

理科問題紙

平成 24 年 2 月 25 日

自 13 : 50

至 15 : 50

答案作成上の注意

1. 理科の問題紙は 1 から 21 までの 21 ページである。
2. 解答用紙は、生物 ⑦，⑧，化学 ⑨，⑩，物理 ⑪，⑫，⑬ の 7 枚である。
3. 生物，化学，物理のうち 2 科目を選択しなければならない。
4. 解答はすべて解答用紙の指定された箇所に書かなければならない。
5. 試験開始後 30 分以内に選択する科目を決定しなければならない。
6. 問題紙と草案紙は持ち帰ること。

問題訂正

校正にミスがありましたので、次のとおり訂正します。

理科「化学」

訂正箇所	10ページ 下から10行目((2)の式)
誤	$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 1/\log[\text{H}^+]$
正	$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = \log \frac{1}{[\text{H}^+]}$

問題訂正

校正にミスがありましたので、次のとおり

訂正します。

理科「化学」

訂正
箇所

10ページ 2行目

誤

必要ならば以下原子量を用いよ。

正

必要ならば以下の原子量を用いよ。

化 学

必要ならば以下原子量を用いよ。

H : 1.0, C : 12.0, O : 16.0, Na : 23.0, Cl : 35.5, K : 39.1

1 酸と塩基に関する、問1～問7に答えよ。

酸は水溶液中で電離して H^+ イオンとなる水素原子をもつ化合物である。塩基は水溶液中で電離して、 OH^- イオンとなる をもつ化合物である。この酸と塩基の定義を提出したのは、スウェーデンの化学者 である。

溶媒である水はわずかに電離しており、以下に示す が成立している。



右辺の濃度(物質Aの濃度を[A]のように表す)の積、 $[H^+] \times [OH^-]$ は、一定の温度では決まった値を取り、25℃ではほぼ 10^{-14} となる。これを水の とよぶ。この式から H^+ イオン濃度が10倍になれば、 OH^- イオン濃度は1/10となることがわかる。

デンマークの化学者ゼーレンセンは次の関係式で表されるpHという概念を提出した。

$$pH = -\log [H^+] = 1 / \log [H^+] \dots\dots\dots(2)$$

式(1)から、純水では $[H^+]$ と $[OH^-]$ が等しいから、そのpHは となる。

酸と塩基の互の性質を打ち消し合う反応を中和反応とよぶ。例として、塩酸と水酸化ナトリウムの中和反応を反応式で示すと、これらは強電解質で水中で電離しており、生成した塩化ナトリウムも電離しているから、



となる。両辺の同じ項を消去すると、



となり、どの様な酸と塩基の組み合わせでも同じ式となる。

中和反応は定量分析(中和滴定)に応用される。酸として塩酸、塩基として水酸化ナトリウムが滴定剤として用いられることが多い。しかし市販されているこれらの試薬は、高純度とは言い難く、正確に秤り取って溶液を調製しても、濃度の正確な溶液を調製することはできない。これらの溶液の正確な濃度は、濃度のわかった溶液で滴定して求められる。

問 1 から に適当な言葉または数字を入れて、文章を完成せよ。

問 2 塩酸(HCl)濃度が 2×10^{-3} mol/L の水溶液中の OH^- イオン濃度を計算せよ。また、この溶液の pH を求めよ ($\log 2 = 0.3$ として計算せよ)。

問 3 試薬として市販されている水酸化ナトリウムは高純度とはいえない。その上、水酸化ナトリウムには潮解性があり、また空気中の二酸化炭素を吸収する性質がある。さて、約 0.05 mol/L の NaOH 溶液 1 リットルを作りたい。およそ何グラムの試薬を秤り取り、これを 1 リットルの水に溶かしたらよいか。小数点以下 2 桁で答えよ。

問 4 正確な水酸化ナトリウム濃度は、日本工業規格(JISK 8005 容量分析用標準物質)で標準試薬とされているフタル酸水素カリウム($\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOK})(\text{COOH})$)を用いて標定する。あらかじめ加熱乾燥したのち放冷したフタル酸水素カリウムを正確に秤量し、0.05 mol/L 標準溶液を 100 mL 作りたい。試薬を何グラム秤り取ればよいか。小数点以下 4 桁で答えよ。

問 5 調製した 0.05 mol/L フタル酸水素カリウム標準溶液 10 mL をホールピペットでコニカルビーカーにとり、指示薬を数滴添加したのち全量を 50 mL とした。ビュレットに入れた約 0.05 mol/L NaOH で滴定したところ、9.84 mL まで加えた時点で指示薬の変色が観察された。NaOH の正確な濃度を計算せよ。小数点以下 4 桁で答えよ。

問 6 市販の塩酸(密度 1.2 g/cm^3 , 質量パーセント濃度 37 %)を希釈して約 0.05 mol/L 溶液を 1 リットル調製したい。何 mL の市販塩酸を採取し、これに水を加えて 1 リットルとしたらよいか。小数点以下 2 桁で答えよ。

問 7 次に、先に調製した約 0.05 mol/L 塩酸溶液 10 mL を同様にして滴定したところ、終点までに添加した NaOH は、10.26 mL であった。塩酸溶液の正確な濃度を計算せよ、小数点以下 4 桁で答えよ。

2 次の文章を読み、下記の問1～問5に答えよ。

化学反応には、瞬間的に起こるものや、長い年月をかけてはじめて変化が認められる遅いものがある。化学反応の速さは、反応物の濃度、温度、触媒の影響を受けて変化する。温度などの条件が一定であれば、反応速度は反応物の濃度のみに関係して変化する。反応物 A と B から、生成物 C ができる反応の場合、

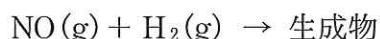


生成物のできる反応速度と反応物の濃度の関係は、次の反応速度式で与えられる。

$$v = k[A]^x [B]^y$$

比例定数 k は、速度定数といい、温度などの反応条件が一定であれば反応物の濃度に関係で一定である。指数の x と y は、整数あるいは分数などの値をとり、 $(x + y)$ は反応の次数とよばれる。反応速度式は実験によって求めなければならぬ①もので、反応式から直接導くことはできない。

次式の反応の速度式を求めるために、ある温度で、反応物の濃度を変えて反応速度を調べたところ、下の表の結果が得られた。



実験番号	[NO] (mol/L)	[H ₂] (mol/L)	v (mol/(L·s))
1	0.020	0.050	0.0050
2	0.040	0.050	0.0200
3	0.060	0.030	0.0270

問 1 表のデータを用いて、この反応速度式の x と y を求めよ。計算の過程も記述すること。

問 2 この反応の速度定数を単位とともに求めなさい。

問 3 ①の理由を 60 字以内で述べなさい。

問 4 温度を上げて反応を行うと、速度定数が大きくなった。その理由を 2 つ挙げなさい。

問 5 触媒を添加すると速度定数が大きくなった。その理由を簡潔に述べなさい。

3 次の文章を読み問1～問10に答えよ。ただし、構造式は CH_3 , CH_2 , CH などの短縮型を用いよ。

炭素4原子、酸素1原子および水素からなる化合物のうち、不飽和結合を持たない化合物を化合物Aとし、不飽和結合を一つ持つ化合物を化合物Bとする。化合物Aの異性体はそれらの官能基の違いにより、沸点が比較的高い⁽¹⁾ 類と比較的低い 類に分けられる。一方、化合物Bの異性体には化合物Aの異性体に加えて、還元性のある⁽²⁾ 類および還元性のない 類の異性体が存在する。しかし、化合物Bの 類のうち、不飽和結合の炭素に結合する は不安定であり、化合物Bの 類は 類あるいは 類に変化する。ただし、化合物Bの異性体のうち、環状構造を持つ異性体を除外する。

問1 ～の空欄に適切な語をあてよ。

問2 下線部(1)の 類の沸点が高い理由を簡潔に述べよ。

問3 下線部(2)の 類の還元性を調べる反応名を一つあげよ。

問4 化合物Aの 類のうちの異性体のうち、不斉炭素を持つ化合物の構造式を示せ。

問5 一般に 類を酸化すると化合物Bの 類あるいは 類を生成するが、化合物Aの異性体のうち酸化されない異性体の構造式を示せ。

問6 化合物Bの 類のすべての異性体の構造式を示せ。

問 7 安定性を考慮しないとき，化合物 B の 類のうちの異性体で幾何異性体を持つすべての異性体の構造式(短縮型)を示せ。

問 8 安定性を考慮しないとき，化合物 B の 類のうちの異性体で水素原子以外の原子が水平面に存在するすべての異性体の構造式を示せ。

問 9 安定性を考慮したとき，化合物 B の 類のうちの異性体で化合物 B の 類に変化するすべての異性体の構造式を示せ。

問10 化合物 B の 類のうちの異性体で，臭素を付加させた生成物が不斉炭素 2 個を持つすべての異性体の構造式を示せ。

10

化 学
解 答 用 紙

受 験 番 号	
理科で化学のほか に選択した科目	

3

問 1

あ	い	う	え	お

問 2

--

問 3

--

問 4

--

問 5

--

問 6

--

問 7

--

問 8

--

問 9

--

問 10

--

※採点欄
(受験生は記入しないこと)