

化 学

問題1 次の各問いに答えよ。ただし、問1～問13の答はすべてマークシート式解答用紙の1～13のマーク欄にマークせよ。

問1 酸素に関して述べた①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選んだものはア～サのどれか。

- ① 同位体には、 $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ がある。
- ②  $\text{O}_3$ が酸化剤として働くときのイオン反応式は下記のように表される。  

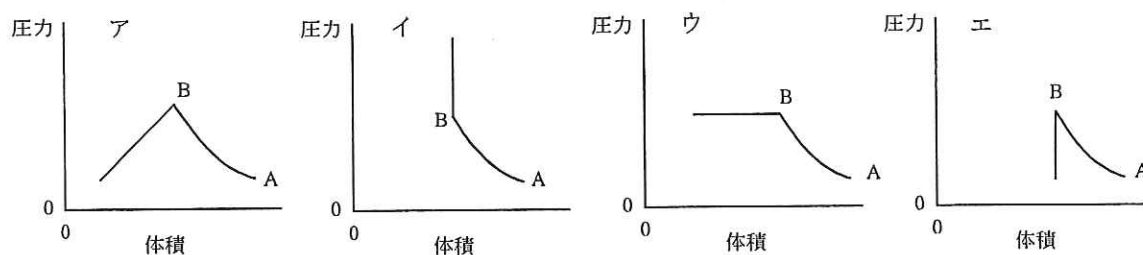
$$\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$$
- ③  $\text{O}^{2-}$ と  $\text{Al}^{3+}$ の電子配置は同じである。
- ④ ヨウ化カリウム水溶液で湿らせたろ紙を  $\text{O}_3$ にさらすと、単体のヨウ素が遊離する。
- ⑤  $\text{O}_3$ には紫外線を吸収する性質がある。

- ア ①のみ    イ ②のみ    ウ ③のみ    エ ④のみ    オ ⑤のみ    カ ①と④  
 キ ②と③    ク ②と④    ケ ③と④    コ ③と⑤    サ ④と⑤

問2 ある金属 M の a グラムを酸化して  $\text{M}_2\text{O}_3$  で表される酸化物を b グラム得た。この金属の原子量を求める式はア～サのどれか。

- ア  $24a / (b-2a)$     イ  $24a / (b+2a)$     ウ  $24a / (b-a)$     エ  $24a / (b+a)$     オ  $24a / (2b-a)$   
 カ  $24a / (2b+a)$     キ  $48a / (b-2a)$     ク  $48a / (b+2a)$     ケ  $48a / (b-a)$     コ  $48a / (b+a)$   
 サ  $48a / (2b-a)$

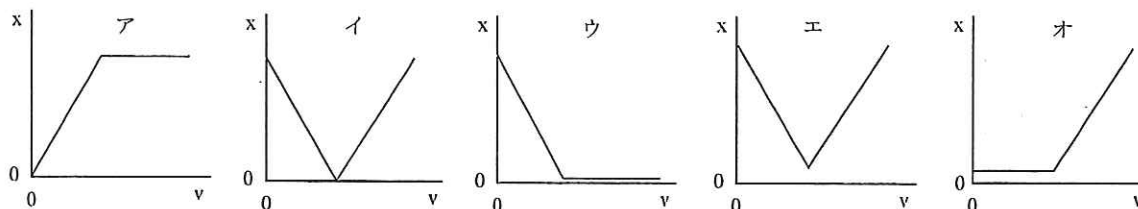
問3 気体の二酸化炭素が入った容器を、 $20^\circ\text{C}$ に保って外から一定の圧力で圧縮していくと、やがて容器内の気体の凝縮(液化)が始まる。この液化する過程における、容器内の体積と気体の圧力関係を最もよく表しているものは、グラフのア～エのどれか。ただし、図中A点から圧縮を始め、B点で凝縮が始まるものとする。



問4  $37^\circ\text{C}$ において、ヒトの血液と同じ浸透圧を示す、ブドウ糖の水溶液 100 mLをつくるのに必要なブドウ糖は何 g か。ア～サのうちから、最も近い値を選べ。ただし、ヒトの血液の浸透圧を  $7.7 \times 10^5 \text{ Pa}$  として計算せよ。

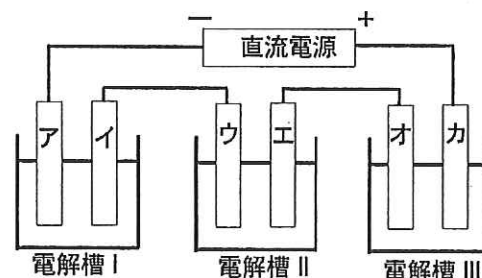
- ア 0.11    イ 0.33    ウ 0.48    エ 0.54    オ 0.61  
 カ 0.90    キ 3.3    ク 4.8    ケ 5.4    コ 6.1    サ 9.0

問5 0.1 mol/L の塩酸 1 L に 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下するとき、滴下量を  $v$ 、混合水溶液中の  $H^+$  と  $OH^-$  の物質量の和を  $x$  とする。このとき、 $v$  と  $x$  の関係を近似的に表したグラフとして最も適切なものは下記のア～オのどれか。



問6 下図のように3つの電解槽を直列につなぎ、一定時間直流電流を流したところ、電極オに 2.16 g の金属が析出した。次の記述のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選んだものはア～サのどれか。

- ① 流れた電子の物質量は 0.02 mol である。
- ② 電極(イ)の重量が 0.635 g 減少した。
- ③ 電極(エ)から発生した気体は標準状態に換算すると 0.112 L だった。
- ④ 電解槽 I の電解液の銅(II)イオンの濃度は変わらなかった。
- ⑤ 電解槽 III の電解液の pH は変わらなかった。



電解槽 I	電解液：硫酸銅(II)水溶液、電極：銅板
電解槽 II	電解液：希硫酸、電極：白金板
電解槽 III	電解液：硝酸銀水溶液、電極：白金板

- ア ①のみ      イ ②のみ      ウ ③のみ      エ ④のみ      オ ⑤のみ      カ ①と③  
 キ ①と⑤      ク ②と③      ケ ②と④      コ ③と④      サ ④と⑤

問7 次の記述のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選んだものは、ア～サのどれか。

- ① 銀イオンは、過剰のアンモニア水にはジアンミン銀イオンをつくって溶ける。
- ② 水分子が水素イオンと結合したオキソニウムイオン  $H_3O^+$  は、イオン結合と共有結合からできている。
- ③  $PbO$  は両性酸化物、 $CaO$  は塩基性酸化物、 $SO_2$  は酸性酸化物に属する。
- ④ トタンは、鉄が亜鉛よりも腐食されやすいことを利用している。
- ⑤  $Cu$ 、 $Ag$  は塩酸には溶けないが、酸化力のある酸には溶ける。

- ア ①のみ      イ ②のみ      ウ ③のみ      エ ④のみ      オ ⑤のみ      カ ①と②  
 キ ①と③      ク ②と③      ケ ②と④      コ ③と⑤      サ ④と⑤

問 8 次の記述のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選んだものは、ア～サのどれか。

- ① 燃焼熱の大きさはエタノール>アセトアルデヒド>酢酸の順である。
- ② プロペンの炭素原子とすべての水素原子は同一平面上にある。
- ③ トルエンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を作用させると置換反応が起こる。
- ④ メチルオレンジは、ジアゾカップリング反応によって合成されるアゾ化合物である。
- ⑤ ベンゼンに硫酸酸性過マンガン酸カリウム水溶液を加えて、穏やかに加温すると、赤紫色が脱色される。

ア ①のみ    イ ②のみ    ウ ③のみ    エ ④のみ    オ ⑤のみ    カ ①と③  
キ ①と④    ク ②と④    ケ ②と⑤    コ ③と④    サ ④と⑤

問 9 試薬の取り扱いに関して述べた①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選んだものは、ア～サのどれか。

- ① 水酸化ナトリウムを密閉した容器に保存するのは、水酸化ナトリウムの潮解と二酸化炭素の吸収を防ぐためである。
- ② 黄リンを水中に保存するのは、黄リンが空气中で赤リンに変化するのを防ぐためである。
- ③ 金属ナトリウムを石油中に保存するのは、金属ナトリウムと水や酸素との反応を防ぐためである。
- ④ 濃硝酸を冷暗所に保存するのは、硝酸が光や熱で分解するのを防ぐためである。
- ⑤ 塩素酸カリウムとイオウの混合を避けるのは、毒性の強い塩素が発生するのを防ぐためである。

ア ①のみ    イ ②のみ    ウ ③のみ    エ ④のみ    オ ⑤のみ    カ ①と②  
キ ①と④    ク ②と③    ケ ②と⑤    コ ③と④    サ ④と⑤

問 10 タンパク質に関して述べた①～⑤のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選んだものは、ア～サのどれか。

- ① 人体内で働く酵素の最適 pH は中性付近である。
- ② ヘモグロビンは複合タンパク質である。
- ③ タンパク質の水溶液中での電荷は、酸を加えるとプラス側に変化し、塩基を加えるとマイナス側に変化する。
- ④ ケラチンは水や希塩酸に不溶なタンパク質である。
- ⑤ 分子量が  $1 \times 10^4$  および  $2 \times 10^4$  の 2 種類のタンパク質がある。それぞれの水溶液のモル濃度が同じならばビウレット反応による着色の濃さは同じである。

ア ①のみ    イ ②のみ    ウ ③のみ    エ ④のみ    オ ⑤のみ    カ ①と②  
キ ①と⑤    ク ②と③    ケ ②と⑤    コ ③と④    サ ④と⑤

問 11 脂質に関して述べた次の記述①～⑤のうちから、内容に誤りのあるものをすべて選んだのは、ア～サのどれか。

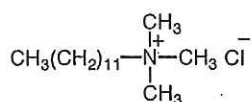
- ① リン脂質の代表的なものにレシチンがある。
- ② 魚油は空气中で変質しやすいが、魚油に水素を付加させると、変質しにくい油脂に変わる。
- ③ 濃いセッケン水に多量の食塩を加えるとセッケンが析出する。
- ④ 油脂はジエチルエーテルに溶けるが、ヘキサンには溶けない。
- ⑤ 脂肪酸  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$  の融点は、シス型の方がトランス型よりも高い。

ア ①のみ    イ ②のみ    ウ ③のみ    エ ④のみ    オ ⑤のみ    カ ①と③  
 キ ①と④    ク ②と③    ケ ②と④    コ ③と⑤    サ ④と⑤

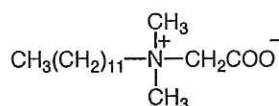
問 12 セッケンを水に溶かすと、水の表面では、セッケン分子の疎水性の部分は空气中を向き、親水性の部分は水中を向いて配列することによって、水の表面張力を減少させる。このように水の表面張力を小さくする物質を界面活性剤という。次の化合物①～⑤のうちから、界面活性剤に該当しないものすべてを選んだのは、ア～サのどれか。

- ①  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{Na}$                       ②  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COONa}$                       ③  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$

④



⑤



ア ①のみ    イ ②のみ    ウ ③のみ    エ ④のみ    オ ⑤のみ    カ ①と③  
 キ ①と④    ク ②と③    ケ ③と④    コ ③と⑤    サ ④と⑤

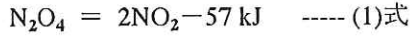
問 13 気体に関する次の記述のうちから、内容に誤りのある記述をすべて選んだものは、ア～サのどれか。

- ① 分子運動の速度は、他の分子と衝突するたびに変わる。
- ② 溶解度の小さい気体では、ある温度で一定量の溶媒に溶ける気体の質量は、液体に接しているその気体の圧力に比例する。
- ③ 分子運動の平均速度は、温度によって変化する。
- ④ 二つの気体分子が衝突して反応を起こす割合は、衝突する分子の速度に影響されない。
- ⑤ 二酸化炭素は  $0^\circ\text{C}$  において、 $200 \times 10^5 \text{ Pa}$  のときより  $400 \times 10^5 \text{ Pa}$  のときの方が理想気体からのずれが小さい。

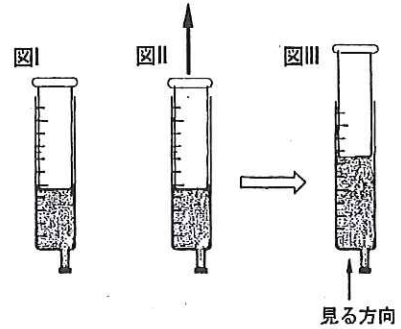
ア ①のみ    イ ②のみ    ウ ③のみ    エ ④のみ    オ ⑤のみ    カ ①と②  
 キ ①と③    ク ②と③    ケ ②と④    コ ③と⑤    サ ④と⑤

問題Ⅱ 次の問い (A・B) に答えよ。ただし、問 14～問 21 の答はすべてマークシート式解答用紙の 14～21 のマーク欄にマークせよ。

A 四酸化二窒素  $N_2O_4$  が分解して二酸化窒素  $NO_2$  になる気体反応は可逆反応であり、この反応の熱化学方程式は次のように表される。



$N_2O_4$  の  $n_1$  mol (体積  $V_1$  リットル) を、自由にピストンが上下して体積が変わる図のような容器の中に封入して温度を一定に保ったところ、 $N_2O_4$  が  $n_2$  mol 分解して平衡状態に到達し、その体積は  $V_2$  リットルになった (図 I)。



問 14 (1)式でこれらの気体が平衡状態にあるとき、この平

衡定数  $K$  を表わす式として最も適切なものを、次のア～キのうちから選べ。

- ア  $2n_2 / (n_1 - n_2)$       イ  $V_1 \{ (1 - n_2 / n_1) \} / 8n_2$       ウ  $(n_1 - n_2) / n_2$       エ  $(n_1 - n_2) / 2n_2$   
 オ  $4n_2^2 / V_1 (n_1 - n_2)$       カ  $4n_2^2 / V_2 (n_1 - n_2)$       キ  $V_2 \{ (1 - n_2 / n_1) \} / 8n_2$

問 15 (1)式で平衡状態にある混合気体の全圧力を  $P$  とするとき、その時の  $N_2O_4$  の分圧を、解離度  $\alpha$  を用いて表わした式として最も適切なものを、ア～カのうちから選べ。ただし、 $\alpha$  は  $N_2O_4$  が分解した割合  $n_2 / n_1$  とする。

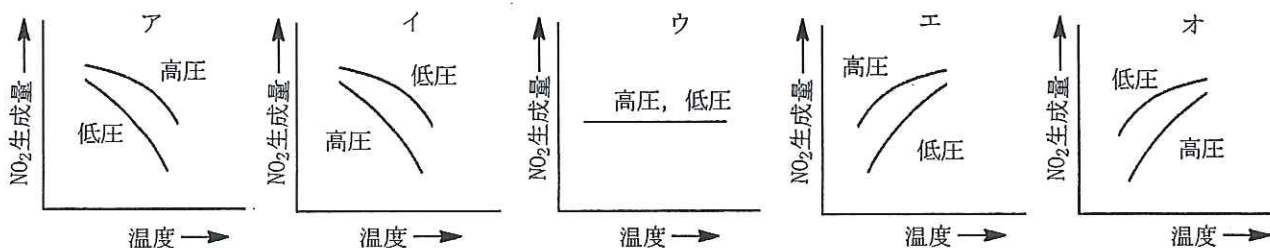
- ア  $P(1 + \alpha) / (1 - \alpha)$       イ  $2P\alpha / (1 + \alpha)$       ウ  $P(1 + \alpha)$   
 エ  $P(1 - \alpha) / (1 + \alpha)$       オ  $2P\alpha / (1 - \alpha)$       カ  $P(1 - \alpha)$

問 16 次の文中の空欄【①】～【③】に入れる語句として最も適当な組み合わせを、次のア～クのうちから選べ。

(1)式でこれらの気体が平衡状態にあるとき、温度を一定に保ちながらピストンを図 II の矢印のように上へ引きあげ、図 III の状態にした。このとき、図 III の矢印のように容器の底から容器内の気体を見たとき、ピストンを引いた瞬間は混合気体の色は【①】が、間もなく色は【②】。これは(1)式の平衡が【③】に移動するためである。なお、図中の色の濃淡は問題とは無関係である。

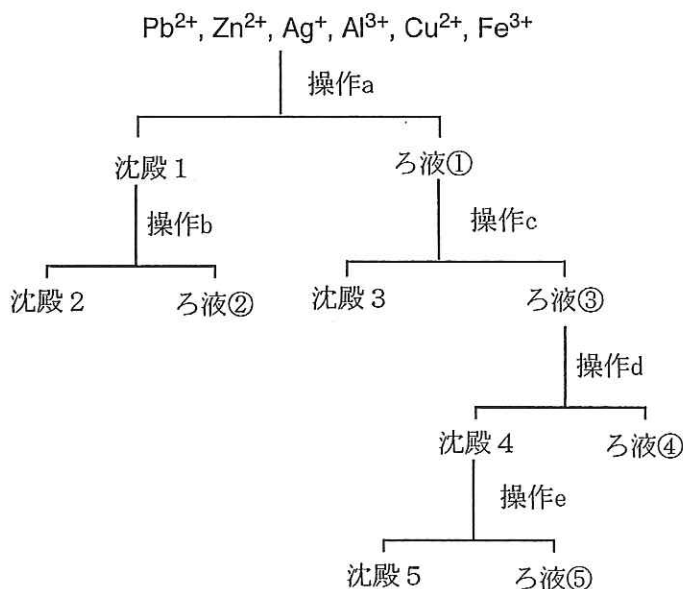
- |   | ①     | ②    | ③  |
|---|-------|------|----|
| ア | 濃くなる  | 薄くなる | 右側 |
| イ | 濃くなる  | 薄くなる | 左側 |
| ウ | 薄くなる  | 濃くなる | 右側 |
| エ | 薄くなる  | 濃くなる | 左側 |
| オ | 変わらない | 濃くなる | 右側 |
| カ | 変わらない | 濃くなる | 左側 |
| キ | 変わらない | 薄くなる | 右側 |
| ク | 変わらない | 薄くなる | 左側 |

問 17 (1)式の反応において、温度と平衡時における  $\text{NO}_2$  の生成量、および圧力と平衡時における  $\text{NO}_2$  の生成量の関係を最も適切に示した図はどれか。ア～オのうちから選べ。



B 金属イオンの分離に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

$\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  の6種の金属イオンを含む水溶液がある。これらを次のような操作で分離した。



操作 a 希塩酸を加えると沈殿が生じたので、ろ過して沈殿1、ろ液①に分離した。

操作 b ろ紙上の沈殿1に熱湯を加えると一部が溶解した。このとき、ろ紙上に残った沈殿を沈殿2、ろ液をろ液②とした。

操作 c ろ液①に硫化水素を通じると沈殿が生じたので、ろ過して沈殿3、ろ液③に分離した。

操作 d ろ液③を煮沸した後、硝酸を加え加熱した。次にアンモニア水を過剰に加えると沈殿が生じたので、ろ過して沈殿4、ろ液④に分離した。

操作 e 沈殿4を希塩酸に溶かし、これに水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると沈殿が生じたので、ろ過して沈殿5、ろ液⑤に分離した。

問 18 ろ液②に含まれる金属イオンとして最も適当なものを、ア～カの中から選べ。

ア  $\text{Pb}^{2+}$     イ  $\text{Zn}^{2+}$     ウ  $\text{Ag}^+$     エ  $\text{Al}^{3+}$     オ  $\text{Cu}^{2+}$     カ  $\text{Fe}^{3+}$

問 19 この操作で沈殿5に分離される金属イオンとして最も適当なものをア～カの中から選べ。

ア  $\text{Pb}^{2+}$     イ  $\text{Zn}^{2+}$     ウ  $\text{Ag}^+$     エ  $\text{Al}^{3+}$     オ  $\text{Cu}^{2+}$     カ  $\text{Fe}^{3+}$

問20 金属イオンが錯イオンを形成して溶けているろ液をすべて選んだのは、ア～サのどれか。

- ア ①のみ    イ ②のみ    ウ ③のみ    エ ④のみ    オ ⑤のみ    カ ①と③  
キ ①と⑤    ク ②と④    ケ ②と⑤    コ ③と④    サ ④と⑤

問21 沈殿2にチオ硫酸ナトリウム水溶液を加えてふり混ぜた後の試験管内の状態として最も適当なものは、ア～クのどれか。

- ア. 白色沈殿                      イ. 黒色沈殿                      ウ. 褐色沈殿                      エ. 黄色沈殿  
オ. 無色溶液                      カ. 青色溶液                      キ. 深青色溶液                      ク. 血赤色溶液

問題 III 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。解答はすべて記述用解答用紙の所定の位置に書き込むこと。

過酸化水素水に過マンガン酸カリウムの硫酸酸性水溶液を加えると、<sup>①</sup>気体を発生し、過マンガン酸イオンの赤紫色が消える。このときの化学反応式は、次のようにして求めることができる。

この反応における電子を含むイオン反応式は、それぞれ(1)式および(2)式のように表される。

酸化剤：( ) (1)式

還元剤：( ) (2)式

ここで、移動する電子の数は等しいことから、(1)および(2)式をもとに(3)式で表されるイオン反応式が得られる。( ) (3)式

(3)式に、省略されているカリウムイオンおよび硫酸イオンを書き加えると、(4)式で表される酸化還元反応式が得られる。

( ) (4)式

問1 下線部①で示した気体の名称を書け。

問2 (1)～(4)式のそれぞれに該当する反応式を記せ。

問3 未知濃度の過酸化水素水 5.00 mL をメスフラスコにとり、100 mL に希釈した。この溶液から 20.0 mL をコニカルビーカーにとり、少量の希硫酸を加えた後、0.0500 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液をビュレットから滴下した。水溶液がうすい赤紫色を帯び、その色が消えなくなったとき、滴下量は 6.00 mL であった。

希釈前の過酸化水素水の質量パーセント濃度を求めよ。ただしこの溶液の密度は  $1.00 \text{ g/cm}^3$  として計算せよ。

問題Ⅳ 化合物 A, B, C, D, E はいずれも  $C_4H_{10}O$  という分子式を持つ化合物である。これらの化合物について実験したところ、次の①～⑤に示す結果が得られた。以下の問いに答えよ。解答はすべて記述用解答用紙の所定の位置に書き込むこと。構造式は価標を用いて示し、立体異性体は考慮しなくてよい。

- ① A, B, C, D, E のそれぞれが単独で入っている各試験管に、ナトリウムの小片を加えると、A, B, C, E は水素を発生したが D は発生しなかった。
- ② A, B, C, D, E のそれぞれが単独で入っている各試験管に、二クロム酸カリウムの硫酸酸性溶液を加え、おだやかに酸化すると A, B, E からはそれぞれ F, G, H が生成したが、C, D は変化しなかった。
- ③ アンモニア性硝酸銀溶液の入った 3 本の試験管に、F, G, H をそれぞれ数滴加えて加温すると、F または G を加えた試験管では変化が見られたが、H を加えた試験管では変化が見られなかった。この反応で F, G はそれぞれ変化して、化合物 I および J になったと考えられる。
- ④ J を希塩酸で処理して得られる化合物は、バターからも得ることができる。
- ⑤ 水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素の入った 3 本の試験管に、F, G, H をそれぞれ数滴加えて加温すると、1 本だけが黄色沈殿を生じた。

問1 化合物 D に該当する化合物は何種類存在するか。

問2 化合物 A および B の化合物名を書け。

問3 化合物 D に該当する化合物の内、対称な形をした化合物を D-1 とする。化合物 D-1, C, J の中でもっとも水に溶けにくいものはどれか。化合物名で答えよ。

問4 化合物 C の構造式を書け。

問5 ②の生成物 F の構造式を書け。

問6 ③の下線部ではどのような変化が見られたのか。15 字以内で記述せよ。

問7 ⑤で黄色沈殿が生じた試験管で起こった反応の化学反応式を書け。ただし、式中の有機化合物は構造式で示すこと。

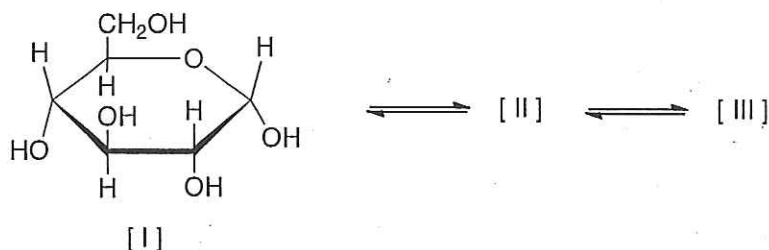


問題Ⅴ 次の文章を読み、下の各問いに答えよ。

一般に、デンプンは温水に可溶性（ア）と溶けにくい（イ）から構成されている。（ア）は多数の（ウ）が、分子間で1, 4結合のみで直鎖状に連結した高分子化合物であり、その立体構造は（エ）状になっている。

一方、（イ）には1, 4結合の他に、1, 6結合も含まれ、その結果、枝分かれ構造をした高分子化合物となる。一般に、分子量は（ア）の方が（イ）よりも（オ）。

（ウ）の結晶は下図の〔Ⅰ〕に示す構造であるが、水溶液中では鎖状構造の〔Ⅱ〕を経て〔Ⅰ〕、〔Ⅱ〕、〔Ⅲ〕が平衡状態にある。この水溶液が還元性を示すのは（カ）の構造による。



問1 上図の〔Ⅱ〕、〔Ⅲ〕の構造を〔Ⅰ〕の構造にならって書け。

問2 (ア)～(オ)に適切な語句を記入せよ。また、(カ)には構造〔Ⅰ〕、〔Ⅱ〕、〔Ⅲ〕の中から、該当するものをすべて選んでI、II、IIIで記入せよ。

問3 デンプン 21.0 g に水を加えて加温溶解した溶液に、アミラーゼを作用させたところ、デンプン重量の 60.0 %が加水分解され、1種類の<sup>①</sup>二糖だけが生成した。

1) 下線部①の二糖の名称を書け。

2) 下線部①の二糖の量は何 g か。最も近い値を選び、ア～オの記号で答えよ。

ア 11.3      イ 12.0      ウ 12.6      エ 13.3      オ 14.0

問4 糖質に関する次の記述①～⑤のうちから、正しい内容のものをすべて選んだのは、ア～ソのどれか。

- ① 普通の白米（うるち米）ともち米1粒ずつにそれぞれヨウ素溶液を滴下するとき、呈色の色調は同じである。
- ② シュワイツァー試薬にセルロースを溶かした溶液からキュプラがつくられる。
- ③ スクロースにインベルターゼを作用させると転化糖が得られる。
- ④ ラクトース、ガラクトースはいずれも二糖類である。
- ⑤ 核酸の構成成分であるリボースとデオキシリボースの不斉炭素原子の数は同じである。

ア ①のみ      イ ②のみ      ウ ③のみ      エ ④のみ      オ ⑤のみ      カ ①と②

キ ①と③      ク ①と④      ケ ①と⑤      コ ②と③      サ ②と④      シ ②と⑤

ス ③と④      セ ③と⑤      ソ ④と⑤