

化学基础

化学基礎

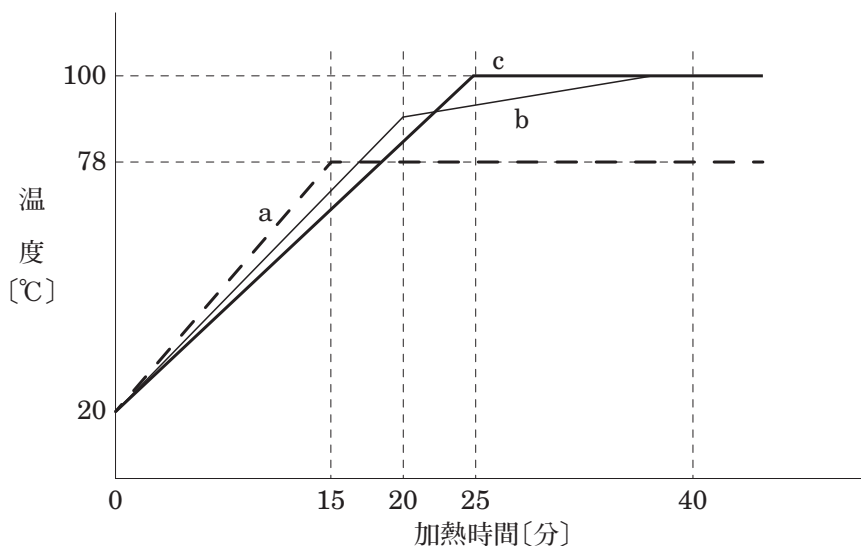
必要があれば、原子量は次の値を用いること。

原子量 Zn : 65

標準状態で気体 1 mol が占める体積 22.4 L

第1問 次の各問いに答えよ。

問1 次図はエタノール、水、および水とエタノールの混合物について、加熱時間と温度の関係を示したものである。グラフ a～c が表すものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。



	a	b	c
①	水	エタノール	水とエタノールの混合物
②	水	水とエタノールの混合物	エタノール
③	エタノール	水	水とエタノールの混合物
④	エタノール	水とエタノールの混合物	水
⑤	水とエタノールの混合物	水	エタノール
⑥	水とエタノールの混合物	エタノール	水

問2 次のア～エの文中の下線部は、元素、単体のどちらを表しているか。単体のみを選んだものとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ア アルミニウム缶に入ったジュースやコーヒー飲料がある。
 イ カルシウムを含む食品を摂取すると、骨や歯の発育のために有効である。
 ウ 窒素と水素からアンモニアを合成することができる。
 エ 硬水にはカルシウムやマグネシウムが含まれている。

- ① アとイ ② アとウ ③ アとエ ④ イとウ ⑤ イとエ ⑥ ウとエ

問3 次の2種類の原子の組合せのうち、安定なイオンになると同じ電子配置になるのはどれか。最も適当なものを、①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① NaとCl ② AlとO ③ CaとBr ④ FとLi ⑤ MgとS

問4 次表は、6種類の原子の電子配置を示している。空欄 ～ に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

	電子殻の電子の数				
	K殻	L殻	M殻	N殻	O殻
^{18}Ar	2	8	8		
^{19}K	2	8	8	1	
<input type="text" value="ア"/> Br	2	8	<input type="text" value="イ"/>	7	
^{36}Kr	2	8	18	8	
^{53}I	2	8	18	18	7
<input type="text" value="ウ"/> Xe	2	8	<input type="text" value="イ"/>	18	8

	ア	イ	ウ
①	25	8	44
②	25	8	54
③	25	18	68
④	35	8	44
⑤	35	18	54
⑥	35	18	68

問5 ガリウム Ga の原子番号は 31 で、2 種類の同位体 ^{69}Ga , ^{71}Ga がある。ガリウムの原子量を 69.7 としたとき、 ^{69}Ga の存在比は何%か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、相対質量は質量数と等しいものとする。 %

- ① 35 ② 50 ③ 55 ④ 65 ⑤ 75

問6 原子の大きさは、次の 1, 2 に示すように原子番号の増加にともなって周期的な変化が見られる。

- 1 同じ族に属する元素では、原子番号が大きいほど原子半径は大きい。
- 2 同じ周期に属する元素では、原子番号が大きいほど原子半径は小さい(18 族に属する原子を除く)。

これらのことから、3 種類の原子の大きさを不等号を用いて正しく表しているのはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① $\text{Li} > \text{Na} > \text{K}$ ② $\text{Be} > \text{C} > \text{Mg}$ ③ $\text{Mg} > \text{Al} > \text{Si}$
④ $\text{C} > \text{N} > \text{P}$ ⑤ $\text{O} > \text{S} > \text{F}$

問7 身のまわりの物質に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ナイロンは、人工的に合成される合成高分子化合物である。
- ② ペットボトルは、ポリエチレンテレフタレートからなる物質である。
- ③ ゴミ収集袋や食品用ラップには、ポリエチレンでできているものがある。
- ④ ポリエステルは乾きやすく、しわになりにくいのでワイシャツなどに使われている。
- ⑤ ポリ塩化ビニルは、液状のりや洗濯のりなどに使われている。

第2問 次の各問いに答えよ。

問1 分子の極性に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

8

- ① 水 H_2O は O-H 間に極性があり、折れ線形の極性分子である。
- ② 同種の原子どうしが結合した二原子分子は、無極性分子である。
- ③ 二酸化炭素 CO_2 は C=O 間に極性があるが、直線形なので、無極性分子である。
- ④ アンモニア NH_3 は N-H 間に極性があり、三角すい形の極性分子である。
- ⑤ 四塩化炭素 CCl_4 は C-Cl 間に極性があり、正四面体形の極性分子である。

問2 イオンからなる物質に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

9

- ① 分子からなる物質に比べ融点の高いものが多く、常温・常圧で固体である。
- ② 水に溶けて水溶液になると、電気を通す。
- ③ 固体状態では電気を通さないが、加熱融解すると電気を通す。
- ④ 非金属元素どうしからなる化合物が多い。
- ⑤ 結合力が強く硬いが、外部から強い力が加わると、もろく壊れる。

問3 炭素とケイ素の単体、および化合物に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

10

- ① ダイヤモンドは、各炭素原子がとなり合う4個の炭素原子と共有結合して正四面体の構造をつくり、それが繰り返された構造をしている。
- ② 黒鉛は、各炭素原子がとなり合う3個の炭素原子と共有結合してできた正六角形が連なってできた網目状の平面構造が何層にも重なった構造をしている。
- ③ ケイ素の結晶は、正四面体構造をした共有結合の結晶である。
- ④ 二酸化ケイ素の化学式は SiO_2 で、半導体の性質を示し、太陽電池の材料などに用いられる。

問4 亜鉛 X [g] に塩酸を加えていったときの、塩酸の体積と発生した水素の体積との関係は次のようになった。これに関する下の各問いに答えよ。ただし、気体の体積は標準状態に換算した値とする。

塩酸の体積[mL]	10	40	50	70	100	120
水素の体積[mL]	112	448	560	v	896	896

(1) 空欄 v に当てはまる最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 11 mL

- ① 592 ② 610 ③ 690 ④ 784 ⑤ 830

(2) 亜鉛の質量 X は何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 12 g

- ① 0.33 ② 1.3 ③ 1.7 ④ 2.1 ⑤ 2.6

(3) 亜鉛が十分に存在していたとすると、 1.0 mol/L の塩酸 500 mL を加えたときに発生する水素は何 L になるか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 13 L

- ① 1.1 ② 2.2 ③ 5.6 ④ 6.7 ⑤ 9.0

第3問 次の各問いに答えよ。

問1 水溶液がともに酸性を示す塩の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 14

- ① 塩化カルシウム，炭酸カリウム ② 硫酸銅(Ⅱ)，硝酸アンモニウム
- ③ 硝酸銀，酢酸ナトリウム ④ 酢酸カルシウム，塩化ナトリウム
- ⑤ 塩化マグネシウム，シュウ酸ナトリウム

問2 濃度未知の水溶液 A 10.0 mL にメチルオレンジを加えたのち、水溶液 B を滴下して中和滴定を行ったところ、10.0 mL 加えたときに水溶液は赤色から黄色になったので滴定を終了した。

次に、別に用意した水溶液 A 10.0 mL にフェノールフタレインを加えて、同様に水溶液 B を滴下し中和滴定を行ったところ、10.0 mL 加えたときに溶液の色が変化した。

水溶液 A, B の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 15

	水溶液 A	水溶液 B
①	酢酸水溶液	水酸化ナトリウム水溶液
②	酢酸水溶液	水酸化カルシウム水溶液
③	塩酸	水酸化ナトリウム水溶液
④	塩酸	アンモニア水
⑤	アンモニア水	塩酸
⑥	アンモニア水	硫酸水溶液
⑦	水酸化ナトリウム水溶液	塩酸
⑧	水酸化ナトリウム水溶液	酢酸水溶液

問3 次の①～⑤の操作のうち、反応が起こらないものはどれか。最も適当なものを、一つ選べ。

16

- ① 塩化アンモニウム水溶液に水酸化カルシウム水溶液を加える。
- ② 亜硫酸ナトリウム水溶液に希硫酸を加える。
- ③ 炭酸カルシウムに塩酸を加える。
- ④ 硫酸カルシウムに塩酸を加える。
- ⑤ 硫酸アンモニウム水溶液に水酸化カリウム水溶液を加える。

問4 水溶液の酸性・塩基性の程度は pH で表すことができ、pH は水溶液中の水素イオン濃度 $[H^+]$ で決まり、 $[H^+]$ が大きいほど pH は小さい。また、 $[H^+]$ は、酸の濃度と電離度と価数の積で求められる。これに関する次の各問いに答えよ。

(1) 0.010 mol/L の希塩酸、希硫酸、酢酸(電離度 0.051)水溶液がある。これらに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、強酸の電離度は 1 とする。 17

- ① 水溶液の pH は、すべて等しい。
- ② 水素イオン濃度が最も大きい水溶液は、希硫酸である。
- ③ 水溶液 1 L 中に存在するイオンの数の合計が最も多い水溶液は、希硫酸である
- ④ 水溶液 1 L 中に溶質が分子の状態でも多く存在するのは、酢酸である。
- ⑤ 希塩酸の水素イオン濃度は、希硫酸の水素イオン濃度の $\frac{1}{2}$ である。

(2) 次の混合溶液 a ~ c を、酸性の強い順に並べるとどうなるか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 18

- a 0.10 mol/L 酢酸 10 mL に、0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 10 mL を加えた。
- b 0.10 mol/L 硫酸 10 mL に、0.10 mol/L 水酸化カリウム水溶液 10 mL を加えた。
- c 0.25 mol/L 塩酸 10 mL に、標準状態に換算して 56 mL のアンモニアを吸収させた。

- ① $a > b > c$ ② $a > c > b$ ③ $b > a > c$
- ④ $b > c > a$ ⑤ $c > a > b$ ⑥ $c > b > a$

(3) 次の a ~ c の 3 種類の濃度の酢酸水溶液を用意した。

a 0.040 mol/L (電離度 0.026)

b 0.010 mol/L (電離度 0.051)

c 2.5×10^{-3} mol/L (電離度 0.10)

これらに関する次の記述中の空欄 ~ に当てはまる記号, 語句の組合せとして最も適当なものを, 下の①~⑥のうちから一つ選べ。

a の濃度は b の 4 倍で, 電離度は約 $\frac{1}{2}$ なので, $[H^+]$ は b より 。

c の濃度は b の $\frac{1}{4}$ 倍で, 電離度は約 2 倍なので, $[H^+]$ は b より 。

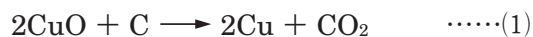
3 種類の水溶液 a, b, c の pH を比較すると, 最も小さいのは である。

	ア	イ	ウ
①	大きくなる	小さくなる	a
②	大きくなる	小さくなる	b
③	大きくなる	大きくなる	c
④	小さくなる	大きくなる	a
⑤	小さくなる	大きくなる	b
⑥	小さくなる	小さくなる	c

第4問 次の各問いに答えよ。

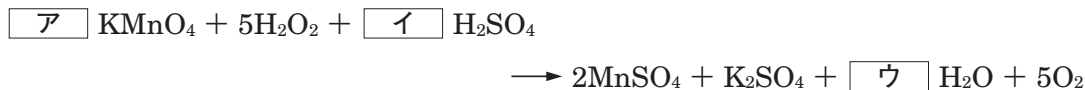
問1 酸化と還元に関する記述中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる語句の組合せとして、最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。 **20**

酸化と還元は、酸素、水素、電子の授受により説明することができる。(1)式で C は酸素を受け取っているため、C は **ア** という。(2)式で、Na は電子を放出しているため、**イ** という。また、このとき Na の酸化数は **ウ** しており、酸化数の増減でも説明することができる。



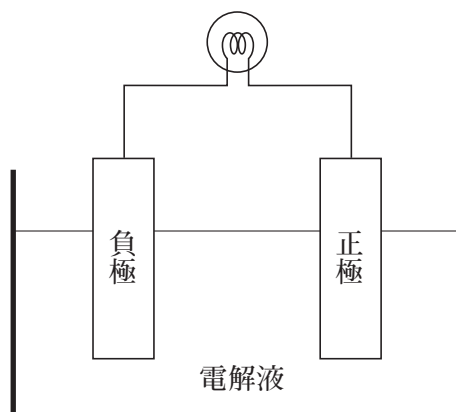
	ア	イ	ウ
①	酸化された	酸化された	増加
②	酸化された	還元された	増加
③	酸化された	酸化された	減少
④	還元された	酸化された	増加
⑤	還元された	還元された	減少
⑥	還元された	酸化された	減少

問2 硫酸酸性水溶液での過マンガン酸カリウムと過酸化水素の化学反応式について、空欄
 ア ~ ウ に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちか
 ら一つ選べ。 21



	ア	イ	ウ
①	2	2	2
②	2	3	4
③	2	3	8
④	3	2	2
⑤	3	2	4
⑥	3	3	8

問3 次図は、2種類の金属板を電解液に浸して導線で接続した電池の構造を示している。これ
 に関する記述として誤りを含むものを、下の①~⑤のうちから一つ選べ。 22

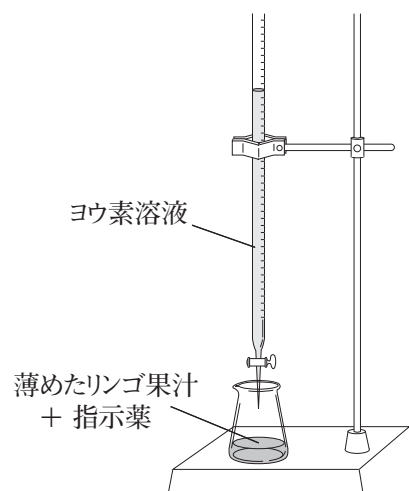


- ① 負極では酸化反応が、正極では還元反応が起こる。
- ② 両極間の電位の差(電圧)を、起電力という。
- ③ 電子は、負極から導線を通して正極に向かって流れる。
- ④ 2種類の金属板のうち、イオン化傾向の小さい金属が負極になる。
- ⑤ 電子と電流の流れる向きは、逆である。

問4 アスコルビン酸(ビタミンC) $C_6H_8O_6$ は酸化されやすい性質があり、食品の酸化防止剤として使われている。この性質を利用して、果汁中に含まれているアスコルビン酸の量を酸化還元滴定で求める実験を行った。これに関する下の各問いに答えよ。ただし、滴定実験中にヨウ素と反応する物質は、アスコルビン酸のみとする。

操作1 皮をむき、種を除去したリンゴ1個分280gをすりつぶし、精製水を加えて500mLのリンゴ果汁にした。次に、このリンゴ果汁の上澄み10.0mLをコニカルビーカーに入れ、指示薬を数滴加えた。

操作2 コニカルビーカーに入れた溶液を 5.0×10^{-4} mol/Lのヨウ素溶液で滴定したところ、溶液全体の色が変化するまでに3.0mLを要した。



操作2では、次の化学反応式で示す反応が起こる。



(アスコルビン酸) (デヒドロアスコルビン酸)

また、アスコルビン酸の分子量は176、デヒドロアスコルビン酸の分子量は174である。

- (1) 操作1で加えた指示薬と、操作2での溶液の色の変化の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 23

	指示薬	色の変化
①	フェノールフタレイン	無色から赤色
②	フェノールフタレイン	赤色から無色
③	メチルオレンジ	赤色から黄色
④	メチルオレンジ	黄色から赤色
⑤	デンプン溶液	無色から青紫色
⑥	デンプン溶液	青紫色から無色

- (2) 操作2において、ヨウ素溶液と反応したアスコルビン酸の物質量は何molか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 24 mol

- ① 7.5×10^{-6} ② 1.5×10^{-6} ③ 3.0×10^{-6}
 ④ 1.5×10^{-5} ⑤ 3.0×10^{-5}

(3) リンゴ 1 個分 280 g 中に含まれているアスコルビン酸(ビタミン C)は何 mg か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 mg

- ① 13 ② 15 ③ 17 ④ 26 ⑤ 130

(化学基礎の問題は終わり)