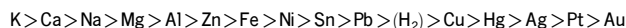


1 金属のイオン化傾向 [2001 信州大]

金属のイオン化傾向の大きなものから順に並べたイオン化列を次に示す。水素は非金属元素であるが、イオン化列に含める。



該当する金属 1 例について、以下の文章にふさわしい化学反応式を 1 例示せ。

- (1) イオン化傾向が非常に大きい金属は、水と激しく反応して水素を発生する。
[]
- (2) イオン化傾向が水素より大きい金属は、塩酸、希硫酸のような酸と反応して水素を発生する。
[]
- (3) イオン化傾向が水素より小さな金属は、硝酸や熱濃硫酸のように酸化力の強い酸と反応して水素以外の気体を発生する。
[]

2 イオン化傾向と金属の析出 [2005 センター化学 I A (1997~2006)]

亜鉛の粉末 6.5 g を硝酸銀と硝酸マグネシウムの混合水溶液に入れたところ、亜鉛は完全に溶解し、金属が析出した。析出した金属の質量は何 g か。最も適当な数値を、次の ①~⑥ のうちから一つ選べ。 [] g

- ① 1.1 ② 2.2 ③ 2.4 ④ 11 ⑤ 22

3 イオン化傾向の比較 [2004 センター化学 I A (1997~2006)]

2% 硝酸銀水溶液が入った 6 個のビーカーに、6 種類の金属の線 (亜鉛、金、鉄、銅、鉛、白金) を別々に浸した。線に銀が析出しない金属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。 []

- ① 亜鉛と鉄 ② 亜鉛と銅 ③ 亜鉛と鉛
④ 金と銅 ⑤ 金と白金 ⑥ 鉛と白金

4 金属と酸との反応 [2004 センター化学 I A (1997~2006)]

金属に関する次の実験結果ア~ウを読み、下の記述 a~c について正誤の組合せとして正しいものを、下の ①~⑥ のうちから一つ選べ。 []

- ア 鉄は、濃硝酸には溶けなかったが、希塩酸や希硝酸には溶けた。
イ 銅は、希塩酸には溶けなかったが、希硝酸には溶けた。
ウ 金は、希塩酸にも希硝酸にも溶けなかったが、王水には溶けた。

- a 鉄が濃硝酸に溶けないのは、鉄のイオン化傾向で説明できる。
b 鉄、銅、金のイオン化傾向の序列は、ア~ウによって判定できる。
c 金は、銅より陽イオンになりにくい。

	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

5 酸化数の決定 [2016 センター化学基礎 (2015~)]

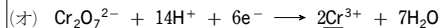
下線を付した原子の酸化数を比べたとき、酸化数が最も大きいものを、次の ①~⑥ のうちから一つ選べ。 []

- ① \underline{SO}_2 ② $\underline{H_2S}$ ③ \underline{NO}_2 ④ \underline{HNO}_3 ⑤ $\underline{N_2}$ ⑥ $\underline{NH_3}$

6 酸化数 [2016 関西大]

次の反応式のうち、下線部の原子の酸化数の変化が最も大きなものを一つ選べ。

- (ア) $H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$
(イ) $HNO_3 + 3H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$
(ウ) $\underline{MnO_4}^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow \underline{Mn}^{2+} + 4H_2O$
(エ) $H_2SO_4 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow \underline{SO}_2 + 2H_2O$

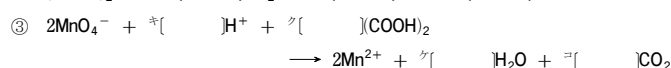
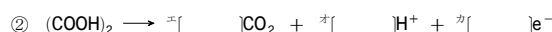


[]

7 酸化還元反応 [2013 九州大]

次の各問に答えよ。

問1 過マンガン酸イオン (MnO_4^-) とシュウ酸 ($(COOH)_2$) の電子を含むイオン反応式はそれぞれ ①、② 式で表され、過マンガン酸イオンとシュウ酸のイオン反応式は ③ 式で表される。空欄 [] に適切な数値を入れよ。



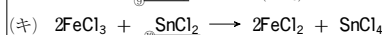
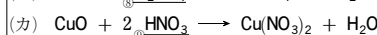
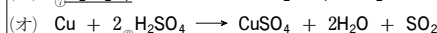
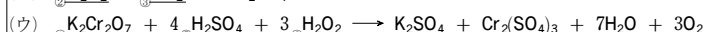
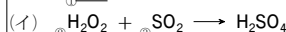
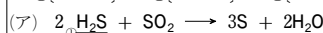
問2 100 mL の過酸化水素水を 0.050 mol/L の硫酸酸性過マンガン酸カリウム水溶液で滴定すると、過マンガン酸カリウム水溶液を 25 mL 加えたところで、過酸化水素がすべて消費されて終点に達した。滴定前の過酸化水素水中の過酸化水素の濃度 (mol/L) を求めよ (有効数字 2 桁)。 [] mol/L

8 酸化還元反応と酸化剤・還元剤 [2013 防衛大学校]

次の (ア)~(キ) の反応において、酸化還元反応ではないものをすべて選べ。また、下線部 ①~⑩ の物質を次のように分類し、記号を書け。

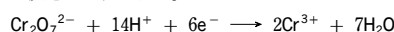
酸化剤 …… ① 還元剤 …… ② 酸化剤・還元剤を含まない …… ×
酸化還元反応ではないもの : []

① [] ② [] ③ [] ④ [] ⑤ [] ⑥ []
⑦ [] ⑧ [] ⑨ [] ⑩ []

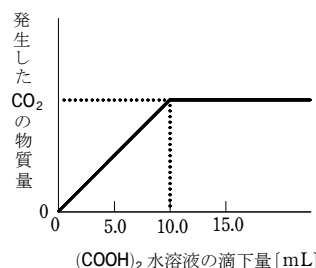


9 酸化還元反応と滴下量 [2015 センター化学 (2015~)]

濃度不明の $K_2Cr_2O_7$ の硫酸酸性水溶液 5.00 mL に 0.150 mol/L の $(COOH)_2$ 水溶液を加えていった。このとき、発生した CO_2 の物質質量と $(COOH)_2$ 水溶液の滴下量の関係は図のようになった。この反応における $K_2Cr_2O_7$ と $(COOH)_2$ のはたらきは、電子を含む次のイオン反応式で表される。



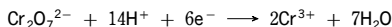
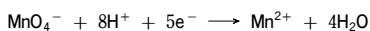
$K_2Cr_2O_7$ 水溶液の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、下の ①~⑥ のうちから一つ選べ。 [] mol/L



- ① 0.0500 ② 0.100 ③ 0.150 ④ 0.200 ⑤ 0.300 ⑥ 0.900

10 酸化還元滴定 [2016 センター化学 (2015~)]

物質 A を溶かした水溶液がある。この水溶液を 2 等分し、それぞれの水溶液中の A を、硫酸酸性条件下で異なる酸化剤を用いて完全に酸化した。0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を用いると x [mL] が必要であり、0.010 mol/L の二クロム酸カリウム水溶液を用いると y [mL] が必要であった。x と y の量的関係を表す $\frac{x}{y}$ として最も適当な数値を、下の ①~⑥ のうちから 1 つ選べ。ただし、2 種類の酸化剤のはたらき方は、次式で表され、いずれの場合も A を酸化して得られる生成物は同じである。 []

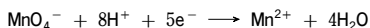
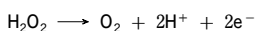


① 0.50 ② 0.60 ③ 0.88 ④ 1.1

⑤ 1.2 ⑥ 1.7 ⑦ 2.0 ⑧ 2.4

11 酸化還元滴定 [2015 センター化学 (2015~)]

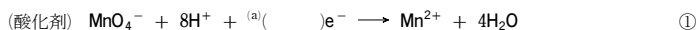
濃度不明の過酸化水素水 10.0 mL を希硫酸で酸性にし、これに 0.0500 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下した。滴下量が 20.0 mL のときに赤紫色が消えずにわずかに残った。過酸化水素水の濃度として最も適当な数値を、下の ①~⑥ のうちから 1 つ選べ。ただし、過酸化水素および過マンガン酸イオンの反応は、電子を含む次のイオン反応式で表される。 [] mol/L



① 0.0250 ② 0.0400 ③ 0.0500 ④ 0.250 ⑤ 0.400 ⑥ 0.500

12 酸化還元滴定 [2007 和歌山大]

硫酸酸性溶液中で過マンガン酸カリウムは過酸化水素を酸化して酸素を発生する。このとき、酸化剤、還元剤の反応は以下のようなイオン反応式で表される。



(1) (a), (b) に当てはまる数字を答えよ。

(2) 式①, ②を参考にして、硫酸酸性における過マンガン酸カリウムと過酸化水素の化学反応式を答えよ。 []

(3) 濃度のわからない過酸化水素水 100 mL を 0.20 mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液で完全に酸化させるのに、過マンガン酸カリウム水溶液 50 mL を必要とした。この過酸化水素水のモル濃度を答えよ。 [] mol/L

(4) この過酸化水素水の質量パーセント濃度を計算せよ。ただし、この場合の過酸化水素水の密度を 1.0 g/cm³ とする。また、原子量は H=1.0, O=16 とする。 [] %

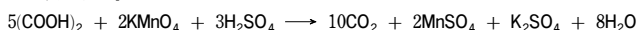
13 酸化還元反応 [2012 センター化学 I (2006~2015)]

酸化還元反応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 1 つ選べ。 []

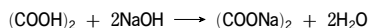
- ① 還元剤は、反応する相手により酸化される物質である。
- ② 還元剤は、反応の際に電子を失う物質である。
- ③ カルシウムを水に加えると、水が還元される。
- ④ 塩化ナトリウムを融解塩電解 (溶融塩電解) すると、陰極でナトリウムイオンが還元される。
- ⑤ 鉛蓄電池が放電するとき、正極で酸化が起こる。

14 中和滴定と酸化還元滴定 [2011 センター化学 I (2006~2015)]

水溶液中のシュウ酸の濃度は、酸化還元滴定と中和滴定のいずれによっても求めることができる。硫酸酸性水溶液中でのシュウ酸と過マンガン酸カリウムの酸化還元反応は、次の式で表される。



また、シュウ酸と水酸化ナトリウムの中和反応は、次の式で表される。



濃度未知のシュウ酸水溶液 A 25 mL に十分な量の硫酸水溶液を加えて、0.050 mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液で滴定すると、過マンガン酸カリウムによる薄い赤紫色が消えなくなるまでに 20 mL を要した。このシュウ酸水溶液 A 25 mL を過不足なく中和するには、0.25 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液が何 mL 必要か。最も適当な数値を、次の

①~⑥ のうちから 1 つ選べ。 [] mL

① 4.0 ② 8.0 ③ 10 ④ 20 ⑤ 40 ⑥ 80

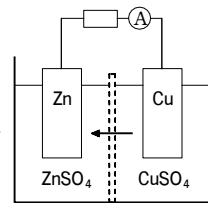
15 ボルタ電池 [2005 金沢大]

ボルタ電池の構造は $\text{Zn} | \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ aq} | \text{Cu}$ となっている。ここで aq は水溶液を表す。この電池の正極は [ア 亜鉛, 銅] である。放電が始まると [イ 正極, 負極] から気体 [] が発生する。正極および負極で起こっている変化を e⁻ を用いた反応式で表せば、それぞれ [], [] となる。

この電池をしばらく使っていると起電力が落ちてくる。それは [カ 正極, 負極] の表面に [キ] が付着して電気が流れにくくなり、同時に [ク] がイオン化するからである。これを電池の [] という。これを防ぐには希硫酸中に少量の [ケ CH₃COOH, NaOH, H₂O₂, ZnSO₄, CuSO₄, H₂SO₄] の水溶液を加えればよい。このような物質を電池の [] という。

16 ダニエル電池 [2014 京都女子大]

右の図は、ダニエル電池に電流計 (A) と可変抵抗器をつないだ装置を示したものである。下記の問い (1)~(6) に答えよ。(Cu=63.5, Zn=65.4, N_A=6.02×10²³/mol, F=9.65×10⁴ C/mol)



(1) 電池の放電にともなって正極と負極で起こる反応を、それぞれ電子を含むイオン反応式で表せ。
正極 []
負極 []

(2) ダニエル電池では素焼き板などが仕切りとして使われている。電池が放電するとき、この仕切りを図中の矢印の方向に通過していくものはどれか、次の (ア)~(オ) のうちから主要なものを 1 つ選べ。 []

(ア) 硫酸イオン (イ) 銅 (II) イオン (ウ) 亜鉛イオン (エ) 電子 (オ) 陽子

(3) 9.65 C の電気量が流れる間に、硫酸銅 (II) 水溶液から析出する銅原子の個数を求めよ。ただし、答えは 1.23×10⁴ のように表せ。 [] 個

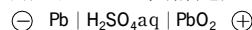
(4) この電池で 0.6 A の電流を 64 分 20 秒間流した。通電前と比べて正極と負極の質量はそれぞれ何 g 増減したか、小数第 3 位を四捨五入して求めよ。ただし、増加した場合は +, 減少した場合は - をつけて答えよ。
正極の質量 [] g, 負極の質量 [] g

(5) ダニエル電池の起電力を長く維持するためには、硫酸銅 (II) 水溶液の濃度を高くするとよい。その理由を簡単に説明せよ。
[]

(6) 亜鉛電極を鉛電極に換えると、この電池の起電力はどのように変化するか書け。また、その理由も簡単に説明せよ。
[]

17 鉛蓄電池① [2009 広島大]

次の文章を読み、問いに答えよ。H=1.0, O=16, S=32, Pb=207
自動車などで利用されている鉛蓄電池は、正極に PbO₂, 負極に Pb, 電解液に濃度約 30% の希硫酸を用いており、鉛蓄電池の構成は次のように表される。



(1) 鉛蓄電池を放電しているとき、正極および負極で進行する反応を表す反応式を記せ。
正極 []
負極 []

(2) この電池を 1930 秒間放電させた。放電中の電流値は、常に 2.00 A であった。この放電により負極の質量は、何 g 増加または減少するか答えよ。ただし、ファラデー定数は 9.65×10⁴ C/mol とする。 [] g []

18 燃料電池 [2015 秋田大]

燃料電池とは、水素のような燃料がもつエネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置である。その代表例が水素-酸素燃料電池である。

水素-酸素燃料電池では白金触媒をつけた多孔質の電極を用い、約 200 °C において負極に水素が、正極に酸素が、それぞれ一定の割合で供給される。このとき、負極では、水素は電子を放出して水素イオンになる。水素イオンはリン酸水溶液のような電解液中を移動して正極で、酸素および電子と反応し、気体の水が生成する。この電池の起電力は 1.2 V である。水素-酸素燃料電池を自動車に用いる場合には、水素を 5 kg 搭載することが目標とされている。(H=1.0, O=16, R=8.3×10³ Pa・L/(K・mol), ファラデー定数=9.65×10⁴ C/mol)

- 下線部 a の反応を、電子を含む反応式で示せ。
[]
- 下線部 b の反応を、電子を含む反応式で示せ。
[]
- この水素-酸素燃料電池における全体の反応式を示せ。
[]
- 下線部 c に関連して、5.0 kg の水素は 200 °C、1.0×10⁵ Pa 下で何リットルになるかを有効数字 2 桁で示せ。
[] L
- 水素-酸素燃料電池を 80 分間動作させたところ、(2) の反応式に従って水が 0.72 g 生成した。このときの電流値(アンペア)を有効数字 2 桁で答えよ。ただし、電流値は動作中一定とする。
[] A

19 電池の構造と反応 [2015 センター化学基礎 (2015~)]

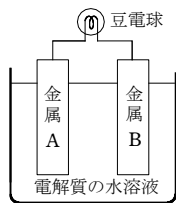
電池に関する記述として下線部に **誤りを含むもの** を、次の ①~⑥ のうちから一つ選べ。
[]

- 導線から電子が流れこむ電極を、電池の正極という。
- 電池の両極間の電位差を起電力という。
- 充電によって繰り返し使うことのできる電池を、二次電池という。
- ダニエル電池では、亜鉛よりイオン化傾向が小さい銅の電極が負極となる。
- 鉛蓄電池では、鉛と酸化鉛(IV)を電極に用いる。

20 電池のしくみ [2016 センター化学基礎 (2015~)]

電池に関する次の文章中の [ア]~[ウ] に当てはまる語の組合せとして正しいものを、下の ①~⑧ のうちから一つ選べ。

図のように、導線でつないだ 2 種類の金属 (A・B) を電解質の水溶液に浸して電池を作製する。このとき、一般にイオン化傾向の大きな金属はア[]され、イ[]となつて溶け出すので、電池のウ[]となる。



	ア	イ	ウ
①	還元	陽イオン	正極
②	還元	陽イオン	負極
③	還元	陰イオン	正極
④	還元	陰イオン	負極
⑤	酸化	陽イオン	正極
⑥	酸化	陽イオン	負極
⑦	酸化	陰イオン	正極
⑧	酸化	陰イオン	負極

21 いろいろな電池 [2017 センター化学 (2015~)]

電池に関する記述として正しいものを、次の ①~⑥ のうちから一つ選べ。 []

- ダニエル電池は、希硫酸に亜鉛板と銅板を浸したものである。
- 一次電池は、外部から電流を流して、起電力を回復させることができる。
- リチウム電池の起電力は、マンガン乾電池の起電力より小さい。

- マンガン乾電池では、正極に酸化マンガン(IV)が、負極に炭素が用いられる。
- 電解液としてリン酸水溶液を用いた燃料電池では、正極で水が生成する。
- 太陽電池は、熱エネルギーを電気エネルギーに変換して、起電力を生じる。

22 電解生成物

次の水溶液の電解で生成する物質を、化学式で答えよ。何も生じないときは×印、電極が溶けるときは△印をつけよ。

電解液	H ₂ SO ₄	NaOH	NaCl	CaBr ₂	CuSO ₄	AgNO ₃
電極	陽極	Pt	Pt	C	C	Cu
	陰極	Pt	Pt	Fe	Fe	Cu
極生成物	陽極					
	陰極					

23 ファラデーの法則

次の文の [] に適当な語、または数値を記入せよ。

炭素を電極にして塩化銅(II)水溶液を電気分解すると両電極では次の変化が起こる。



両電極で変化する物質の物質量は、流れたキ[]の数に比例する。いま、電子 1 mol (6.02×10²³ 個) が流れたとすると、ク[]極に銅のケ[] mol が析出し、コ[]極からは塩素がカ[] mol 発生する。一価のイオン 1 mol を電気分解させるのに必要な電気量は、電子ク[] mol がもつ電気量に等しく、この電気量の絶対値をキ[]定数といい、記号 F [C/mol] で表される。1 クーロン(記号 C) は、1 アンペア(記号 A) の電流がセ[]秒間流れたときの電気量であり、銅 1 mol を析出させるのに要する電気量はソ[] C である。

24 電気分解 [2017 佐賀大]

(Cu=64, F=9.6×10⁴ C/mol)

電解質水溶液や融解塩の槽に電極を入れ、ア[]電流を流すことで酸化還元反応を起こさせることを電気分解という。電解質水溶液を電気分解すると、陽極では最もイ[]されやすい物質のウ[]反応が、陰極では最もク[]されやすい物質のケ[]反応が起こる。例えば、水酸化ナトリウム水溶液と希硫酸の電気分解において、各電極で発生する気体はいずれの場合でも同じであるが、酸化・還元される物質は異なる。一方、塩化ナトリウム水溶液の電気分解では、コ[]極で発生する気体は水酸化ナトリウム水溶液の場合と同じであるが、カ[]極ではケ[]が発生する。また、硫酸銅(II)水溶液の電気分解において、キ[]極で発生する気体は希硫酸の場合と同じであるが、ク[]極では電極表面にケ[]が析出する。

- [] に当てはまる適切な語句を答えよ。
- 水酸化ナトリウム水溶液の電気分解において、(a) 陽極で起こる反応の反応式、(b) 陰極で起こる反応の反応式をそれぞれ答えよ。
(a) [] (b) []
- 希硫酸の電気分解において、(a) 陽極で起こる反応の反応式、(b) 陰極で起こる反応の反応式をそれぞれ答えよ。
(a) [] (b) []
- 上記の文章から、酸化されやすい物質、還元されやすい物質が推測できる。
(a) 次の物質を還元されやすいと考えられる順に左から並べよ。
水 ナトリウムイオン 銅(II)イオン
[]
(b) 次の物質を酸化されやすいと考えられる順に左から並べよ。
水 硫酸イオン 塩化物イオン
[]
- 白金電極を用いた二つの電気分解槽を直列に接続し、各槽で水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(II)水溶液の電気分解を 5.0 A の電流で行ったところ、ある電極の質量が 3.2 g 増加した。
(a) 通電時間を答えよ。 [] 分
(b) 水酸化ナトリウム水溶液の電気分解槽の陽極から発生する気体の体積は、標準状態で何 L が答えよ。 [] L

25 希硫酸の電気分解 [1992 センター化学 (1992~1996)]

陽極および陰極に白金板を用い、希硫酸の電気分解を行った。965 C (クーロン) の電流を流したとき、陽極および陰極で生成する気体の質量はそれぞれいくらか。次の①~⑦のうちから、適当な数値を一つずつ選べ。

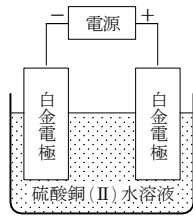
陽極 1 g, 陰極 2 g

- ① 0.005 ② 0.01 ③ 0.02 ④ 0.04 ⑤ 0.08 ⑥ 0.16 ⑦ 0.32

26 硫酸銅(II)水溶液の電気分解 [2013 センター化学 I (2006~2015)]

図のように白金電極を用いて、硫酸銅(II)水溶液の電気分解を行った。2.00 A の電流を 965 秒間流したところ、陽極に ア が生成し、その質量は イ g であった。

上の空欄 ア・ イ に当てはまる物質と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。ただし、ファラデー定数は 9.65×10^4 C/mol とする。O = 16, Cu = 64

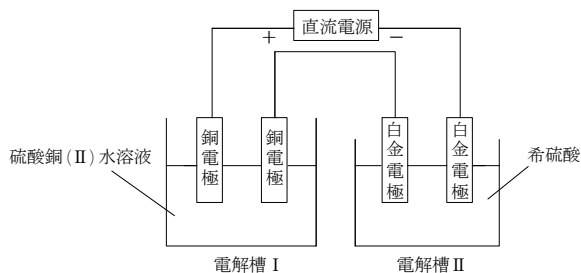


図

	ア	イ
①	銅	0.16
②	銅	0.32
③	銅	0.64
④	酸素	0.16
⑤	酸素	0.32
⑥	酸素	0.64

27 電解槽の直列連結の電気分解 [2015 センター化学 (2015~)]

電解槽 I に硫酸銅(II)水溶液、電解槽 II に希硫酸を入れた。さらに、銅電極、白金電極を用いて、図のような装置を組み立てた。一定の電流を 1930 秒間流して電気分解を行ったところ、電解槽 I の陰極で 0.32 g の銅が析出した。下の問い(a・b)に答えよ。ただし、ファラデー定数は 9.65×10^4 C/mol とする。



a 流した電流は何 A であったか。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 [] A

- ① 0.25 ② 0.50 ③ 1.0 ④ 2.5 ⑤ 5.0

b 電解槽 I の陽極と電解槽 II の陽極で起きた現象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。 []

	電解槽 I の陽極で起きた現象	電解槽 II の陽極で起きた現象
①	酸素が発生した	二酸化硫黄が発生した
②	酸素が発生した	水素が発生した
③	酸素が発生した	酸素が発生した
④	銅が溶解した	二酸化硫黄が発生した
⑤	銅が溶解した	水素が発生した
⑥	銅が溶解した	酸素が発生した

28 電気分解に要する時間 [2015 センター化学 (2015~)]

白金電極を用い、1 A の電流を通じていくつかの水溶液の電気分解実験を行った。水溶

液の溶質と陰極で生じた物質の物質量の組合せのうち、電気分解に最も長い時間を必要としたものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、それぞれの水溶液には、電気分解を行うのに十分な物質量の溶質が溶けていたものとする。 []

	水溶液の溶質	陰極で生じた物質の物質量
①	H ₂ SO ₄	0.03 mol
②	NaOH	0.02 mol
③	KCl	0.04 mol
④	CuSO ₄	0.02 mol
⑤	AgNO ₃	0.06 mol

29 電解生成物の量から電解質を推定 [2014 センター化学 I (2006~2015)]

ある 1 種類の物質を溶かした水溶液を、白金電極を用いて電気分解した。電子が 0.4 mol 流れたとき、両極で発生した気体の物質量の総和は 0.3 mol であった。溶かした物質として適当なものを、次の①~⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 [], []

- ① NaOH ② AgNO₃ ③ CuSO₄
④ H₂SO₄ ⑤ KI

30 電解精錬 [2011 センター化学 I (2006~2015)]

図 1 は粗銅から純銅を得るための電解精錬を模式的に示したものである。次の文章中の 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。 []

硫酸酸性の硫酸銅(II)水溶液中で粗銅を陽極として電気分解することにより、粗銅中の銅は銅(II)イオンとなって溶け出し、陰極には純銅が析出する。銅よりもイオン化傾向が ア 金属はイオンとなって溶液中に溶け出し、イオン化傾向が イ 金属は粗銅の下に陽極泥として沈殿する。

ここで、不純物として銀のみを含む粗銅を陽極として電気分解を行った場合、溶液中の銅(II)イオンの物質量は ウ 。

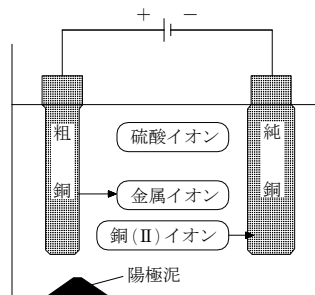


図 1

	ア	イ	ウ
①	大きい	小さい	増加する
②	大きい	小さい	変化しない
③	大きい	小さい	減少する
④	小さい	大きい	増加する
⑤	小さい	大きい	変化しない
⑥	小さい	大きい	減少する

31 アルミニウムの融解塩電解 [1993 山梨大]

アルミニウムはさまざまな飲料の缶や窓枠, さらには料理用のなべやアルミホイルなどとして身の回りで多量に使用されている金属である。これについて次の問いに答えよ。アルミニウムの原子番号は 13, 原子量は 27.0 とする。

- (1) アルミニウム原子の電子殻とそれらへの電子配置を記せ。
[]
- (2) アルミニウム金属は, 融解した酸化アルミニウム (Al_2O_3) を, 炭素を電極として電解することにより製造される。このとき一方の電極ではアルミニウム金属が析出し, また他方では酸素が炭素と反応して一酸化炭素 (CO) が生成する。
(a) 陽極および陰極で起こる化学反応を e^- を含む式で示せ。
[]
- (b) いま酸化アルミニウム (Al_2O_3) の融解塩電解で一方の電極に 9.00 モルの一酸化炭素 (CO) が発生したとする。このとき他極に析出したアルミニウム金属は何 g か。
[] g

32 反応速度 [2010 北里大]

次の文章中の空欄 (ア), (イ) に入る最も適切な数値の組合せを, 下の①~⑧から選べ。
[]

化学反応の速さは, 単位時間あたりの反応物の減少量, または生成物の増加量で表し, これを反応速度という。反応が一定体積中で起こる場合, 物質の変化量は濃度の変化量として表すことができる。

例えば, 過酸化水素に少量の塩化鉄 (III) 水溶液を触媒として加えると, 分解反応により酸素が生成する。過酸化水素の濃度 $[\text{H}_2\text{O}_2]$ の時間に対する変化が下表のような場合, 時間 0~5 分間の平均の H_2O_2 の分解速度 \bar{v} は,

$$\bar{v} = -\frac{(0.72-1.08)}{(5-0)} = 0.072 \text{ (mol/L} \cdot \text{min)}$$

と求められる。同様に, 時間 5~10 分間の平均の H_2O_2 の分解速度は (ア) (mol/L · min) と求められる。

この溶液が 100 mL の場合, 時間 0~5 分間の平均の酸素の生成速度は (イ) (mol/min) と求められる。

時間 [min]	濃度 $[\text{H}_2\text{O}_2]$ [mol/L]	(ア)	(イ)	(ア)	(イ)
0	1.08	① 0.046	3.6 × 10 ⁻³	⑤ 0.059	3.6 × 10 ⁻³
5	0.72	② 0.046	7.2 × 10 ⁻³	⑥ 0.059	7.2 × 10 ⁻³
10	0.49	③ 0.046	1.1 × 10 ⁻²	⑦ 0.059	1.1 × 10 ⁻²
15	0.32	④ 0.046	1.4 × 10 ⁻²	⑧ 0.059	1.4 × 10 ⁻²
20	0.21				

33 化学反応の速さ [2014 日本女子大]

一般に化学反応が起こるためには, 反応物の粒子どうしが衝突し, [ⓐ]()状態と呼ばれるエネルギーの高い状態を経由すると考えられる。水溶液中の過酸化水素は, 25℃ の一定温度では非常にゆっくりと分解するが, これに酸化マンガン (IV) を加えると激しく分解する。ここで, 酸化マンガン (IV) は [ⓑ]()としてはたらく, 反応の前後でそれ自身は変化しない。反応物を (①) 状態にするのに必要な最小のエネルギーを [ⓒ]()という。酸化マンガン (IV) を加えた場合の (③) は, 加えない場合より [ⓓ]()いので, 反応速度は大きくなる。

- (ア) 文中の ①~④ に適切な語句を入れよ。
(イ) 下線部について, 過酸化水素の分解反応を化学反応式で書け。
[]
- (ウ) ある濃度の過酸化水素水 10.0 mL を水で 250 mL に薄めた。そのうち 25.0 mL をとり, 硫酸で酸性にした 0.100 mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液で滴定すると, うすい赤紫色が消えなくなるまでに要した過マンガン酸カリウム水溶液の量は 4.80 mL であった。初めの過酸化水素水の濃度は何 mol/L か。有効数字 2 桁で求めよ。
[] mol/L

(エ) (ウ) で求めた濃度の過酸化水素水 10.0 mL に, 粒状の酸化マンガン (IV) を加えて 25℃ で反応させたところ, 110 秒後に過酸化水素水のモル濃度は 0.10 mol/L になった。この間の, 過酸化水素の平均分解速度 [mol/(L · s)] と, 過酸化水素の分解により生じた気体の平均発生速度 [mol/s] を, それぞれ有効数字 2 桁で求めよ。
[] mol/(L · s), [] mol/s

(オ) (エ) の粒状の酸化マンガン (IV) を細かく砕いて過酸化水素水に加えた場合, 粒状のものを加えたときに比べて分解速度が増大した。その理由を説明せよ。
[]

34 反応の速さとエネルギー [1993 センター化学 (1992~1996)]

反応の速さに関する次の記述 ①~④ のうちから, 下線をつけた部分に誤りを含むものを一つ選べ。 []

- ① 温度が上昇すると反応の速さが大きくなるのは, 活性化エネルギー以上のエネルギーをもつ分子の割合が増加するためである。
- ② 反応物の濃度が増えると反応の速さが大きくなるのは, 反応する分子どうしが単位時間に衝突する回数が増加するためである。
- ③ 触媒を用いると反応の速さが大きくなるのは, 反応の経路が変わって, 活性化エネルギーが大きくなるためである。
- ④ 可逆反応において, 平衡状態に近づくとき反応物の濃度変化が小さくなるのは, 正反応の速さと逆反応の速さの差が小さくなるためである。

35 触媒の性質 [1996 センター化学 (1992~1996)]

触媒についての次の記述 ①~⑤ のうちから, 誤りを含むものを一つ選べ。 []

- ① 触媒は反応の速さを大きくすることができる。
② 触媒は反応の活性化エネルギーを下げる可以降低ることができる。
③ 触媒自身は, 反応の前後で変化しない。
④ 触媒は反応熱を下げる可以降低することができる。
⑤ 可逆反応に触媒を用いても, 化学平衡は移動しない。

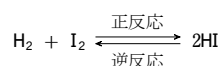
36 化学反応の速度 [2015 近畿大]

化学反応の速度に関する次の記述のうち, 正しいものを二つ選べ。 [] , []

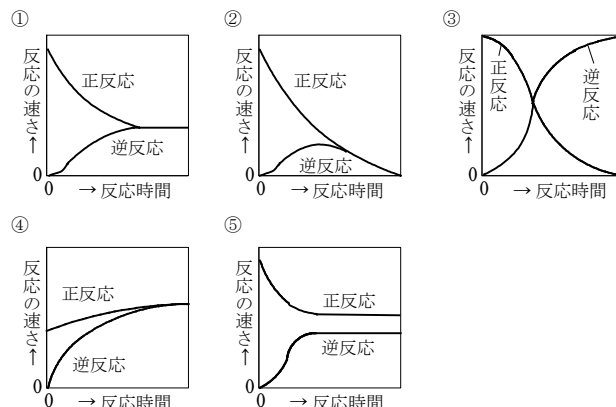
- (a) 一般に, 固体が関係する反応では, 固体の質量が同じならば, その表面積を大きくすると, 反応速度は大きくなる。
(b) 温度が一定のとき, 反応物の濃度に比例して, 反応速度定数は大きくなる。
(c) 触媒を用いると反応のしくみが変わり, 活性化エネルギーがより大きい別の経路で反応が進む。
(d) 過マンガン酸カリウムの硫酸酸性溶液にシュウ酸水溶液を加えて, 赤紫色の消える速度を比べてとき, 50℃ より 30℃ の方が速い。
(e) 温度が 10℃ 上がるごとに反応速度が 3 倍になる気体の反応がある。60℃ のとき 20 分間でこの反応が終了した場合, 20℃ では 27 分間で終了する。

37 正反応・逆反応の速さ [1994 センター化学 (1992~1996)]

水素とヨウ素の混合物を密閉容器に入れ, 450℃ で反応させると, ヨウ化水素が生成し, やがて平衡に達する。



反応開始後の正反応の速さと逆反応の速さを表す図として最も適当なものを, 次の ①~⑤ のうちから一つ選べ。 []



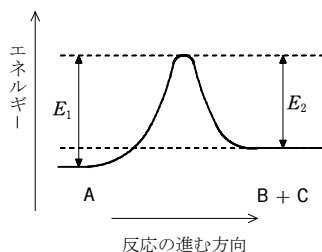
38 反応の速度 [2009 東京薬科大]

ある容器の中で、2種類の気体XとYから気体Zを生成する化学変化についてその反応速度を調べたところ、(A)~(C)の結果を得た。(1)~(4)に答えよ。

- (A) 温度を一定に保ち、Xのモル濃度を2倍にすると、Zの生成速度は4倍になった。
 (B) 温度を一定に保ち、Yのモル濃度を1/2倍にすると、Zの生成速度は1/2倍になった。
 (C) 温度を10℃上昇させるごとにZの生成速度は4倍になった。
- (1) Zの生成速度 v と Xのモル濃度 $[X]$ および Yのモル濃度 $[Y]$ との関係を示す反応速度式を書け。ただし、反応速度定数を k とする。 []
- (2) 反応容器の体積を一定に保ち、温度を40℃上昇させると、反応速度は何倍になると考えられるか。次の(a)~(f)の数値のうち最も近いものを選び。 []
 (a) 1倍 (b) 4倍 (c) 16倍 (d) 64倍 (e) 128倍 (f) 256倍
- (3) 温度を一定に保ち、反応容器を圧縮して全圧を4倍にすると、反応速度は何倍になると考えられるか。次の(a)~(f)の数値のうち最も近いものを選び。 []
 (a) 1倍 (b) 4倍 (c) 16倍 (d) 64倍 (e) 128倍 (f) 256倍
- (4) この反応に触媒を加えたとき、次の(a)~(d)の中で変化するものをすべて選び。 []
 (a) 平衡定数 (b) 反応熱 (c) 反応速度 (d) 活性化エネルギー

39 活性化エネルギー [2017 センター化学 (2015~)]

化学反応 $A \rightarrow B + C$ について、反応の進む方向とエネルギーの関係を下図に示す。この反応に関する記述として誤りを含むものを、下の①~⑥のうちから一つ選び。



- ① この反応は吸熱反応である。
 ② この反応が進むときに経るエネルギーの高い状態を、活性化状態 (遷移状態) という。
 ③ この反応の活性化エネルギーは E_2 である。
 ④ 触媒を用いると、反応経路が変わり、活性化エネルギーを小さくできる。
 ⑤ 触媒を用いても反応熱は変わらない。

40 反応速度と化学平衡 [2015 宮崎大]

水素とヨウ素からなる混合気体を密閉容器に入れて加熱すると、次の反応式(1)のように、気体のヨウ化水素が生成する。



また、反応式(1)の熱化学方程式は式(2)で表される。



式(2)は、生成物のほうが、反応物よりもエネルギーが [] ことを示しているので、この反応が [] 熱反応であることがわかる。式(1)の正反応 (左辺から右辺への反応) および逆反応 (右辺から左辺への反応) の活性化エネルギーをそれぞれ E_a 、 E_b とし、これを用いて式(2)の反応熱を表すと、 [] となる。

一方で、反応式(1)の濃度平衡定数 K_c は、各物質の濃度 ($[H_2]$ 、 $[I_2]$ 、 $[HI]$) を用いると $K_c = \frac{\text{[]}}{\text{[]}}$ のように表される。また、化学反応の速度と濃度の関係を示す式

は反応速度式とよばれ、速度定数の値は反応の種類により異なる。例えば、反応式(1)の正反応では、ヨウ化水素の生成速度は水素とヨウ素 (気体) の濃度の積に比例する。逆反応では、ヨウ化水素の分解速度はヨウ化水素の濃度の2乗に比例することがわかっている。そして、正反応と逆反応の速度が等しくなると、見かけ上反応が停止したようになる。この状態を平衡状態という。ここで、逆反応の反応速度を v' とする。平衡状態における逆反応の反応速度式を K_c および正反応の速度定数 k_1 を用いて表すと、

$$v' = \frac{\text{[]}}{\text{[]}}$$

反応式(1)に関して、実験1~2を行った。

実験1 一定温度 T [K] に保った容積 V [L] (一定) の容器の中で 1.50 mol の水素と 1.80 mol のヨウ素 (気体) を反応させた。時間と共にヨウ化水素の物質が増加し、平衡状態1に達した。平衡状態1におけるヨウ素の物質量は反応開始時と比較し

て 30.0% になった。

実験2 実験1の容器内に 0.30 mol の水素を追加し、温度を実験1と同じに保ったところ、別の平衡状態2に達した。

問1 []~[] に適当な語句を、[]~[] に適当な式を書け。

問2 H_2 、 I_2 の結合エネルギーはそれぞれ 436 kJ/mol、151 kJ/mol である。HI の結合エネルギーを求めよ。 [] kJ/mol

問3 平衡状態1における濃度平衡定数 K_c を有効数字2桁で答えよ。 []

問4 平衡状態2における水素、ヨウ素 (気体) およびヨウ化水素の物質量をそれぞれ求め、小数第2位まで答えよ。

水素 [] mol、ヨウ素 [] mol、ヨウ化水素 [] mol

問5 平衡状態2における正反応の反応速度 v_2 は、水素を追加する前の平衡状態1における正反応の反応速度 v_1 と比較して何倍になるか。有効数字2桁で答えよ。

[] 倍

41 平衡の移動

次の問いに答えよ。

(1) 次の(A)~(H)の反応が平衡状態になっているとき、それぞれの反応について [] 内で示した操作を行った。このとき平衡はどちらに移動するか。「右」、「左」、「移動しない」の語句で答えよ。ただし、式中の Q の数値は正の値とする。

- (A) $N_2(\text{気}) + 3H_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2NH_3(\text{気}) + Q$ [アンモニアを一部取り除く]
 (B) $2NO(\text{気}) \rightleftharpoons N_2(\text{気}) + O_2(\text{気}) + Q$ [圧力一定で、加熱する]
 (C) $C_2H_4(\text{気}) + H_2(\text{気}) \rightleftharpoons C_2H_6(\text{気}) + Q$ [温度一定で、加圧する]
 (D) $2HI(\text{気}) \rightleftharpoons H_2(\text{気}) + I_2(\text{気}) - Q$ [温度一定で、減圧する]
 (E) $2NO_2(\text{気}) \rightleftharpoons N_2O_4(\text{気}) + Q$ [温度一定で、容器の体積を大きくする]
 (F) $2SO_2(\text{気}) + O_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2SO_3(\text{気}) + Q$ [触媒を加える]
 (G) $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + CH_3COO^-$ [酢酸ナトリウムを加える]
 (H) $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + CH_3COO^-$ [水を加える]

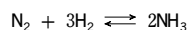
(A) [], (B) [], (C) []
 (D) [], (E) [], (F) []
 (G) [], (H) []

(2) 塩化ナトリウムの飽和水溶液に塩化水素を通じると、どのような変化が起こるか。その理由も述べよ。

変化 []
 理由 []

42 アンモニア生成の化学平衡 [2013 富山県立大]

次の可逆反応が平衡状態となっており、正反応は発熱反応である。なお、気体はすべて理想気体とする。



(1) このとき次の操作を行った。平衡はどのように移動するか。右、移動しない、左、の中から選べ。

- ① 温度を一定に保ったまま、圧力を上げる。 []
 ② 温度と圧力を一定に保ったまま、窒素を加える。 []
 ③ 圧力を一定に保ったまま、加熱する。 []
 ④ 温度と圧力を一定に保ったまま、触媒を加える。 []

(2) この可逆反応の平衡定数を K とし、 K を各気体のモル濃度を用いて示せ。ただし、各気体のモル濃度は、たとえばアンモニアの場合には、 $[NH_3]$ のように記すものとする。

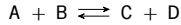
[]

(3) 密閉容器の中に窒素と水素を入れ、温度を一定に保ったところ平衡が成立した。

このときの窒素のモル濃度を求めよ。ただし、アンモニアのモル濃度は 3.0×10^{-3} mol/L、水素のモル濃度は 3.0×10^{-2} mol/L、平衡定数 K は 4.0×10^{-2} (mol/L) $^{-2}$ とする。答えは、有効数字2桁で示せ。 [] mol/L

43 平衡定数 [2016 センター化学 (2015~)]

1.0 mol の気体 A のみが入った密閉容器に 1.0 mol の気体 B を加えたところ、気体 C および D が生成して、次式の平衡が成立した。

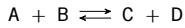


このときの C の物質質量として最も適当な数値を、次の ①~⑥ のうちから 1 つ選べ。ただし、容器内の温度と体積は一定とし、この温度における反応の平衡定数は 0.25 とする。

- ① 0.25 ② 0.33 ③ 0.50 ④ 0.67 ⑤ 0.75

44 平衡定数 [2014 順天堂大]

一定容積の容器に物質 A と物質 B を 1.0 mol ずつ入れ反応させると、以下のような平衡に達した。

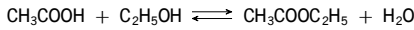


このときの平衡定数が 4 であるならば、平衡に達したときに生成される C の物質質量は何 mol になるか。正しいものを ①~⑥ の中から 1 つ選べ。

- ① $\frac{1}{4}$ mol ② $\frac{1}{3}$ mol ③ $\frac{1}{2}$ mol ④ $\frac{2}{3}$ mol ⑤ 1 mol ⑥ 2 mol

45 平衡定数 [2013 芝浦工業大]

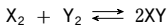
酢酸とエタノールから酢酸エチルを生成する平衡反応は、次の通りである。



1.00 mol の酢酸と 1.00 mol のエタノールを混合し、触媒として濃硫酸を少量加えた。平衡に達した後、残存する酢酸の量は 0.30 mol であった。酢酸エチル生成の平衡定数を、有効数字 2 桁で求めよ。

46 平衡定数と物質質量 [2017 センター化学 (2015~)]

1 mol の気体 X₂ と 2 mol の気体 Y₂ を、容積が変化しない密閉容器に入れて一定温度に保ったところ、次式のような可逆反応により気体 XY が生成し、平衡状態に達した。このときの平衡定数を K とする。



この平衡状態に関する次の記述 (a~c) について、正誤の組合せとして正しいものを、下の ①~⑧ のうちから 1 つ選べ。

- a $\frac{2[XY]}{[X_2][Y_2]} = K$ が成り立つ。
 b X₂ の物質質量がわかれば、K を求めることができる。
 c 密閉容器中の気体の物質質量の総和は 3 mol である。

	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

47 電離定数 [2016 センター化学 (2015~)]

0.016 mol/L の酢酸水溶液 50 mL と 0.020 mol/L の塩酸 50 mL を混合した溶液中の、酢酸イオンのモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の ①~⑥ のうちから 1 つ選べ。ただし、酢酸の電離度は 1 より十分小さく、電離定数は 2.5×10^{-5} mol/L とする。

- ① 1.0×10^{-5} ② 2.0×10^{-5} ③ 5.0×10^{-5}
 ④ 1.0×10^{-4} ⑤ 2.0×10^{-4} ⑥ 5.0×10^{-4}

48 四酸化二窒素と二酸化窒素の平衡 [1994 センター化学 (1992~1996)]

無色の気体である四酸化二窒素 N₂O₄ は常温・常圧で熱を吸収し、一部解離して、赤褐色の二酸化窒素 NO₂ を生じる。この N₂O₄ と NO₂ の混合気体が、先を閉じた注射器の中で平衡状態になっている。この混合気体の温度を変えたり、注射器のピストンを動かして

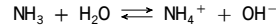
圧力を変えたりして、気体の色の変化を観察した。次の記述 ①~⑤ のうちから、正しいものを一つ選べ。

- ① 体積一定のもとで温度を高くすると、赤褐色がうすくなる。
 ② 体積一定のもとでは、温度を変えても色の変化はない。
 ③ 常温で圧力を急に減らすと、初め赤褐色がうすくなるが、やがて赤褐色が濃くなる。
 ④ 常温で圧力を急に加えると、初め赤褐色が濃くなり、やがて赤褐色がさらに濃くなる。
 ⑤ 常温で圧力を変えても、色の変化はない。

49 アンモニアの電離平衡 [2008 明治大]

次の空欄 [ア]~[オ] に当てはまる語・数値・数式を答えよ。また、(a) に当てはまる適当な語を、①~⑥ から選べ。

弱塩基であるアンモニアを水に溶かすと、次の電離平衡が成り立つ。



この電離平衡における平衡定数を K とする。純水の密度 (1.00 g/cm³) をもとにして、水のモル濃度 [H₂O] を求めると、[H₂O] は [] mol/L となる。[H₂O] は他のいずれの濃度よりも大きく、また反応する水の量は少量であるので、[H₂O] は一定とみなすことができる。したがって、K [H₂O] を K_b とすると、K_b は [] と表される。ここで、水に溶けたアンモニアのモル濃度を c とし、アンモニアの電離度を α とする。このモル濃度 c と電離度 α を用いると、K_b は [] と表される。

ここで、近似を使えば K_b はより簡単に表すことができる。すなわち、アンモニアのような弱塩基では、電離度 α の値は a () のので、[] と近似すると、K_b は [] と表される。

原子量が必要な場合は、次の数値を用いよ。 H=1.0, N=14.0, O=16.0

- ① ほぼ 1 に等しい ② 1 よりかなり小さい ③ 1 よりかなり大きい
 ④ c よりかなり小さい ⑤ c よりかなり大きい ⑥ ほぼ c に等しい

(ア) [] (イ) [] (ウ) []
 (エ) [] (オ) [] (a) []

50 緩衝液の pH と緩衝作用 [2017 関西学院大]

生体内での pH の大きな変化は、生体に重篤な影響を及ぼす。そのため、血液の pH は、そこに含まれている二酸化炭素と炭酸水素塩が緩衝作用を示すことで、約 7.4 に保たれている。

pH を一定に保つ緩衝液は、酢酸と酢酸ナトリウム水溶液からでも作ることができる。濃度 0.40 mol/L の酢酸水溶液 100 mL と 0.40 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液 100 mL を混合して緩衝液 200 mL を調製した。以下、この緩衝液を緩衝液 A と記す。

(log₁₀3.0 = 0.48)

問 1. 緩衝液 A 中では、① 酢酸は一部が電離して平衡状態となり、② 酢酸ナトリウムは完全に電離している。①、② を表す電離の式を書け。

- ① { }
 ② { }

問 2. 緩衝液 A の pH を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、酢酸はわずかに電離し、酢酸の電離定数 K_a は、 2.7×10^{-5} mol/L である。

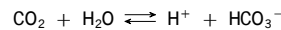
問 3. 200 mL の緩衝液 A に 0.10 mol/L の塩酸を 10 mL 加えたところ、pH は変わらなかった。どのような反応でこの緩衝作用が得られるのか、イオン反応式で書け。

{ }

問 4. 200 mL の緩衝液 A に水を 20 mL 加えたとき、pH の値はどうなるか。(ア) 大きくなる、(イ) 小さくなる、(ウ) 変わらない、の 3 つのうちから適当なものを選べ。また、その理由についても 40 字以内で答えよ。

理由: { }

問 5. 下線部の電離平衡は、次の式で表される。



この式で表される緩衝液に、(1) 塩酸、(2) 水酸化ナトリウム水溶液を加えたときの緩衝作用をそれぞれイオン反応式で答えよ。

- (1) { }
 (2) { }

51 緩衝液 [2017 センター化学 (2015~)]

0.1 mol/L の酢酸水溶液 100 mL と、0.1 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液 100 mL を混合した。この混合水溶液に関する次の記述 (a~c) について、正誤の組合せとして正しいものを、下の ①~⑩ のうちから一つ選べ。 []

- a 混合水溶液中では、酢酸ナトリウムはほぼ全て電離している。
- b 混合水溶液中では、酢酸分子と酢酸イオンの物質量はほぼ等しい。
- c 混合水溶液に少量の希塩酸を加えても、水素イオンと酢酸イオンが反応して酢酸分子となるので、pH はほとんど変化しない。

	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

52 酢酸水溶液の濃度と電離度の関係 [2017 センター化学 (2015~)]

酢酸の 25 °C での電離定数は、 2.7×10^{-5} mol/L である。25 °C における酢酸水溶液の濃度と電離度の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の ①~⑥ のうちから一つ選べ。 []

