

令和6年度 入学者選抜試験問題

一般選抜 令和6年1月21日

理 科 (120分)

I 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は100ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。
 物理 4～36ページ
 化学 38～58ページ
 生物 60～95ページ
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 4 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
 - ① 受験番号欄
 受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
 - ② 氏名欄
 氏名・フリガナを記入しなさい。
 - ③ 解答科目欄
 解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 5 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- 6 この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

II 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問①の③と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号				

(問題は次ページから始まる)

化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量 H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 S : 32

Ca : 40

標準状態 (0℃, 1.013×10^5 Pa) における気体 1 mol の体積 22.4 L

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3$ Pa・L/(mol・K)

1 次の問 1 ～10 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 10 〕

問 1 混合物から目的の物質を取り出す操作に関する記述と、その操作法の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

	操作	操作法
①	茶葉からカフェインを取り出す。	再結晶
②	少量の塩化ナトリウムを含む硝酸カリウムから硝酸カリウムを取り出す。	昇華法
③	ヨウ素とヨウ化カリウムの混合物からヨウ素を取り出す。	クロマトグラフィー
④	砂の混じった海水から砂を取り除く。	抽出
⑤	水と塩化ナトリウムの混合物から水を取り出す。	蒸留
⑥	黒のサインペンの色素を分離する。	ろ過

問2 原子 A の原子量は M である。A には、 A_1 と A_2 の同位体のみが存在し、 A_1 の相対質量を a とする。 A_2 の相対質量が A_1 の相対質量より 2 だけ大きいとき、 A_1 の存在率 x [%] を M および a を用いて表した式として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2 %

- ① $50M - 50a + 100$ ② $50a - 50M + 100$ ③ $50M + 50a - 100$
 ④ $100M - 100a + 100$ ⑤ $100a - 100M + 100$ ⑥ $100M + 100a - 100$

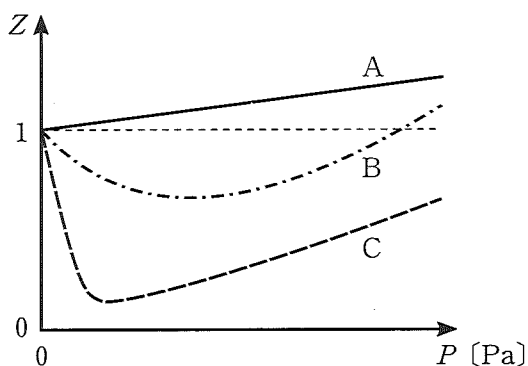
問3 次の(a)～(e)のうち、結晶構造をもち、それが分子結晶に分類されるものの組合せとして最も適切なものを、下の①～⑩のうちから一つ選びなさい。 3

- (a) 塩化アンモニウム (b) 氷 (c) すず
 (d) ドライアイス (e) 二酸化ケイ素

- ① a と b ② a と c ③ a と d ④ a と e ⑤ b と c
 ⑥ b と d ⑦ b と e ⑧ c と d ⑨ c と e ⑩ d と e

問4 実在気体が理想気体からどれだけずれているかを示す値として、圧縮率因子 Z がある。 Z は気体の体積を V [L]、圧力を P [Pa]、絶対温度を T [K]、物質量を n [mol]、気体定数を R [Pa・L/(mol・K)] とすると、 $Z = \frac{PV}{nRT}$ と表される。次の図の各曲線は、ある温度における気体 A～C の Z と P [Pa] の関係を示している。なお、A～C はいずれも無極性分子である。A～C の分子量の大小関係として最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

4



- | | | |
|---------------|---------------|---------------|
| ① $A > B > C$ | ② $A > C > B$ | ③ $B > A > C$ |
| ④ $B > C > A$ | ⑤ $C > A > B$ | ⑥ $C > B > A$ |

問5 次の中和滴定に関する文中の下線部(a)～(c)のうち、誤りを含むものをすべて選んだものとして最も適切なものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

5

(a) 純水で洗って、内部に少量の水滴がついた状態のホールピペットを用いて濃度未知の硫酸を 10.0 mL はかり取り、コニカルビーカーに入れ、これに(b) 指示薬としてメチルオレンジを数滴加えた。この水溶液を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定したところ、10.0 mL を滴下したところで水溶液の色が変化したので滴定の終点とした。この結果から(c) 硫酸の濃度は 0.10 mol/L であると結論づけた。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ aとb
 ⑤ aとc ⑥ bとc ⑦ aとbとc ⑧ 誤りを含むものはない

問6 次の水溶液と電極を用いた電気分解装置に一定量の電流を一定時間流して、電気分解によって発生した気体をすべて捕集した。このとき、捕集された気体の物質量が最も多い水溶液と各電極の物質の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、発生した気体は水溶液に溶けないものとする。また、各水溶液は、電気分解を行うのに十分な濃度であるものとする。

6

	水溶液	陽極	陰極
①	水酸化ナトリウム水溶液	炭素	鉄
②	塩化ナトリウム水溶液	白金	白金
③	硫酸カリウム水溶液	炭素	炭素
④	塩化銅(Ⅱ)水溶液	白金	銅
⑤	硫酸銅(Ⅱ)水溶液	銅	銅
⑥	硝酸銀水溶液	炭素	炭素

問7 周期表の第2周期から第5周期の17族元素に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べなさい。 7

- ① 単体はいずれも二原子分子として存在する。
- ② 単体の酸化力は原子番号が小さいものほど強い。
- ③ 水素化物の沸点は分子量が大きいものほど高い。
- ④ 水素化物はいずれも水によく溶ける。
- ⑤ 銀イオンとの塩は水に溶けるものがある。
- ⑥ カルシウムイオンとの塩は吸湿性をもつものがある。

問8 次の文中の空欄 ア， イ に入る語句の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べなさい。 8

塩化鉄(Ⅲ)の水溶液を2本の試験管に取り、片方の試験管に ア の水溶液を加えると濃青色の沈殿が生じた。また、もう片方の水溶液にアンモニア水を加えると イ 色の沈殿が生じた。

	ア	イ
①	チオシアン酸カリウム	濃青
②	チオシアン酸カリウム	緑白
③	チオシアン酸カリウム	赤褐
④	ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム	濃青
⑤	ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム	緑白
⑥	ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム	赤褐
⑦	ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム	濃青
⑧	ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム	緑白
⑨	ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム	赤褐

問9 分子式が C_8H_9Cl で表される芳香族化合物のうち、ベンゼン環の水素原子が2つ置換された化合物は何種類あるか。その数として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 9 種類

- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7 ⑥ 8

問10 セッケンと合成洗剤に関する記述として、誤りを含むものを次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 10

- ① セッケンは油脂を水酸化ナトリウムで加水分解すると得られる。
- ② セッケン水にフェノールフタレインを加えると水溶液は赤色に呈色する。
- ③ セッケン水に塩酸を加えると白色の塩が生じる。
- ④ セッケン水中のセッケンは炭化水素基を内側に向けて会合している。
- ⑤ 1-ドデカノールの硫酸エステルである硫酸水素ドデシルのナトリウム塩は合成洗剤として利用されている。
- ⑥ 合成洗剤は硬水中でも使用することができる。

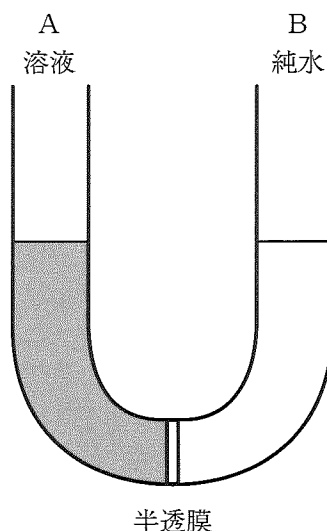
2 次の文章を読み、下の問1～3に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 8 〕

低分子化合物の_(a) 希薄溶液の浸透圧は、溶液のモル濃度と絶対温度に比例する。これを ア の法則という。一方で、高分子化合物の場合、溶液の濃度が大きくなるにつれて ア の法則からのずれが大きくなる。しかしながら、_(b) 溶液を希釈し、濃度が限りなくゼロに近づくと ア の法則が成立するとみなせることが知られている。

問1 文中の空欄 ア に入る語句として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 1

- ① アボガドロ ② ファントホッフ ③ ヘス
④ ボイル ⑤ ルシャトリエ

問2 下線部(a)について、次の図のように、断面積 S [cm²] のU字管の中央部を半透膜で仕切り、A側には分子量 M の非電解質 w [g] を水に溶かし、1 L とした水溶液 X を V [mL] 入れ、B側には同じ高さまで純水を入れた。温度 T [K] のもとで放置すると、一方の液面が上昇し、やがて両液面の差が h [cm] になって停止した。次の(1)～(3)に答えなさい。



- (1) 液面差が h [cm] となったときの A 側の水溶液のモル濃度 C [mol/L] を表す式として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

2 [mol/L]

① $\frac{2wV}{(2V + Sh)M}$ ② $\frac{wV}{(V + Sh)M}$ ③ $\frac{w}{M}$
 ④ $\frac{wV}{(V - Sh)M}$ ⑤ $\frac{2wV}{(2V - Sh)M}$

- (2) 非電解質の分子量 M を表す式として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、気体定数を R [Pa・L/(mol・K)] とし、両液面の差が 1 cm のときの浸透圧が 98 Pa に相当するものとする。 3

① $\frac{wV}{98h(V + Sh)}RT$ ② $\frac{wV}{49h(2V + Sh)}RT$ ③ $\frac{w}{98h}RT$
 ④ $\frac{wV}{49h(2V - Sh)}RT$ ⑤ $\frac{wV}{98h(V - Sh)}RT$

- (3) 液面差が h [cm] で停止した状態の装置に対し、A、B の両側にそれぞれ $\frac{V}{2}$ [mL] の純水を加えて T [K] で、液面の高さの差が一定になるまで放置した。このときに生じる液面差を h_1 とする。こののち、B 側から V [mL] の水を取り除いて T [K] で液面の高さの差が一定になるまで放置した。このときに生じる液面差を h_2 とする。 h_1 、 h_2 と h の関係として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、B 側から V [mL] の水を取り除いたときも、B 側の液面は U 字管の鉛直部分にあるものとする。 4

- ① h_1 は h より大きい。
 ② h_1 は h_2 より大きい。
 ③ h_1 は h と同じである。
 ④ h_2 は h より大きい。
 ⑤ h_2 は h と同じである。

問3 下線部(b)について、次の表は 300 K において濃度 W [g/L] ごとの高分子化

合物水溶液の浸透圧 Π [Pa] の値を測定し、 $\frac{\Pi}{W}$ を求めたものである。下の

(1), (2)に答えなさい。

W	Π	$\frac{\Pi}{W}$
0.500	0.950×10^2	1.90×10^2
1.00	2.20×10^2	2.20×10^2
1.50	3.75×10^2	2.50×10^2

(1) 溶質の分子量を M ，気体定数を R [Pa・L/(mol・K)]，絶対温度を T [K] とす

る。 $\boxed{\text{ア}}$ の法則が成立するとき、 $\frac{\Pi}{W}$ を表す式として最も適切なものを、次

の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 $\boxed{5}$

① MRT ② $\frac{RT}{M}$ ③ $\frac{M}{RT}$

④ $\frac{1}{MRT}$ ⑤ $\frac{MT}{R}$

(2) この高分子化合物の平均分子量を $\boxed{6}.\boxed{7} \times 10^{\boxed{8}}$ のように有効数

字2桁の数値で表すとき、空欄 $\boxed{6}$ ～ $\boxed{8}$ に入る数として最も適切なも

のを、次の①～⑩のうちから一つずつ選びなさい。なお、同じ選択肢を繰り返し選んでもよい。

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

(下 書 き 用 紙)

化学の試験問題は次に続く。

3 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5〕

硫黄は、周期表の ア 族に属する元素であり、単体は常温常圧のもとで固体として存在し、斜方硫黄や単斜硫黄、ゴム状硫黄などの_(a) 同素体をもつ。また、硫黄の単体を燃焼させると、_(b) 二酸化硫黄が生じる。二酸化硫黄に触媒として イ を用いて酸素で酸化すると三酸化硫黄となる。得られた三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させて発煙硫酸とし、これを希硫酸に加えて_(c) 濃硫酸とする。この方法を ウ 法という。

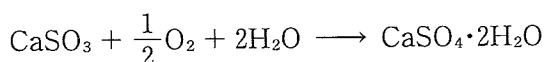
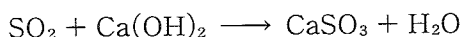
問1 文中の空欄 ア ～ ウ に入る数値および化学式と語句の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

	ア	イ	ウ
①	15	Pt	オストワルト
②	15	Pt	接触
③	15	V ₂ O ₅	オストワルト
④	15	V ₂ O ₅	接触
⑤	16	Pt	オストワルト
⑥	16	Pt	接触
⑦	16	V ₂ O ₅	オストワルト
⑧	16	V ₂ O ₅	接触

問2 下線部(a)について、硫黄の同素体に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 2

- ① 斜方硫黄および単斜硫黄はいずれも8原子分子である。
- ② 斜方硫黄を融解させた融解液を水中に注ぎ、急冷するとゴム状硫黄が得られる。
- ③ 斜方硫黄および単斜硫黄は黄色の固体であり、ゴム状硫黄は白色の固体である。
- ④ ゴム状硫黄は無定形固体の一種で、定まった融点をもたない。
- ⑤ ゴム状硫黄を常温のもとで放置すると、次第に安定な斜方硫黄に変化する。

問3 下線部(b)について、二酸化硫黄は石油などの化石燃料の燃焼によっても発生し、酸性雨の原因となるほか、さまざまな環境汚染を引き起こすことが知られている。排ガス中の二酸化硫黄の除去法として、水と消石灰を混ぜ合わせた懸濁液に二酸化硫黄を含む排ガスを吹き込み、亜硫酸カルシウムとし、さらに空気中で酸化させてセッコウとする方法がある。この反応は次の2つの反応で表される。下の(1)、(2)に答えなさい。



(1) この一連の反応による硫黄原子の酸化数の変化として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 3

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ① 4だけ増加した | ② 2だけ増加した | ③ 変化しなかった |
| ④ 2だけ減少した | ⑤ 4だけ減少した | |

(2) 標準状態 (0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) のもとで $1.12 \times 10^5 \text{ L}$ の排ガス中に、二酸化硫黄がモル分率で 1.0×10^{-3} だけ含まれている。この排ガスに上記の処理を施したところ、 $7.74 \times 10^2 \text{ g}$ のセッコウが得られた。この処理により、排ガス中に存在していた二酸化硫黄のうちセッコウに変化したもののモル分率として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4

- ① 0.70 ② 0.75 ③ 0.80 ④ 0.85 ⑤ 0.90 ⑥ 0.95

問4 下線部(c)について、硫黄原子を質量比で 80.0% 含む原料を用いて、ウ法によって硫酸を製造したところ、質量パーセント濃度が 98.0% の濃硫酸を 4.00 t 得た。このとき、用いた原料の質量 [t] の値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお、原料に含まれている硫黄原子はすべて硫酸の製造に用いられたものとする。 5 t

- ① 0.80 ② 1.2 ③ 1.6 ④ 2.4 ⑤ 3.0 ⑥ 3.2

(下 書 き 用 紙)

化学の試験問題は次に続く。

4 次の文章を読み、下の問 1 ～ 4 に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

化合物 A は分子式 $C_{11}H_{20}O_4$ で表されるジエステル化合物である。化合物 A とその分解生成物に対し、次の実験 1～6 を行った。

実験 1 化合物 A を加水分解すると、化合物 B, C, D が、それぞれ同じ物質質量だけ得られた。

実験 2 化合物 B を 66.0 mg はかり取り、これを完全燃焼させたところ、二酸化炭素 110 mg と水 36.0 mg が得られた。

実験 3 化合物 B を 66.0 mg はかり取り、十分量の炭酸水素ナトリウム水溶液に加えたところ、気体の二酸化炭素が発生した。

実験 4 化合物 B の平面偏光に対する旋光性の有無を調べたところ、旋光性を有していた。

実験 5 等しい質量の化合物 C と化合物 D を完全燃焼させたところ、それぞれから生成した二酸化炭素の質量および水の質量は等しかった。

実験 6 化合物 C と化合物 D のそれぞれにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したところ、化合物 C からは黄色沈殿が生じたが、化合物 D からは変化が見られなかった。

問 1 実験 2 の結果から、化合物 B の分子式を $C_{\text{1}}H_{\text{2}}O_{\text{3}}$ と表すとき、空欄 ～ に当てはまる数として最も適切なものを、次の①～⑩のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。ただし、原子の数が 1 つの場合は①を選ぶこと。なお、同じ選択肢を繰り返し選んでもよい。

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 0 |

問2 実験1～3までの結果を前提として、次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 実験3において、発生した二酸化炭素の標準状態(0℃, 1.013×10^5 Pa)のもとの体積[mL]の値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4 mL

① 4.48 ② 8.96 ③ 11.2 ④ 17.9 ⑤ 22.4 ⑥ 33.6

- (2) 化合物Bとして考えられる異性体は何種類あるか。その数として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。なお、立体異性体についても区別するものとする。 5 種類

① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7

- 問3 化合物Cと化合物Dの名称の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 6

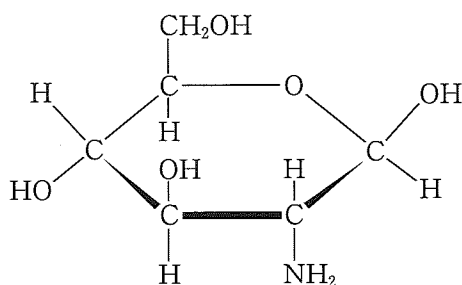
	化合物C	化合物D
①	エタノール	2-ブタノール
②	エタノール	2-メチル-2-プロパノール
③	1-プロパノール	2-プロパノール
④	2-プロパノール	1-プロパノール
⑤	2-ブタノール	エタノール
⑥	2-メチル-2-プロパノール	エタノール

問4 化合物 A として考えられる異性体は何種類あるか。その数として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。なお、立体異性体についても区別するものとする。 7 種類

- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7

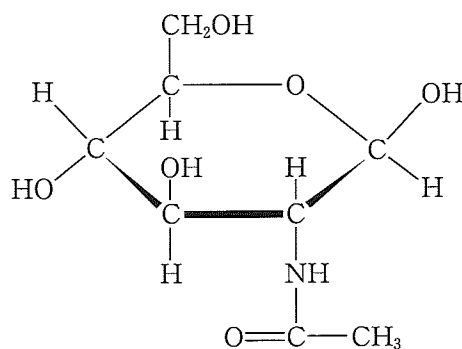
5 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

グルコースの2位の炭素に結合しているヒドロキシ基がアミノ基に置換された化合物をグルコサミンという。次の構造式は^(a)β-グルコースの誘導体であるβ-グルコサミンを表している。



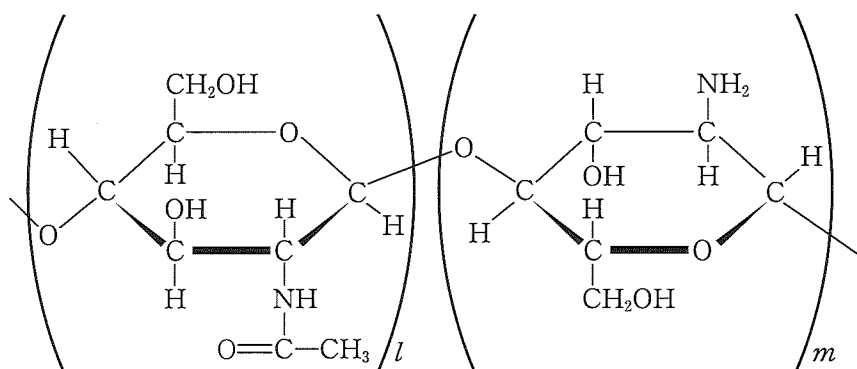
β-グルコサミンの構造式

β-グルコサミンのアミノ基がアセチル化された化合物をβ-N-アセチルグルコサミンといい、構造式は次のように表される。



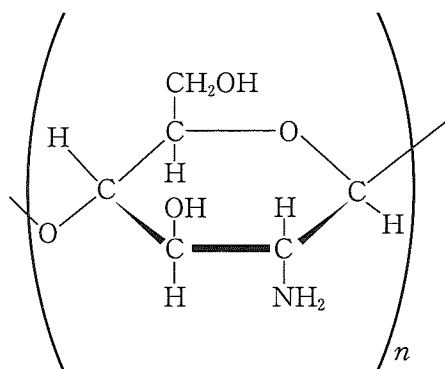
β-N-アセチルグルコサミンの構造式

β -グルコサミンと β -N-アセチルグルコサミンからなる高分子化合物をキチンといい、構造式は次のように表される。なお、構造式中の l と m はそれぞれ、 β -N-アセチルグルコサミンと β -グルコサミンの重合度を表している。キチンは甲殻類の外皮やキノコ類の細胞壁を構成する主成分である。



キチンの構造式

一方、キトサンは β -グルコサミンの重合体であり、キチンに強塩基を作用させ、アセチル基を加水分解すると得られる。なお、キトサンの構造式は次のように表され、構造式中の n は β -グルコサミンの重合度を表している。



キトサンの構造式

キチンやキトサンは、構造式がセルロースに似ているが、(b) 溶解性は、溶媒の種類によってセルロースとは異なる場合があることが知られている。

問1 文中の下線部(a)について、 β -グルコースに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べなさい。 1

- ① 分子内にヒドロキシ基を5つもつ。
- ② 多数の β -グルコースが重合した高分子化合物はセルロースである。
- ③ 水によく溶ける。
- ④ 水溶液は還元性を示す。
- ⑤ α -グルコースとは鏡像異性体の関係にある。

問2 β -N-アセチルグルコサミン 44.2 g を完全に加水分解して得られる β -グルコサミンの質量 [g] として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べなさい。 2 g

- ① 35.8 ② 36.0 ③ 38.2 ④ 40.0 ⑤ 41.4 ⑥ 43.2

問3 β -N-アセチルグルコサミンと β -グルコサミンの組成比が3:1であるキチン 15.40 g をはかり取り、水酸化ナトリウム水溶液を作用させ、アセチル基の一部を加水分解した。反応後の高分子化合物の質量を測定したところ、13.72 g となっていた。反応後の高分子化合物のもつアミノ基のうち、アセチル化されているものの割合 [%] として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べなさい。ただし、高分子化合物の末端構造は無視するものとし、この反応でグリコシド結合の加水分解は起こらなかったものとする。 3 %

- ① 20 ② 25 ③ 33 ④ 50 ⑤ 67 ⑥ 75

問4 下線部(b)について、キチンとキトサンの溶解性に関する記述として、最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 4

- ① キチンもキトサンも分子内にヒドロキシ基を多数もつため、水に溶けやすい。
- ② キチンは分子内にアセチル基を多数もつため、キトサンやセルロースに比べ、希水酸化ナトリウム水溶液に溶けやすい。
- ③ キチンは分子内にアセチル基を多数もつため、キトサンやセルロースに比べ、希塩酸に溶けやすい。
- ④ キトサンは分子内にアミノ基を多数もつため、キチンやセルロースに比べ、希水酸化ナトリウム水溶液に溶けやすい。
- ⑤ キトサンは分子内にアミノ基を多数もつため、キチンやセルロースに比べ、希塩酸に溶けやすい。

(下 書 き 用 紙)