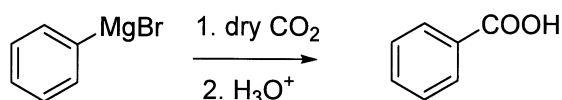


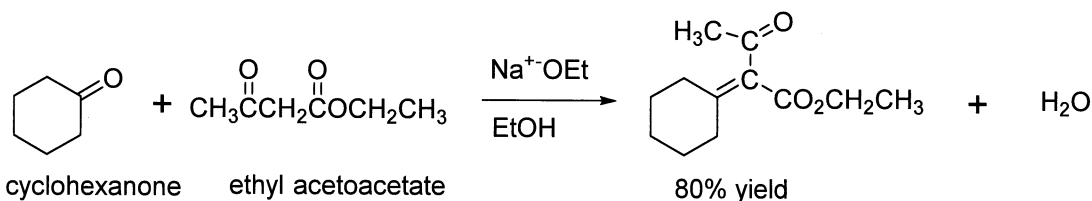
Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ-1 カルバニオンを用いた有機反応に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

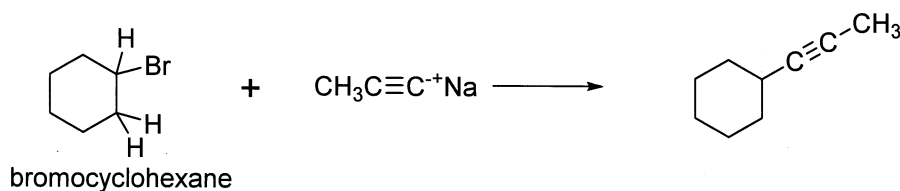
- ① 臭化フェニルマグネシウムのエーテル溶液に乾燥したCO₂を通し、H₃O⁺で処理することにより安息香酸が生成する。



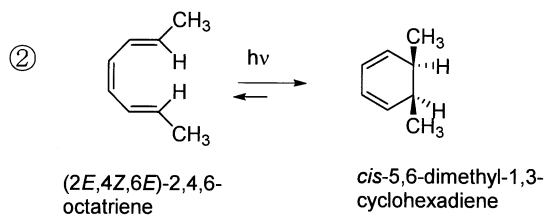
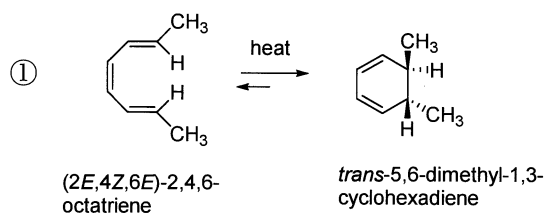
- ② Grignard試薬にエステルを作用させると第三級アルコールを与えるが、ヒドロキシル基をもつ炭素に結合している置換基のうち二つはGrignard試薬に由来する。
- ③ 異なったカルボニル化合物間のアルドール反応を行う場合、シクロヘキサノンのようにα水素をもたないものと、アセト酢酸エチルのように普通以上に求核性供与体との反応では、生成物が混合物になることもなく混合アルドール反応が望むように進行する。



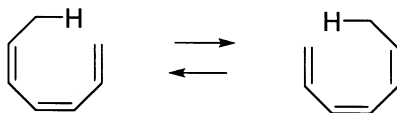
- ④ エチレンオキシドとGrignard試薬の反応では、出発物のハロゲン化アルキルより2炭素多い第一アルコールに変更することができる。
- ⑤ アセチリドアニオンのアルキル化



Ⅲ－２ ペリ環状反応に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

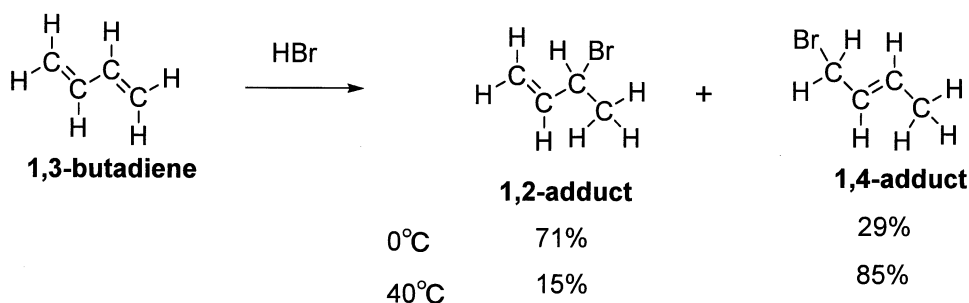


- ③ 共役π系の出発物が電子環状反応により環が生成する場合、出発物と生成物の分子軌道の対称性が同じであればペリ環状反応は穏やかな条件で起こる。
- ④ 1, 3-ブタジエン (4 π 電子) とマレイン酸ジエチル (2 π 電子) との間で起こる Diels-Alder環化反応では立体特異的にトランス二置換シクロヘキセンを生じる。
- ⑤ 次に示したシグマトロピー反応は [1, 5] シグマトロピー転移の例であり、スプラ形の立体化学で進行する。



Ⅲ-3 次の記述の、に入る語句及び数値の組合せとして、最も適切なものはどれか。

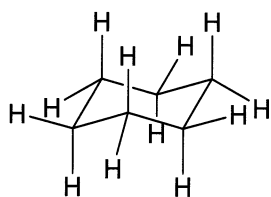
1, 3-ブタジエンへのHBrの付加反応において、0℃の反応条件下では71：29の比で1, 2-および1, 4-付加体を与えるが、40℃で反応を行うと、生成物の比は15：85となる。さらに、0℃で得られた生成物をHBrの存在下に40℃に加熱すると、生成物の比は71：29から徐々に15：85に変化する。



この反応に対する温度の影響を次のようにして説明することができる。二つの反応生成物の安定性を考えた時、熱力学的に安定なのは、付加体である。まずはじめに低温（0℃）で反応を行った場合、1, 2-および1, 4-付加体を生成する二つの経路が非可逆で平衡に達していないので、二つの反応生成物の熱力学的安定性は重要ではない。非可逆反応の生成物はにのみ依存し、生成物の安定性には依存しない、そのような反応は下にあるといわれる。しかし、高温（40℃）においては二つの経路が可逆で平衡に達するようになると、可逆反応の生成物は安定性にのみ依存し、には依存しない。このような反応は平衡の支配下、または、下にあるといわれる。

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
① 求電子	1,4-	反応速度	速度支配	熱力学支配	
② 求電子	1,2-	反応速度	速度支配	熱力学支配	
③ 求核	1,4-	反応物組成	熱力学支配	速度支配	
④ 求電子	1,2-	反応物組成	熱力学支配	速度支配	
⑤ 求核	1,2-	反応速度	速度支配	熱力学支配	

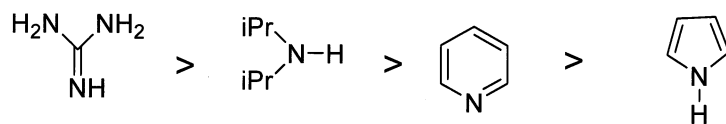
Ⅲ-4 シクロアルカンとその立体化学に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。



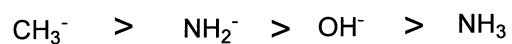
- ① シクロヘキサンの安定配座はいす形配座とよばれるひずみのない三次元構造をもち、すべてのC-C-C結合角が 109.5° の四面体角に近く隣接するC-H結合が完全にねじれ形となっている。
- ② シクロヘキサンのいす形配座において、シクロヘキサン環に付いた置換基には2種類の位置、アキシアル位（環に垂直、環の軸に平行）とエクアトリアル位（環の赤道周りで環のおおよその平面にある）がある。
- ③ cis-1, 2-ジメチルシクロヘキサンの2つのいす形配座は、エネルギー的に等価である。
- ④ シクロヘキサンはいす形配座の他に、舟に似ている立体配座がある。この舟形シクロヘキサンには角ひずみはないが、重なり形の相互作用が多くあり、いす形シクロヘキサンに比べて不安定である。
- ⑤ trans-1, 2-ジメチルシクロヘキサンは2つのメチル基がともにアキシアルの立体配座の方が、ともにエクアトリアル配座よりも安定である。

Ⅲ-5 下記の化学種の酸性，塩基性を比較した次の記述のうち，その強さの順序が誤っているものはどれか。ただし，各項目の性質は左側ほど強く，右側ほど弱いものとする。

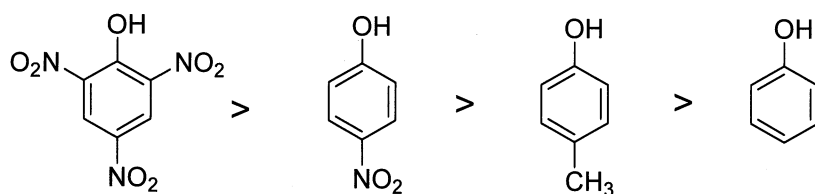
① 塩基性 強い <————> 弱い



② 塩基性 強い <————> 弱い



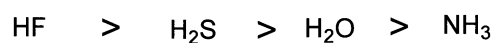
③ 酸性 強い <————> 弱い



④ 酸性 強い <————> 弱い

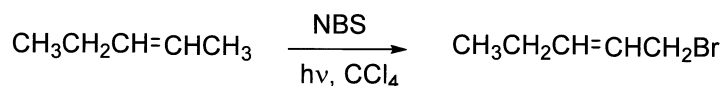


⑤ 酸性 強い <————> 弱い



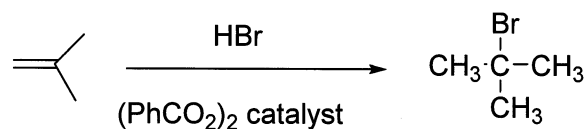
Ⅲ－6 有機ハロゲン化物の構造と反応に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

- ① 2-ペンテンを出発物質として、光照射下で*N*-ブロモスクシンイミド (NBS) を作用させると1-ブロモ-2-ペンテンを選択的に合成することができる。



- ② $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CHCH}_3 \\ | \\ \text{Br} \end{array}$ のIUPAC名は5-ブロモ-2-メチルヘキサンである。

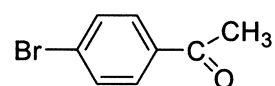
- ③ $\text{R}-\text{CH}=\text{CH}_2$ (R:アルキル基) にNBSを作用させるとアリルラジカルが生成するが、アリルラジカルのスピン密度はアリル基の真ん中の炭素上に局在化している。
- ④ 過酸化物存在下でイソブテンにHBrを作用させると2-ブロモ-2-メチルプロパンが得られる。



- ⑤ ハロゲン化アルキル中の炭素-ハロゲン (C-X) 結合は極性であり、そのためハロゲン化アルキルは双極子モーメントをもち、極性反応においてC-X炭素原子が求電子試薬として機能する。

Ⅲ－7 核磁気共鳴 (NMR) に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

- ① アルキニル水素 ($-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$) とビニル型水素 ($>\text{C}=\text{C}(\text{H})-$) の ^1H -NMRスペクトルの化学シフト値 (δ) を比較すると、アルキニル水素の方が低磁場側に出現する。
- ② メチレンシクロヘキサンのヒドロホウ素化-酸化反応の生成物として考えられるシクロヘキシルメタノールと1-メチルシクロヘキサノールの2つの化合物は ^1H -NMRスペクトル測定により識別することができる。
- ③ フッ素19 (^{19}F) やリン31 (^{31}P) の原子核は核スピンを持たないが、奇数個の陽子を持つ核なので、NMRで検出できる。
- ④ *p*-ブロモアセトフェノンは分子中に8個の炭素原子をもっているので、 ^{13}C -NMRスペクトルにおいて8本の吸収線を示す。
- ⑤ エナンチオトピックなプロトンは異なるNMR吸収を示す。



p-bromoacetophenone

Ⅲ－８ 地球温暖化に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 近年、人間活動の拡大に伴い、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、代替フロン類等の温室効果ガスが大量に大気中に排出されることで、地球温暖化が進行していると言われている。特に二酸化炭素は、化石燃料の燃焼等によって膨大な量が人為的に排出されている。我が国が排出する温室効果ガスのうち、二酸化炭素の排出は全体の約91%を占めている。
- ② 我が国の温室効果ガス総排出量は、2018年度から2020年度まで3年連続で過去最少を更新していたが、2021年度は前年度より増加した。
- ③ 2021年度の我が国の二酸化炭素排出量は、発電などのエネルギー転換部門が最も大きく、次いで産業部門、運輸部門の順になっている。
- ④ クロロフルオロカーボンに代表されるオゾン層破壊物質は、「特定物質等の規制等によるオゾン層の保護に関する法律」に基づき規制が行われている。このため、温室効果が高い代替フロンに置き換えが進んでいるが、その排出量は増加の傾向にある。
- ⑤ 2016年、すべての国が参加する温室効果ガス排出量削減等のための新たな国際枠組みである「パリ協定」が発効し、我が国も締結した。「パリ協定」では、産業革命前からの地球の平均気温上昇を5℃より十分下方に抑えるとともに、2℃に抑える努力を追求することが設定された。

Ⅲ－９ 化石燃料に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 世界の石油確認埋蔵量は、2020年末時点で約1.7兆バレルであった。これを2020年の石油生産量で除した可採年数は、約54年と過去最短の年数となった。
- ② 近年我が国では、一次エネルギー供給に占める石油の割合は減少傾向にあったが、2011年に発生した東日本大震災とその後の原子力発電所の停止により、一定の期間発電燃料としての石油の需要が増加した。しかしその後、再生可能エネルギーの導入や原子力の再稼働が進んだため、一次エネルギー供給に占める石油の割合は減少し、2020年度は1965年度以降で最低の割合となった。
- ③ 石油、石炭、天然ガスを合わせた、化石エネルギーの我が国の一次エネルギー供給に占める割合は、2019年は80%を超えていた。この割合は、原子力の比率が高いフランスや再生可能エネルギーの導入を積極的に進めているドイツと比較すると高い水準にある。
- ④ 近年、シェールガスや炭層メタンガスといった非在来型の天然ガスの開発が進展しており、特にシェールガスは大きな資源量が見込まれている。2015年9月に更新された米国エネルギー情報局の評価調査によると、シェールガスの技術的回収可能資源量は、在来型天然ガスの確認埋蔵量よりも多いと推計された。
- ⑤ 石炭の有用性として、石油や天然ガスに比べ地域的な偏りが少なく、世界に広く賦存していること。さらに可採年数が100年を超え、石油等の可採年数より長いことが挙げられる。

Ⅲ－10 製油所における石油精製装置に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 常圧蒸留装置は、原油を常圧にて蒸留し、LPG、ナフサ、灯油、軽油、常圧残油などの各留分に分けるものである。
- ② 減圧蒸留装置は、常圧残油を減圧下で蒸留し、潤滑油原料、間接脱硫原料、分解原料、アスファルト又は減圧残油などに分けるものである。
- ③ 流動接触分解装置は、触媒を用いて沸点の高い重質炭化水素を分解し、LPG留分、ガソリン留分及び中間留分を得るものである。
- ④ アルキレーション装置は、プロピレンやブチレン等の不飽和炭化水素とイソブタンのような側鎖を持つ炭化水素を反応させてオクタン価の高い生成物（アルキレート）を得るものである。
- ⑤ 接触改質装置は、軽質ナフサを原料とし、芳香族を高濃度に含む改質ガソリン（リフォーマート）を製造するものである。

Ⅲ－11 石油製品である灯油に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 灯油は、炭素数11～13を中心とする炭化水素成分で構成されている。
- ② 灯油の燃焼性は煙点で評価される。煙点は煤が出ない灯芯の長さを示し、煙点の値は小さいことが望ましい。
- ③ 灯油の引火点は40℃以上である。このため引火の危険性が少なく、取り扱いが容易である。
- ④ 灯油は冬が最需要期で、夏は備蓄期となるため、備蓄期間中の貯蔵安定性の良いことが必要である。
- ⑤ 燃料電池用に供する灯油の硫黄分は、0.0010質量分率%以下に規定されている。

Ⅲ－12 潤滑油の基油に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

- ① 潤滑油用基油は、入手性やコストの面で石油系潤滑油基油はあまり使われない。
- ② ナフテン系基油は、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。
- ③ パラフィン系基油は、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。
- ④ 石油系潤滑油の中で高粘度指数基油は、改質プロセスを利用し、硫黄分や芳香族炭化水素成分を低くしたものである。
- ⑤ 潤滑油には様々な添加剤が使用される。一般的な自動車用潤滑油は5～25%の添加剤が配合されるのに対し、一般的な工業用潤滑油は5%以下と配合量が少ない。

Ⅲ－13 石炭に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 石炭とは、主に太古の植物が、生物化学的および地球物理・化学的反応によって、変質して生成した可燃性岩石状物質のことをいう。石炭化度によって、褐炭、亜れき青炭、れき青炭、無煙炭に分類される。
- ② 無煙炭とは、石炭化度による分類において、最も石炭化度の低い石炭である。
- ③ 乾留とは、石炭を空気との接触を絶って加熱し、コークス又はチャー、ガス、タールなどを得ることである。
- ④ 石炭の乾留で得られるガスを石炭ガスといい、主成分は水素やメタンである。
- ⑤ 石炭の乾留で得られる液状物質をタールという。タールを蒸留することで、種々の沸点範囲の成分に分離でき、芳香族などの化学品を得ることができる。

Ⅲ-14 温室効果ガス削減のため、電動化や水素燃料の導入が難しい航空機については、SAF(※)の導入が進められている。ASTM規格で認証されたSAFの製造技術に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

※ SAF:Sustainable Aviation Fuel (持続可能な航空燃料)

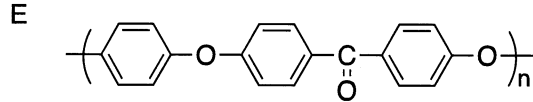
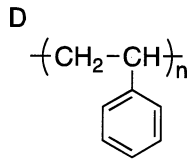
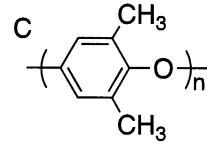
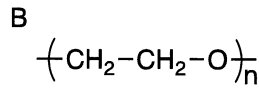
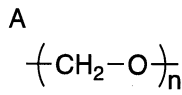
- ① 流動接触分解法による合成パラフィニックケロシン (Synthesized paraffinic kerosene from fluid catalytic cracking) : 主な原料は木質バイオマスや都市ゴミなど有機物全般。この方法で得られた炭化水素に水素化処理を行い、ジェット燃料化する。
- ② エステルや脂肪酸の水素化処理による合成パラフィニックケロシン (Synthesized paraffinic kerosene from hydroprocessed esters and fatty acids) : 主な原料は廃食油、動植物油脂といった生物系油脂。これらを水素化処理によってジェット燃料化する。
- ③ 発酵糖の水素化処理による合成イソパラフィン (Synthesized iso-paraffins from hydroprocessed fermented sugars) : 主な原料はサトウキビのようなバイオマス糖。これらを発酵技術により炭化水素に転換し、水素化処理によってジェット燃料化する。
- ④ 非化石資源由来芳香族のアルキル化による合成ケロシン (Synthesized kerosene with aromatics derived by alkylation of light aromatic from non-petroleum sources) : 非石油由来の芳香族が原料。芳香族をアルキル化し、ジェット燃料化する。
- ⑤ アルコールを原料とした合成パラフィニックケロシン (Alcohol-to-jet synthetic paraffinic kerosene) : バイオマス糖、バイオイソブタノール、バイオエタノールをエチレンへ転換後、重合しバイオジェット燃料とする。

Ⅲ-15 次の記述の、に入る語句の組合せとして、適切なものはどれか。

熱可塑性エラストマーは、多くの場合、高分子主鎖が A 共重合体になっており、持続長が長く硬い成分（ハードセグメント）と持続長が短く柔らかい部分（ソフトセグメント）から構成されている。また、両方の成分は B であるために C 相分離構造を形成し、ハードセグメントが結晶化などによって凝集することによって擬似架橋点を形成する。一方、ソフトセグメントは一般にガラス転移温度が低く、常温では激しくミクロブラウン運動をしているため、 D 特性を示す。なお、高温では両者のセグメントの混合 E の寄与がハードセグメントの凝集エネルギーよりも大きくなるため、一様相に転移が起こる。その結果、汎用プラスチックと同様に加熱によって溶融することになる。

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
①	ブロック	相溶	ミクロ	可塑性	エンタルピー
②	ランダム	相溶	マクロ	弾性	エントロピー
③	ランダム	非相溶	ミクロ	可塑性	エントロピー
④	ブロック	非相溶	ミクロ	弾性	エントロピー
⑤	交互	非相溶	マクロ	弾性	エンタルピー

Ⅲ-16 次に示す化学構造を持つ高分子を汎用プラスチックとエンジニアリングプラスチック（エンプラ）に分類したとき、適切なものはどれか。

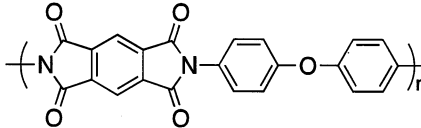


	汎用プラスチック	エンプラ
①	A, B, C	D, E
②	A, B, D	C, E
③	B, D	A, C, E
④	A, D	B, C, E
⑤	B, D, E	A, C

Ⅲ-17 高分子の特性に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

- ① 高分子液体において、遅い流動には液体のように振舞うが、速い流動にはあたかも固体のような抵抗力を示すものがあり、このような現象をチクソトロピーとよぶ。
- ② ゴムを急激に引張ると温度が上昇する。この現象はGough-Joule効果とよばれている。このような実験の結果から、ゴム状の物質の弾性は主に形態エントロピーがもたらすエントロピー弾性となる。
- ③ 流体の構造がせん断速度の変化によって変化しない場合にニュートン流体となるが、せん断速度の変化により粘度が変化し流動性が增大する現象をダイラタンシーとよぶ。
- ④ 高分子の多くは粘弾性体となり、一定ひずみを加えると、その応力は徐々に減少するクリープ特性を示し、逆に一定応力を加えるとそのひずみは徐々に増大する応力緩和を示す。
- ⑤ 高分子の濃厚溶液や溶融体は粘弾性流体であり、このような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、この現象はバラス効果やダイスウェルとよばれている。

Ⅲ-18 次の高分子材料の構造のうち、誤っているものはどれか。

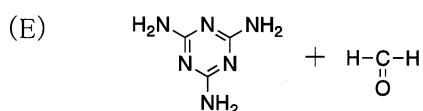
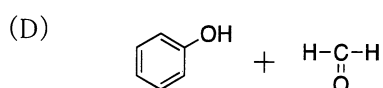
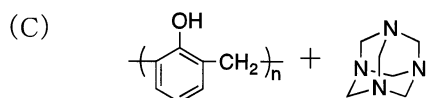
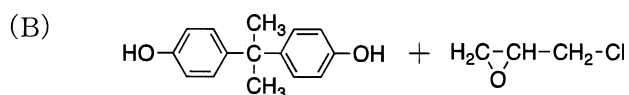
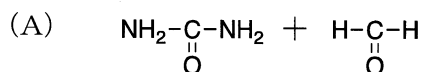
- ① ポリ塩化ビニル $\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right)_n$
- ② ナイロン-6 $\left(\left(\text{CH}_2 \right)_5 - \underset{\text{O}}{\text{C}} - \underset{\text{H}}{\text{N}} \right)_n$
- ③ ポリフッ化ビニリデン $\left(\text{CF}_2 - \text{CF}_2 \right)_n$
- ④ ポリアクリル酸メチル $\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{CO}_2\text{CH}_3}{\text{CH}} \right)_n$
- ⑤ ポリイミド 

Ⅲ-19 次の記述の、に入る語句の組合せとして、適切なものはどれか。

高分子を十分に高温にすると融液と呼ばれる液体になり、粘度は高いが流動する。これを冷却すると固体になる。このとき、分子鎖が折りたたまって厚さ10ナノメートルオーダーの板状の積層構造を形成するときがある。これが高分子の結晶で、結晶を形成する高分子を A という。一方、特に規則的な形態を示さないまま固体になる高分子は B という。 B が冷却されて固体になる現象が C である。融液や非晶の高分子鎖は伸びきっているわけではなく、曲がって不規則な形をしている。このような分子鎖を D 状の鎖という。 A では板状の結晶である E が生成し、それらの中には非晶の分子鎖が存在するので、高分子は100%結晶化することはない。非晶部では高分子鎖が融液と同程度に動きやすく柔軟性を保っている。

- | | A | B | C | D | E |
|---|--------|--------|-------|---------|------|
| ① | 非晶性高分子 | 結晶性高分子 | ゴム状転移 | ランダムコイル | 球晶 |
| ② | 非晶性高分子 | 結晶性高分子 | ガラス転移 | ランダムコイル | ラメラ晶 |
| ③ | 結晶性高分子 | 非晶性高分子 | ガラス転移 | ランダムコイル | ラメラ晶 |
| ④ | 結晶性高分子 | 非晶性高分子 | 固体転移 | ヘリックス | キメラ晶 |
| ⑤ | 結晶性高分子 | 非晶性高分子 | ガラス転移 | ミセル | 液晶 |

Ⅲ-20 (A) ~ (E) に示す付加縮合反応により生成する樹脂について、次の記述のうち適切なものはどれか。



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

Ⅲ-21 金属やその結晶に関する次の (A) ~ (E) の記述のうち、不適切なものの組合せはどれか。

- (A) 金属元素の大部分は、六方最密充填構造または立方最密充填構造をとる。
- (B) 立方最密充填構造は、体心立方格子である。
- (C) 面心立方格子の単位格子に含まれる原子の数は2個である。
- (D) 体心立方構造では、各原子は周囲の8個の原子と接触する。
- (E) 六方最密充填構造では、各原子は周囲の12個の原子と接触する。

- ① A, B ② A, E ③ B, C ④ C, D ⑤ D, E

Ⅲ－22 セラミックスの応用製品と典型的な材料についての (A) ～ (E) の記述のうち、不適切なものの組合せはどれか。

- (A) 高温超電導体 : チタン酸バリウム
(B) 光シャッター : ランタン添加チタン酸ジルコン酸鉛
(C) 人工骨 : 水酸アパタイト
(D) バリスタ : 酸化亜鉛
(E) 発熱体 : 二酸化ケイ素

- ① A, B ② A, E ③ B, C ④ C, D ⑤ D, E

Ⅲ－23 次のうち、セラミックス製造法と、それに関する説明として、不適切なものはどれか。

- ① 射出成形法 : セラミックス原料粉末と熱可塑性の有機バインダー等を加熱混合し、可塑性した後に、金型に射出し、冷却固化させることで成形体を作製する方法。
② ドクターブレード法 : セラミックス粉末にバインダーを加えた泥しょうを剥離性のフィルム上に流し込み、均一な厚さの成形体 (グリーンシート) を得る方法。
③ CVD法 : 目的の構成元素を含む蒸気圧の高い原料を気化して、キャリアーガスによって反応室に導入し、原料の熱分解、反応ガスとの化学反応等により基板上に薄膜を生成させる方法。
④ フロート法 : 熔融ガラスを熔融せず浴上に流し出すことで、ガラスを熔融せずに浮かせて流動させ、平滑な表面を有する板材を製造する方法。
⑤ ブリッジマン法 : 融点より僅かに高い一定温度に保った熔融物の表面に種結晶を浸して、回転させながらゆっくりと引き上げ、単結晶を製造する方法。

Ⅲ-24 次の記述の下線部 (A) ~ (E) のうち、不適切なものの組合せはどれか。

X線回折計を用いることで物質の結晶構造を知る事ができる。測定データを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。(A) 同じ組成の化合物の多形を同定することができる。

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。(B) 格子定数と組成の間に連続的な関係があるときは、格子定数を精密に測定することで成分の濃度を求めることが可能である。

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、(C) 多結晶粉末の結晶子径が $0.2\mu\text{m}$ 程度より大きいとき、回折線の広がりから結晶子径を求めることができる。

(D) 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は困難である。

(E) 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ができる。

- 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記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 励起状態の系が入射光で刺激されると、基底状態に戻る際には、入射光と同じ波長、位相の光が放出される。

Ⅲ-26 炭素同素体に関する次の (A) ~ (E) の記述のうち、不適切なものの組合せはどれか。

- (A) グラファイトを構成する炭素原子の六員環は金属結合によって結合されている。
- (B) グラファイトの層状構造において面内方向は金属に近い電気伝導性を示す。
- (C) ダイヤモンドは炭素の高圧安定相で、電気伝導性は低く、熱を伝えにくい。
- (D) カーボンナノチューブは炭素六員環が単層あるいは多層の同軸管状につらなった筒状物質で、高い強度を有する。
- (E) C_{60} はフラーレンと呼ばれ、炭素の五員環12個と、六員環20個からなる。

- ① A, C ② A, D ③ B, D ④ B, E ⑤ C, E

Ⅲ-27 螢石型構造とペロブスカイト型構造を持つ化合物に関する次の (A) ~ (E) の記述のうち、不適切なものの組合せはどれか。

- (A) 螢石 (CaF_2) 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12個のイオンがある。
- (B) CaO や Y_2O_3 を固溶させた ZrO_2 では、高温ではイオン半径が小さい Zr^{4+} の拡散係数が大きい。
- (C) $CaTiO_3$ はペロブスカイト型構造を持ち、 Ca^{2+} と O^{2-} が立方最密充填構造を形成し、 Ti^{4+} が頂点位置を、 O^{2-} が面心位置をそれぞれ占め、その体心位置に Ca^{2+} が配置されている。
- (D) ペロブスカイト型構造を持つ化合物は立方晶とは限らずに、正方晶、斜方晶、菱面体晶などの歪んだものも多い。
- (E) $Pb(Zr, Ti)O_3$ は $PbTiO_3$ の Ti^{4+} の位置が不規則に Zr^{4+} に置換された結晶である。

- ① A, B ② A, E ③ B, C ④ C, D ⑤ D, E

Ⅲ-28 理想気体の性質と蒸発潜熱に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 気体の粘度は、温度が上がると共に小さくなる。
- ② 水の蒸発潜熱は、室温から温度が上がると共に小さくなる。
- ③ 気体の熱伝導率は、温度の上昇と共に大きくなる。
- ④ 気体の定圧モル熱容量は、温度のみの関数で表わすことができる。
- ⑤ 理想気体の温度は、物質量が保たれていれば、温度を変えずに圧力と体積を変えられる。

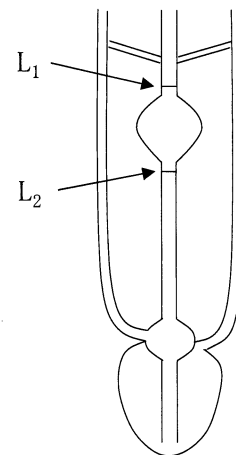
Ⅲ-29 高分子の固有粘度 $[\eta]$ は、希薄溶液の濃度依存性の測定値から、次式を用いて求めることができる。

$$[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} (\eta / \eta_s - 1) / c$$

ここで、 c : 濃度 (g/cm³) η : 高分子溶液の粘度 η_s : 溶媒の粘度

古典的には図のような毛細管粘度計を用いて、異なる濃度 c の高分子溶液の液面が点 L_1 から L_2 までに落ちる流下時間 t_f をそれぞれ測定することによって求めることができる。この際、 t_f は溶液粘度 η に比例することになる。ある高分子希薄溶液について、この粘度測定を行い、下のような結果が得られた場合、固有粘度として最も近い値はどれか。

c (g/cm ³)	t_f (s)
0	140.00
1.00×10^{-3}	169.12
2.00×10^{-3}	200.48
3.00×10^{-3}	234.08

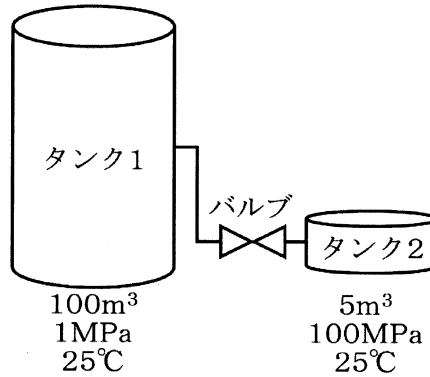


- ① 100cm³/g ② 200cm³/g ③ 230cm³/g
- ④ 270cm³/g ⑤ 1500cm³/g

Ⅲ-30 閉じたバルブにより接続された大小2基のタンクがある。100m³のタンク1には1MPaの気体が充填されており、5m³のタンク2には100MPaの気体が充填されている。気体は共に同じ理想気体であり、温度は共に25℃である。閉じていたバルブを開けて、2基のタンク内の圧力を均一とした場合の圧力として、最も適切な値はどれか。

断熱膨張による温度変化は考慮せず、25℃一定とする。

また、気体の状態方程式は $PV=nRT$ であり、 P は圧力(Pa)、 V は容積(m³)、 n は気体の物質量(mol)、 R は気体定数(Jmol⁻¹K⁻¹)、 T は気体の温度(K)である。



- ① 5.5MPa ② 5.7MPa ③ 5.9MPa ④ 6.1MPa ⑤ 6.3MPa

Ⅲ-31 60℃の硫酸銅飽和水溶液200gを20℃まで冷却して放置したところ、CuSO₄·5H₂Oの結晶が析出した。析出したCuSO₄·5H₂Oの結晶量として、最も適切な値はどれか。なお、無水硫酸銅の溶解度は、60℃で30g、20℃で20gとする。溶解度とは、100gの水に溶解する溶質の質量(g)とする。

原子量は、H=1、O=16、Cu=64、S=32とする。

- ① 15g ② 19g ③ 23g ④ 27g ⑤ 31g

Ⅲ-32 一般に、希薄成分Aが気相と液相の間に存在して平衡状態になっているとき、ヘンリーの法則が成り立つ。

$$p_A = Hx_A$$

ここで、

p_A : A成分の気相の分圧 (Pa)

x_A : A成分の液相のモル分率 (-)

H:ヘンリー定数 (Pa)

である。

20℃, 1気圧(1.01×10^5 Pa)の空気 (20.1vol%の酸素を含む) の中において平衡状態になっている水に溶けている酸素のモル分率(-)として、最も適切な値はどれか。

水に対する酸素のヘンリー定数 (単位Pa)

温度	0℃	10℃	20℃	30℃
H	2.6×10^9	3.3×10^9	4.1×10^9	4.8×10^9

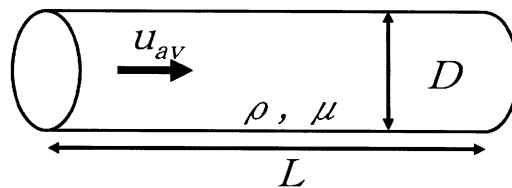
- ① 5×10^{14} ② 2×10^{10} ③ 2×10^5 ④ 5×10^{-6} ⑤ 5×10^{-11}

Ⅲ-33 直径 $D=0.01$ m, 長さ $L=2$ mの円管内を平均流速 $u_{av}=0.05$ ms⁻¹で、密度 $\rho=1000$ kgm⁻³, 粘度 $\mu=1 \times 10^{-3}$ Pa·sの流体が流れている。この場合に得られるレイノルズ数

$$Re = \rho u_{av} D / \mu$$

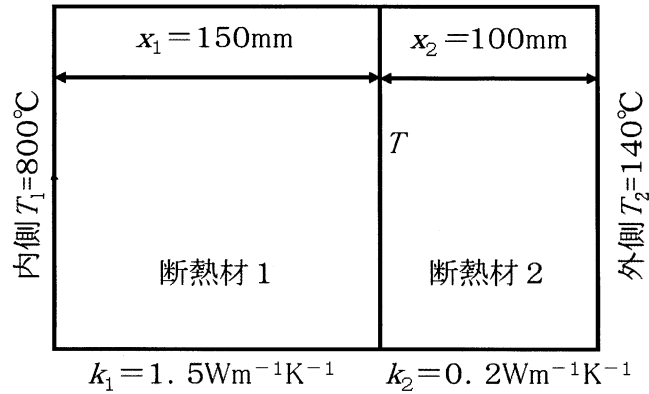
と層流・乱流の組合せとして、最も適切なものはどれか。

臨界レイノルズ数は2100であるとする。



- ① 1000, 層流 ② 500, 層流 ③ 500000, 層流 ④ 500, 乱流
⑤ 500000, 乱流

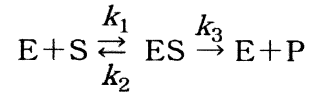
Ⅲ-34 内側に厚さ $x_1=150\text{mm}$ ，熱伝導度 $k_1=1.5\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ の断熱材を使い，外側に厚さ $x_2=100\text{mm}$ ，熱伝導度 $k_2=0.2\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ の断熱材を用いた炉がある。定常状態において炉内温度が $T_1=800^\circ\text{C}$ ，外面温度が $T_2=140^\circ\text{C}$ の時，内側の断熱材と外側の断熱材の境界面の温度 T として最も適切なものはどれか。



熱伝導において，熱流束 $q(\text{Wm}^{-2})$ はフーリエの法則 $q = -k(dT/dx)$ に従うものとする。

- ① 690°C ② 720°C ③ 750°C ④ 780°C ⑤ 810°C

Ⅲ-35 酵素は生体内において触媒として働く。酵素Eと基質Sが反応して酵素-基質複合体ESを作り、ESから生成物Pが生じると共に、Eは元に戻る。



この反応が定常状態であるとき、Pの生成速度 r は、次の式で表される。

$$r = V_m C_s / (K_m + C_s)$$

ただし、

$$K_m = (k_2 + k_3) / k_1$$

$$V_m = k_3 C_{E0}$$

$$C_{E0} = C_E + C_{ES}$$

C_s は基質の濃度、 C_E は酵素の濃度、 C_{ES} は酵素-基質複合体ESの濃度である。ここで、 C_s を増やした場合の r の最大値として適切なものはどれか。

- ① V_m / K_m ② V_m / C_s ③ $V_m C_s$ ④ V_m ⑤ C_s / K_m