

化 学

(問 題)

2016年度

〈H28105219〉

注 意 事 項

1. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないこと。
2. 問題は2～11ページに記載されている。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせること。
3. 解答はすべて、HBの黒鉛筆またはHBのシャープペンシルで記入すること。
4. マーク解答用紙記入上の注意
 - (1) 印刷されている受験番号が、自分の受験番号と一致していることを確認したうえで、氏名欄に氏名を記入すること。
 - (2) マーク欄にははっきりとマークすること。また、訂正する場合は、消しゴムで丁寧に、消し残しがないようによく消すこと。

マークする時	● 良い	○ 悪い	○ 悪い
マークを消す時	○ 良い	○ 悪い	○ 悪い

5. 解答はすべて所定の解答欄に記入すること。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
6. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き解答用紙を裏返しにすること。
7. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出すること。

[注意] 必要ならば以下の数値を用いなさい。

H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, P = 31.0, S = 32.1, Cl = 35.5, K = 39.1, Cu = 63.5

気体定数 = $8.21 \times 10^{-2} \text{ L} \cdot \text{atm}/(\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数 = $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, アボガドロ定数 = $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

$\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$

1 次の問1～問4に答えなさい。

問1 次の①～⑤のうち最も不適切なものを一つ選びなさい。

- ① 単斜硫黄, 斜方硫黄, ゴム状硫黄のうちで, 室温では斜方硫黄が最も安定である。
- ② 斜方硫黄を 250℃付近に加熱して液体硫黄をつくり, それを水中に注いで急激に冷却すると単斜硫黄が生ずる。
- ③ 黄リンは極めて有毒で, 皮膚に接触すると火傷をおこすことがある。
- ④ 炭素の同素体には, ダイヤモンド・フラーレン・無定形炭素などがある。
- ⑤ 酸素 O_2 に紫外線をあてると O_2 の一部はオゾンとなるが, オゾン自体にも紫外線を吸収する性質がある。

問2 Na^+ の電子配置と等しい電子配置を持つ原子またはイオンを次の①～⑬から三つ選びなさい。

- | | | | | | | |
|----------------|-----------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| ① He | ② Ne | ③ Kr | ④ Ar | ⑤ Br^- | ⑥ Cl^- | ⑦ I^- |
| ⑧ F^- | ⑨ Li^+ | ⑩ K^+ | ⑪ Mg^{2+} | ⑫ Ca^{2+} | ⑬ Sr^{2+} | |

問3 次の①～⑤のうち最も不適切なものを一つ選びなさい。

- ① アンモニウムイオンは正四面体形である。
- ② ジアンミン銀(I)イオンは直線形である。
- ③ テトラアンミン銅(II)イオンは正四面体形である。
- ④ テトラアンミン亜鉛(II)イオンは正四面体形である。
- ⑤ ヘキサシアニド鉄(II)酸イオンは正八面体形である。

問4 体心立方格子構造の結晶格子の一边が $4.30 \times 10^{-8} \text{ cm}$ のナトリウム金属結晶の密度は (A) g/cm^3 , ナトリウムの原子半径は (B) $\times 10^{-8} \text{ cm}$ である。

(A) を次の①～⑦から一つ, (B) を次の⑧～⑭から一つ, 最も適しているものをそれぞれ選びなさい (ただし, 最近接のナトリウム原子は接しているものとする)。

- | | | | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| A群: ① 0.48 | ② 0.72 | ③ 0.96 | ④ 1.20 | ⑤ 1.44 | ⑥ 1.68 | ⑦ 1.92 |
| B群: ⑧ 0.52 | ⑨ 0.76 | ⑩ 0.93 | ⑪ 1.52 | ⑫ 1.69 | ⑬ 1.86 | ⑭ 2.26 |

2

次の問5～問8に答えなさい。

ただし、問6～問8は指示文Xに従うこと

問5 塩化銀 AgCl の溶解度積 K_{sp} が 25°C で $1.69 \times 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ であるとして、この温度で AgCl 飽和水溶液 1 L 中には Ag^+ が (A) mol と Cl^- が (B) mol 溶けている。(A) (B) に最も適するものを、(A) はA群の①～⑥から一つ、(B) はB群の⑦～⑫から一つ、それぞれ選びなさい。

- A 群：① 1.69×10^{-10} ② 1.30×10^{-10} ③ 0.845×10^{-10}
 ④ 1.69×10^{-5} ⑤ 1.30×10^{-5} ⑥ 0.845×10^{-5}
 B 群：⑦ 1.69×10^{-10} ⑧ 1.30×10^{-10} ⑨ 0.845×10^{-10}
 ⑩ 1.69×10^{-5} ⑪ 1.30×10^{-5} ⑫ 0.845×10^{-5}

指示文X

AgCl は水にはほとんど溶けない。しかし、水溶液中に大量の Cl^- が存在すると、 Ag^+ は AgCl_2^- イオンになって溶ける。 KCl を溶かした 25°C の溶液に $S \text{ mol/L}$ の AgCl が溶けるようにしたい。 Ag^+ が AgCl_2^- イオンになって溶ける場合の式は $\text{Ag}^+ + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl}_2^-$ であり、平衡定数 K は、 25°C で $K = 2.50 \times 10^5 \text{ L}^2/\text{mol}^2$ とする。

問6 次の文の (A) (B) に最も適するものを、(A) はA群の①～⑥から一つ、(B) はB群の⑦～⑨から一つ、それぞれ選びなさい。

水に AgCl を溶かしたときに生じる非常に少ない Ag^+ は、 Cl^- が大量に存在すると AgCl_2^- となって消費されるため、(A) に従い $\text{AgCl} (\text{固体}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$ の平衡は (B)。

- A 群：① ヘスの法則 ② 中和の式 ③ プレンステッドの酸塩基の定義
 ④ マルコフニコフの法則 ⑤ ボイル・シャルルの法則 ⑥ ルシャトリエの原理
 B 群：⑦ 右に移動する ⑧ 左に移動する ⑨ 移動しない

問7 KCl を溶かした溶液に $S \text{ mol/L}$ の AgCl が溶けるとすると、 $S = [\text{Ag}^+] + [\text{AgCl}_2^-]$ である。濃度を比べると、 $[\text{Ag}^+]$ (A) $[\text{AgCl}_2^-]$ であり、 $S =$ (B) と近似することができる。また、 $[\text{Cl}^-]$ も KCl から生じたものと近似できる。(A) (B) に最も適するものを、(A) はA群の①～⑤から一つ、(B) はB群の⑥～⑩から一つ、それぞれ選びなさい。

- A 群：① $\geq$ ② $\leq$ ③ $>$ ④ $<$ ⑤ $=$
 B 群：⑥ $[\text{Cl}^-]$ ⑦ $[\text{Ag}^+]$ ⑧ $[\text{AgCl}_2^-]$ ⑨ $[\text{AgCl}]$ ⑩ $[\text{AgNO}_3]$

問8 問5～問7の記述に加えて、 $\text{Ag}^+ + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl}_2^-$ の平衡定数は、

$$K = \frac{[\text{AgCl}_2^-]}{[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]^2} \text{ で表されるので、} K = (\text{A}) \text{ となる。}$$

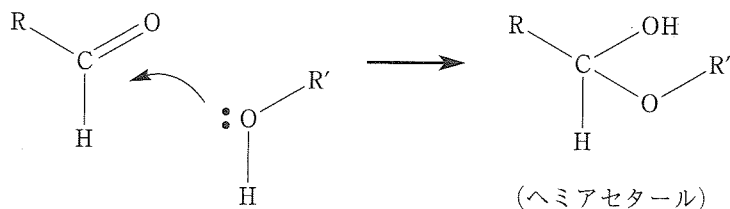
よって、 25°C において、 $S = 6.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ にするためには、 KCl の濃度は (B) mol/L とすればよい。(A) (B) に最も適するものを、(A) はA群の①～⑥から一つ、(B) はB群の⑦～⑫から一つ、それぞれ選びなさい。

- A 群：① $\frac{S - [\text{Cl}^-]}{K_{sp}[\text{Cl}^-]}$ ② $\frac{SK_{sp}}{[\text{Cl}^-]}$ ③ $\frac{[\text{Cl}^-]}{S} - \frac{S}{K_{sp}}$
 ④ $\frac{S - [\text{Ag}^+]}{K_{sp}}$ ⑤ $\frac{S}{K_{sp}[\text{Cl}^-]}$ ⑥ $\frac{S}{K_{sp}} - \frac{1}{S[\text{Cl}^-]}$
 B 群：⑦ 0.16 ⑧ 0.70 ⑨ 1.4 ⑩ 3.5 ⑪ 21 ⑫ 36

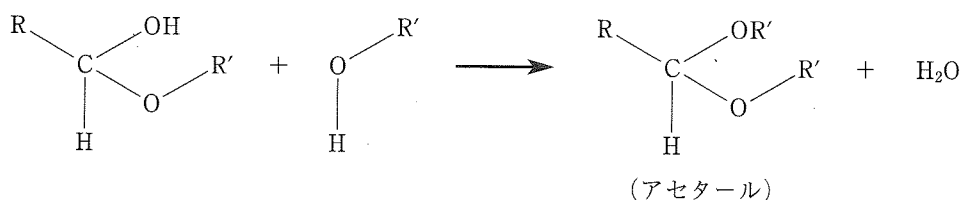
3 次の問9～問12に答えなさい。

問9 一般的にアルコールはアルデヒドに付加して、次の図のようにヘミアセタールという種類の化合物を生成する（第Ⅰ段階）。これはさらにもう1分子のアルコールと縮合してアセタールという種類の化合物を生成する（第Ⅱ段階）ことが知られている。ここで、Rはアルキル基または水素原子を示し、R'はアルキル基を示す。また、曲がった矢印は電子対の移動する方向を示す。

（第Ⅰ段階）アルコールの酸素の非共有電子対が共有電子対となりヘミアセタールを生成

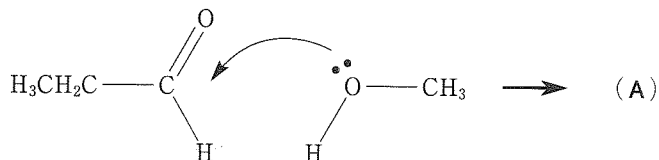


（第Ⅱ段階）ヘミアセタールとアルコールが脱水縮合

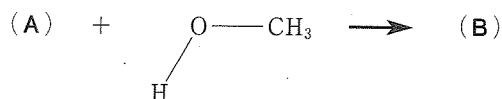


次の反応式の（A）、（B）に当てはまる構造として最も適するものを、（A）はA群の①～⑧から一つ、（B）はB群の⑨～⑯から一つ、それぞれ選びなさい。

（第Ⅰ段階）



（第Ⅱ段階）

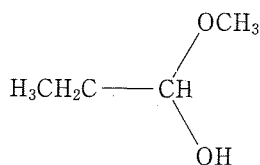


A群：① (ア) ② (イ) ③ (ウ) ④ (エ) ⑤ (オ) ⑥ (カ) ⑦ (キ) ⑧ (ク)

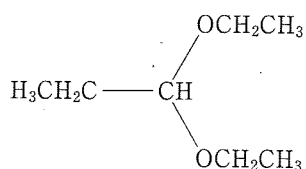
B群：⑨ (ア) ⑩ (イ) ⑪ (ウ) ⑫ (エ) ⑬ (オ) ⑭ (カ) ⑮ (キ) ⑯ (ク)

構造式：

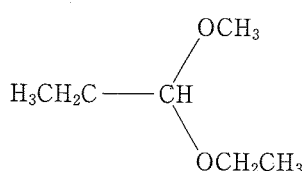
(ア)



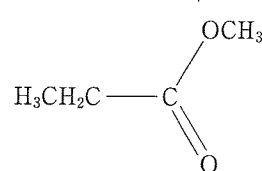
(イ)



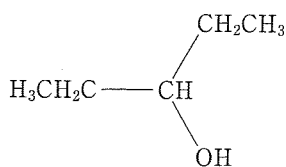
(ウ)



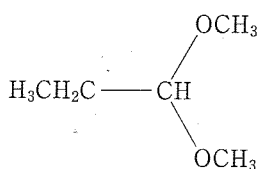
(エ)



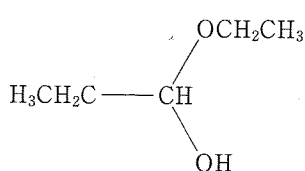
(オ)



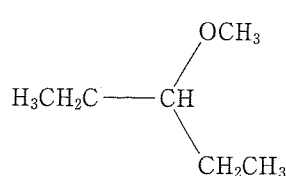
(カ)



(キ)

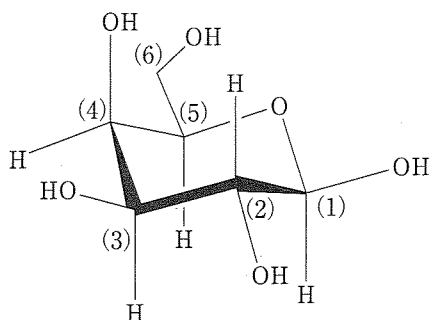


(ク)

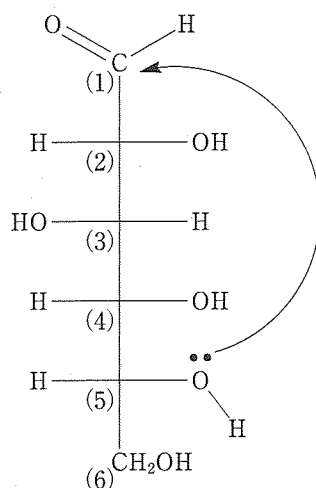


問10 蜂蜜などに含まれるグルコースは、結晶中でO原子1個とC原子5個から成る六員環構造をしているが、水溶液中では鎖状のグルコースが生成する。したがって、水溶液中では環状と鎖状の構造のものが平衡状態で存在する。鎖状構造は再び環状構造に戻る事ができるが、 α 型と β 型の環状構造のどちらかになる。

なお、環状の構造を示す場合、次の図のように炭素原子または炭素原子に結合した水素原子を省略する場合がある。また、一般的に用いられる炭素の位置を示す番号も示した。六員環の太い価標で表された結合は、細い価標で表された結合より手前に位置する結合を示している。

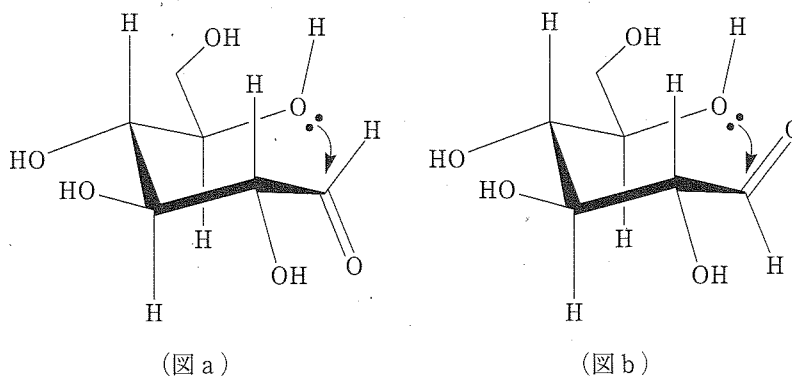


グルコースの鎖状構造には、次の図のようにアルデヒド基が存在するが、アルデヒドのC=Oから数えて5つ目の炭素に結合したOHのOが、アルデヒド基に接近してヘミアセタールを生成して環状構造を生成する。



グルコースの鎖状構造

グルコースの鎖状構造から環状構造に変化する過程において、次の図はOHのOが紙面の裏から接近する場合に、カルボニル基が下向き（図a）であるか、上向きであるか（図b）であるかの違いを示している。

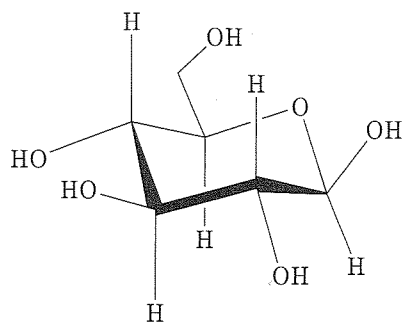


(図 a) の場合に生成するのは (A) で、 α -グルコースと呼ばれる。(図 b) の場合に生成するのは (B) で、 β -グルコースと呼ばれる。(A), (B) に最も適するものを、(A) は A 群の①～④から一つ、(B) は B 群の⑤～⑧から一つ、それぞれ選びなさい。

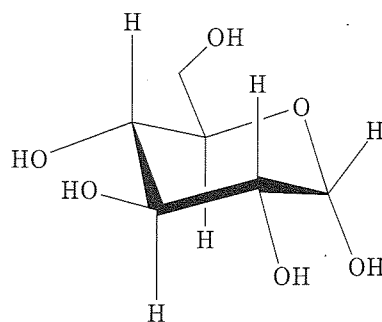
A 群：① (ア) ② (イ) ③ (ウ) ④ (エ)
 B 群：⑤ (ア) ⑥ (イ) ⑦ (ウ) ⑧ (エ)

構造式：

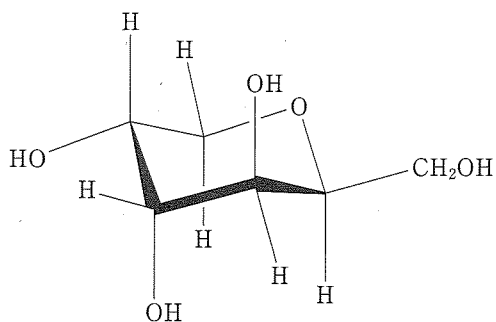
(ア)



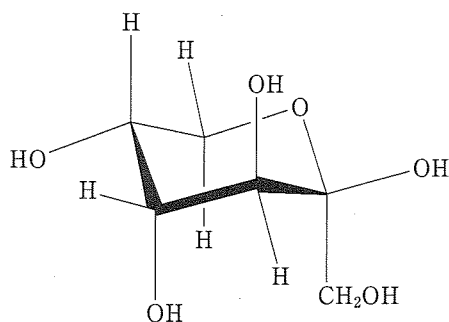
(イ)



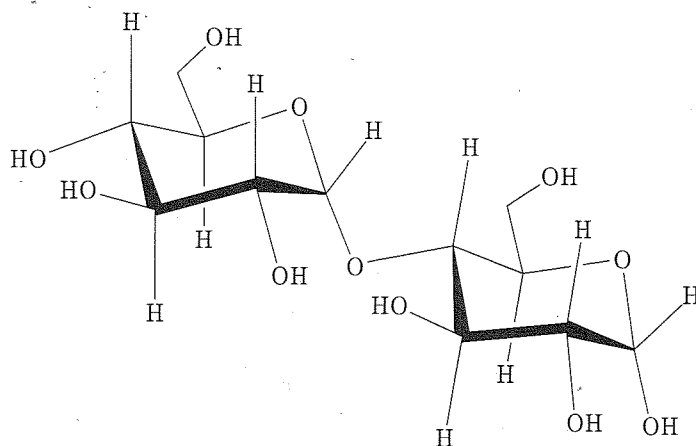
(ウ)



(エ)



問11 環状グルコースのヘミアセタールの OH は、もう一つ別の環状グルコース分子の OH と脱水縮合してアセタールとなり、二糖類になる。この結合を一般にグリコシド結合と呼んでいる。また、結合する OH の位置を示すために炭素の番号を用いて、例えば 1 つ目のグルコースの 1 番の炭素の OH と、2 つ目のグルコースの 4 番の炭素の OH がグリコシド結合すれば 1,4-グリコシド結合と呼ぶ。次の図は 1,4-グリコシド結合を持つ二糖類の例である。



次の文章の (A), (B) について, (A) は A 群の①～⑤から当てはまるものを全て, (B) は B 群の⑥～⑨から最も適するものを一つ, それぞれ選びなさい。

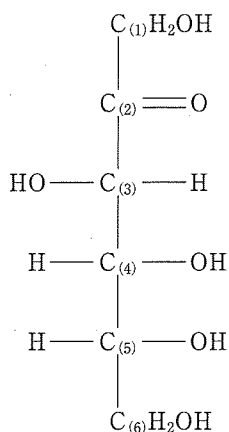
銀鏡反応を示すものは (A) である。なお, ヘミアセタールはアルデヒドとアルコールに比較的容易に戻るが, アセタールは安定である。

また, デンプンを酵素アミラーゼにより分解したものを, 酵素 (B) または希硫酸により分解するとグルコースとなる。

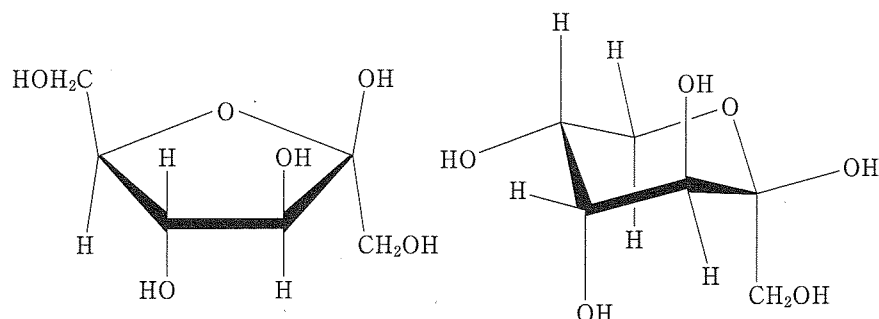
- A 群: ① 数百の α -グルコースが 1,4-グリコシド結合により結びついたもの
 ② 2つの α -グルコースが 1,4-グリコシド結合により結びついたもの
 ③ 2つの α -グルコースが 1,1-グリコシド結合により結びついたもの
 ④ 2つの β -グルコースが 1,4-グリコシド結合により結びついたもの
 ⑤ 2つの β -グルコースが 1,1-グリコシド結合により結びついたもの

- B 群: ⑥ マルターゼ ⑦ ラクターゼ ⑧ トリプシン ⑨ チマーゼ

問12 フルクトースの鎖状構造と炭素の番号を次の図に示した。この構造にはアルデヒド基はないが, $-\text{CO}-\text{CH}_2\text{OH}$ 部分の働きで銀鏡反応を示す。



フルクトースとグルコースがグリコシド結合したものがスクロースであるが, これは銀鏡反応を示さない。このときフルクトースは環状構造をとっていて, 五員環の場合と, 六員環の場合がある。それぞれの構造を次の図に示す。



グリコシド結合をするとき, グルコースの 1 位の OH と, 五員環のフルクトースの (A) 位の OH が脱水縮合するか, 六員環のフルクトースの (B) 位の OH が脱水縮合すると, 銀鏡反応を示さなくなる。(A), (B) に最も適するものを, (A) は A 群の①～⑥から一つ, (B) は B 群の⑦～⑫から一つ, それぞれ選びなさい。

- A 群: ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6
 B 群: ⑦ 1 ⑧ 2 ⑨ 3 ⑩ 4 ⑪ 5 ⑫ 6

次の問13～問16に答えなさい。

問13 次の文章中の (A), (B), (C), (D) に最も適しているものを, A群の①～⑤から一つ, B群の⑥～⑩から一つ, C群の⑪～⑭から一つ, D群の⑮～⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

セッケンを水に溶かすと (A) を示す。そのため (B) を原料とする衣料の洗濯には向いていない。また, セッケン水のような界面活性剤を含む水溶液では, 濃度がある一定以上になると親水基を外側に, 疎水基を内側に向けたコロイド粒子, すなわち (C) を形成する。セッケン水のこの粒子は (D) の電荷を帯びている。

- A群: ① 強酸性 ② 弱酸性 ③ 中性 ④ 弱塩基性 ⑤ 強塩基性
 B群: ⑥ ポリエステル ⑦ ビニロン ⑧ 綿 ⑨ 絹 ⑩ 麻
 C群: ⑪ ゼラチン ⑫ ゾル ⑬ ゲル ⑭ ミセル
 D群: ⑮ 正 ⑯ 負

問14 次の文章中の (A), (B), (C), (D) に最も適しているものを, A群の①～⑤から一つ, B群の⑥～⑩から一つ, C群の⑪～⑭から一つ, D群の⑮～⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

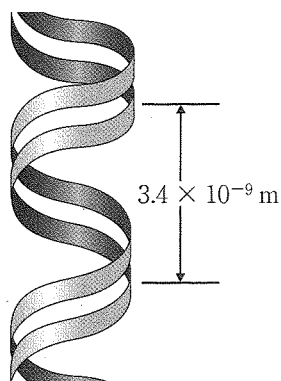


図 DNA のらせん1回転の長さ

二本鎖DNAをもつある生物の塩基の組成(モル分率)を調べたところ, アデニンが31%であった。このとき, グアニンは (A) %である。DNA のらせん1回転の長さは $3.4 \times 10^{-9} \text{ m}$ で, その中に塩基対10個を含んでいる。この生物の細胞1個の中に含まれるDNAらせん構造の総延長の長さが2.0mであった。このとき, DNAの塩基対の間には水素結合がおよそ (B) $\times 10^{(C)}$ 本含まれる。また, DNAを構成するデオキシリボースは, (D) である。

- A群: ① 19 ② 29 ③ 31 ④ 62 ⑤ 69
 B群: ⑥ 0.70 ⑦ 1.0 ⑧ 1.4 ⑨ 2.0 ⑩ 2.8
 C群: ⑪ 8 ⑫ 9 ⑬ 10 ⑭ 11
 D群: ⑮ タンパク質 ⑯ 糖

問15 次の文章中の (A), (B), (C), (D) に最も適しているものを, A群の①~④から一つ, B群の⑤~⑧から一つ, C群の⑨~⑫から一つ, D群の⑬~⑯から一つ, それぞれ選りなさい。

ヒトの胃液に含まれる胃酸 (HCl) は食物の消化や, 殺菌などに重要な働きをしているが, 胃の細胞を傷つける場合もある。そのため無機化合物である NaHCO_3 が胃薬として使用される。しかし, 胃酸と NaHCO_3 との (A) 反応で生じる (B) が胃を刺激する副作用がある。

また, NaHCO_3 を加熱して得られる Na_2CO_3 と, SiO_2 との反応によって Na_2SiO_3 が生成する。これに水を加えて加熱すると粘性を持ち, 土壤硬化剤として地下水の止水などに使われる (C) が得られる。(C) からつくられるシリカゲルは, (D) や乾燥剤として使われる。

- | | | | |
|-------------|---------|--------|----------|
| A群: ① ケン化 | ② ハロゲン化 | ③ 酸化 | ④ 中和 |
| B群: ⑤ エタノール | ⑥ 次亜塩素酸 | ⑦ 重曹 | ⑧ 二酸化炭素 |
| C群: ⑨ セッコウ | ⑩ セメント | ⑪ 水ガラス | ⑫ ボーキサイト |
| D群: ⑬ 防火剤 | ⑭ サルファ剤 | ⑮ 吸着剤 | ⑯ 界面活性剤 |

問16 次の文章中の (A), (B) について, (A) はA群の①~⑧から最も適しているものを一つ, (B) はB群の⑨~⑯から当てはまるものを全て, それぞれ選りなさい。

2種類の α -アミノ酸である X と Y からなる鎖状トリペプチド Z (分子量 217) がある。Z には X が 1 つだけ含まれる。Z に光学異性体が 12 種類存在する場合, Y は (A) であり, (B)。

- | | |
|---|---|
| A群: ① グルタミン ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_3$) | ② グルタミン酸 ($\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_4$) |
| ③ システイン ($\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2\text{S}$) | ④ セリン ($\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_3$) |
| ⑤ アラニン ($\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$) | ⑥ チロシン ($\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_3$) |
| ⑦ グリシン ($\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$) | ⑧ イソペンタン (C_5H_{12}) |
- B群: ⑨ 最も分子量の小さい α -アミノ酸である
- ⑩ 酸性アミノ酸である
- ⑪ 塩基性アミノ酸である
- ⑫ うま味調味料として利用される
- ⑬ ビュウレット反応によって呈色する
- ⑭ キサントプロテイン反応によって呈色する
- ⑮ ニンヒドリン反応によって呈色する
- ⑯ 水溶液中では双性イオンとして存在する

5 次の問17～問20に答えなさい。

問17 次の文章の (A), (B), (C) に最も適するものを, A群の①～④から一つ, B群の⑤～⑧から一つ, C群の⑨～⑫から一つ, それぞれ選びなさい。

大気環境問題は, 大気中に微量に存在する成分 (微量成分) が原因となる場合が多い。

たとえば (A) は, 大気中にモル分率 0.04 % 程度しか存在しないが, 地球温暖化 (気候変動) への影響が懸念される温室効果気体として代表的である。(A) は常温常圧では無色無臭の気体であり, 分子量は 44 である。

酸性雨や公害の一因となる (B) は, 常温で無色, 刺激臭を持つ有毒な気体で, 石炭燃焼排気や火山の噴煙に含まれ, 分子量は 64 である。

光化学オキシダント生成に深く関与する (C) は, 水に溶けやすい赤褐色の気体で, 臭気と毒性を有し, 分子量は 46 である。

(A), (B), (C) いずれも, 関連する元素を含む燃料等を燃焼する際に, 大気環境中に放出される。

- | | | | |
|-------------|---------|---------|---------|
| A群: ① 二酸化窒素 | ② 二酸化炭素 | ③ 二硫化炭素 | ④ 二酸化硫黄 |
| B群: ⑤ 二酸化炭素 | ⑥ 二酸化硫黄 | ⑦ 二酸化窒素 | ⑧ 二硫化炭素 |
| C群: ⑨ 二酸化硫黄 | ⑩ 二硫化炭素 | ⑪ 二酸化炭素 | ⑫ 二酸化窒素 |

問18 次の文章の (A), (B) に最も適するものを, A群の①～⑤から一つ, B群の⑥～⑩から一つ, それぞれ選びなさい。

大気環境問題の対策としては, 工場などの排出源において原因物質を十分に除去してから排気を大気に放出することが求められる。燃料を燃焼する際には, 燃料に含まれる硫黄分や燃焼時に生成する硫黄酸化物を取り除く (A) の工程が重要となる (排気から硫黄酸化物を除去する工程を特に「排煙 (A)」と呼ぶ)。自動車排出ガスに含まれる汚染物質 (炭化水素, 一酸化炭素, 窒素酸化物) を効率よく浄化するのに, 白金・パラジウム・ロジウムなどからなる (B) が用いられる。

- | | | | | |
|----------|------|--------|-------|-------|
| A群: ① 脱硝 | ② 硫化 | ③ 脱硫 | ④ 硝化 | ⑤ 脱窒 |
| B群: ⑥ 酵素 | ⑦ 触媒 | ⑧ 燃料電池 | ⑨ 酸化剤 | ⑩ 半透膜 |

問19 次の文の (A), (B) に最も適するものを, A群の①～④から一つ, B群の⑤～⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

気温 300 K, 気圧 1.0×10^5 Pa において, 体積 1.0 m^3 の大気 (平均モル質量 28.8 g mol^{-1}) の質量は (A) $\times 10^{(B)}$ g である。

- | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|
| A群: ① 1.2 | ② 3.6 | ③ 6.0 | ④ 8.4 |
| B群: ⑤ -4 | ⑥ -3 | ⑦ -2 | ⑧ -1 |
| ⑨ 0 | ⑩ 1 | ⑪ 2 | ⑫ 3 |
| ⑬ 4 | ⑭ 5 | ⑮ 6 | ⑯ 7 |

問20 次の文章を読み、(A)、(B)、(C)に適するものを、A群の①～④から、B群の⑤～⑧から、C群の⑨～⑯から、それぞれあてはまるものをすべて選びなさい。

大気微量成分の環境影響を考える際には、反応によって生成する成分（二次生成物）も重要である。大気中の窒素酸化物の主な挙動として、次の各段階が知られている。

段階1：自動車排気などの発生源から、主にNOの形で大気中に放出される。

段階2：NOはオゾン O_3 などと反応して NO_2 を生成する。

段階3： NO_2 は、日中の大気に微量に存在する反応活性種（OHラジカル）と反応するとガス状硝酸 HNO_3 を生成する。

段階4：日中に NO_2 は、紫外光によって解離してNOとなる。

段階5： HNO_3 は、アンモニアガス NH_3 との反応による NH_4NO_3 の生成、海塩粒子（主成分NaCl）との反応による $NaNO_3$ の生成、粒子状物質に含まれる水分への溶解込み、などによって粒子状物質中の硝酸イオン NO_3^- となる。

段階6：ガス状硝酸や粒子状物質が地表面に取り込まれると、窒素酸化物が大気中から除去される。

段階2～段階5のうち、窒素酸化物が酸化されるのは(A)、還元されるのは(B)である。硝酸イオン NO_3^- の中の窒素原子の酸化数は(C)である。

A群：① 段階2

② 段階3

③ 段階4

④ 段階5

B群：⑤ 段階2

⑥ 段階3

⑦ 段階4

⑧ 段階5

C群：⑨ 0 ⑩ +1 ⑪ +2 ⑫ +3 ⑬ +4 ⑭ +5 ⑮ +6 ⑯ +7

[以下余白]

