

# 弘前大学 一般

平成 23 年度入学試験問題(前期)

## 理 科

物 理	1～10ページ	化 学	11～24ページ
生 物	25～40ページ	地 学	41～49ページ

### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 各科目のページは上記のとおりである。落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配付している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 各科目の問題は、学部・学科・専攻等によって異なる点があるから、下に表示する。
  - (1) 物理を選択した受験者  
教育学部 ② ④ ⑤  
医学部医学科 ② ③ ⑤  
医学部保健学科，看護学専攻及び理学療法学専攻及び作業療法学専攻 ① ④  
医学部保健学科，放射線技術科学専攻及び検査技術科学専攻 ② ③ ④  
理工学部 ① ② ③ ⑤  
農学生命科学部 ① ④ ⑤
  - (2) 化学を選択した受験者  
教育学部学校教育教員養成課程 ① ③ ④ ⑤  
教育学部養護教諭養成課程 ① ② ③ ④  
医学部医学科 ② ④ ⑥  
医学部保健学科，看護学専攻及び理学療法学専攻及び作業療法学専攻 ① ② ③  
医学部保健学科，放射線技術科学専攻及び検査技術科学専攻 ② ③ ④  
理工学部 ① ② ③ ④ ⑤  
農学生命科学部 ① ④ ⑤ ⑥
  - (3) 生物を選択した受験者  
教育学部 ② ③ ④ ならびに ⑤ または ⑥ の 4 問  
医学部医学科 ① ② ④  
医学部保健学科 ① ② ④  
理工学部 ① ② ③ ④ ならびに ⑤ または ⑥ の 5 問  
農学生命科学部 ② ③ ④ ならびに ⑤ または ⑥ の 4 問  
⑤ と ⑥ は選択問題である。教育学部，理工学部及び農学生命科学部の受験者は⑤ または ⑥ のいずれかを選択のこと。
  - (4) 地学を選択した受験者  
教育学部 ① ② ③ ⑤  
理工学部 ① ② ③ ④ ⑤  
農学生命科学部 ① ② ③ ⑤
6. 解答用紙の指定された欄に、学部名及び受験番号を記入すること。
7. 提出した解答用紙以外は、すべて持ち帰ること。

# 化 学

単位 L はリットルを表す。

必要があれば，原子量および定数は次の値を使うこと。

H = 1.00          C = 12.0          N = 14.0          O = 16.0

Na = 23.0          S = 32.0          Cl = 35.5          Ca = 40.0

Fe = 55.8

アボガドロ定数  $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$

1 以下の文章を読み，各問いに答えよ。

硫酸は化学工業に広く用いられる化合物であり，この工業的な製造方法は以下の通りである。この方法を〔ア〕法という。

## 〔ア〕法

工程Ⅰ：黄鉄鉱 ( $\text{FeS}_2$ ) を燃焼させて，二酸化硫黄をつくる。

工程Ⅱ：二酸化硫黄を酸化バナジウム(V) ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ) を用いて空气中高温で酸化し，三酸化硫黄をつくる。

工程Ⅲ：三酸化硫黄を水と反応させて，濃硫酸にする。

具体的には，三酸化硫黄は直接水と反応させずに，濃硫酸に多量の三酸化硫黄を吸収させて〔イ〕とし，これを希硫酸で薄めて濃硫酸をつくっている。

希硫酸と濃硫酸は異なる性質をもつ。希硫酸は酸化力はないが，水溶液中で電離し強い酸性を示す。したがって，水素よりイオン化傾向が大きい金属と反応して水素を発生する。一方，濃硫酸は，無色で粘性の大きい液体で沸点が〔ウ〕。また，化合物から水素原子と酸素原子を水分子として取り除く脱水作用があり，砂糖に濃硫酸を加えると〔エ〕する。加熱した濃硫酸は酸化力が強い。

問 1 [        ]内のアからエに適切な語句を入れよ。

問 2 工程 I, II および III の化学反応式を記せ。また, 工程 I から III の反応をひとつの化学反応式で表せ。

問 3 100 % の純度の黄鉄鉱 10.0 kg から 98.0 % 硫酸 (質量パーセント濃度) は何 kg 製造されるか。計算の過程を示し, 答えは四捨五入して小数第一位まで求めよ。ただし, 黄鉄鉱を完全に燃焼させ, 生成した二酸化硫黄のすべてを硫酸に変えたものとする。

問 4 下線①に関する次の問いに答えよ。

(1) 次の金属と水素(H<sub>2</sub>)をイオン化傾向の大きい順に並べよ。

Hg   Ni   K   Zn   Au   Al   H<sub>2</sub>

(2) 鉛は水素よりもイオン化傾向が大きい, 下線①の化学反応は起きにくい。希硫酸と鉛を反応させた時の化学反応式を示して, この理由を説明せよ。

問 5 実験室で二酸化硫黄をつくる際には, 銅に濃硫酸を加え, 熱して発生させる。この方法を実験室で行った時の記録を下に示した。A から C の (        ) 内から適切な語を選択せよ。解答用紙の正しいほうを○で囲め。

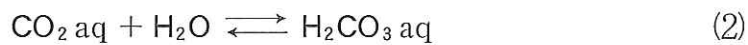
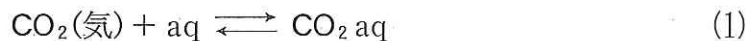
二酸化硫黄は A (無毒, 有毒) な気体のため, ドラフト内で実験を行った。

まず, 試験管に銅片と濃硫酸を加えて, ガスバーナーで加熱し, 発生した気体を集気びんに B (上方置換, 下方置換) で捕集した。

次に, 発生した気体が二酸化硫黄であることを確認するために, 集気びんに少量の水を加えてリトマス指示薬を滴下したところ, C (赤色, 青色) になった。

2 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

人間の血液の pH は、ほぼ 7.4 に保たれている。肺における  $\text{CO}_2$  の排出が、血液の pH を一定に維持するために重要な役割を果たしている。 $\text{CO}_2$  の排出の影響は、平衡移動の原理(レシャトリエの原理)にもとづいて考察することができる。血液の pH と  $\text{CO}_2$  排出との関係を考察するために必要な化学平衡は、以下の化学反応式で表される。



なお、上の化学反応式の中で化合物またはイオンを表す化学式の後の aq は、それぞれが水中に溶けていることを表し、化学反応式(1)の左辺にある aq は大量の水を表す。また、血液の pH が正常の値である 7.4 に近いときは  $\text{CO}_3^{2-}$  の濃度が低く、化学反応式(4)の影響はほとんど無視できる。激しい運動を行うと筋肉で乳酸が生じる。乳酸から電離した  $\text{H}^+$  が血液に放出されることによって、化学反応式(3)の反応は〔ア〕。その結果、化学反応式(3)におきたことと同様のことが化学反応式(2)と(1)でもおこり、肺の中の気体に含まれる  $\text{CO}_2$  の割合は〔イ〕。この気体は、呼気として肺からはき出される。このような一連の化学反応がおこることにより、血液中の  $\text{H}^+$  の濃度は〔ウ〕、血液の pH は〔エ〕。また、肺の機能障害などがおこると呼気の排出が妨げられ、肺の中の気体に含まれる  $\text{CO}_2$  の割合が増加する。この結果、化学反応式(1)の反応は〔オ〕。化学反応式(1)におきたことと同様のことが化学反応式(2)と(3)でもおこることによって、血液中の  $\text{H}^+$  の濃度は〔カ〕、血液の pH は〔キ〕。

問 1 化学反応式(1)から(4)は、呼吸と血液 pH の関係においてどのような現象に対応しているか。次の(a)から(f)の中より 1 つずつ選び、その記号を記せ。

- (a) 体内でグルコースから生成した二酸化炭素が、血液に溶解する。
- (b) 血液に溶解していた二酸化炭素が、肺で呼気中に排出される。
- (c) 炭酸が、水和した二酸化炭素と水とに分解される。
- (d) 二酸化炭素が加水分解し、炭酸が生成する。
- (e) 炭酸水素イオンが、酸として働く。
- (f) 炭酸水素イオンが、塩基として働く。

問 2  $\text{CO}_2$  は無極性分子である。この原因として適切なものを次の(a)から(e)の中から 2 つ選び、その記号を記せ。

- (a) 炭素と酸素の電気陰性度が、ほぼ等しい。
- (b) 炭素の電気陰性度が、酸素の電気陰性度より大きい。
- (c) 分子のなかで原子が、酸素、炭素、酸素の順番で結合している。
- (d) 炭素と酸素とが二重結合で結合している。
- (e) 分子の形が直線状である。

問 3 化学反応式(2)で表される反応には、赤血球の中にある酵素が触媒として働いている。この酵素の触媒としての作用について述べた次の文章のうち、正しいものに○、誤っているものに×をつけよ。

- (a) 酵素の作用で、化学反応式(2)の正反応が吸熱反応から発熱反応に変わるため、 $\text{H}_2\text{CO}_3$  の生成量が増加する。
- (b)  $\text{CO}_2$  と  $\text{H}_2\text{O}$  が酵素に結合し、これらの熱運動が抑えられるため、反応速度が低下する。
- (c) 酵素の作用で反応の経路が変わるため、反応の活性化エネルギーが低下し、反応速度が増加する。
- (d) 酵素の作用で別の反応がおこるため、平衡定数が変化し、 $\text{H}_2\text{CO}_3$  の生成量が増加する。

問 4 血液の pH が 7.4 であるとき  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  がどのような比率で存在しているか。[ $\text{H}_2\text{CO}_3$ ] を 1 として [ $\text{HCO}_3^-$ ] と [ $\text{CO}_3^{2-}$ ] の比率を、計算の過程も示し、有効数字 2 桁で求めよ。ただし、[ $\text{H}_2\text{CO}_3$ ], [ $\text{HCO}_3^-$ ], [ $\text{CO}_3^{2-}$ ] は、それぞれ  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  のモル濃度とする。化学反応式(3)および(4)の平衡定数は、それぞれ  $4.5 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ ,  $4.7 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$  とする。必要があれば  $10^{-7.4} = 4.00 \times 10^{-8}$  を使うこと。

問 5 文章中の〔 〕内のアからキに適切な語句を、次の(a)から(c)の中からそれぞれ選び、その記号を記せ。

- 〔ア〕: (a) 正反応の向きに進む (b) 逆反応の向きに進む  
(c) どちらにも進まない
- 〔イ〕: (a) 増加する (b) 減少する  
(c) ほとんど変化しない
- 〔ウ〕: (a) 増加し (b) 減少し  
(c) ほとんど変化せず
- 〔エ〕: (a) 増加する (b) 減少する  
(c) ほとんど変化しない
- 〔オ〕: (a) 正反応の向きに進む (b) 逆反応の向きに進む  
(c) どちらにも進まない
- 〔カ〕: (a) 増加し (b) 減少し  
(c) ほとんど変化せず
- 〔キ〕: (a) 上昇する (b) 低下する  
(c) ほとんど変化しない

3 [I], [II]の各問いに答えよ。

[I] 化合物 A と化合物 B の分子式は、いずれも  $C_{16}H_{22}O_4$  である。

化合物 A と化合物 B をそれぞれ水酸化ナトリウム水溶液に加え、加熱し  
① て反応させた。室温まで冷却した後、エーテルを加えて抽出し、エーテル層と水層に分けた。エーテル層を乾燥し濃縮すると、化合物 A と化合物 B のいずれからも、 $C_4H_{10}O$  の分子式をもつ枝分かれした化合物 C のみが得られた。それぞれの水層に注意深く希塩酸を加えて中和した後、エーテルを加えて抽出し濃縮すると、化合物 A から化合物 D が、化合物 B からは化合物 E が得られた。化合物 D と化合物 E の分子式は、いずれも  $C_8H_6O_4$  である。

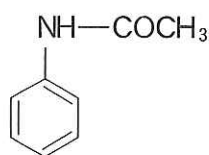
化合物 C に硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて反応させると  
② 化合物 F が得られた。化合物 F をフェーリング液とともに加熱すると赤色  
③ の沈殿が得られた。

化合物 D を加熱すると化合物 G が得られたが、化合物 E は変化しなかつ  
④ た。化合物 G の分子式は  $C_8H_4O_3$  である。

化合物 E をエチレングリコールと縮合重合して得られる樹脂 (PET) は、飲料水容器などに使われる。

問 1 化合物 A, B, C, D, E および F の構造式を例にならって記せ。また、化合物 D と E の名称も記せ。

例



問 2 下線①, ②および④の反応名を記せ。

問 3 下線③の赤色の沈殿は何か。分子式と名称を記せ。

問 4 下線④の化合物 G が得られる反応式を記せ。また、化合物 E が反応しない理由も記せ。

〔Ⅱ〕 炭化カルシウム(カーバイド)に水を加えて化合物 A を合成した。化合物 A にそれぞれ塩化水素, 酢酸, シアン化水素を反応させると化合物 B, 化合物 C および化合物 D を生じるが, これらは高分子化合物の原料となる。

また, 化合物 A は水銀(Ⅱ)イオンを触媒とし, 希硫酸中で水と反応させると化合物 E となるが, 不安定であるため, ただちに化合物 F に変化する。

また, 化合物 A は鉄触媒を用いて高温高压で反応させると, 3 分子が反応して化合物 G を生じる。

問 1 化合物 A の構造式と名称を記せ。

問 2 化合物 B, 化合物 C および化合物 D の名称を記せ。

問 3 化合物 E および化合物 F の構造式と名称を記せ。

問 4 化合物 G の名称を記せ。



4

〔I〕, 〔II〕の各問いに答えよ。

〔I〕 金属には特有の光沢があり, 電気や〔ア〕をよく伝える性質がある。また, 展性や延性に富む。これらの性質は金属結晶の構造と関係がある。金属結晶では最外殻の電子が放出され, 原子間を動き回ることによって陽イオンとなった金属原子同士を結びつけている。この電子を〔イ〕という。金属の結晶の多くは, 体心立方格子, 〔ウ〕, 六方最密充填のいずれかの構造をとる。ナトリウムは, 体心立方格子の結晶構造をとっている。体心立方格子では各原子が互いに〔エ〕個の原子と接していて, 単位格子中に含まれる原子数は〔オ〕個である。金属は金などの一部を除き, 酸素と反応して酸化物を形成する。ナトリウムは, 空気中の酸素や水と反応しやすいので石油中に保存する。

問 1 〔      〕内のアからオに適切な語または数字を入れよ。

問 2 下線①のナトリウムの結晶は図 1 のような構造である。次の問いに答えよ。

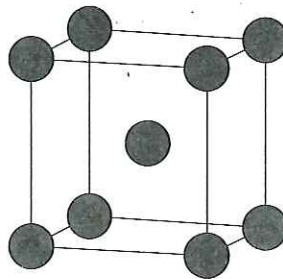


図 1 ナトリウムの結晶構造

- (1) ナトリウム結晶の単位格子の一辺の長さは  $4.3 \times 10^{-8}$  cm である。この結晶  $1 \text{ cm}^3$  中に何個のナトリウム原子が含まれるか。計算の過程を示し, 答えは有効数字 2 桁で表せ。
- (2) このナトリウムの結晶の密度は何  $\text{g/cm}^3$  か。答えは有効数字 2 桁で表せ。

問 3 下線②に関してナトリウムが酸素と反応したときの化学反応式, およびナトリウムと水が反応したときの化学反応式を示せ。

〔Ⅱ〕 水溶液中の過マンガン酸カリウム ( $\text{KMnO}_4$ ) の濃度を調べるために、以下の操作を行った。温めた硫酸酸性の  $0.100 \text{ mol/L}$  のシュウ酸 ( $(\text{COOH})_2$ ) 水溶液  $16.0 \text{ mL}$  に対し、濃度不明の過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ滴下していくと、二酸化炭素が発生し、 $5.00 \text{ mL}$  加えたところでちょうど反応が終了した。

シュウ酸の電子を含むイオン反応式は以下の通りである。



問 1 この反応における  $\text{MnO}_4^-$  の電子を含むイオン反応式を記せ。また、 $\text{MnO}_4^-$  のイオン反応式と、シュウ酸のイオン反応式(1)を用いて、この操作で起こった反応を化学反応式で表せ。

問 2 この反応でマンガンの酸化数はいくつからいくつへ変化したか。

問 3 下線①のようにこの反応全体で発生した二酸化炭素の  $0^\circ\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  での体積は何 L か。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で表せ。ただし、二酸化炭素は理想気体とし、水には溶解しないものとする。また、標準状態における気体  $1 \text{ mol}$  の体積は  $22.4 \text{ L}$  とする。

問 4 下線②で反応が終了したときに、どのような変化が起こるか、記せ。

問 5 過マンガン酸カリウム水溶液中の過マンガン酸カリウムの濃度を求めよ。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で表せ。

5 塩化カルシウムに関する次の文章を読み、各問いに答えよ。

塩化カルシウムのような〔ア〕結晶では、陽イオンと陰イオンが〔ア〕結合によって結びついている。塩化カルシウムを水に入れると、陽イオンと陰イオンは電離し、溶解して均一な溶液になる。塩化カルシウムは強酸と〔イ〕から生じた塩であるため、その水溶液は〔ウ〕を示す。塩化カルシウムは、水に溶けやすいだけでなく、放置すると空気中の水分を吸収して溶けるという性質をもっている。

寒冷地では、塩化カルシウムは凍結した道路に散布する融雪剤として使われる。塩化カルシウムの融雪剤としての性能を調べるために、以下の実験を行った。

- (1) 熱の出入りがない容器で  $0^{\circ}\text{C}$  の氷  $18\text{ g}$  と水  $82\text{ g}$  の混合物に無水塩化カルシウムを  $11.1\text{ g}$  溶かしたところ、熱が発生して氷が融解した。
- (2) この水溶液の凝固点を調べたところ、凝固点は  $0^{\circ}\text{C}$  よりも低くなっていた。
- (3) 同じように、氷と水の混合物に塩化ナトリウムを溶かしても、氷は融解しなかった。これは、塩化ナトリウムの水への溶解が〔エ〕反応であるためである。

問 1 〔ア〕〔イ〕にあてはまる適切な語を入れよ。また、〔ウ〕にあてはまる語を酸性・中性・塩基性の中から 1 つ選べ。

問 2 下線①について、塩化カルシウムの水溶液中における電離を表す式を記せ。

問 3 下線②について、このとき陽イオンや陰イオンはどのような状態で水溶液中に存在しているか。H<sub>2</sub>O が極性分子であることを考慮に入れて、15 字以内で記せ。また、それはどのような力によるか、その名称も記せ。

問 4 下線③について、塩化カルシウムの溶解度は、 $20^{\circ}\text{C}$  の水  $100\text{ g}$  に対して  $74.5\text{ g}$  である。 $20^{\circ}\text{C}$  における塩化カルシウム飽和水溶液の濃度を、質量モル濃度で表せ。計算の過程を示し、答えは有効数字 2 桁で求めよ。

問 5 塩化カルシウムの飽和水溶液に濃塩酸を加えると、どのような現象が起こるか。塩化カルシウムの飽和水溶液における溶解平衡を表す式を記してから、式にもとづいて 35 字以内で説明せよ。

問 6 下線④の現象を何と呼ぶか。

問 7 (1)で、熱は何  $\text{kJ}$  発生したか。有効数字を 2 桁とし、計算の過程も示せ。  
なお、無水塩化カルシウムの溶解熱を  $80\text{ kJ/mol}$  とする。

問 8 (1)で、塩化カルシウム水溶液の温度は最終的に何 $^{\circ}\text{C}$  になったか。有効数字を 2 桁とし、計算の過程も示せ。なお、氷の融解熱を  $6.0\text{ kJ/mol}$ 、塩化カルシウム水溶液の比熱を  $4.0\text{ J/(K}\cdot\text{g)}$  とする。

問 9 (2)で、凝固点は氷点下何 $^{\circ}\text{C}$  になったか。有効数字を 2 桁とし、計算の過程も示せ。なお、水のモル凝固点降下を  $1.9\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$  とする。また塩化カルシウムは水溶液中で完全に電離するものとし、水溶液は希薄溶液とみなしてよい。

問10 [ エ ]にあてはまる語を入れよ。

6 [I], [II]の各問いに答えよ。

[I] アラニン( $C_3H_7NO_2$ , 分子量 89) 1 個のほか, グリシン( $C_2H_5NO_2$ , 分子量 75)とトリプトファン( $C_{11}H_{12}N_2O_2$ , 分子量 204)から構成されるペプチド A がある。

問 1 ペプチド A の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後, 硫酸銅(II)水溶液を加えたところ赤紫色になった。この反応を何というか。またこの反応で赤紫色になった理由を説明せよ。

問 2 ペプチド A の水溶液に 1% ニンヒドリン水溶液を加えて加熱したところ, 赤紫色に変化した。この反応は何の検出に用いられるか, 記せ。

問 3 卵白の水溶液に固形の水酸化ナトリウムを加えて穏やかに加熱し, 酢酸鉛(II)水溶液を加えたところ, 黒色沈殿を生じた。しかし, ペプチド A の水溶液に同じ処理をしても黒色沈殿を生じなかった。理由を説明せよ。

問 4 卵白の水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると黄色になる。さらにアンモニア水を加え塩基性にすると橙黄色になる。この反応を何というか。また, ペプチド A の水溶液に同じ処理をしたところ, 橙黄色になった。理由を説明せよ。

問 5 ペプチド A の分子量は 650~700 であり, その炭素含量は約 57% で, また水素含量はそのほぼ  $\frac{1}{10}$  である。ペプチド A に含まれるグリシンとトリプトファンの数は何個か。計算の過程も示せ。また, ペプチド A の分子式, 分子量を示せ。

〔Ⅱ〕 多糖の構造解析に用いられる方法に完全メチル化法がある。これは多糖のヒドロキシ基の水素をすべてメチル基に置換する(—OH基をすべて—OCH<sub>3</sub>基にする)ものである。このような処理をした多糖を希硫酸中で加熱するとグリコシド結合(単糖どうしの結合)が加水分解され、グリコシド結合に関与していたヒドロキシ基が現れる。しかし、グリコシド結合に関与していなかったヒドロキシ基の水素はすべてメチル基に置換されたままである。

図1はアミロペクチンの構造の一部を示している。アミロペクチンを完全メチル化した後に希硫酸で加水分解したところ、図2に示すメチル基の数がそれぞれ4個、3個および2個の3種類の化合物(a)、(b)および(c)を得た。このとき(a)、(b)および(c)の分子量はそれぞれ236、222および208である。

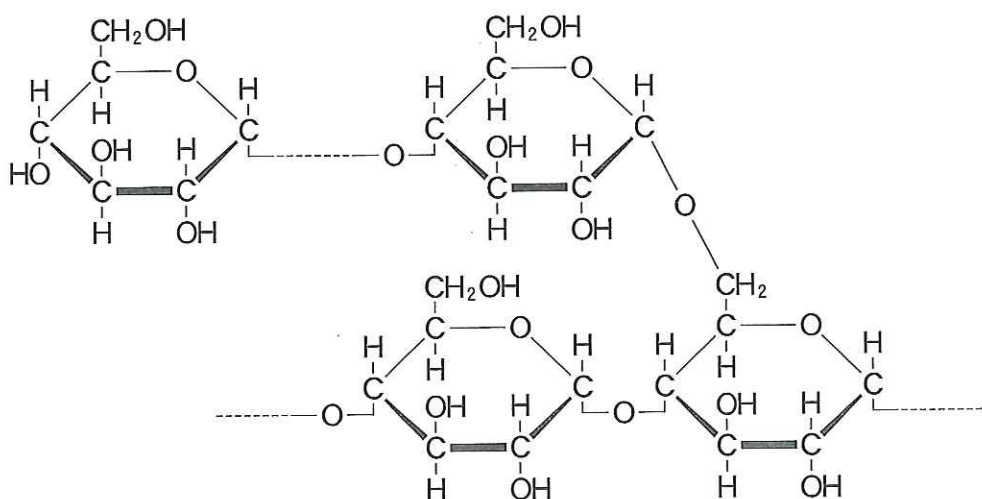


図1

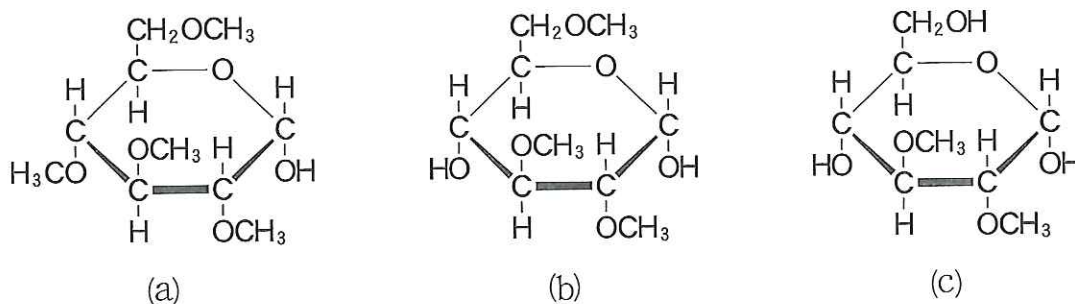


図2

問 1 このアミロペクチン 2 g を用いたとき, (a), (b) および (c) はそれぞれ 0.145 g, 2.398 g および 0.128 g 生成した。このときの (a), (b) および (c) の分子数の比を, (c) を 1 として整数で示せ。計算の過程も示せ。

問 2 このアミロペクチンの枝分かれ 1 つに対して (c) が 1 つ存在している。このアミロペクチンはグルコース何分子あたりに 1 つの枝分かれが存在していると考えられるか。

問 3 このアミロペクチンの分子量が  $4.05 \times 10^5$  であるとするとき, 何個のグルコースから構成されていることになるか。また, このアミロペクチンの 1 分子あたりに存在する枝分かれの個数を求めよ。計算の過程も示せ。