

問題訂正

医学部 「理科」 10 時 00 分～12 時 00 分

問題訂正

理科 (化学)

11 ページ 上から 5 行目

(誤) ～ pH 値を規準としている



(正) ～ pH 値を基準としている

平成 26 年度 個別学力試験 問題

理 科

(医 学 科)

解答時間 120 分

配 点 100 点

科 目	ページ数
物 理	1 ページ～7 ページ
化 学	8 ページ～13 ページ
生 物	14 ページ～20 ページ

問題冊子には上記の 3 科目の問題が載っていますが、2 科目を選択して解答してください。

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子及び解答冊子の中を見てはいけません。
2. 監督者の指示に従い、すべての解答冊子の所定の欄に氏名をはっきり記入してください。ただし、表紙には受験番号も必ず記入してください。
3. 監督者の指示に従い、選択する科目の解答冊子の選択科目確認欄に○印を記入してください。正しく○印が記入されていない解答は無効とすることがあります。
4. 試験開始の合図のあとで問題冊子のページ数を上記の表に基づいて確認してください。
5. 解答はすべて選択した科目の解答冊子の指定された解答欄に記入してください。
6. 解答冊子のどのページも切り離さないでください。
7. 下書きは問題冊子の余白部分を使用してください。
8. 試験時間中に問題冊子及び解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁及び汚損等に気が付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
9. 解答冊子はすべて持ち帰らないでください。
10. 問題冊子は持ち帰ってもかまいません。

化 学

1. 化学は全部で3問題あり，合計6ページあります。
2. すべての問題に解答してください。
3. 解答冊子は1問題に1ページずつ，合計3ページあります。
4. 解答は解答冊子の所定の欄に記入してください。

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。

ケイ素は14族の非金属元素であり、元素と単体は同じ名称で呼ばれる。単体のケイ素は天然には存在せず、酸化物を電気炉で還元してつくるが、その結晶は(ア)結合の結晶であり、(イ)色で金属光沢がある。半導体の性質を示すため、コンピュータの集積回路に用いられているほか、太陽電池にも応用されている。以下、ケイ素の化合物について考える。

天然のケイ素化合物の一つである二酸化ケイ素は、石英、水晶、ケイ砂の主成分であり、いくつかの結晶構造をとる。そのうちの一つは、(ア)結合の結晶であり、(ウ)のC-C結合をSi-O-Si結合で置き換えた構造になっている。一般に薬品に侵されにくいが、フッ化水素酸^(b)には溶ける。

二酸化ケイ素を水酸化ナトリウムや炭酸ナトリウムなどの塩基と混ぜて高温で融解すると、^(c)種々の組成のケイ酸ナトリウムになる。また、ケイ酸ナトリウムに水を加えて熱すると、粘性の大きな(エ)が得られる。これに塩酸を加えると、半透明のゼリー状の、種々の組成のケイ酸が生じる。これを熱して脱水すると、乾燥剤や吸着剤として利用される(オ)ができる。(カ)イオンを含む(オ)は、乾燥時には青色、吸湿時には赤色になり、水分の吸収の程度を知ることができる。

一方、ケイ砂は、ガラスなどのケイ酸塩工業の原料である。例えば、ケイ砂を炭酸ナトリウムや石灰石などと融解して(キ)ガラスが製造されている。ケイ砂とホウ砂を原料にしたホウケイ酸ガラス^(d)は、熱膨張率が小さいため、ビーカーやフラスコなどの実験器具に使われる。ケイ砂と炭酸カリウム、酸化鉛(II)を用いた鉛ガラスは、(ク)が大きく分散度も小さいため光学レンズに、また、(ケ)の吸収能が大きいためレントゲン撮影室の遮へい窓に使われている。高純度の二酸化ケイ素を高温で融解後、冷やしてできる石英ガラスは、耐熱ガラスとして使われる。さらに不純物を減らして透明度を高めた石英ガラスを(ク)の異なる二層構造の繊維状にしたものが(コ)で、胃カメラなどの内視鏡や光通信に使われる。ガラスは、構成粒子の配列が不規則で、一定の融点をもたない。このような物質を(サ)という。また、ケイ酸塩中のケイ素の一部をアルミニウムで置き換えた(シ)は、市販の洗剤に水軟化剤^(e)として配合されている。

窒化ケイ素や炭化ケイ素を原料とした(ス)は、軽く、硬く、耐熱性にすぐれており、ガスタービンや自動車エンジン部品などに用いられている。

ジクロロジメチルシランやトリクロロメチルシランは、水と容易に反応し、それぞれジメチルシラノールやメチルシラノールになる。これらのシラノールが縮合重合してできる樹脂^(h)を(セ)樹脂またはケイ素樹脂といい、無機高分子化合物の一つである。これは、耐熱性、耐候性、撥水性、電気絶縁性があり、塗料、ワックス、電気絶縁材などに用いられている。

- 問 1 空欄(ア)~(セ)にあてはまる語を記しなさい。
- 問 2 下線部(a)の違いを 40 字以内で説明しなさい。
- 問 3 下線部(b)の変化を化学反応式で示しなさい。
- 問 4 下線部(c)において、水酸化ナトリウムによる反応の一例を化学反応式で示しなさい。
- 問 5 下線部(d)の化合物を化学式で示しなさい。
- 問 6 下線部(e)の機能を 40 字以内で説明しなさい。
- 問 7 下線部(f), (g)の化合物をそれぞれ化学式で示しなさい。
- 問 8 下線部(h)から得られる高分子の構造式を書きなさい。なお、構造式は簡略化してもよい。

2

次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。ただし、すべての気体は理想気体としてふるまうものとする。また、原子量は $H = 1.0$ 、 $C = 12$ 、 $O = 16$ とする。必要なら、下の常用対数表を使いなさい。

一般的に、日本では、pH が 5.6 より小さい値の降水を酸性雨と呼んでいる。これは、大気中の二酸化炭素のみが純水中に溶けた場合の pH 値を規準^(a)としている。そこで、大気中の二酸化炭素が純水に溶けて平衡に達したときの pH を、近似を使って求めてみよう。

まず、日本における大気中の二酸化炭素濃度であるが、平成 25 年 5 月 21 日の気象庁の発表によると、平成 24 年、大船渡市綾里において月平均値が初めて 400 ppm を超えたが、平成 25 年には八重山郡与那国島と小笠原村南鳥島でも 400 ppm を越え、観測開始以降初めて全観測地点の月平均値が 400 ppm を超えた。多少季節変動はあるが、二酸化炭素濃度には、この 400 ppm を使うことにしよう。ppm は百万分率であるから、百分率の%に変換すると

$$400 \text{ ppm} = (\text{ア})\% \quad (\text{いずれも体積比})$$

である。また、理化学辞典によると、二酸化炭素は、25 °C、1 気圧 ($1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) において、水 1 L に 0.759 L (0 °C、1 気圧における体積に換算した値) 溶解する。これを物質質量に換算する^(b)と

$$0.759 \text{ L CO}_2 = (\text{イ}) \text{ mol CO}_2$$

となる。したがって、分圧から計算した水 1 L 中の二酸化炭素濃度 c は

$$c = (\text{ウ}) \text{ mol/L}$$

一方、水に溶けた二酸化炭素は(エ)を生じ、二段階で電離する。25 °C において、一段階目の電離定数は $K_{a1} = 4.6 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ 、二段階目の電離定数は $K_{a2} = 4.4 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$ であるが、 $K_{a1} \gg K_{a2}$ なので、近似的には一段階目の電離だけを考えればよい。すなわち、



$$K_{a1} = \frac{[(\text{オ})][(\text{カ})]}{[(\text{エ})]}$$

c は十分大きいとはいえないが、 $\frac{1 - \alpha}{(c)} \approx 1$ (α は電離度を表す) とみなして、近似計算すると

$$[\text{H}^+] = (\text{キ}) \text{ mol/L}$$

となる。ここで、水素イオン濃度が 10^{-6} mol/L 以上なので、水の電離による影響は無視できる。この水素イオン濃度から、pH を小数第 1 位まで求めると

$$\text{pH} = 5.6$$

が得られる。実際、 $\frac{1 - \alpha}{(d)} \approx 1$ の近似を用いない場合も、小数第 1 位までなら $\text{pH} = 5.6$ である。

問 1 空欄(ア)~(キ)にあてはまる, 数字, 化学式を記しなさい。なお, (ア)~(ウ)および(キ)では, 解答に至る計算過程も示しなさい。

問 2 下線部(a)の生成過程を 120 字以内で説明しなさい。

問 3 下線部(b)の値は, 温度上昇に伴ってどう変化するか。理由とともに 60 字以内で答えなさい。

問 4 下線部(c)の近似は, 実際には, 濃度が低いと使えない。その理由を, a 対 c のグラフの概略を描いて, 説明しなさい。

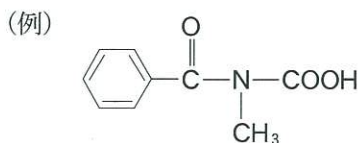
問 5 下線部(d)の場合の水素イオン濃度を求める式を文字式で示しなさい。

問 6 産業革命以前の二酸化炭素濃度は, 南極の氷床の分析から, 約 280 ppm だったと推定されている。当時の, 二酸化炭素のみが純水中に溶けた場合(ただし, 25 °C, 1 気圧)の pH を推定しなさい。小数第 1 位まで求めなさい。

常用対数表(例えば $\log 1.2 = 0.08$)

		真数の小数部分の値									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
真数の整数部分の値	1	0.00	0.04	0.08	0.11	0.15	0.18	0.20	0.23	0.26	0.28
	2	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.41	0.43	0.45	0.46
	3	0.48	0.49	0.51	0.52	0.53	0.54	0.56	0.57	0.58	0.59
	4	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69
	5	0.70	0.71	0.72	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.76	0.77
	6	0.78	0.79	0.79	0.80	0.81	0.81	0.82	0.83	0.83	0.84
	7	0.85	0.85	0.86	0.86	0.87	0.88	0.88	0.89	0.89	0.90
	8	0.90	0.91	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94	0.94	0.95
	9	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	1.00

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。なお、構造式は例にならって書きなさい。



α-アミノ酸の分子間で、アミノ基とカルボキシル基が脱水縮合して生成した化合物は、(ア)と総称される。このとき生じたアミド結合は、特に(ア)結合とよばれる。α-アミノ酸2個が(ア)結合で結びついた化合物を(イ)、α-アミノ酸が多数(ア)結合したものを(ウ)という。タンパク質は分子量約1万以上の(ウ)である。

同じタンパク質では、構成するアミノ酸の数や種類だけでなく、アミノ酸の配列順序も同一である。タンパク質を構成するアミノ酸の配列順序を、タンパク質の(エ)構造という。(ウ)鎖中、(ア)結合の部分では(オ)結合が見られ、これによりできた部分的な立体構造をタンパク質の(カ)構造という。さらに、実際のタンパク質の側鎖部分では、イオン結合、(オ)結合、システイン同士の間につくられる(キ)結合などが存在する場合もある。これらの結合によって、(ウ)鎖は折りたたまれて、一定の立体構造をとる。

今、タンパク質を構成するアミノ酸①、②、③が1つずつ(ア)結合で結びついた化合物Aがある。化合物Aの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱し、酢酸で中和した後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると、黒色沈殿が生じた。また、N末端のアミノ酸①とC末端のアミノ酸③に、それぞれ濃硝酸を加えて熱すると、黄色になった。^(a)さらにアンモニア水を加え塩基性になると橙黄色になった。アミノ酸①と②はともにヒトの必須アミノ酸であったが、③はヒトの必須アミノ酸ではなかった。アミノ酸①の分子式は $C_9H_{11}NO_2$ であった。^(b)

問1 文中の(ア)～(キ)にあてはまる語を記しなさい。

問2 下線部(a)の反応の名称を書きなさい。

問3 下線部(b)について、25字以内で簡潔に説明しなさい。

問4 アミノ酸①の名称を書きなさい。

問5 アミノ酸②の名称を書きなさい。

問6 化合物Aの構造式を書きなさい。