**SENYAWA BENZENA DAN KETURUNANNYA DAN MAKRO MOLEKUL**

**MODUL PENGAYAAN MATRIKULASI PPG BASIC SCIENCE**

**JUDIK KIMIA FMIPA UNY**

****

**Oleh :**

**Karim Th**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**November 2011**

**SENYAWA AROMATIS BENZENA**

**DAN KETURUNANNYA**

**A. Struktur dan Sifat Senyawa Benzena**

Benzena memiliki rumus molekul C6H6  merupakan senyawa dengan rantai karbon tertutup ( siklis ) . Disebut senyawa aromatis sebab benzena dan senyawa keturunannya merupakan senyawa yang beraroma ( berbau ). Struktur melekulnya memiliki tiga ikatan rangkap terkonjugasi, sehingga memiliki tiga pasang elektron π . Elektron π dalam rantai siklis benzena dapat bergeak terus sehingga struktur benzena digambarkan dengan cincin sbb : .



Karena elektron π terkonjugasi maka bersifat terdelokal, yang bentuk orbitalnya adalah :



Benzena bersifat aromatis, senyawa bersifat aromais harus memenuhi persyaratan sbb :

a). memiliki ikatan rangkap terkonjugasi

b). ikatan π terdelokalisasi

c). merupakan senyawa siklis

d). memiliki jumlah elektron π menurut aturan Huckel, jumlah elektron π = 4n + 2, dengan n = 1,2,3,4 ……. dst.

Contoh :

1. Untuk benzena ( homosiklis )



Jumlah elektron π pada benzena = 6

Menurut Huckel, jumlah elektron π = 4n + 2, jika n = 1 maka jumlah elektron π = 4(1) + 2 = 6. Jadi benzena bersifat aromatis.

2. Untuk naftalena ( homosiklis polisiklis )



Jumlah elektron π pada naftalena = 10

Menurut Huckel, jumlah elektron π = 4n + 2, jika n = 2 maka jumlah elektron π = 4(2) + 2 = 10. Jadi naftalena bersifat aromatis.

3. Untuk antrasena ( homosiklis polisiklis )



Jumlah elektron π pada antrasena = 14

Menurut Huckel, jumlah elektron π = 4n + 2, jika n = 3 maka jumlah elektron π = 4(3) + 2 = 14. Jadi antrasena bersifat aromatis.

4. Unntuk furan ( heterosiklis )



Jumlah elektron π pada furan = 6 yaitu terdiri dari 4 elektron π + sepasang nbe atom oksigen. Menurut Huckel, jumlah elektron π = 4n + 2, jika n = 1 maka jumlah elektron π = 4(1) + 2 = 6. Jadi furan bersifat aromatis.

5. Untuk pirol ( heterosiklis )



Jumlah elektron π pada pirol = 6 yaiitu terdiri dari 4 elektron π + sepasang nbe atom nitrogen . Menurut Huckel, jumlah elektron π = 4n + 2, jika n = 1 maka jumlah elektron π = 4(1) + 2 = 6. Jadi pirol bersifat aromatis.

6. Untuk indol ( heterosiklis polisiklis )



Jumlah elektron π pada indol = 10

Menurut Huckel, jumlah elektron π = 4n + 2, jika n =2, maka jumlah elektron π = 4(2) + 2 = 10, Jadi indol bersifat aromatis.

**B. Penamaan Senyawa Keturunan Benzena**

Senyawa aromatis digolongkan dalam senyawa aromatis monosiklis, dan heterosiklis. Monosiklis jika atom penyusun cincin hanya terdiri dari satu atom dan heterosiklis jika atom penyususn cincin terdiri dari dua atom atau lebih. Monosiklis contohnya benzena dan heterosiklis contohnya furan, pirol dll. Monosiklis dan heterosiklis terdiri dari monosiklis polisiklis dan heterosiklis polisiklis. Monosiklis polisiklis artinya senyawa aromatis yang memiliki lebih dari satu cincin benzena dan polisiklis heterosiklis jika senyawa aromatis yang memiliki lebih dari satu cincin benzena dan atom penyususn cincin lebih dari satu jenis atom. Contoh monosiklis polisiklis adalah naftalena, antrasena dan contoh polisiklis heterosiklis adalah indol.

Senyawa keturunan benzena terdiri dari monosubstitusi, disubstitusi , trisubstitusi dan subtitusi lebih dari tiga substituen. Monosubstitusi jika cincin benzena mengikat satu substituen ( gugus ) R , disubstitusi jika cincin benzena mengikat dua substituen ( gugus ) R , trisubstitusi jika cincin benzena mengikat tiga substituen ( gugus ) R dan seterusnya.

Benzena monosubstitusi





Benzena disubstitusi : untuk cincin benzena yang mengikat dua substituen , jika substituen pada posisi 1,2 disebut orto, substituen pada posisi 1,3 disebut meta dan substituen pada posisi 1,4 disebut para.



Benzena tetrasubstituen, misalnya tri nitro toleun ( TNT ) dan tri nitro fenol ( TNP ) yang digunakan sebagai bahan peledak.



**C. Reaksi Tehadap Senyawa Benzena**

Reaksi terhadap benzena dan keturunanya adalah reaksi substitusi elektrofilik ( SE ) karena elektrofil berfungsi menggantikan atom H pada cincin benzena, dan reaksinya adalah elektrofil itu akan diserang oleh elektron π cincin benzena. Jenis atau tipe reaksi terhadap benzena adalah reaksi halogenasi, reaksi sulfonasi, reaksi nitrasi, reaksi alkilasi Fiedel Craft dan reaksi asilasi Fiedel Craft.

1. Reaksi halogenansi, mmenggunakan reagen halogen misalnya klorin

Reaksi molekulnya adalah :



Mekanisme reaksinya adalah sbb :



1. Reaksi sulfonasi , menggunakan reagen asam sulfat pekat

Reaksi molekulnya adalah :



Mekanisme reaksinya adalah sbb





1. Reaksi nitrasi, digunakan reagen asam nitrat pekat dan asam sulfat pekat, akan menghasilkan elektrofil NO2+  dan nukleofil HSO4 –

Reaksi molekulnya adalah :



Mekanisme reaksinya adalah sbb





1. Reaksi Alkilasi Friedel Craft, digunakan reagen senyawa halogen misalnya metil klorida, etil bromida dan katalis garam logam halogenida dari alumiium dan besi, misalnya : AlCl3,AlBr3, FeCl3 dan FeBr3.. Misalnya reaksi antara benzena dengan metil klorida menggunakan katalis AlBr3

Reaksi molekulnya adalah :



Mekanisme reaksinya adalah sbb



1. Reaksi Asilasi Friedel Craft, digunakan reagen senyawa asil misalnya etanoil korida menggunakan katalis AlCl3 . Reagen asilasi merupakan senyawa asil atau alkanoil klorida dengan rumus umum R- COX ( X = halogen ). Misalnya adalah :





Reaksi molekulnya adalah sbb :



Mekanisme reaksinya adalah sbb



**D. Reaksi Terhadap Senyawa Keturunan Benzena**

Senyawa keturunan benzena disubstitusi dapat disintesis melalui kelima tipe reaksi di atas tergan tung senyawa keturunan benzena yang akan disentesis. Produk reaksi yang terjadi tegantung gugus R ( monosubstitusi ) yang telah terikat pada cincin benzena. Gugua R dibedkan menjadi gugus pengarah orto/para ( o/p ) dan gugus pengarah meta ( m ). Gugus pengarah o/p akan mengarahkan gugus yang masuk ( elektrofil ) ke posisi orto dan para sehingga produk resksi yang dominan adalah orto dan para sedang gugus pengarah meta akan mengarahkan elektrofil ke posisi meta sehingga produk resksi yang dominan adalah meta. Tabel dibawah ini adalah gugus pengarah orto, para dan pengarah meta .

Tabel 1. Gugus pengarah orto/para dan meta

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Pengarah orto-para  | No | Pengarah meta  |
| 01. | Halogen : -F,-Cl,-Br dan –I  | 01. | Aldehid : - COOH  |
| 02.  | Alkil : -CH3 , -C2H5, dst  | 02.  | Keton : - COR  |
| 03.  | Hidroksil : - OH  | 03.  | Asam : - COOH  |
| 04.  | Eter : -O-R : -O-CH3, -O-C2H5 dst  | 04.  | Amida : - COONH2 |
| 05.  | Amina 1o : - NH2  misal - NHCH3 | 05.  | Ester : - COOR |
| 06. | Amina 2o : - NHR :missal - N(CH3)2 | 06. | Asil : - COX  |
| 06.  | Amina 3o : NR1R2  misal - N(CH3)3 | 06.  | Nitro : - NO2 |
|  |  | 07. | Sulfonat : -SO3H |
|  |  | 08. | Amina 4o : - +NR1R2R3  |

Contoh sintesis senyawa produk reaksi posisi o/p dan m adalah :

1. Misalnya reaksi antara toluen dengan klorin .

Reaksi molekulnya adalah sbb :



Mekanisme reaksinya adalah :



Pemecahan ikatan pada Cl-Cl secara heterolisis menghasilkan elektrofil Cl + dan nukleofil Cl –

**Serangan orto**

Serangan elektron π cincin benzena pada posisi 1,2 sehingga elektrofil masuk ke atom karbon no 2 atau posisi orto terhadap gugus metil, terjadi senyawa komplek π atau ion benzenonium.



**Resonan serangan orto adalah** :



Jadi pada serangan orto ada 6 struktur resonan yaitu terdiri dari 3 struktur resonan dan 3 struktur hiperkonjugasi.

**Serangan meta.**

****

**Resonan serangan meta adalah :**



Jadi resonan pada seranganmeta ada 3 struktur

**Serangan para**

****

**Resonan serangan para adalah :**



Jadi pada serangan para ada 6 struktur resonan yaitu terdiri dari 3 struktur resonan dan 3 struktur hiperkonjugasi.

Untuk menentukan produk oorto, meta dan para yang dominant digunakan konsep kesetabilan resonan . Yaitu ion benzenonium yang memiliki resonan lebih banyak akan lebih stabil. Resonan orto ada 6 struktur, resonan meta ada 3 struktur dan resonan para ada 6 struktur. Jadi menurut konsep kesetabilan resonan, resonan orto dan para lebih stabil dari resonan meta. Oleh karena itu produk reaksi o-kloro toluen dan p-kloro toluen terjadi dari ion benzenonium yang lebih stabil. Sehingga produk o-kloro toluen dan p-kloro toluen merupakan produk dominan. Sedangkan m-kloro toluen terbentuk sangat sedikit atau boleh diabaikan.

**Diagram reaksinya :**



Memperhatikan produk reaksi yang dominan yaitu o-kloro toluen dan p- kloro toluen, maka gugus R = CH3  dapat dikategorikan gugus pengarah o,p artinya gugus R yang mengarahkan subtituen ( elektrofil ) ke posisi orto dan para. Jika gugus pengarah m maka akan mengarahkan substituen ke posisi meta.

Konsep resonan dapat digunakan untuk menentukan produk reaksi yang dominant jika resonan orto, meta dan para junlahnya tidak sama. Untuk jumlah resonan yang sama dari resonan orto, meta dan para harus digunakan konsep delokalisasi elektron π, gugus R yang dapat delokal dengan ion benzenonium disebut gugus penstabil/pengaktif . Gugus penstabil/pengaktif adalah gugus R yang dapat mengadakan delokalisasi elektron π dengan ion benzenoniun sehingga ion benzenonium itu bersifat lebih stabil/lebih aktif . Agar gugus R mampu mengadakan delokalisasi elektron π maka harus ada elektron atau nbe dari gugus R yang masuk kearah cincin benzena. Untuk gugus alkil elektron σ C-H struktur hiperkonjugasi yang dapat masuk kearah cincin, sedang untuk hidroksil, eter, amina, elektron nbe yang dapat masuk kearah cincin benzena. Untuk halogen nbe tidak dapat masuk kearah cincin sebab bersifat lebih kuat dari cincin benzena (ingat halogen memiliki elektronegativitas lebih tinggi ). Jadi gugus alkil, hidroksil, eter, amina adalah gugus pengarah orto-para yang bersifat penstabil/ pengaktif.

Gugus pendestabil/penonaktif adalah gugus R yang tidak mampu mengadakan delokalisasi elektron π dengan cincin benzena sehingga gugus itu mendestabilkan/menonaktifkan ion benzenonium, akibatnya ion benzenonium menjadi tidak stabil. Gugus pengarah meta bersifat pendestabil karena elektron π dari ikatan gugus karbonil justru keluar cincin sehingga tidak terjadi delokalisasi elektron π antara gugus R itu dengan ion benzenonium. Gugus halogen merupajan gugus pengarah orto-para bersifat pendestabil. Perhatikan tabel berikut :

Tabel 2.Gugus Penstabil dan Pendestabil.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Pengarah orto-para , penstabil  | No | Pengarah meta , pendestabil  |
| 01. | Alkil : -CH3 , -C2H5, dst  | 01. | Aldehid : - COOH  |
| 02.  | Hidroksil : - OH  | 02.  | Keton : - COR  |
| 03.  | Eter : -O-R : -O-CH3, -O-C2H5 dst  | 03.  | Asam : - COOH  |
| 04.  | Amina 1o : - NH2  misal - NHCH3 | 04.  | Amida : - COONH2 |
| 05.  | Amina 2o : - NHR :missal - N(CH3)2 | 05.  | Ester : - COOR |
| 06. | Amina 3o : NR1R2  misal - N(CH3)3 | 06. | Asil : - COX  |
|  |  | 06.  | Nitro : - NO2 |
|  |  | 07. | Sulfonat : -SO3H |
|  |  | 08. | Amina 4o : - +NR1R2R3  |
|  |  | 09/ | Halogen : -F,-Cl,-Br dan –I |

Jika pada reaksi antara toluena dengan Cl2  diandaikan untuk resonan serangan orto dan para tidak dapat membentuk struktur hiperkonjugasi maka resonan orto ada 3 struktur ( I, II, III &, resonan meta ada 3 struktur ( IV,V,VI ) dan resonan para ada 3 struktur ( VII,VIII,IX ). Perhatikan kesembilan resonan itu maka ada dua resonan yang memiliki C + mengikat gugus CH3  ∝ yaitu resonan I pada orto dan resonan VIII pada para, kedua resonan ini mampu delokalisasi sbb :





Resonan orto dan para dapat delokal maka menstabilkan ion benzenonium, sedangkan untuk resonan meta ( IV,V,VI ) tidak memiliki stuktur seperti R I dan R VIII maka resonan meta tidak dapat delokal akibatnya resonan meta tidak stabil. Dengan demikian produk reaksi orto dan para yang dominan.

2. Sintesis senyawa m-etil benzoat maka reagen yang digunakan adalah asam benzoat melalui reaksi alkilasi Friedel-Crafts. Reagen alkilasi digunakan etil klorida dan menggunakan katalis AlCl3 .

Reaksi molekulnya adalah :



Mekanisme reaksinya adalah sbb :



**Serangan orto :**

****

**Resonan serangan orto :**

****

Jadi resonan orto ada 3 struktur

**Serangan meta :**



**Resonan serangan meta :**



Jadi resonan meta ada 3 struktur

**Serangan para :**



**Resonan serangan para :**

****

Jadi resonan para ada 3 struktur.

Resonan orto ada 3 struktur,resonan meta ada 3 struktur dan resonan para ada 3 struktur., maka untuk menentukan produk resksi yang dominan digunakan konsep delokalisasi elektron π. Perhatikan kesembilan resonan di atas maka resonan I pada orto dan resonan VIII pada para memiliki ion benzenonium yang C +  mengikat gugus – COOH. Gugus - COOH bersifat pendestabil dengan elektron π C-O ditarik keluar cincin oleh nbe atom oksigen sehingga tidak terjadi delokal.





Resonan orto dan para bersifat tidak stabil, untuk resonan meta ( IV,V,VI ) tidak ada yang memiliki struktur seperti resonan I pada orto dan resonan VIII pada para, maka resonan meta lebih stabil. Sehingga produk m-etil benzoate sebagi produk dominant dan produk o/p-etil benzoate sebagai produk minor yang boleh diabaikan.

**Diagram Reaksi :**



**\**

**MAKRO MOLEKUL**

**E. Makro molekul**

Makromolekul atau molekul besar disebut juga sebagai polimer, polimer terjadi dari gabungan molekul-molekul kecil ( monomer ) melalui satuan-satuan ( unit ) yang jumlahnya cukup besar, bisa mencapai 10.000 unit atau lebih besar . Polimer dibedakan menjadi dua golongan yaitu polimer alam dan polimer sintesis.

**1. Polimer alam**

Polimer alam merupakan bahan alam yang terdapat pada tanaman baik pada buah, akar maupun daunnya. Misalnya protein, pati, selulosa dan asam nukleat.

**a). Protein**

Protein merupakan poliamida yang disusun oleh asam α – amino sebagai monomernya. Jika protein tersusun oleh dua monomer asam amino disebut dimer, jika tersusun oleh tiga monomer asam amino disebut trimer, jika disusun oleh empat asam amino disebut tetramer. Jika protein disusun oleh lima monomer asam amnio atau lebih disebut polimer.

Dimer : gly – ala

Trimer : phe – lys – met

Tetramer : glu- his – phe – arg

Polimer : glu- his – phe – arg – ser

Contoh Pembentukan dimer glisilalanin



**b). Pati**

Pati atau strach merupakan polisakarida yang disusun oleh monomer glukosa, melalui ikatan glkukosida 1 dan 4 pada posisi α dan β . Rumus molekul polimer pati adalah (C5H10O5)n . Masa rumus relatif pati antara 10.000 – 50.000 yang disusun oleh 60 sampai dengan 300 unit glukosa. Secara umum polimer pati memiluki struktrur sbb :



Pati jika dihidrolisis pada suhu 60 o – 80 o C akan terjadi 20 % amilosa yang melarut dalam air dan 80 % amilopektin yang tidak melarut dalam air. Jika amilosa dihidroliisis menggunakan enzim maka akan terjadi disakarida maltosa. Maltosa disusun oleh unit α- D glukosa dan unit β- D – glukosa



**c). Selulosa**

Selulosa merupakan polimer linier yang disusun oleh monomer glukosa melalui ikatan β– 1,4 glukosida . Rumus molekul polimer selulosa adalah (C5H10O5)n . Masa rumus relatif selulosa mencapai 400.000 yang disusun oleh 2800 unit glukosa.

**2. Polimer sintetis**

Polimer sintesis cukup banyak jenisnya diantaranya adalah plastik, polieter, polisulfida, poliester dan poliamida.

**a). Plastik**

Plastik dibuat dari monomer sterena melalui reaksi inisiasi, propagasi, terminasi. Jenis – jenis plastik misalnya adalah PET — Polyethylene Terephthalate, HDPE — High Density Polyethylene, V — Polyvinyl Chloride, LDPE — Low Density Polyethylene, PP — Polypropylene, PS — Polystyrene.

 Reaksi polimerasisasi polisterena secara garis besa r dapat digambarkan sbb ::



Plastik adalah salah satu bahan yang dapat kita temui di hampir setiap barang. Mulai dari botol minum, TV, kulkas, pipa pralon, plastik laminating, gigi palsu, compact disk (CD), kutex (pembersih kuku), mobil, mesin, alat-alat militer hingga pestisida. Oleh karena itu, kita hampir dipastikan pernah menggunakan dan memiliki barang-barang yang mengandung Bisphenol-A.

Bisphenol A adalah perusak hormon. Berbagai penelitian telah menghubungkan Bisphenol-A dengan dosis rendah dengan beberapa dampak terhadap kesehatan, seperti perubahan permanen pada organ kemaluan, meningkatkan kadar prostat, penurunan kandungan hormon testoteron, memungkinkan terjadinya kanker payudara, sel prostat menjadi lebih sensitif terhadap hormon dan kanker, dan membuat seseorang menjadi hiperaktif.

Salah satu barang yang memakai plastik dan mengandung Bisphenol A adalah industri makanan dan minuman sebagai tempat penyimpan makanan, plastik penutup makanan, botol air mineral, dan botol bayi. University of Missouri telah melakukan tes laboratorium mengenai penggunaan Bisphenol-A pada botol susu bayi dan menemukan bahwa Bisphenol-A pada produk botol susu bayi plastik dari 5 merek terkemuka di Amerika, sangat berpotensi untuk ikut larut dalam cairan. Menurut laporan ini, kelima merk botol susu bayi yang masih dipersoalkan adalah Avent, Dr. Brown’s, Evenflo, Gerber dan Playtex.

Plastik dipakai karena ringan, tidak mudah pecah, dan murah. Akan tetapi plastik juga beresiko terhadap lingkungan dan kesehatan keluarga kita. Oleh karena itu kita harus mengerti plastik-plastik yang aman untuk kita pakai. Plastik sendiri dikonsumsi sekitar 100 juta ton/tahun di seluruh dunia. Satu tes membuktikan 95% orang pernah memakai barang mengandung Bisphenol-A.

Berdasarkan sifatnya bila dipanaskan plastik dibagi menjadi dua macam, yaitu :

1. Tipe *thermoplastic* atau disebut tipe cokelat adalah plastik yang bila dipanaskan akan melunak

2. Tipe *thermosetting* atau biskuit adalah plastik yang apabila telah mengeras akan tetap keras walaupun terus dipanaskan.

**b). Poliester**

Polimer poliesster dapat disintesis dari monomer alkohol dan monomer asam menurut reaksi sbb :



**c). Nilon**

Polimer nilon dapat disintesis dalam skala laboratorium melalui reaksi sbb :



**F. Soal Latihan**

1. . Tentukan apakah senyawa berikut bersifat aromatis

|  |  |
| --- | --- |
| a |  |
| b. |  |
| c.  |  |
| d |  |
| e |  |
| f.  | o |

2. Tuliskan struktur molekul dari senyawa-senyawa berikut :

a. s-propil benzena f. o-nitro benzaldehid

b. toluen g. m- bromo fenol

c. kloro benzena h. p- etil benzil alkohol

d. asam benzoat i. N- etil- N-metil anilin

e. benzil alkohol j. 2 ,4,6 – tri nitro toluen

3. Tuliskan reaksi molekul dari :

a). benzena dengan bromin

b). benzena dengan s-propil klorida mengunakan katalis FeCl3

c). benzena dengan propanoil klorida

d). Benzena dengan asam sulfat pekat

e). Benzena dengan asam nitrat pekat dan asamsulfat pekat

4. Tuliskan reaksi molekul dari :

a). toluen dengan asam sulfat pekat

b). Anilin dengan asam nitrat pekat dan asamsulfat pekat

c). Asam benzoat dengan etil klorida mengunakan katalis FeCl3

d). Asetofenon dengan klorin

5. Tersedia reaksi berikut :



Tentukan :

a). Mekanisme reaksinya

b). Jelaskan mengapa produk yang dominant o/p-nitro etil benzoate

c). Gambar diagram reaksinya ?.

6. Tersedia reaksi berikut :



Tentukan :

a). Mekanisme reaksinya

b). Jelaskan mengapa produk yang dominant o/p- etil –N-etil anilin

c). Gambar diagram reaksinya ?.

7. Tersedia reaksi berikut :



Tentukan :

a). Mekanisme reaksinya

b). Jelaskan mengapa produk yang dominant m-benzaldehid sulfonat

c). Gambar diagram reaksinya ?.

8. Jelaskan melalui mekanisme reaksi dan struktur resonan yang terlibat mengapa pada nitrasi terhadap naftalena, produk β-notro naftalena lebih dominan dari pada produk ∝- notro naftalena.

9.. Bagaimana mekanisme reaksi dari reaksi bawah ini?



10. Bagaimana mekanisme reaksi dari reaksi bawah ini?



11. Bagaimana mekanisme reaksi pembentukan sulfadiazina dari benzena menurut alur reaksi dibawah dan tentukan strujtur senyawa A, B dan C.



**G. Daftar Pustaka**

Allinger et al , (1980 ) , *Organic Chemistry*, New York : Worth Publisher Inc

Edwin S Could, (1964), *Mechanism and Structure im Organic Chemistry*, New York : Reinhart and Winston Inc.

Francois A Carey , ( 2000 ), *Organic Chemistry*, New York : Mc Graw Hill Inc

Jack Hine ( 1972), *The Search for Organic Reaction Pathways*, London : Laongman Ltd.

Jerry March ( 1977 ), *Advanced Organic Chemistry , Reactions, Mechanism and Strcture,* Tokyo : Mc Graw-Hill Kogakusha Ltd.

Michael P Doyle ( 1980 ), *Exsperimental Organic Chemistry*, New York : John and Willey and Sons.

Peter Sykes (1977 ), A Quidw Book to Mechanism in Organic Chemistry, London : Longman Group Ltd

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ( 1979), The Search for Organic Chemistry Payhways, London : Longman Group Ltd:

William H Brown ( 1992 ), *Introductions in* *Organic Chemistry,* Boston : Willard Grant Press