

◇ 化 学

化5-1～化5-17まで17ページあります。

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H=1, C=12, O=16, S=32, K=39, Ca=40, Cu=64

標準状態での気体の体積を 22.4 L/mol とする。

第1問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 次の a~c に当てはまるものを、それぞれの解答群の選択肢のうちから 1 つずつ選べ。

a 純物質であるもの

- ① 石油 ② 塩酸 ③ 尿素 ④ 牛乳 ⑤ 空気

b 最外殻電子の数が他の 4 つと異なるイオン

- ① Al^{3+} ② F^- ③ Li^+ ④ Mg^{2+} ⑤ O^{2-}

c 3 種類の同位体 (^{16}O , ^{17}O , ^{18}O) からできる酸素分子の種類の数

- ① 3 種類 ② 4 種類 ③ 5 種類 ④ 6 種類
⑤ 9 種類

問2 ガスバーナーの使用方法に関する記述として最も適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。 4

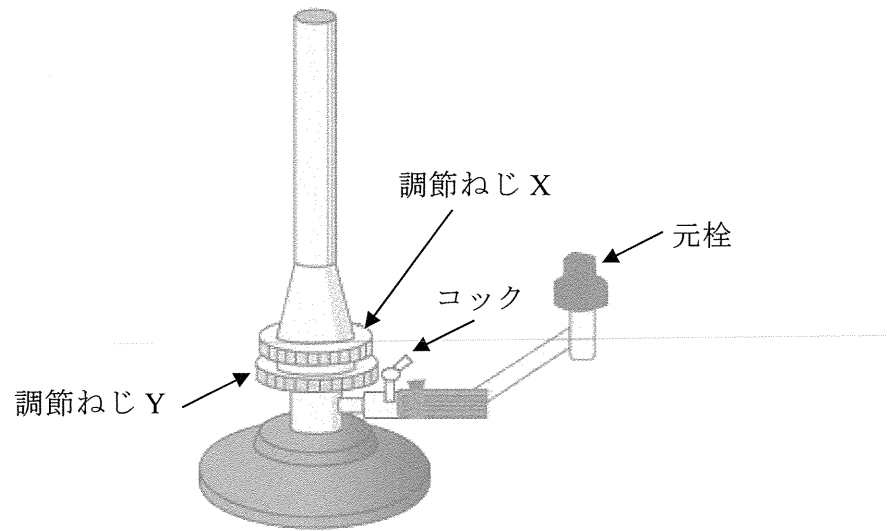


図1 ガスバーナー

- ① ガスバーナーに火をつけるときは、元栓とコックを開き、調節ねじ X を右に回したのちにマッチに火をつける。
- ② ガスバーナーに火をつけるときは、元栓とコックを開き、調節ねじ Y を右に回したのちにマッチに火をつける。
- ③ マッチの火は、ガスバーナーの上方から近づける。
- ④ ガスバーナーの炎を消火するときは、調節ねじ Y を押さえて調節ねじ X を右に回す。次に調節ねじ Y を右に回す。
- ⑤ ガスバーナーの炎を消火するときは、調節ねじ X を押さえて調節ねじ Y を右に回す。次に調節ねじ X を右に回す。

問3 表1は元素の電気陰性度を表している。原子間の結合の極性が最も大きいものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。 5

表1 元素の電気陰性度

H	C	N	O	Cl
2.2	2.6	3.0	3.4	3.2

- ① H-Cl の結合 ② C-N の結合 ③ Cl-Cl の結合
④ O-H の結合 ⑤ N-H の結合

問4 塩素には ^{35}Cl と ^{37}Cl の2種類の同位体のみが天然に存在する。塩素の原子量が 35.5 であるとき、 ^{37}Cl の天然存在比 [%] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。ただし、同位体の相対質量は、その原子の質量数に等しいものとして計算せよ。 6 %

- ① 15 ② 25 ③ 40 ④ 50 ⑤ 75

問5 身の回りにある固体に関する記述として誤りを含むものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。 7

- ① 金は金属結晶であり、たたいて金箔にできる。
② ケイ素の単体は金属結晶であり、半導体の材料として用いられる。
③ 銅は自由電子をもち、電気や熱をよく伝える。
④ 食塩はイオン結晶であり、融点が高い。
⑤ ナフタレンは分子どうしを結びつける力が弱く、昇華性がある。

化学の問題は次のページに続く

第2問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 一酸化窒素と二酸化窒素では、それぞれの窒素と化合している酸素の質量比は1:2となる。これに関係する化学の法則として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。

- ① 質量保存の法則
- ② 定比例の法則
- ③ 倍数比例の法則
- ④ 気体反応の法則

問2 硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 は水 100 g に、 20°C で 20 g、 60°C で 40 g 溶けるものとする。次の問い (a・b) に答えよ。

a 20°C における硫酸銅(Ⅱ)飽和水溶液のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。ただし、 20°C の硫酸銅(Ⅱ)飽和水溶液の密度を 1.1 g/cm^3 とする。 mol/L

- ① 1.1 ② 2.2 ③ 3.3 ④ 4.4 ⑤ 5.5

b 60°C における硫酸銅(Ⅱ)飽和水溶液 100 g を 20°C まで冷却するとき、析出する硫酸銅(Ⅱ)五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の質量 [g] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。 g

- ① 5 ② 10 ③ 15 ④ 20 ⑤ 25

問3 酸と塩基に関する次の a~c の記述の正誤の組合せとして正しいものを、
下の選択肢のうちから 1 つ選べ。 11

- a 酸の強弱は、価数のみによって決まる。
- b 酸の水溶液を水でうすめていくと、pH の値が 0 に近づいていく。
- c 弱酸と強塩基の中和滴定の指示薬としてフェノールフタレインが用いられる。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問4 濃度未知の塩酸 50 mL に炭酸カルシウム CaCO_3 を加えて、二酸化炭素を発生させた。加えた炭酸カルシウムの質量 [g] と発生した二酸化炭素の標準状態での体積 [L] の関係を図2に示した。塩酸のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、下の選択肢のうちから1つ選べ。 12 mol/L

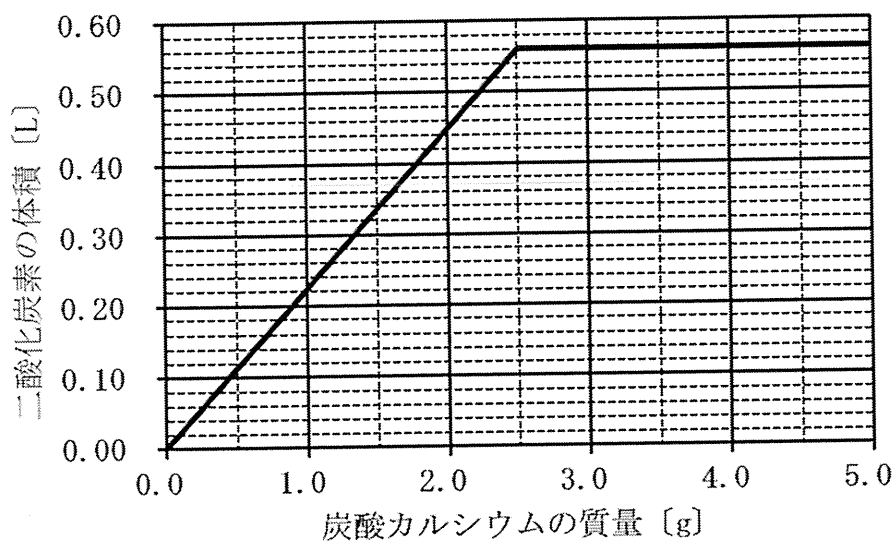


図2 二酸化炭素の発生量と炭酸カルシウムの質量

- ① 0.25 ② 0.50 ③ 1.0 ④ 1.5 ⑤ 2.0

問5 金属 X, Y, Z がある。次の a・b の記述から、イオン化傾向の大きい順に並べたものとして最も適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。

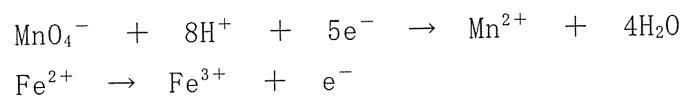
13

- a 単体が常温で水と激しく反応するのは Z だけである。
 b X のイオン含む水溶液に Y の単体を加えると X の単体が析出した。

- ① $X > Y > Z$ ② $X > Z > Y$ ③ $Y > X > Z$ ④ $Y > Z > X$
 ⑤ $Z > X > Y$ ⑥ $Z > Y > X$

問6 0.020 mol/L の FeSO_4 水溶液 20 mL と過不足なく反応する 0.050 mol/L の過マンガン酸カリウムの硫酸酸性水溶液の体積 [mL] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。ただし、硫酸酸性の水溶液中で MnO_4^- と Fe^{2+} はそれぞれ次のように酸化剤および還元剤としてはたらく。

mL



- ① 0.40 ② 0.80 ③ 1.6 ④ 4.0 ⑤ 8.0 ⑥ 16

第3問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号 15 ~ 21〕

問1 大気圧下における沸点が最も高いものはどれか。次の選択肢のうちから1つ選べ。 15

- ① 塩素 ② エタノール ③ フッ素 ④ 水
 ⑤ アンモニア ⑥ メタン

問2 コロイドに関する次のa~cの記述と関係のある語句の組合せとして正しいものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。 16

- a デンプン水溶液に横から光を当てると、光の通路が明るく光って見える。
 b コロイド溶液に電極を入れ、直流電源につなぐと、コロイド粒子が一方の極に集まる。
 c イオンなどを含むコロイド溶液をセロハン袋に入れ、流水中に浸した。

	a	b	c
①	チンダル現象	電気泳動	透析
②	チンダル現象	透析	電気泳動
③	電気泳動	透析	チンダル現象
④	電気泳動	チンダル現象	透析
⑤	透析	電気泳動	チンダル現象
⑥	透析	チンダル現象	電気泳動

問3 ある金属Mの単位格子は、図3のような立方体で表される。この金属の密度を d [g/cm³]、この金属のモル質量を W [g/mol]、アボガドロ定数を N [/mol] としたとき、単位格子の体積 [cm³] を表す式として最も適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。 17

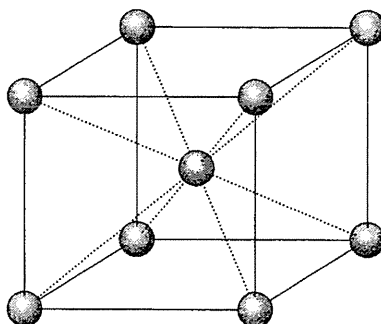


図3 金属Mの単位格子

- ① $\frac{WN}{d}$ ② $\frac{2WN}{d}$ ③ $\frac{5WN}{d}$ ④ $\frac{W}{dN}$ ⑤ $\frac{2W}{dN}$ ⑥ $\frac{5W}{dN}$

問4 図4は、理想気体、水素、二酸化炭素それぞれ1 molについて、温度を

350 Kで一定にしたとき、圧力 P と $\frac{PV}{RT}$ の値の関係を示したものである。

図4中の気体A、B、Cに対応する気体の組合せとして最も適当なものを、下の選択肢から1つ選べ。ただし、 V は気体の体積[L]、 T は絶対温度[K]、 R は気体定数[Pa・L/(K・mol)]とする。 18

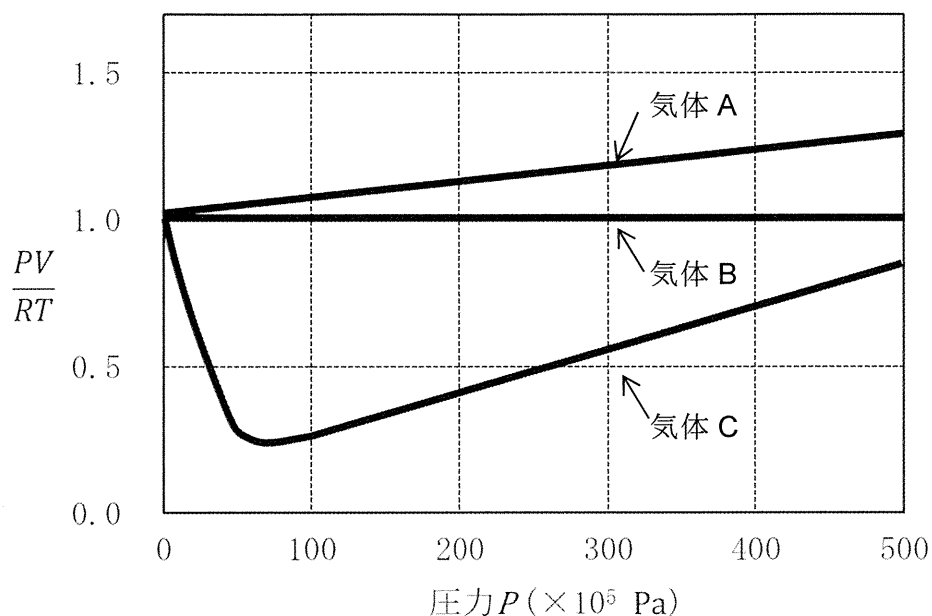
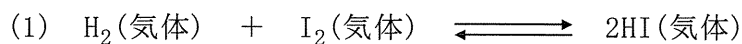


図4 三種類の気体の圧力 $P(\times 10^5 \text{ Pa})$ と $\frac{PV}{RT}$ の値

	気体 A	気体 B	気体 C
①	理想気体	水素	二酸化炭素
②	理想気体	二酸化炭素	水素
③	水素	理想気体	二酸化炭素
④	水素	二酸化炭素	理想気体
⑤	二酸化炭素	理想気体	水素
⑥	二酸化炭素	水素	理想気体

問5 体積一定の密閉容器に水素とヨウ素を入れて一定温度に保つと(1)式の平衡状態となる。この反応の平衡定数 K は(2)式のようにあらわされる。次の問い (a・b) に答えよ。



$$(2) K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$

a 体積 10 L の密閉容器に H_2 と I_2 をそれぞれ 2.5 mol ずつ入れ、温度を一定に保ちながら反応を開始させた。反応開始 60 秒後に I_2 が 2.2 mol になった。反応開始 0 秒から 60 秒後までの HI の生成速度 $[\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})]$ として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。

mol/(L·s)

- ① 1.0×10^{-3} ② 2.0×10^{-3} ③ 3.0×10^{-3}
 ④ 1.0×10^{-2} ⑤ 2.0×10^{-2} ⑥ 3.0×10^{-2}

b 体積 10 L の密閉容器に H_2 と I_2 をそれぞれ 2.5 mol ずつ入れ、温度を一定に保ちながら反応を開始させ十分な時間放置し、平衡状態に達した。このとき、HI が 4.0 mol 生成していた。平衡定数として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。

- ① 0.016 ② 0.16 ③ 1.6 ④ 16 ⑤ 64

問 6 図 5 の装置を用いて、ア～エの電解液の電気分解をそれぞれ行った。白金電極 A から酸素，白金電極 B から水素が発生した電解液の組合せとして最も適当なものを，下の選択肢のうちから 1 つ選べ。 21

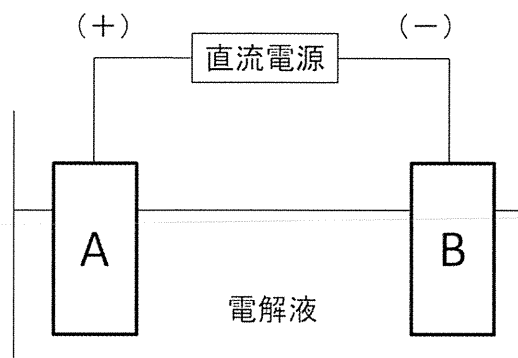


図 5 電気分解装置の模式図

- ア 1.0 mol/L 硫酸水溶液
- イ 1.0 mol/L 硫酸ナトリウム水溶液
- ウ 1.0 mol/L 塩化ナトリウム水溶液
- エ 1.0 mol/L 硝酸銀水溶液

- ① ア・イ ② ア・ウ ③ ア・エ ④ イ・ウ
- ⑤ イ・エ ⑥ ウ・エ

化学の問題は次のページに続く

第4問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号 22 ~ 28〕

問1 次の文中の「ア」～「ウ」に当てはまるものの組み合わせとして最も適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。 22

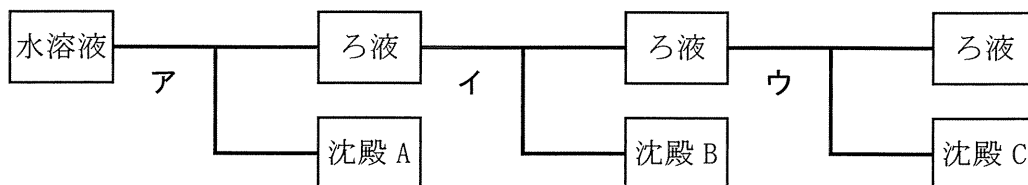
リンの単体には黄リンと赤リンと呼ばれる「ア」体が存在する。「イ」は、空気中において自然発火するため、通常「ウ」中で保管する。

	ア	イ	ウ
①	同素	黄リン	水
②	同素	黄リン	石油
③	同素	赤リン	水
④	同素	赤リン	石油
⑤	同位	黄リン	水
⑥	同位	黄リン	石油
⑦	同位	赤リン	水
⑧	同位	赤リン	石油

問2 2族元素とその単体および化合物に関する記述として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。 23

- ① リチウムは、アルカリ土類金属である。
- ② アルカリ土類金属の単体の反応性は、原子番号が大きくなるほど低くなる。
- ③ アルカリ土類金属の単体は、その化合物の水溶液の電気分解によって得られる。
- ④ 塩化マグネシウムは、豆腐を製造する際の凝固剤として利用される。
- ⑤ 炭酸バリウムは、胃や腸のX線検査用の造影剤に用いられる。

問3 Al^{3+} , Fe^{3+} , Pb^{2+} を含む水溶液から、各イオンを分離するために下図のようにア～ウの操作を行った。沈殿A, B, Cの色の組合せとして最も適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。 24



- ア 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加える。
 イ 塩酸で酸性にした後、硫化水素を通じる。
 ウ 加熱後、アンモニア水を加える。

	沈殿A	沈殿B	沈殿C
①	白	黒	赤褐色
②	白	赤褐色	黒
③	黒	白	赤褐色
④	黒	赤褐色	白
⑤	赤褐色	白	黒
⑥	赤褐色	黒	白

問4 分子中に含まれるどの水素原子を1個だけ塩素原子で置換しても、不斉炭素原子を持つことができない化合物として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。 25

- ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ② $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$ ③ $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
 ④ $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ ⑤ $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$

問 5 有機化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の選択肢のうちから2つ選べ。ただし解答の順序は問わない。 ,

- ① フマル酸とフタル酸は、立体異性体である。
- ② アセトンは、酢酸カルシウムを空気を断って熱して熱分解することで得られる。
- ③ アセトアルデヒドは、工業的にはエチレンを酸素で酸化して製造している。
- ④ 光を当てずに臭素水にエタンを通じると、臭素水が脱色される。
- ⑤ アルコールとナトリウムが反応すると水素が生成する。
- ⑥ 塩化鉄(III)水溶液は *o*-クレゾールと反応して紫色に変化する。

問 6 ある油脂(トリグリセリド) 1g をけん化するのに必要な水酸化カリウムの mg 数(けん化価)が 263.3 であった。この油脂がすべて同じ脂肪酸からなる場合、その脂肪酸の化学式として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。

- ① $C_9H_{19}COOH$ ② $C_{11}H_{23}COOH$ ③ $C_{13}H_{27}COOH$
- ④ $C_{15}H_{31}COOH$ ⑤ $C_{17}H_{35}COOH$ ⑥ $C_{19}H_{39}COOH$