

令和7年度 入学試験問題

理科（前期）

試験時間	120分
問題冊子	物理 1～6頁
	化学 7～14頁
	生物 15～31頁

注意事項

1. 指示があるまで問題冊子は開かないこと。
2. 受験科目はあらかじめ受験票に記載された2科目とし、変更は認めない。
3. 問題冊子および解答用紙に落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答が終わっても、または試験を放棄する場合でも、試験終了までは退場できない。
5. スマートフォン等の電子機器類は電源を必ず切り、鞆の中にしまうこと。
6. 机の上には、受験票と筆記用具（鉛筆、シャープペンシル、消しゴム）および時計（計時機能のみ）以外は置かないこと。（耳栓、コンパス、定規等は使用できない。）
7. 問題冊子および解答用紙に受験番号と氏名を記入すること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題冊子の余白は自由に用いてよい。
10. 質問、トイレ、体調不良等で用件のある場合は、無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
11. 監督者の指示により離席する場合は、問題冊子および解答用紙を裏返しにすること。
12. 受験中不正行為があった場合は、試験の一切を無効とし、試験終了時刻まで別室で待機を命じる。
13. 試験終了後、解答用紙は裏返しにすること。問題冊子は持ち帰ること。

受験番号	
------	--

氏名	
----	--

化 学

必要があれば、以下の数値を用いよ。

原子量	H : 1.00 C : 12.0 N : 14.0 O : 16.0 F : 19.0 Cl : 35.5
気体定数 R	$8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$
ファラデー定数 F	$9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$
アボガドロ定数 N_A	$6.00 \times 10^{23}/\text{mol}$
水のイオン積 K_w	$1.00 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$
0°C	273 K

[I] 各問いに答えよ。

問1 表は、代表的な原子を周期律にもとづいて並べたものである。[ア] ~ [ク] に適した語句、元素記号または化学式を答えよ。

族 周期	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H							He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca						

原子の最も外側の電子殻から1個の電子を取りさって、1価の陽イオンにするのに必要なエネルギーを [ア] という。これに対して、原子が最も外側の電子殻に1個の電子を受け取って、1価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーを [イ] という。表の原子のうち、[ア] が最も [ウ] い K が1価の陽イオンに最もなりやすく、[イ] が最も [エ] い Cl が1価の陰イオンに最もなりやすい。

また、F、Cl および Na の原子の大きさを比べると、[オ] が最も大きく、[カ] が最も小さい。一方、F、Cl および Na の各原子からできるイオンである、 F^- 、 Cl^- および Na^+ の大きさを比べると、[キ] が最も大きく、[ク] が最も小さい。

問 2

- (1) 物質の分離・精製に用いられる再結晶とはどのような手法か，簡潔に説明せよ。
- (2) ここに固体の化合物 **A**，**B**，**C** の混合物がある。およその質量比は **A**：**B**：**C** = 1：8：1 である。表は，化合物 **A**，**B**，**C** の水への溶解性を比較したものである。この混合物の中から，純度の高い化合物 **B** の結晶をできるだけ多く取り出すための手順を考案して書け。

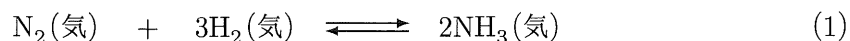
化合物	5℃	25℃	60℃
A	よく溶ける	よく溶ける	よく溶ける
B	ほとんど溶けない	溶けにくい	よく溶ける
C	ほとんど溶けない	ほとんど溶けない	ほとんど溶けない

問 3

- (1) ある市販の濃塩酸の質量パーセント濃度は 36.5 % であった。また，この濃塩酸の密度は 1.18 g/cm^3 であった。この濃塩酸のモル濃度 $[\text{mol/L}]$ を求めよ。
- (2) この濃塩酸と 1000 mL のメスフラスコを用いて，0.100 mol/L の塩酸をつくりたい。濃塩酸を何 mL はかり取って，蒸留水を加えて 1000 mL にすればよいか。

〔Ⅱ〕 文章を読んで問いに答えよ。ただし、反応物、生成物はすべて理想気体として存在するものとする。

- 〔A〕 アンモニア NH_3 は化学肥料や医薬品の原料として重要な物質であり、工業的には〔ア〕法とよばれる方法によって、窒素 N_2 と水素 H_2 とを混合して〔イ〕(化学式)を主成分とする触媒を用いて反応させて製造される。その反応は(1)で示される。



この反応は可逆反応で一定の圧力と温度の下で平衡に達する。また、表 1 の結合エネルギーの値から、(1)にしたがって圧力一定の下で 1 mol の $\text{N}_2(\text{気})$ と 3 mol の $\text{H}_2(\text{気})$ が反応して $\text{NH}_3(\text{気})$ が 2 mol 生成するとき、〔ウ〕 kJ の熱が〔エ〕されることがわかる。

表 1 結合エネルギー (25℃, 1.013×10^5 Pa)

結合	結合エネルギー [kJ/mol]
H—H	436
N≡N	945
N—H	391

そのため、工業的には、〔オ〕の原理を考えて反応条件を最適化し、温度 400～600℃、圧力 $1 \times 10^7 \sim 1 \times 10^8$ Pa の条件で合成が行われる。

- 〔B〕 (1)の反応は気相反応なので、 N_2 、 H_2 および NH_3 の分圧をそれぞれ p_{N_2} 、 p_{H_2} および p_{NH_3} として圧平衡定数 K_p が(2)で与えられる。

$$K_p = \frac{\text{〔カ〕}}{\text{〔キ〕}} \quad (2)$$

したがって、平衡状態における全圧が P [Pa] のとき、 N_2 、 H_2 および NH_3 のモル分率をそれぞれ x_{N_2} 、 x_{H_2} および x_{NH_3} として(3)で表される。

$$K_p = \frac{\text{〔ク〕}}{\text{〔ケ〕}} \times P^{\text{〔コ〕}} \quad (3)$$

- 〔C〕 いま、容積可変の密閉容器に N_2 1.00 mol と H_2 3.00 mol を入れ、一定温度で容器内の圧力を 5.0×10^7 Pa に保ったところ、 NH_3 の体積百分率が 60.0% で平衡状態になった。この平衡状態においては、 N_2 が〔サ〕 mol、 H_2 が〔シ〕 mol、 NH_3 が〔ス〕 mol 生じているから、圧平衡定数 K_p の値は〔セ〕と求められる。

- 〔D〕 続いて、〔C〕の平衡の状態から、温度を保ちながら、容器の容積を変化させて新たな平衡状態に到達させると、圧力が〔ソ〕 Pa になった。このとき、 NH_3 が 1.00 mol 生じた。

問1 ～ に適した語句，式，数値を書け。なお，数値は有効数字2桁で答えよ。
また， では単位も書くこと。

問2 図1の曲線は， において(1)の反応開始からの NH_3 の体積百分率〔%〕の変化を模式的に示したものである。同一の温度と圧力の反応条件で の下線部の触媒を加えた場合， NH_3 の体積百分率〔%〕の変化はどのようなものになるか。解答欄のグラフに線を書き込んで示せ。

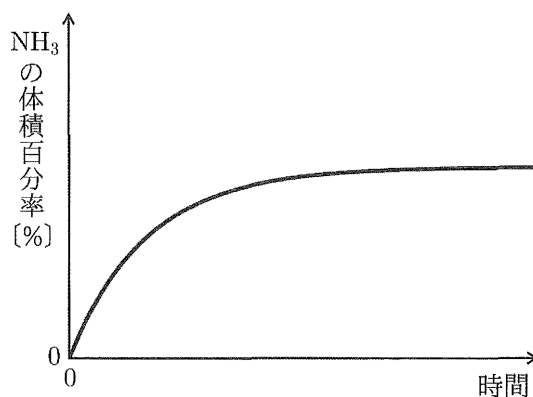


図1

問3 問2の図1において NH_3 の体積百分率〔%〕が一定になった状態(図2)から，時刻 t で圧力を一定に保ちながら温度を変化させたとき，新たな平衡状態に到達するまでに NH_3 の体積百分率〔%〕はどのように変化するか。①温度を上げた場合，②温度を下げた場合，として解答欄のグラフに丸付き数字とともに線を書き込んで示せ。ただし，容器内の温度変化に要する時間は， NH_3 の体積百分率〔%〕の変化に要する時間に比べて無視できる程度に短いものとする。

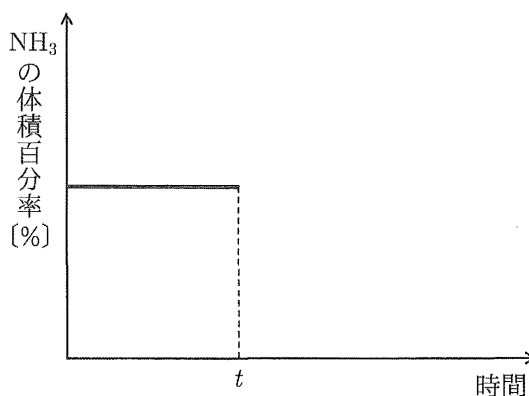
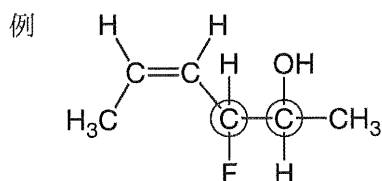


図2

[III] 文章を読んで問いに答えよ。構造式を書くときは例のように炭素原子－水素原子の結合の位置を明確に記すこと。ただし、水素原子 3 つが結合した炭素原子のみ、メチル基 (CH_3-) として省略して書いてよい。さらに、不斉炭素原子があれば丸で囲むこと。



分子式 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ の構造異性体の数は 3 個で、いずれも不斉炭素原子をもたない。この中で、ナトリウムと反応しないものは 1 個である。このものを化合物 **A** とする。

分子式 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ の構造異性体の数は 7 個で、このうちメチル基 (CH_3-) を 3 つもつものは 2 個である。この 2 個のうち、ナトリウムと反応させたときに水素を発生するものを化合物 **B**，ナトリウムと反応しないものを化合物 **C** とする。

手術などに用いられる麻酔薬の多くは、ジエチルエーテルやクロロホルムに麻酔作用があることにもとづき、沸点や作用などを改善して開発された化合物である。

問 1 分子式 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ でナトリウムと反応させたときに水素を発生するもの 2 個の構造式を書き、いずれの沸点が高いか、理由とともに書け。

問 2 化合物 **A** の構造式を書け。

問 3 吸入麻酔薬デスフルラン $\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_6\text{O}$ は化合物 **A** のアルキル基の複数の水素原子をフッ素原子に置換した化合物で、酸素原子に結合した炭素原子には必ず水素原子が結合している。また、不斉炭素原子を 1 つもつ。デスフルランの構造式を書け。

問 4 化合物 **B** の構造式を書け。

問 5 化合物 **B** の分子内脱水反応または分子間脱水反応により得られる化合物の構造式を、すべて書け。

問 6 局所麻酔薬クロロブタノール $C_4H_7Cl_3O$ は化合物 **B** のアルキル基の複数の水素原子を塩素原子に置換した化合物で、クロロメチル基 (CH_2Cl-) をもたず、不斉炭素原子をもたない。クロロブタノールの構造式を書け。

問 7 化合物 **C** の構造式を書け。

問 8 吸入麻酔薬セボフルラン $C_4H_3F_7O$ は化合物 **C** のアルキル基の複数の水素原子をフッ素原子に置換した化合物で、フルオロメチル基 (CH_2F-) を 1 つもち、不斉炭素原子をもたない。セボフルランの構造式を書け。

問 9 セボフルランの沸点は約 $59^{\circ}C$ 、デスフルランの沸点は約 $23^{\circ}C$ である。デスフルランの沸点の方が低い理由を説明せよ。

〔IV〕 文章を読んで問いに答えよ。

グルコースは水溶液中では、鎖状構造と環状構造が平衡状態となっているが、図1の環状構造の割合が最も大きい。図1のように6個の炭素原子に1～6の番号を付け、それぞれの炭素原子をC1, C2, …… , C6 とよぶこととする。

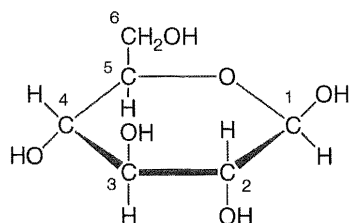


図1 グルコースの環状構造の1つ

α -グルコース分子のC〔a〕に結合したヒドロキシ基と、別のグルコース分子のC〔b〕に結合したヒドロキシ基が脱水縮合したものをマルトースという。一方、 β -グルコース分子のC〔a〕に結合したヒドロキシ基と、別のグルコース分子のC〔b〕に結合したヒドロキシ基が脱水縮合したものを〔ア〕という。

多数の α -グルコース分子がマルトースと同じ脱水縮合をくりかえしてできた直鎖状の高分子化合物を〔イ〕という。〔イ〕は分子内でヒドロキシ基が水素結合をつくり、図2のようならせん構造をとる。〔イ〕のC〔c〕に結合したヒドロキシ基と、別の直鎖のC〔d〕に結合したヒドロキシ基が脱水縮合し、図3のような枝分かれ構造をもつものを〔ウ〕という。

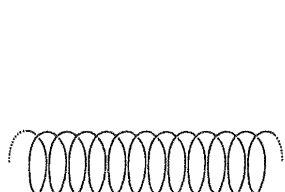


図2 〔イ〕のらせん構造の模式図

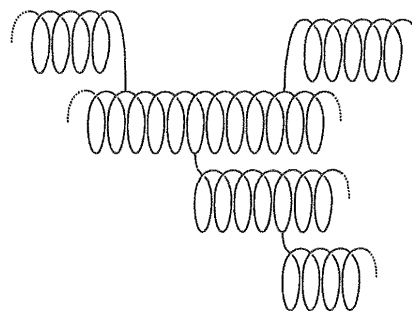


図3 〔ウ〕の枝分かれ構造の模式図

一般にデンプンは〔イ〕と〔ウ〕とで構成されている。〔エ〕米のデンプン中には〔イ〕が20～25%含まれるが、〔オ〕米のデンプンはほぼ100%が〔ウ〕である。〔イ〕は〔カ〕に溶けるが、〔ウ〕は〔カ〕に溶けにくい。動物デンプンともよばれる〔キ〕は、動物の筋肉や〔ク〕に蓄えられている。

デンプンをアミラーゼや希酸で加水分解するとマルトースやグルコースになるが、加水分解の途中で生じる、デンプンより分子量の小さい多糖を〔ケ〕という。デンプンに特殊な酵素を作用させると、6～8個のグルコースが連なって環状になったシクロ〔ケ〕が得られる。

問1 ～ に入る数字を書け。同じ数字を何度使ってもよい。

問2 ～ に適した語句を書け。

問3 マルトースの構造式を書け。

問4 グルコースがアルコール発酵されるとき化学反応式を書け。グルコースは構造式ではなく分子式で書くこと。

問5 243 g のデンプンがすべてグルコースとなった後に、完全にアルコール発酵されたとすると、アルコールは何 g 生成するか。

問6 のらせん構造はおよそ何個のグルコース単位で一巻きになっているか。

問7 , , のヨウ素デンプン反応による呈色はどのようなになるか。(あ)～(か) から適切な組合せを選び、記号で答えよ。

記号	イ	ウ	キ
(あ)	赤紫色	赤褐色	濃青色
(い)	赤紫色	濃青色	赤褐色
(う)	赤褐色	赤紫色	濃青色
(え)	赤褐色	濃青色	赤紫色
(お)	濃青色	赤紫色	赤褐色
(か)	濃青色	赤褐色	赤紫色

問8 の模式図を図 2, 3 にならって書け。スケール (縮尺) は図 2, 3 と同じくらいにすること。

問9 シクロ は消臭スプレーに使われているが、どのようなしくみで消臭されるか説明せよ。