

1]酸化数[2017 早稲田大]

銅 12.7 g が希硝酸とすべて反応すると、標準状態で A() L となる気体を生じる。この気体は B() であり、反応により生じた気体中の窒素原子の酸化数は反応前後で C()。(Cu=63.5)

A : (イ) 1.49 (ロ) 2.24 (ハ) 2.99 (ニ) 4.48 (ホ) 8.96
 B : (イ) N₂ (ロ) NH₃ (ハ) NO (ニ) NO₂ (ホ) N₂O₄
 C : (イ) 5 減少する (ロ) 3 減少する (ハ) 1 減少する
 (ニ) 増減しない (ホ) 3 増加する

2]酸化還元滴定[2008 島根大]

過酸化水素は、反応する相手の物質によって酸化剤にも還元剤にもなりうる事が知られている。

たとえば、過酸化水素は硫酸酸性水溶液中で過マンガン酸カリウムと反応するが、このとき過酸化水素は ^ア [] 剤としてはたらき、① 式のように酸素を発生する。



一方、過マンガン酸イオンは ^イ [] 剤としてはたらき、マンガンの酸化数は、② 式に示すように、^ウ [] から +II(+2) に変化する。



また、過酸化水素は酸性水溶液中でヨウ化カリウムと反応するが、このとき過酸化水素は③ 式のように ^エ [] 剤としてはたらき、ヨウ化物イオンは④ 式のように



- (1) [] 内の ア～オ に適当な語句または酸化数を記せ。
 (2) [] 内の A～G に適当な化学式あるいは電子(e⁻)を、係数を含めて記せ。
 (3) 市販の過酸化水素水を正確に 20 倍にうすめ、その 10.0 mL を三角フラスコにとり、希硫酸と蒸留水を加えた。この溶液に、よく振り混ぜながら 0.0200 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ加えたところ、14.00 mL で酸化還元反応が終了した。この結果より、市販の過酸化水素水中の過酸化水素のモル濃度[mol/L]を有効数字 3 桁で求めよ。 [] mol/L
 (4) (3) の実験で、過マンガン酸カリウム水溶液を酸性にするのに、塩酸や硝酸ではなく硫酸を用いる理由を説明せよ。

[]

3]酸化還元滴定[2017 学習院大]

次の実験について、それぞれの問いに答えなさい。(H=1, O=16, S=32, Fe=56)
 一定の数の水分子を含む硫酸鉄(II)水和物結晶がある。この結晶 2.78 g を水に溶かし、メスフラスコを用いて 100 mL の水溶液にした。ここから溶液 10 mL をホールピペットではかり取り、コニカルビーカーに入れ、硫酸酸性にした。その後、ビュレットを用いて 0.010 mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したところ、酸化還元反応の終点までに 20 mL を要した。

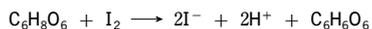
- (a) 下線部で過マンガン酸カリウム水溶液を滴下したときに起こる酸化還元反応を、イオン反応式で表せ。 []
 (b) 硫酸鉄(II)水和物結晶の化学式中に含まれる水分子の数を、有効数字 1 桁で答えよ。 []
 (c) 下線部の滴定において、終点をどのように判断すればよいか。また、終点の読み取り誤差を小さくするためにどんな工夫が考えられるか。両方を合わせて、100 字程度で説明せよ。

[]

4]ビタミンCの定量[2015 早稲田大]

次の文中の(A)には語句、(B)には選択肢(ア)～(オ)、(C)には有効数字 2 桁の数値を記せ。

ビタミン C(アスコルビン酸, C₆H₈O₆) は次の化学反応式に示すようにヨウ素と反応する。



この反応は A() 反応であり、この性質を利用してビタミン C は B() に用いられている。この反応はビタミン C の定量に用いることができるが、過マンガン

酸カリウムを用いてもビタミン C の定量はできる。C() mol/L のビタミン C 水溶液 10 mL を硫酸で酸性にした 0.010 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、反応の終点に達するまでに 20 mL を要した。

- (ア) 酸化剤として還元防止剤 (イ) 還元剤として酸化防止剤
 (ウ) 酸として pH 調整剤 (エ) 塩基として pH 調整剤
 (オ) 脱水剤として乾燥剤

5]酸化還元滴定[2016 長崎大]

次のように酸化還元滴定の実験 1 と実験 2 を行った。

(実験 1) 0.080 mol/L のヨウ素水溶液(ヨウ化カリウムを含む) 100 mL に、^①ある一定量の二酸化硫黄をゆっくりと通し反応させた。この反応溶液中に残ったヨウ素を定量するため、デンプンを指示薬として加え、0.080 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定した。25 mL を加えた時に ^②溶液の色が変化した。

(実験 2) ^③濃度不明の過酸化水素水 50 mL に、過剰量のヨウ化カリウムの硫酸酸性水溶液を加えたところ、ヨウ素が遊離した。この反応溶液中に、デンプンを指示薬として加え、0.080 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ、20 mL を加えた時に溶液の色が変化した。

ただし、実験 1 および実験 2 において、ヨウ素とチオ硫酸ナトリウムとは、式 1 のように反応する。



問 1 次の化学式(a)～(c)について、() 内の原子の酸化数を答えよ。

- (a) SO₂ (S) (b) SO₄²⁻ (S) (c) NH₃ (N)
 (a) [] (b) [] (c) []

問 2 次の(a)～(c)の酸化還元反応を化学反応式で示せ。

- (a) 酸素と水素(火花放電) (b) 希塩酸と鉄 Fe (c) 濃硝酸と銀 Ag
 (a) []
 (b) []
 (c) []

問 3 下線部①の二酸化硫黄の反応を、電子 e⁻ を含むイオン反応式で示せ。

[]

問 4 下線部①で反応した二酸化硫黄の物質質量[mol]を求め、有効数字 2 桁で示せ。

[] mol

問 5 下線部②の溶液の色の変化を、次の(a)～(f)の中から 1 つ選べ。

- (a) 橙赤色から無色 (b) 青紫色から無色 (c) 黄緑色から無色
 (d) 無色から青紫色 (e) 無色から黄緑色 (f) 無色から橙赤色

問 6 ヨウ素により呈色しないものを、次の(a)～(e)の中からすべて選べ。

- (a) アミロース (b) グリコーゲン (c) アミロペクチン
 (d) セルロース (e) スクロース

問 7 実験 2 の下線部③の過酸化水素水の濃度[mol/L]を求め、有効数字 2 桁で示せ。

[] mol/L

6] 金属のイオン化列と反応性 [2010 群馬大]

おもな金属のイオン化列と反応性を示す次表を見て、問い(1)~(5)に答えよ。

イオン化列	Li	a	Na	b	Al	Fe	Pb	Cu	Ag	Pt	Au
水との反応	常温で反応する		熱水と反応する	高温水蒸気と反応する			反応しない				
酸との反応	塩酸や希硫酸に溶けて水素を発生する						硝酸や熱濃硫酸には溶ける	cにだけ溶ける			
常温の空気との反応性	すみやかに酸化される		酸化される				酸化されない				

- (1) a はリチウムおよびナトリウムと同じ族に属する金属である。a の元素記号を記せ。また、a と水との反応を化学反応式で記せ。 元素記号: []
化学反応式: []
- (2) b は以下の化学反応式に示すように、空气中だけでなく二酸化炭素中でも燃える。b の元素記号を記せ。また、この化学反応式において b の酸化数の反応の前後における変化と、この反応における b の役割の正しい組合せを、次の ①~④ から選び、番号で答えよ。 元素記号: [], 酸化数の変化と役割: []
 $2b + CO_2 \rightarrow 2bO + C$
 ① $0 \rightarrow -2$, 還元剤 ② $0 \rightarrow +2$, 還元剤
 ③ $0 \rightarrow -2$, 酸化剤 ④ $0 \rightarrow +2$, 酸化剤
- (3) c に当てはまる最も適切な語句を記せ。 []
- (4) 亜鉛および水素は上記のイオン化列中ではどこに位置するか、両隣の金属の元素記号をそれぞれ答えよ。 亜鉛: [], 水素: []
- (5) 銀と塩酸との反応から塩化銀を得るのは困難である。上記のイオン化列と反応性を参考にして、銀から塩化銀を合成する方法を 50 字以内で記せ。

7] 金属のイオン化傾向 [日本歯科大]

A~H の金属がある。これらは下記のうちのどれかである。以下の記述を読み、次の各問いに答えよ。

B, D, E, F, G および H は銀白色ないしは灰白色であるが、A や C は着色している。E は常温で水と激しく反応するが、B や G は高温の水蒸気と反応して水素を発生する。A, C, D, F および H は、高温の水蒸気とも反応しない。B, D, E および G は希塩酸に水素を発生しながら溶解する。A, F および H は希塩酸には溶解しないが、希硝酸には溶解する。C は希塩酸や希硝酸には溶解しないが、王水には溶ける。G は希硝酸には溶解するが、濃硝酸には溶解しない。F と H で電池をつくると、F が正極、H が負極となった。

[A~H の金属名: 銀, 鉄, カルシウム, 金, スズ, 銅, 亜鉛, 鉛]

- (1) A~H に該当する金属を元素記号で書け。
 A[], B[], C[], D[]
 E[], F[], G[], H[]
- (2) 金属 G はなぜ濃硝酸に溶解しないのか。その理由を書け。
 []
- (3) 金属 H はなぜ希塩酸に溶解しないのか。その理由を書け。
 []

8] イオン化傾向と電池 [2008 石巻専修大]

次の文章を読み、下の問いに答えよ。

$Cu = 63.6$, $Zn = 65.4$, ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

金属の反応性は、イオン化傾向と関連する。たとえば、 ①イオン化傾向の大きいナトリウム は水と反応して水素を発生する。この反応では、 ② が酸化され、 ③ が還元されていることになる。このように、イオン化傾向の大きい金属ほど ④ を失って陽イオンになりやすく、また、この (c) を相手に与えるので ⑤ 作用が強い。

イオン化傾向の異なる 2 種類の金属を用いると電池をつくることができる。たとえば、亜鉛板を浸した硫酸亜鉛水溶液と銅板を浸した硫酸銅(II)水溶液を ⑥素焼き板 や セロハン(半透膜) で仕切り、二つの金属間を導線でつなぐと電流が流れる。この電池では、イオン化傾向の大きい ⑦ がイオンになって溶け出し、残った電子は、導線を通じて ⑧ 板に流れ、その金属表面で溶液中の ⑨ と反応する。この電池はダニエル電池とよばれ、約 1.1 V の起電力をもつ。

- (1) 文章中の空欄(a)~(g)に最もふさわしい語句を以下の語群から選び、その記号を答えよ。
 (ア) 亜鉛 (イ) 銅 (ウ) 酸化 (エ) 還元 (オ) 水
 (カ) ナトリウム (キ) 電子 (ク) 銅(II)イオン (ケ) 亜鉛イオン

- (2) 下線部 ① の変化を化学反応式で表せ。
 []
- (3) 下線部 ② の仕切り板の役割を二つ述べよ。
 []
- (4) ダニエル電池の正極と負極で起こる反応を、電子を含むイオン反応式でそれぞれ表せ。
 正極 []
 負極 []
- (5) ダニエル電池に豆電球を接続してしばらく使用すると、負極の質量が 32.7 mg 減少した。このときの電流量を求めよ。
 []

9] 銅の製法と性質 [2008 同志社大]

次の文を読み、問い(1)~(11)に答えよ。 $Cu = 63.6$, ファラデー定数 $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 金属は熱や電気をよく伝える性質をもち、これは金属結合しているすべての原子上に広がって分布した ① () によるものである。中でも、周期表 ② () 族の金属元素である銅は導電性が高く、単体として電線に用いられるほかに、 ③青銅 や ④黄銅 のような合金としても利用されている。

高純度の銅は電解精錬で製造されるが、この方法では粗銅板を ⑤ () に、純銅板を ⑥ () に用いて電解する。このとき粗銅板に含まれる銅以外の金属の中で、 ⑦銅 よりもイオン化傾向の大きな金属はイオンとして溶け出すが、 ⑧銅 よりもイオン化傾向の小さな金属は溶解せずに沈殿する。このような銅と他の金属とのイオン化傾向の違いを利用したものがダニエル電池であり、この電池では銅板が銅(II)イオンを含む水溶液に浸され、 ⑨ () として用いられる。

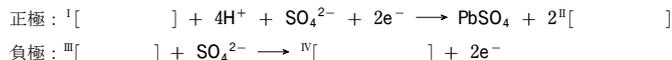
銅(II)イオンを含む水溶液は ⑩ () 色であり、 $\text{⑪これに水酸化ナトリウム水溶液を加えると沈殿が生じ、⑫この沈殿を含む水溶液を温めると沈殿は黒色に変化する}$ 。また、 $\text{⑬銅は濃硝酸や熱濃硫酸と反応して気体を生じる}$ 。

- (1) 文中の(ア)~(カ)に最も適する数字または語句を記せ。ただし、(ウ), (エ), (オ)は以下の語群より選択すること。
 [語群] 正極, 負極, 陽極, 陰極
- (2) 下線部(a)と(b)の合金について、銅と組み合わせられる金属は何か。それぞれについて元素記号で答えよ。 (a)[] (b)[]
- (3) 銅の電解精錬では硫酸で酸性にした硫酸銅(II)水溶液を用いる。この水溶液に粗銅板と純銅板を浸して電流 10 A で 50 分間電解したとき、純銅板上に析出する銅の質量(g)を有効数字 2 桁で答えよ。ただし、流れた電流量はすべて銅の析出に使われたものとする。 [] g
- (4) 問い(3)において、粗銅板の代わりに白金板を用いて電解すると、白金板ではどのような酸化反応が起こるか。電子(e^-)を含むイオン反応式で示せ。
 []
- (5) 問い(3)において、粗銅板と硫酸銅(II)水溶液の代わりに、炭素棒と塩酸で酸性にした塩化銅(II)水溶液を用いて電解すると、炭素棒ではどのような酸化反応が起こるか。電子(e^-)を含むイオン反応式で示せ。
 []
- (6) 銅の電解精錬では、水溶液中の銅(II)イオンが還元され銅が析出するが、水溶液中ではアルミニウム(III)イオンを還元してアルミニウムを析出させることはできない。その理由を簡潔に述べよ。 []
- (7) 水溶液を使用せずに高純度のアルミニウムを製造する電気分解法の名前を答えよ。
 []
- (8) 以下に示す金属のうち、下線部(c)および(d)のそれぞれに該当するものをすべて選び、元素記号で答えよ。 (c)[] (d)[]
 Ag, Au, Fe, Ni, Pt, Zn
- (9) ダニエル電池の構成を完成させるため、以下に示す式の()内に該当する化学式を記せ。なお、ここで aq は水溶液を意味する。
 $(-)() | ()_{aq} | ()_{aq} | () (+)$
- (10) 下線部(e)および(f)の反応の化学反応式をそれぞれ示せ。
 (e)[]
 (f)[]
- (11) 下線部(g)に関して、次の問いに答えよ。
 (i) 銅と濃硝酸との反応で生じる気体を化学式で示せ。 []
 (ii) 銅と熱濃硫酸との反応で生じる気体を硫化水素の水溶液に通じると白濁する。この白濁が生じる反応の化学反応式を示せ。
 []
 (iii) 問い(ii)の反応において、還元剤としてはたらく物質は何か。化学式で答えよ。
 []

10 鉛蓄電池 [2014 岡山理科大]

鉛蓄電池に関する次の文を読み、[I]~[IV]には化学式を入れよ。また、(a)~(i)には(ア)~(テ)から最も適する数値または語句を1つ選べ。ただし、同じ記号を複数回用いてはならない。(H=1.0, O=16.0, S=32.0, Pb=207.2, $F=9.65 \times 10^4$ C/mol)

鉛蓄電池の放電時には、正極では導線から電子が^a()いる。このときに起こっている化学反応は、次のように表すことができる。



このとき、正極での鉛の酸化数は^b()から+2となり、正極では^c()反応が起こったことがわかる。また、負極での鉛の酸化数は^d()から^e()となり、負極では^f()反応が起こったことがわかる。このように放電にともなって[II]が生成するため、電池内の希硫酸の密度は^g()くなる。また、放電、充電にともなって両極の質量は変化し、充電のときには、負極の質量は^h()する。たとえば、この電池に0.200 A (アンペア)の電流を4825秒間流して充電したときの負極の(h)量はⁱ() [g]となる。

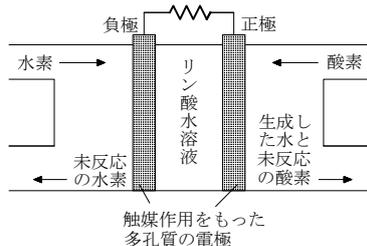
- (ア) 流れ込んで (イ) 流れ出て (ウ) -4 (エ) -2 (オ) 0
 (カ) +2 (キ) +4 (ク) 酸化 (ケ) 中和 (コ) 還元
 (サ) 電離 (シ) 低 (ス) 高 (セ) 増加 (ソ) 減少
 (タ) 0.480 (チ) 0.960 (ツ) 1.036 (テ) 2.072

11 燃料電池 [2008 東京慈恵会医科大]

次の文を読み、下記の問いに答えよ。問題を解くにあたって、必要があれば次の数値を使用せよ。原子量: H=1.00, O=16.0, Cu=63.5, ファラデー定数: $F=9.65 \times 10^4$ C/mol

なお、計算では気体は理想気体とみなし、理想気体のモル体積は標準状態で22.4 Lとする。また、計算値はすべて四捨五入し、指定された桁数で答えよ。

水素などの燃料に酸素を供給して、負極では酸化、正極では還元を起こし酸化還元反応のエネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置を燃料電池という。燃料電池はとくに自動車の動力源として、近年開発が進められている。図は水素-酸素燃料電池の概略図である。触媒作用のある2枚の多孔質電極に仕切られた容器に電解液(リン酸水溶液)を入れてある。そして、負極、正極にはそれぞれ気体の水素と酸素を供給した。



- (1) この燃料電池の負極で起こる反応を、電子 e⁻ を含む反応式で記せ。
 []
 (2) この燃料電池をある時間運転したところ、 1.93×10^8 C の電流量が得られた。このときの化学エネルギーがすべて電気エネルギーに変換されたとすれば、何 kg の水が生じたかを整数値で記せ。
 [] kg
 (3) この燃料電池に供給する酸素源として空気を使用し、取り出した電流で硫酸銅(II)水溶液を電気分解したところ、銅が12.7 g析出した。この燃料電池に必要な空気の体積は標準状態で何 Lか。ただし、空気の体積の20.0%が酸素とする。解答は小数点以下第1位まで記せ。
 [] L

12 ニッケル・カドミウム電池 [2014 慶応義塾大]

次の文章を読み、[ア]には化学反応式を、[イ][ウ]には有効数字3桁の数値を入れよ。H=1.00, O=16.0, Ni=58.7, Cd=112, ファラデー定数 $F=9.65 \times 10^4$ C/mol

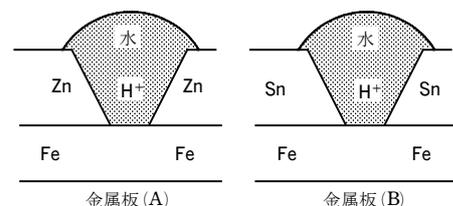
電極として、18.4 g のオキシ水酸化ニッケル(III) NiO(OH)と11.2 g のカドミウム Cd を用い、5.00 mol/L の水酸化カリウム KOH 水溶液 80.0 mL を電解液として用いた蓄電池を作製した。この蓄電池では、放電の過程で、NiO(OH)電極が水と反応して水酸化ニッケル(II)と水酸化物イオンが生成し、Cd電極が水酸化物イオンと反応して水酸化カドミウム(II)となる。この放電の過程を、一つの化学反応式でまとめて表すと



となる。この蓄電池にモーターをつないで、0.600 A の電流を8時間2分30秒流したとき、電解液の質量は(イ) [] g、正極の質量は(ウ) [] gとなった。ただし、5.00 mol/L の KOH 水溶液の密度は1.21 g/mLとする。また、この過程で気体は発生せず、NiO(OH)、Cd、水酸化ニッケル(II)、水酸化カドミウム(II)は、それぞれ溶液中に溶解しないものとし、電解液の蒸発は考えないものとする。

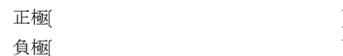
13 めっきと腐食 [1998 昭和薬科大]

鋼材(鉄)の表面に亜鉛をめっきした金属板(A)と、鋼材(鉄)の表面にスズをめっきした金属板(B)がある。これに傷が付き、水滴が付着するとそれに含まれる水素イオンにより一種の電池が形成される。このような

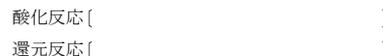


場合、金属板(A)の鉄の腐食は遅いが、金属板(B)の鉄は比較的速く腐食される。図を参考にして以下の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 金属板(A)では亜鉛が負極とみなされるが、正極と負極付近で生じる反応をイオン反応式で書け。



- (2) 金属板(B)の傷表面で生じている酸化反応と還元反応をイオン反応式で書け。



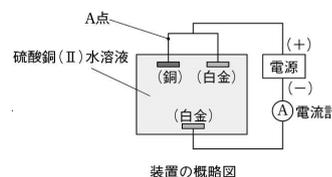
- (3) 金属板(A)の鉄が腐食されにくい理由を化学的に簡潔に説明せよ。

[]

14 硫酸銅(II)水溶液の電気分解 [2017 大阪府立大]

(Cu=63.5, $F=9.65 \times 10^4$ C/mol)

硫酸銅(II)水溶液に、陽極として白金板と銅板、陰極として白金板を浸した電気分解槽を用意した。これに図に示すように直流電源を接続し、電流計に1.00 Aの電流が流れるように32分10秒間通電したところ、陽極の銅板の重量は0.381 g減少した。

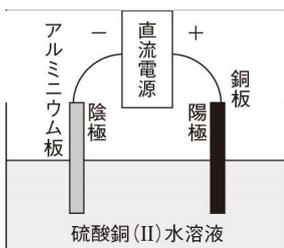


- (a) このときA点を流れた電流量は何Cか、有効数字2桁で答えよ。
 [] C
 (b) 陽極の白金板で起こる反応と、陰極の白金板で起こる反応を、e⁻を含む反応式でそれぞれ記せ。
 陽極: []
 陰極: []
 (c) 陽極の白金板で発生した気体の物質量は何 molか、有効数字2桁で答えよ。
 [] mol
 (d) 装置に電流を流したあと、電気分解槽内の溶液中の銅イオン濃度は、電流を流す前と比べてどうなると考えられるか、次の中から一つ選べ。
 []
 (ア) 銅イオン濃度は増加する。
 (イ) 銅イオン濃度は減少する。
 (ウ) 銅イオン濃度は変化しない。
 (e) 装置に電流を流したあと、電気分解槽内の溶液のpHは、電流を流す前と比べて変化していた。どのように変化したと考えられるか、理由とともに70字以内で記せ。

[]

15 電気分解によるめっき [2016 星薬科大]

大学の実習で右図のような装置を組み、アルミニウム板に銅めっきを施す実験を行った。陽極に銅板、陰極にアルミニウム板を用いて、直流電源により電気分解を行った。反応終了後、質量を測定したところ、アルミニウム板の質量増加は 0.90 g であった。めっきは面積 $5.0 \times 10^2 \text{ cm}^2$ に均一になされたため、銅めっきの厚さは【ア】 cm であった。



問1 【ア】に入る数字で最も近いものを選び。ただし、めっきされた銅の結晶構造は、一辺の長さ

$3.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$ の面心立方格子とする。 ($N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$, $\text{Cu} = 63.5$) []

1. 2×10^{-6} 2. 4×10^{-6} 3. 2×10^{-5} 4. 4×10^{-5} 5. 2×10^{-4}
6. 4×10^{-4} 7. 2×10^{-3} 8. 4×10^{-3} 9. 2×10^{-2} 0. 4×10^{-2}

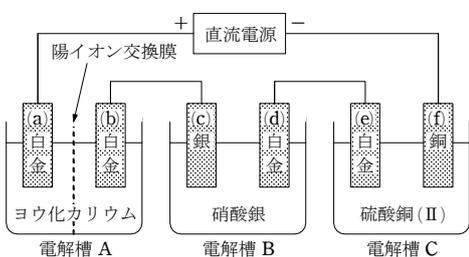
しかし、ある実習グループでは図を見間違えて、電極の向きを逆にしてしまい、陽極にアルミニウム板、陰極に銅板を用いて実験を行っていた。終了後、アルミニウム板の質量は 0.57 g 低下しており、銅板の質量は【イ】 g 増加していた。

問2 【イ】に入る数字で最も近いものを以下から選び。 ($\text{Al} = 27.0$) []

1. 0.06 2. 0.1 3. 0.2 4. 0.4 5. 0.6
6. 1.0 7. 2.0 8. 4.0 9. 6.0 0. 10

16 水溶液の電気分解 [2015 千葉大]

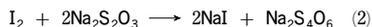
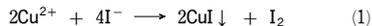
図に示すように電解槽 A ~ C にそれぞれ異なる水溶液 200 mL と電極 (a) ~ (f) を入れ、実験 1 および実験 2 を行った。電解槽 A には隔膜として陽イオン交換膜を取りつけてあり、その両側の溶液の体積はそれぞれ 100 mL である。



ただし、電気分解により水溶液の体積は変化しないものとする。

[実験 1] 電解槽 A ~ C を直列につなぎ、 0.500 A の電流を 1930 秒間流して電気分解を行った。

[実験 2] 実験 1 の後に電解槽 C の銅 (II) イオン濃度を求めるためにヨウ素滴定を行った。電気分解後に、電解槽 C から水溶液 10.0 mL を取り出し、弱酸性条件下でヨウ化カリウムを加えると、式 (1) の反応によりすべての Cu^{2+} が CuI として沈殿し、 I_2 が遊離した。この遊離した I_2 を 0.100 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ、式 (2) の反応が起こり、 10.0 mL で終点となった。



問1 実験 1 において電極 (a) ~ (f) で起こる反応を、それぞれ電子 e^- を含むイオン反応式で書け。

- (a) []
(b) []
(c) []
(d) []
(e) []
(f) []

問2 電気分解後の電解槽 A について、 25°C における陰極側の水溶液の pH を、小数第 1 位まで求めよ。 ($F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$) []

問3 電気分解により発生した気体の体積が最も大きかった電極はどれか。(a) ~ (f) から選び記号で答えよ。また、その体積は 27°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ で何 L か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、発生する気体は水に溶けないものとする。

$R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ [], [] L

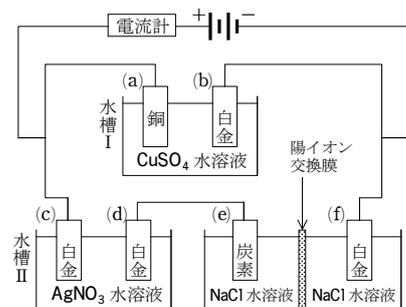
問4 電気分解後に、最も質量が増えた電極はどれか。(a) ~ (f) から選び記号で答えよ。また、その増加した質量は何 g か。有効数字 2 桁で答えよ。 ($\text{Cu} = 63.5$, $\text{Ag} = 108$, $\text{Pt} = 195$) [], [] g

問5 実験 2 の結果から電気分解前の電解槽 C で用いた水溶液中の銅 (II) イオン濃度は何 mol/L であったか。有効数字 2 桁で答えよ。 [] mol/L

17 電解槽の並列連結 [2008 北里大]

次の文を読み、(1) ~ (3) に答えよ。 $\text{H} = 1.00$, $\text{C} = 12.0$, $\text{N} = 14.0$, $\text{O} = 16.0$, $\text{Na} = 23.0$, $\text{S} = 32.0$, $\text{Cl} = 35.5$, $\text{Cu} = 63.5$, $\text{Ag} = 108$, $\text{Pt} = 195$

図のように、3 個の水槽 I, II, III にそれぞれ、硫酸銅 (II) 水溶液、硝酸銀水溶液、食塩水を入れた。電極 (a) は銅板、(b), (c), (d), (f) は白金板、(e) は炭素棒である。また、電極 (e) と (f) との間は陽イオン交換膜で仕切られている。図のように電池をつないで、 0.500 A (アンペア) の電流を 96 分 30 秒流したところ、水槽 II の電極 (d) に 2.16 g の銀が析出した。



ただし、ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ である。

(1) 電流を流したとき、水槽 II の電極 (c) で発生した気体は、標準状態で何 L となるか。最も適切なものを選び。ただし、発生した気体は溶液に溶けないものとする。 [] L

- (ア) 0.0560 (イ) 0.112 (ウ) 0.168 (エ) 0.224
(オ) 0.280 (カ) 0.336 (キ) 0.392 (ク) 0.448

(2) 電流を流す前と流した後で、水槽 I の電極 (a) の質量はどう変化したか。最も適切なものを選び。 []

- (ア) 0.159 g 減少した。 (イ) 0.159 g 増加した。
(ウ) 0.318 g 減少した。 (エ) 0.318 g 増加した。
(オ) 0.477 g 減少した。 (カ) 0.477 g 増加した。
(キ) 0.635 g 減少した。 (ク) 0.635 g 増加した。

(3) 電流を流した後、水槽 III の電極 (f) 側の電解液の pH が変化していた。電極 (f) 側の電解液すべて (500 mL) を回収し、これを中和するために行う操作として最も適切なものはどれか。 []

- (ア) 1.00 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 10.0 mL 加える。
(イ) 1.00 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 20.0 mL 加える。
(ウ) 1.00 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 30.0 mL 加える。
(エ) 1.00 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 40.0 mL 加える。
(オ) 1.00 mol/L 塩酸を 10.0 mL 加える。
(カ) 1.00 mol/L 塩酸を 20.0 mL 加える。
(キ) 1.00 mol/L 塩酸を 30.0 mL 加える。
(ク) 1.00 mol/L 塩酸を 40.0 mL 加える。

18]活性化エネルギー[2013 関西大]

次の文の□, () および{ }に入れるのに最も適当なものを, それぞれa群, (b群)およびc群から選び, 記号を書き入れよ。(R=8.3×10⁻³ kJ/(K・mol), log₁₀2=0.30, log₁₀3=0.48, log₁₀7=0.85)

化学反応を起こさせるためには, 反応物の分子どうしを互いに衝突させ, 活性化状態にするエネルギー(活性化エネルギー)が必要である。一般に, 化学反応の反応速度は, 温度を高くする, 触媒を加える, あるいは反応物の濃度を高くすると大きくなる。

気相中でm個の分子Xとn個の分子Yが反応して1個の分子Zが生じる化学反応がある。この反応は不可逆で, Zの生成速度v[mol/(L・s)]は①式で表されるものとする。

$$v = k[X]^m[Y]^n \dots\dots ①$$

ここで, kは反応速度定数, [X]および[Y]は, それぞれXおよびYのモル濃度[mol/L]である。

この反応について, 実験1~5では温度を27℃に保ってXやYの初濃度を変化させ, また, 実験6では温度を57℃に保って, 反応開始直後のZの生成速度を測定したところ, 表に示す結果が得られた。

実験	1	2	3	4	5	6	
温度[℃]	27	27	27	27	27	57	
初濃度	[X][mol/L]	0.10	0.10	0.10	0.20	0.30	0.30
	[Y][mol/L]	0.10	0.20	0.30	0.10	0.10	0.10
Zの生成速度v[mol/(L・s)]	0.60	1.2	1.8	2.4	5.4	162	

実験1~5の結果より, ①式のmとnは, m=¹□, n=²□となり, kの単位は³(□)となる。また, 27℃におけるkの数値は⁴(□)となる。

実験1において, 反応をはじめてからある時間が経ち, Xの濃度が0.060 mol/Lになった。このときのZの生成速度はv=⁵{□}×10⁻¹ [mol/(L・s)]となる。

反応速度に影響を与える因子には, 反応物の濃度以外に温度や活性化エネルギーE_a [kJ/mol]があり, 温度T₁[K], T₂[K]における反応速度定数をそれぞれk₁, k₂とすると, それらの関係は②式で表される。

$$\log_{10} \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2.30R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \dots\dots ②$$

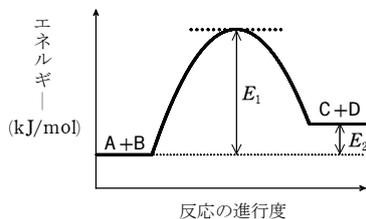
実験6の結果から, 57℃におけるkの数値は⁶(□)であるので, E_aは⁷(□) kJ/molとなる。

- a群
- (ア) 1 (イ) 2 (ウ) 3 (エ) 4
- (b群)
- (ア) 30 (イ) 60 (ウ) 300
 (エ) 600 (オ) 5400 (カ) 6000
 (キ) 18000 (ク) 54000 (ケ) mol/(L・s)
 (コ) mol²/(L²・s) (サ) L/(mol・s) (シ) L²/(mol²・s)
- (c群)
- (ア) 0.23 (イ) 0.43 (ウ) 1.4 (エ) 1.7
 (オ) 2.8 (カ) 6.7 (キ) 93 (ク) 120
 (ケ) 200 (コ) 300 (サ) 670 (シ) 930

19]化学反応の進み方[1995 甲南大]

物質Aと物質Bが反応して物質Cと物質Dが生成する反応①と, その逆反応である反応②が, ある一定温度で同時に進行している場合を考える。

$$A+B \rightarrow C+D \dots\dots ①$$

$$C+D \rightarrow A+B \dots\dots ②$$


- 右の図は, 上の反応のエネルギー図であり, E₁>E₂>0の関係が成立している。
- (1) 反応①と反応②のように, 正逆どちらの方向にも進むような反応を何反応というか。 []
- (2) 反応①は吸熱反応である。その理由を次の(ア)~(エ)から選べ。 []
- (ア) E₁>0であるから (イ) E₂>0であるから
 (ウ) E₁>E₂であるから (エ) 逆反応が同時に進行しているから
- (3) 反応①の活性化エネルギーは何kJ/molか。 [] kJ/mol
- (4) 反応②の活性化エネルギーは何kJ/molか。 [] kJ/mol
- (5) 触媒を作用させることにより, 反応①の活性化エネルギーがE₃ kJ/molになったとすると, 反応②の活性化エネルギーは何kJ/molになるか。ただし, E₁>E₃>E₂とする。 [] kJ/mol
- (6) (5)の場合, 反応①の反応熱は何kJ/molか。 [] kJ/mol

20]反応速度の変化[2017 東京理科大]

反応速度に関する一般的な事柄について, (a)~(h)の中で正しい記述はどれか。正しい組合せを解答群から一つ選べ。 []

- 記述
- (a) 反応物の濃度が大きくなると反応速度が大きくなるのは, 反応物の単位時間当たりの衝突回数が多くなるためである。
- (b) 温度を高くすると反応速度が大きくなるのは, 反応熱が大きくなるためである。
- (c) 固体が関与する反応において, 表面積が大きくなると反応速度は大きくなる。
- (d) 固体が関与する反応において, 表面積が大きくなると反応速度は小さくなる。
- (e) 触媒は, 反応の活性化エネルギーを小さくすることで反応速度を大きくする。
- (f) 触媒は, 反応の活性化エネルギーを大きくすることで反応速度を大きくする。
- (g) 反応速度定数は, 一定温度において触媒の有無に無関係である。
- (h) 反応速度定数は, 一定温度において反応物の濃度の大きさに無関係である。

解答群

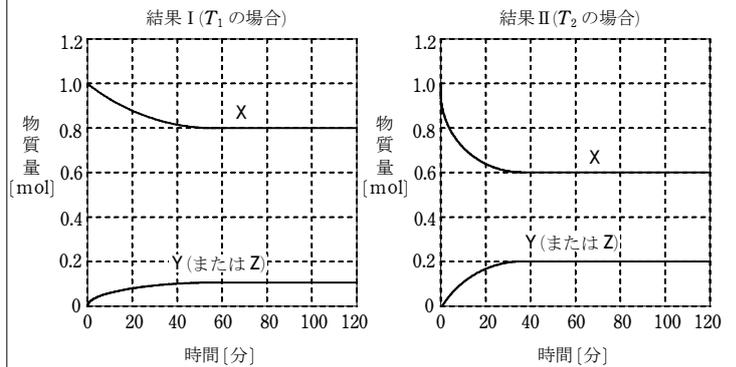
- 1 a, b, c 2 a, b, c, e 3 a, c, e, g, h
 4 a, c, e, h 5 a, d, e, h 6 b, c, e, g, h
 7 b, c, f, h 8 c, e, h 9 c, g, h
 10 d, f, g, h

21]ルシャトリエの原理[2016 センター化学(2015~)]

気体X, Y, Zの平衡反応は次の熱化学方程式で表される。

$$aX = bY + bZ + Q \text{ [kJ]}$$

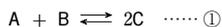
密閉容器にXのみを1.0 mol入れて温度を一定に保ったときの物質質量の変化を調べた。気体の温度をT₁とT₂に保った場合のXとY(またはZ)の物質質量の変化を, 図の結果Iと結果IIにそれぞれ示す。ここでT₁<T₂である。熱化学方程式中の係数aとbの比(a:b)およびQの正負の組合せとして最も適当なものを, 下の①~⑧のうちから1つ選べ。 []



	a : b	Qの正負
①	1 : 1	正
②	1 : 1	負
③	2 : 1	正
④	2 : 1	負
⑤	1 : 2	正
⑥	1 : 2	負
⑦	3 : 1	正
⑧	3 : 1	負

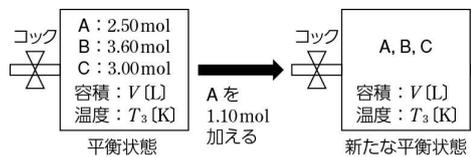
22] 平衡定数 [2016 関西大]

次の①式の可逆反応について、(1)~(3)の問いに有効数字2桁で答えよ。



- (1) 容積 V [L] の密閉できる容器に A, B をそれぞれ 1.00 mol, 3.00 mol 入れて温度を T_1 [K] に保つと、① 式の反応が進み、平衡状態に達した。このとき容器内の A の物質量は 0.40 mol であった。温度 T_1 [K] での平衡定数の値を求めよ。 []
- (2) 容積 V [L] の密閉できる容器に A, B, C を、それぞれ 1.00 mol, 2.00 mol, 2.00 mol 入れて温度を T_2 [K] に保つと、① 式の反応が進み、平衡状態に達した。温度 T_2 [K] での平衡定数の値が 4.0 であるとき、温度 T_2 [K] での平衡状態における容器内の A のモル分率を求めよ。 []

- (3) 右図に示すようなコック付きの一定容積 V [L] の容器内に、A, B, C を入れた。温度を T_3 [K] に保つと、① 式の反応が進み、A, B, C の物質量が、それぞれ 2.50 mol, 3.60 mol, 3.00 mol となって平衡状態に達した。この状態から A を 1.10 mol 加えた後、温度を T_3 [K] に保つと、再び平衡状態に達した。このときの容器内の A の物質量を求めよ。 [] mol



- (1) 文中の空所(イ)~(ハ)それぞれに当てはまるもっとも適当な数式を、濃度 C および速度定数 k を用いて記せ。ただし、可逆反応①の正反応(右向き)における H_2 (気)の生成速度を $k[HI]^2$ とする。
- (2) 可逆反応①の平衡状態において、温度と体積は変えないで、 H_2 (気)と I_2 (気)をそれぞれ 1 mol ずつ加えて、新たな平衡状態にした。新たな平衡状態における HI (気)のモル濃度を、 C を用いて記せ。 [] mol/L
- (3) 25 °C での HI (気)の生成熱は -26 kJ/mol, I_2 (固)の昇華熱は 62 kJ/mol である。可逆反応①の逆反応(左向き)の反応熱は何 kJ か。ただし、生成熱を求める場合の発熱物質は、 I_2 (固)と H_2 (気)である。 [] kJ
- (4) 可逆反応①の正反応(右向き)の活性化エネルギーは 183 kJ である。①の逆反応(左向き)の活性化エネルギーは何 kJ か。 [] kJ

23] 平衡定数 [2016 大阪工業大]

赤熱したコークス(炭素)と二酸化炭素を反応させると、一酸化炭素が生じて式(i)で表される平衡状態になる。



内容積 V [L] の密閉できる容器に、 x [mol] のコークスと x [mol] の二酸化炭素を入れて一定温度に保っておいたところ、全圧が P [Pa] となり、平衡状態に達した。コークスの体積は無視できるものとし、この反応の平衡定数 K は気体の濃度のみで表されるものとせよ。

- (1) 平衡状態での二酸化炭素および一酸化炭素の濃度をそれぞれ $[CO_2]$ および $[CO]$ として、平衡定数 K を表せ。 []

- (2) 平衡状態に達するまでに反応したコークスの物質量を y [mol] とすると、
- I 容器内の二酸化炭素の物質量は何 mol か。文字式で表せ。
 - II 容器内の一酸化炭素の物質量は何 mol か。文字式で表せ。
 - III 容器内の一酸化炭素の分圧は何 Pa か。 x, y および P を用いた文字式で表せ。
 - IV 平衡定数 K はいくらか。 x, y および V を用いた文字式で表せ。

I [] II [] III [] IV []

- (3) 内容積 100 L の密閉できる容器に、1.0 mol のコークスと 1.0 mol の二酸化炭素を入れ、一定温度に保っておいたところ、平衡状態に達した。平衡状態に達するまでに反応したコークスの物質量を 0.80 mol とすると、平衡定数 K はいくらか。有効数字2桁で示せ。 [] mol/L

- (4) 二酸化炭素と一酸化炭素の生成熱は、それぞれ 394 kJ/mol および 111 kJ/mol である。式(i)の右向き(正)の反応の反応熱は何 kJ か。整数値で示せ。 [] kJ

- (5) 式(i)の反応が平衡状態にあるとき、V~VII の操作を行うと、容器中の一酸化炭素の物質量はどのように変化するか。解答群から選べ。
- V 容器内の圧力を大きくする。
 - VI コークスの物質量を増やす。
 - VII 容器内の温度を高くする。

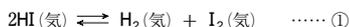
解答群

- ① 増加する ② 減少する ③ 変化しない
V [] VI [] VII []

24] ヨウ化水素分解の平衡 [2009 立教大]

次の文を読み、下記の設問(1)~(4)に答えよ。

ある温度で、体積 1 L の容器に 1 mol の HI (気) を入れて分解させたと、次の可逆反応が生じ、平衡状態になった。



平衡状態における HI (気) の濃度は C [mol/L] であった。ここで、平衡状態になるまでの HI (気) の見かけの分解速度 v は

$$v = 1 - \frac{[HI]^2}{(1-C)^2} [H_2][I_2]$$

可逆反応①が平衡に達すると $v=0$ となるから、平衡定数 K は

$$K = \frac{(1-C)^2}{[H_2][I_2]}$$