A のイオンを含む水溶液に、B を浸すと B の表面に A が析出した。  
 イ. C と B で電池を作成すると、B が負極になる。  
 ウ. D だけが、常温で水と反応して水素を発生させる。  
 エ. A~D をすべて希塩酸に投入すると A のみが反応しなかった。

- ①  $A > B > C > D$                             ②  $B > C > A > D$   
 ③  $C > B > A > D$                             ④  $C > D > B > A$   
 ⑤  $D > B > C > A$                             ⑥  $D > C > B > A$

第3問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 次の文を読んで、後のa, bに答えよ。

27℃,  $1.0 \times 10^5$  Pa に保ったまま, 断面積が  $1.0 \text{ cm}^2$  の3本のガラス管A, B, Cに水銀を満し, 水銀面から1.0 m 出るようにガラス管を水銀槽に倒立させた。ガラス管内部の水銀面が安定した後, ガラス管BとCにそれぞれ揮発性の液体XとYを下部よりわずかに液体が残るように入れた。

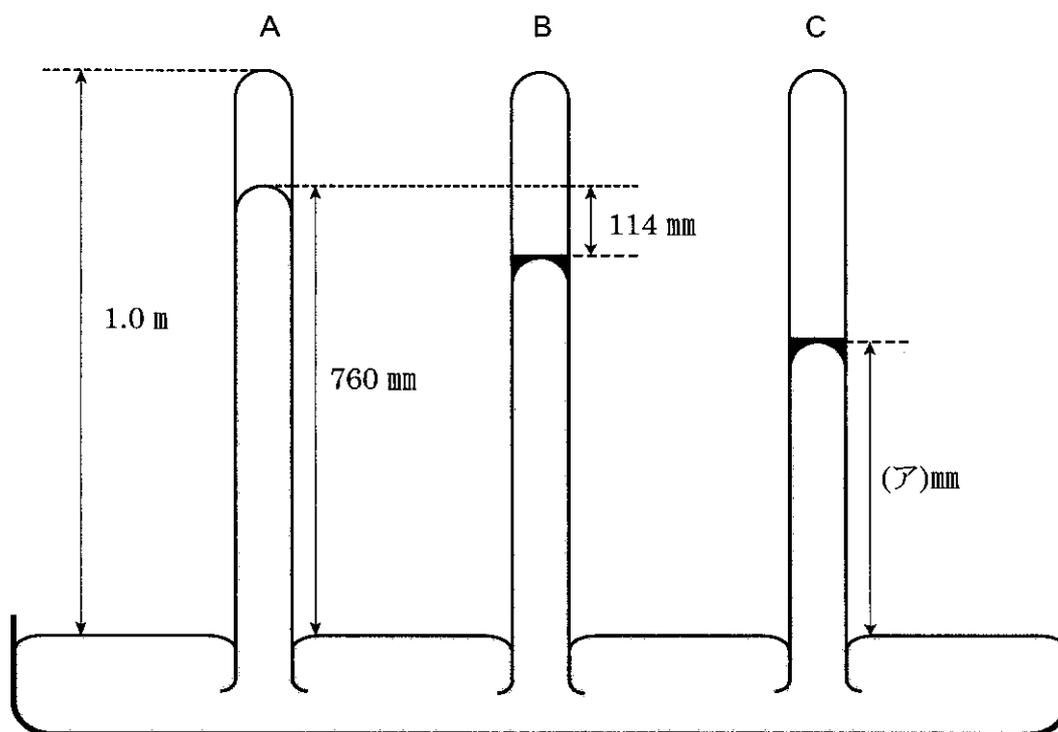


図1 ガラス管と水銀槽

a. ガラス管Bの上部に蒸発している気体Xの物質質量として最も適当なものを, 後の選択肢から一つ選べ。  mol

- ①  $9.60 \times 10^{-5}$                       ②  $2.13 \times 10^{-4}$                       ③  $2.88 \times 10^{-4}$   
 ④  $3.84 \times 10^{-4}$                       ⑤  $5.76 \times 10^{-4}$

b. 気体Yの27℃の飽和蒸気圧は $3.5 \times 10^4$  Paである。図中の(ア)に当てはまる数値として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 16

- ① 266                      ② 350                      ③ 399                      ④ 494                      ⑤ 532

問2 次の文を読んで、後のa, bに答えよ。

$\text{CuSO}_4$ の水に対する溶解度は20℃で20, 60℃で40である。60℃で62.5 gの $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ を水77.5 gに溶かして飽和させた。

a この飽和溶液の質量モル濃度として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

17 mol/kg

- ① 0.16                      ② 0.25                      ③ 1.00                      ④ 1.60                      ⑤ 2.50

b この溶液を20℃に冷却したとき析出する $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の質量として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 18 g

- ① 20.0                      ② 25.8                      ③ 31.3                      ④ 35.2                      ⑤ 47.0

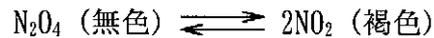
問3 ダニエル電池(-)  $\text{Zn} | \text{ZnSO}_4\text{aq} | \text{CuSO}_4\text{aq} | \text{Cu}$  (+)の電解液の濃度を調節すると、起電力や作動時間が変化する。作動時間が一番長い電解液の組み合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 19

	$\text{ZnSO}_4\text{aq}$	$\text{CuSO}_4\text{aq}$
①	薄い	薄い
②	薄い	濃い
③	濃い	薄い
④	濃い	濃い

問 4 0℃の氷 10 g を加熱して 100℃の水蒸気にするとき、吸収する熱量として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、氷の融解熱を 6.0 kJ/mol、水の蒸発熱を 41 kJ/mol、また、水 1.0 g が 1.0 K あたたまるのに必要な熱を 4.2 J とする。 20 kJ

- ① 4.2            ② 26            ③ 30            ④ 42            ⑤ 52            ⑥ 60

問 5 四酸化二窒素と二酸化窒素は以下のような平衡状態にある。



四酸化二窒素と二酸化窒素の平衡混合気体を、図のように見える注射器に入れ、素早く圧縮した。このとき注射器に見られる変化として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 21

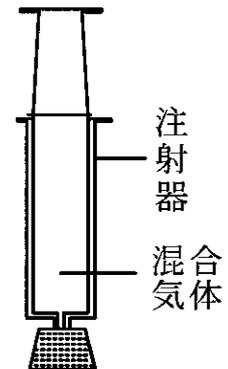


図 2 注射器と混合気体

- ① 圧縮した直後に褐色が薄くなり、そのまま変化しない。  
 ② 圧縮した直後に褐色が濃くなり、そのまま変化しない。  
 ③ 圧縮した直後に褐色が薄くなり、その後、徐々に褐色は薄くなる。  
 ④ 圧縮した直後に褐色が濃くなり、その後、徐々に褐色は薄くなる。

第4問 次の問い(問1~7)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

A

化学反応は反応物質を構成する原子の組み換えであるから、単純に考えれば、物質が反応するためには反応物質の反応に関与する原子間の結合を切断するためのエネルギーが必要不可欠である。ところが、実際には反応はそれよりも  エネルギーで起こることが分かっている。このことは、反応物質がいったん原子に解離してからあらためて原子の組み換えが起こるのではなく、反応はそれとは別の経路を通過して進むことを示している。そこで現在では図に示したように、一般に反応は途中にある  と呼ばれる中間状態Gを経由して進むと考えられるようになってきている。これは反応物質が、ある一定のエネルギー $E_a$ を吸収したとき、一時的につくられるものであり、そのときのエネルギー $E_a$ を正反応の  という。一方、中間状態Gから生成物質がつくられるとき、エネルギー $E_b$ が放出されるが、これは逆反応(生成物質→反応物質)の  でもある。したがって  は $E_a$ と $E_b$ の2つのエネルギーの差 $Q$ として表わされ、もし反応物質が生成物質になるとき、図のように  であれば、その反応は $Q$ が  の値で  反応となる。

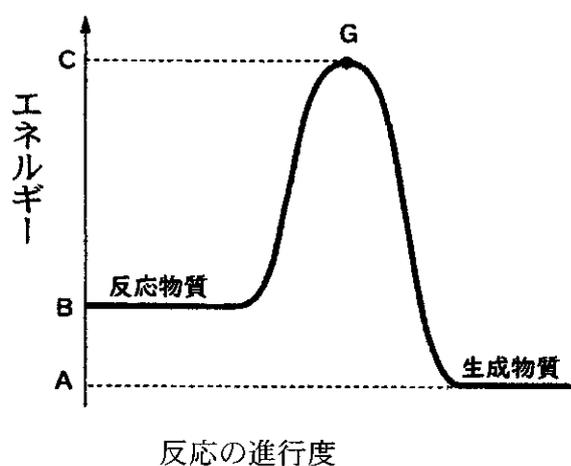


図1 反応の進み方とエネルギー

問 1 文中の ア , イ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 22

	ア	イ
①	高い	励起状態
②	高い	活性化状態
③	低い	励起状態
④	低い	活性化状態

問 2 下線部の中間状態 G に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

23

- ① 状態 G は、反応物質同士が衝突すれば必ず生じる。
- ② 状態 G は、反応物質や生成物質よりもエネルギー的に低く、不安定である。
- ③ 状態 G において、原子同士の結合は、反応物質中の結合や生成物質中の結合よりも強まっている。
- ④ 触媒の有無と無関係に、状態 G は常に同一のエネルギー状態である。
- ⑤ 反応を速める触媒があるとき、状態 G に至るために要するエネルギーは、触媒がないときに比べて減少する。
- ⑥ 反応を速める触媒があるとき、状態 G に至るために要するエネルギーは、触媒がないときに比べて増大する。

問 3 図中の A, B, C はそれぞれ生成物質、反応物質および中間状態 G における物質のエネルギー値である。  $E_a$ ,  $E_b$  および  $Q$  を A, B, C を用いて表わした式の組み合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 24

	$E_a$	$E_b$	$Q$
①	$C - B$	$C - A$	$A - B$
②	$C - B$	$C - A$	$B - A$
③	$C - A$	$C - B$	$A - B$
④	$C - A$	$C - B$	$B - A$

問 4 文中の ウ ~ オ に当てはまる語句および式の組み合わせとして最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 25

	ウ	エ	オ
①	反応熱	活性化エネルギー	$E_a > E_b$
②	反応熱	活性化エネルギー	$E_a < E_b$
③	活性化エネルギー	反応熱	$E_a > E_b$
④	活性化エネルギー	反応熱	$E_a < E_b$

問 5 文中の カ , キ に当てはまる語句の組み合わせとして最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 26

	カ	キ
①	正	発熱
②	正	吸熱
③	負	発熱
④	負	吸熱

B

XとYが反応してZを生じる反応の反応速度（生成速度） $v$ が、一定温度のもとで反応物質の濃度 $[X]$ 、 $[Y]$ によって $v=k[X]^x[Y]^y$ のように表わされるものとする。ここで $k$ は反応速度定数を表わし、また $x$ 、 $y$ は実験的に求まる指数である。この反応の $x$ および $y$ を決めるために、XとYの濃度を変化させたときのZの生成速度を調べたところ（実験1～4）、次の結果を得た。

表1 Zの生成速度とXおよびYの濃度の関係

データ	Xの濃度 [mol/L]	Yの濃度 [mol/L]	Zの生成速度 [mol/(L·s)]
実験1	0.10	0.10	$2.0 \times 10^{-3}$
実験2	0.20	0.10	$4.0 \times 10^{-3}$
実験3	0.10	0.20	$8.0 \times 10^{-3}$
実験4	0.20	0.20	ク

問6 下線部の式の $x$ および $y$ に当てはまる数値の組み合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 27

	$x$	$y$
①	1	2
②	2	1
③	1	3
④	3	1
⑤	2	3
⑥	3	2

問7 表中の ク に当てはまる数値として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。  
28

- |                        |                        |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① $1.0 \times 10^{-2}$ | ② $1.2 \times 10^{-2}$ | ③ $1.6 \times 10^{-2}$ |
| ④ $1.8 \times 10^{-2}$ | ⑤ $1.0 \times 10^{-1}$ | ⑥ $2.0 \times 10^{-1}$ |