

令和8年度徳島大学前期日程入学試験 化学(402)

問題訂正

本紙は、出題ミスに伴う過去問題公開用の問題訂正紙です。

第4問の文章中の用語に一部不適切な扱いがあったため、次の(1)～(5)のとおり訂正します。

(1) リード文 4行目

正： オゾン分解を利用して3種類の二重結合を含む化合物の構造決定を試みた。

誤： 3種類のアルケンA、BおよびCをオゾン分解することで、これらの構造決定を試みた。

(2) リード文中【結果1】 1行目

正： シクロアルケン A

誤： アルケン A

(3) リード文中【結果3】 1行目

正： 二重結合を2つもつ化合物 C

誤： アルケン C

(4) 問2 1行目

正： シクロアルケン A

誤： アルケン A

(5) 問7 1行目

正： 二重結合を2つもつ化合物 C

誤： アルケン C

【受験者への対応】

第4問の問1、問2及び問7は正答が存在しない問となったため、当該設問を全員正解として対応します。

令和 8 年度入学試験問題

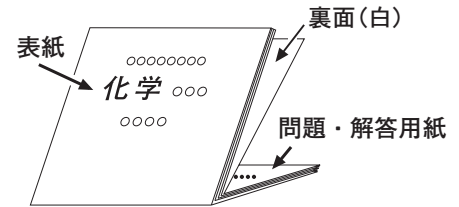
化 学 402

(前 期 日 程)

表紙も問題・解答用紙もすべて
表面のみに印刷している。

(注意事項)

- 1 問題・解答用紙は、解答開始の指示があるまで開かないこと。
- 2 この表紙を除いて、問題用紙は 8 枚(その 1～その 8)、解答用紙は 5 枚(その 1～その 5)である。
用紙の折り方は図のようになっているので注意すること。
計算が必要な場合は、表紙、問題・解答用紙の裏面を利用すること。
- 3 解答は、解答用紙の指定された解答箇所を書くこと。指定された解答箇所以外に書かれたものは採点しない。また、裏面に書かれたものも採点しない。
- 4 解答開始後、各解答用紙の「受験番号」欄に受験番号をはっきりと記入すること。
- 5 配付した用紙はすべて回収する。

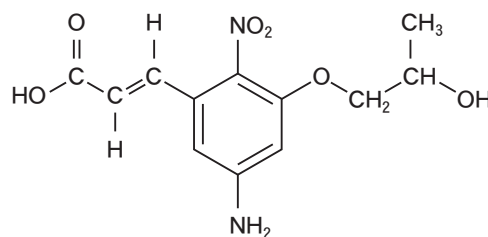


化 学 402 問題用紙 (その1)

(注意) 第1問から第4問の解答にあたっては、以下の注意事項にしたがうこと。

1. 有機化合物の構造式は、特に指示のない限り右図に示す例にならって表すこと。
2. 必要があれば、原子量は次の値を用いること。

H 1.0 C 12.0 N 14.0 O 16.0



構造式の例

第1問 次の文章<Ⅰ>、<Ⅱ>および<Ⅲ>を読み、問い(問1~9)に答えよ。

<Ⅰ> メタン CH₄、アンモニア NH₃ および水 H₂O はそれぞれ炭素原子 C、窒素原子 N または酸素原子 O と、水素原子 H が ア 結合した分子である。それぞれの分子の形はメタンが正四面体形、アンモニアが イ、水が ウ である。これらの形は、分子中の電子対が結合に関与していてもいなくても互いに反発しあってできるだけ遠くならうとするという説明を使うと、いずれもメタンと同じ四面体形を基本としていることが理解できる。

問1 下線部(a)のメタン CH₄、アンモニア NH₃ および水 H₂O について電子式を記せ。

問2 文章中の ア には結合の種類があてはまる。適切な語句を記せ。

問3 文章中の イ および ウ にあてはまる分子の形を以下の語句から選んで記せ。

直線形、折れ線形、正三角形、三角錐形、正方形、四角錐形、正八面体形

<Ⅱ> 金属結晶では原子どうしが エ 結合で結びついて規則正しく配列している。鉄 Fe と銅 Cu の金属結晶の代表的な結晶格子はそれぞれ体心立方格子と面心立方格子である。下にそれぞれの単位格子の構造と、体心立方格子では断面 abcd、面心立方格子では断面 efgh を示した(図1、図2)。なお結晶中の原子は球とみなし、図中の黒い点は球の中心を、断面は最も近い原子どうしが接触している様子を示している。単位格子の頂点にある原子は $\frac{1}{8}$ 個分、面の中心にある原子は $\frac{1}{2}$ 個分の体積が単位格子中に含まれる。

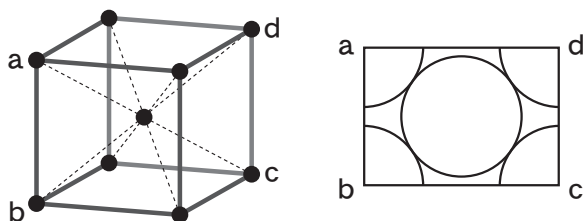


図1 体心立方格子の構造と断面
(左) 立方体の中心と各頂点に原子が配列
(右) 断面 abcd

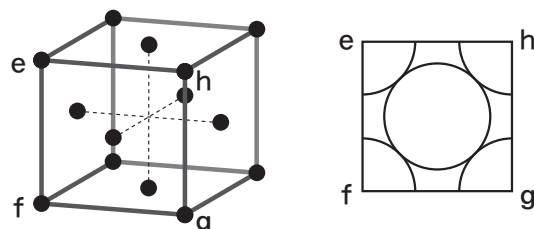


図2 面心立方格子の構造と断面
(左) 立方体の各面の中心と各頂点に原子が配列
(右) 断面 efgh

化 学 402 問題用紙 (その2)

(その1から続く)

問4 文章中の エ には結合の種類があてはまる。適切な語句を記せ。

問5 下線部(b)について、面心立方格子の単位格子の1辺の長さを x 、原子の球の半径を r とし、 r を x で表せ。

問6 下線部(c)とした場合に、面心立方格子の単位格子中に何個分の原子の球が含まれるか記せ。

問7 原子が結晶中に占める体積の割合を充填率という。充填率は次の式から求められる。

$$\text{充填率} = \frac{\text{単位格子中の原子の体積}}{\text{単位格子の体積}}$$

問5 および問6 の解答を用い、面心立方格子の充填率を求め、例にならって円周率 π および根号 ($\sqrt{\quad}$) を含む式で記せ。
解答に至るみちすじも記せ。(例) $2\sqrt{7}\pi$

<Ⅲ> 銅(Ⅱ)イオン Cu^{2+} を含む水溶液に塩基の水溶液を加えると青白色沈殿の水酸化銅(Ⅱ) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ が生じる。ここに過剰のアンモニア水を加えると溶解して深青色の溶液になる。ここに含まれるのは銅(Ⅱ)イオンにアンモニアが オ 結合したテトラアンミン銅(Ⅱ)イオンである。

また鉄(Ⅲ)イオン Fe^{3+} の水溶液に オ ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸イオン オ が含まれる水溶液を加えると濃青色沈殿が生じる。

問8 文章中の オ には結合の種類があてはまる。適切な語句を記せ。

問9 下線部(d)のテトラアンミン銅(Ⅱ)イオンおよび下線部(e)のヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸イオンについて、配位子と配位数が分かる化学式で、それぞれの錯イオンを記せ。

化 学 402 問題用紙 (その3)

第2問 次の文章を読み、問い(問1～8)に答えよ。

ある化学実験において、酢酸 CH_3COOH 水溶液の濃度を中和滴定によって正確に求めたい。実験では、まず滴定に用いる水酸化ナトリウム NaOH 水溶液の濃度をシュウ酸 $(\text{COOH})_2$ 水溶液を用いて決定したのち、その水酸化ナトリウム水溶液を用いて酢酸水溶液の滴定を行った。手順は下の操作1～6のとおりである。

なお、シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ のモル質量は 126 g/mol 、酢酸のモル質量は 60.1 g/mol とする。また、すべての操作は 25°C で行ったものとする。

【操作1】 5.04 g のシュウ酸二水和物を正確にはかり取って適量の純水に溶かし、さらに純水を加えて 1000 mL に調整することでシュウ酸水溶液を調製した。^(a)

【操作2】 調製したシュウ酸水溶液 10.0 mL をはかり取って容器に移し、フェノールフタレイン溶液を数滴加えた。^(b)

【操作3】 操作2で用意したシュウ酸水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、 10.2 mL を滴下した時点で溶液の色が無色から薄い赤色へと変化したため、中和点とみなした。^(c)

【操作4】 操作3の滴定結果から、水酸化ナトリウム水溶液の正確なモル濃度を計算した。

【操作5】 次に酢酸水溶液の濃度を求めるため、酢酸水溶液 10.0 mL をはかり取り、純水を加えて 100 mL に調整することで希釈溶液を調製した。

【操作6】 この希釈した酢酸水溶液 10.0 mL をはかり取り、フェノールフタレイン溶液を数滴加えた後、操作3と同様に水酸化ナトリウム水溶液による滴定を行ったところ、 7.80 mL を滴下した時点で溶液が無色から薄い赤色へと変化したため、中和点とみなした。

問1 水酸化ナトリウムの固体は、空気中の水分を吸収して溶ける。このような現象を何というか、適切な用語を記せ。

問2 下線部(a)、(b)および(c)の実験操作で使用する器具について、それぞれ最も適切なものを次の(あ)～(お)から1つ選び、記号で記せ。ただし、これらの実験操作で使用する器具はそれぞれ異なるものである。

- (あ) メスフラスコ
- (い) ビュレット
- (う) コニカルピーカー
- (え) ホールピペット
- (お) 分液ろうと

問3 下線部(b)および(c)の実験操作で使用する実験器具の内部に純水が残っている場合は、使用前に共洗いをする必要がある。その理由を、簡潔に説明せよ。

化 学 402 問題用紙 (その4)

(その3から続く)

問4 操作2および操作6で使用したフェノールフタレインは、あるpHの範囲で色に変化する。フェノールフタレインの変色域として正しいものを、次の(あ)～(お)から1つ選び、記号で記せ。

(あ) pH = 1.2 ~ 2.8

(い) pH = 3.1 ~ 4.4

(う) pH = 5.0 ~ 6.2

(え) pH = 8.0 ~ 9.8

(お) pH = 10.5 ~ 11.6

問5 操作3に関して、シュウ酸と水酸化ナトリウムが反応するときの化学反応式を記せ。

問6 操作4に関して、使用した水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度〔mol/L〕を求め、有効数字2桁で記せ。解答に至るみちすじも記せ。

問7 操作6の結果から、希釈する前の酢酸水溶液のモル濃度〔mol/L〕を求め、有効数字2桁で記せ。解答に至るみちすじも記せ。

問8 中和滴定に用いる水酸化ナトリウム水溶液は、直前に正確な濃度のシュウ酸水溶液との中和滴定により濃度を決定することが望ましい。その理由について、水酸化ナトリウムと二酸化炭素との反応を例に挙げて説明せよ。

第3問 次の文章を読み、下の問い (問1～3) に答えよ。

図1に示すような、開閉可能なシャッターのついた1枚の隔壁により、2室 (図中の容器の左側をA室、右側をB室と区別する) に分割された容器を用いて理想気体の挙動および気体反応の平衡について考察しよう。この隔壁は、初めは、A室、B室とも同じ容積 V_0 [L] になるよう、固定具で動かないように固定されているが、固定具を外すことで左右に自由に動くことができるようになる。また、A室、B室とも最初は真空の状態、気体が封入された後、容器内の温度は常に T_0 [K] 一定に保たれるものとする。

最初に左右のコックを開き、A室の圧力が $0.8p_0$ [kPa] になるまで気体Aを、B室の圧力が $1.2p_0$ [kPa] になるまで気体Bを注入し、その後、再び両方のコックを閉める (図2)。ここで、 p_0 はある基準の圧力とし、基準の物質質量 n_0 [mol] とともに $p_0V_0 = n_0RT_0$ を満たすものとする。 R は気体定数 ($8.31 \text{ kPa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$) である。気体A、気体Bともに理想気体とみなせるものとする。注入した気体Aと気体Bの物質質量をそれぞれ n_A [mol]、 n_B [mol] とすると、 $n_A = \boxed{\text{ア}}$ n_0 、 $n_B = \boxed{\text{イ}}$ n_0 と表すことができる。

次に隔壁の固定具を慎重に取り除くことにする。固定具がなくなると、A室とB室の圧力差のため、隔壁は左側に移動する (図3)。最終的にA室の体積 V_A [L] が $\boxed{\text{ウ}}$ V_0 、B室の体積 V_B [L] が $\boxed{\text{エ}}$ V_0 となり、A室とB室の圧力がともに $\boxed{\text{オ}}$ p_0 になり釣り合ったところで隔壁は止まる。

最後にシャッターを開けよう。シャッター開放後、十分な時間が経過すると気体Aと気体Bは互いに混ざり合い、混合気体 (気体A + 気体B) が生成する (図4)。混合気体中における気体Aと気体Bのモル分率をそれぞれ x_A 、 x_B とすると、 $x_A = \boxed{\text{カ}}$ 、 $x_B = \boxed{\text{キ}}$ である。また混合気体中での気体Aの分圧と気体Bの分圧をそれぞれ p_A 、 p_B とすると、 $p_A = \boxed{\text{ク}}$ p_0 、 $p_B = \boxed{\text{ケ}}$ p_0 と表せる。

ここで、混合気体中で1分子の気体Aと1分子の気体Bから新たな気体C (理想気体とみなせるものとする) が1分子生成する反応が起こるとしよう。この反応は可逆反応であり、次の反応式①で表すことができる。



反応開始時の気体Aと気体Bの分圧は、上述のとおり $p_A = \boxed{\text{ク}}$ p_0 、 $p_B = \boxed{\text{ケ}}$ p_0 が成立するものとし、十分に混ざり合い、反応が平衡状態に達した後の気体A、気体Bおよび気体Cの分圧は、それぞれ添え字に eq を付けて $p_{A,\text{eq}}$ 、 $p_{B,\text{eq}}$ および $p_{C,\text{eq}}$ と表すことにする。この反応に対する圧平衡定数 K_p は、 $p_{A,\text{eq}}$ 、 $p_{B,\text{eq}}$ および $p_{C,\text{eq}}$ を用いて $\boxed{\text{コ}}$ と表すことができる。 K_p の値は温度を変化させない限り変化しない。平衡状態のときに何らかの方法で容器内の圧力だけを上昇させた場合、 $\boxed{\text{イ}}$ 。ここで、平衡状態に達したときの気体Aの反応率を α とする。平衡状態に達した後の気体A、気体Bおよび気体Cのそれぞれの物質質量 $n_{A,\text{eq}}$ 、 $n_{B,\text{eq}}$ および $n_{C,\text{eq}}$ は、 α および反応前の気体Aの物質質量 n_A を用いて、 $n_{A,\text{eq}} = \boxed{\text{サ}}$ 、 $n_{B,\text{eq}} = \boxed{\text{シ}}$ および $n_{C,\text{eq}} = \boxed{\text{ス}}$ と表すことができるので、容器内の圧力変化 (反応前の全圧 p が平衡状態での全圧 p_{eq} に変化) がわかれば反応率 α を計算でき、最終的に K_p の値を求めることができる。

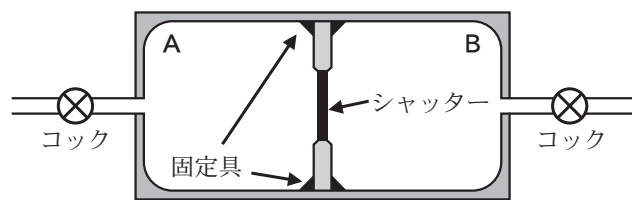


図1 シャッター付き隔壁を内蔵した容器の模式図

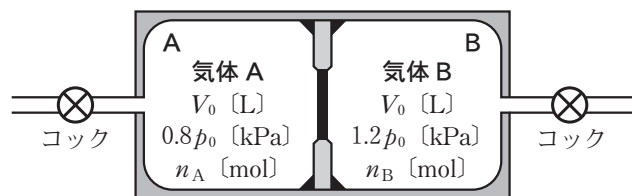


図2 気体Aと気体Bの封入後の状態

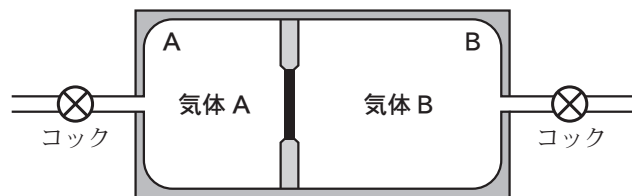


図3 固定具を取り除いた後の状態

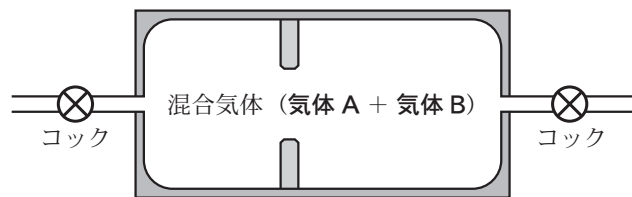


図4 シャッターを開いた後の状態

化学 402 問題用紙 (その6)

(その5から続く)

問1 文章中の ~ にあてはまる数値, また ~ にあてはまる式を記せ。ただし, 数値に関しては小数点以下第1位まで求めよ。また, 物質 X の反応率とは次の式で定義される比率のことである。

$$\text{反応率} = \frac{\text{反応で消費された X の物質量 [mol]}}{\text{反応前に存在した X の物質量 [mol]}}$$

問2 文章中の にあてはまる文として適切なものを次の (あ) ~ (う) から1つ選び, 記号で記せ。

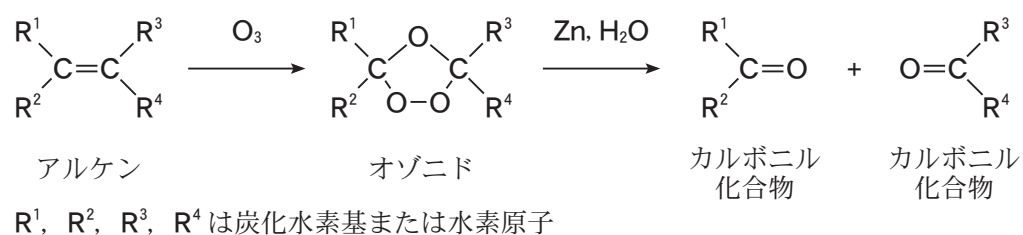
- (あ) K_p の値は変化しないので, 気体 A, 気体 B および気体 C の物質量は変化しない
- (い) K_p の値は変化しないが, ルシャトリエの原理にしたがい反応式①の平衡は左向きに移動する
- (う) K_p の値は変化しないが, ルシャトリエの原理にしたがい反応式①の平衡は右向きに移動する

問3 下線部(a)について, 平衡状態に達した後の全圧 p_{eq} が反応前の全圧 p の 75.0% になったとする ($p_{\text{eq}} = 0.75p$)。このときの反応率 α と圧平衡定数 K_p を求め, 有効数字3桁で記せ。 K_p の解答欄には単位も記せ。ただし, 基準の圧力 p_0 は 100 kPa とする。

化 学 402 問題用紙 (その7)

第4問 次の文章を読み、下の問い(問1～7)に答えよ。

オゾン O_3 は酸素 O_2 の同素体であり、アルケンはおゾンによって酸化される。下図に示すようにアルケンをおゾンと反応させると、二重結合が切れオゾニドとよばれる環状化合物が生成する。オゾニドを水の存在下で亜鉛などの還元剤と反応させるとカルボニル化合物が生成する。この一連の反応をおゾン分解といい、生成するカルボニル化合物の構造から、もとのアルケンの構造を決定できる場合がある。そこで3種類のアルケン **A**、**B** および **C** をおゾン分解することで、これらの構造決定を試みた。

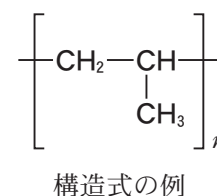


【結果1】 アルケン **A** (分子式 C_6H_{10}) をおゾン分解した結果、1種類のカルボニル化合物が生成した。

【結果2】 アルケン **B** (分子式 $C_{10}H_{12}$) はベンゼンの一置換体であり、おゾン分解した結果、2種類のカルボニル化合物が生成した。

【結果3】 アルケン **C** (分子式 $C_{12}H_{14}$) はベンゼンの二置換体であり、おゾン分解した結果、3種類のカルボニル化合物が生成した。

問1 **結果1** で得られたカルボニル化合物をさらに酸化すると化合物 **D** が生成した。化合物 **D** とヘキサメチレンジアミンの混合物を加熱すると、合成繊維であるナイロン66が生成した。化合物 **D** の名称を記せ。また、ナイロン66の構造式を右の例にならって記せ。



問2 アルケン **A** の構造式を記せ。

問3 **結果2** から考えられるアルケン **B** の構造式は全部でいくつあるか。立体異性体も含めてその数を記せ。ただし、立体異性体のうち鏡像異性体は考慮しなくてよい。

問4 おゾン分解の結果、次のカルボニル化合物が生成するアルケン **B** の構造式をそれぞれ記せ。ただし、鏡像異性体は考慮しなくてよい。なお、不斉炭素原子の右上に*印をつけよ。

- (1) 「酸化すると安息香酸となるカルボニル化合物」 および 「クメン法で生成するカルボニル化合物」
- (2) 「酸化するとギ酸となるカルボニル化合物」 および 「不斉炭素原子をもつカルボニル化合物」

化 学 402 問題用紙 (その8)

(その7から続く)

問5 アルケン B として考えられる構造式のうち、あるアルケン B1 をオゾン分解した結果、2種類の異なるカルボニル化合物が生成した。次に、別のアルケン B2 をオゾン分解した結果、2種類の異なるカルボニル化合物が生成したが、その構造は B1 から得られたものと同じであった。このとき、B1 と B2 を組み合わせ (ア) とする。別のアルケン B3 と B4 をオゾン分解した場合、またアルケン B5 と B6 をオゾン分解した場合にも、同様の結果となった。このとき、B3 と B4 を組み合わせ (イ)、B5 と B6 を組み合わせ (ウ) とする。さらに、アルケン B1 ~ B6 に対して水素あるいは臭素の付加反応を行ったところ、次に示す結果 4 ~ 結果 6 が得られた。なお、これらの付加反応においてベンゼン環は反応しないものとする。

【結果 4】 B1 と B2 に水素を付加すると、不斉炭素原子をもつ化合物が生成した。

【結果 5】 B3 ~ B6 に水素を付加すると、不斉炭素原子をもたない化合物が生成した。

【結果 6】 B3 と B4 に臭素を付加すると、ベンゼン環に直接結合した炭素原子に臭素原子が結合した化合物が生成した。

上記の結果を考慮し、組み合わせ (ア) ~ (ウ) として適切なアルケン B1 ~ B6 の構造式を記せ。

問6 問5 の組み合わせ (ア) (B1 と B2) の場合、それらをオゾン分解して得られるカルボニル化合物の構造からは、もとのアルケンが B1 なのか B2 なのかを決定できない。オゾン分解により構造決定可能なアルケンに必要な条件を記せ。ただし、鏡像異性体の構造決定は考慮しなくてよい。

問7 結果 3 でアルケン C から得られた3種類のカルボニル化合物のうちの1つを酸化すると、ポリエチレンテレフタラートの原料となる2価カルボン酸が生成した。問6 をふまえ、オゾン分解により構造決定可能なアルケン C の構造式を記せ。

化 学 402 解答用紙 (その1)

第1問

問1	メタン CH ₄	アンモニア NH ₃	水 H ₂ O
問2	ア		
問3	イ		ウ
問4	エ		
問5	$r =$		
問6		個分	
問7	解答に至るみちすじ		充填率
問8	オ		
問9	テトラアンミン銅(II)イオン		
	ヘキサシアニド鉄(II)酸イオン		

化 学 402 解答用紙 (その2)

第2問

問1			
問2	(a)	(b)	(c)
問3			
問4			
問5			
問6	解答に至るみちすじ		
		モル濃度	mol/L
問7	解答に至るみちすじ		
		モル濃度	mol/L
問8			

化 学 402 解答用紙 (その3)

第3問

問1	ア		イ		ウ	
	エ		オ		カ	
	キ		ク		ケ	
	コ				サ	
	シ				ス	
問2	I					
問3	α		K_p			

化 学 402 解答用紙 (その4)

第4問

問1	化合物Dの 名称	
	ナイロン66 の構造式	
問2		
問3		
問4	(1)	(2)

化 学 402 解答用紙 (その5)

(その4から続く)

問 5	アルケン B1 と B2 の構造式	
	アルケン B3 と B4 の構造式	
	アルケン B5 と B6 の構造式	
問 6		
問 7		

小 計	点
-----	---