

高2化学総合S・SA 練習問題（反応速度と化学平衡）

1

次の文の〔 〕に適切な語句を入れよ。
 反応速度は、単位時間に^a〔 〕する反応物のモル濃度(または物質質量)、あるいは単位時間に増加する^b〔 〕のモル濃度(または物質質量)で表される。
 一般に化学変化が起こるためには、反応物の粒子どうしが^c〔 〕することが必要である。反応物の濃度を大きくすると、単位時間当たりの粒子どうしの〔 c 〕する回数が大きくなるので、反応速度は^d〔 〕くなる。
 気体反応の場合、反応する気体の圧力が高いほど反応物の濃度は^e〔 〕く、反応速度は^f〔 〕い。

2

A + 2B → 2C の反応について答えよ。
 (1) C の生成速度が $1.2 \times 10^{-3} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ のとき、A の減少速度、B の減少速度はそれぞれ何 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ か。
 A の減少速度〔 〕 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 、B の減少速度〔 〕 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$
 (2) C の生成速度は、「A のモル濃度」と「B のモル濃度の2乗」に比例する。A のモル濃度をそのまま B のモル濃度を3倍にすると、C の生成速度は何 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ になるか。
 〔 〕 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$

3

一定温度で、体積 10 L の容器に入れたヨウ化水素が、5.0 秒間で 0.20 mol 分解して水素とヨウ素が生成した。(a) ヨウ化水素の分解速度 (b) 水素の生成速度 はそれぞれ何 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ か。
 (a)〔 〕 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ 、(b)〔 〕 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$

4

過酸化水素水に触媒を加えると、過酸化水素が分解して酸素が発生する。0.35 mol/L の過酸化水素水 100 mL に触媒を加えたところ、5.0 分後にその濃度が 0.20 mol/L になった。
 (1) この 5.0 分間における過酸化水素の平均の分解速度は何 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$ か。
 〔 〕 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$
 (2) この 5.0 分間における酸素の平均の発生速度は何 mol/s か。
 〔 〕 mol/s

5

ある反応 $2A + B \rightarrow 2C$ において、C の生成速度 v は、A のモル濃度 [A] と B のモル濃度 [B] を用いて次式で表されることがわかっている。
 $v = k[A]^2[B]$ (比例定数 $k = 5.0 \times 10^{-2} \text{ L}^2/(\text{mol}^2 \cdot \text{s})$)
 (1) A の濃度を 0.5 倍、B の濃度を 2 倍にすると、C の生成速度は何倍になるか。
 〔 〕倍
 (2) 式の比例定数 k を何というか。〔 〕
 (3) [A]=0.30 mol/L、[B]=0.40 mol/L のとき、 v はいくらか。
 〔 〕 $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$
 (4) 容器にある物質を加えたら k の値が大きくなった。このような物質を何というか。
 〔 〕

6

気体 X と気体 Y から気体 Z が生じる反応 $X + Y \rightarrow Z$ がある。表は、X と Y の濃度を変えて、一定温度で Z の生成速度を求めた実験結果を示している。
 (1) Z の生成速度 v を、 $v = k[X]^a[Y]^b$ と表すとき、 a 、 b の値を求めよ。
 a 〔 〕、 b 〔 〕
 (2) (1) の式で速度定数 k を求めよ。
 〔 〕 $\text{L}^2/(\text{mol}^2 \cdot \text{s})$
 (3) 表の空欄 (c) の値を求めよ。〔 〕

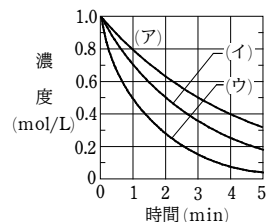
実験	濃度 [mol/L]		Z の生成速度
	[X]	[Y]	v [mol/(L·s)]
①	0.10	0.10	0.060
②	0.10	0.20	0.12
③	0.10	0.30	0.18
④	0.20	0.10	0.24
⑤	0.30	0.10	0.54
⑥	0.25	0.20	(c)

7

次の文の〔 〕に適切な語句を入れよ。
 化学反応が起こるためには、分子どうしが衝突するときにある一定以上のエネルギーをもっていることが必要である。このエネルギーを^a〔 〕という。温度を上げると分子のもつエネルギーが大きくなり、〔 a 〕以上のエネルギーをもつ分子の割合が増し、反応速度は大きくなる。また、^b〔 〕を加えると反応速度は大きくなる。これは〔 b 〕が〔 a 〕のより^c〔 〕い別の経路をつくるからである。このとき、反応エンタルピーは、〔 b 〕を加える前と比べて^d〔 〕。

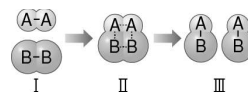
8

図の曲線(ア)~(ウ)は、ある物質が異なる3つの温度において分解したときの濃度の変化を示している。
 (1) 反応開始から一定時間経つまでの平均の分解速度が最も大きいものはどれか。〔 〕
 (2) 最も温度が高いものはどれか。〔 〕



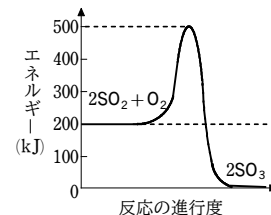
9

分子 A_2 と分子 B_2 から分子 AB が生じるある化学反応が、図のように進むものとする。
 (1) 図のⅡの状態を何というか。〔 〕
 (2) 図のⅡの状態にするために必要な最小のエネルギーを何というか。〔 〕
 (3) 図のⅡの状態からⅢになるとき、エネルギーを吸収するか、放出するか。〔 〕
 (4) 図のⅡの状態からもとのⅠにもどることはあるか、ないか。〔 〕



10

図は、次の反応(A)、(B)の反応経路図である。
 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3 \dots \text{(A)}$
 $2\text{SO}_3 \rightarrow 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \dots \text{(B)}$
 (1) 反応(A)の反応エンタルピーは何 kJ/mol か。
 〔 〕 kJ/mol
 (2) 反応(A)の活性化エネルギーは何 kJ か。
 〔 〕 kJ
 (3) 反応(B)の活性化エネルギーは何 kJ か。
 〔 〕 kJ
 (4) 反応(B)の反応エンタルピーは何 kJ/mol か。〔 〕 kJ/mol
 (5) 反応(A)に白金触媒を使うと、活性化エネルギーは 60 kJ になるという。反応経路はどのように表されるか。図中に ----- で記入せよ。

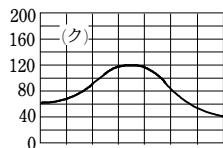
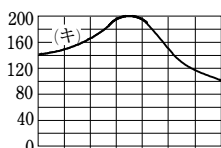
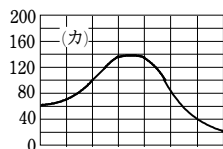
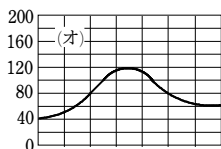
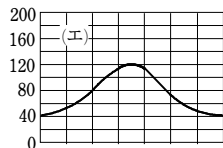
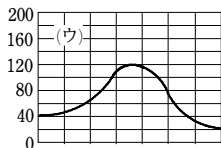
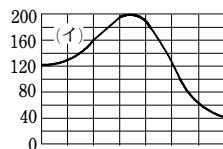
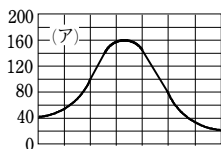


高2化学総合S-SA 練習問題（反応速度と化学平衡）

11

図は、反応の進行度（横軸）とエネルギー[kJ]（縦軸）の関係を示した反応経路図である。なお、縦軸の1目盛りは20 kJである。

- 吸熱反応を示す図はどれか。 []
- 図(A)に示す反応の活性化エネルギーは何 kJか。 [] kJ
- 図(A)~(ク)で表される反応のうち、発熱反応で、かつ発熱量が最も大きいものはどれか。 []
- 図(A)~(ク)で表される反応の中に、正反応と逆反応の関係であるものが1組あるとすると、どれとどれか。 [], []
- 図(A)に示す反応に触媒を加えると反応速度が大きくなることを示す図はどれか。 []



12

温度が10 K 上昇すると速度が3倍になる反応がある。

- 温度が上昇すると、反応速度が大きくなる。その理由の1つは、高温になるほど分子の運動が速くなり、分子どうしの衝突回数が増加するためである。このほかの理由を、分子のもつエネルギーに着目して30字程度で説明せよ。 []
- この反応が60℃では10分で完了したとすると、20℃で反応が完了するまでの時間は何分になるか。 []分

13

気体Aと気体Bは、 $A + B \rightarrow 2C$ と反応して気体Cになる。

- 10.0 Lの容器にA, Bを1.00 molずつ入れたとき、50秒間のCの平均生成速度は 6.0×10^{-4} mol/(L·s)であった。50秒後のCの生成量は何 molか。 [] mol
- (1)のとき、(a)50秒間のAの平均反応速度 (b)50秒後のAのモル濃度はそれぞれいくらか。 (a)[] mol/(L·s), (b)[] mol/L

14

0.62 mol/Lの過酸化水素水に触媒を加えたところ、モル濃度に比例して過酸化水素が分解し、2.0分後には0.38 mol/Lになった。

- 2.0分間の平均のモル濃度をもとに、この反応の速度定数を求めよ。 []/min
- 過酸化水素のモル濃度が半分になるまでの時間は、過酸化水素のモル濃度とどのような関係があるか。 []

15

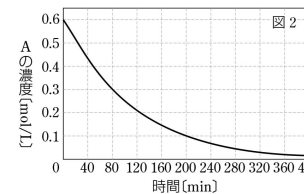
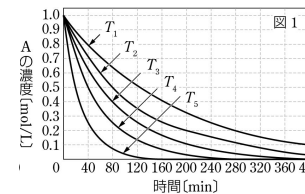
酸化マンガン(IV) MnO_2 を1.000 mol/Lの過酸化水素水10.0 mLに加えた実験の結果を、表にまとめた。下の問いに有効数字3桁で答えよ。

時間 t [s]	濃度 [H ₂ O ₂] [mol/L]	平均の濃度 [H ₂ O ₂] [mol/L]	減少量 Δ [H ₂ O ₂] [mol/L]	平均の分解速度 v [mol/(L·s)]
0	1.000	0.907	(a)	6.23×10^{-3}
30	0.813	0.737	0.153	5.10×10^{-3}
60	0.660	(b)	0.122	4.07×10^{-3}
90	0.538	0.487	0.102	(c)
120	0.436	0.395	0.082	2.73×10^{-3}
150	0.354			

- 時間0~30秒の[H₂O₂]の減少量(a)は何 mol/Lか。 [] mol/L
- 時間30~60秒で発生したO₂は何 molか。 [] mol
- 時間60~90秒でのH₂O₂の平均の濃度(b)は何 mol/Lか。 [] mol/L
- 時間90~120秒でのH₂O₂の平均の分解速度(c)は何 mol/(L·s)か。 [] mol/(L·s)
- 時間120~150秒での速度定数を求めよ。 []/s

16

$A \rightarrow B$ の反応において、Aの減少速度 v は、速度定数 k とAのモル濃度[A]を用いて $v = k[A]$ と表せる。反応温度を $T_1 \sim T_5$ と変化させたとき、Aの濃度（反応開始時の濃度：1.0 mol/L）と時間との関係は図1のようであった。また、Aの反応開始時の濃度を図1の60%として $T_1 \sim T_5$ のいずれかの温度で反応させたとき、Aの濃度と時間との関係は図2のようになった。図2での温度は $T_1 \sim T_5$ のうちのどれか。



17

次の記述について、下線部となる理由を50字程度で述べよ。

- ある反応に触媒を加えたところ、反応速度が大きくなった。

[]

- 一定温度で分子Xと分子Yから分子Zが生成する反応 $X + Y \rightarrow Z$ の反応速度 v は、一般に $v = k[X]^x[Y]^y$ で表される。[X], [Y]はX, Yのモル濃度である。指数の x, y の値は、化学反応式から単純に決めることはできず、実験的に決定される。

[]

18

次の文の[]に適当な語句、式を入れよ。

密閉した容器に水素とヨウ素を入れて加熱した。このとき、ヨウ化水素が生じる反応速度 v は、最初は最も^a[]く、時間とともにしだいに^b[]くなる。一方、逆反応のヨウ化水素が水素とヨウ素に分解する反応速度 v' は、最初が最も^c[]く、時間とともにしだいに^d[]くなる。そして、十分に時間が経つと、ヨウ化水素が生じる反応速度と分解する反応速度は^e[]となり、反応は見かけ上止まった状態になる。このような状態を^f[]の状態という。

この[g]の状態では、水素、ヨウ素、ヨウ化水素のモル濃度[H₂], [I₂], [HI]の間には、 $K = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$ =一定 の関係がある。この一定値 K を^h[]といい、この式で表される関係をⁱ[]の法則という。

高2化学総合S・SA 練習問題（反応速度と化学平衡）

19

水素 1.75 mol, ヨウ素 1.50 mol を容器に入れて加熱した。圧力・温度を一定に保ったところ、ヨウ化水素が生じて平衡状態に達した。このとき、水素は 0.50 mol に減少していた。

- (1) 平衡状態とはどのような状態か。反応速度に着目し、40 字程度で説明せよ。
 []
- (2) 平衡時のヨウ素, ヨウ化水素はそれぞれ何 mol か。
 ヨウ素[] mol ヨウ化水素[] mol
- (3) 平衡定数 K を表す式を記せ。また、その値を求めよ。単位についても記せ。
 [], [], []
- (4) 上の平衡状態にあるとき、圧力・温度を一定に保って水素を加えると K の値はどうか。
 []

20

二酸化炭素と水素を混合して高温に保つと、一酸化炭素と水蒸気が生じて平衡状態になる。一定容積の容器に、二酸化炭素 3.00 mol と水素 1.50 mol を入れてある温度に保つと、生じる一酸化炭素と水(水蒸気)はそれぞれ何 mol か。このときの平衡定数を 0.100 として、小数第 2 位まで求めよ。一酸化炭素[] mol 水[] mol

21

- 次の各問に答えよ。
- (1) 酢酸 CH_3COOH とエタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ を 3.0 mol ずつ混ぜ、少量の濃硫酸の存在下で一定温度に保ったところ、酢酸エチル $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ と水が 2.0 mol ずつ生じたところで平衡に達した。この反応の平衡定数を求めよ。 []
- (2) (1) の平衡状態にある溶液にさらに酢酸 1.0 mol と酢酸エチル 1.0 mol を加えると、平衡はどちらに移動するか。 []

22

- N_2O_4 は $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ のように反応する。容器に N_2O_4 を入れて 1.0×10^5 Pa に保ったところ、40 % の N_2O_4 が反応して平衡に達した。
- (1) N_2O_4 , NO_2 の分圧は何 Pa か。
 N_2O_4 の分圧[] Pa, NO_2 の分圧[] Pa
- (2) 圧平衡定数 K_p を求めよ。 [] Pa

23

- 次の反応が平衡状態にあるとき、() 内のように条件を変化させると、平衡はどちらに移動するか。
- (1) $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ $\Delta H = 57$ kJ (加熱する) []
- (2) $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}(\text{気}) \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ (圧力を高くする) []
- (3) $\text{NaCl}(\text{固}) + \text{aq} \rightleftharpoons \text{Na}^+\text{aq} + \text{Cl}^-\text{aq}$ (塩化水素を通じる) []

- (4) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ (全圧を一定に保ち、アルゴンを加える) []
- (5) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ (体積を一定に保ち、アルゴンを加える) []
- (6) $\text{C}(\text{固}) + \text{H}_2\text{O}(\text{気}) \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2$ (圧力を高くする) []

24

$a\text{A}(\text{気}) + b\text{B}(\text{気}) \rightleftharpoons c\text{C}(\text{気})$ $\Delta H = Q$ [kJ] で示される可逆反応がある。ここで、 $a \sim c$ は係数である。高温にした場合と高圧にした場合でいずれも気体 C の平衡時の濃度が大きくなるのは、次のうちどの場合か。 []

(ア) $a + b < c, Q > 0$ (イ) $a + b < c, Q < 0$ (ウ) $a + b = c, Q < 0$
 (エ) $a + b > c, Q > 0$ (オ) $a + b > c, Q < 0$

25

アンモニア NH_3 は、工業的には①式の反応により合成される(ハーバー・ボッシュ法)。
 ①: $\text{N}_2(\text{気}) + 3\text{H}_2(\text{気}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{気})$ $\Delta H = -92$ kJ

いま、 4×10^7 Pa, 500°C における反応時間とアンモニアの生成率の関係が、図の太線(ウ)のようになるとする。

(1) 圧力 4×10^7 Pa で、 500°C よりも低い温度で①式の反応を行うとき、反応時間とアンモニアの生成率の関係を表す曲線は、図の(ア)~(カ)のうちどれになるか。 []

(2) 4×10^7 Pa, 500°C で、触媒を加えて①式の反応を行うとき、反応時間とアンモニアの生成率の関係を表す曲線は、図の(ア)~(カ)のうちどれになるか。 []

(3) ハーバー・ボッシュ法で用いられる触媒の主成分を化学式で答えよ。 []

26

- 25°C における、次の水溶液の pH を小数第 1 位まで求めよ。 $\log_{10} 2.0 = 0.30$, $\log_{10} 3.0 = 0.48$
- (1) 0.0050 mol/L の塩酸 []
- (2) 0.10 mol/L の酢酸水溶液(電離度 0.016) []
- (3) 0.050 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 []
- (4) 0.30 mol/L の塩酸 1.0 L と 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 1.0 L の混合液 []

27

- 水はごくわずかに、 $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ のように電離している。水や水溶液の温度は 25°C に保たれているとして、次の問いに答えよ。
- (1) $[\text{H}^+]$ と $[\text{OH}^-]$ の関係を表す式を記せ。 []
- (2) $[\text{H}^+] = 0.010$ mol/L のとき、 $[\text{OH}^-]$ は何 mol/L か。(1) での関係に着目して求めよ。 [] mol/L

- (3) 0.010 mol/L 水酸化カルシウム水溶液中の $[\text{H}^+]$ は何 mol/L か。 [] mol/L
- (4) 純水(密度 1.0 g/cm^3) の電離度はいくらか。 $\text{H} = 1.0$, $\text{O} = 16$ []
- (5) 純水に酸を加えると、水の電離度は(4)と比べてどう変化するか。考え方とともに説明せよ。
 []

28

- 25°C における次の塩基性水溶液の pH を求めよ。 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$
- (1) 0.010 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 []
- (2) 0.050 mol/L の水酸化バリウム水溶液 []
- (3) 0.050 mol/L のアンモニア水(電離度 0.020) []

29

ある酸性雨の pH が 3.7 であった。この雨水中の酸性成分が硝酸のみであるとすると、この雨水は何 mol/L の硝酸に当たるか。 $10^{0.3} = 2.0$ とする。 [] mol/L

30

- 25°C における次の pH の値を、(1)~(2) は小数第 1 位まで、(3) は整数値で答えよ。 $\log_{10} 5.05 = 0.70$ とする。
- (1) pH = 1.0 の塩酸 1.0 L と pH = 3.0 の塩酸 1.0 L の混合液の pH []
- (2) pH = 11.0 の水酸化ナトリウム水溶液を 100 倍に薄めた溶液の pH []
- (3) pH = 5.0 の塩酸を 1000 倍に薄めた溶液の pH []

31

- 1.0 mol/L の酢酸水溶液の電離度は 5.3×10^{-3} である。 $\log_{10} 2.4 = 0.38$, $\log_{10} 5.3 = 0.72$, $\sqrt{1.4} = 1.2$, $\sqrt{5.6} = 2.4$ とする。
- (1) 1.0 mol/L の水溶液での酢酸分子、酢酸イオン、水素イオンのモル濃度は、それぞれ何 mol/L か。酢酸分子[] mol/L, 酢酸イオン[] mol/L, 水素イオン[] mol/L
- (2) 1.0 mol/L の水溶液の pH を求めよ(小数第 1 位まで)。 []
- (3) 酢酸の電離定数 K_a を表す式を示せ。 []
- (4) c [mol/L] の水溶液の酢酸の電離度を α ($\alpha \ll 1$) として、電離度 α と水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ を、それぞれ K_a と c で表す近似式を示せ。また、水溶液の K_a を求めよ。
 α [], $[\text{H}^+]$ [], K_a [] mol/L
- (5) 0.20 mol/L の水溶液での α , $[\text{H}^+]$, pH (小数第 1 位まで) を求めよ。
 α [], $[\text{H}^+]$ [] mol/L, pH []

高2化学総合S-SA 練習問題（反応速度と化学平衡）

32

25℃におけるアンモニアの電離定数は 2.3×10^{-5} mol/L である。 $\log_{10} 2.0 = 0.30$, $\log_{10} 3.0 = 0.48$

- (1) アンモニアの電離定数 K_b を表す式を記せ。 []
- (2) c [mol/L] の水溶液でのアンモニアの電離度 α ($\alpha \ll 1$) と水酸化物イオン濃度 $[\text{OH}^-]$ を、それぞれ K_b と c を用いて表せ。

$$\alpha \left[\quad \right], [\text{OH}^-] \left[\quad \right]$$

- (3) 0.10 mol/L の水溶液でのアンモニアの α と $[\text{OH}^-]$ を求めよ。 $\sqrt{2.3} = 1.5$ とする。
 α [], $[\text{OH}^-]$ [] mol/L
- (4) 0.10 mol/L の水溶液の pH を小数第1位まで求めよ。 $\log_{10} 1.5 = 0.18$ とする。
 []

33

ギ酸は1価の弱酸である ($\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}^+$)。25℃で pH が 3.0 のギ酸水溶液 20.0 mL を中和するのに、0.010 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 9.0 mL 必要であった。次の値を求めよ。

- (1) ギ酸水溶液のモル濃度 (2) ギ酸の電離度 (3) ギ酸の電離定数
 (1) [] mol/L (2) [] (3) [] mol/L

34

炭酸アンモニウム (NH_4)₂CO₃ 水溶液に水溶液 A を注いだところ、気体 B が発生した。この気体 B を石灰水に通すと、溶液が白くにごった。また、別の (NH_4)₂CO₃ 水溶液に水溶液 C を注いだところ、刺激臭のある気体 D が発生した。気体 D に、湿らせた赤色リトマス紙を近づけたところ、リトマス紙が青色に変化した。

- (1) 水溶液 A と水溶液 C の溶質として適当なものを、それぞれ次の (ア)~(エ) から選べ。
 A [] C []

- (ア) NaCl (イ) H₂SO₄ (ウ) K₂SO₄ (エ) NaOH
- (2) 気体 B と気体 D はそれぞれ何か。物質名と化学式を答えよ。
 B 物質名 [] 化学式 []
 D 物質名 [] 化学式 []

- (3) (NH_4)₂CO₃ 水溶液に石灰水を注ぐと、水溶液 C のときと同様に気体 D が生じた。このときの化学反応式を示せ。
 []

35

次の文の [] に適当な語句、イオン名を入れよ。
 同じ濃度の酢酸水溶液と水酸化ナトリウム水溶液を同量混合すると、過不足なく反応し、酢酸ナトリウム水溶液になる。この水溶液は ^a[] 性を示し、pH は 7 よりも ^b[]。これは、酢酸ナトリウム水溶液中の ^c[] の一部が水と反応し、^d[] が生じるためである。このような反応を、塩の ^e[] という。

36

次の塩の水溶液は酸性、中性、塩基性のいずれを示すか。また、その理由をそれぞれ簡単に説明せよ。

- (1) 塩化カルシウム []
理由 []
- (2) 硫酸アンモニウム []
理由 []
- (3) 炭酸水素ナトリウム []
理由 []
- (4) 硝酸カリウム []
理由 []
- (5) 酢酸ナトリウム []
理由 []
- (6) 硫酸水素ナトリウム []
理由 []

37

次の文の [] に適当なイオン反応式、[] に適当な語句を入れよ。
 酢酸と酢酸ナトリウムの混合溶液では、CH₃COOH と CH₃COO⁻ が多く存在し、
 CH₃COOH \rightleftharpoons CH₃COO⁻ + H⁺
 の平衡が成立している。
 この混合溶液に少量の酸を加えると [a] の反応が起こり、また少量の塩基を加えると [b] の反応が起こって、それぞれ加えられた H⁺, OH⁻ が消費され、[H⁺] はほぼ一定に保たれる。このような溶液を ^c[] という。

- a []
 b []

38

次の組合せの試薬を同じ物質質量ずつ溶かした水溶液が、緩衝液になるものをすべて選べ。 []

- (ア) CH₃COOH と CH₃COONa (イ) NaOH と NaCl
 (ウ) H₂SO₄ と NaHSO₄ (エ) NH₃ と NH₄Cl
 (オ) CO₂ (水溶液) と NaHCO₃

39

次の各問いに答えよ。O=16, Cl=35.5, Cr=52, Ag=108

- (1) 塩化銀は水 1 L に対して、25℃で 1.9 mg 溶ける。
 (a) 25℃での塩化銀の飽和溶液中の Ag⁺ のモル濃度は何 mol/L か。
 [] mol/L

- (b) 25℃での塩化銀の溶解度積を求めよ。 []
- (c) 1.0×10^{-3} mol/L の硝酸銀水溶液 100 mL に塩化ナトリウムを少しずつ加えたとき、沈殿が生じるのは何 mg より多く加えたときか。ただし、塩化ナトリウムを加えても、水溶液の体積は変わらないものとする。 [] mg
- (2) クロム酸銀 Ag₂CrO₄ が水 1 L に対して 3.32×10^{-2} g 溶けるとして、クロム酸銀の溶解度積を求めよ。 []

40

40% の酢酸 CH₃COOH 水溶液 300 g とエタノール C₂H₅OH 46 g を反応させた。このときの平衡定数を 4.0 とすると、平衡状態では何 g の酢酸エチル CH₃COOC₂H₅ が生じているか。有効数字 2 桁で答えよ。 $\sqrt{97} = 9.8$, H=1.0, C=12, O=16 とする。

- [] g

41

- 次の各問いに答えよ。
- (1) ヨウ化水素を 448℃に保つと、その 22% が解離して水素とヨウ素が生じ、平衡状態に達する。このときの平衡定数を求めよ。 []
- (2) 1.0 mol の水素と 2.0 mol のヨウ素を混合して 448℃に保ったときのヨウ化水素の物質質量は何 mol か。(1) で答えた値を用いて、有効数字 2 桁で求めよ。 $\sqrt{1.64} = 1.28$ とする。
 [] mol

42

0.90 mol の N₂O₄ を 8.0 L の容器に入れて 27℃に保ったところ、NO₂ が生じて平衡状態になった。このとき、気体の総物質質量は 1.00 mol であった。

- (1) この反応の平衡定数を求めよ。 [] mol/L
- (2) この反応の圧平衡定数を求めよ。気体定数 $R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(mol·K)
 [] Pa

43

1.0 mol のエチレン C₂H₄ と 1.0 mol の水素の混合気体がある温度に保つと、
 C₂H₄ + H₂ \rightleftharpoons C₂H₆ の平衡状態になり、全圧が 1.0×10^5 Pa で、各成分気体のモル分率がすべて $\frac{1}{3}$ となった。

- (1) この反応の、この温度での圧平衡定数を求めよ。 [] /Pa
- (2) 2.0 mol のエチレンと 1.0 mol の水素の混合気体を同じ温度に保って平衡状態にしたとき、エタン C₂H₆ のモル分率が $\frac{1}{3}$ となる圧力 (全圧) は何 Pa か。 [] Pa

高2化学総合S-SA 練習問題（反応速度と化学平衡）

44

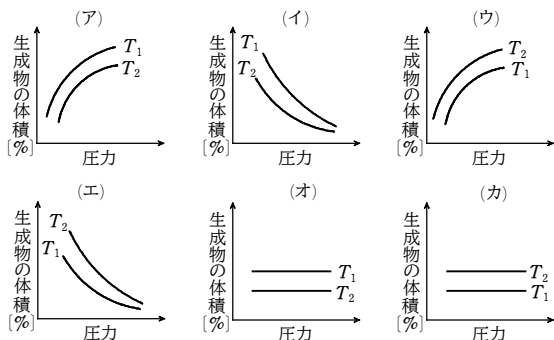
高温の炭素に二酸化炭素が接触すると、一酸化炭素が生じて、
 $C(\text{黒鉛}) + CO_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2CO(\text{気})$ の平衡状態になる。

- (1) 容積一定の容器に二酸化炭素と十分な量の黒鉛を封入して727℃に加熱したところ、平衡状態に達した。このとき、二酸化炭素の分圧は $1.1 \times 10^6 \text{ Pa}$ 、一酸化炭素の分圧は $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。この反応の圧平衡定数を求めよ。 [] Pa
- (2) (1)の平衡について、平衡定数 K_c を求めよ。気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ [] mol/L

45

次の化学反応について、生成物の体積百分率(%)と圧力・温度の関係を表すグラフを、それぞれ下から選べ。ただし、図中の T は温度を表し、 $T_1 < T_2$ とする。

- (1) $2SO_2(\text{気}) + O_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2SO_3(\text{気}) \quad \Delta H = -198 \text{ kJ}$ []
- (2) $N_2(\text{気}) + O_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2NO(\text{気}) \quad \Delta H = 181 \text{ kJ}$ []
- (3) $H_2(\text{気}) + I_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2HI(\text{気}) \quad \Delta H = -10 \text{ kJ}$ []
- (4) $C(\text{固}) + CO_2(\text{気}) \rightleftharpoons 2CO(\text{気}) \quad \Delta H = 172 \text{ kJ}$ []



46

0.010 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液100.0 mLを、0.10 mol/Lの塩酸で滴定したとき、9.9 mL滴下したときから10.1 mL滴下するまでのpH変化量を整数値で求めよ。
 $\log 1.1 = 0.04$, $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ []

47

次の各問いに答えよ。(2)(3)は、小数第1位まで、(4)は小数第2位まで答えよ。

- (1) 水のイオン積の値は温度によりどう変わるか、または変わらないか。 []
- (2) 60℃での水のイオン積は $1.0 \times 10^{-13} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ である。60℃の水のpHはいくらか。 []
- (3) 25℃で、水酸化物イオン濃度と水素イオン濃度の比が1:400である水溶液のpHはいくらか。 $\log_{10} 2.0 = 0.3$ とする。 []
- (4) 25℃で、pH=4.0の塩酸を10000倍に薄めると、pHはいくらになるか。
 $\log_{10} 1.05 = 0.02$ とする。 []

48

2価以上の酸は、 H^+ が1個ずつ取れて段階的に電離する。

- (1) (a) リン酸の三段階の電離を、それぞれイオン反応式で表せ。
 []
 []
 []
- (b) リン酸の一段階目の電離の電離定数 K_1 を、 $[H^+]$, $[OH^-]$, $[H_3PO_4]$, $[H_2PO_4^-]$, $[HPO_4^{2-}]$, $[PO_4^{3-}]$ のうち必要なものを用いて表せ。
 []
- (c) pH=7.2のとき、 $H_2PO_4^-$ と HPO_4^{2-} の濃度が等しくなった。リン酸の二段階目の電離の電離定数 K_2 を求めよ。 $10^{0.8} = 6.3$ とする。 [] mol/L
- (2) 硫酸の一段階目の電離は完全電離であるが、二段階目は完全ではなく、その電離定数は $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ である。 $\sqrt{14} = 3.74$, $\log_{10} 1.148 = 0.06$ とする。
- (a) 硫酸の二段階目の電離の電離定数 K_2 を、 $[H^+]$, $[OH^-]$, $[H_2SO_4]$, $[HSO_4^-]$, $[SO_4^{2-}]$ のうち必要なものを用いて表せ。
 []

49

次の文の[]に適当な数値を入れよ。

二酸化炭素は10℃、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ で1 Lの水に0.054 mol溶ける。二酸化炭素を体積で0.037%含む空気を10℃、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ で水1 Lに長い時間接触させたとき、水1 Lに溶ける二酸化炭素は a [] molである。炭酸の電離は一段階目のみを考え、その電離定数を $3.4 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ 、電離度 $\alpha \ll 1$ とすると、この二酸化炭素の水溶液の $[H^+]$ は b [] mol/L、pH= c [](小数第1位まで)となる。 $\sqrt{6.8} = 2.6$, $\log_{10} 2.6 = 0.41$ とする。

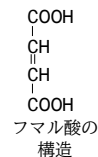
50

c [mol/L]の水溶液の酢酸の電離度 α は、1に比べて非常に小さいものとする。次の各問いに答えよ。 $\sqrt{10} = 3.2$ とする。

- (1) 電離度 α と水素イオン濃度 $[H^+]$ を、それぞれ電離定数 K_a と c で表す近似式を示せ。
 $\alpha = []$, $[H^+] = []$
- (2) (1)の近似式が成りたつとき、水溶液の濃度を $\frac{1}{10}$ とすると、 α は何倍になるか。 []倍
- (3) (2)の場合、pHはどれだけ大きくなるか、あるいは小さくなるか。 []

51

主成分として炭酸水素ナトリウム $NaHCO_3$ とフマル酸 $H_4C_4O_4$ を含む入浴剤を水へ入れると、水溶液中で炭酸水素ナトリウムとフマル酸が反応し、二酸化炭素の気泡が発生する。ここで、フマル酸 $H_4C_4O_4$ は、図のように $-COOH$ をもつ固体の物質で、水溶液中で $H_4C_4O_4 \rightarrow 2H^+ + H_2C_4O_4^{2-}$ のように電離する弱酸である。



- (1) 水溶液中で炭酸水素ナトリウムとフマル酸が反応するときの化学反応式を書け。 []
- (2) 炭酸とフマル酸のうちどちらがより強い酸であると考えられるか。「遊離」という言葉を用いて説明せよ。
 []
- (3) 炭酸水素ナトリウムとフマル酸は、常温・常圧とともに固体の物質であり、水溶液中では速やかに反応するが、固体のまま混合してもほとんど反応しない。固体のままの状態での反応を進行させる方法を一つあげよ。 []

52

c [mol/L]の酢酸ナトリウム水溶液がある。

- (1) 酢酸ナトリウムの加水分解を表すイオン反応式を記せ。
 []
- (2) $[H_2O]$ を一定とみなし、(1)の反応の加水分解定数 K_h を表す式を記せ。
 []
- (3) K_h を変形して K_h を酢酸の電離定数 K_a と水のイオン積 K_w で表すと、 $K_h = \frac{K_w}{K_a}$ となる。また、(2)の式からは $K_h = \frac{[OH^-]^2}{c}$ が導かれる。 $K_a = 2.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ として、0.070 mol/Lの酢酸ナトリウム水溶液のpHを小数第1位まで求めよ。 $\log_{10} 2.0 = 0.30$ []

53

塩化アンモニウム水溶液の濃度を c [mol/L]とすると、塩化アンモニウムの加水分解

定数 K_h は $K_h = \frac{[H^+]^2}{c}$ と表せる。また、 NH_3 の電離定数 K_b と水のイオン積 K_w を用いると、 $K_h = \frac{K_w}{K_b}$ と表せる。 $K_b = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ として、0.050 mol/Lの塩化アンモニウム水溶液のpHを小数第1位まで求めよ。 $\log_{10} 2.0 = 0.30$ []

高2化学総合S-SA 練習問題（反応速度と化学平衡）

54

次の文の()に適当な式を入れよ。

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液があり、その濃度は酢酸について c_A [mol/L]、酢酸ナトリウムについて c_S [mol/L] とする。酢酸ナトリウムは水溶液中で完全に電離し、酢酸イオンが多く含まれるため酢酸の電離度はきわめて小さくなり、酢酸の電離による酢酸イオンは無視できるほど少ない。したがって、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-] \approx^a ()$ [mol/L]、 $[\text{CH}_3\text{COOH}] \approx^b ()$ [mol/L] とおくことができる。これを酢酸の電離定数 K_a を表す式に代入すると、 $[\text{H}^+] = \left(\quad \right)$ の近似式が成りたつ。

55

100 mL 中に酢酸 0.050 mol と酢酸ナトリウム 0.014 mol を含む水溶液について、次の問いに答えよ。酢酸の電離定数 $K_a = 2.8 \times 10^{-5}$ mol/L とする。

- (1) この水溶液の $[\text{H}^+]$ は何 mol/L か。 [] mol/L
- (2) この水溶液に、0.50 mol/L の塩酸を 1.0 mL 加えると、 $[\text{H}^+]$ は何 mol/L になるか。 [] mol/L
- (3) この水溶液と同じ pH を示す希塩酸 100 mL に、0.50 mol/L の塩酸を 1.0 mL 加えると、 $[\text{H}^+]$ は何 mol/L になるか。 [] mol/L

56

0.10 mol/L の酢酸水溶液 10.0 mL に、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 7.0 mL を加えた。この水溶液の pH を小数第 1 位まで求めよ。酢酸の電離定数 $K_a = 2.8 \times 10^{-5}$ mol/L, $\log_{10} 2.0 = 0.30$, $\log_{10} 3.0 = 0.48$ とする。 []

57

酪酸 $\text{C}_4\text{H}_7\text{COOH}$ は電離定数 1.6×10^{-5} mol/L の弱酸である。0.16 mol/L の酪酸水溶液 50 mL に 0.25 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下する。滴下量が次の値のとき、溶液の pH はいくらか。小数第 1 位まで求めよ。 $\sqrt{1.64} = 1.28$, $\log_{10} 1.28 = 0.11$, $\log_{10} 2.0 = 0.30$, $\log_{10} 3.0 = 0.48$ とする。

- (1) 0 mL []
- (2) 16 mL []
- (3) 32 mL []
- (4) 40 mL []

58

塩化銀 AgCl の溶解度積を 1.0×10^{-10} mol²/L²、クロム酸銀 Ag_2CrO_4 の溶解度積を 1.0×10^{-12} mol³/L³ とし、 $\sqrt{5} = 2.24$, $\text{Cl} = 35.5$, $\text{Ag} = 108$ とする。

- (1) pH = 5.0 の塩酸 100 mL に塩化銀は何 g 溶けるか。ただし、塩化銀を溶かしても、水溶液の体積は変わらないものとする。 [] g
- (2) 硫化物イオンとクロム酸イオンをそれぞれ 0.010 mol/L 含む混合溶液 100 mL に、0.010 mol/L の硝酸銀水溶液を滴下したとき、最初に生じる沈殿の化学式を記せ。また、それは硝酸銀水溶液を何 mL より多く滴下したときか。 [], [] mL

59

硫化水素の電離平衡は $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ と表され、温度を一定に保って pH を調整すると、電離平衡は移動する。

- (1) 下線部の現象を何効果というか。 []
- (2) pH を 1.0 にすると、水素イオンのモル濃度は何 mol/L になるか。 [] mol/L
- (3) pH を 1.0 にすると、硫化物イオンのモル濃度は何 mol/L になるか。ただし、硫化水素は飽和していて、その濃度は 0.10 mol/L である。また、硫化水素の電離定数を 9.6×10^{-22} mol²/L² とする。 [] mol/L
- (4) Cu^{2+} を 0.010 mol/L, Fe^{2+} を 0.060 mol/L 含む水溶液の pH を 1.0 に調整し、硫化水素を通じて飽和させたとき、 Cu^{2+} , Fe^{2+} のどちらが沈殿するか。CuS, FeS の溶解度積をそれぞれ 6.0×10^{-36} mol²/L², 6.0×10^{-18} mol²/L² とする。 []
- (5) (4) で沈殿しなかった金属イオンを沈殿させるには、硫化物イオンのモル濃度を何 mol/L より大きくすればよいか。 [] mol/L