

旭川医科大学

平成 30 年度一般入試後期日程

理 科 問 題 紙

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題紙を開いてはいけません。
2. 問題紙は 20 ページあります。物理は 1～4 ページ、化学は 5～12 ページ、生物は 13～20 ページです。
3. 解答用紙は物理 3 枚、化学 4 枚、生物 4 枚の合計 11 枚あります。草案紙は 3 枚あります。
4. 受験番号は、監督者の指示に従って、すべての解答用紙の指定された箇所に必ず記入しなさい。
5. 物理、化学、生物の 3 科目から 2 科目を選択し、その科目のすべての解答用紙の「選択する」を○で囲みなさい。なお、2 科目を選択した場合のみ採点の対象となります。
6. 解答用紙のみを提出しなさい。解答用紙は全科目分の 11 枚を必ず提出しなさい。なお、問題紙と草案紙は持ち帰りなさい。
7. 答案作成にあたっては、次の事項を守りなさい。
 - (1) 解答はすべて解答用紙の指定された欄に書くこと。
 - (2) 字数制限のある解答欄については、一行につき 25～30 字を目安に書くこと。括弧、句読点およびアルファベットは 1 字とする。数字および分子式やイオン式はそれぞれ 1 字相当とする。

化 学

注意：(1) 必要であれば、次の数値を用いること。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0,

Mg = 24.3, P = 31.0, Cl = 35.5, K = 39.1, Ca = 40.1

気体定数： $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$, 1気圧： $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$

(2) 構造式を書く際には原子の元素記号と価標を省略せずにかくこと。

(3) 問題文中の体積の単位記号Lはリットルを表す。

問題 1 図1の(ア)~(カ)はそれぞれ元素の周期律に関するグラフである。各問に答えなさい。

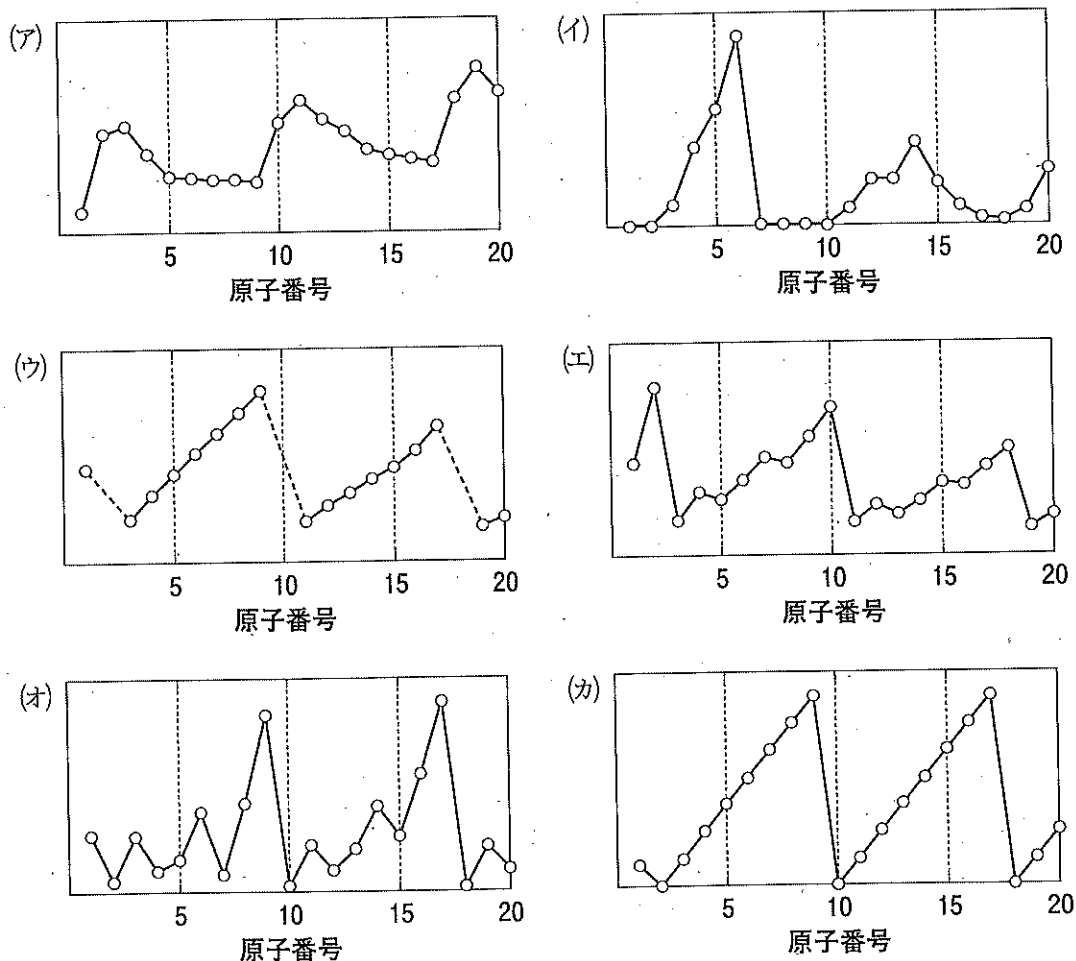


図 1

問 1 (ア)～(カ)の縦軸は何の値を示したものが、それぞれの名称を書きなさい。

問 2 (ウ)～(オ)の縦軸のそれぞれの名称の内容を説明しなさい。

問 3 H_2O 分子は極性分子であるが、 CO_2 分子は無極性分子である。 CO_2 分子が無極性分子である理由を説明しなさい。必要であれば、模式図を用いて説明してもよい。

問題 2 次の文章を読み、以下の各問に答えなさい。

タンパク質を塩酸や硫酸などで完全に加水分解すると、構成単位である α -アミノ酸の混合物が得られる。 α -アミノ酸を構造式で表すと(ア)となり、a 以外は光学異性体をもつ。 α -アミノ酸は、中性水溶液中では構造式(イ)のような正負両方の電荷をもつ構造(双性イオン)であるが、水酸化ナトリウム水溶液中では(ウ)で表される負電荷をもつ構造が、また希塩酸中では(エ)で表される正電荷をもつ構造が多くなる。水溶液中で α -アミノ酸には電離平衡が存在し、水溶液の pH により 3 種の構造の割合は変化する。 α -アミノ酸はタンパク質分子内で b 結合をつくって互いに結合しており、水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅水溶液を使った呈色反応の 1 つである c 反応はこの結合に起因する。また、ある種のタンパク質水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると d 色になり、その水溶液にさらにアンモニア水を加えて塩基性にすると e 色になる。この呈色反応は f 反応と呼ばれる。このように色が変わる理由はタンパク質中に g を含む α -アミノ酸が h 化されるためである。

問 1 文章中の a ~ h にあてはまる語句を答えなさい。

問 2 文章中の(ア) ~ (エ)にあてはまる構造式を書きなさい。

問 3 α -アミノ酸の水溶液中で、 α -アミノ酸の陽イオン、双性イオン、陰イオンの電荷の総和が 0 になるとき、その溶液の pH を何というか。答えなさい。

問 4 α -アミノ酸の 1 つであるアラニンの水溶液が問 3 の状態にあるときの pH を、計算過程を示して答えなさい。なお、陽イオンと双性イオンとの電離平衡、および双性イオンと陰イオンとの電離平衡の平衡定数を、それぞれ $1.0 \times 10^{-2.3}$ mol/L および $1.0 \times 10^{-9.7}$ mol/L とする。

問 5 ある1種類の α -アミノ酸からなる分子量3000の鎖状の重合体を加水分解し、さまざまな分子量をもつ重合体断片を得た。このうち α -アミノ酸2分子からなる重合体のみを取り出し、元素分析を行った結果、試料0.160 gから、273 K、 1.01×10^5 Paで22.4 mLの N_2 が得られた。重合体の構成単位である α -アミノ酸の分子量を求めなさい。さらに分子量3000の重合体中で α -アミノ酸どうしを結び付けている結合の個数を求めなさい。

問題 3 次の文章を読み、以下の各問に答えなさい。

大豆から豆腐を作るときには以下の操作を行う。この豆腐を作る操作1から操作5までを標準操作と呼ぶこととする。

操作1：【浸漬】大豆を水に一晩浸す。

操作2：【粉碎】ミキサーなどで粉碎する。

操作3：【加熱】沸騰するまで加熱し、その後、弱火でさらに5分間加熱する。

操作4：【こし分け】さらしなどの布で固体部分と液体部分(豆乳)に分ける。

操作5：【金属塩水溶液添加】豆乳の温度が70℃に下がったときに金属塩の水溶液(MgCl₂水溶液)を加える。すると豆乳は固まり、豆腐となる。

標準操作の順番や条件を変え、以下のような実験を行った。

《実験1》 【浸漬】後すぐに【粉碎】せず、やわらかくなるまで加熱して得られた大豆を【粉碎】し、【こし分け】たところ、液体は出てきたが、それにMgCl₂水溶液を加えても固まらなかった。

《実験2》 豆乳の温度が70℃に下がったときにMgCl₂水溶液を加えず、70℃よりさらに低い温度、例えば60℃、40℃、25℃になったとき(この段階では豆乳は固まっていない)にMgCl₂水溶液を加えた。その結果、豆乳は70℃より低い温度でも固まった。

《実験3》 【粉碎】後すぐに【加熱】せず、【こし分け】て得た液体の温度をやや上げてからMgCl₂水溶液を加えた。その結果、65℃未満では固まることはなかったが、65℃以上では少し固まった。

《実験4》 豆乳に添加する金属塩水溶液として、NaCl、KCl、MgCl₂、MgSO₄、CaCl₂、CaSO₄、CaCO₃の7種類の水溶液を用いた。このうち、MgCl₂、MgSO₄、CaCl₂、CaSO₄の4種類の水溶液添加では固まったが、NaCl、KCl、CaCO₃の3種類の水溶液添加では固まらなかった。

問 1 標準操作と実験 1, 2, 3 の結果, および下の表 1 のデータにもとづいて, 豆腐を得るのに必要な操作や条件を説明しなさい。

問 2 実験 4 の結果にもとづいて, 豆乳を固まらせるために必要な金属塩水溶液の性質を説明しなさい。

問 3 一般に豆腐は大豆を用いて作られる。大豆以外の小豆, 花豆, エンドウ, ソラマメを用いて豆腐を作ろうとしたところ, 【こし分け】ができなかった。下の表 2 のデータにもとづいて, その理由を説明しなさい。

表 1

食品名	水分 (g)	タンパク質 (g)	脂質 (g)	炭水化物		灰分 (g)
				糖質(g)	繊維(g)	
大豆	12.5	35.3	19.0	23.7	4.5	5.0
豆乳	90.8	3.6	2.0	2.9	0.2	0.5
豆腐	89.4	5.0	3.3	1.7	0	0.6

表 1 中の数値は食品 100 g 中の各成分の質量である。

表 2

豆の種類	水分(g)	タンパク質(g)	脂質(g)	炭水化物(g)
小豆	15.5	20.3	2.2	58.7
花豆	15.4	17.2	1.7	61.2
エンドウ	13.4	21.7	2.3	60.4
ソラマメ	13.3	26.0	2.0	55.9
大豆	12.5	35.3	19.0	28.2

表 2 中の数値は豆 100 g 中の各成分の質量である。

問題 4 次の文章を読み、以下の各問に答えなさい。なお、説明には、必要であれば構造式や化学反応式を用いてよい。

重合体Aと重合体Bはそれぞれ図2の単量体aと単量体bの重合体である。また、単量体aは図3に示す塩基の①、②、③、④のいずれかを含み、単量体bは①、②、③、⑤のいずれかを含んでいる。いま、重合体Aと重合体Bを水に加えると、どちらも完全に溶解した。さらに、この水と同体積のフェノールを加えてふたのある容器に入れ、よく混和してから静置したところ、溶媒はフェノール層と水層との2層にわかれた。

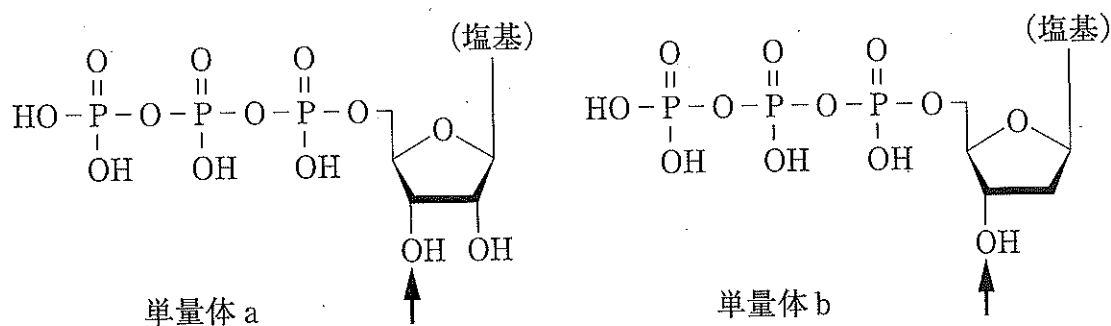


図2 単量体

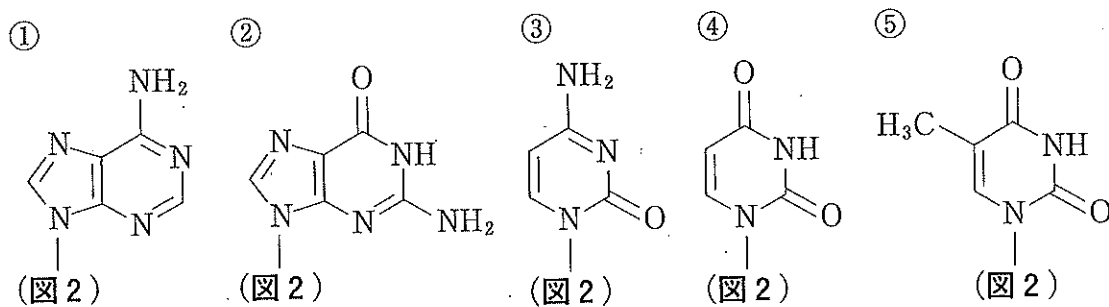


図3 単量体に含まれる塩基

- 問 1 重合体Aと重合体Bが水に溶解した理由を説明しなさい。
- 問 2 フェノール層には少し水が溶解していた。水が溶解する理由を説明しなさい。また、その溶液は酸性、中性、塩基性のどれであるかを答えなさい。
- 問 3 水に溶解した重合体Aと重合体Bをフェノールと混ぜ合わせて静置すると、どちらか一方の重合体は水層ではなくフェノール層に溶解した。フェノール層に溶解した重合体の記号を答えなさい。また、溶解した理由を説明しなさい。
- 問 4 フェノール層に緩衝液を混ぜて pH 8.0 としてから、水に溶解した重合体 A、重合体 B と混合したところ、フェノール層に溶解する重合体はなかった。その理由を説明しなさい。
- 問 5 単量体 a および単量体 b がそれぞれ重合するとき、単量体が結合するごとに図 4 の化合物が生成し、図 2 中の矢印で示した酸素原子がもう一方の単量体のある原子と結合する。その原子はどれか。解答欄に示す構造式の中であてはまる原子を○で囲みなさい。また、酸素原子とその原子との間に共有結合が形成される理由を説明しなさい。

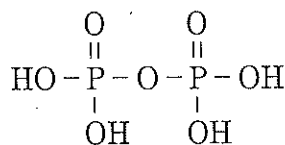


図 4

- 問 6 図 3 の①は④または⑤と、②は③と特異的に結合するが、これらの結合は 70 ~ 90℃ 程度の加熱で切断する。この結合の名称を答えなさい。