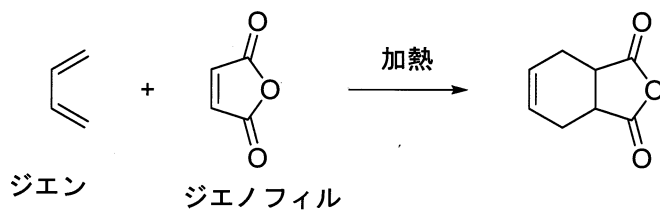


Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ-1 有機化合物に対する還元反応についての次の記述のうち、適切なものはどれか。

- ① 水素化ホウ素ナトリウム NaBH_4 を用いて水あるいはアルコール溶液中でカルボン酸を第一級アルコールに還元することができる。
- ② 水素化リチウムアルミニウム LiAlH_4 は強力な還元剤であり、エステルは第一級アルコールまで還元される。これに対して水素化ジイソブチルアルミニウム (DIBAL) を用いるとエステル基は部分的に還元されてアルデヒドで反応が止まり、実験室規模でアルデヒドを合成する重要な反応となっている。
- ③ アルキンは金属触媒上で H_2 を付加させることによりアルカンに還元されるが、触媒として活性が弱いLindlar触媒を用いると水素化をアルケンの段階で止めることができる。水素化はシン立体化学で起こり *trans*-アルケンを与える。
- ④ LiAlH_4 のような金属水素化物によるカルボニル基の還元反応機構は、カルボニル基の正に分極した求電子的な炭素原子に求核的なプロトン H^+ が付加することによって起こる。
- ⑤ アルデヒド又はケトンに KOH の存在下にヒドラジン H_2NNH_2 で処理すると、アルカンに変換することができる。この反応はClemmensen還元と呼ばれる。

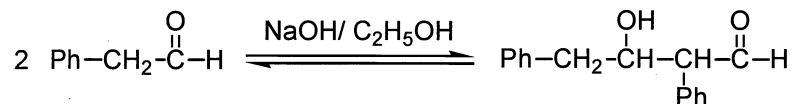
Ⅲ－２ Diels－Alder付加環化反応に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。



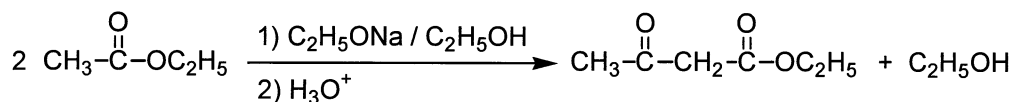
- ① 反応の立体化学の特徴として、ジエンとジエノフィルがエキソ体でなく、エンド体を与えるように配列する。
- ② 反応は環状の遷移状態を経由して進行し、すべての結合の変化が多段階に起こり、中間体を生成する。
- ③ 例として示した上記反応は、室温か又はそれより少し高い温度で進行し、立体特異的にトランス二置換シクロヘキセンのみを与える。
- ④ $[4+2]$ π 電子の反応と同様に、2つのアルケン間の $[2+2]$ 付加も熱反応により進行する。
- ⑤ 反応は、アルケン成分（ジエノフィル）に電子供与基があると速く起こる。

Ⅲ-3 カルボニル縮合反応に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。(Rはアルキル基, Phはフェニル基を意味する。)

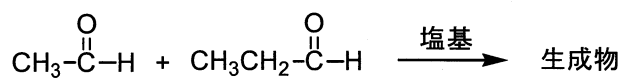
① 次のアルドール反応によりβ-ヒドロキシアルデヒドが生成する。



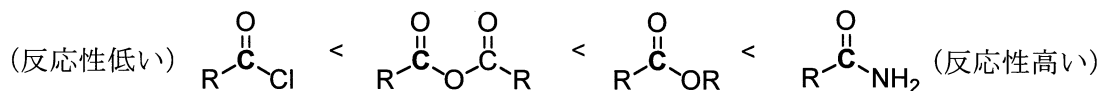
② 次のClaisen縮合によりβ-ケトエステルが生成する。



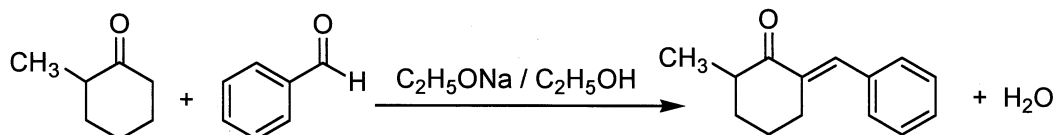
③ 次の混合アルドール反応では複数の生成物からなる混合物を与える。



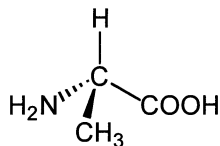
④ カルボニル基の求核試薬に対する反応性は次のとおりである。



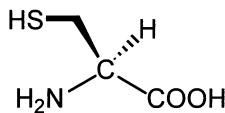
⑤ 次の混合アルドール反応では混合物ではなく、単一の生成物を与える。



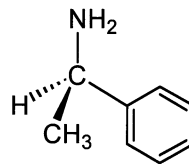
Ⅲ-4 次の4つの化合物 (A) ~ (D) のうち、キラル中心が *S* 配置の化合物の組合せとして、最も適切なものはどれか。



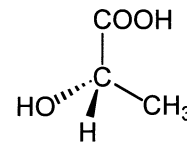
(A)



(B)



(C)

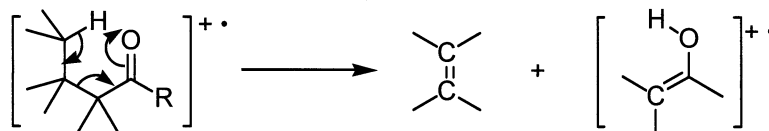


(D)

- ① A, B ② A, C ③ A, D ④ B, C ⑤ B, D

Ⅲ-5 有機化合物の構造決定に関する以下の記述 (A) ~ (E) のうち、正しいものの組合せはどれか。

(A) カルボニル基から3原子離れた炭素上に水素を持つアルデヒドやケトンは、次のようなMcLafferty転位という質量スペクトルに特徴的な開裂を起こす。



(B) 共役分子に紫外線を照射すると π 電子の1つがHOMOからLUMOへ励起される。共役の程度が大きいほどHOMOとLUMOのエネルギー差は小さくなるので、共役分子の紫外吸収極大波長は短波長側にシフトする。

(C) アレン $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$ の二重結合は共役しているので紫外吸収を持つ。

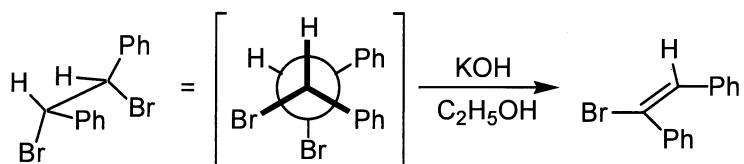
(D) ソフトなイオン化法であるマトリクス支援レーザー脱離イオン化 (MALDI) 法に飛行時間型質量分析計 (TOFMS) と組合せて測定すると、高分子量の試料でもほとんどフラグメンテーションを起こさずに質量スペクトルが得られる。

(E) 第一級及び第二級アミンは赤外スペクトルにおいて $3300\sim 3500\text{cm}^{-1}$ の領域に存在する特徴的なN-H伸縮吸収によって識別できる。一級アミンは対称伸縮と非対称伸縮に基づく一対の吸収帯をおよそ 3450cm^{-1} (対称伸縮) と 3350cm^{-1} (非対称伸縮) に、第二級アミンは 3350cm^{-1} に単一の吸収帯を示す。

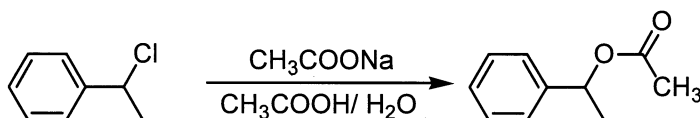
- ① A, C ② B, E ③ A, D ④ C, E ⑤ D, E

Ⅲ-6 次の(A)～(D)の求核置換と脱離反応について、反応機構を正しく評価している組合せはどれか。

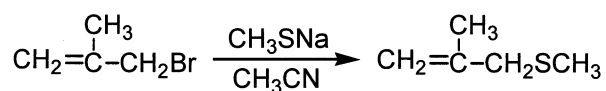
(A)



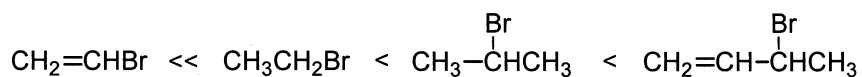
(B)



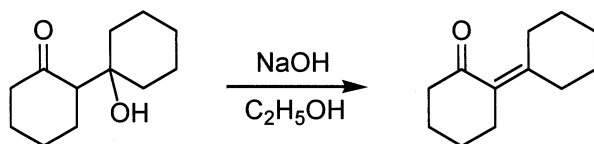
(C)



(D) 下記のアルキル臭化物を酢酸水溶液中、酢酸ナトリウムを反応させたときの反応性は、左側から右側に行くほど増大する。



(E)



	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
①	E2脱離	S _N 1反応	S _N 2反応	S _N 1反応	E1cB反応
②	E2脱離	S _N 2反応	S _N 1反応	S _N 2反応	E1脱離
③	E1脱離	S _N 1反応	S _N 1反応	S _N 2反応	E1cB反応
④	E1cB反応	S _N 1反応	S _N 2反応	S _N 1反応	E2脱離
⑤	E2脱離	S _N 2反応	S _N 2反応	S _N 1反応	E1cB反応

Ⅲ－7 次の3つの化合物(A)～(C)のルイス構造を記したとき、カッコ内に示した元素の形式電荷の組合せとして、最も適切なものはどれか。ただし、ルイス構造では8電子則が常に満たされているものとする。

- (A) オゾン O_3 (中心の酸素O) (構造は非環状の曲がった形状)
(B) 硝酸 $HO-NO_2$ (窒素N)
(C) 一酸化炭素 CO (酸素)

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>
①	-1	+1	+1
②	-1	-1	+1
③	+1	+1	-1
④	+1	-1	+1
⑤	+1	+1	+1

Ⅲ－8 我が国のカーボンニュートラルに向けた取組に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 2020年、当時の菅義偉内閣総理大臣は、我が国が2050年までにカーボンニュートラルを目指すことを宣言した。
② 2021年、菅総理大臣は、2030年度の温室効果ガス排出を2013年度から46%削減することを目指すことを表明した。
③ 46%という温室効果ガスの削減率は、パリ協定において我が国の義務として与えられたものである。
④ 我が国が排出する温室効果ガスのうち、大部分は二酸化炭素である。
⑤ 二酸化炭素の排出を減らすため、石炭火力発電のうち非効率とされた方式は、大きな見直しを迫られている。

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 自動車ガソリンのアンチノック性はオクタン価で評価される。一般的に芳香族炭化水素のオクタン価は高く、ほとんどのものは100以上を示す。
- ② 灯油の燃焼性は煙点によって評価される。灯油中に芳香族系炭化水素が多いほど煙点は高くなる。
- ③ 軽油の自己着火性の指標であるセタン価（セタン指数）は、一般的に芳香族炭化水素よりパラフィン系炭化水素の方が高い。
- ④ 重油は、動粘度によって1種（A重油）、2種（B重油）、3種（C重油）に分類されている。
- ⑤ 石油アスファルトには、ストレートアスファルトとブローンアスファルトがある。

Ⅲ－10 潤滑油の基油に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 石油系潤滑油の中で高粘度指数基油は、水素化分解プロセスを利用し、硫黄分や芳香族炭化水素成分を低くしたものである。
- ② 潤滑油用基油としては、入手性やコストの面から石油系潤滑油基油が多く使用されている。
- ③ 粘度指数とは、潤滑油の粘度温度関係表示法で、粘度指数が大きい潤滑油ほど温度による粘度変化の大きいことを示す。
- ④ パラフィン系基油は、摩擦・摩耗を低減する性能が要求される潤滑油に広く採用されている。
- ⑤ ナフテン系基油は、電気絶縁油や冷凍機油など基油自体に低温性能が求められる潤滑油に利用されている。

Ⅲ－11 石炭に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 工業分析において、水分、揮発分、灰分の百分率の合計を100から差し引いた値を固定炭素という。
- ② 石炭の工業分析のうち、固定炭素（%）を揮発分（%）で割った値を燃料比という。
- ③ 石炭は、種々の特性値や用途などによって分類されているが、分類方式は国によって違いはなく、世界規格で統一されている。
- ④ 褐炭の石炭化度は、無煙炭の石炭化度より小さい。
- ⑤ 無煙炭の石炭化度は、れき青炭の石炭化度より大きい。

Ⅲ－12 水素エネルギー技術は、(A) 水素製造技術、(B) 水素貯蔵・輸送技術、(C) 水素供給・利用技術に大別される。次の記述のうち、下線部が最も不適切なものはどれか。

(A) 水素製造技術：水素製造は、水素を他のエネルギーから製造する過程である。製造方法の1つである化石燃料の水蒸気改質とシフト反応により水素を製造する技術は、既に実用化段階にある。①化石燃料を燃やす場合と異なり、水素を製造する際には、二酸化炭素を発生しない。

(B) 水素貯蔵・輸送技術：水素を製造地から需要地に効率良く輸送し、一定時間貯蔵するための技術である。輸送技術の1つである高圧ガス輸送は、水素を19.6MPaに②加圧してシリンダーに充填し、それを束ねてカードルとして運搬する。別の輸送技術として液化水素輸送がある。これは水素を -253°C 以下に③冷却し、液化水素ローリーなどで運搬する。より高効率な水素輸送技術として、トルエン系有機ハイドライド法の実証研究が進められている。これは、④水素製造地において、トルエンを水素化してメチルシクロヘキサンとして輸送した後、需要地でメチルシクロヘキサンを脱水素化し、トルエンは水素製造地に戻し再利用するシステムである。

(C) 水素供給・利用技術：水素の利用先として、燃料電池自動車や定置用燃料電池の実証が進められている。⑤燃料電池自動車に水素を供給するためには、水素ステーションなどの供給技術も重要である。

Ⅲ－13 再生可能エネルギーに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

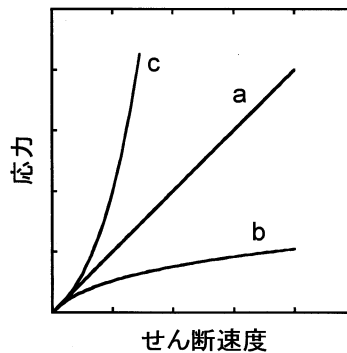
- ① 太陽光発電は、これまで再生可能エネルギーの主力として導入が拡大し、事業用太陽光は、発電コストも着実に低減している。
- ② 風力発電は、風車の小型化、洋上風力発電の廃止等により、国際的に価格低下が進んでいることから、我が国においても今後の導入拡大が期待される。
- ③ 地熱発電は、世界屈指の地熱資源量を誇る我が国では安定的なエネルギー源である。発電後の熱水利用など、多段階利用も期待できる。
- ④ 水力発電は、天候に左右されない優れた安定供給性を持つ。揚水式については、再生可能エネルギーの導入拡大に必要な調整電源として、今後は重要な役割が期待される。
- ⑤ エネルギー利用可能な木質や廃棄物などによるバイオマス発電や熱利用は、地域分散型・地産地消型のエネルギー源である。利用拡大に向けては、燃料の安定的な供給や発電コストの低減が課題となっている。

Ⅲ-14 次の5種類の分子量測定方法について、絶対法/相対法の分類と測定可能な平均分子量の組合せとして、最も適切なものはどれか。

<u>測定法</u>	<u>分類</u>	<u>測定可能な分子量</u>
① 静的光散乱法	絶対法	重量平均分子量
② サイズ排除クロマトグラフィ	絶対法	数平均分子量と重量平均分子量
③ 粘度法	絶対法	粘度平均分子量
④ 蒸気圧降下法	相対法	数平均分子量
⑤ NMRによる末端基定量法	相対法	重量平均分子量

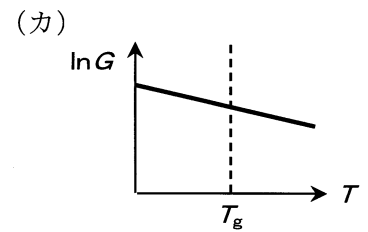
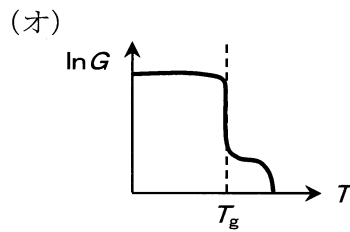
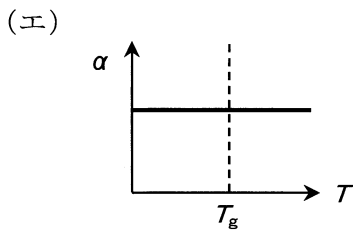
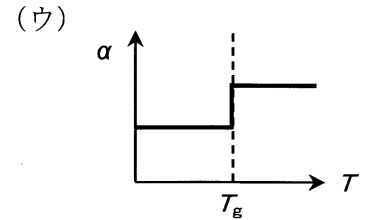
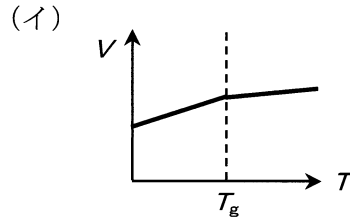
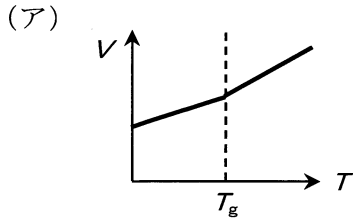
Ⅲ-15 次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

高分子の濃厚溶液や溶融体は粘弾性流体であり、様々なせん断速度-応力挙動を示す。一般に、応力とせん断速度の関係が下図 a のような傾きが一定の直線になるのは、 A 流体と呼ばれる。例えば、流体の構造（高分子の形態や分散質がつくる高次構造）がせん断速度によって変化しない場合に A 流体となる。これに対して、せん断速度の変化とともに高分子鎖の絡み合いの減少や流動誘起によるゾル化が生じて粘度が低下する場合、曲線 b のように流動性が増大し、 B 流体と呼ばれる。また、海辺の濡れた砂地のような固体と液体からなる濃厚分散系に外力を加えると、粒子の充てん様式が変化して固くなり、曲線 c のような挙動を示す。これを C 流体という。また、高分子の濃厚溶液や溶融体の中で棒を回転させると液体が棒に巻きつきながらはいあがるという現象が生じる。これは D 効果と呼ばれている。さらに、流動状態の高分子や高分子液体を押出式の出口の口金（ダイ）から押し出すと、押し出された液体が膨張して、その径がダイの径よりも大きくなる。この現象は E 効果あるいはダイスウェルと呼ばれている。



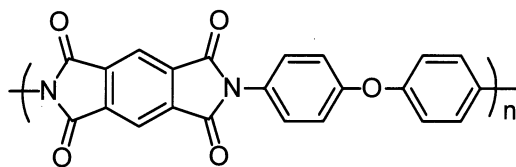
- | | <u>A</u> | <u>B</u> | <u>C</u> | <u>D</u> | <u>E</u> |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| ① | マックスウェル | ダイラタンシー | チキソトロピー | バラス | ポアソン |
| ② | マックスウェル | チキソトロピー | ダイラタンシー | ワイセンベルグ | フオークト |
| ③ | ニュートン | チキソトロピー | ダイラタンシー | ワイセンベルグ | バラス |
| ④ | ニュートン | ダイラタンシー | チキソトロピー | クリープ | ダッシュポット |
| ⑤ | ニュートン | エントロピー | ダイラタンシー | ワイセンベルグ | バラス |

Ⅲ-16 100%非晶の高分子の体積 (V), 熱膨張係数 (α), 弾性率 (G) が温度 (T) に対して変化する様子を定性的に示した図として, 最も適切な組合せはどれか。なお, 図中の T_g はガラス転移温度を示している。

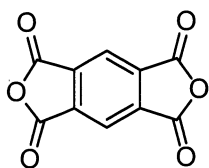


- | | V | α | G |
|---|-----|----------|-----|
| ① | ア | ウ | オ |
| ② | ア | エ | カ |
| ③ | ア | ウ | カ |
| ④ | イ | エ | オ |
| ⑤ | イ | ウ | カ |

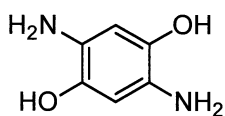
Ⅲ-17 重縮合により次のようなポリイミドを合成するとき、用いる低分子化合物の組合せとして、最も適切なものはどれか。



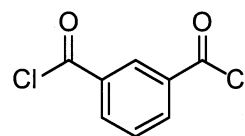
(A)



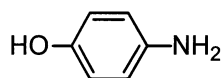
(B)



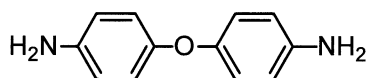
(C)



(D)



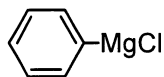
(E)



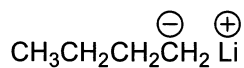
- ① A, D ② A, E ③ B, D ④ B, E ⑤ C, E

Ⅲ-18 スチレンのアニオン重合を行うには求核性の高い試薬を開始剤として用いる必要がある。次の試薬のうち、スチレンのアニオン重合の開始剤として、最も適切なものはどれか。

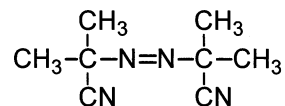
①



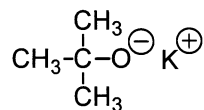
②



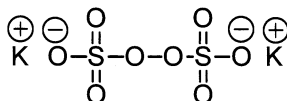
③



④



⑤

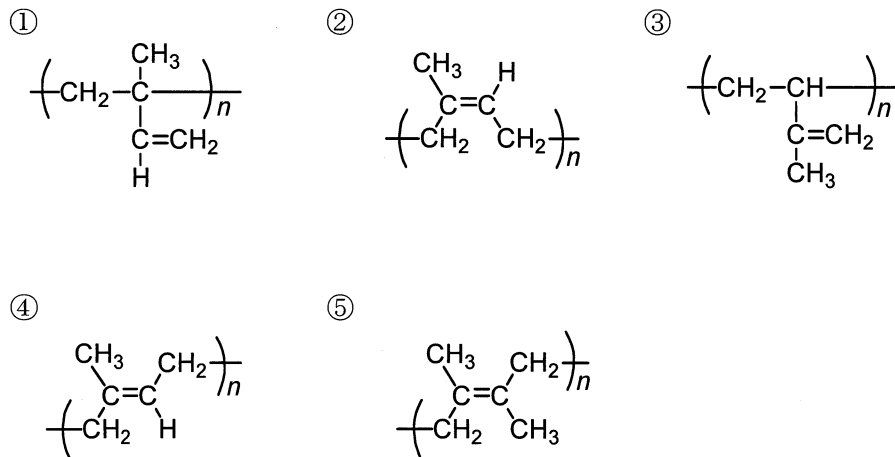


Ⅲ-19 環状モノマー (A) ~ (E) を開環重合して得られる高分子の名称として、最も不適切なものの組合せはどれか。

	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
モノマー					
高分子	ナイロン	ポリカーボネート	ポリエーテル	ポリ乳酸	ポリオキセタン

- ① A, B ② A, C ③ B, C ④ B, D ⑤ B, E

Ⅲ-20 イソプレンを重合して得られるポリイソプレンの分子構造には、いくつかの種類がある。このうち、主鎖が屈曲して分子間力がはたらくにくいいため分子鎖が動きやすい状態にあり、良好なゴム弾性を示すものは次の図のうちどれか。



Ⅲ-21 金属製錬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 Mgはマグネサイトを塩化物に変えてから融解し、電気分解する。
 ② Znは閃亜鉛鉱を焼いて酸化物に変えてから、高温で炭素還元する。
 ③ Vは酸化バナジウムとアルミニウム粉末をよく混ぜてから点火し、還元する。
 ④ Agは輝銀鉱を空気とともに強熱してから、炭素とともに還元する。
 ⑤ Ptは比重選鉱等で物理的に選り分ける。

Ⅲ-22 代表的な無機化合物の結晶構造に関する次の記述のうち、下線部が最も不適切なものはどれか。

- (A) 塩化ナトリウム構造：① Na^+ と Cl^- の2つの面心立方格子を組合せた構造である。
MgOはこの構造を持つ。
- (B) 蛍石構造：②面心立方格子の各格子点に1個の Ca^{2+} と2個の F^- が対になって配置された構造で、単位格子当たり12個のイオンを含む。③ UO_2 はこの構造を持つ。
- (C) ペロブスカイト構造： ABO_3 の組成式を持つ化合物で、Aイオンが酸化物イオンの大きさ程度まで大きくなると、Aイオンがつくる単純立方格子の面心位置に酸化物イオンが配置され、④両イオンに囲まれた体心位置に、イオン半径の大きなBイオンが配置される。
- (D) 閃亜鉛鉱型構造：ダイヤモンド型立方構造の2つの原子位置を Zn^{2+} イオンと S^{2-} イオンに置き換えた構造である。⑤この構造は面心立方格子の格子点に、正負に帯電した2個のイオンを配置した構造と考えることもできる。

Ⅲ-23 工業利用されているセラミックスの製造法には無加圧（常圧）焼結法と加圧焼結法がある。加圧焼結法の一つであるホットプレス焼結の特徴に関する次の（A）～（E）の記述のうち、不適切なものの組合せはどれか。

- (A) 大型焼結体を作成する場合、型の強度確保や油圧プレス的大型化等が必要となることがある。
- (B) 焼結体の形状が制限されるが、量産性には優れることが多い。
- (C) 低温で高密度焼結体を得られ、粒成長が抑制される。
- (D) 焼結性が低いため、焼結助剤の添加が重要である。
- (E) 特定方位に粒子が配向することがあり、結晶異方性を利用した材料の製造に使用されることがある。

- ① A, B ② A, C ③ B, D ④ B, E ⑤ D, E

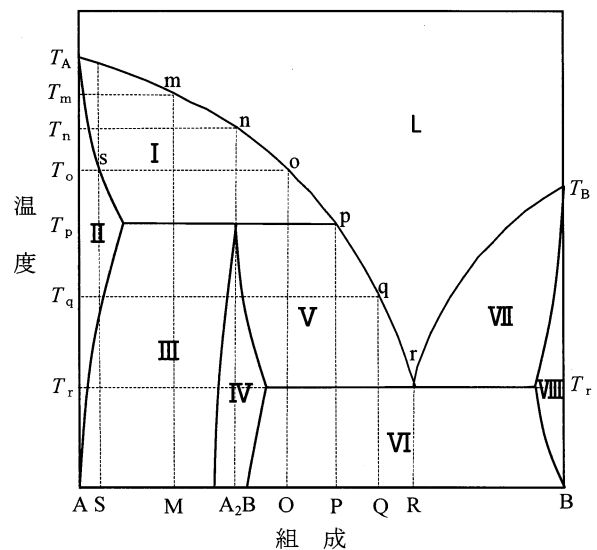
Ⅲ-24 半導体に関する次の(A)～(E)の記述のうち、不適切なものの組合せはどれか。

- (A) シリコンやゲルマニウムの結晶はダイヤモンド型構造を持つ。
- (B) ガリウムヒ素は化合物半導体と呼ばれ、閃亜鉛鉱型構造を持つ。
- (C) 純粋なゲルマニウムの電気伝導率は温度が増すと低下する。
- (D) 真性半導体を加熱すると、熱励起によって生成する自由電子と正孔の数は等しい。
- (E) シリコンに微量のリンを添加するとp型半導体となる。

- ① A, C ② A, D ③ B, D ④ B, E ⑤ C, E

Ⅲ-25 端成分がA及びBからなる2成分系状態図に関する次の(A)～(E)の記述のうち、不適切なものの組合せはどれか。なお、「 \overline{XY} 」という表記は、組成XとYを結ぶ線分の長さを示している。

- (A) 領域Ⅱの構成相はAにBが溶解した相である。
- (B) 組成Mの液相を温度 T_0 まで冷却したときの固相と液相の量比は $\overline{SM} : \overline{MO}$ である。
- (C) T_r と T_p の間の温度における領域Ⅳの結晶相は領域Ⅲと領域Ⅴの2相が存在する。
- (D) r点は共晶点、 T_r は共晶温度と呼ばれる。
- (E) T_r 以下の領域ⅥではⅣの結晶相とⅧの結晶相の2相が存在する。



A及びBからなる2成分系状態図

- ① A, C ② A, D ③ B, C ④ B, E ⑤ D, E

Ⅲ-26 次に示す無機材料の機能・効果と、それらを利用した代表的な応用例の組合せとして、最も不適切なものはどれか。

- ① 熱電効果 : 低温排熱発電
- ② PTC効果 : 超音波探傷機
- ③ 光触媒の効果 (本多・藤嶋効果) : 有機物の分解
- ④ 圧電効果 : 超音波モーター
- ⑤ 焦電効果 : 赤外線センサー

Ⅲ-27 無機結晶物質の欠陥における次の記述 (A) ~ (E) のうち、不適切なものの組合せはどれか。

- (A) 空孔は点欠陥である。
- (B) 転位は面欠陥である。
- (C) 格子間イオンは本来イオンが存在しないサイトにイオンが侵入してできる欠陥である。
- (D) 結晶中に生成した陰イオン空孔と陽イオン空孔の対はショットキー欠陥である。
- (E) 格子欠陥生成に伴って派生した電子、正孔などは点欠陥ではない。

- ① A, C ② A, D ③ B, D ④ B, E ⑤ C, E

Ⅲ-28 気体の状態方程式に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

理想気体の圧力-容積-温度 (PVT) 関係は、 $PV_m = RT$

で表せる。(P: 圧力, V_m : 気体のモル体積, R: 気体定数, T: 絶対温度) これに対し

で実在気体のPVT関係は圧縮因子 Z を導入して $PV_m = ZRT$

で表せる。一般に高圧ではAであり、中間的な圧力ではほとんどB, 非常に低い圧力では $Z \approx 1$ をとる。

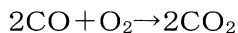
この実在気体の挙動を式で示したものがファンデルワールスの状態方程式,

$$\left(P + \frac{a}{V_m^2} \right) (V_m - b) = RT$$

である。a と b がファンデルワールスパラメーターであり、a は分子間のC相互作用の強さを、b はD相互作用の強さを表している。これらの値は各気体のEから求めることができる。

	A	B	C	D	E
①	$Z > 1$	$Z < 1$	反発力	引力	三重点
②	$Z > 1$	$Z < 1$	引力	反発力	臨界定数
③	$Z < 1$	$Z > 1$	反発力	引力	臨界定数
④	$Z < 1$	$Z > 1$	引力	反発力	三重点
⑤	$Z > 1$	$Z < 1$	反発力	引力	臨界定数

Ⅲ-29 一酸化炭素1kgを空気比1.1で完全燃焼させるときに必要な空気量 [m^3] に最も近い値はどれか。空気、一酸化炭素、燃焼ガスはともに 0°C , 101.3kPaの条件下にあり、反応は次の式による。



ただし、空気中の酸素濃度、窒素濃度はそれぞれ21.0vol%, 79.0vol%とし、1mol当たりの質量は、C: 12g/mol, O: 16g/molとする。

- ① 1.8 ② 2.1 ③ 2.4 ④ 2.7 ⑤ 3.0

Ⅲ-30 一酸化炭素CO (気), 二酸化炭素CO₂ (気), 水H₂O (液) の標準生成エンタルピーは, 順に-111kJ/mol, -394kJ/mol, -286kJ/molである。以下の①~⑤の反応の標準反応エンタルピーを推算して, 発熱反応であるものはどれか。

- ① CO (気) + H₂ (気) → C (黒鉛) + H₂O (液)
- ② CO (気) + H₂O (液) → H₂ (気) + CO₂ (気)
- ③ CO₂ (気) → CO (気) + (1/2) O₂ (気)
- ④ C (黒鉛) + CO₂ (気) → 2CO (気)
- ⑤ C (黒鉛) + 2H₂O (液) → 2H₂ (気) + CO₂ (気)

Ⅲ-31 図のアンモニアプロセスは反応式がN₂+3H₂→2NH₃であり, 反応器の1回通過反応率は0.30とする。原料 (N₂とH₂の1:3混合ガス) 100kmol/s にイナートガス (Ar, CH₄)が1kmol/s 同伴される。このためパージ操作が必要である。このプロセス中の流量x₁, x₂, x₃, x₄ [kmol/s] を下のプロセス図中のようにする。パージガスとリサイクルガスの組成は同じである。ここで, 反応器の1回通過反応率が0.30なので,

$$(100 + x_1)(1 - 0.30) = x_3 + x_1$$

である。パージガスとリサイクルガスの流量比率 P : R = 1 : 50 のとき, リサイクルガス流量 R (= x₁ + x₂) は以下のどれに近いかな。

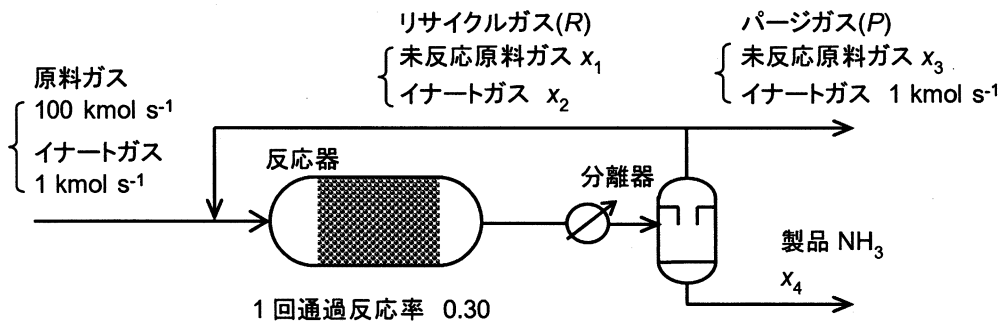


図 アンモニア合成におけるリサイクル・パージプロセス

- ① 150kmol/s
- ② 180kmol/s
- ③ 210kmol/s
- ④ 250kmol/s
- ⑤ 270kmol/s

Ⅲ-32 天気予報などで使われる「湿度」は、正確には「相対湿度」といい、空気に含まれる水蒸気の圧力(分圧)を、その温度での飽和水蒸気圧に対する百分率で表したものである。いま、気温25℃、気圧100kPaで湿度(相対湿度)70%のとき、乾燥空気1kgあたりに含まれる水蒸気の量に最も近い値はどれか。ただし、空気、水蒸気を理想気体とし、空気と水のモル質量をそれぞれ、29g/mol及び18g/molとする。また、25℃における飽和水蒸気圧は3.21kPaである。

- ① 8g ② 10g ③ 14g ④ 20g ⑤ 25g

Ⅲ-33 吸収塔で、液流量 L [kmol/h] のアミン水溶液により、流量 $G=10$ kmol/h の燃焼ガス中の10% CO_2 ($y_B=0.10$) を2%濃度 ($y_T=0.02$) まで低減する。ここで y と x はそれぞれガス中及び吸収液中の CO_2 モル分率とし、添え字 T が塔頂、B が塔底を示す。また、塔まわりの CO_2 物質収支は次式で表せるものとする(下図参照)。

$$L(x_B - x_T) = G(y_B - y_T) \quad (1)$$

ただし、 L と G は塔内で一定と近似でき、 $x_T=0$ である。気液平衡関係は $y=1.42x$ とすると、この操作の最小液流量 L_{\min} は、塔底で気液平衡となる条件：

$$y_B = 1.42x_B \quad (2)$$

及び、式(1)から求められる。実際の液流量 L を最小液流量 L_{\min} の2.0倍で操作したとき、最も近い x_B の値はどれか。

- ① 0.015
② 0.035
③ 0.04
④ 0.07
⑤ 0.08

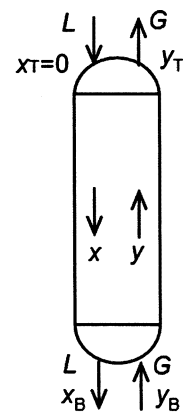


図 吸収操作

Ⅲ-34 ガラス窓を介して室内-室外空気間に伝熱が生じている。窓が1枚ガラスの場合(図の(A)), 両側の空気側伝熱係数 $h = 20 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$, ガラス板の厚さ $L = 0.005 \text{ m}$, ガラスの熱伝導度 $k_g = 1.0 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ として, 総括伝熱係数は次式により $U = 9.52 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ である。

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h} + \frac{L}{k_g} + \frac{1}{h} = \frac{1}{20} + \frac{0.005}{1} + \frac{1}{20} = \frac{1}{9.52}$$

これに同じガラス板と厚さ L の空気層を加えた複層ガラス(図の(B))にすると, 室内外空気間の伝熱量は何分の1となるか, 最も近い値を選べ。空気の熱伝導度 $k_a = 0.026 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ とする。

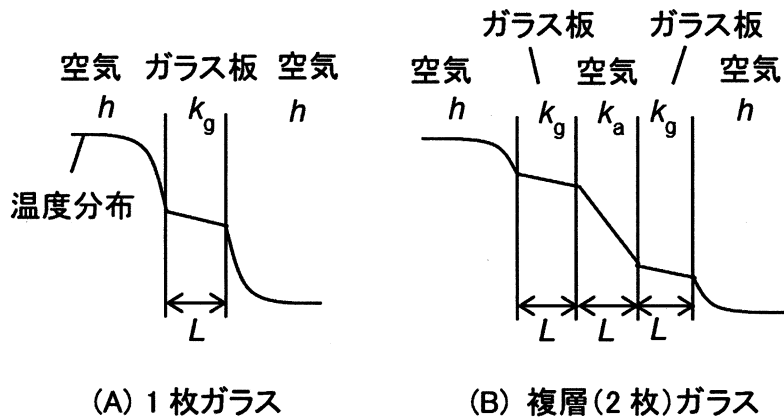


図 複層ガラス窓の断熱効果

- ① 1/6 ② 1/5 ③ 1/4 ④ 1/3 ⑤ 1/2

Ⅲ-35 回分反応器で $A \rightarrow B$ の反応を行った。この反応は反応物Aの濃度 c_A の二次反応である(次式)。

$$\frac{dc_A}{dt} = -k c_A^2$$

(t :時間, k : 反応速度定数)

初期濃度 c_{A0} から反応を開始して, $t = 1$ 時間で $c_A = 0.5 c_{A0}$ となった。 $c_A = 0.25 c_{A0}$ となるのは反応開始から何時間後か。次のうち最も近い値はどれか。

- ① 1.5時間 ② 2時間 ③ 2.5時間 ④ 3時間 ⑤ 4時間