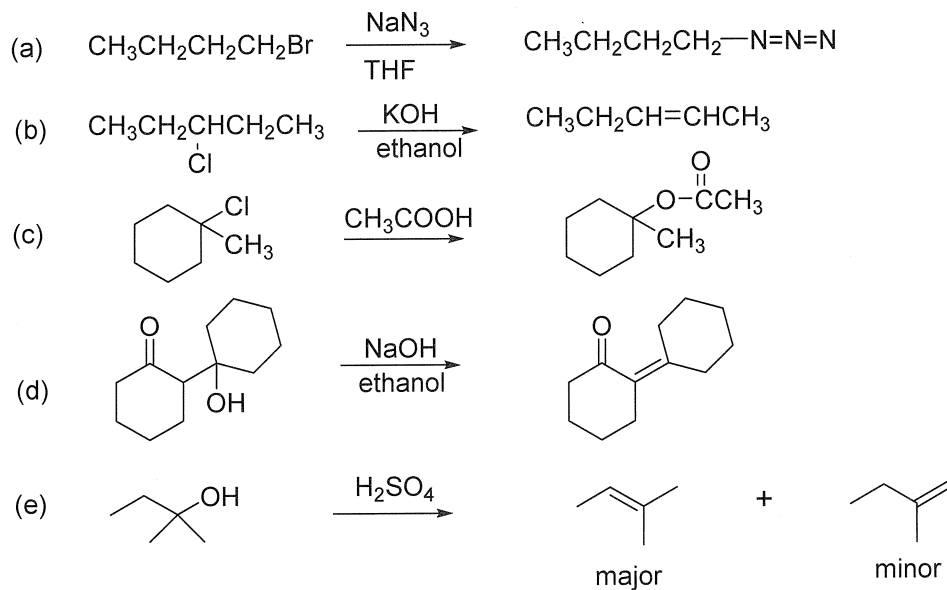


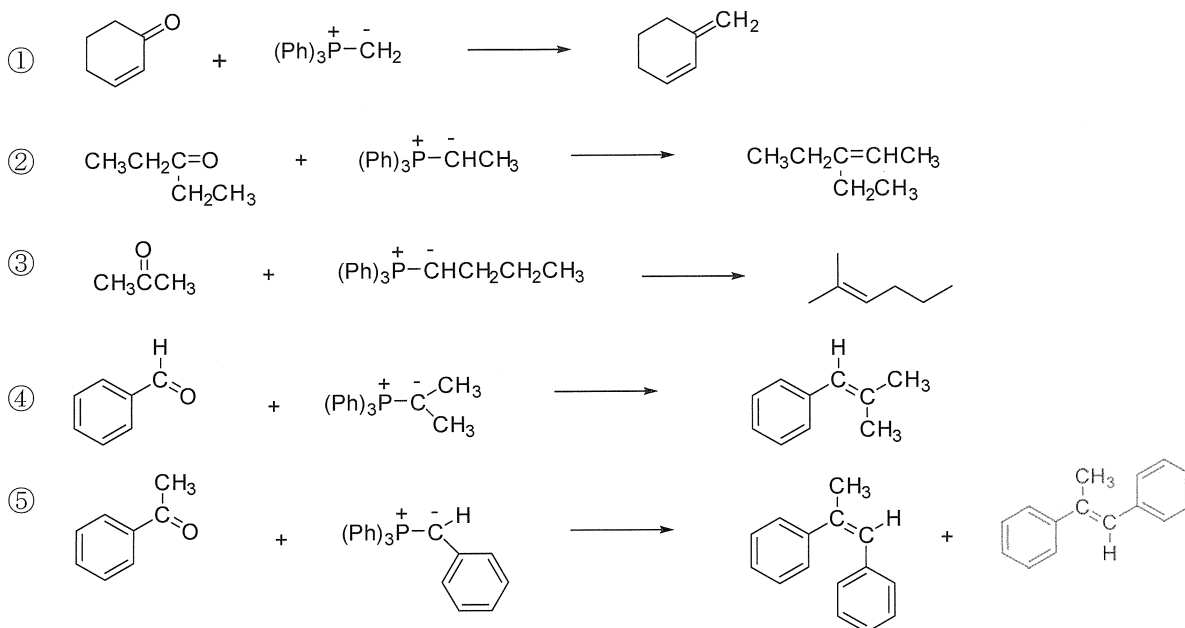
Ⅲ 次の35問題のうち25問を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ-1 下記反応に対する反応機構で最も適切な組合せはどれか。

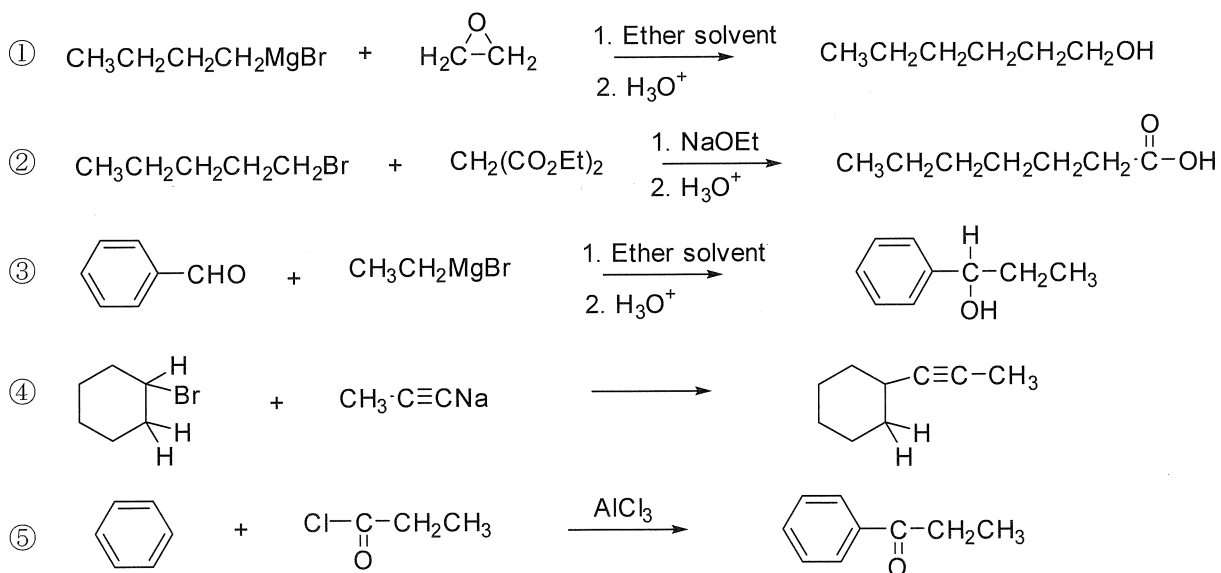


	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>	<u>d</u>	<u>e</u>
①	S _N 1	E1	S _N 2	E1cB	E2
②	S _N 2	E2	S _N 1	E1cB	E1
③	S _N 1	E2	S _N 1	E1	E2
④	S _N 2	E1cB	S _N 2	E2	E1
⑤	S _N 1	E1	S _N 2	E2	E1cB

Ⅲ－２ Wittig 反応を用いてアルケンを合成する下記反応において、下記の①～⑤の選択肢の中で、最も反応が進みにくいものはどれか。



Ⅲ－３ C-C結合を形成して有機化合物の炭素骨格を伸ばす下記反応において、下記の①～⑤の選択肢の中で、最も反応が進みにくいものはどれか。

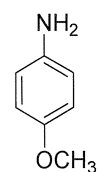
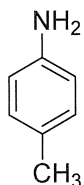
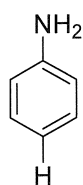


Ⅲ－４ エタン，エチレン，及びベンゼン中の炭素－炭素結合の長さの順序として，最も適切なものはどれか。

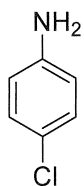
- ① エチレン < ベンゼン < エタン
- ② エチレン < エタン < ベンゼン
- ③ ベンゼン < エチレン < エタン
- ④ エタン < ベンゼン < エチレン
- ⑤ エタン < エチレン < ベンゼン

Ⅲ－５ アミンの塩基性を水中25℃で測定したとき，次のうち最も塩基性の強いものはどれか。

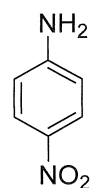
- ① アニリン
- ② *p*-メチルアニリン
- ③ *p*-メトキシアニリン



- ④ *p*-クロルアニリン



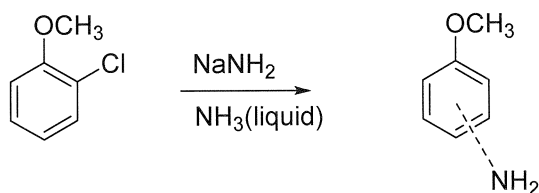
- ⑤ *p*-ニトロアニリン



Ⅲ－6 赤外分光法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 赤外スペクトルを測定すれば、その分子の中にどんな種類の結合（官能基）が存在するかわかる。
- ② $4000\sim 2500\text{cm}^{-1}$ の領域はN-H, O-H, C-H単結合に基づく吸収に相当している。
- ③ $2500\sim 2000\text{cm}^{-1}$ の領域は三重結合の伸縮が起こる所であり、 $\text{C}\equiv\text{N}$ と $\text{C}\equiv\text{C}$ がここに吸収を示す。
- ④ 強い水素結合を形成しているとその結合の吸収帯の幅は広がる。
- ⑤ 結合の双極子モーメントが大きいと赤外スペクトルの吸収帯の強度は弱くなる。

Ⅲ－7 *o*-クロロアニソールを液体アンモニア中で、ナトリウムアミドと反応させたとき、ベンザイン中間体を経てアニシジン（アミノアニソール）を生成するが、主として得られるものは次のうちのどれか。



- ① *o*-アニシジン
- ② *p*-アニシジン
- ③ *m*-アニシジン
- ④ *p*-アニシジンと*m*-アニシジンの混合物
- ⑤ *o*-アニシジンと*p*-アニシジンの混合物

Ⅲ－8 我が国の一次エネルギー供給構造（2017年度統計）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 一次エネルギー総供給に占める石油の割合は40%以下である。
- ② 一次エネルギー総供給に占める石炭の割合は30%以上である。
- ③ 一次エネルギー総供給に占める天然ガスの割合は20%以上である。
- ④ 一次エネルギー総供給に占める再生可能エネルギー（含む水力）の割合は10%以上である。
- ⑤ 一次エネルギー総供給に占める原子力の割合は5%以下である。

Ⅲ－9 石油製品に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 石油製品は、消防法において危険物第四類（引火性液体）に分類されており、灯油と軽油は第二石油類、重油は第三石油類となっている。
- ② 石油製品の引火点試験方法は密閉式と開放式に大別できるが、同一試料を両者で測定した場合、一般的に開放式の方が高い値を示す。
- ③ 石油製品の自然着火温度はガソリンよりも重油の方が低い。
- ④ 石油製品の蒸気密度は、いずれも空気より大きい。
- ⑤ 灯油と軽油は水より軽い、重油は水より重い。

Ⅲ－10 次のうち、原油の常圧蒸留工程で留分として得られないものはどれか。

- ① 液化石油ガス
- ② 灯油
- ③ 軽油
- ④ 潤滑油
- ⑤ ナフサ

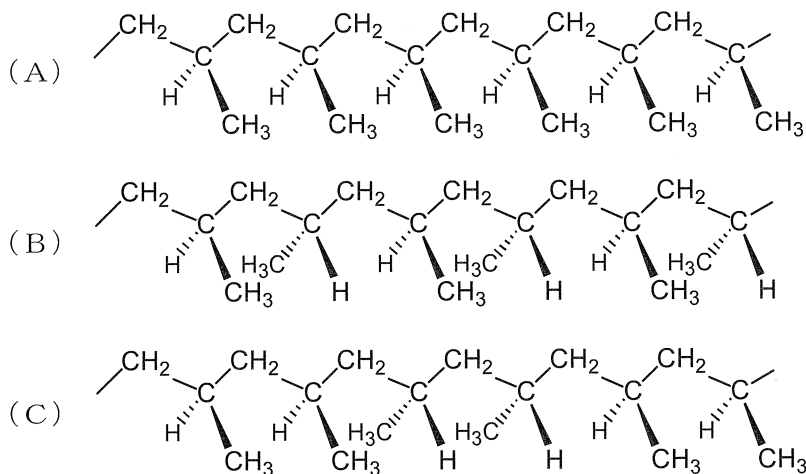
Ⅲ－11 石油製品の自動車ガソリンに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 自動車ガソリンは、自動車用圧縮着火式内燃機関に用いる燃料で、そのほか農業用、林業用等の同様な内燃機関にも広く使用される。
- ② 自動車ガソリンは、オクタン価の違いによって、プレミアムガソリン（オクタン価96以上）とレギュラーガソリン（オクタン価89以上）に分類されている。
- ③ 炭化水素化合物の構造とオクタン価の関係で、芳香族系炭化水素はオクタン価が最も高く、ほとんどの場合100以上のオクタン価を示す。
- ④ 自動車ガソリン中のベンゼンは、環境の面から1体積%以下に規制されている。
- ⑤ 自動車ガソリン中の硫黄分JIS規格は、10質量ppm以下まで段階的に低減された。10質量ppm以下は、「サルファーフリー」と呼ばれている。

Ⅲ－12 自動車用エンジンオイルに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

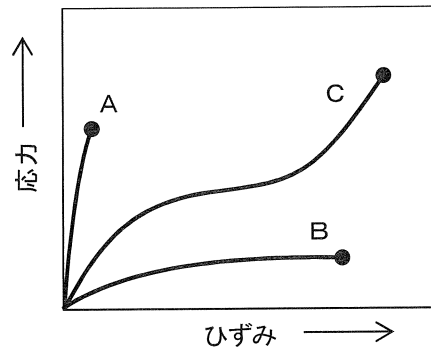
- ① 油膜によって酸素や水の付着から部品を守り錆びないようにする防錆作用がある。
- ② 摩擦を減らして部品同士のすべりをよくし、運動効率を高める潤滑作用がある。
- ③ オイルフィルターの熱を奪い、オーバーヒートを防ぐ冷却作用がある。
- ④ 各部品の運動によって生まれた金属片や異物などのゴミを洗い流す洗浄作用がある。
- ⑤ ピストンとシリンダー内壁の隙間を埋め、混合気がシリンダー下部に漏れないようにする気密作用がある。

Ⅲ-15 下図はポリプロピレンの立体構造を示しており、太線は紙面から手前側、点線は紙面の奥側に結合があることを意味している。次の記述のうち、最も適切なものはどれか。



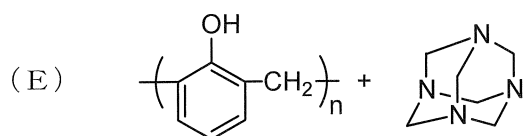
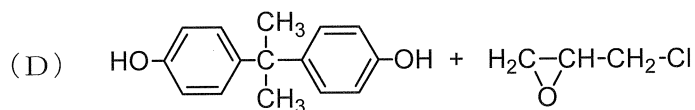
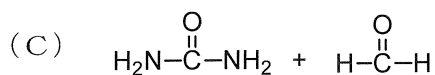
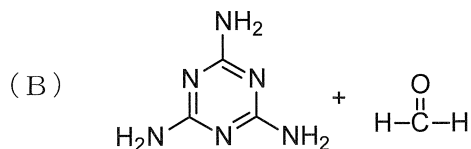
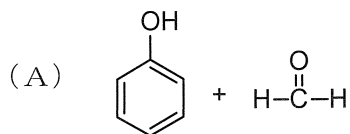
- ① Aはイソタクチック構造を示している。
- ② Aはシンジオタクチック構造を示している。
- ③ Bはアタクチック構造を示している。
- ④ Bはヘテロタクチック構造を示している。
- ⑤ Cはシンジオタクチック構造を示している。

Ⅲ-16 ある高分子の試験片A, B, Cを一定速度で伸長しながら応力を測定したところ、下図のような応力-ひずみ曲線が得られた。それぞれの曲線の右端●は破断点を示している。これについて次の記述のうち、最も適切なものはどれか。



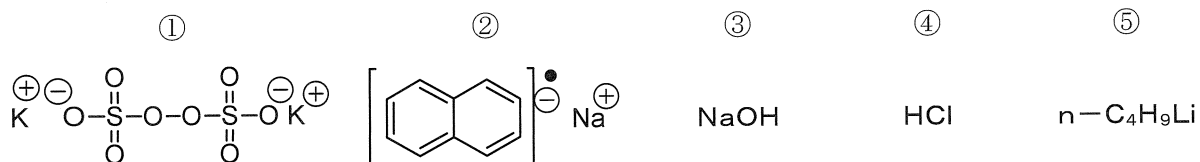
- ① 破断点の横軸の値を破断応力という。
- ② 破断点の縦軸の値を破断ひずみという。
- ③ AはBよりも弾性率が低い材料である。
- ④ BはAよりも硬い材料である。
- ⑤ CはBよりも変形に要する仕事大きい。

Ⅲ-17 次の化合物を用いた付加縮合 (A) ~ (E) に関する記述のうち、最も適切なものはどれか。

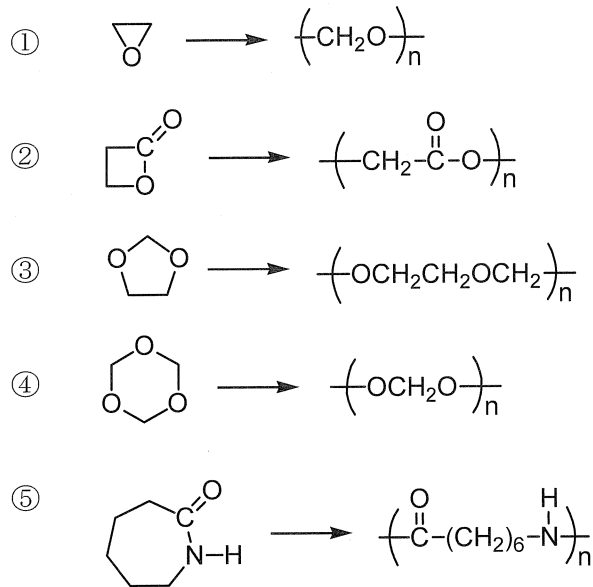


- ① Aの反応からウレア樹脂が生成する。
- ② Bの反応からメラミン樹脂が生成する。
- ③ Cの反応からノボラック樹脂が生成する。
- ④ Dの反応からフェノール樹脂が生成する。
- ⑤ Eの反応からウレタン樹脂が生成する。

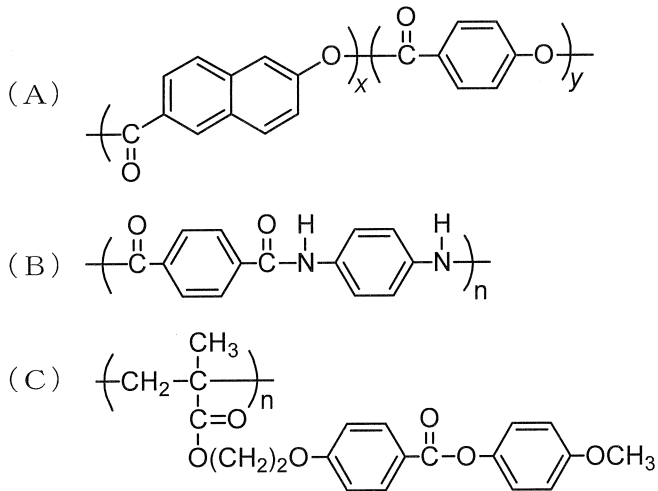
Ⅲ-18 以下の化合物のうち、ラジカル重合の開始剤として作用するのはどれか。



Ⅲ-19 次の開環重合により生成するポリマーの化学式を最も適切に記述しているものはどれか。



Ⅲ-20 次の (A) ~ (C) の液晶性高分子に関する①~⑤の記述のうち、誤っているものはどれか。



- ① (A) は主鎖型液晶ポリマーに分類される。
- ② (B) はサーモトロピック液晶ポリマーに分類される。
- ③ (B) は溶液中で液晶性を発現し、高強度・高弾性率の繊維として用いられる。
- ④ (C) は側鎖型液晶ポリマーに分類される。
- ⑤ (A) は非直線性分子を結合することで融点が下がるように工夫されている。

Ⅲ-21 次の記述の(ア)～(オ)の【 】内の語句A, Bから適切なものを選び, それらの組合せとして最もふさわしいものはどれか。

SiやGeは共有結合性の結晶であり, (ア)【A:ダイヤモンド型構造, B:閃亜鉛鉱型構造】と呼ばれる結晶構造を持つ。これらの原子は, 最外殻にある電子が隣接する原子と(イ)【A: sp^2 混成軌道, B: sp^3 混成軌道】を形成して結合する。一方, グラファイトでは, 同一面内にある炭素原子が(ウ)【A: sp^2 混成軌道, B: sp^3 混成軌道】を形成して, 炭素六員環がつくられる。炭素六員環が積み重なっているグラファイトの構造において, 上下の層を結びつけているのは(エ)【A: ファンデルワールス力, B: イオン結合】である。通常, 隣接する層において, 炭素六員環の面内の相対位置は(オ)【A: 一致しない, B: 一致する】。

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	A	A	B	A	A
②	A	B	A	A	A
③	A	B	A	A	B
④	B	A	B	B	B
⑤	B	B	A	B	A

Ⅲ-22 無機物質は多くの分野で用いられている。無機物質とその応用の組合せとして, 最も不適切なものはどれか。

- ① 酸化チタン : 光触媒
- ② バリウムフェライト : 永久磁石
- ③ チタン酸バリウム : セラミックスはさみ
- ④ アルミナ : ICパッケージ
- ⑤ 安定化ジルコニア : 酸素センサー

Ⅲ－23 酸化アルミニウム（アルミナ）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① アルミナの工業的製造法はバイヤーによって考案された。
- ② 工業的製造では、水酸化ナトリウム溶液を用いて粉碎したボーキサイト原鉱を加圧下で加熱抽出する。
- ③ 工業的製造では中間生成物の水酸化アルミニウムを高温で焼成してアルミナとする。
- ④ アルミナの天然鉱物はコランダムと呼ばれ、含まれる不純物によりルビー、サファイア等となる。
- ⑤ ルビーやサファイアの単結晶はチョクラルスキー法を用いて人工的に製造される。

Ⅲ－24 薄膜形成技術の1つのCVD（Chemical Vapor Deposition）法に関する次の（A）～（E）の記述のうち、不適切なものの組合せはどれか。

- （A）CVD法とは、気相にある原料から、化学反応を伴って、分子、原子、イオン、ラジカルなどの化学種を基板に堆積させる成膜法の総称である。
- （B）CVD法は、化学反応を励起するためのエネルギー源によって、熱CVD、プラズマCVD、エピタキシャルCVD等と呼ばれる。
- （C）薄膜成長の際に基板付近だけを加熱する方式のCVDはホットウォールCVDと呼ばれる。
- （D）CVD法では、ガス原料を用いることから、高純度な成膜が可能である。
- （E）CVD法では、マスフローコントローラを用いることで組成制御性がよい成膜が可能である。

- ① A, B ② A, E ③ B, C ④ C, D ⑤ D, E

Ⅲ－25 レーザーに関する次の (A) ～ (E) の記述のうち、不適切なものの組合せはどれか。

- (A) レーザー光は、波長と位相が等しく、干渉する波の振幅が最小となる性質を持つ。
- (B) 白色光は、異なる波長の光が混在しているのでインコヒーレントである。
- (C) 自然放出とは、励起された原子が電磁場など外からの作用と無関係に光（電磁波）を放出して基底状態に戻ることである。
- (D) 励起状態にある原子やイオンの数が、基底状態にある数より多い分布を反転分布という。
- (E) 励起状態の系が入射光で刺激され、基底状態に戻る際に放出される光の波長は、入射光のエネルギーにより変化する。

- ① A, B ② A, E ③ B, C ④ C, D ⑤ D, E

Ⅲ－26 次の記述の下線部①～⑤に関して、最も不適切なものはどれか。

X線回折図形は物質の結晶構造を反映する。したがって、①標準物質のデータファイルと照合することで、物質を同定することができる。複数の結晶性物質が混合している場合、その構成比を推定することができる。また、結晶の格子面間隔を正確に測定することが可能で、結晶構造が既知であれば精密な格子定数を求めることができる。これを利用して、②固溶体の組成を決めることができる。

回折線の広がり測定することで、結晶性の良否を調べることができる。例えば、③多結晶体の構成粒子が微細だと、回折線の広がりから結晶子径を求めることができる。また、④繊維状の結晶粒子が配向した材料では、回折線により強度が変化することから、配向性を評価することはできない。

リートベルト (Rietveld) 法は、粉末試料の回折パターンを計算による回折パターンと比較して結晶構造を解析する手法で、⑤単結晶試料が得られない場合でも結晶構造が予想されていれば、構造を精密化できる。

Ⅲ－27 螢石型構造とその関連物質に関する次の(A)～(E)の記述のうち、不適切なもの組合せはどれか。

(A) 螢石(フッ化カルシウム： CaF_2)は、天然には産出しない。

(B) 螢石の結晶構造では、面心立方ブラベ格子の各格子点に3個のイオン(1個の Ca^{2+} と2個の F^-)が配置されており、単位格子当たり9個のイオンがある。

(C) 螢石型(MX_2 型)構造は、CsCl型(MX型)構造のMが一個おきに抜けた派生構造と考えることもできる。

(D) 純粋な ZrO_2 は室温で単斜晶系の歪んだ螢石型構造であるが、CaOなどを固溶させることで立方晶系の安定化ジルコニアが得られる。

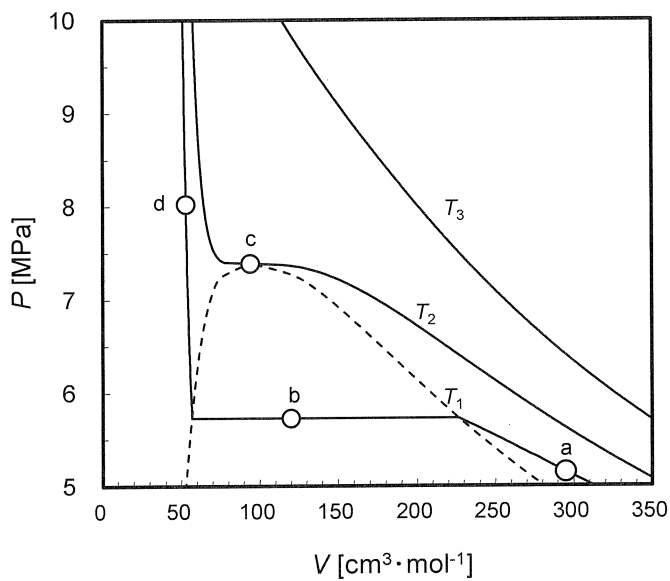
(E) ZrO_2 にCaOや Y_2O_3 を固溶させると、酸素位置に空孔が生成し、高温ではイオン半径が大きな O^{2-} が拡散でき、この現象を利用した燃料電池が開発されている。

- ① A, B ② A, E ③ B, C ④ C, D ⑤ D, E

Ⅲ-28 二酸化炭素の温度 $T_1=293.15\text{K}$, $T_2=304.15\text{K}$, $T_3=323.15\text{K}$ における等温線を下図に示す。($V[\text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}]$:モル容積, $P[\text{MPa}]$:圧力)

図中の a ~ d 点に関する次の (A) ~ (E) の記述のうち, 不適切なものの組合せはどれか。

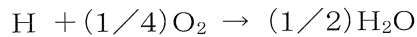
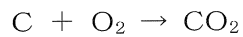
- (A) a 点 (V_a, P_a) では $\frac{P_a V_a}{RT_1} < 1$ である ($R=8.31\text{cm}^3\cdot\text{MPa}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$: 気体定数)。
- (B) b 点では気体と液体の二相状態にある。
- (C) b 点の圧力が温度 T_1 の蒸気圧である。
- (D) c 点は臨界点であり, 気体, 液体, 固体が共存する。
- (E) d 点は超臨界状態なので, 圧縮には大きな圧力変化が必要である。



二酸化炭素の等温線

- ① A, C ② B, D ③ A, D ④ C, E ⑤ D, E

Ⅲ-29 ある燃料油の組成は炭素90wt%，水素10wt%である。この燃料油に理論空気量の1.5倍の空気を供給し完全燃焼させたとき，水蒸気を除く燃焼ガス中の二酸化炭素濃度に最も近い値はどれか。燃焼ガスは0℃，101.3 kPaの条件下にあり，反応は次式による。



ただし，空気中の酸素濃度，窒素濃度はそれぞれ21.0 vol%，79.0 vol%とし，各元素の原子量は，H=1，C=12，O=16とする。

- ① 7% ② 9% ③ 11% ④ 13% ⑤ 15%

Ⅲ-30 翼直径 d_1 [m]の小型攪拌槽(1)から翼直径 d_2 [m]の大型攪拌槽(2)に幾何学的相似を保って， (d_2/d_1) 倍にスケールアップする。この際，翼回転数 n_1 [s⁻¹]も大型攪拌槽の翼回転数 n_2 [s⁻¹]に (n_2/n_1) 倍するが，その大きさはスケールアップの基準により異なる。スケールアップの基準を次の①～⑤の変数量を一定にすることとしたとき， (n_2/n_1) が最も小さいのは，どの変数量を一定とした場合か。

なお，記号の意味は次のとおりである。 n ：翼回転数， d ：翼直径， μ ：流体粘度， g ：重力加速度， ρ ：流体密度， Np ：動力数， π ：円周率

- ① 翼回転数： n
② 攪拌レイノルズ数： $\rho n d^2 / \mu$
③ フルード数： $n^2 d / g$
④ 単位容積当たりの所要動力： $Np \rho n^3 d^2$
⑤ 翼先端速度： $\pi n d$

Ⅲ－31 メタンから水素を作る改質炉では、原料メタンの改質反応の反応熱を、熱源メタンの燃焼熱で補給して、所定の反応温度を保つ。

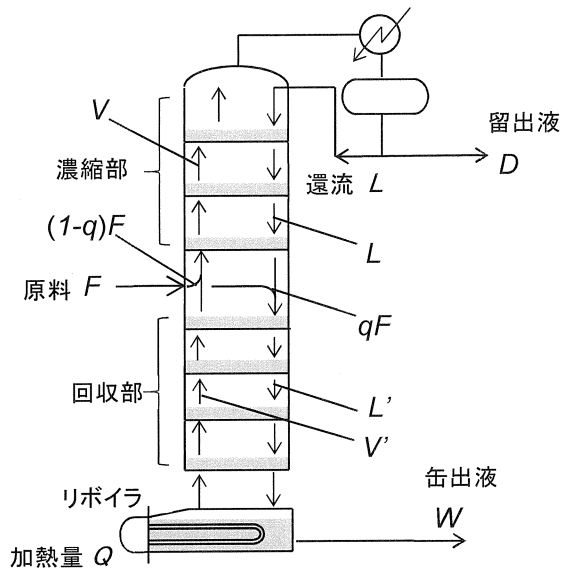


以下の各成分の標準生成エンタルピー $\Delta_f H^\circ$ から推算して、原料メタン1.0molに対して必要な熱源メタンの量として最も近い値はどれか。

ガス種	$\text{CH}_4(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{CO}(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$
$\Delta_f H^\circ$ [$\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$]	-74.8	-241.8	-110.5	0	0	-393.5

- ① 1.0mol ② 0.75mol ③ 0.50mol ④ 0.25mol ⑤ 0.10mol

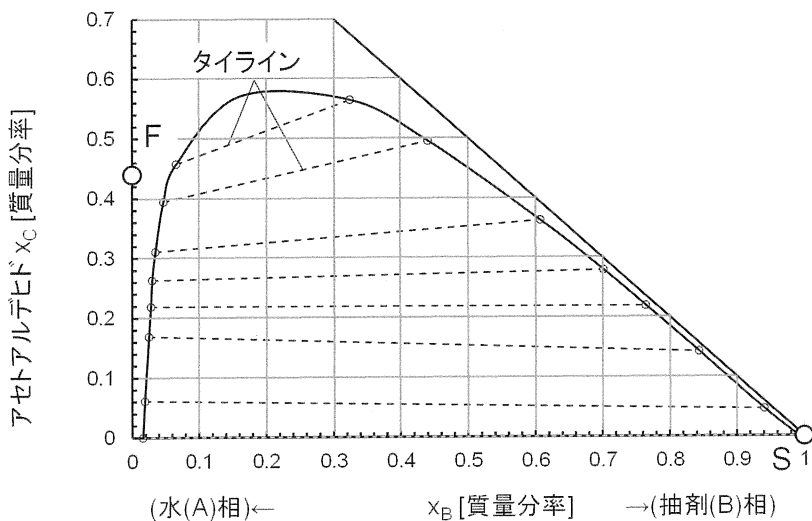
Ⅲ-32 下図に段型連続蒸留塔内部の気液流れ等を示す。 F : 原料, D : 留出液, W : 缶出液, V : 濃縮部蒸気流量, L : 濃縮部液流量, L' : 回収部液流量, V' : 回収部蒸気流量で, これら流量は $[\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}]$ 単位である。 q [-]は供給原料の液割合である。 Q [W]はリボイラの加熱量であり, 回収部蒸気流量 V' は Q に比例する。 $F=1\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$, $q=0.5$, $D=0.3\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$ の条件で操作するとき, 還流比 $R=2$ から還流比 $R=6$ に変えるために, Q は何倍にするべきか, 次のうち最も適切なものはどれか。



蒸留塔内部の流れ

- ① 2倍 ② 2.5倍 ③ 3倍 ④ 4倍 ⑤ 5倍

Ⅲ-33 下図はアセトアルデヒド (C) -水 (A) -抽剤 (B) の液液平衡を示す三角図である。図中の破線はタイラインである。いま0.44質量分率のアセトアルデヒド水溶液 $F=100$ kgから抽剤 $S=100$ kgを用いてアセトアルデヒドの単抽出をおこなう。両者を混合して、混合液 M [kg]とした後、静置して抽出液 E [kg]と抽残液 R [kg]に分ける。この単抽出操作における R [kg]と E [kg]の比 ($R:E$)はどうか、最も適切なものを選び。



液液平衡の三角図

- ① 25 : 75 ② 35 : 65 ③ 45 : 55 ④ 55 : 45 ⑤ 65 : 35

Ⅲ-34 内径19.8 mm×外径22.2 mmの内管を設置した二重管型熱交換器において、環状部に150℃の熱媒油を流量1.0 kg・s⁻¹で流し、内管部を流量0.5 kg・s⁻¹で流れる90℃の水を120℃まで温めたい。流体を向流で流した場合に必要な伝熱管長さはいくらか。次の値のうち最も近いものを選び。

ただし、熱媒油と水の比熱はそれぞれ2.1 kJ・kg⁻¹・K⁻¹及び4.2 kJ・kg⁻¹・K⁻¹で、外径基準の総括伝熱係数は $U = 540$ W・m⁻²・K⁻¹とする。また、熱交換器内部の流体温度差平均値 ΔT_m は両端の流体温度差 ΔT_1 と ΔT_2 の相加平均として算出してよい。

- ① 20m ② 27m ③ 48m ④ 56m ⑤ 67m

Ⅲ-35 反応速度定数 k と絶対温度 T との関係がArrheniusの式：

$$k = A \exp(-E/RT)$$

で表される。50℃における1次反応の反応速度定数は $k_{50} = 0.0425 \text{ min}^{-1}$ 、活性化エネルギーが $80.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ であった。100℃における1次反応の反応速度定数 k_{100} は50℃の反応速度定数 k_{50} に比べておよそ何倍となるか。ただし、 E は活性化エネルギー、 $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $e = 2.72$ とする。

- ① 55倍 ② 32倍 ③ 11倍 ④ 5倍 ⑤ 2倍