

平成 25 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理 1 ページ～ 16 ページ

化 学 17 ページ～ 32 ページ

生 物 33 ページ～ 56 ページ

地 学 57 ページ～ 67 ページ

注 意 事 項

- 1 この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
- 2 監督者から指示があったら、解答用紙の上部の所定欄には受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ必ず記入しなさい。その他の欄には記入してはいけません。
- 3 選択科目として届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
- 4 解答すべき問題の番号は、各学部・学科ごとに異なるので、各科目の最初に書いてある注意事項の表で確認しなさい。
- 5 この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してもかまいません。
- 6 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、持ち帰ってはいけません。
- 7 この冊子は持ち帰ってかまいません。
- 8 落丁、乱丁、または印刷の不備なものがあったら申し出なさい。

化 学

注意 1. 志望学部・学科により、以下に示す番号の問題を解答すること。

志望する学部・学科	解答する問題番号
教育学部 志望者のうち化学を選択する者	2 3 4
理学部 化学科志望者	1 2 3 4 5 6
理学部 地球科学科志望者のうち化学を選択する者	1 2 3 4
医学部 志望者のうち化学を選択する者	1 3 5 6
薬学部	1 3 4 6
看護学部 志望者のうち化学を選択する者	1 4 6
工学部 建築学科、都市環境システム学科、機械工学科、電気電子工学科、ナノサイエンス学科、画像科学科、情報画像学科志望者、およびデザイン学科、メディカルシステム工学科志望者のうち化学を選択する者	1 2 4
工学部 共生応用化学科志望者	2 3 5
園芸学部 志望者のうち化学を選択する者	1 5 6
先進科学プログラム(方式Ⅱ) 物理化学・生命化学分野志望者のうち化学を選択する者	1 2 3 4
先進科学プログラム(方式Ⅱ) 電気電子工学分野、ナノサイエンス分野、画像科学分野、情報画像分野志望者	1 2 4

2 解答はすべて所定の解答用紙に記入すること。

3 必要があれば次の数値を用いなさい。

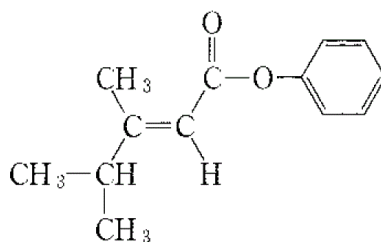
原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.1

Cu = 63.5, Zn = 65.4, Ag = 107.9

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

4. 構造式は下の例にならって解答しなさい。



1 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。

実験1

混合物中の各成分の性質の違いを利用すると、混合物を純物質に分離することができる。海水は水と塩化ナトリウムなどの塩類との混合物である。海水を用いて、次のように蒸留の操作を行った。

枝付きフラスコに、その体積の3分の1程度の海水を入れ、スタンドで固定した。海水中には多孔質の素焼きの小片を入れた。枝付きフラスコの最上部には温度計^①を取り付けた。枝付きフラスコの枝の部分にスタンドを用いてリービッヒ冷却器とアダプターを順に取り付けた。ここまでの操作において、それぞれの器具間の接合部はゴム製の接合管を用いて、すきまのないようにつないだ。アダプターの先には受け器として三角フラスコを置いた。冷却水をリービッヒ冷却器にとおした後、枝付きフラスコ中の海水をバーナーにより加熱し、アダプターから出てくる透明な液体を三角フラスコで受けた。

実験2

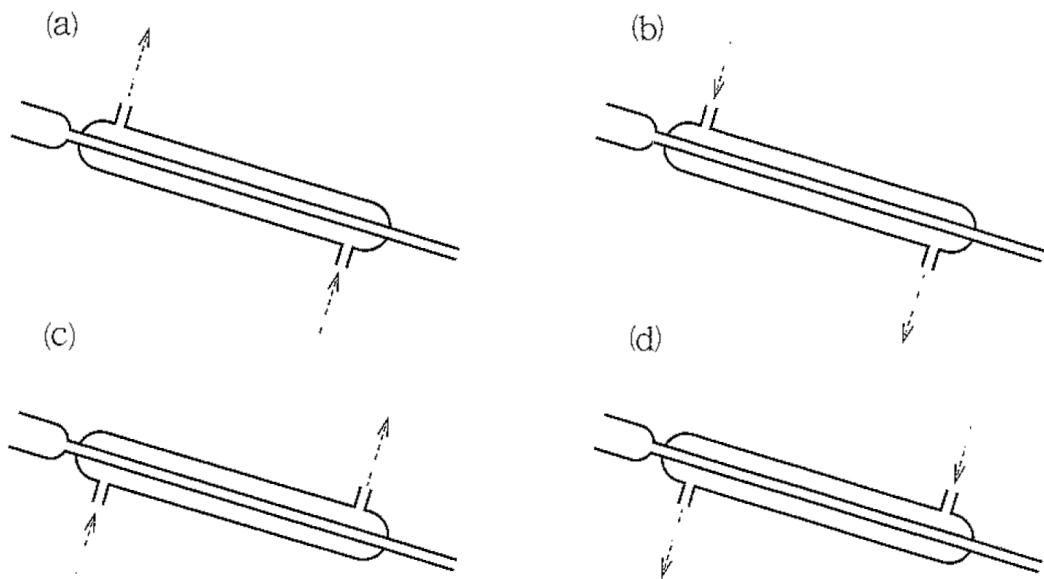
もとの海水と、実験1で得られた液体のそれぞれに、硝酸鉛(II)水溶液を数滴加えた。

実験3

実験1で得られた液体178.9gを用いて96.0%の濃硫酸51.1gを希釈したところ、密度 1.15 g/cm^3 の液体^②が得られた。この希釈後の液体に垂鉛の小片^③を加えたら気体を発生して、垂鉛の小片はすべて溶解した。得られた気体の体積^④を求めたところ 27°C 、 $1.00 \times 10^5\text{ Pa}$ で2.40Lであった。

問1 下線部①の、海水中に多孔質の素焼きの小片を加えた理由を、15字以内で答えなさい。

問 2. リービッヒ冷却器を枝付きフラスコに取り付ける配置について、冷却水をとおす方向を含めて、横から見た状態で図の(a)~(d)の4種類の配置を考えた。図はスタンドに取り付けた状態を構造がわかるように示したものである。左側に枝付きフラスコが、右側にアダプターがつけられる。スタンドは省略されている。破線の矢印は冷却水をとおす方向を示す。冷却水をとおす向きを含めたリービッヒ冷却器の取り付け方でもっとも適切なものを、図の(a)~(d)の中から選び、その図の記号を答えなさい。またその理由を30字以内で答えなさい。



図

問 3 実験 2 で、硝酸鉛(II)水溶液を加えたときに起こる変化を次の(ア)~(キ)の文から一つ選び、その文の記号を答えなさい。

- (ア) 海水と蒸留で得られた液体の両方に白い沈殿が生じた。
- (イ) 海水と蒸留で得られた液体の両方に黒い沈殿が生じた。
- (ウ) 海水には白い沈殿が生じたが、蒸留で得られた液体は無色透明のままであった。
- (エ) 海水には黒い沈殿が生じたが、蒸留で得られた液体は無色透明のままであった。
- (オ) 蒸留で得られた液体には白い沈殿が生じたが、海水は無色透明のままであった。
- (カ) 蒸留で得られた液体には黒い沈殿が生じたが、海水は無色透明のままであった。
- (キ) 海水も蒸留で得られた液体も、無色透明のままであった。

問 4 下線部②で得られた硫酸溶液のモル濃度を求めなさい。計算過程を示し、有効数字 3 けたで答えなさい。

問 5 下線部③で起こった反応の反応式をかきなさい。

問 6 下線部④の結果より、加えた亜鉛の小片の質量を求めなさい。計算過程を示し、有効数字 2 けたで答えなさい。気体は理想気体としてふるまうものとする。

2 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。

銅鉱石を還元して得られる粗銅は、不純物として金、銀、ニッケルなどを含んでいる。粗銅は電解精錬によって純度99.99%以上まで精製される。銅の電解精錬では、純銅を [ア] 極、粗銅を [イ] 極として、硫酸酸性の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電気分解する。このとき、粗銅中の不純物のうち、銅よりも [ウ] が大きい金属は溶液中に溶け出すが、 [ウ] が小さい金属は沈殿する。

一方、アルミニウムは、その陽イオンの水溶液を電解しても精錬できない。アルミニウム^①の精錬では、まず [A] を濃い水酸化ナトリウム水溶液に溶解し、これを水で希釈して水酸化アルミニウムを沈殿させる。次に、水酸化アルミニウム^②を加熱して [B] をつくり、これと氷晶石との混合物を融解塩電解^③する。このとき、陽極と陰極には [C] を用いる。

問1 [ア] ~ [ウ] にあてはまる適切な文字または語句をかきなさい。また、[A] に入る鉱物名、[B]、[C] に入る物質名をかきなさい。

問2 下線部①の理由を説明しなさい。

問3 下線部②で起こる反応を化学反応式でかきなさい。

問4 下線部③について、氷晶石と混合する理由を15字以内で答えなさい。

問5 下線部③について、陽極および陰極で起こる反応を、それぞれ電子 e^- を含むイオン反応式でかきなさい。

問 6 銀のみを不純物として含む粗銅を用いて 10 A の電流で銅の電解精錬を行ったところ、粗銅の質量が 48.8 g 減少し、純銅の質量が 47.5 g 増大した。以下の問いに有効数字 2 けたで答えなさい。計算過程も示すこと。ただし、流れた電流のすべてが金属の溶解と析出に使われたものとする。

- (1) 電流を流した時間は何分か。
- (2) 粗銅に含まれる銀の質量パーセントはいくらか。

3 以下の文章を読み、文章中の問い(問1～6)に答えなさい。

ただし、気体は理想気体としてふるまい、液体への溶解はないものとする。また、液体の体積は気体の体積と比べて無視できるものとする。数値は、有効数字2けたで答えなさい。

図1はエタノールの蒸気圧曲線を示したものである。

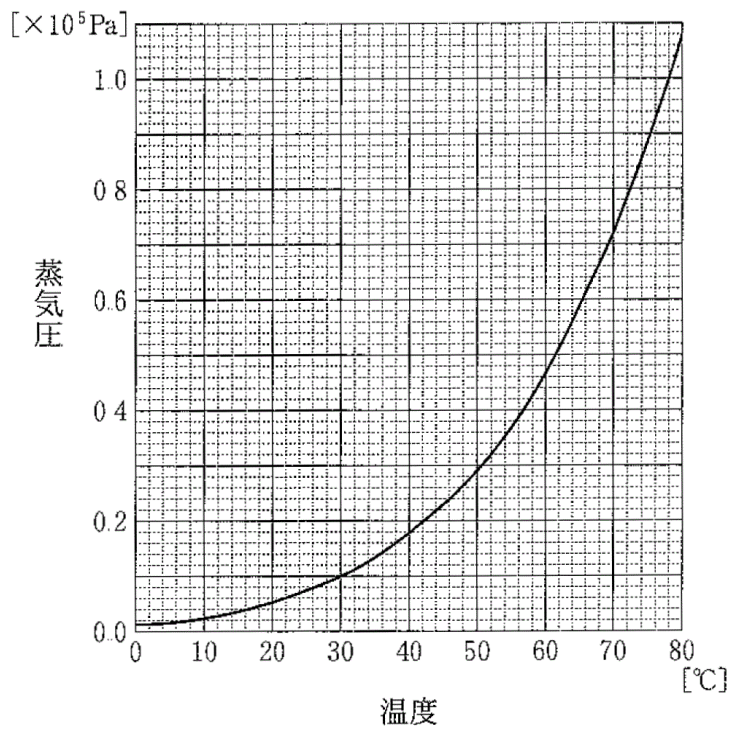


図1

問1 圧力 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ におけるエタノールの沸点を求めなさい。

体積を変えられる密閉容器に窒素とエタノールをそれぞれある物質を入れ、容器の体積を 1.0 L に固定して、温度を 80 °C にした。次に、容器全体をゆっくり冷却し、容器内の圧力を測定したところ、図 2 のように変化した。

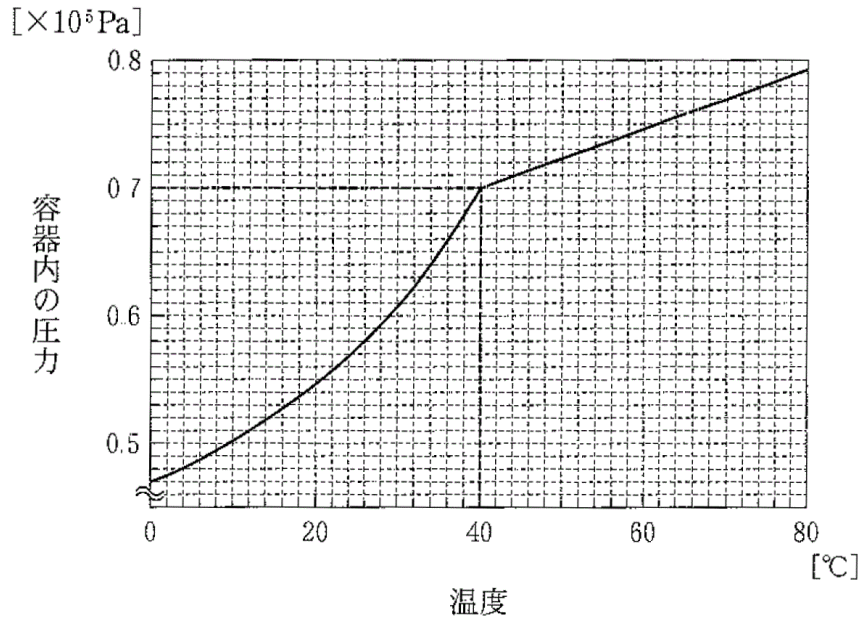


図 2

問 2 図 2 中の圧力の変化は、40 °C 以上で直線、40 °C 以下では曲線を示している。それぞれ直線および曲線になる理由を説明しなさい。

問 3 容器内のエタノールと窒素について、40 °C での分圧をそれぞれ求めなさい。

次に、この容器を真空にし、窒素 0.050 mol とエタノール 0.050 mol を封入した。その後、温度を 70 °C に保ちながら、図 3 に示すように体積を 4.0 L (図 3 の A 点) から 1.0 L (図 3 の C 点) までゆっくり変化させ、容器内の圧力を測定したところ、圧力を示す曲線に屈曲点 (図 3 の B 点) が観測された。

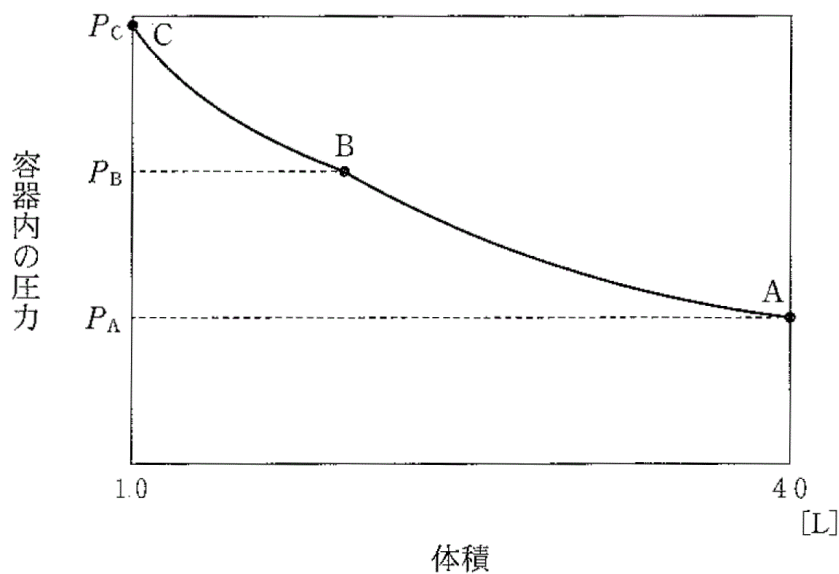


図 3

- 問 4 圧力を示す曲線に屈曲点 (図 3 の B 点) が観測された理由を 20 字以内でかきなさい。
- 問 5 圧力を示す曲線の屈曲点 (図 3 の B 点) でのエタノールの分圧および容器内の全圧 P_B を求めなさい。
- 問 6 体積 4.0 L のときの容器内の全圧 P_A 、および 1.0 L のときの容器内の全圧 P_C をそれぞれ求めなさい。計算過程も示しなさい。

4 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。

濃硝酸と ア の混合物をベンゼンと反応させると、イ を得ることができる。イ に濃塩酸と ウ を作用させて還元すると エ が得られる。エ は有機溶媒に溶けやすく水には溶けにくい^①が、塩酸には溶ける。

エ を希塩酸に溶かし、氷で冷却しながら亜硝酸ナトリウム水溶液と反応させるとジアゾ化が起こり、塩化ベンゼンジアゾニウムが生じる。塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液を冷却しながら、オ を溶かした水酸化ナトリウム水溶液を加えると、最終的にアゾ基をもつ *p*-ヒドロキシアゾベンゼンを得ることができる。芳香族アゾ化合物の多くは色彩豊かであるため染料や顔料、pH指示薬などとして用いられる。

問1 ア ～ オ にあてはまる適切な化合物名を入れなさい。

問2 エ を検出するための呈色反応で使用する試薬の名称を一つ答えなさい。また、その呈色反応後の色についても答えなさい。

問3 下線部①に関して、エ が塩酸に溶ける理由について45字以内で答えなさい。

問4 下線部②および下線部③に関して、構造式を用いて、それぞれの反応の化学反応式をかきなさい。

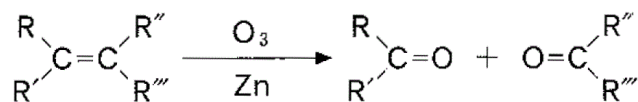
問5 下線部③に関して、塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液を冷却(5℃以下)する理由を45字以内で答えなさい。

問 6 4.65 g の と 5.17 g の を用いて *p*-ヒドロキシアゾベンゼンの合成を行った。しかし、下線部③での冷却が不十分であったために、得られた *p*-ヒドロキシアゾベンゼンの収量は 8.91 g であった。反応後に存在した は何 g になるか。その計算過程も含めて有効数字 2 けたで答えなさい。ただし、下線部③での不十分な冷却の影響以外は反応が完全に進行したとし、反応後は酸性条件下における十分な後処理を行ったものとする。

5 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。

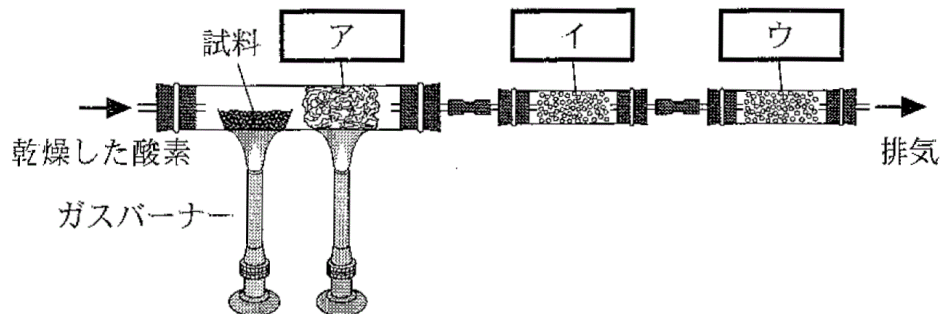
炭素と水素からなる化合物 A, B, C は互いに構造異性体の関係にある。化合物 A, B, C それぞれについて、 $5.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ を完全に燃焼させたところ、発生した水の質量は 36.0 mg, 二酸化炭素の質量は 88.0 mg であった。化合物 A および B に水を付加させると、化合物 D が共通して得られた。化合物 C に水を付加させると化合物 E が得られた。また、化合物 E は酸化剤と反応しなかった。化合物 A, B, C をオゾン分解すると、化合物 A からは化合物 F, 化合物 B からは化合物 G と H, 化合物 C からは化合物 G と I が得られた。化合物 F は、工業的には触媒を用いたエチレンの酸化により製造される。一方、化合物 I は、工業的にはベンゼンとプロペン(プロピレン)を出発原料とするクメン法によりフェノールと同時に合成される。

(注) オゾン分解とはアルケンをオゾンと反応させた後、亜鉛で還元することにより、二重結合が開裂してカルボニル化合物が生成する反応である。



R R' R'' R''' は 水素原子あるいはアルキル鎖

問1 一般に、有機化合物の元素分析には図に示す装置が使用される。図の **ア** ~ **ウ** に使用される物質の名称と働きを答えなさい。



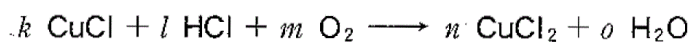
図

問 2 下線部①に関して、化合物 A, B, C の分子式を求めなさい。また、その計算過程も示しなさい。

問 3 化合物 A~I の構造式をかきなさい。ただし、立体異性体は考慮しなくてよい。

問 4 化合物 A~I のうち、ヨードホルム反応と銀鏡反応の両方に陽性を示すすべての化合物を記号で答えなさい。

問 5 下線部②に関して、化合物 F は下記の三つの反応を組み合わせて合成されている。各化学反応式について、 $a \sim o$ にあてはまる適切な係数を答えなさい。係数が 1 の場合には、1 とかきなさい。また、化合物 F を生成するこれら三つの反応を一つの化学反応式にまとめてかきなさい。



6 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えなさい。

アミロース、アミロペクチン、セルロース、グリコーゲンとともに $(C_6H_{10}O_5)_n$ で表される多糖である。これらを構成している単位の鎖状構造を図1に示した。なお、グリコーゲンとアミロペクチンの構成単位の結合様式(つながり方)は同じである。環状構造をとった構成単位には、炭素原子1に結合したOH基の方向が異なる2種類の異性体 **ア** と **イ** があり、図2に示したような多糖の基本構造(A)と(B)の違いとなっている。(A)は **ア** が脱水縮合して **ウ** 状に伸び、一方(B)は **イ** が脱水縮合して **エ** 状に伸びている。4種類の多糖のうち2種類は枝分かれ構造ももっている。(A)、(B)の基本構造は^①ともに、構成単位の **オ** の炭素が **カ** 結合を介してつながったものである。また、多糖の枝分かれ構造は **キ** 結合によるものである。

4種類の多糖からはフェーリング液の還元による酸化銅(I) (Cu_2O) の赤色沈殿^②は生じない。しかし、たとえばアミロースの場合は、アミラーゼを十分に作用させると、最終的にある単一な分子Xにまで分解され、フェーリング液を還元し酸化銅(I) (Cu_2O) の赤色沈殿を生じるようになる。

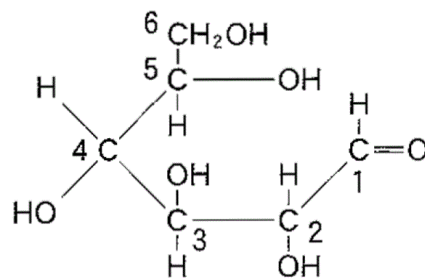
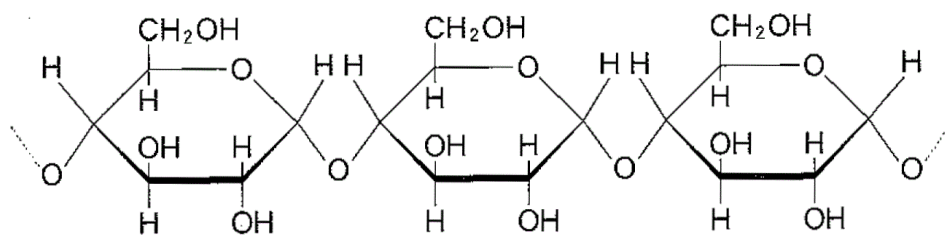
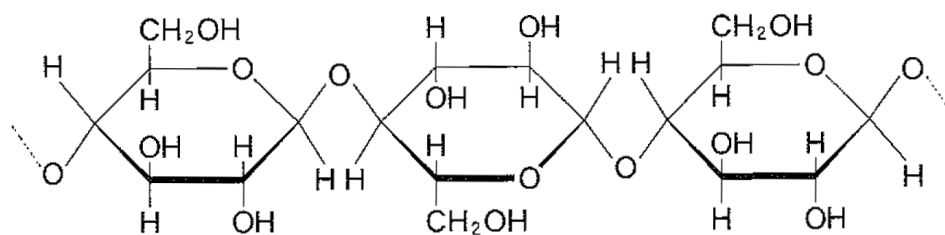


図1 鎖状構造で表した構成単位
(炭素原子に番号を付した)



基本構造(A)



基本構造(B)

図2 多糖の基本構造(環を構成しているC原子は省略してある)

問1 上の文章の ア ~ キ に当てはまる適切な語句を以下の(a)~(o)から選び記号で答えなさい。ただし、同じ記号を2度以上選んではならない。

- | | | |
|-------------------------|---------------------|--------------------|
| (a) 1と4 | (b) 2と5 | (c) 1と6 |
| (d) α -1,6-グリコシド | (e) 水素 | (f) ジスルフィド |
| (g) グリコシド | (h) β -フルクトース | (i) β -グルコース |
| (j) α -フルクトース | (k) α -グルコース | (l) 放射 |
| (m) らせん | (n) 直線 | (o) 網目 |

問2 4種類の多糖の基本構造はそれぞれ(A)と(B)のどちらであるか、記号で答えなさい。

問3 ヒトはセルロースを栄養素として直接用いることができない。その理由を、基本構造の特徴をもとに45字以内で述べなさい。

問 4 下線部①で示した多糖のうち、枝分かれがより多い多糖の名称をかきなさい。

問 5 下線部②に関連する以下の問いに答えなさい。

(1) 分子 X の名称をかきなさい。

(2) アミロースと分子 X の構造の違いを検出するのに用いることができる反応はどれか、以下の(a)~(f)から選び記号で答えなさい。

(a) 酢酸鉛(Ⅱ)の呈色反応

(b) ヨウ素溶液の呈色反応

(c) ニンヒドリン反応

(d) 塩化鉄(Ⅲ)の呈色反応

(e) ビウレット反応

(f) キサントプロテイン反応

(3) アミロース 1.62 g をアミラーゼで分解したとき生じる分子 X は、フェーリング液から何 g の酸化銅(Ⅰ) (Cu_2O) を産生するか、計算過程を示し、有効数字 2 けたで答えなさい。ただし、還元作用をもつ可能性のあるすべての官能基は、1 官能基あたり 1 分子の酸化銅(Ⅰ) (Cu_2O) を生ずるものとする。