

令和 3 年度個別学力試験問題

理 科

(医 学 科)

解答時間 120 分

配 点 各 100 点

科 目	ページ
物 理	1 ページ～ 9 ページ
化 学	10 ページ～ 14 ページ
生 物	15 ページ～ 21 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、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 問題あります。
2. すべての問題に解答しなさい。
3. 解答冊子は各問題に 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なさい。

1 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。ただし、25℃におけるアンモニアの電離定数 K_b を $2.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、水のイオン積 K_w を $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ とする。また、 $\sqrt{2.3} = 1.5$ とする。

窒素は、タンパク質や核酸の重要な構成元素である。単体は二原子分子からなる無色無臭の気体で、乾燥空気中に体積比で約 78% 存在している。実験室では、窒素は亜硝酸アンモニウムの熱分解で得られ、液体窒素は冷却剤として使われている。^(a)

アンモニアは刺激臭をもつ無色の気体で、蒸発熱が大きいため、冷媒として使っている製氷機や冷凍機もある。アンモニアは、塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを加えて加熱すると得られる。^(b) 25℃において、0.10 mol/L の塩化アンモニウムの水溶液^(c)は弱酸性を示し、一方、0.20 mol/L の塩化アンモニウムと 0.10 mol/L のアンモニアを含む混合水溶液^(d)は、緩衝作用を示す。

塩化ナトリウム飽和水溶液にアンモニアを十分に吸収させてから二酸化炭素を吹き込むと、^(e) (ア) が沈殿する。この沈殿を 270℃ 以上で焼くと無水の(イ)が得られる。^(f) この(イ)の工業的製法を(ウ)法という。(イ)はソーダ石灰ガラスの原料として用いられている。

問 1 文中の(ア)～(ウ)に当てはまる語句を書きなさい。

問 2 下線部(a), (e), (f)の変化を、それぞれ化学反応式で示しなさい。

問 3 下線部(b)で得られるアンモニアを捕集する方法の名称を書きなさい。また、その方法でアンモニアを捕集する理由を 30 字以内(句読点を含む)で答えなさい。

問 4 下線部(c)に含まれる水素イオンの濃度を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問 5 下線部(d)に含まれる水素イオンの濃度を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問 6 下線部(d)に、少量の強酸または少量の強塩基を加えたときに起こる変化を、それぞれ化学反応式で示しなさい。なお、化学反応式には、強酸から生じる H^+ 、強塩基から生じる OH^- を、それぞれ用いること。

- 2 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。ただし、原子量は $H = 1.0$ 、 $C = 12.0$ 、 $O = 16.0$ 、また、触媒として加えた濃硫酸の体積および物質質量は無視しなさい。

エタノールは、リン酸を触媒として、高温・高圧下でエチレンへの水の付加によって得られる。逆に、(ア)℃に加熱した濃硫酸にエタノールを加えると、分子内で(イ)反応が起こりエチレンを生じる。また、エタノールは糖類に酵母菌を作用させても得られる。これはアルコール発酵とよばれ、酒類の製造に利用される。エタノールは、適当な酸化剤で酸化すると(ウ)になり、さらに酸化すると酢酸になる。

いま、 1.0 mol のエタノールと 1.0 mol の酢酸を水に溶かし、触媒として少量の濃硫酸を加えて 200 mL とした。これをある温度に保ったところ、(エ)化により 1 mL 当たりの質量が 0.90 g (0.90 g/mL) の化合物(オ)が生成した。(エ)化は、分子間の(イ)をともなう(カ)反応である。この反応が平衡に達したとき、混合液中の酢酸の物質質量を調べたところ、 0.3 mol の酢酸が消費されていたことがわかった。これらのことを元に、以下のような表を作成した。

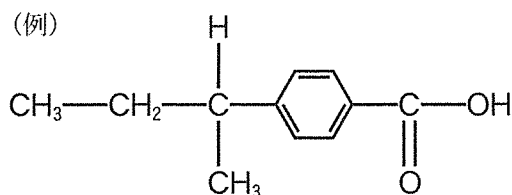
	エタノール	酢酸	(オ)	水
反応前の物質質量 (mol)	1.0	1.0	0	
変化量 (mol)		-0.3		
平衡時の物質質量 (mol)				
平衡時の濃度 (mol/L)				

- 問 1 文中の(ア)～(カ)にあてはまる数字または語句を記しなさい。
- 問 2 下線部(a)について、グルコースを原料としたときの変化を化学反応式で示しなさい。また、このときに働くのは、酵母菌中の十数種類の酵素混合物である。その名称を答えなさい。
- 問 3 下線部(b)のベンゼン溶液の凝固点降下度は、質量モル濃度から計算される値の半分である。その理由を 50 字以内(句読点を含む)で説明しなさい。また、ベンゼン中の酢酸分子のようすを図示しなさい。
- 問 4 上の表の空欄に数値を入れて完成させなさい。ただし、エタノール、酢酸、水の 1 mL 当たりの質量をそれぞれ 0.79 g (0.79 g/mL)、 1.05 g (1.05 g/mL)、 1.00 g (1.00 g/mL) とし、混合や加熱による体積変化はないものとする。

問 5 下線部(c)の平衡定数 K の値を求め、整数値で答えなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問 6 上の問 5 の状態に、さらに 1.0 mol のエタノールを加えると新たな平衡に達した。このときの生成物(オ)の物質量を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

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



不斉炭素原子をもたない化合物 A は、分子式が $C_xH_yO_z$ で表される、分子量 248 の有機化合物である。また、化合物 A には、幾何異性体が存在する。

いま、以下の実験 1～6 を行った。

実験 1 質量 248 mg の化合物 A を完全に燃焼させたところ、二酸化炭素 616 mg と水 144 mg が生じた。

実験 2 適切な触媒を用いて化合物 A に水素を付加させると、不斉炭素原子を 1 つもつ、分子量 250 の化合物 B が得られた。

実験 3 化合物 B に水酸化ナトリウムを加えて加熱した後、希塩酸を加えて酸性にしたところ、いずれも不斉炭素原子をもたない有機化合物 C, D, E が生じた。化合物 E はジカルボン酸であった。

実験 4 化合物 C を適切な酸化剤と反応させたところ、化合物 F が得られた。

実験 5 化合物 F を水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素と約 70°C にあたためると、黄色結晶の化合物とともに、ヨウ化ナトリウム、水、酢酸ナトリウムが生じた。

実験 6 化合物 D に塩化鉄(III)水溶液を加えたところ、紫色を呈した。

問 1 化合物 A の分子式中の x , y , z を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問 2 化合物 C の名称を書きなさい。

問 3 実験 5 で起こったと考えられる反応を化学反応式で書きなさい。

問 4 化合物 E の構造式を書きなさい。

問 5 化合物 A として考えられる構造式のうち、1 つを書きなさい。