

平成 29 年度入学者選抜試験問題

地域教育文化学部 地域教育文化学科

理学部 理学科（化学分野受験）

医学部 医学科

工学部 高分子・有機材料工学科，化学・バイオ工学科，情報・エレクトロニクス学科，機械システム工学科，システム創成工学科

農学部 食料生命環境学科

理 科

（化 学）

前 期 日 程

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 この問題冊子の本文は 1 ページから 15 ページまでです。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・落丁・乱丁，解答用紙の汚れなどに気が付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 監督者の指示にしたがって，解答用紙に**大学受験番号**を正しく記入してください。
大学受験番号が正しく記入されていない場合は，採点されないことがあります。
- 5 **地域教育文化学部受験者**は 1，2，3，4，5，6 の 6 問を解答してください。
理学部受験者は 1，2，3，4，5，6 の 6 問を解答してください。
医学部受験者は 1，3，4，5 の 4 問を解答してください。
工学部受験者は 1，2，3，4，5，6 の 6 問を解答してください。
農学部受験者は 1，2，3，4，5，6 の 6 問を解答してください。
- 6 解答用紙の注意事項をよく読み，指示にしたがって解答してください。
- 7 試験終了後，問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

(問題訂正)

1 2 ページ〔5〕(6) 下から7～6行目

(誤) エと縮合重合

(正) エと付加縮合

- [1] 次の文章を読み，下の(1)～(5)の問いに答えなさい。
ただし，気体はすべて理想気体とする。なお，必要ならば
 $\sqrt{2}=1.41$ ， $\sqrt{3}=1.73$ ， $\sqrt{5}=2.24$ の値を使うこと。

気体 **A**, **B** が反応して気体 **C** が生成する以下の化学反応(式 1)を考える。



A と **B** から **C** が生成する反応を正反応，その反対の方向の反応を逆反応とする。(式 1)に示すように，条件に応じて反応がどちらの向きにも進む反応を ア 反応という。ア 反応の見かけ上の反応速度は正反応の速度と逆反応の速度との差となる。もしも，正反応速度と逆反応速度が等しくなった場合，反応は見かけ上止まった状態となる。この状態を イ といい，そのときの各成分のモル濃度 [mol/L] を **[A]**，**[B]**，**[C]** として，

$$K = \frac{[\text{C}]}{[\text{A}][\text{B}]} \quad (\text{式 2})$$

で与えられる定数 K を ウ という。また，上記の化学反応は，化合物を構成する原子間の結合の切断と新たな結合の生成であるから，その進行には反応熱を伴う。(式 1)の反応では，1 mol の **A** と 1 mol の **B** から 1 mol の **C** が生成すると，20 kJ の熱が放出される。その熱化学方程式は次のように表される。



- (1) 空欄 ア ～ ウ それぞれに当てはまる適切な語句を記しなさい。

(2) 気体 **A** および **B** の生成熱を、それぞれ Q_A , Q_B [kJ/mol] としたときに、気体 **C** の生成熱 Q_C [kJ/mol] を求めなさい。

(3) (式 1) の正反応および逆反応の反応速度を、それぞれ v_1 , v_2 とする。温度 T [K] で $v_1 = v_2$ の状態にある反応系に、以下の操作(i) ~ (v)を行った場合、それぞれの操作直後の v_1 と v_2 の関係を正しく表しているものを下の① ~ ④から選び、記号を記しなさい。

- (i) 容器の体積、圧力一定で温度を上げた。
- (ii) 温度一定のままで容器の体積を半分にした。
- (iii) 温度、体積が一定のまま外部から **A** を容器内に加えた。
- (iv) 温度、圧力一定で反応に関与しない気体を容器内に加えた。
- (v) 触媒を容器内に加えた。

① $v_1 = v_2 = 0$ ② $v_1 > v_2$ ③ $v_1 < v_2$ ④ $v_1 = v_2 \neq 0$

(4) 体積 V [L] の容器に気体 **A** を 1 mol, 気体 **B** を 1 mol 入れて、(式 1) の反応を行ったところ、気体 **A** が n [mol] 反応したところで反応が見かけ上止まった。(式 2) で表される定数 K を n と V を用いて記しなさい。単位も記しなさい。

(5) 体積可変の容器に気体 **A** を 1.00 mol, 気体 **B** を 1.00 mol 入れて、(式 1) の反応を 25 °C, 圧力一定で行ったところ、 $K = 1.00$ L/mol であり、反応後の体積は 2.0 L であった。このときの化合物 **C** の生成量と、反応によって発生する熱量（反応が開始して見かけ上止まるまでの総熱量）を有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、反応熱は圧力に依存しないものとする。

- 〔 2 〕 次の文章を読み、下の（１）～（７）の問いに答えなさい。
必要ならば、原子量は次の値を使うこと。また、ファラデー
一定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ を使うこと。

H 1.0 O 16 Al 27 S 32 Cu 64

電気分解を利用して、銅やアルミニウム、水酸化ナトリウムなどが工業的につくられている。

銅は次のようにしてつくられる。銅鉱石（主に黄銅鉱）に石灰石やけい砂を混ぜて加熱すると、(a)硫化銅(Ⅰ)が得られる。これに強熱しながら空気を吹き込むと、純度 99%程度の粗銅ができる。粗銅板を陽極、薄い純銅板を陰極にして、(b)約 0.3～0.4V の電圧で硫酸銅(Ⅱ)の希硫酸溶液を電気分解すると、(c)陽極の粗銅板は溶けだし、(d)陰極には純度 99.99%以上の純銅が析出する。これを銅の **ア** という。このとき不純物として粗銅中に含まれている金属は粗銅板からはがれ落ちて、陽極の下に沈殿する。これを陽極泥という。

アルミニウムの単体は、アルミニウムの鉱物である **イ** を精製して、(e)アルミナと呼ばれる純粋なアルミニウムの酸化物をつくり、これを **ウ** 電極を用いて熔融塩電解（融解塩電解）して製造される。

水酸化ナトリウムは、陽極に **ウ**，陰極に鉄を使用して塩化ナトリウム水溶液の電気分解で製造される。両極間を **エ** イオン交換膜で仕切り **オ** 極側に塩化物イオンが混ざらないようにしたイオン交換膜法が主流になっている。

- （１） 空欄 **ア** ～ **オ** それぞれに当てはまる適切な語句を記しなさい。
- （２） 下線部(a)および下線部(e)の組成式をそれぞれ記しなさい。

(3) 下線部(c)および下線部(d)における主な反応について電子 e^- とイオンを含む反応式をそれぞれ記しなさい。

(4) 下線部(b)の電気分解を 1.0×10^2 A の電流で行い、3.2 kg の銅を得るのに必要な時間 [s] を求めなさい。また、この電気分解に必要な電力量を求めなさい。計算過程も記しなさい。ただし、陽極と陰極の間の電圧は 0.30 V、有効数字は2桁とし、電力量は単位も記しなさい。

(5) 粗銅の中には、鉄、ニッケル、亜鉛、鉛、金、銀、白金など様々な金属が含まれていることが分かっている。陽極泥に含まれる物質は何か。下の [] 内の物質からすべて選び、化学式で記しなさい。

[鉄, 金, 銀, 白金, ニッケル, 亜鉛, 鉛, 硫酸鉛(II)]

(6) 2.0×10^5 A の電流でアルミニウムの熔融塩電解を行った。 2.7×10^3 kg のアルミニウムを得るのに要した時間は、

カ

秒間であった。また、熔融塩電解の過程で、

ウ

電極が反応し、陽極から

キ

と

ク

の2種類の気体が発生した。2種類の気体の物質量の合計は 1.0×10^5 mol であった。

空欄

カ

 に当てはまる数字を求めなさい。また、空欄

キ

 と

ク

 それぞれに当てはまる適切な物質の名称を記しなさい。この条件で発生した2種類の気体

キ

 と

ク

 の物質量を有効数字2桁で求めなさい。

(7) イオン交換膜法による水酸化ナトリウムの製造で、陽極および陰極の反応について電子 e^- とイオンを含む反応式を記しなさい。

〔 3 〕 次の問い（問 1，問 2）に答えなさい。

問 1

次の文章を読み，下の（１）～（３）の問いに答えなさい。

酸と塩基との反応により生じる塩は ，， に分類できる。この分類は，塩の組成式に酸の H や塩基の OH が残っているかで分類される形式的なもので，塩の水溶液の性質とは無関係である。例えば， や は，硫酸ナトリウムと同様に に分類されるが， の水溶液は酸性を示し， の水溶液は塩基性を示す。また， や は， に分類されるが， の水溶液は酸性を示し， の水溶液は塩基性を示す。

（１） 空欄 ～ それぞれに当てはまる適切な語句を記しなさい。

（２） 空欄 ～ それぞれに当てはまる適切な塩を次の〔 〕内から一つずつ選び，組成式を記しなさい。

〔 塩化ナトリウム，炭酸水素ナトリウム，硫酸水素ナトリウム，硝酸カリウム，炭酸ナトリウム，塩化アンモニウム 〕

（３） 質量 a [g] の塩化ナトリウムと b [g] の硫酸ナトリウムを x [mL] の水に溶かした。この水溶液の密度を d [g/cm³]，水の密度を D [g/cm³]，塩化ナトリウムと硫酸ナトリウムの式量をそれぞれ MA ， MB としたとき，この水溶液中のナトリウムイオンのモル濃度を， a ， b ， x ， d ， D ， MA ， MB を用いた式で記しなさい。

問 2

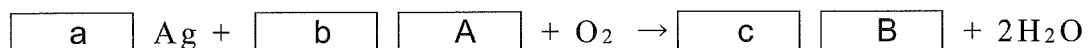
次の文章を読み，下の（１）～（５）の問いに答えなさい。
必要ならば，原子量は次の値を使うこと。

H 1.0 N 14 O 16 S 32 Ca 40

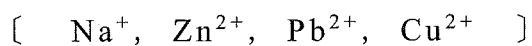
山形県の蔵王温泉は国内で２番目に酸性が強いことで知られている。国内の温泉の泉質に関する定義では，(a)硫黄泉は1 kg中に硫黄（硫黄を含む化合物は硫黄の重量）を2 mg以上含む温泉とされている。蔵王温泉に指輪など銀製のアクセサリを身につけて入ると，表面が黒く変色する。これは銀が温泉に含まれる硫化物イオンと反応し，硫化銀を生じるためである。銀は湿った空气中で放置していても次第に変色するが，これは(b)空气中に微量に含まれる硫化水素と反応するためである。このように硫化物イオンによって変色した銀製のアクセサリは，(c)アルミニウム箔でつつみ，箔内に塩水をいれて加熱すると容易に元の銀白色を取り戻す。

- (１) ある温泉水は25 °Cにおいて，水素イオン濃度が0.050 mol/Lの硫酸水溶液であるとする。この温泉水1.0 kg中に含まれる硫黄の質量を有効数字2桁で求めなさい。また下線部(a)の定義によるとこの温泉は硫黄泉であるかを答えなさい。ただし，温泉水の密度は1.0 g/cm³とする。
- (２) 群馬県の草津温泉を源流にもつ吾妻川は蔵王温泉と同様に強酸性であり，途中に石灰を用いた中和工場を設けている。河川水は25 °Cにおいて水素イオン濃度0.050 mol/Lの硫酸水溶液であると仮定し，1.0 Lの河川水を中和するために必要な酸化カルシウムの質量を有効数字2桁で求めなさい。

- (3) 下線部(b)の反応は銀と空気中に含まれる硫化水素と酸素との反応であると考えられている。次の反応式中の A ,
B それぞれに適切な化学式を, a ~ c それぞれに適切な係数を記し, 化学反応式を完成させなさい。



- (4) 次の [] 内の金属イオンの中でその塩基性水溶液に硫化水素を通じると, 沈殿を生じる金属イオンとその沈殿の色を答えなさい。



- (5) 下線部(c)においてアルミニウムを用いる理由を, 句読点を含め 30 字以内で記しなさい。

- 〔 4 〕 次の文章を読み、下の（１）～（７）の問いに答えなさい。
必要ならば、原子量は次の値を使うこと。

H 1.0 O 16 Na 23 S 32 Cl 35

周期表の ア 族元素はハロゲンと呼ばれ、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素などがある。ハロゲン単体の性質は、原子番号に従って規則的に変化する。例えば、融点や沸点は原子番号が増すにつれて イ なる。ハロゲンの^(a)単体は、常温・常圧で気体、液体、固体のいずれかの状態をとる。ハロゲン単体のうち、^(b)フッ素は水と激しく反応するが、塩素や臭素になると反応性は低くなる。ハロゲンと水素の化合物であるハロゲン化水素の沸点を比較すると、^(c)フッ化水素の沸点だけが他のハロゲン化水素と比較して異常に高い。フッ素は、ホタル石などの成分として天然に存在する。^(d)フッ化水素を水に溶解させたフッ化水素酸はガラスの容器に保管できないため、ポリエチレン容器に保管する。塩素や臭素はハロゲン化物イオンとして海水に含まれている。塩素を実験室でつくるには、^(e)酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加えて加熱し、ウ置換で捕集する。また、塩素は、^(f)さらし粉に希塩酸を加えることでも発生する。塩素は水に溶解し、その一部が反応して塩化水素と次亜塩素酸を生じる。次亜塩素酸は強い酸化作用があるため、消毒に用いられる。^(g)塩素を水酸化ナトリウム水溶液に通じると次亜塩素酸ナトリウムが生成する。

ヨウ素はヨウ化物イオンとしてかん水と呼ばれる地下水に含まれる。水中の溶存酸素量の決定法として、ヨウ素とチオ硫酸ナトリウムを用いた^(h)ウィンクラー法が知られている。

- （１） 空欄 ア ～ ウ それぞれに当てはまる適切な数字または語句を記しなさい。

(2) 下線部(a) について, $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $1.013\times 10^5\text{ Pa}$ で液体として存在する単体を, ハロゲンに限らずすべてを, 元素記号で記しなさい。

(3) 下線部(b) について, フッ素と水との反応式を記しなさい。

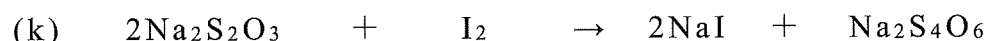
(4) 下線部(c) について, フッ化水素の沸点が高い理由を簡潔に説明しなさい。

(5) 下線部(d) について, フッ化水素酸とガラスの主成分である二酸化ケイ素との反応を化学反応式で記しなさい。

(6) 下線部(e)~(g)の反応を化学反応式でそれぞれ記しなさい。

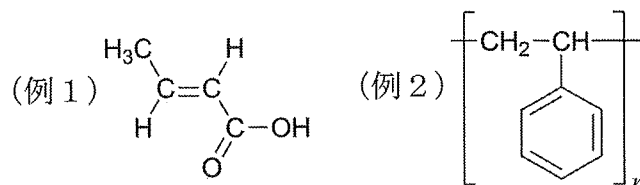
(7) 下線部(h)に関連して, 試料水中の溶存酸素量は次のように求められる。塩化マンガン(II)水溶液と水酸化ナトリウム水溶液を混合すると水酸化マンガン $\text{Mn}(\text{OH})_2$ が生成する。(i)この水酸化マンガンは試料水中の酸素と反応し, $\text{MnO}(\text{OH})_2$ として沈殿する。(j)この沈殿に塩酸とヨウ化カリウムを加えると塩化マンガン(II)とヨウ素が生じる。デンプンを指示薬にして(k)ヨウ素をチオ硫酸ナトリウムで滴定すると試料水中の溶存酸素量を求めることができる。以上より, 下線部(j)の反応を化学反応式で記しなさい。

また, 0.10 L の試料水を取り, 上記の操作を行ったところ, 0.020 mol/L のチオ硫酸ナトリウムが 4.0 mL 必要であった。試料水中の溶存酸素量 $[\text{mg/L}]$ を求め, 有効数字2桁で記しなさい。なお, 下線部(i)および(k)は以下のように反応するものとする。



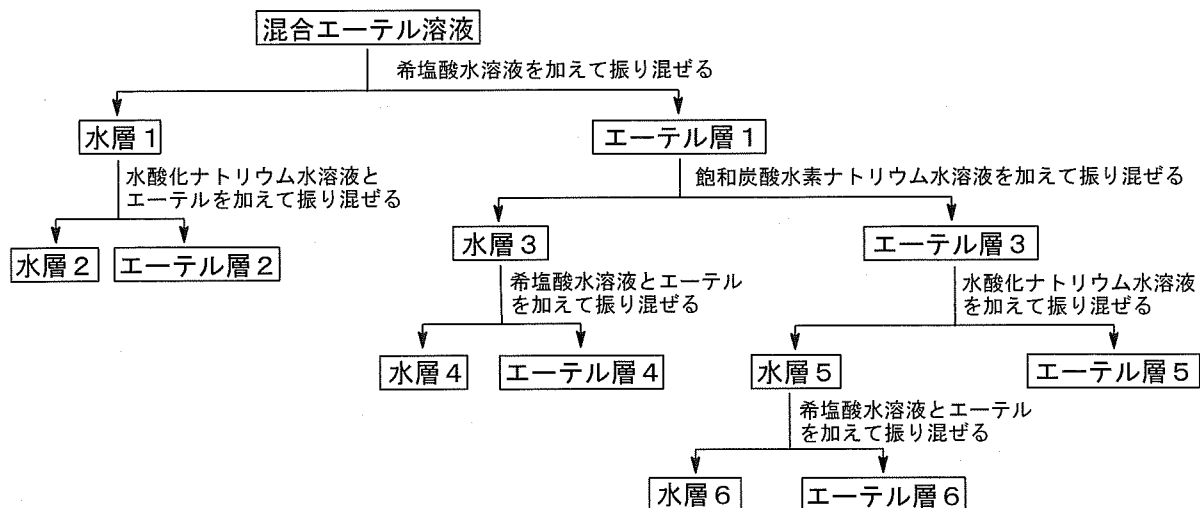
- 〔 5 〕 次の文章を読み，下の（１）～（６）の問いに答えなさい。
必要ならば，原子量は次の値を使うこと。また，化合物の構造式は，次の例を参考にして記しなさい。

H 1.00 C 12.0 O 16.0 Br 80.0



炭素および水素，酸素からなる炭素数が 6 以下のジカルボン酸 **A** がある。はじめに 0.580 g のジカルボン酸 **A** を含む水溶液を，1.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和すると，10.00 mL の水酸化ナトリウム水溶液で過不足なく中和することができた。次に，2.90 mg のジカルボン酸 **A** を酸素気流中で完全燃焼すると，二酸化炭素 4.40 mg と水 0.90 mg が生成した。ジカルボン酸 **A** にはシーストランス異性体であるジカルボン酸 **B** が存在し，ジカルボン酸 **B** を 160 °C に加熱すると分子内脱水反応が起こった。次に，ジカルボン酸 **A** を臭素水に加えたところ，臭素の赤褐色が消失し，臭素が付加した不斉炭素原子を持つ化合物 **C** が生成した。化合物 **C** の分子量は，ジカルボン酸 **A** の分子量の約 2.38 倍であった。

最後に，ジカルボン酸 **A** およびアニリン，フェノール，酢酸ビニルの混合エーテル溶液に対して下記の操作を行うと，各化合物は最終的にいずれかの層に，各々が混ざることなく分離された。



- (1) ジカルボン酸 **A** の分子量を有効数字 3 桁で求めなさい。
- (2) ジカルボン酸 **A** の組成式を記しなさい。
- (3) 化合物 **C** の構造式を記し、不斉炭素原子に(*)をつけなさい。
- (4) ジカルボン酸 **A** およびアニリン、フェノール、酢酸ビニルの構造式をそれぞれ記しなさい。
- (5) ジカルボン酸 **A** が分離されている層を、例にならって記しなさい(例, 水層 1)。
- (6) 下記の文章は、エーテル層 5 ならびにエーテル層 6 に分離された化合物について述べたものである。空欄 **ア** ~ **カ** に入る適切な語句を【 】内から選んでそれぞれ記しなさい。

エーテル層 5 に分離される化合物を付加重合させた後に、**ア**を行うと水溶性の高分子が得られる。この水溶性高分子をホルムアルデヒドと反応させることにより、水に不溶な**イ**が得られる。**イ**は一般に**ウ**などに用いられている。一方、エーテル層 6 に分離される化合物は、**エ**と縮合重合することにより**オ**となる。**オ**は一般に**カ**などに用いられている。

【けん化、エステル化、アセタール化、ナイロン 6、ポリエステル、ビニロン、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ホルムアルデヒド、アセトン、尿素、ギ酸、ペットボトル、電気部品、漁網、タイヤ、コンタクトレンズ】

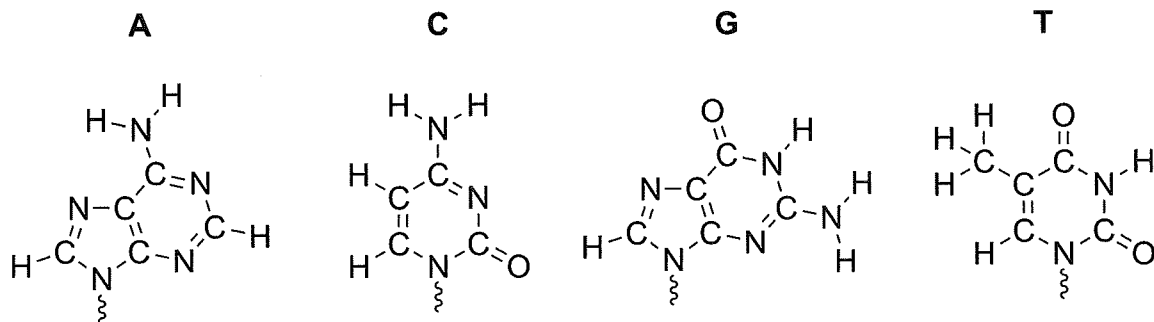
〔 6 〕 次の文章を読み、下の（１）～（７）の問いに答えなさい。

地球上に存在するすべての生物の細胞内には、アと呼ばれる高分子化合物が存在する。アには DNA と RNA の２種類が存在し、どちらも五炭糖に塩基とリン酸が結合したイと呼ばれる構成単位が重合した物質である。DNA は通常、異なる２本の DNA 鎖同士が、(a)特定の塩基対を形成して巻きあわさり、ウ構造を形成する。また DNA の塩基情報を写しとる形で RNA が合成され、その RNA の塩基配列に基づいてタンパク質が合成される。

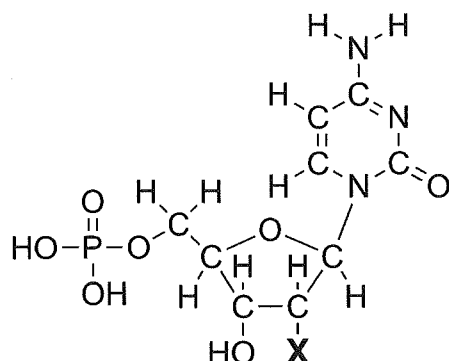
タンパク質はアミノ酸を構成単位とした高分子化合物であり、その溶液は(b)コロイド溶液となる。タンパク質はそのアミノ酸配列によって特定の構造を形成することで、基質特異性の高い触媒機能を発揮することができる。例えば、トリプシンはタンパク質をアミノ酸やエに分解するが、油脂を分解しない。一方、リパーゼは油脂をオと脂肪酸に分解するが、タンパク質には作用しない。

（１） 空欄ア～オそれぞれに当てはまる適切な語句を記しなさい。

（２） ４つの塩基（アデニン(A)、シトシン(C)、グアニン(G)、チミン(T)）の構造式を次に示す。この図を参考にして、下線部(a)の塩基対を、水素結合を含む構造式で２組記しなさい。ただし、形成される水素結合は点線で示すこと。図の波線は塩基と五炭糖との結合部分を示している。



- (3) DNA または RNA の構成単位の構造式を次に示す。DNA または RNA の場合について、**X** の部分に当てはまる適切なものを次の①～⑥から選び、それぞれ記号で記しなさい。



- ① H ② CH₃ ③ COCH₃ ④ COOH ⑤ NH₂ ⑥ OH

- (4) 下線部(b)のコロイド溶液中では、コロイド粒子がたえず不規則な運動をしている。この現象の名称を記しなさい。またこの現象の主な原因として考えられるものを、次の①～⑥から1つ選び、記号を記しなさい。

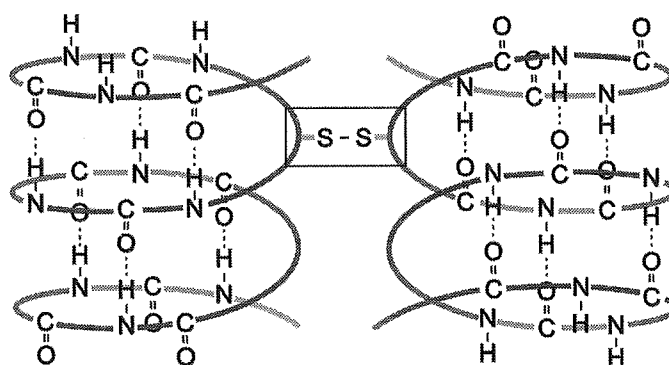
- ① コロイド粒子が光の粒子と衝突するため。
- ② コロイド粒子が光を反射するため。
- ③ コロイド粒子同士がたえず衝突しているため。
- ④ 分散媒分子がコロイド粒子に衝突するため。
- ⑤ コロイド粒子は比重が水より小さいので、少しずつ浮き上がろうとするため。
- ⑥ コロイド粒子は比重が水より大きいので、少しずつ沈降しようとするため。

- (5) 油脂と水酸化ナトリウムを反応させてつくったセッケンの水溶液と、合成洗剤であるアルキル硫酸ナトリウムの水溶液がある。それぞれの水溶液に、次の(i),(ii)の操作を行った場合、どのようなになると予想されるか。次の①～⑥から選び、記号で記しなさい。

- (i) フェノールフタレイン溶液を加える。
(ii) 塩化マグネシウム水溶液を加える。

- ① 白色沈殿を生じる。
② 黒色沈殿を生じる。
③ 無色のままである。
④ 赤色を呈する。
⑤ 青色を呈する。
⑥ 薄い黄色を呈する。

- (6) 特定の構造を保ったタンパク質の骨格部分の簡略図を次に示す。このタンパク質に見られる二次構造の名称を記しなさい。また四角で囲んだ部分の共有結合を担うアミノ酸の名称と、この結合の名称をそれぞれ記しなさい。



- (7) 一般に化学反応は高温になるほど反応速度が大きくなるが、タンパク質による酵素反応は高温（60℃）ではほとんど進行しないことが多い。一般的な化学反応の速度が高温で上昇する理由と、酵素反応が高温でほとんど進行しない理由をそれぞれ簡潔に説明しなさい。