

平成 28 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
物 理	1 ページ～ 8 ページ
化 学	9 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なさい。

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なさい。
ただし、表紙には受験番号も必ず記入しなさい。
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○印を記入しなさい。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を上記の表に基づいて確認しなさい。
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なさい。
6. 解答冊子のどのページも切り離してはいけません。
7. 下書きは問題冊子の余白部分を使用しなさい。
8. 試験時間中に問題冊子及び解答冊子の印刷不鮮明、ページの落丁及び汚損等に気がついたら場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
9. 解答冊子はすべて持ち帰ってはいけません。
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5ページあります。
2. すべての問題に解答しなさい。
3. 解答冊子は **1** と **3** に2ページずつ, **2** に1ページ, 合計5ページあります。
4. 解答は解答冊子の所定の欄に記入しなさい。

1 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。ただし、原子量は $N = 14.0$ 、 $O = 16.0$ とする。

NO は、(ア)色の気体であり、空気中では次式のようにすみやかに酸化され、(イ)色の気体 NO_2 になる。



この反応に対して、温度 660 K において種々の組成で NO の濃度を追跡すると、以下のデータが得られた。

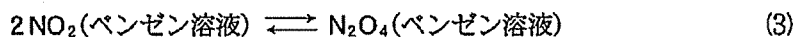
濃度 [mol/L]		NO の消失速度 [mol/(L·s)]
[NO]	[O ₂]	
0.020	0.010	1.0×10^{-4}
0.060	0.010	9.0×10^{-4}
0.020	0.030	3.0×10^{-4}

生成した NO_2 は、特有の臭気があり有毒である。室温では、 NO_2 の一部が(ウ)色の気体 N_2O_4 を生じ、次式で表される平衡状態になる。



この反応は発熱反応なので、一定圧力のもとで平衡状態にある混合気体を加熱すると、平衡定数の値は(エ)くなる。

NO_2 と N_2O_4 の平衡は液体のベンゼン中でも成り立つ。しかし、平衡定数は気体のときとは異なる。



いま、ベンゼンに NO_2 と N_2O_4 の混合物 2.77 g を溶かして 100 mL とした。これを $20\text{ }^\circ\text{C}$ に保ち平衡に達したとき、溶質の組成を調べてみると全質量の 0.43% が NO_2 であり、残りは N_2O_4 であった。

問 1 空欄(ア)～(エ)にあてはまる語句を答えなさい。

問 2 反応速度定数を k とし、上の表から(1)式の反応速度式を決める過程を、結果とともに 100 字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 3 反応速度定数 k の値を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問 4 $[\text{NO}] = 0.035 \text{ mol/L}$, $[\text{O}_2] = 0.015 \text{ mol/L}$ のときの反応速度 v の値を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問 5 (2)式の反応において、 NO_2 と N_2O_4 の混合気体を容器に入れ平衡に達した後、反応に関係しない気体を圧力一定のもとで加えた場合と体積一定のもとで加えた場合、それぞれの平衡移動の方向を理由とともに 150 字以内(句読点を含む)で説明しなさい。ただし、温度は一定とする。

問 6 (3)式の反応において、得られた結果からベンゼン溶液中の NO_2 と N_2O_4 のモル濃度をそれぞれ求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問 7 20°C における(3)式の平衡定数 K の値を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

2 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。

酸素は反応性に富み、ほとんどの元素と化合して酸化物をつくる。下表に第3周期元素の酸化物(それぞれの元素の酸化数の最も大きいもの)とその関連化合物についてまとめた。

族	1	2	13	14	15	16	17	18
第3周期	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
(ア)	0.9	1.3	1.6	1.9	2.2	2.6	3.2	
	陽性 ←————→ 陰性							
酸化物	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	(イ)	SO ₃	(ウ)	
水酸化物	NaOH	Mg(OH) ₂	Al(OH) ₃					
オキソ酸				(エ)	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄	HClO ₄	

Na₂O と MgO はイオンからなる化合物であり、これらは水と反応すると水酸化物を生じるので、塩基性酸化物と呼ばれる。また、SiO₂、(イ)、SO₃、(ウ)は、水と反応すると酸を生じるので、酸性酸化物と呼ばれる。一般に、酸性酸化物が水と反応するとオキソ酸を生じる。オキソ酸は、H、O および第三の元素 X からなり、H_mXO_n の分子式で表される。一方、Al₂O₃ は水には溶けないが、酸とも強塩基とも反応するので、両性酸化物と呼ばれる。

問 1 空欄(ア)～(エ)にあてはまる語句または化学式を答えなさい。

問 2 なぜ Ar は第3周期の他の元素と異なり酸化物を生じないのか、30字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 3 NaOH と Mg(OH)₂ ではどちらが強い塩基か、理由とともに50字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 4 H₃PO₄ と H₂SO₄ の構造式をそれぞれ書きなさい。

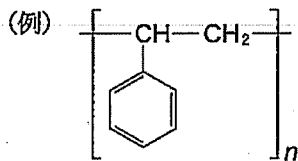
問 5 同一の元素のオキソ酸では、中心原子の酸化数とともに酸の強さが変化する。Cl のオキソ酸を使ってそのことを70字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 6 オキソ酸は有機化合物にもある。最も分子量の小さい有機化合物のオキソ酸を示性式で答えなさい。

問 7 Al₂O₃ から Al(OH)₃ を調製する方法を30字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 8 第4周期の元素で、Al と同様に両性酸化物を生成する元素を元素記号で答えなさい。

- 3 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。なお、構造式は例にならって書きなさい。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Br = 79.9$ とする。



不飽和結合に他の原子や原子団が付け加わる反応を付加反応という。エチレンに(ア)を付加させると、エタノールが得られる。エタノールを酸化して得られる(イ)を炭酸カルシウムと反応させた後、生成した(ウ)を、空気を断って熱分解するとアセトン^(a)が得られる。また、触媒の存在下でエチレンに塩素を作用させると、(エ)が生じる。これを熱すると塩化水素が脱離し、塩化ビニルになる。一方、エチレンを触媒の存在下で酸化した後に水と反応させて生じるエチレングリコールと、テレフタル酸の縮合重合で(オ)が生成する。

いま、分子式が C_4H_8O で表される鎖式化合物 A がある。A は二重結合をもつが、二重結合を形成する炭素原子に酸素原子は結合していない。A に臭素を反応させると付加反応が起こり、不斉炭素を 2 つもつ化合物が得られた。白金触媒存在下で A を水素と反応させて得られた化合物を、希硫酸中で二クロム酸カリウムと反応させると、化合物 B が生じた。B は A と同じ分子式で表される鎖式化合物であり、銀鏡反応に陽性を示した。一方、A と同じ分子式で表され、環状の構造をもつ化合物 C にナトリウムの単体を加えたところ水素が発生した。C は不斉炭素をもつ。また、化合物 A と C の混合物^(b)に無水酢酸を作用させたところ、反応は完全に進行し、酢酸 18.0 g と、それ以外の生成物 34.2 g が得られた。この酢酸以外の生成物を臭素と反応させたところ、二重結合に対する付加反応のみが完全に進行し、生成物は 74.2 g になった。

- 問 1 空欄(ア)~(ウ)にあてはまる語句を答えなさい。
- 問 2 空欄(エ)と(オ)にあてはまる化合物の構造式を書きなさい。
- 問 3 下線部(a)のアセトンは、工業的にはベンゼンとプロペンを原料として、フェノールと同時に合成される。この一連の反応を化学反応式で示しなさい。
- 問 4 化合物 A, B, C の構造式を書きなさい。
- 問 5 下線部(b)の混合物に含まれる化合物 A と C の質量をそれぞれ求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。