

令和7年度
日本大学大学院生産工学研究科
入学試験問題
一般入学試験（第1期）

（博士前期課程・専門科目）
応用分子化学専攻

解答科目	採点	採点者署名
基礎化学		
合計		

注) 解答科目（選択した科目）を必ず上欄に記入すること。

基礎化学（化学熱力学：熱力学第一・第二・第三法則／反応速度：反応速度式，Arrhenius式／分析化学：溶液内化学平衡，容量分析，吸光光度分析，液液抽出），
無機化学，有機化学Ⅰ（脂肪族系），有機化学Ⅱ（芳香族系），高分子化学，
生物化学，化学工学

7科目のうちから基礎化学を含めて3科目選択

受験番号		志望専攻	学専攻	氏名	
------	--	------	-----	----	--

問題 1 以下の問題に有効数字 3 桁で答えなさい。

(1) 大気下 (1,013 hPa), 300 K において 5.43 dm^3 を占めていた理想気体を 210 cm^3 の容器に充填し, 同じ温度とした。

1) この容器の内部圧力 (hPa) を求めなさい。

答: _____ hPa

2) この容器中の理想気体の質量 (g) を求めなさい。ただし, この理想気体の分子量を 44.0 とする。

答: _____ g

3) この容器中の気体が定圧条件 (1,013 hPa) で 5.43 dm^3 まで膨張したときの仕事 (J) を計算しなさい。

答: _____ J

問題 2 以下の問題に有効数字 3 桁で答えなさい。

(1) ある物質 A の分解反応は 0 次反応で, 半減期が 2 時間である。ある物質 A ($0.345 \text{ mol dm}^{-3}$) の分解反応開始 4 時間後の濃度を求めなさい。

答: _____ mol dm^{-3}

(2) ある物質 B の分解反応は 1 次反応であり, 速度定数は 0.123 min^{-1} である。この反応の半減期を求めなさい。

答: _____ min

受験科目名
基礎化学

{ 1/2 頁 }

--

問題3 吸光度測定に関する以下の問いに答えなさい。解答の導出過程を文章や計算式で説明すること。

化合物Aの溶液が2種類(溶液①および②)ある。溶液①の濃度は $8.45 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ (mol L^{-1})であるが、溶液②の濃度は未知である。溶液①を光路長 2.00 cm の吸収セルに入れ、ある波長の光を入射すると透過率は 67.3%であった。一方、溶液②を光路長 1.00 cm の吸収セルに入れ、同じ波長の光を入射すると透過率は 37.5%であった。

- (1) ランベルトーベールの法則に従うとき、溶液①の吸光度と化合物Aのモル吸光係数をそれぞれ有効数字3桁で求めなさい。

答：吸光度 _____ , モル吸光係数 _____

- (2) ランベルトーベールの法則に従うとき、溶液②の濃度を有効数字3桁で求めなさい。

答： _____

問題4 沈殿滴定について以下の問いに答えなさい。解答の導出過程を文章や計算式で説明すること。

濃度 $0.030 \text{ mol dm}^{-3}$ の NaCl 水溶液 20.0 cm^3 をビーカーに入れ、濃度 $0.060 \text{ mol dm}^{-3}$ の AgNO_3 水溶液を滴加して滴定を行った。次の滴定率(α)における滴定量(cm^3)と溶液の pCl をそれぞれ求めなさい。ただし、AgCl の溶解度積(K_{sp})を $1.8 \times 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$ とする。

- (1) $\alpha = 0.40$

答：滴定量 _____ , pCl _____

- (2) $\alpha = 1.00$

答：滴定量 _____ , pCl _____

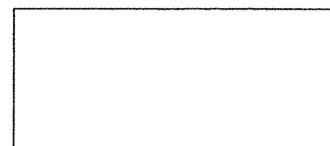
- (3) $\alpha = 1.50$

答：滴定量 _____ , pCl _____

受験科目名

基礎化学

{ 2/2 頁 }



問題1 元素の周期律に関する次の問いに答えなさい。

元素の性質には周期性が見出されており、原子番号順に並べると性質の似た元素が周期的に現れる。原子の電子配置に基づいて、性質の似た元素がひとまとめになるように並べた表が周期表である。周期の横の行を周期とよび、縦の列を族とよぶ。周期表では似た性質をもつ元素が縦の列に並んでいる。また、それらの特徴づける電子の性質によって4つのブロック元素に分けられる。

- (1) 同族元素の周期性の原因となる電子的な要因を答えなさい
- (2) 典型元素に相当する2つのブロックを「...ブロック元素」という表記で答えなさい。
- (3) 遷移元素に相当する2つのブロックを「...ブロック元素」という表記で答えなさい。
- (4) 同族元素は原子番号の増加に伴って原子半径は大きくなるか、小さくなるか。
- (5) 同周期元素は原子番号の増加に伴って原子半径は大きくなるか、小さくなるか。

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	

問題2 下記の用語について、30～60文字程度の文章でその要点を簡潔に説明しなさい。

(1) 電気陰性度

(2) 金属結合

(3) マーデルング定数

(4) パウリの排他原理

受験科目名
無機化学



問題3 結晶と X 線回折に関する次の問いに答えなさい。

(1) ブラッグの条件を満たす時のみに回折線が現れる理由について、50 文字程度で説明しなさい。

(2) 波長 $\lambda = 0.1541 \text{ nm}$ の X 線を用いて、ある立方晶系に属する金属粉末の X 線回折を測定したところ、(110)の反射が $2\theta = 44.67^\circ$ に観察された。この金属の格子定数 $a \text{ (nm)}$ を求めなさい。

式)

答) _____

(3) 測定された X 線回折パターン of 消滅則より、この金属は体心立方格子を有することがわかった。この金属の密度 (g/cm^3) を求めなさい。ただし、この金属原子 1 個の質量は $9.277 \times 10^{-23} \text{ g}$ とする。

式)

答) _____

(4) 下表に示す各結晶型構造に該当する化学式を選択肢の中からひとつずつ選び、答えなさい。

語群： $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, CaCO_3 , CaF_2 , CaTiO_3 , CdI_2 , NaCl , NiAs , MgAl_2O_4 , ReO_3 , TiO_2 , CdS , Mg , Al , Si

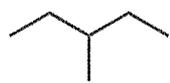
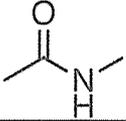
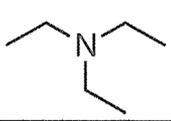
コランダム型構造		ルチル構造	
スピネル型構造		ペロブスカイト型構造	

受験科目名
無機化学

{ 2 / 2 頁 }

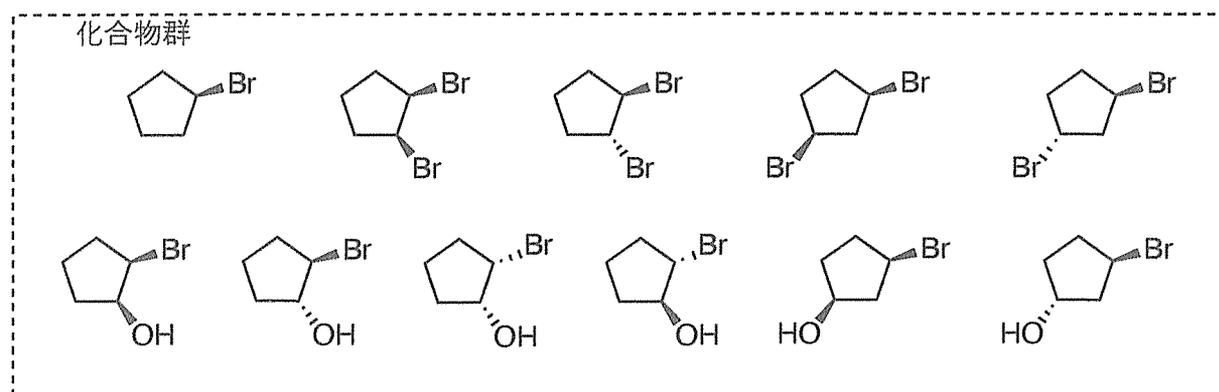
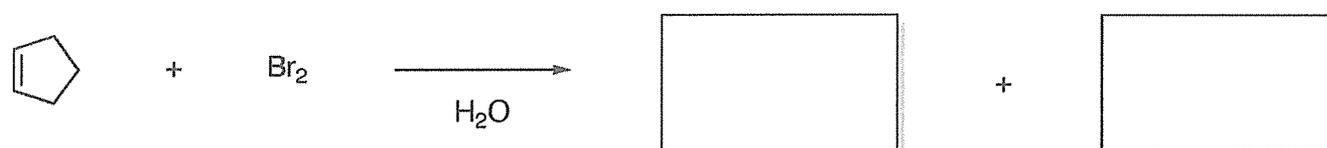
--

問題1 構造式を示してあるものは命名し，化合物名を示しているものは構造式を描きなさい。

(1) 	(2) 	(3) 	(4) 

(5) 3-Ethyl-2-methylhexane	(6) (R)-1-Bromo-2-butanol	(7) (E)-2-Pentene	(8) Methyl propanoate

問題2 水溶液中，Cyclopentene と臭素を反応させたときに得られる2つの主生成物を化合物群から選び，答えなさい。



受験科目名
有機化学 I



問題3 次の設問に答えなさい。

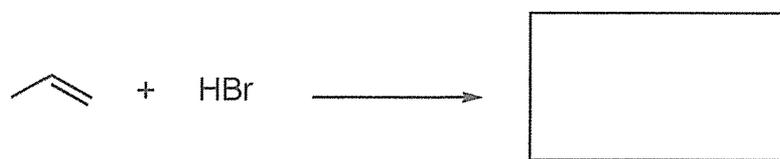
- (1) ラジカル付加反応について説明した以下の文中の①～⑤に当てはまる適切な語句を選択肢から選び、答えなさい。

HBr がアルケンに付加する仕方に 2 種類ある。過酸化物が存在しない時、二重結合を最初に攻撃する反応剤は (①) である。①は小さいので、立体効果は重要ではない。①はイオン機構によって二重結合と反応し、より安定な (②) を生成する。その結果は (③) 付加である。極性のプロトン性溶媒がこの反応には有利である。過酸化物が存在するときは、二重結合を最初に攻撃する反応剤はより大きな (④) である。ここでは、ラジカル機構によって立体障害の小さい炭素原子を攻撃し、より安定なラジカル中間体を生成する。その結果は (⑤) 付加である。無極性溶媒のほうがラジカル反応には望ましい。

選択肢：マルコフニコフ、逆マルコフニコフ、カルボカチオン、プロトン、臭素原子。

①	②	③	④	⑤

- (2) 以下の反応の生成物の構造式を書きなさい。

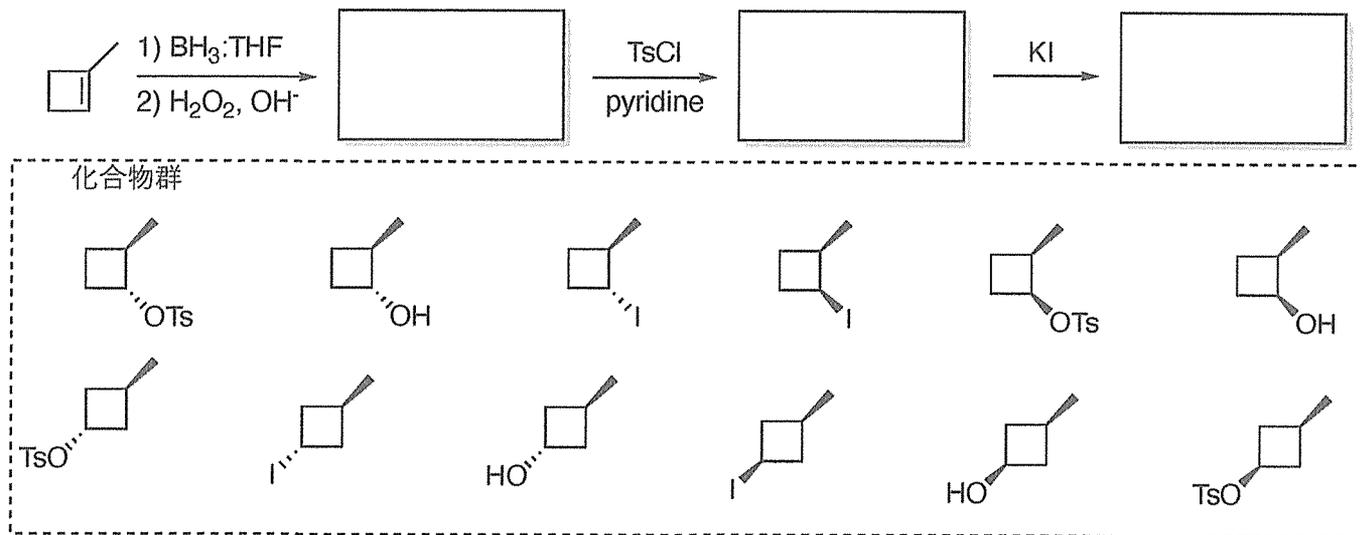


受験科目名

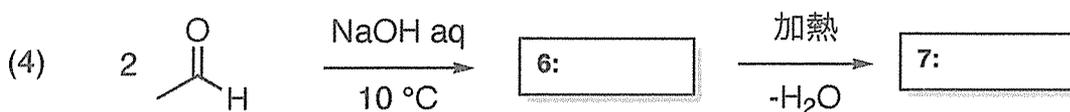
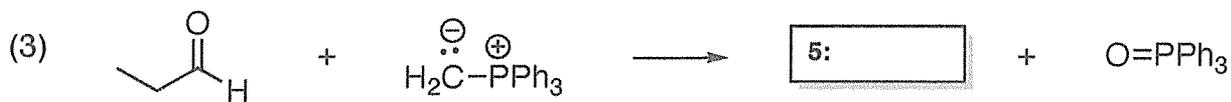
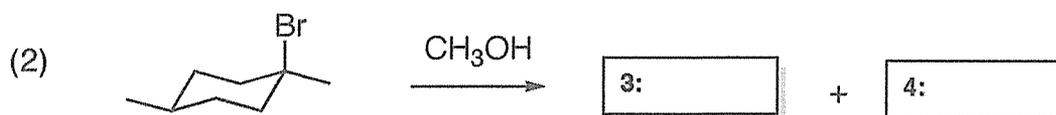
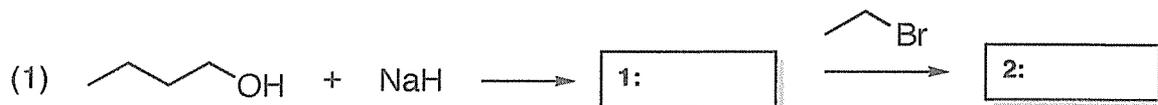
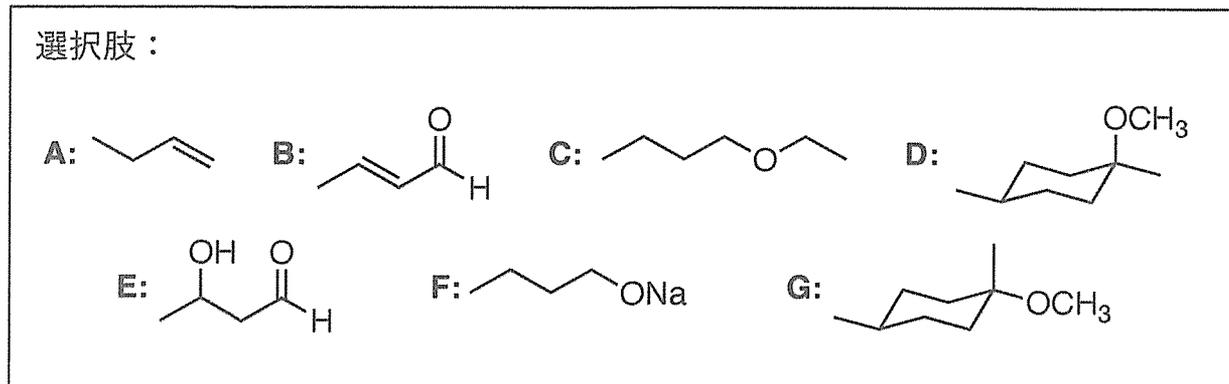
有機化学 I

[2 / 4 頁]

問題4 次の反応式の空欄に当てはまる化合物の構造式を化合物群から選び、答えなさい。



問題5 (1)~(4)の反応式にある1~7の空欄に適切な化合物の構造式を選択肢から選び、A~Gの記号で答えなさい。

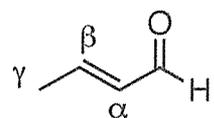


受験科目名
有機化学 I

[3 / 4 頁]

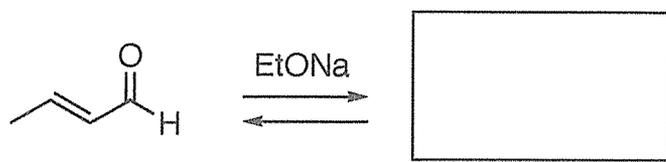


問題6 Crotonaldehyde の γ 炭素の水素原子はかなり酸性度が高い ($pK_a=20$)。以下の問いに答えなさい。



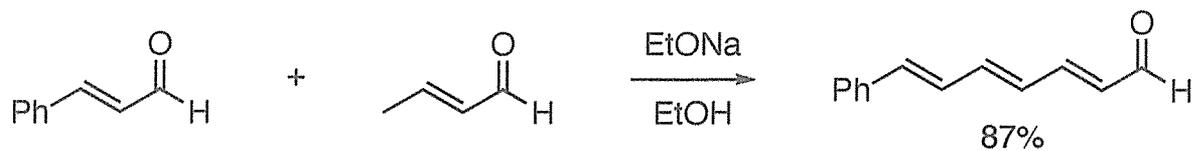
Crotonaldehyde

(1) Crotonaldehyde の共役塩基を描きなさい。またその共鳴構造を答えなさい。



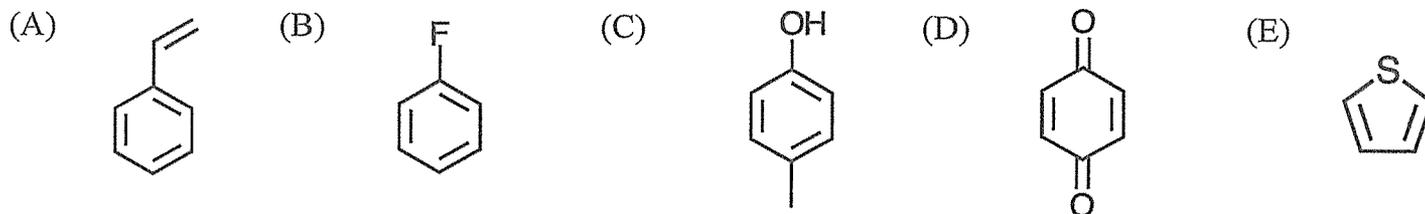
共鳴構造	
------	--

(2) 次の反応の機構を描きなさい。



受験科目名
有機化学 I

問題1 以下の化合物の名称を記せ。



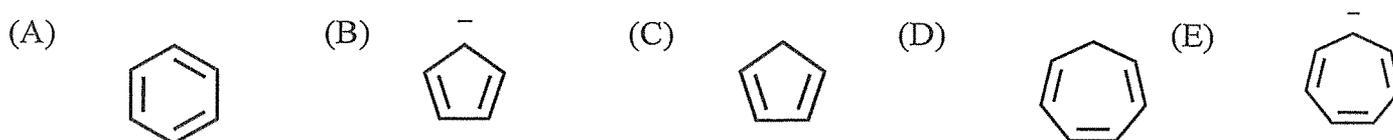
解答(A)	解答(B)	解答(C)	解答(D)	解答(E)
-------	-------	-------	-------	-------

問題2 以下の化合物の構造式を記せ。

(A) 3-Nitrophenol (B) 2-Ethylaniline (C) *p*-Xylene (D) 2-Hydroxybenzoic acid (E) Pyridine

解答(A)	解答(B)	解答(C)	解答(D)	解答(E)
-------	-------	-------	-------	-------

問題3 以下の化合物の中で芳香族であるものに○を付けよ。



解答(A)	解答(B)	解答(C)	解答(D)	解答(E)
-------	-------	-------	-------	-------

問題4 無水塩化アルミニウム存在下、ベンゼンに以下の化合物を反応させたとき得られる生成物の構造式と名称を記せ。



(A)構造式	(B)構造式	(C)構造式	(D)構造式
(A)名称	(B)名称	(C)名称	(D)名称

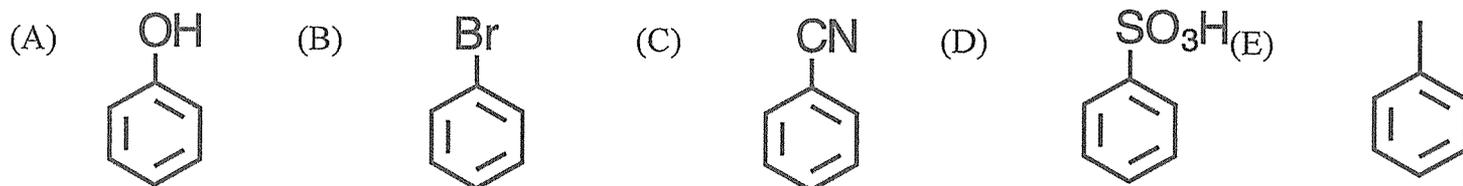
受験科目名

有機化学Ⅱ

{ 1 / 2 頁 }

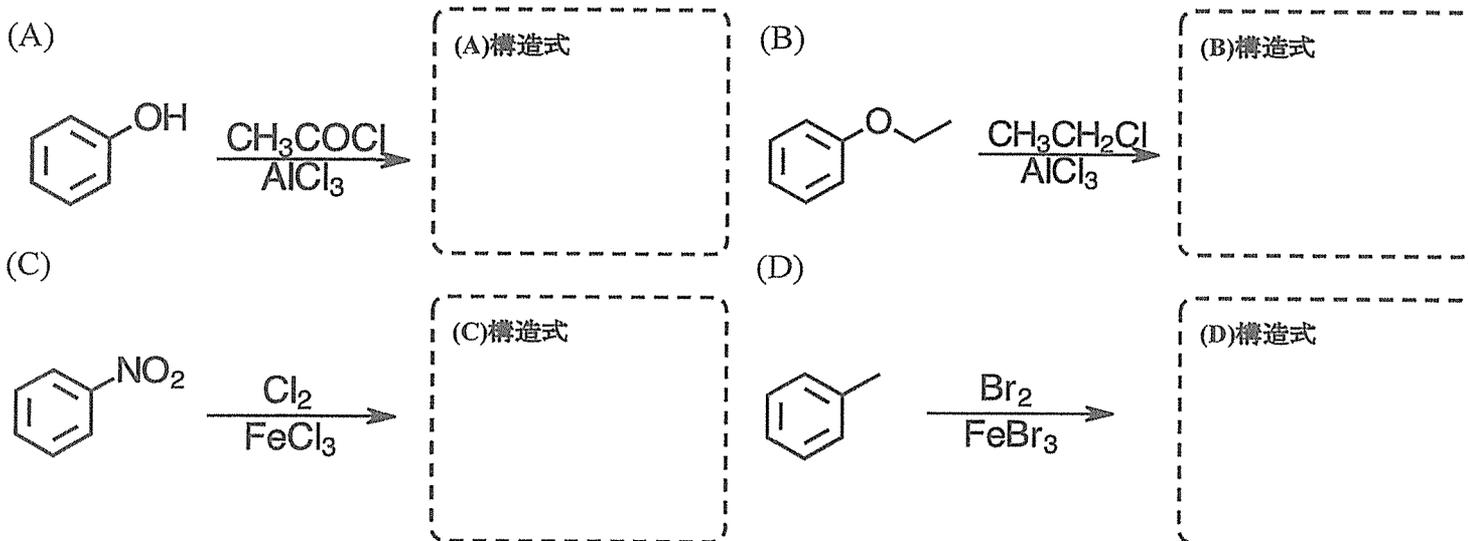
--

問題5 次の化合物の置換基の中でベンゼン環を活性化する置換基を全て挙げ解答欄に○を付けよ。

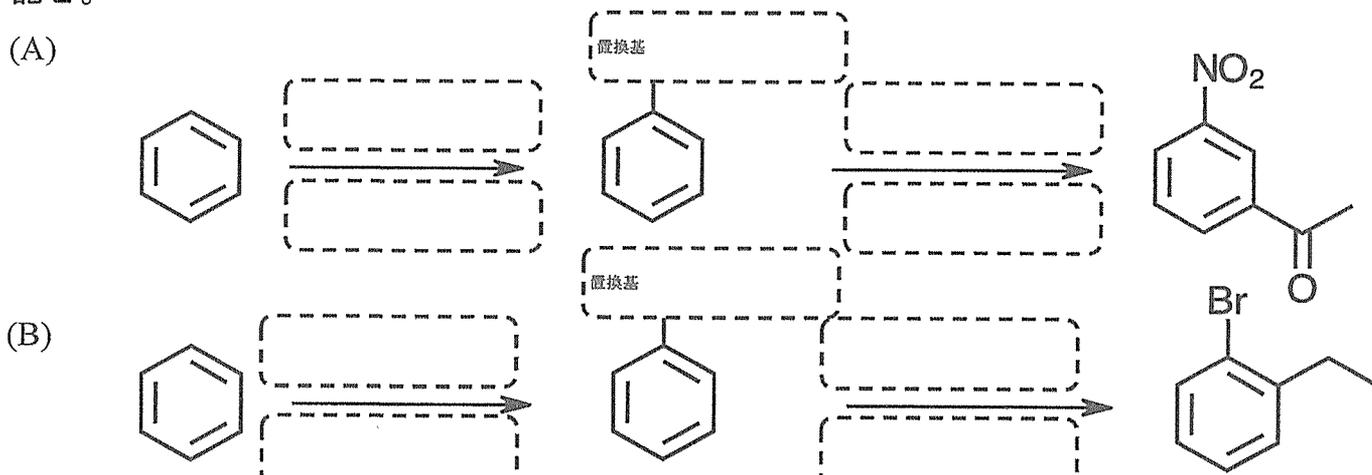


解答(A)	解答(B)	解答(C)	解答(D)	解答(E)
-------	-------	-------	-------	-------

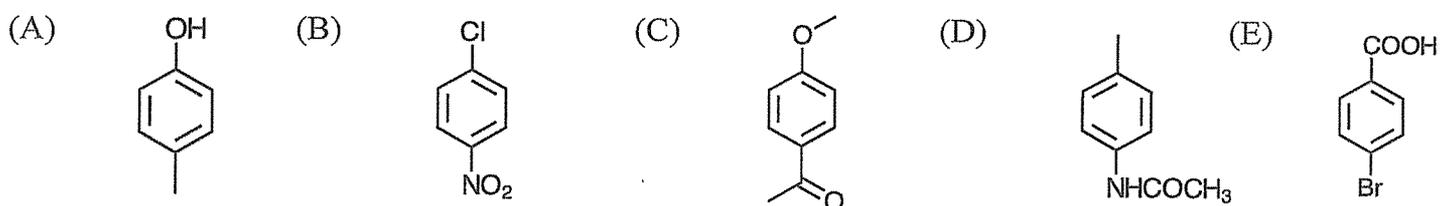
問題6 次の反応式の生成物の構造式を記せ。



問題7 以下の反応原料から目的生成物を得るための反応式の空欄に適切な語句または置換基を記せ。



問題8 以下の化合物をニトロ化する場合、ニトロ基はベンゼン環のどの位置に置換するか？置換する部位を矢印で一カ所記せ。

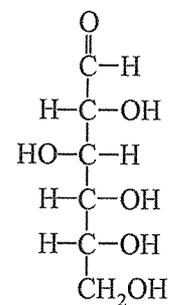


受験科目名
有機化学Ⅱ

--

問題1 D-グルコースに関する記述を読み、以下の設問に答えなさい。

D-グルコースは、 $C_6H_{12}O_6$ の分子式で示されるアルドースであり、生体内に広く存在する糖質の中で最も重要な単糖のひとつである。①Fischer 投影式を用いると、直鎖状の D-グルコースは右図のように描くことができる。また、分子内にカルボニル基と水酸基を含むため、水溶液中においてヘミアセタールを形成し、②環状グルコースを与える。D-グルコースが他の化合物と結合する際には結合様式の違いが生成する化合物の物性に大きな影響をおよぼす。例えば、②分子の D-グルコースが結合したマルトースとセロビオースは同じ分子式で表されるが化学的性質は異なる。



Fischer投影式による直鎖状 D-グルコース(直鎖状)の構造

(1) 糖の D 体と L 体はどのように決定されるか。基準となるトリオースの構造を示したうえで説明しなさい。

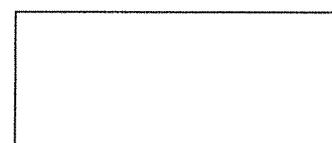
(2) 下線部①に関連して、 $C_4H_8O_4$ の分子式で与えられるアルドースの Fischer 投影式を全て示し、それぞれの構造について D 体か L 体かを判定しなさい。

(3) 下線部②に関連して、環状 D-グルコース形成時に新たに α 体と β 体の異性体が存在する。この異性体の関係を特に何と呼ぶか答えなさい。

<問題 1 は次頁に続く>

受験科目名
生物化学

{ 1 / 4 頁 }



(4) 下線部②に関連して、D-グルコース溶液の比旋光度 $[\alpha]_D$ が $+52.7^\circ$ であったとき、水溶液中の α 体と β 体の存在比 (α 体 / β 体) を有効数字 3 桁で求めなさい。ただし、水溶液中で D - グルコースは α 体と β 体のみが存在すると仮定し (直鎖状は存在しないと仮定)、 α 体と β 体の比旋光度 $[\alpha]_D$ はそれぞれ $+18.7^\circ$ と $+112.2^\circ$ する。

(5) (4)の設問において、 α 体と β 体の存在量が等量であれば存在比 (α 体 / β 体) は 1.00 となるはずであるが、結果は異なる。このことは α 体と β 体のうちどちらかの異性体が水溶液中でより安定であることを示している。水溶液中における環状 D-グルコースのうち α 体と β 体のどちらがより安定かについて簡潔な理由を含めて答えなさい。

(6) 下線部③に関連して、セロビオースは 2 分子の β -D-グルコース同士が $\beta 1 \rightarrow 4$ グリコシド結合を介して結合している。セロビオースの構造式を描きなさい。

問題 2 以下の説明文中の (ア) ~ (エ) にあてはまる語句や数字を記しなさい。

代表的な RNA として (ア)、リボソーム RNA、(イ) が挙げられる。(ア) は DNA からの (ウ) により合成されたもので、タンパク質のアミノ酸配列に関する情報を有している。タンパク質のアミノ酸配列情報は (エ) 塩基配列からなるコドン単位として構成されている。そして、(イ) が塩基配列からアミノ酸に翻訳するアダプターとして働いている。

ア _____

イ _____

ウ _____

エ _____

受験科目名
生物化学

[2 / 4 頁]

--

問題3 アミノ酸とタンパク質の構造に関する記述を読み、以下の設問に答えなさい。

タンパク質は（ア）種類の①α-アミノ酸から構成されている。これらのアミノ酸の立体化学は不斉炭素をもたない（イ）以外、すべて（ウ）体である。タンパク質中のアミノ酸残基は（エ）結合により直列に結ばれており、この（エ）結合は②自由に回転できず平面性を有する。そして、この平面性がタンパク質中に見いだされる独自の局所構造である③二次構造の形成に大きく寄与している。タンパク質の構造は階層性を有し、一次構造、二次構造、三次構造、四次構造というレベルで理解されている。生体内で活躍する多くのタンパク質は水溶性タンパク質として知られているが、水溶液中での三次構造や四次構造のような高次構造形成のためには、水素結合や静電相互作用とともに（オ）相互作用が重要となる。水溶性タンパク質の内部は、ほとんど（オ）の残基を持つアミノ酸で構成され、水分子が排除された環境になっている。そして、水分子が排除された環境では④水素結合や静電相互作用が形成しやすくなり、高次構造が安定化する。

(1) 記述中の（ア）～（オ）にあてはまる語句やアミノ酸名、英数字を記しなさい。

ア _____ イ _____ ウ _____
エ _____ オ _____

(2) 下線部①に関連して、「α-アミノ酸」とはどのようなアミノ酸であるか説明しなさい。

(3) 下線部②に関連して、（エ）結合が自由に回転できず平面性を有する理由を説明しなさい。

(4) 下線部③に関連して、代表的な二次構造であるα-ヘリックス構造の特徴を「水素結合」というキーワードを用いて説明しなさい。

(5) 下線部④に関連して、高次構造の安定化要因として水素結合や静電相互作用のような非共有結合のほかに、あるアミノ酸残基の側鎖間で形成される共有結合が挙げられる。この共有結合の名称を答えるとともに、寄与するアミノ酸の名称を答えなさい。

共有結合の名称： _____

寄与するアミノ酸の名称： _____

受験科目名
生物化学



問題4 グルコース代謝について、以下の設問に答えなさい。

(1) グルコースは血液から細胞に入ると、グルコース 6-リン酸に変換される。変換されたグルコース 6-リン酸が出発物質となる代謝経路は解糖系以外に2つ存在するが、これら2つの代謝経路の名称を答えなさい。

代謝過程の名称①: _____

代謝過程の名称②: _____

(2) 解糖系において、グルコース1分子から、正味で何分子のATPが生成されるか答えなさい。

(3) 解糖系において、グルコース1分子から最終産物として2分子生成され、好気条件下でアセチル-CoAに変換される化合物Aの名称を答え、その構造式を記しなさい。

化合物Aの名称: _____

構造式:

(4) (3)の設問における化合物Aは、嫌気条件下では、解糖系の継続に必要な化合物Bを生産する。このような嫌気条件下で行われる代謝過程の名称と、化合物Bの名称を答えなさい。

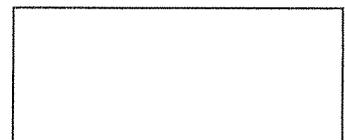
代謝過程の名称: _____

化合物Bの名称: _____

受験科目名

生物化学

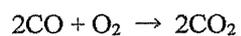
[4 / 4 頁]



問題 1 次の組成を持つ混合ガスを 40%過剰空気で燃焼させたとき、次の問いに答えよ。ただし、この混合ガスの全量は 50 kmol とする。

混合ガス組成：プロパン 80 mol%，一酸化炭素 10 mol%，酸素 5.0 mol%，窒素 5.0 mol%

反応式： $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$



- (1) 反応式を参考にして CO_2 および H_2O の生成量[kmol]を求めよ。
- (2) この燃焼に必要な酸素量[kmol]および実際に供給すべき酸素量[kmol] (混合ガス中の酸素量を除く) を求めよ。
- (3) 40%過剰空気によって供給された酸素量[kmol]および過剰な酸素量[kmol]を求めよ。
- (4) 供給された窒素量[kmol]および燃焼炉から排出される全窒素量[kmol] (混合ガス中の窒素量を加える) を求めよ。ただし、空気中の酸素と窒素の割合を 21 : 79 とする。

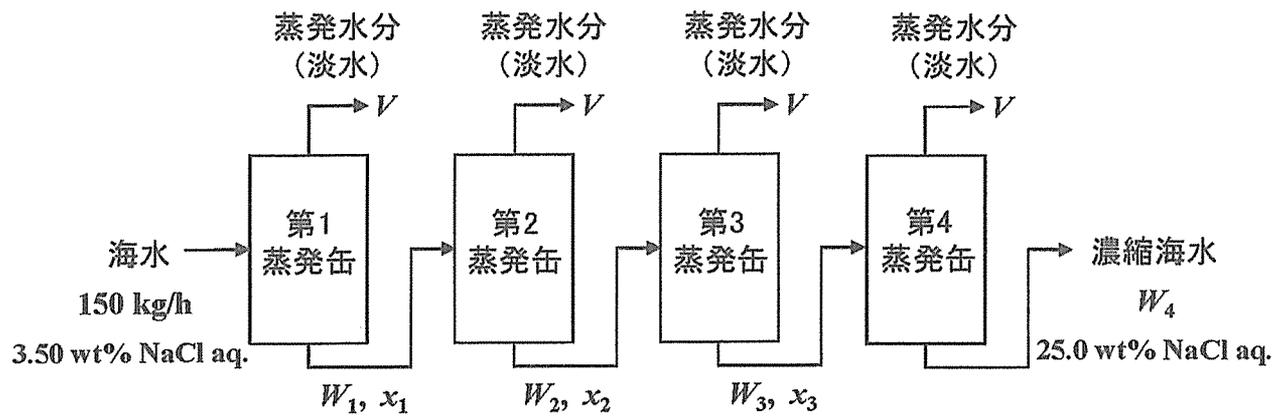
問題 2 30.0 mol%の低沸点成分 A, 70.0 mol%の高沸点成分 B からなる 2 成分系混合溶液を毎時 50 kmol で連続蒸留塔に供給し、塔頂から 95.0 mol%の成分 A 含む製品 (留出液) を、塔底から 95.0 mol%の成分 B を含む製品 (缶出液) を得たい。原料は 40%が沸騰状態の液となるよう供給し、還流比を 4 とするとき、次の問いに答えよ。

- (1) 留出液量[kmol/h]および缶出液量[kmol/h]を求めよ。
- (2) 濃縮部の液量[kmol/h]および蒸気量[kmol/h], 回収部の液量[kmol/h]および蒸気量[kmol/h]を求めよ。
- (3) 濃縮部および回収部の操作線を式で示せ。

受験科目名
化学工学



問題3 塩分濃度 3.50wt%の海水から、4段の連結された蒸発缶によって淡水を得ると同時に、25.0wt%の濃縮海水を得たい。海水中の塩分はすべて NaCl であるとみなし、各蒸発缶の蒸発水分量は等しいとして次の問いに答えよ。ただし、供給される海水の総量は 150 kg/h とする。



- (1) 1日 (24 h) 運転して得られる淡水 (4つの蒸発缶から得られる蒸発水分量の合計) は何 kg かを求めよ。
- (2) 24 h 運転して得られる 25.0wt%の濃縮海水は何 kg かを求めよ。
- (3) 第2段および第3段の1時間あたりの濃縮液量はそれぞれ何 kg かを求めよ。
- (4) 第2段および第3段の出口溶液の濃度はそれぞれ何 wt%かを求めよ。

受験科目名
化学工学

