

【05】化学部門

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。)

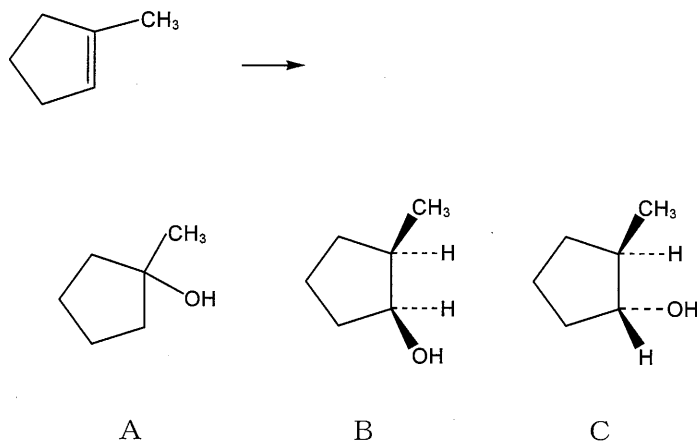
Ⅲ-1 有機分子の共役と光の吸収に関する次の文章のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 共役分子において、 $\pi-\pi^*$ 遷移をひき起こすために必要な照射光の波長は、分子軌道間（最高被占軌道HOMOと最低空軌道LUMO）のエネルギー差に依存するので、関与する共役系の性質によって異なる。
- ② 共役分子が吸収する紫外線の波長に影響を与える最も重要な要素の1つは共役の程度である。例えば、1,3,5-ヘキサトリエンは1,3-ブタジエンよりも長波長側に吸収極大を持つ。
- ③ 共役エノンや芳香環も特徴的な紫外吸収を示し、構造決定の手助けとなる。
- ④ β -カロテンの色としてヒトはオレンジ色を感じる。これは、すべての波長の光を含む白色光が β -カロテンに当たると550~650 nmの波長の光が吸収され、それ以外の光はすべて反射し目に届くためである。
- ⑤ 視覚の鍵物質 β -カロテンは、体内に取り込まれると全 $trans$ -レチナールと呼ばれる共役系のアルデヒドに変換され、次に11- cis -レチナールに異性化される。

Ⅲ-2 1-メチルシクロペンテンから主にメチルシクロペンタノールを得る方法を下記のI)とII)に記した。また、生成物を下のA~Cに示した。方法と主生成物の組合せとして、最も適切なものはどれか。

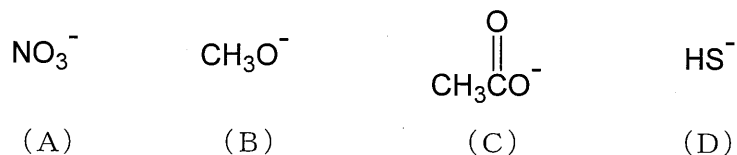
方法I) ヒドロホウ素化と塩基性過酸化水素水による酸化

方法II) オキシ水銀化と水素化ホウ素ナトリウムによる脱水銀



	方法I)	方法II)
①	A	B
②	A	C
③	B	C
④	C	A
⑤	C	B

Ⅲ-3 二分子求核置換反応では求核剤の種類によって反応速度が大きく変わることが知られている。次の求核剤(A)～(D)がメタノール中でヨードメタンと二分子求核置換反応したとき、相対反応速度の大小関係として、最も適切なものはどれか。



- ① A > B > C > D
- ② A > C > B > D
- ③ B > D > C > A
- ④ D > B > A > C
- ⑤ D > B > C > A

Ⅲ-4 次の安息香酸類の酸性度を水中25℃で測定したとき、 $\text{p}K_a$ の値が最小のものとして、最も適切なものはどれか。

- ① 安息香酸 ② p-メトキシ安息香酸 ③ p-クロロ安息香酸
- ④ p-ニトロ安息香酸 ⑤ p-メチル安息香酸

Ⅲ-5 有機反応に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① アセチレンに硫酸水銀と硫酸の存在下、水を反応させてアセトアルデヒドを得る反応は、付加反応である。
- ② ブロモシクロヘキサンをエタノール溶液中水酸化カリウムで処理してシクロヘキセンを得る反応は、脱離反応である。
- ③ 2-メチル-2-プロパノールと臭化水素との反応で2-メチル-2-ブロモプロパンを得る反応は、置換反応である。
- ④ アルデヒド又はケトンを少量の塩基存在下でシアン化水素と反応させてシアノヒドリンを得る反応は、求核付加反応である。
- ⑤ ベンゼンのニトロ化でニトロベンゼンを得る反応は、求核置換反応である。

Ⅲ-6 フェノール類に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ヒドロキノン還元すると *p*-ベンゾキノンが得られる。
- ② フェノールに3倍モル量以上過剰量の臭素を反応させると、2,4,6-トリブロモフェノールが得られる。
- ③ 天然のビタミンE (α -トコフェロール) はフェノール性ヒドロキシ基を持っている。
- ④ *p*-ブロモアニリンから得られるジアゾニウム塩を硝酸銅(Ⅱ)水溶液中で酸化銅(Ⅰ)と反応させると、*p*-ブロモフェノールが得られる。
- ⑤ フェノールはクメン法により合成される。

Ⅲ-7 次のうち、炭化水素化合物の常圧における沸点の高低関係として最も不適切なものはどれか。

- ① オクタン < 2,2,3,3-テトラメチルブタン
- ② ヘプタン < オクタン
- ③ ベンゼン < トルエン
- ④ メチルシクロヘキサン < トルエン
- ⑤ ヘプタン < トルエン

Ⅲ-8 我が国の1次エネルギー供給構造(2013年度)に関する次の(A)~(E)の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- (A) 1次エネルギー供給に占める石油の割合は、60%台である。
(B) 1次エネルギー供給に占める天然ガスの割合は、40%台である。
(C) 1次エネルギー供給に占める石炭の割合は、20%台である。
(D) 1次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合は、20%台である。
(E) 1次エネルギー供給に占める原子力の割合は、10%以下である。

- ① A, C ② A, E ③ B, D ④ B, E ⑤ C, E

Ⅲ－9 発熱量に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 発熱量とは、ある一定の状態（例えば、 10^5 Pa、 25°C ）に置かれた単位量（1 kgや1 L）を、必要十分な乾燥空気ですべて燃焼させ、その燃焼ガスを元の温度（この場合 25°C ）まで冷却したときに計測される熱量のことである。
- ② 発熱量は熱量計で計測される。熱量計は、燃料の燃焼熱を熱量計内の水に吸収させ、その水の保有熱量の増加分を燃料の発熱量として計測する。
- ③ 石油製品の単位体積当たりの高位発熱量 (MJ L^{-1}) は、重油、軽油、灯油、ガソリンの順で増加する。
- ④ 低位発熱量は、 $(\text{低位発熱量}) = (\text{高位発熱量}) - (\text{水蒸気の凝縮潜熱} \times \text{水蒸気量})$ で計算して求められる。
- ⑤ ボイラ設備やディーゼルエンジン、ガスタービンなどの原動機の熱効率の計算には、一般的に低位発熱量を使用する。

Ⅲ－10 石油精製で利用される改質装置（リフォーマー）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 重質ナフサを原料として、触媒反応により高オクタン価の改質ガソリン（リフォーマート）を得る。
- ② 基礎化学原料となるベンゼン、トルエン、キシレンなどの芳香族製造装置としての位置づけを有する。
- ③ 改質触媒は白金の他にレニウムなどの第二の金属を併用したバイメタル触媒が主に使用されている。
- ④ ナフテン分の多い原料が適しており、製品収率が良く、オクタン価の高いガソリンが得られる。
- ⑤ 反応圧力を上げると、ガソリンの収率は高くなり、オクタン価は高くなるが、触媒表面にコークが付着しやすくなり、触媒寿命が短くなる。

Ⅲ-11 次のうち、自動車ガソリンに関する記述として最も不適切なものはどれか。

- ① 主に自動車用火花点火式内燃機関（ガソリンエンジン）の燃料として、その他農業用等の同様な内燃機関にも広く使用されている。
- ② JIS規格では、オクタン価の違いによって、プレミアムガソリン（1号：オクタン価96以上）とレギュラーガソリン（2号：オクタン価89以上）に分類される。
- ③ 蒸留範囲は170～370℃程度である。
- ④ 酸化安定性が劣ると、酸化劣化物を生成し、燃料系統の金属を腐食させたり、また、ガム質を生成して燃料系統を詰まらせる。
- ⑤ 硫黄分濃度は、JIS規格の規定変更により10質量ppm以下へと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 潤滑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 自動車用エンジン油は使用温度が広範なため、高温及び低温時の粘度により分類される。
- ② 自動車用変速機に使用するATフルード（Automatic Transmission Fluid）は、無段変速機搭載車に使用される。
- ③ タービン油は、発電用タービンの軸受をはじめ、ターボブロワー等の高速回転機器の軸受などに主に使用されている。
- ④ 冷凍機油は、冷凍機のコンプレッサーの潤滑油であり、機能的には圧縮機油と同じであるが、圧縮される冷媒が状態変化するため、特殊な性能が必要とされる。
- ⑤ 電気絶縁油は、変圧器、コンデンサーなどの電気機器の絶縁及び冷却の役割を果たすもので、鉱油以外に合成油も多く使用されている。

Ⅲ-13 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 我が国は国内需要のほとんどを海外の石炭に頼っており、オーストラリアとインドネシアに約8割を依存している（2013年ベース）。
- ② 直接エネルギーを取り出す場合に最もよく利用される方法は、燃焼により発生した熱を利用する方法である。
- ③ 一部の石炭を酸素が無い状態で加熱していくと、約400℃で溶融し始め、450～460℃で再び固化する。この性質を粘結性という。
- ④ 粘結性を有する石炭は、鉄を作る際のコークスの原料として使えるので、一般炭とも呼ばれる。
- ⑤ クリーンコールテクノロジーとは、石炭の燃焼により排出される有害物質（SO_x, NO_xと^{ばいじん}煤塵）を取り除く技術のことである。

Ⅲ-14 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。

高分子を構成する基本単位をアといい、アの間の反応によってできた高分子をイという。一般に合成高分子は構造単位が同じで分子鎖の長さのみが違う同族体の混合物からできており、このようなイをウであるという。したがって、高分子の分子量は、そのウ性により、平均分子量しか意味を持たない。

$M_n = \sum_i x_i M_i$ で表される平均分子量 M_n をエ， $M_w = \sum_i w_i M_i$ で表される平均分子量 M_w をオという。ここで、 x_i ， w_i ， M_i は、それぞれ、 i 番目の分子のモル分率、重量分率、分子量である。

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	ポリマー	モノマー	多分散	数平均分子量	重量平均分子量
②	ポリマー	モノマー	単分散	数平均分子量	重量平均分子量
③	モノマー	ポリマー	多分散	数平均分子量	重量平均分子量
④	モノマー	ポリマー	単分散	重量平均分子量	数平均分子量
⑤	モノマー	ポリマー	多分散	重量平均分子量	数平均分子量

Ⅲ-15 ビニルモノマーのイオン重合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。

置換基としてア基を持つビニルモノマーはカチオン重合しやすく、逆に置換基としてイ基を持つビニルモノマーはアニオン重合しやすい。電子求引性基がついているビニルモノマーから得られたポリマーの α 炭素原子上の水素原子のウが高いので、エ反応などの副反応が起こりやすい。イ基を2つ持つビニリデン型モノマーは置換基が2つあるためその性質が強く、水のような求核性のオ開始剤で重合する。

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	電子供与性	電子求引性	酸性度	停止	低い
②	電子求引性	電子供与性	塩基性度	停止	低い
③	電子供与性	電子求引性	酸性度	再結合	高い
④	電子求引性	電子供与性	塩基性度	再結合	高い
⑤	電子供与性	電子求引性	電子親和力	停止	低い

Ⅲ-16 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。

アで仕切られた2つの部屋の左側に純溶媒を、右側に質量濃度 C の高分子の溶液を入れる。この系が平衡状態にあるとき、左側の圧力を p 、右側の圧力を $p + \pi$ とすると、 π を イといい、無限希釈状態 ($C \rightarrow 0$) で次式が成り立つ。

$$\pi = RTC/M$$

ここで、 R 、 T は、それぞれ、気体定数、絶対温度であり、 M は高分子の場合、ウである。この式は、エと呼ばれる。有限の C では、 π/RTC が近似的に C に比例し、比例定数を オという。

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	半透膜	浸透圧	数平均分子量	ファンデルワールスの式	第1ビリアル係数
②	半透膜	浸透圧	重量平均分子量	ファンデルワールスの式	第3ビリアル係数
③	透過膜	透過圧	重量平均分子量	ファンデルワールスの式	第3ビリアル係数
④	透過膜	透過圧	数平均分子量	ファンホッフの式	第2ビリアル係数
⑤	半透膜	浸透圧	数平均分子量	ファンホッフの式	第2ビリアル係数

Ⅲ-17 ポリエチレ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 チーグラー触媒や酸化クロム系触媒を用いたエチレンの重合により、高密度ポリエチレンが得られる。
- ② 重合開始剤として酸素又は過酸化物を用いたエチレンの重合により、低密度ポリエチレンが得られる。
- ③ 高密度ポリエチレンは、低密度ポリエチレンよりも高圧で合成される。
- ④ 高密度ポリエチレンは、低密度ポリエチレンよりも融点が高く、耐熱性、剛性、機械的強度が大きい。
- ⑤ 低密度ポリエチレンは、柔軟で、結晶性が低くほぼ透明であり、フィルムを中心に成型品などにも用いられる。

Ⅲ-18 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。

下図は時間 t_0 における十分に分子量が大きい非晶性高分子固体の引張緩和弾性率 $E(t_0)$ の温度依存性の模式図である。アでは高分子鎖のミクロブラウン運動は凍結し、弾性率は1～数GPaの値となる。温度が上昇すると凍結されていた分子鎖のミクロブラウン運動が開始し、イへ到達する。アからイへの変化がウである。さらに温度が上昇すると弾性率が数MPa程度で温度に依存しないエとなる。さらに温度が上昇すると高分子鎖の絡み合いがほぐれ、分子鎖が激しく運動し、弾性率も低下するオとなる。

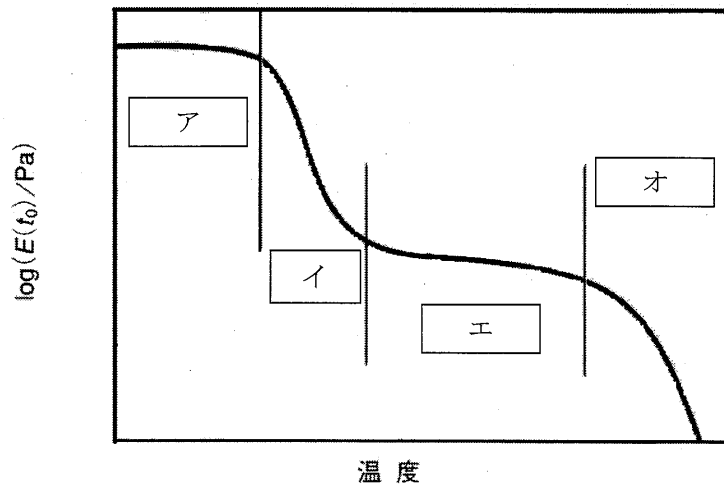


図 非晶性高分子固体の引張緩和弾性率の温度依存性の模式図

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	ゴム状平坦領域	転移領域	ガラス転移	ガラス状領域	流動領域
②	ゴム状平坦領域	流動領域	融解	ガラス状領域	転移領域
③	ガラス状領域	転移領域	融解	ゴム状平坦領域	流動領域
④	ガラス状領域	流動領域	ガラス転移	ゴム状平坦領域	転移領域
⑤	ガラス状領域	転移領域	ガラス転移	ゴム状平坦領域	流動領域

Ⅲ-19 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。

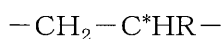
一方の末端が有機酸でもう一方の末端がアルコールである2官能性のモノマーが、重合する過程を考える。反応前の系の分子数を N_0 とすると、重合が進行し反応度が p となった時点の系中の分子数 N は、となる。このとき数平均重合度 P_n は N_0/N で表されるから、反応度 p を用いて $P_n =$ となる。反応度 p は、有機酸がアルコールと反応し結合を形成する確率とも考えられる。 n 量体分子が形成される確率は、 $n-1$ 回有機酸とアルコールが反応し、最後の n 回目は反応しなかった確率の積で表されるから $p^{n-1} \times (1-p)$ となる。したがって、反応度が p の時点での n 量体の分子数を N_n とすると、 $N_n =$ となる。ここで、 $N =$ の関係を用いた。 n 量体の重量分率 w_n は nN_n/N_0 であるから、 $w_n =$ となる。この分布はと呼ばれる。

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	N_0p	$1/p$	$N_0p^{n-1}(1-p)$	$np^{n-1}(1-p)$	正規分布
②	N_0p	$1/p$	$N_0p^{n-1}(1-p)^2$	$np^{n-1}(1-p)^2$	最も確からしい分布 (Flory分布)
③	$N_0(1-p)$	$1/(1-p)$	$N_0p^{n-1}(1-p)^2$	$np^{n-1}(1-p)^2$	正規分布
④	$N_0(1-p)$	$1/(1-p)$	$N_0p^{n-1}(1-p)$	$np^{n-1}(1-p)$	最も確からしい分布 (Flory分布)
⑤	$N_0(1-p)$	$1/(1-p)$	$N_0p^{n-1}(1-p)^2$	$np^{n-1}(1-p)^2$	最も確からしい分布 (Flory分布)

Ⅲ-20 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。

鎖状高分子の化学構造は重合時に一義的に決まる。重合時に決まるこの構造をア

という。炭素-炭素結合でできたビニルポリマーの主鎖の繰り返し単位は



で表される。ここで、C*は不斉炭素であり、Rは置換基を表す。高分子鎖を引き延ばした平面ジグザグ構造を考えたとき、この平面より置換基Rが上に出る場合を*d*体、下に出る場合を*l*体と定義する。隣り合う2個の繰り返し単位のアが同じ、すなわち、*dd*及び*ll*をイ，異なる*dl*及び*ld*をウと呼ぶ。高分子鎖全体にわたってイが続くものをエと呼び，ウが続くものをオと呼ぶ。これらは立体規則性高分子の一例である。

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	立体配置	ラセモ	メソ	シンジオタクチック	イソタクチック
②	立体配置	メソ	ラセモ	イソタクチック	シンジオタクチック
③	立体配置	メソ	ラセモ	シンジオタクチック	イソタクチック
④	立体配座	ラセモ	メソ	イソタクチック	シンジオタクチック
⑤	立体配座	メソ	ラセモ	シンジオタクチック	イソタクチック

Ⅲ－21 水素に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 質量数の異なる3種の同位体がある。
- ② 重水素と酸素からできる水を重水という。
- ③ 宇宙でケイ素に次いで存在量の多い元素である。
- ④ パラジウムには多量に吸収される。
- ⑤ オルト水素とパラ水素の2種類の分子がある。

Ⅲ－22 セラミックスに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 導電性の温度変化が極めて小さいためPTC (Positive Temperature Coefficient) ヒーターに用いられる。
- ② 高い機械的特性を利用して窒化ケイ素ボールベアリングがつくられる。
- ③ 光透過性を利用してナトリウム発光管がつくられる。
- ④ 高い誘電性を利用してコンデンサがつくられる。
- ⑤ 磁性は永久磁石に利用されている。

Ⅲ－23 無機結晶物質の欠陥における次の組合せのうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 面欠陥 … 結晶粒界
- ② 点欠陥 … 空孔
- ③ 線欠陥 … 転位
- ④ フレンケル欠陥 … 格子間イオン対
- ⑤ ショットキー欠陥 … 空孔対

Ⅲ-24 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。

SiやGeは共有結合性の結晶であり、ア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混成軌道を形成して、炭素六員環が作られる。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。

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	ダイヤモンド型	sp^2	sp^3	ファンデルワールス力	一致しない
②	ウルツ鉱型	sp^2	sp^3	イオン結合	一致する
③	ダイヤモンド型	sp^3	sp^2	ファンデルワールス力	一致する
④	ウルツ鉱型	sp^3	sp^2	イオン結合	一致しない
⑤	ダイヤモンド型	sp^3	sp^2	ファンデルワールス力	一致しない

Ⅲ-25 フッ素、塩素、臭素、ヨウ素に関する次の(A)～(E)の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- (A) 25℃, 10⁵ Paではどれも気体である。
- (B) 電気陰性度はフッ素が最も小さい。
- (C) フッ素と塩素は電解法で、臭素とヨウ素は塩素での酸化法で製造する。
- (D) フッ素は、フッ酸として多く使用されるが、フッ酸は毒性が強く腐食性がある。
- (E) どれも工業的に生産されるが、塩素の生産量が最も多い。

- ① C, D, E ② A, D, E ③ B, E ④ B, C ⑤ A, D

Ⅲ-26 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。

電気分解とは、自然に起こらない酸化還元反応を、外部から電気エネルギーを加えて強制的に起こす操作をいう。液体中に2本の電極を浸して電極の間に電圧をかけると、液体中の化学物質と電極との間で電子の受け渡しが起こり、結果として化学反応が進行する。このとき、電源の正極に接続した電極（アノード）では化学物質から電子が奪われてア反応が起こり、反対に負極に接続した電極（カソード）では化学物質に電子が与えられてイ反応が起こる。酸化還元反応で生じる物質と流れた電流量との関係はファラデーの法則によって定量化できるが、実際の場合は理論値以下の物質しか得られないことが多い。この場合、（実際に得られた物質）÷（流れた電流量から計算される物質の理論生成量）をウ（100倍して%で表す場合もある。）という。また、電気分解中の両極間の電圧は、エにオと液体などのオーム損を加えた値となる。

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	酸化	還元	電圧効率	理論分解電圧	整流器内部抵抗
②	還元	酸化	電流効率	標準水素電極電位	過電圧
③	酸化	還元	電流効率	理論分解電圧	過電圧
④	酸化	還元	電流効率	標準水素電極電位	過電圧
⑤	還元	酸化	電圧効率	理論分解電圧	整流器内部抵抗

Ⅲ-27 次に示す、薬品と工業的製造方法における主要な反応の組合せのうち、最も不適切なものはどれか。

	薬品	工業的製造方法における主要な反応
①	硫酸	二酸化硫黄の酸化
②	塩酸	次亜塩素酸ナトリウムの還元
③	硝酸	アンモニアの酸化
④	水酸化ナトリウム	塩化ナトリウム水溶液の電気分解
⑤	アンモニア	水素と窒素との反応

Ⅲ-28 平衡状態における液相組成-気相組成-温度-圧力の関係を気液平衡図で表すことができる。その一例としてメタノール-水系の気液平衡関係を下図に示す。

次の記述の下線部(ア)~(エ)について、正しいものの組合せは①~⑤のうちどれか。ただし、図1, 図2においての矢印(\longleftrightarrow $\leftarrow\cdots\rightarrow$)は、それぞれ同じ長さである。

図1は平衡温度と組成との関係を示す。図中の線(a)は、(ア) 液相線 (又は沸点曲線)を示し、線(b)は、(イ) 気相線 (又は露点曲線)を示す。

メタノールの沸点は、(ウ) 約65℃ である。

図2は液相組成と気相組成の関係を示したものである。図1から図2を作図すると、(エ) 曲線(c) が得られる。

図1

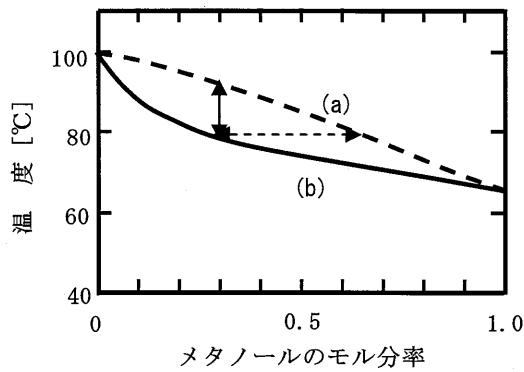
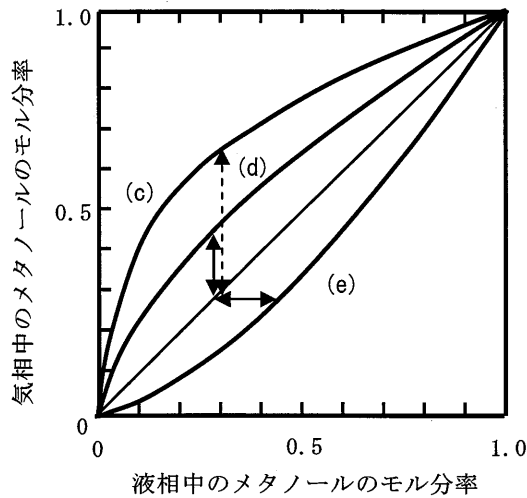


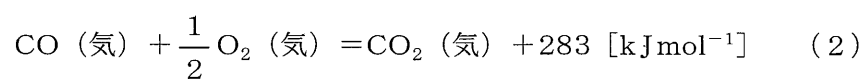
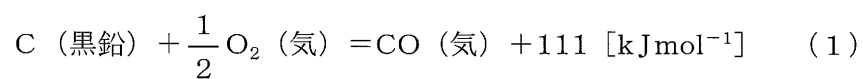
図2



メタノール-水系の気液平衡関係 [101.3kPa]

- ① (ア), (イ) ② (ウ), (エ) ③ (ア), (エ)
 ④ (イ), (ウ) ⑤ (イ), (エ)

Ⅲ-29 酸素不足の状態では黒鉛40 gを全て燃焼させたところ、一酸化炭素80 mol%と二酸化炭素20 mol%の混合ガスが得られた。この燃焼で発生した熱量に最も近い値はどれか。ただし、(1)及び(2)の熱化学方程式を用いよ。また、C、Oの原子量は、それぞれ12、16とする。



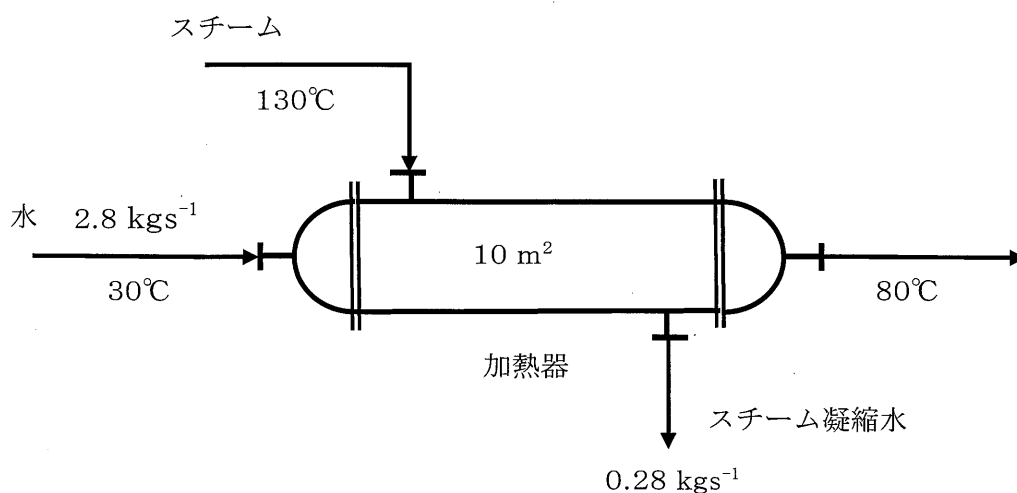
- ① 145 kJ ② 170 kJ ③ 250 kJ ④ 485 kJ ⑤ 560 kJ

Ⅲ-30 下図に示すような水の加熱器がある。この加熱器は伝熱面積 10 m^2 、 130°C の
 スチームを用いて、 30°C の水 2.8 kgs^{-1} を 80°C に加熱するためのものである。この加熱器
 を運転して出口水温が 80°C と安定した状態になったときの加熱器のスチーム凝縮水量は
 0.28 kgs^{-1} であった。このときの加熱器の総括伝熱係数として、最も適切な値はどれか。

なお、スチームの凝縮熱量は $2.09 \times 10^6\text{ Jkg}^{-1}$ 、水の比熱は $4.18 \times 10^3\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ 一定
 とし、放熱等の熱ロスはないものとする。

また、伝熱量の一般式は $Q = UA \Delta t$ である。ここで、 Q は伝熱量 [W]、 U は総括伝熱
 係数 [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]、 A は伝熱面積 [m^2]、 Δt は平均温度差 [K] である。

なお、自然対数 $\ln 2 = 0.69$ とする。



- ① $8.4 \times 10^2\text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ ② $8.1 \times 10^2\text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ ③ $7.8 \times 10^2\text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$
 ④ $7.5 \times 10^2\text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ ⑤ $7.2 \times 10^2\text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

Ⅲ-31 60℃の硫酸銅飽和水溶液100 g を20℃まで冷却し放置したところ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の結晶が析出した。析出した $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 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30 g, 20℃で20 gとする。ここでの溶解度とは100 gの水に溶解する溶質の質量 [g] とする。

ただし、各原子量は、 $\text{H}=1$, $\text{O}=16$, $\text{Cu}=64$, $\text{S}=32$ とする。

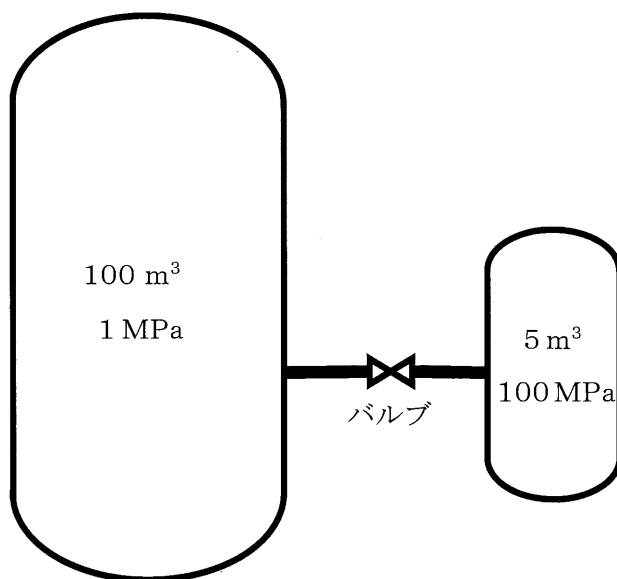
- ① 22 g ② 18 g ③ 14 g ④ 10 g ⑤ 6 g

Ⅲ-32 バルブを介して遮断されている2基の密閉したタンクがある。100 m³のタンクには1 MPaの気体が充填されており、5 m³のタンクには100 MPaの気体が充填されている。気体は共に同じもので理想気体であり、温度は共に25℃である。遮断しているバルブを開けて、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。

なお、断熱膨張は考慮せず、温度は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 [MPa], V は容積 [m³], n は気体のmol数 [mol], R は気体定数 [MPa m³ mol⁻¹ K⁻¹], T は気体の温度 [K] である。

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

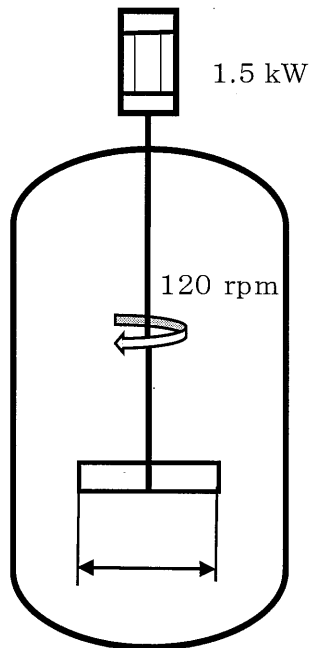


Ⅲ-33 攪拌動力 P は無次元動力数 N_p を用い $P = N_p (\rho n^3 D^5)$ と表される。ある攪拌槽において 1.5 kW のモーター付きで、120 rpm まで回転数を上げることができる攪拌機が付いている。この攪拌機の動力を 0.75 kW に替えた場合、回転数の上限に最も近い値はどれか。

ただし、 N_p は一定とし、 $2^{1/3}$ は 1.26 とする。

なお、 ρ : 液密度 [kg m^{-3}], n : 回転数 [s^{-1}], D : 羽径 [m] である。

- ① 95 rpm ② 100 rpm ③ 105 rpm ④ 110 rpm ⑤ 115 rpm



Ⅲ-34 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°C 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°C における 1 次反応の反応速度定数 k_{100} は 50°C のそれに比べ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 2倍 ② 5倍 ③ 32倍 ④ 55倍 ⑤ 99倍

Ⅲ-35 メタノール水溶液を 87.7°C で長時間保持し、気液平衡を成り立たせた。このときの液相のメタノール濃度が 10% (モル基準) であった。これに平衡な気相のメタノール濃度 (モル基準) に最も近いものはどれか。

ただし、87.7°C でのメタノール及び水の蒸気圧は、それぞれ 236.7 kPa 及び 64.24 kPa である。また、メタノール及び水の活量係数はそれぞれ 1.786 及び 1.009 である。

- ① 11% ② 13% ③ 24% ④ 42% ⑤ 64%