البتروكيماويات والصناعات البتروكيماوية
Petrochemicals
&
Petrochemical Industries

إعداد

د. محمد النويهي أ.د. سالم الذياب

قسم الكيمياء – كلية العلوم - جامعة الملك سعود

المرجع

كتاب الصناعات البترولية والبتروكيماوية

للدكتور سالم بن سليم الذياب

محتوى مقرر ٣٤٢ كيم

الجزء الاول

البتروكيماويات و الصناعات البتروكيماوية

❖ مقدمة

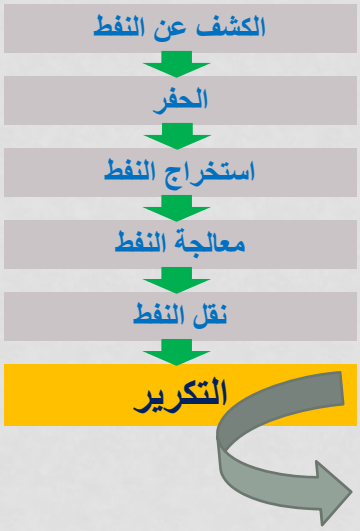
- مكونات النفط
- تنقية المنتجات البترولية
- الكيماويات البترولية و البتروكيماويات
- مراحل إنتاج البتروكيماويات

❖ البتروكيماويات

- البتروكيماويات من الميثان
- البتروكيماويات من الإيثان
  - البتروكيماويات من الايثلين
- البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
  - البتروكيماويات من البروبلين
  - البتروكيماويات من البوتان
  - البتروكيماويات من النافثا [البتروكيماويات من (البنزين – التولون - الزايلين)]

الانشطة المتعلقة بالصناعة البترولية

تعتمد الصناعات البترولية على عدد كبير من الأنشطة التي تتطلب أجهزة متخصصة وعمالة مدربة. وتشمل تلك الأنشطة العمليات التالية:



وأهم ما يميز هذه الصناعة هي الصناعة القائمة على تكرير النفط للحصول على المنتجات البترولية

المنتجات البترولية

تكرير النفط هو العمليات الضرورية التي يمكن بها معالجة الزيت الخام، واستخلاص المركبات العديدة المرغوب فيها منه، وتحويلها إلى منتجات صالحة للاستهلاك، إذ ليس من الممكن استعمال زيت البترول الخام بالصورة التي يوجد بها باطن الأرض. والمقصود بالتكرير تكسير الزيت الخام إلى مكوناته وجزيئاته الأصلية وإعادة ترتيبها لتكون مجموعات تختلف عن الموجودة في الزيت الخام، أي تصنيعها إلى منتجات نهائية صالحة للاستخدام.

تشمل:

- **الغازات** (الميثان والايثان والبوبان والبوتان)
- **مقطرات خفيفه** (ايثر بترولي وجازولين ونافثا)
- **مقطرات متوسطة** (كيروسين والديزل)
- **مقطرات ثقيلة** (زيوت التزييت والتشحيم والشموع والاسفلت)

مكونات النفـط
-
الكيماويات البترولية
-
البتروكيماويات

مكونات النفط

نوع المنتج		عدد ذرات الكربون	درجه مئوية	الاستخدامات
غازات طبيعية	- ميثان، ايثان - بروبان، بوتان	١-٢ ٣-٤	-١٦٢ ، -٨٩ -٤٢، ٠	وقود وصناعه بتروكيماويه
مقطرات خفيفة	- ايثر بترولي - الجازولين - نافثا (البجروين)	٥-٦ ٥-١٠ ٦-١٢	٣٥-٦٠ ٣٥-١٧٥ ٦٥-٢٠٠	مذيبات ومنظفات وقود السيارات مذيب ووقود محركات وصناعات بتروكيماويه
مقطرات متوسطة	- كيروسين (بارافين) - زيت الغاز أو (الزيت الخفيف) أو (وقود الديزل)	١٠-١٨ ١٢-٢٥	١٥٠-٣٢٥ ٢١٠-٣٦٠	وقود المحركات النفاثة ومكائن الحراثة ووقود للمنازل وقود لمحركات (الديزل) وأغراض التدفئة المنزلية
مقطرات ثقيلة (زيت الوقود) (المازوت)	- زيوت تزييت - شموع - قار او زفت (بتومين أو اسفلت)	٢٣-٥٠ ٢٠-٤٠ أكثر من	٣٧٠-٧٠٠ ٣٥٠-٥٦٠ أعلي من ٧٠٠	زيوت معدنيه ثقيلة ووقود للسفن وزيوت تزييت وتشحيم شمع برافين وفازلين أسفلت الطرق والمواد العازلة للمياه

النافثا

هي احد منتجات تكرير النفط الرئيسيه فتقطر عند درجه حراره تتراوح مابين ٦٥الى ٢٠٠°م وتتكون جزيئاتها من عدد م ن ذرات الكربون تتراوح ما بين ٦ الى ١٢ ذرة كربون ويمكن تقسيم النافثا الى نوعين هما :

أ) النافثا الخفيفة:

تسود في هذا النوع **الهيدروكربونات ذات السلاسل المفتوحه وتستخدم لانتاج الاوليفينات** و **انتاج الجازولين.**

وتنتج باستخدام طريقه التكسير البخاري خاصه في البلدان التي تفتقر الى انتاج الاولوفينات من الغاز الطبيعي.

ب) النافثا الثقيله:

وهذه تسود فيها **الهيدروكربونات الحلقيه وتستخدم في انتاج المركبات الاروماتيه.**

و تنتج بعمليات تسمى "تهذيب النافثا" باستخدام مواد محفزه مثل / البلاتين بحيث تتحول مركبات الكربون الهيدروجينيه الخطيه والحلقيه على حد سوا الى مركبات اروماتيه مثل البنزين والتولوين والبارازايلين والميتازايلين والاورثوزايلين.

الغاز الطبيعي

هو أحد مصادر الطاقة البديلة عن النفط من المحروقات عالية الكفاءة قليلة الكلفة قليلة الانبعاثات الملوثة للبيئة.

الغاز الطبيعي مورد طاقة أوليّة مهمة للصناعة الكيماوية.

يتكون الغاز الطبيعى من العوالق ، وهي كائنات مجهرية تتضمن الطحالب والكائنات الأولية التي ماتت وتراكمت في طبقات المحيطات والأرض، وانضغطت البقايا تحت طبقات رسوبية. وعبر آلاف السنين قام الضغط والحرارة الناتجان عن الطبقات الرسوبية بتحويل هذه المواد العضوية إلى غاز طبيعى

الميثان – المُكون الرئيسى للغاز الطبيعى.

تنقية القطفات البترولية بالهدرجة

- **يستخدم الهيدروجين H_2 لتنقية القطفات البترولية كا النافثا من المركبات الكبريتية أو النيتروجينية أو الاوكسيجينية بتحويلها الى :- كبريتيد الهيدروجين أو أمونيا أو ماء على التوالي كما تتحول المركبات الأليفاتية غير المشبعة الى برافينات.**
- **تتم العملية تحت ضغط جوي عال وعند درجة حرارة ٢٥٠-٤٠٠ درجة مئوية بإستخدام عامل مساعد مثل اكاسيد الكوبالت والمولبيدنيوم المحمولة على اكسيد الالومنيوم**

الصناعات البتروكيماوية

هي العمليات التي يتم من خلالها تحويل مكونات النفط أو الغاز الطبيعي أو مشتقاتهما (كمواد خام) لعدد كبير من المواد الكيميائية العضوية وغير العضوية والتي تسمى بالبتروكيماويات أو المنتجات البتروكيماويه.

البتروكيماويات

هى المواد الكيميائية (أوالكيماويات) التي يتم إنتاجها من مكونات النفط والغاز الطبيعي , وعددها محدود وتسمى البتروكيماويات الاساسية وتعتبر القاعدة الاساسية للصناعات البتروكيماوية الأخرى (الوسطية والنهائية) وتنتمي أساساً إلى ثلاث مجموعات هي :

١) الاولوفينات (التي تضم الإيثلين والبروبلين وغيرها)

٢) المركبات الاروماتية (التي تضم البنزين والتولوين و الزايلين)

٣) المركبات الأوكسجينية (كالميثانول و الإيثانول وام تي بي إي)

مراحل إنتاج البتروكيماويات

يمر تصنيع البتروكيماويات بعدة مراحل

- مرحلة البتروكيماويات الأساسية

تحويل المواد الخام (ميثان – إيثان – بروبان – البوتان - النافثا) إلى بتروكيماويات أساسية (الميثانول – النشادر – الايثيلين – البروبلين – البوتاداين – البنزين – الزايلين)

- مرحلة البتروكيماويات الوسطية

تمثل حلقة الوصل بين البتروكيماويات الأساسية و معظم البتروكيماويات النهائية مثل (فورمالدهيد – ميلامين - أكسيد الإيثيلين – اثيلين جليكول - ايثانول – أحادي كلوريد الفاينيل - حمض ترفثاليك ....

- مرحلة البتروكيماويات النهائية

مثل بوليمرات (اللدائن – والالياف الصناعية – والمطاط) – الميلامين فورم الدهيد ....

و تمثل البتروكيماويات الاساسية والبتروكيماويات الوسطية والنهائية المواد الخام الأساسية للصناعات التحويلية (الاستهلاكية)

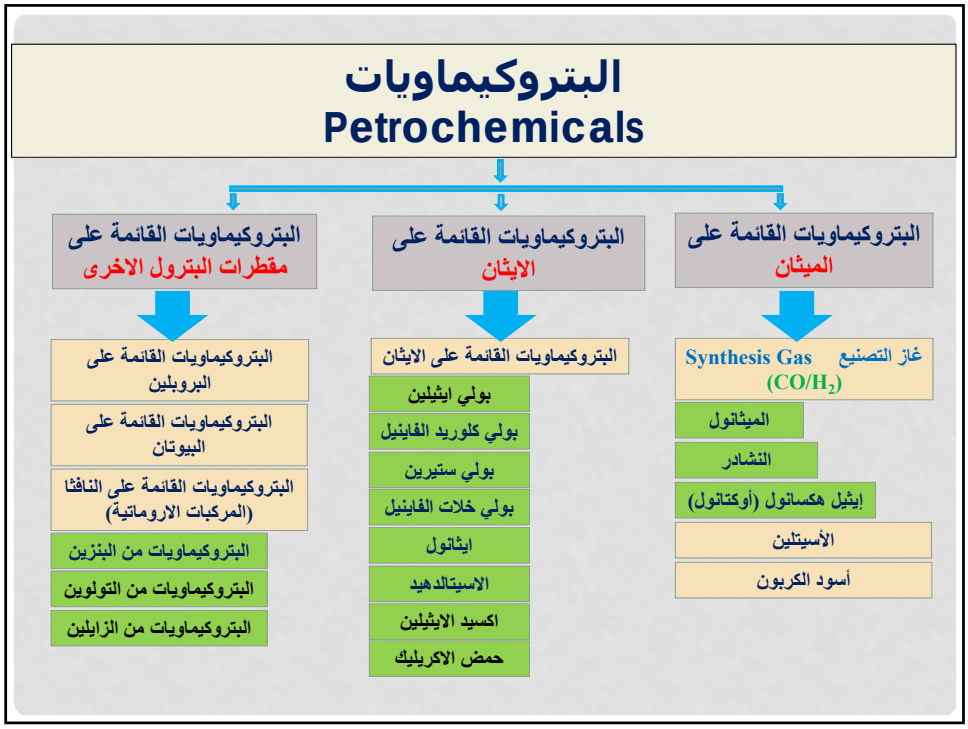
الصناعات التحويلية
Down Stream Industries

الصناعات التحويلية - Down Stream Industries

هي العمليات الصناعية التى تستخدم البتروكيماويات ومشتقاتها لانتاج منتجات استهلاكية ومن تلك الصناعات – صناعة { الغزل و النسيج - الدهانات - المواد اللاصقة – الأصباغ (الملونات) - أغشية التناضح العكسى (تحلية المياه)- المنظفات الصناعية}

وانتاج **الملابس - أدوات الطبخ - مواد التنظيف وغيرها** , علاوة على ذلك تشكل منتجات الشركات البتروكيماوية أساساً لصناعة أجزاء كثيرة من **الحاسبات الآلية ومختلف الأجهزة الإلكترونية**، كما تسهم **الأسمدة** في زيادة إنتاج المحاصيل الغذائية في مختلف أرجاء العالم. وتدخل كذلك في صناعة **قطع غيار السيارات - أنابيب المياه - المعدات الطبية - المركبات الفضائية - الثلاجات والغسالات** , كما تستخدم في **مشاريع البناء** حول العالم وتساعد في تشغيل السيارات ومكيفات الهواء وغير ذلك من المجالات ما يجعلها أساسية للحياة اليومية .

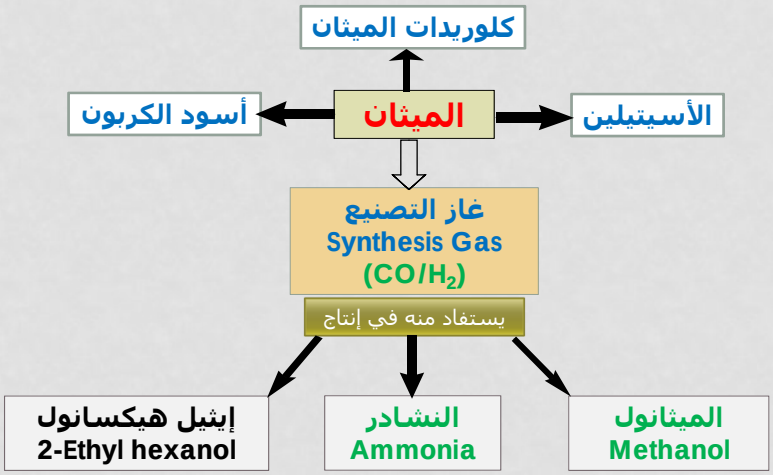
البتروكيماويات
Petrochemicals


البتروكيماويات
Petrochemicals
البتروكيماويات القائمة على الميثان
البتروكيماويات القائمة على الايثان
البتروكيماويات القائمة على مقطرات البترول الاخرى
غاز التصنيع Synthesis Gas (CO/H_2)
الميثانول
النشادر
إيثيل هكسانول (أوكتانول)
الأسيتلين
أسود الكربون
البتروكيماويات القائمة على الايثان
بولي ايثيلين
بولي كلوريد الفاينيل
بولي ستيرين
بولي خلات الفاينيل
ايثانول
الاسيتالدهيد
اكسيد الايثيلين
حمض الاكريليك
البتروكيماويات القائمة على البروبلين
البتروكيماويات القائمة على البيوتان
البتروكيماويات القائمة على النافثا (المركبات الاروماتية)
البتروكيماويات من البنزين
البتروكيماويات من التولوين
البتروكيماويات من الزايلين

البتروكيماويات من الميثان
Petrochemicals from Methane

Petrochemicals from Methane البتروكيماويات من الميثان

- الميثان هو أصغر الجزيئات العضوية CH_4
- الميثان يتوفر بكثرة في الغاز الطبيعي إذ يمثل حوالي ٩٠% .



Synthesis Gas (CO/H_2) غاز التصنيع

البتروكيماويات من الميثان

ينتج غاز التصنيع بشكل رئيسي من الميثان بالطرق الآتية:

١) طريقة الإصلاح البخاري Steam Reforming

يتفاعل الميثان مع بخار الماء فى وجود وسيط من النيكل المحمول على أكسيد الألومنيوم.

$$CH_4 + H_2O \xrightarrow[Ni,\ Al_2O_3]{830\text{-}850^oC\ /\ 15\text{-}40\ bar} 3H_2 + CO$$

٢) طريقة التكسير الحراري Auto-thermal Cracking

$$\left.\begin{matrix} O_2 \xrightarrow{Heat} \\ CH_4 \xrightarrow{Heat} \end{matrix}\right\} \xrightarrow{mix} H_2 + CO \xrightarrow[High\ Pressure]{Cu^+(NH_3)_4} Cu^+(NH_3)_4CO \xrightarrow[40\text{-}50^oC]{atm\ P} CO$$

وتتم عملية فصل المكونات عن بعضها بواسطة التكثيف والتقطير أو بالتبريد أو الامتصاص

البتروكيماويات من الميثان

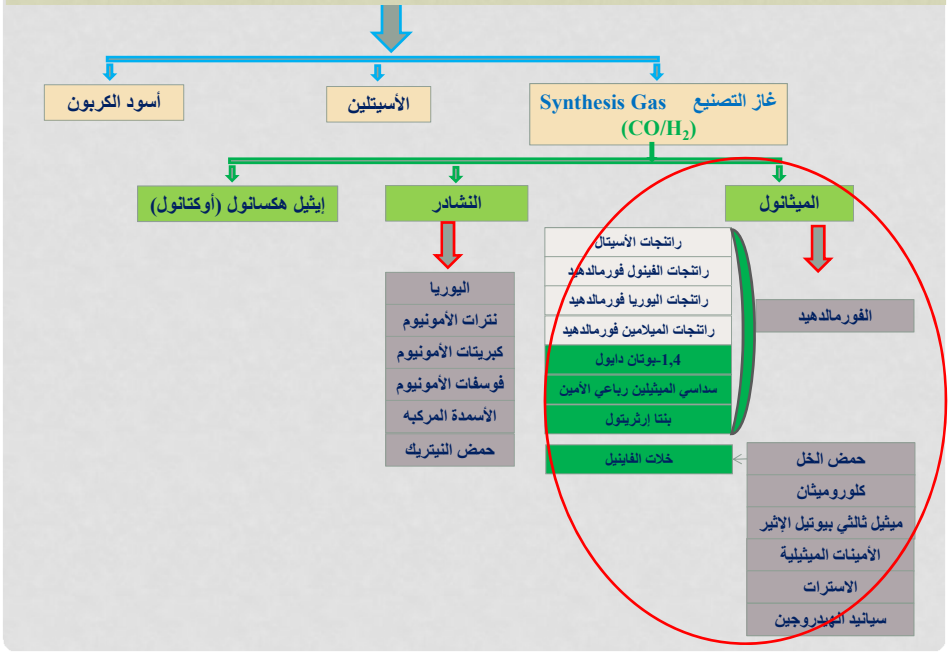
Synthesis Gas (CO/H_2) غاز التصنيع

Synthesis Gas غاز التصنيع (CO/H_2)

CO — يستخدم في تصنيع
- الميثانول
- حمض الخليك
- الفوسجين

H_2 — يستخدم في
- تنقية المنتجات البترولية (الصناعات البترولية)
- إنتاج الأمونيا (الصناعات البتروكيماوية)
- تحسين الجازولين (الصناعات البترولية)
- انتاج الميثانول (الصناعات البتروكيماوية)

Petrochemicals from Methane البتروكيماويات من الميثان



البتروكيماويات من الميثان

أولا: الميثانول CH_3OH Methanol

❖ **تحضيره فى الصناعة من الميثان (غاز التصنيع):**

$$2H_2 + CO \xrightarrow[ZnO - Cr_2O_3]{320\text{-}380^oC \,/\, 250\text{-}350\ atm} CH_3OH$$

$$2H_2 + CO \xrightarrow[CuO - ZnO - Al_2O_3]{240\text{-}260^oC \,/\, 50\text{-}100\ atm} CH_3OH$$

❖ **خواصه:**

- سائل عديم اللون و الرائحة.
- سريع الإلتهاب (درجة غليانه **65°C**) .
- تبلغ نسبة الميثانول المنتج من الميثان (كمادة خام) حوالى **90%**.

❖ **أهمية الميثانول:**

- إستخدامه كوقود للسيارات و فى المنازل.
- إستخدامه كوقود فى الأفران و الغلايات البخارية و فى التربينات الغازية.
- إستخدامه كمذيب.
- إستخدامه كمصدر مهم فى إنتاج العديد من المواد الكيماوية اللازمة لصناعات مختلفة:
  - ♦ 50% لصناعة الفورمالدهيد.
  - ♦ 20% لصناعة ترفثلات ثنائى ميثيل (اللازم لإنتاج ألياف البولي إستر) و صناعة الميثاكريلات (اللازمة لصناعة اللدائن)
  - ♦ 30% لصناعة العديد من المنتجات الأخرى مثل حمض الخل و كلوريد الميثيل (يستعمل فى صناعة مطاط السليكون).

البتروكيماويات من الميثان
١) المشتقات من الفورمالدهيد

أولا: الميثانول CH_3OH Methanol

1) الفورمالدهيد HCHO Formaldehyde

❖ **تحضيره من الميثانول:**

- ينتج بالأكسدة الهوائية للميثانول.

$$CH_3OH + 1/2\ O_2 \xrightarrow[Fe_2O_3 \,/\, MoO_3]{300\text{-}400^oC \,/\, P} HCHO$$

❖ **خواصه:**

- تبلغ درجة غليانه **19°C** .
- غير ثابت حيث يتبلمر بسهولة إلى راتنجات الأسيتال (بولى أكسى مثيلين) لذا يحول إلى محلول مخفف (30-37%).

❖ **أهمية الفورمالدهيد:**

- يدخل كمادة أساسية لانتاج العديد من المشتقات المختلفة مثل:
  - 4,1 بيوتان دايول 1,4-Butanediol
  - سداسى الميثيلين رباعى الأمين 6- Hexamethylene tetramine (HMT)
  - بنتا إرثريتول Pentaerythritol
  - راتنجات (الفينول فورمالدهيد -اليوريا فورمالدهيد - الفينول فورمالدهيد)

البتروكيماويات من الميثان
١) المشتقات من الفورمالدهيد

أولا: الميثانول Methanol CH_3OH

١-١) بيوتان دايول 1,4-Butanediol

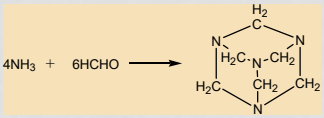
- يحضر بتفاعل الفورمالدهيد مع الأسيتيلين بوجود عامل حفاز (أستيليد النحاس و البزموث على حامل من SiO_2 أو سيليكات المغنسيوم)

$$HC\equiv CH + 2\,HCHO \xrightarrow[(SiO_2)_2\,/\,heat\,/\,P]{CuC_2\,/\,Bis} \underset{\text{Butynediol}}{HOH_2C-C\equiv C-CH_2OH} \xrightarrow{H_2\,/\,Ni} \underset{\text{1,4-Butanediol}}{HOCH_2CH_2CH_2CH_2OH}$$

- وتبرز أهميته فى صناعة الألياف الصناعية (البولى إستر و اللدائن و البولى يوريثان).
- يستخدم فى تحضير المذيب المعروف بالتتراهيدروفيوران THF

١-٢) سداسى الميثيلين رباعى الأمين Hexamethylene tetramine (HMT)

- يحضر بتفاعل الأمونيا مع الفورمالدهيد بنسبة ٦/٤ بإمرار الأمونيا داخل الفورمالين عند 20-30°C مع التحريك و يبخر المحلول للتخلص من الماء لينتج المركب على شكل بلورات صلبة عديمة اللون.



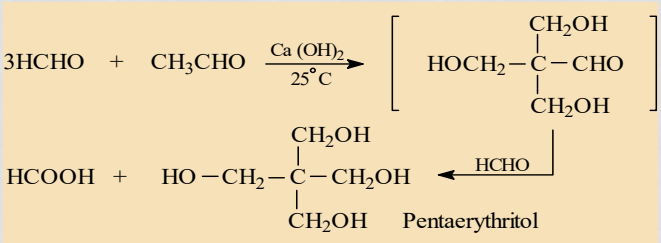
- يعرف بالهكسامين.
- يستخدم كرابطة عرضية فى راتنجات الفينول فورمالدهيد من النوع نوفولاك.
- يستخدم كمبيد للفطريات و إنتاج بعض المركبات الصيدلانية.

البتروكيماويات من الميثان
١) المشتقات من الفورمالدهيد

أولا: الميثانول Methanol CH_3OH

١-٣) بنتا إرثريتول Pentaerythritol

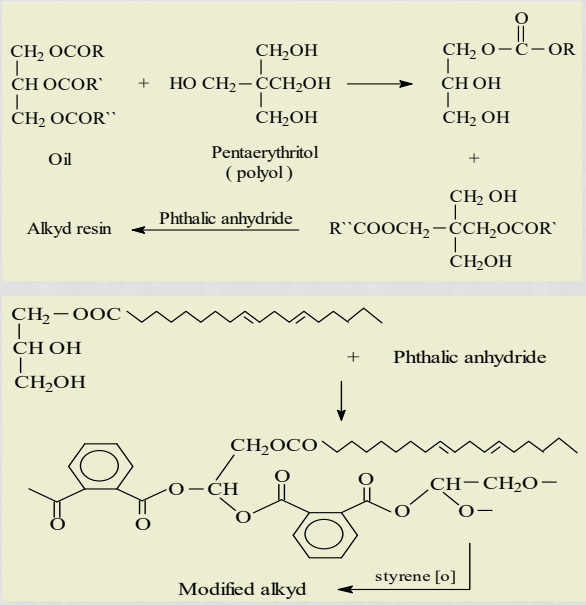
- يحضر بتفاعل الفورمالدهيد مع الأسيتالدهيد فى محلول هيدروكسيد الكالسيوم المائى أو هيدروكسيد الصوديوم عند 15-45°C.



- يستخدم فى صناعة المنظفات غير الأيونية و صناعة المتفجرات ويستخدم فى صناعة الدهانات من نوع الألكيد.

البتروكيماويات من الميثان
١) المشتقات من الفورمالدهيد

أولا: الميثانول CH_3OH Methanol



البتروكيماويات من الميثان
٢) المشتقات من حمض الخل

أولا: الميثانول CH_3OH Methanol

٢) حمض الخل $HCOOH$ Acetic acid

❖ **تحضيره من الميثانول:**

- يحضر بتفاعل الميثانول مع أول أكسيد الكربون (بوجود أيوديد الكوبلت مع قليل من الماء كعامل مساعد).

$$CH_3OH + CO \xrightarrow[250\,C\,/\,30\text{-}40\ atm]{CoI_2} CH_3COOH$$

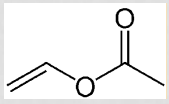
❖ **أهميته فى الصناعة و المختبرات:**

- إنتاج 50% من خلات الفاينيل الأحادية Vinyl acetate monomer.
- انتاج خلات السليلوز (اللازمة لإنتاج الألياف الصناعية).
- إنتاج حمض الخل اللامائى Acetic anhydride (اللازم لإنتاج الأسبرين).
- إنتاج خلات الميثيل و خلات أيزوبروبيل و خلات البيوتيل و الأسيتانيليد و كلوريد الأسيتيل و الأسيتاميد.
- يستخدم كمذيب.

البتروكيماويات من الميثان
٢) المشتقات من حمض الخل

أولا: الميثانول Methanol CH_3OH

٢-١) إنتاج خلات الفاينيل Vinyl acetate



❖ **إنتاج خلات الفاينيل:**

- تنتج بتفاعل حمض الخل مع الأسيتيلين فى الطور الغازى.

$$HC{\equiv}CH + CH_3COOH \xrightarrow[170\text{-}260^oC]{Zn(OAc)_2 \,/\, Charcoal} H_2C{=}CH{-}O{-}C(=O){-}CH_3$$

Vinyl acetate

- أو بتحويل حمض الخل إلى خلات الصوديوم التي تتفاعل مع الإيثيلين فى محلول حمض الخل بوجود كلوريد البلاديوم.

$$H_2C{=}CH_2 + 2CH_3COONa \xrightarrow[CH_3COOH]{PdCl_2} H_2C{=}CH{-}O{-}C(=O){-}CH_3 + 2NaCl + Pd + CH_3COOH$$

Vinyl acetate

البتروكيماويات من الميثان
٢) المشتقات من حمض الخل

أولا: الميثانول Methanol CH_3OH

❖ **استخدام خلات الفاينيل:**

تستخدم خلات الفاينيل لإنتاج Poly(vinyl acetate) عن طريق البلمرة المستحلبة و التي تتميز بالآتي:

- مادة شفافة لا لون لها.
- تنتفخ فى الماء و لا تقاوم الأحماض و القلويات.
- تستخدم كمادة لاصقة بين طبقتى الزجاج و ذلك لقابليتها الشديدة للإلتصاق بأسطح الزجاج و المعادن المختلفة كالزجاج الأمامى للسيارات
- تستخدم فى صناعة الدهانات المائية (لاتكس).
- تستخدم فى الورنيشات (مادة تلميع السطوح) و اللاكيهات.
- تستخدم فى الخرسانة الراتنجية.
- تستخدم فى تحضير Poly(vinyl alcohol) بالتحلل الكحولى باستخدام الميثانول مع ميثوكسيد الصوديوم.

$$\left(-CH_2-CH(OCOCH_3)-\right)_n \xrightarrow[CH_3OH]{CH_3ONa} \left(-CH_2-CH(OH)-\right)_n$$

Poly(vinyl acetate) → Poly(vinyl alcohol)

تستخدم Poly(vinyl alcohol) فى صناعة غراء النسيج و المواد اللاصقة.

البتروكيماويات من الميثان
٣) المشتقات من كلوروميثان

أولا: الميثانول Methanol CH_3OH

٣) كلوروميثان Chloromethane H_3CCl

❖ تحضير كلوروميثان

$$CH_3OH + HCl \xrightarrow[380\text{-}380^oC,\ 3\text{-}6\ bar]{Al_2O_3} CH_3Cl + H_2O\ (Gas)$$

❖ يستخدم كلوروميثان

- لإنتاج كلوريدات الميثان الثنائية و الثلاثية (الكلوروفورم) و الرباعية. و التى تستخدم كمذيبات – غير قابلة للإشتعال (ما عدا الكلوروميثان).
- كمادة وسيطة و أساسية لإنتاج العديد من الكيماويات مثل:

$$2CHCl_3 \xrightarrow[SbCl_5,\ 50\text{-}180^oC]{2HF} 2CHClF_2 \xrightarrow[-HCl]{950^oC} F_2C{=}CF_2$$

Chloroform — Tetraflouro ethylene

يستخدم فى انتاج الفلوروبلاست $[CF_2\text{-}CF_2]_n$.

- يستخدم فى أجزاء من الآلات التى تعمل فى درجات حرارة تتراوح ما بين 160-290°C.
- يمكن إستعماله لوقت قصير عند درجة حرارة ما بين 300-400°C.
- يستخدم فى الأوساط التى تؤدي إلى تآكل المعادن.

البتروكيماويات من الميثان

أولا: الميثانول Methanol CH_3OH

٤) ميثيل ثالثي بوتيل الإيثر Methyl tertiary butyl ether

- تنتج من تفاعل الميثانول مع الأيزوبيوتيلين

$$CH_3OH + H_2C{=}C(CH_3)_2 \xrightarrow[150^oC,\ 14\ atm]{Sulphonated\ PS\ resin} H_3C{-}C(CH_3)_2{-}OCH_3$$

Isobutylene — Methyltertiarybutyl ether

- يضاف إلى وقود السيارات لتحسين نوعيته بدلا من مركبات الرصاص.

٥) الأمينات الميثيلية Methyl amines

- تحضر بتفاعل الميثانول مع الأمونيا

$$CH_3OH + NH_3 \xrightarrow[or\ AlPO_4\ (Al\ phosphate),\ 350\text{-}500^oC,\ 200\ atm]{Al_2O_3SiO_2\ (Al\ Silicates)} H_2N{-}CH_3 + H_2O$$

- تصاحب الأمينات الأولية نواتج من أمينات ثانوية و ثالثية بإختلاف ظروف التفاعل و نسبة الميثانول إلى الأمونيا.

$$CH_3OH + NH_3 \xrightarrow{500^oC} \underset{54\%}{H_2N{-}CH_3} + \underset{26\%}{NH(CH_3)_2} + \underset{20\%}{N(CH_3)_3}$$

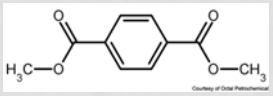
- تستخدم كمادة وسيطة لإنتاج المذيبات مثل DMF & DMAc. و المبيدات الحشرية و مبيدات الأعشاب و المستحضرات الصيدلانية و المنظفات.

البتروكيماويات من الميثان

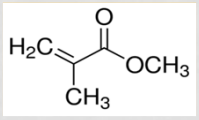
أولا: الميثانول Methanol CH_3OH

٦) الإسترات Esters

- يستخدم الميثانول لإنتاج عدد كبير من المركبات التى تدخل فى إنتاج اللدائن و الألياف الصناعية مثل



Dimethylterphthalate



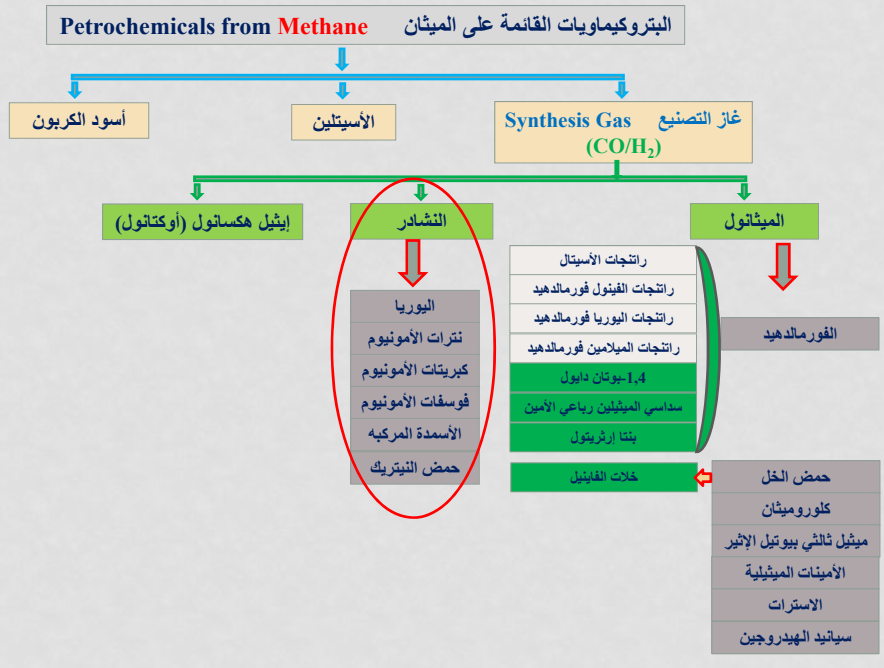
Methyl methacrylate

٧) سيانيد الهيدروجين Hydrogen cyanide

- يحضر بتفاعل الميثانول مع أول أكسيد الكربون

$$CH_3OH + CO \longrightarrow HCOOCH_3 \xrightarrow{NH_3} HCONH_2 \xrightarrow[400^oC]{Heat\ /\ Fe} HCN$$

- يستخدم لتحضير العديد من المواد الكيميائية اللازمة لصناعة الألياف الصناعية مثل الأكريلونيتريل و الميثيل ميثاأكريلات



البتروكيماويات من الميثان

ثانيا: النشادر NH_3 Ammonia

❖ الأمونيا غاز له رائحة مميزة و درجة غليانها -33.3°C.

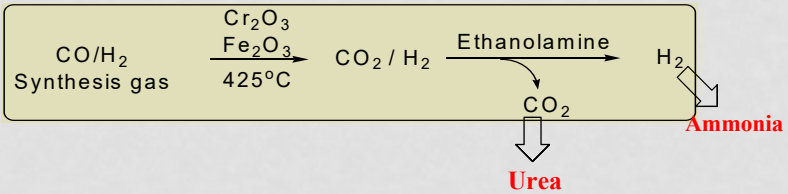
❖ تحضير النشادر

يتم إنتاج الأمونيا بتفاعل النيتروجين مع الهيدروجين باستخدام اكسيد الحديد المنشط بأكسيد الالومنيوم

يفصل النيتروجين من الهواء
بواسطة التقطير التجزيئي

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow[500^oC/300\ atm]{Fe_2O_3} 2NH_3$$

يتم الحصول عليه من غاز التصنيع (CO/H_2) بعد أكسدة أول اكسيد الكربون الى ثنائي الاكسيد بمحفزات مؤكسدة يلي ذلك استخدام DEA الذي يعمل على إمتصاص CO_2



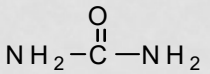
Urea

❖ يستخدم ٧٥% من الأمونيا فى صناعة الأسمدة المختلفه العضوية وغير العضوية .

البتروكيماويات من الميثان
المشتقات من اليوريا

ثانيا: النشادر NH_3 Ammonia

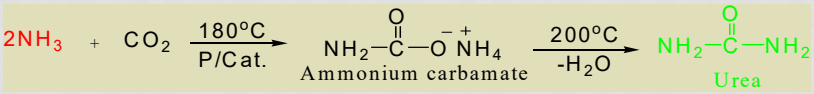
1) اليوريا Urea



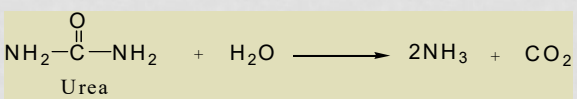
❖ خواص اليوريا:

- اليوريا مادة بلورية بيضاء درجة إنصهارها 132.5°C.
- أعلى الأسمدة النيتروجينية تركيزا بالنيتروجين 46.6%.

❖ تحضير اليوريا:



- تتفاعل اليوريا مع الماء و ينطلق النشادر و ثانى أكسيد الكربون.

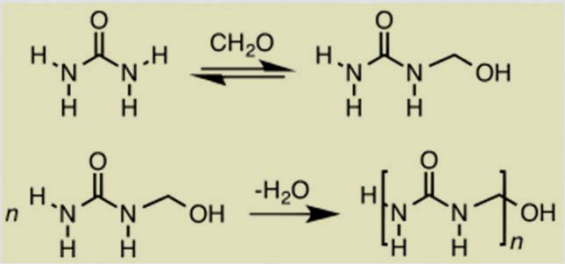


البتروكيماويات من الميثان
المشتقات من اليوريا

ثانيا: النشادر NH_3 Ammonia

❖ استخدامات اليوريا:

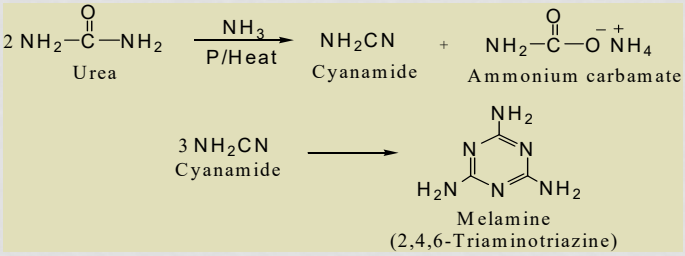
- تستخدم اليوريا كسماد – علف للماشية – دباغة الجلود.
- إنتاج اليوريا فورمالدهيد.

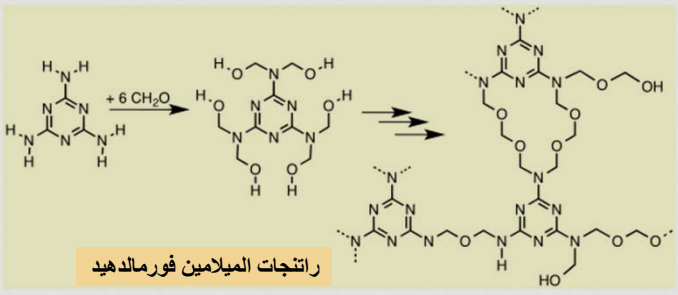


البتروكيماويات من الميثان
المشتقات من اليوريا

ثانيا: النشادر NH_3 Ammonia

- انتاج الميلامين (يوريا + نشادر). و الذي يستخدم في تحضير راتنجات الميلامين فورمالدهيد.





البتروكيماويات من الميثان

ثانيا: النشادر Ammonia NH_3

٢) نترات الأمونيوم Ammonium nitrate NH_4NO_3

$$NH_3\,(g) + HNO_3 \longrightarrow \underset{\text{Ammonium nitrate}}{NH_4NO_3}$$

- تستخدم في صناعة الأسمدة – المتفجرات – مبيدات الأعشاب الضارة و الحشرات.
- تحضير النيترات الأخرى مثل نيترات الصوديوم يتم بتفاعل النشادر مع الأكسجين لتعطى NO, NO ثم تتفاعل الأكاسيد الناتجة مع كربونات الصوديوم.

$$12NH_3 + 21O_2 \xrightarrow{4Na_2CO_3} \underset{\text{Sodium nitrate}}{8NaNO_3} + 4NO + 4CO_2 + 18H_2O$$

٣) كبريتات الأمونيوم Ammonium sulfate $(NH_4)_2SO_4$

$$NH_3\,(g) + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{Ammonium sulfate}}{(NH_4)_2SO_4}$$

- تستخدم فى صناعة الأسمدة – معالجة المياه – لمكافحة حرائق الغابات (إعاقة الإشتعال)

٤) فوسفات الأمونيوم Ammonium phosphate $(NH_4)_3PO_4$

$$NH_3\,(g) + H_3PO_4 \longrightarrow \underset{\text{Ammonium phosphate}}{(NH_4)_3PO_4}$$

- تستخدم فى صناعة الأسمدة – لمكافحة حرائق الغابات (إعاقة الإشتعال)

البتروكيماويات من الميثان

ثانيا: النشادر Ammonia NH_3

٥) الأسمدة المركبة Compound fertilizers

- عبارة عن خليط من الأسمدة النيتروجينية و الفوسفاتية و البوتاسية للحصول على أسمدة تحتوى على N, P, K.
- مثال ٢٣-٢٣-٠ تعنى

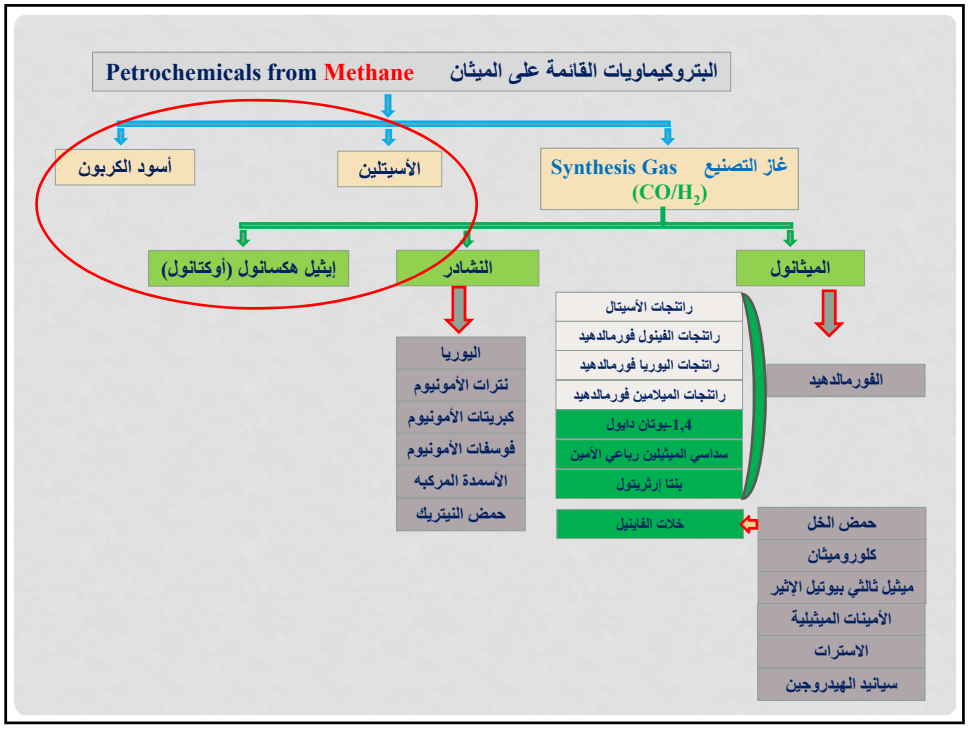
خلطة من يوريا + ثنائى أمونيوم فوسفات + سلفات البوتاسيوم تكون نسب النيتروجين و الفوسفور و البوتاسيوم هى ٢٣/٢٣/0 و النسبة الباقية هي عبارة عن مواد حاملة أو Additives

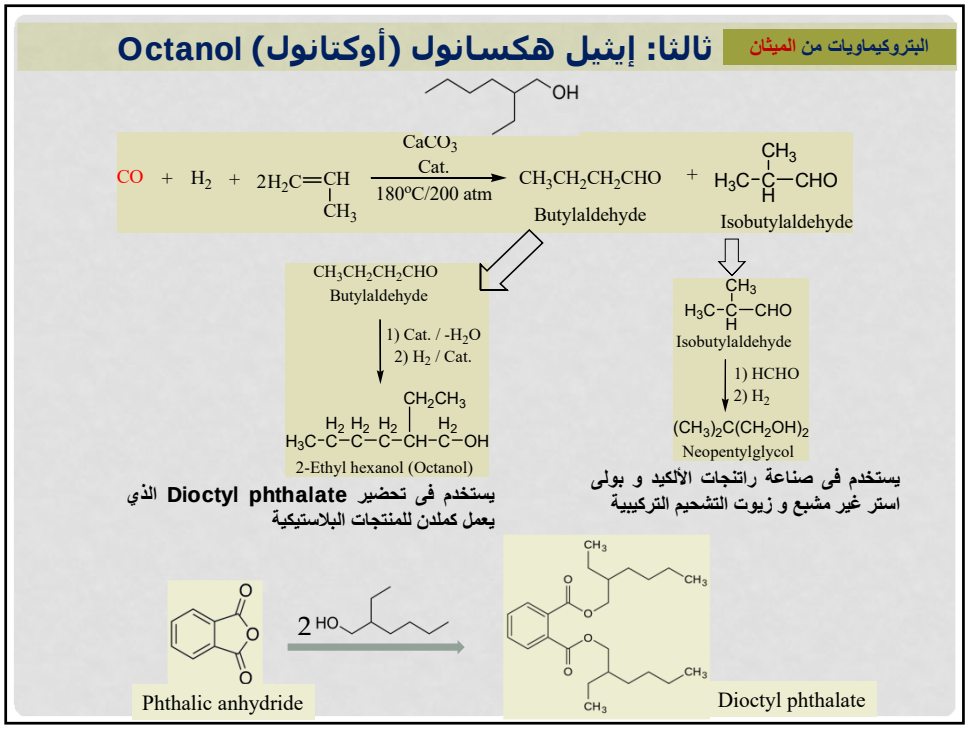
٦) حمض النيتريك Nitric acid HNO_3

$$4NH_3 + SO_2 \xrightarrow[-6H_2O]{\text{Cat.}} 4NO \xrightarrow{2O_2} 4NO_2$$

$$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$$

- يستخدم ٧٥% في إنتاج الأسمدة.
- إنتاج نيترات السليلوز المستخدم في دهانات السيارات و صناعة المتفجرات.


Petrochemicals from Methane
البتروكيماويات القائمة على الميثان
أسود الكربون
الأسيتلين
Synthesis Gas غاز التصنيع
(CO/H2)
إيثيل هكسانول (أوكتانول)
النشادر
الميثانول
راتنجات الأسيتال
راتنجات الفينول فورمالدهيد
راتنجات اليوريا فورمالدهيد
راتنجات الميلامين فورمالدهيد
1,4-بوتان دايول
سداسي الميثيلين رباعي الأمين
بنتا إرثريتول
خلات الفاينيل
الفورمالدهيد
اليوريا
نترات الأمونيوم
كبريتات الأمونيوم
فوسفات الأمونيوم
الأسمدة المركبه
حمض النيتريك
حمض الخل
كلوروميثان
ميثيل ثالثي بيوتيل الإثير
الأمينات الميثيلية
الاسترات
سيانيد الهيدروجين


البتروكيماويات من الميثان
ثالثا: إيثيل هكسانول (أوكتانول) Octanol
OH
CaCO3
Cat.
180°C/200 atm
CO + H2 + 2H2C=CH(CH3)
CH3CH2CH2CHO
Butylaldehyde
H3C-C(CH3)H-CHO
Isobutylaldehyde
1) Cat. / -H2O
2) H2 / Cat.
2-Ethyl hexanol (Octanol)
1) HCHO
2) H2
(CH3)2C(CH2OH)2
Neopentylglycol
يستخدم فى تحضير Dioctyl phthalate الذي يعمل كملدن للمنتجات البلاستيكية
يستخدم فى صناعة راتنجات الألكيد و بولى استر غير مشبع و زيوت التشحيم التركيبية
2 HO
Phthalic anhydride
Dioctyl phthalate

البتروكيماويات من الميثان

الأسيتلين

$$CH_4 \xrightarrow[500\text{-}600^oC]{O_2} HC\equiv CH + 2CO + 7H_2$$

- يستخدم فى عمليات اللحام
- يستخدم فى تحضير العديد من المركبات العضوية

- $HC\equiv CH + H_3O^+ \longrightarrow CH_3CHO$ Acetaldehyde
- $HC\equiv CH + H_3O^+ \xrightarrow{(O)} CH_3COOH$ Acetic acid
- $HC\equiv CH + CH_3COOH \xrightarrow{\triangle} CH_2=CH\text{-}O\text{-}CO\text{-}CH_3$ Vinyl acetate
- $HC\equiv CH + HCN \xrightarrow[90^oC]{CuCl/HCl} CH_2=CHCN$ Acetonitrile
- $HC\equiv CH + HCHO \xrightarrow[H_2/Ni,\ CuCl]{100^oC,\ 5\ atm.} HO\text{-}(CH_2)_4\text{-}OH$ 1,4-Butanediol
- $HC\equiv CH + CuCl_2 \xrightarrow{NH_4Cl} H_2C=HC\text{-}C\equiv CH$ Vinyl acetylene

$$\xrightarrow{HCl} H_2C=CH\text{-}\overset{Cl}{\overset{|}{C}}=CH_2$$ Chloroprene

البتروكيماويات من الميثان

أسود الكربون

- فحم أسود نقى يصنع على هيئة مساحيق جافة
- يحضر عن طريق الحرق الجزئى لمركبات الكربون الهيدروجينية الغازية أو السائلة

$$CH_4 + O_2 \xrightarrow[\text{decomposition}]{\text{Thermal}} C + H_2O$$

- يضاف بنسبة ٥٠% إلى المطاط المستخدم فى صناعة الإطارات لمقاومته حرارة الإحتكاك
- يضاف إلى اللدائن و البويات و الحبر الأسود و حبر المطابع - الإسطوانات الموسيقية – ورق الكربون
- يستخدم فى إنتاج المهابط الكهربائية

البتروكيماويات من الإيثان و مقطرات البترول الأخرى
Petrochemicals from Ethane and Other Distillates

البتروكيماويات من الإيثان و مقطرات البترول الأخرى

- يتحول الإيثان و مقطرات البترول الأخرى مثل البروبان و البيوتان و النافثا إلى مركبات هامة هي المركبات الأروماتية و الأوليفينات.

و من الأوليفينات (إيثيلين – بروبلين – بيوتادايين – أيزوبيوتيلين) وهى تعتبر اللبنات الأساسية لإنتاج اللدائن – المطاط - منتجات بتروكيماوية.

ويتم التحول عن عملية التكسير البخاري و تعتمد هذه الطريقة على الحرارة – الضغط – زمن التلامس بحيث يتم خلط مادة التغذية من الغازات البترولية أو مقطرات البترول ببخار الماء ثم إمرار الخليط فى أفران ترتفع درجة حرارتها إلى ما يقرب من 870°C حيث يتم التكسير و الحصول على الأوليفينات

$$C_n H_{2n+2} + H_2O \xrightarrow[\text{ضغط وعامل حفاز}]{\text{حرارة عالية}} CH_2=CH_2 + CH_2=CH-CH_3 \ldots \text{etc}$$

جدول : يبين نسبه انتاج الاوليفينات والمواد الأخرى الناتجة من عمليات التكسير البخاري لمقطرات البترول البخارية.

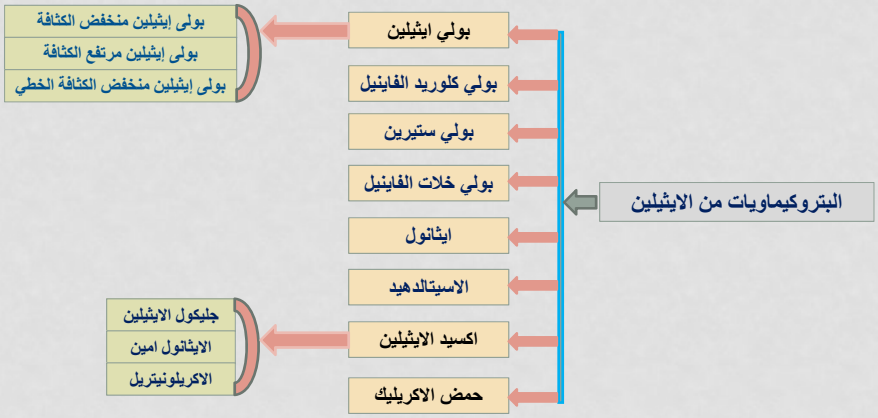
التغذية	المنتجـــــــــــــــات				
	نسبه الاثيلين %	نسبه البروبلين %	نسبه البوتادايين %	النسبة الإجمالية للاوليفينات	النسبة الإجمالية للايثان والبروبان والبوتان والجازولين وزيت الغاز
غاز الإيثان	٨٠	١,٤	-----	%٨١,٤	%١٨,٦
غاز البروبان	٤٥	١٤,٥	٢,٧	%٦٢,٢	%٣٧,٨
نافثا خفيفة	٣٦,٢	١٦,٧	٤,٣	%٥٧,٢	%٤٢,٨
نافثا ثقيلة	٢٩,٨	١٤	٤,٥	%٤٨,٣	%٥١,٧
زيت الغاز (الديزل)	٢٥,٧	١٣,٣	٤,٢	%٤٣,٢	%٥٦,٨

البتروكيماويات من الإيثان (المشتقات من الايثيلين)

البتروكيماويات من الايثان

إنتاج الإيثيلين Ethylene Production

- الإيثيلين غاز عديم اللون تبلغ درجة غليانه -103.7°C
- ينتج الإيثيلين من الإيثان عن طريق التكسير البخارى باستخدام (الحرارة والضغط وزمن التلامس) ونسبة الناتج تقارب ٨١%
- الإيثيلين هو مادة بتروكيماوية أساسية فى تصنيع العديد من المنتجات الكيميائية (وسطية أو نهائية) مثل اللدائن



البتروكيماويات من الإيثان (المشتقات من الايثيلين)

البتروكيماويات من الايثان

١) بولى إيثيلين Polyethylene

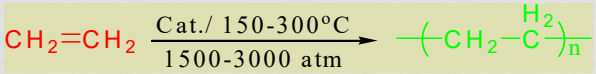
- البولى إيثيلين Polyethylene

هو مادة صلبة تتراوح درجةإنصهارها ما بين ١١٥-١٤٠درجة مئوية ويوجد ثلاثة أنواع من البولي ايثيلين طبقا للتفرعات الجانبية الموجودة.

أ) بولى إيثيلين منخفض الكثافة Low Density Polyethylene (LDPE)
ب) بولى إيثيلين مرتفع الكثافة High Density Polyethylene (HDPE)
ج) بولى إيثيلين منخفض الكثافة الخطى Linear Low Density Polyethylene (LLDPE)

أ) بولى إيثيلين منخفض الكثافة Low Density Polyethylene (LDPE)

- تحتوى سلاسله الكربونية على فروع جانبية كثيرة و طويله
- ينتج عن طريق بلمرة الإيثيلين النقى تحت ضغط مرتفع 1500-3000 atm و حرارة 150-300°C فى وجود عامل حفز (جذر حر) مثل فوق الأكاسيد



- الوزن الجزيئى للمنتج 10,000-40,000 و متوسط كثافته 0.92 عند 20°C
- تتكون الفروع الجانبية للبولى إيثيلين منخفض الكثافة من مجموعة إيثيل و مجموعة بيوتيل بنسبة (1:2)

البتروكيماويات من الإيثان
(المشتقات من الايثيلين)

البتروكيماويات من الايثان

❖ استخدامات LDPE

- تمتاز بمرونة عالية و صفاء جيد
- تستخدم فى إنتاج أغشية التغليف Film
  - أكياس تعبئة البضائع و القمامة و لعب الأطفال.
  - الأنابيب المرنة و المقاومة للتآكل.
  - البراميل و القوارير لأغراض متعددة مثل المنظفات و أدوات التجميل.
- تستخدم فى طلاء كراتين الألبان
- تستخدم فى تغطية قنوات الرى لمنع تسرب المياه للتربة
- تستخدم كمواد عازلة للأسلاك الكهربائية

البتروكيماويات من الإيثان
(المشتقات من الايثيلين)

البتروكيماويات من الايثان

ب) بولى إيثيلين مرتفع الكثافة
High Density Polyethylene (HDPE)

- تحتوى سلاسله خطية ذات فروع جانبية قليله
- يكون لهذه السلاسل حرية التراص مما يؤدى لزيادة درجة بلورتها إلى ٩٠% و كذلك درجة إنصهارها
- الوزن الجزيئى للمنتج 500,000
- ينتج باستخدام تقنية فيلبس Philips تحت ضغط منخفض و حرارة منخفضة بوجود عامل حفاز فعال من ثلاثي أكسيد الكروم Cromium trioxide المستند على ثنائي أكسيد السليكون

$$n\,H_2C{=}CH_2 \xrightarrow[80\text{-}150^{\circ}C/7\text{-}20\ atm.]{CrO_3/SiO_2/MgCl_2} -\left(-\underset{H_2}{C}-\underset{H_2}{C}-\right)_n$$

- استخدامات HDPE
  - تمتاز بارتفاع درجة انصهاره – قوة مقاومته للشد High tensile strength – متانة مرتفعة – إنخفاض نفاذيتها للغازات – قلة قابليتها للتشوه
  - تستخدم فى مجال الأدوات المنزلية التى تمتاز بطول خدمتها مثل السلال – المستودعات – أدوات المطبخ – الجرادل - أكياس الخضروات المثلجة
  - العبوات المستخدمة لحفظ المواد الكيماوية كالأحماض – لتعبئة المنظفات الصناعية السائلة
  - تستخدم فى صناعة الأقفاص و الأوعية التى تعبأ فيها الأسماك
  - تستخدم فى صناعة الأنابيب و المواسير العازلة و الأسلاك الكهربائية
  - تستخدم فى صناعة الأنابيب الخاصة بمياه الصرف الصحى و الرى

البتروكيماويات من الايثان

ج) بولى ايثيلين منخفض الكثافة الخطى
Linear Low Density Polyethylene (LLDPE)

- يتميز بمزايا LDPE & HDPE
- منتجاته أقسى من المنتجات المصنوعة من LDPE
- ينتج بإستخدام ضغط منخفض و حرارة منخفضة مثل HDPE
- الإختلاف فى إضافة كميات صغيرة من 1-Butyene or 1-Hexene or 1-Octene إلى جزيئات الإيثيلين لتكوين بوليمر مشترك يحتوى على تفرعات قصيرة
- يستخدم فى إنتاج الرقائق و الألواح – الأدوات المنزلية – لعب الأطفال – الأدوات الرياضية - الأنابيب
- يستخدم فى إنتاج مواد تغليف الأسلاك و الكابلات الرقائق المستخدمة لتغليف المواد الغذائية و الأطعمة المجمدة

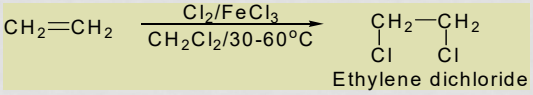
البتروكيماويات من الإيثان
(المشتقات من الايثيلين)

البتروكيماويات من الايثان

٢) بولى كلوريد الفاينيل Poly(vinyl chloride)

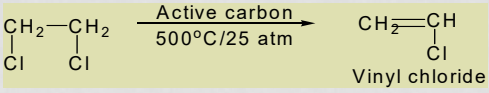
- ينتج من غاز الإيثيلين بعدة مراحل

(١) معاملة الايثيلين بغاز الكلور بوجود $FeCl_3$ كمادة محفزة عند 60°C (يتحول إلى سائل عديم اللون هو ثنائي كلوريد الإيثيلين (Ethylene dichloride

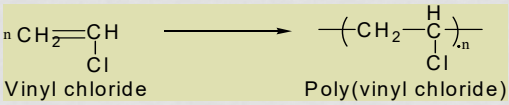


(٢) تكوين كلوريد الفاينيل vinyl chloride

إنتزاع جزىء كلوريد الهيدروجين فى وحدة التكسير الحرارى بإستخدام الفحم كعامل حفاز



(٣) البلمرة فى معلق Suspension polymerization



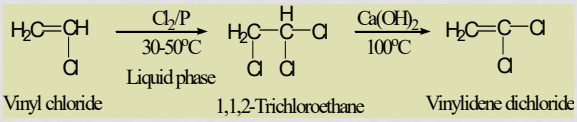
البتروكيماويات من الايثان

البتروكيماويات من الإيثان (المشتقات من الايثيلين)

- استخدامات ال PVC
  - يستخدم فى إنتاج المواد الصحية مثل أنابيب تمديدات المياه – خراطيم المياه
  - يستخدم فى صنع إطارات الشبابيك – بلاط الأرضيات – الأحواض و الحوائط (لمقاومته للإحتكاك و الصدمات)
  - يستخدم فى صناعة العوازل الكهربائية – المواد العازلة للمياه
  - يستخدم فى إنتاج أوعية المرطبات والمخللات و زيوت الطعام و زيوت التزييت و وقود السيارات
  - يستخدم فى صنع المعاطف و الملابس الواقية من المطر

Poly(vinylidene dichloride) بولى ثنائى كلوريد الفانيليدين

- مادة مهمة فى صناعة الألياف الصناعية
- تحضير **Vinylidene dichloride**



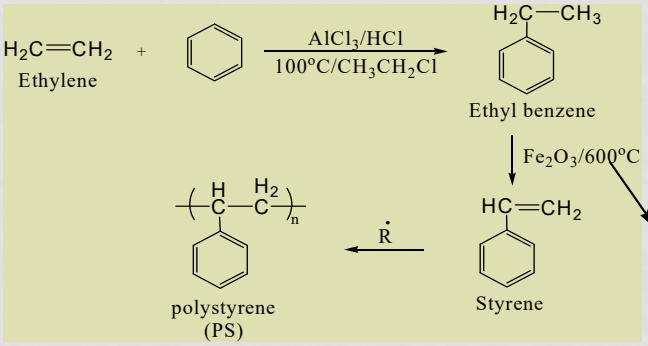
- مادة متبلورة لتركيبها المنتظم - درجة إنصهارها **220°C** - الوزن الجزيئي للدائن ٢٠,٠٠٠-٥٠,٠٠٠
- تتم البلمرة بواسطة البلمرة فى معلق **Suspension polymerization**

البتروكيماويات من الايثان

البتروكيماويات من الإيثان (المشتقات من الايثيلين)

٣) بولى ستيرين Polystyrene

- التحضير



Badger process
نزع هيدروجين عند درجة حرارة عالية

البتروكيماويات من الايثان

- استخدامات ال PS

- يستخدم فى إنتاج عدد كبير من المنتجات الصناعية مثل القطع الكهربية و الإلكترونية – تركيبات الإضاءة
- يستخدم فى صنع الأغراض المنزلية – الأثاث – مواد الإنشاء
- يستخدم فى صناعة مواد التعبئة مثل أوعية اللبن و الكريمة و الجبن و التمر
- يستخدم فى صنع أمشاط الشعر – فرش الملابس
- يستخدم فى صنع الأدوات الرياضية و لعب الأطفال
- يستخدم فى صنع المواد العازلة للحرارة التى تستخدم فى جدران و أسطح المبانى و البرادات و الثلاجات
- صناعة المطاط و راتنجات البولى استر

ستيرين-بوتادايين SBR (أكثر أنواع المطاط المستخدم - يستعمل لصنع إطارات السيارات - الخراطيم - السيور - اللواصق)

ستيرين-أكريلونترايل – بوتادايين (أقل مرونة من SBR – له خواص ميكانيكية ممتازة)

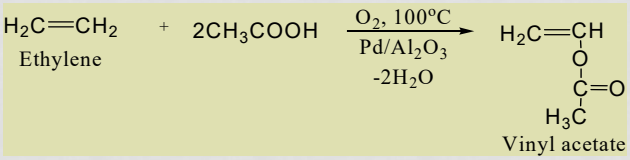
راتنجات البولى استر غير المشبع (يدخل ستيرين فى صناعته - يستخدم فى تصنيع منتجات الفيبرجلاس (خزانات المياه – الصوامع – الأنابيب .....))

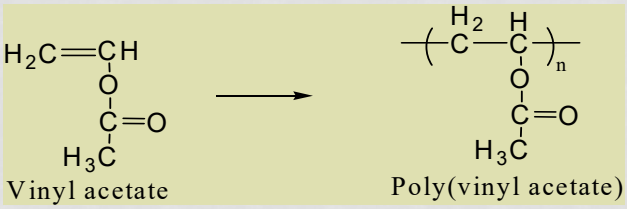
البتروكيماويات من الإيثان
(المشتقات من الايثيلين)

البتروكيماويات من الايثان

٤) بولى خلات الفاينيل Poly(vinyl acetate)

- مادة صلبة – تحضر على مرحلتين من الإيثيلين





- يستخدم فى الدهانات (لاتكس) – كمواد لاصقة
- إنتاج PVA

البتروكيماويات من الإيثان (المشتقات من الايثيلين)

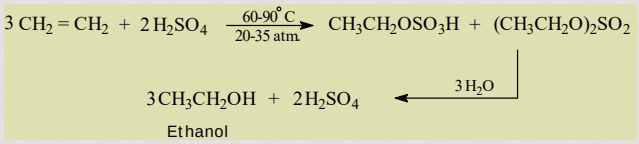
البتروكيماويات من الايثان

٥) الإيثانول Ethanol

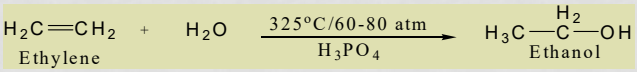
- مادة سائلة – درجة غليانها 87°C

- تحضير الايثانول

- إضافة حمض الكبريتيك إلى الإيثيلين ثم معاملة الناتج بالماء



- معاملة الإيثيلين ببخار الماء عند درجة حرارة 325°C و ضغط 60-90 atm ثم يضخ المزيج فى الحالة الغازية إلى المفاعل الذي يحتوى على محفز من H_3PO_4/Silica



- استخدامات الايثانول

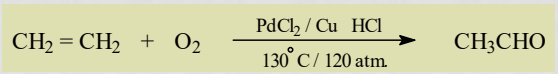
- يستخدم كمذيب
- يدخل فى العديد من الصناعات مثل مساحيق الزينة – مستحضرات التجميل
- يدخل فى صناعة الدهانات – مواد التنظيف
- تحضير العقاقير الطبية
- تحضير عدد من المركبات الكيميائية مثل الأسيتالدهيد – الأسيتون....

البتروكيماويات من الإيثان (المشتقات من الايثيلين)

البتروكيماويات من الايثان

٦) الأسيتالدهيد Acetaldhyde

- ينتج بأكسدة الإيثيلين بوجود عامل حفز

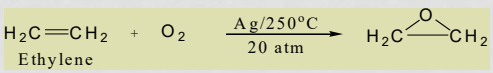


- يستخدم فى إنتاج كثير من البتروكيماويات مثل البنتاإرثريتول – حمض الخليك

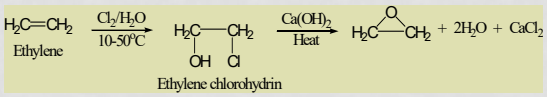
٧) أكسيد الإيثيلين Ethylene Oxide

- التحضير

- الأكسدة الجزئية المباشرة للإيثيلين و ذلك إمرار خليط من الإيثيلين و الأكسجين على عامل مساعد من الفضة (المحملة على الأمونيا)



- معاملة الإيثيلين بالكلور و الماء ينتج الكلوروهيدرين الذى يسخن مع ماء الجير Lime water



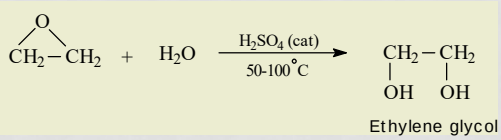
- يستخدم فى إنتاج جليكول الإيثيلين – الإيثانول أمين – الأكريلونترايل – إيثرات الجليكول.....

البتروكيماويات من الإيثان (المشتقات من الايثيلين)

البتروكيماويات من الايثان

أ) جليكول الايثيلين Ethylene glycol

- مادة سائلة عديمة اللون تبلغ درجة غليانها 197.5°C
- يحضر بمعاملة أكسيد الإيثيلين بالماء بنسبة (1:1) بوجود عامل حفز



Ethylene glycol

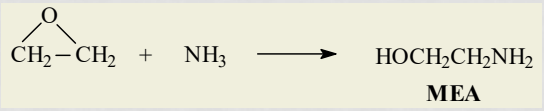
- استخدامات جليكول الايثيلين
  - يستخدم ك Anti freeze لتخفيض درجة تجمد المياه داخل مبردات السيارات (درجة إنصهاره -15.6°C) كما يقلل من الفاقد بالتبخير فى الأجواء الحارة (درجة غليانه عاليه)
  - يستخدم فى إذابة الثلوج من مدرجات الطائرات
  - يستخدم فى تحضير الدايوكسان – حمض الترفثاليك (لانتاج الألياف الصناعية)
  - يتفاعل مع الأمونيا لانتاج الإيثانول أمين
  - يستخدم فى صناعة المفرقعات
  - يستخدم فى صناعة منتجات التجميل
  - يستخدم فى صناعة المحاليل المطهرة
  - يستخدم فى صناعة مبيدات الحشرات

البتروكيماويات من الإيثان (المشتقات من الايثيلين)

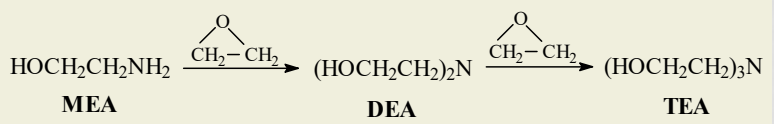
البتروكيماويات من الايثان

ب) الإيثانول أمين Ethanolamine

- ينتج من تفاعل الايثيلين مع الامونيا



MEA



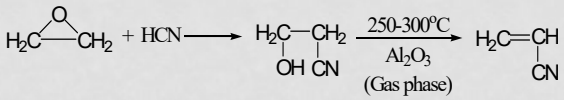
MEA DEA TEA

- يستخدم TEA فى صناعة الصابون و المنظفات
- إزالة حموضة الغاز الطبيعى
- يضاف محلول ٢٠% من DEA لامتصاص H_2S من غاز البترول السائل LPG عند درجة حرارة 30-40°C و يتم فصل H_2S عند 120°C لاعادة استخدام DEA
- يستخدم فى إنتاج الأصباغ – مستحضرات التجميل – مواد الزينة

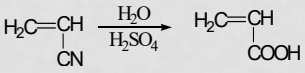
البتروكيماويات من الايثان

ج) الإكريلونترايل Acrylonitrile

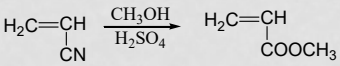
- مادة سائلة – درجة غليانها 77°C
- تحضر بتفاعل سيانيد الهيدروجين مع أكسيد الإيثيلين



- يستخدم فى إنتاج ألياف الأكريلك التى تستخدم فى حياكة الملابس الصوفية – البطانيات -السجاد
- يستخدم فى صناعة المطاط الصناعى بالتفاعل مع البوتادايين و ستيرين
- يستخدم فى إنتاج حمض الأكريلك Acrylic acid



- يستخدم فى إنتاج الميثيل أكريلات Methyl Acrylate



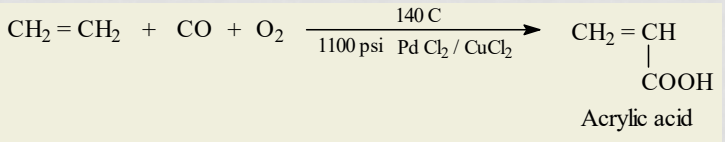
PMA يستخدم فى صناعة الزجاج العضوي المستخدم فى نوافذ الطائرات و السيارات – الأدوات المنزلية – العدسات – زجاج الساعات - الأسنان

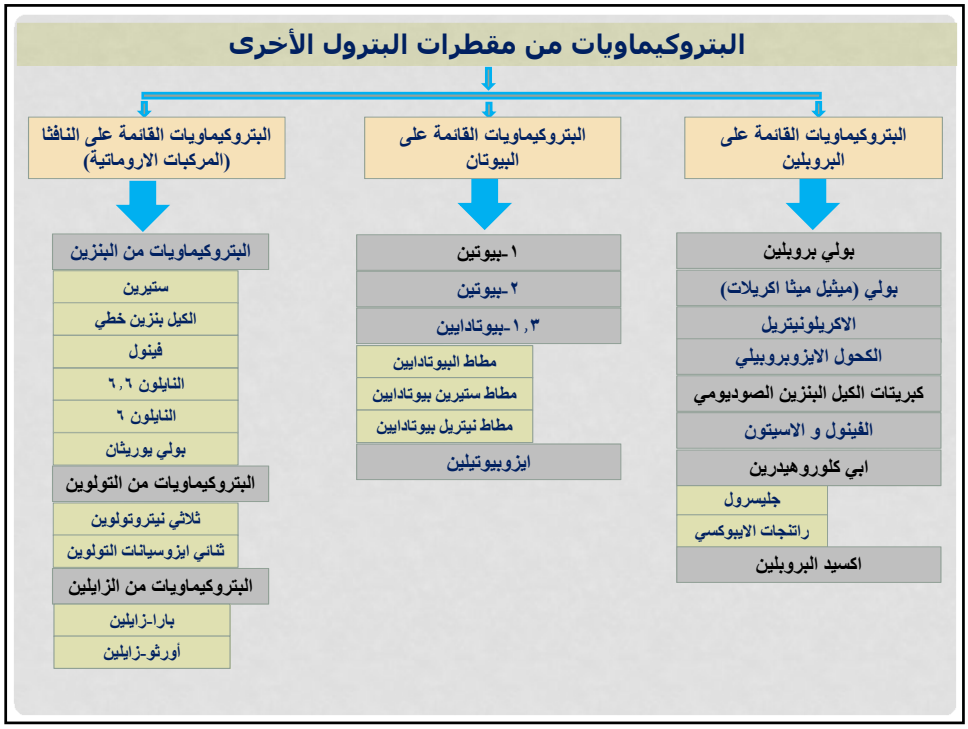
البتروكيماويات من الإيثان
(المشتقات من الايثيلين)

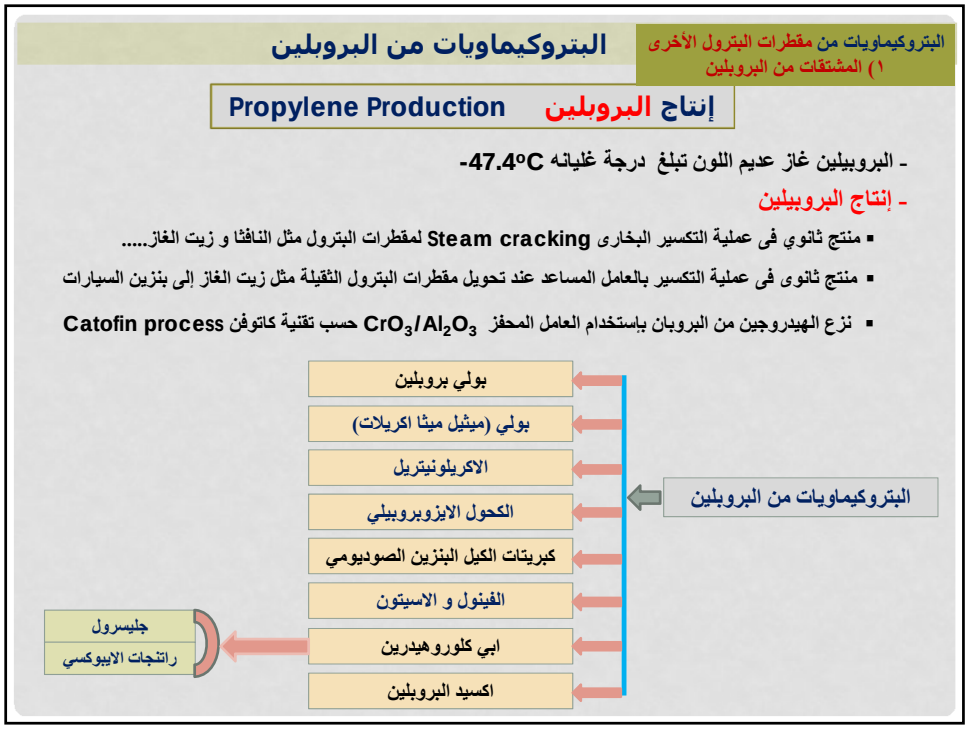
البتروكيماويات من الايثان

٨) حمض الأكريلك Acrylic acid

- يحضر من تفاعل الايثيلين مع $CO+O_2$




البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
البتروكيماويات القائمة على البروبلين
البتروكيماويات القائمة على البيوتان
البتروكيماويات القائمة على النافثا (المركبات الاروماتية)
بولي بروبلين
بولي (ميثيل ميثا اكريلات)
الاكريلونيتريل
الكحول الايزوبروبيلي
كبريتات الكيل البنزين الصوديومي
الفينول و الاسيتون
ابي كلوروهيدرين
جليسرول
راتنجات الايبوكسي
اكسيد البروبلين
١-بيوتين
٢-بيوتين
١,٣-بيوتاداين
مطاط البيوتاداين
مطاط ستيرين بيوتاداين
مطاط نيتريل بيوتاداين
ايزوبيوتيلين
البتروكيماويات من البنزين
ستيرين
الكيل بنزين خطي
فينول
النايلون ٦,٦
النايلون ٦
بولي يوريثان
البتروكيماويات من التولوين
ثلاثي نيتروتولوين
ثنائي ايزوسيانات التولوين
البتروكيماويات من الزايلين
بارا-زايلين
أورثو-زايلين


البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
١) المشتقات من البروبلين
البتروكيماويات من البروبلين
إنتاج البروبلين Propylene Production
- البروبيلين غاز عديم اللون تبلغ درجة غليانه -47.4°C
- إنتاج البروبيلين
▪ منتج ثانوي فى عملية التكسير البخارى Steam cracking لمقطرات البترول مثل النافثا و زيت الغاز.....
▪ منتج ثانوى فى عملية التكسير بالعامل المساعد عند تحويل مقطرات البترول الثقيلة مثل زيت الغاز إلى بنزين السيارات
▪ نزع الهيدروجين من البروبان بإستخدام العامل المحفز CrO_3/Al_2O_3 حسب تقنية كاتوفن Catofin process
البتروكيماويات من البروبلين
بولي بروبلين
بولي (ميثيل ميثا اكريلات)
الاكريلونيتريل
الكحول الايزوبروبيلي
كبريتات الكيل البنزين الصوديومي
الفينول و الاسيتون
ابي كلوروهيدرين
اكسيد البروبلين
جليسرول
راتنجات الايبوكسي

البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
١) المشتقات من البروبلين

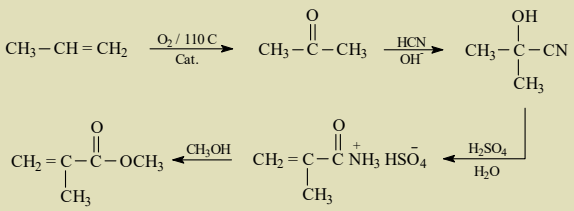
البتروكيماويات من البروبلين

١) بولى بروبيلين Polypropylene

- كثافة بولى بروبلين 0.9 g/cm³ و درجة إنصهاره 171°C
- يستخدم بولي بروبلين فى
  - إنتاج الألياف و الخيوط اللازمة لصناعة الأكياس المنسوجة كأكياس تعبئة المنتجات الزراعية كالبطاطس و البصل
  - صناعة بعض أنواع الورق و المواسير و الحبال و شباك الصيد و السجاد
  - صناعة أكياس الشيبس و البسكويت – أكياس الوجبات السريعة
  - صناعة السيارات و الأجهزة الكهربائية و الإلكترونية

٢) بولى (ميثيل ميثا أكريلات) Poly(methyl methacrylate)

- ينتج من البروبلين بعدة خطوات



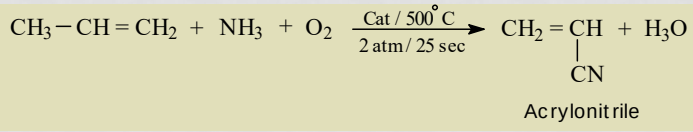
- يستخدم في إنتاج اللدائن ذات الخواص الضوئية و يباع تحت إسم "لوسيت" أو "زجاج بلكس" أو "بيرسبكس" (المستخدم فى صناعة نوافذ الطائرات) بالاضافة الي صناعة العدسات – الأسنان الصناعية

البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
١) المشتقات من البروبلين

البتروكيماويات من البروبلين

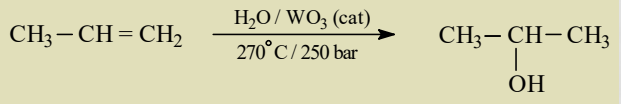
٣) الأكريلونترايل Acrylonitrile

- ينتج بمعاملة البروبيلين بالأمونيا بوجود الأكسجين و بوجود البزموث أو الموليبدينوم أو اليورانيوم كعامل حفاز



٤) الكحول الأيزوبروبيلى Isopropyl alcohol

- ينتج بإضافة الماء إلى البروبلين بوجود حمض الكبريتيك أو عامل حفز مثل أكسيد التنجستن

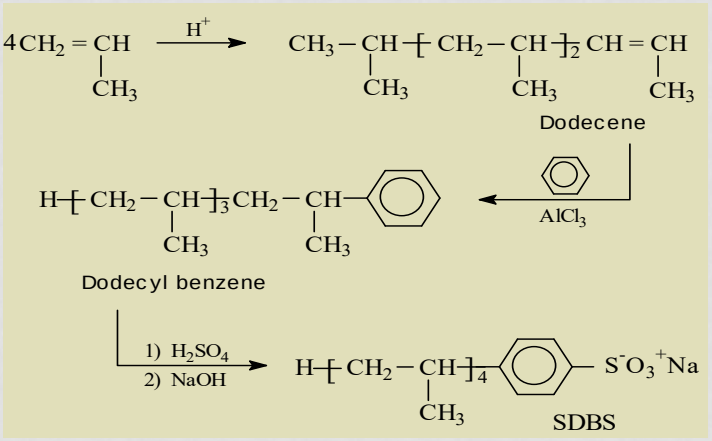


- يستخدم
  - كمذيب
  - كمادة خام فى تحضير الأسيتون
  - طلاءات خاصة بالسيارات – الموبيليا المعدنية - صناعة النسيج – لعب الأطفال

البتروكيماويات من البروبلين

٥) كبريتات ألكيل البنزين الصوديومى
Sodium dodecyl benzene sulfonate

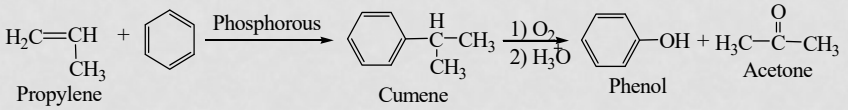
- أحد المكونات الأساسية لبعض المنظفات الصناعية ويحضر من تفاعل الألكيل المسمى **Dodecene** الناتج من تكاثف ٤ جزيئات من البروبلين



البتروكيماويات من البروبلين

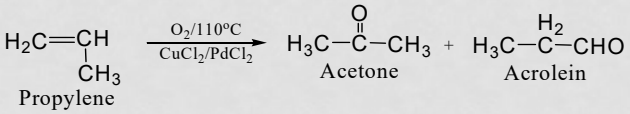
٦) الفينول و الأسيتون Phenol & Acetone

- ينتج الفينول مصحوبا بالأسيتون



٧) الأسيتون Acetone

- التحضير



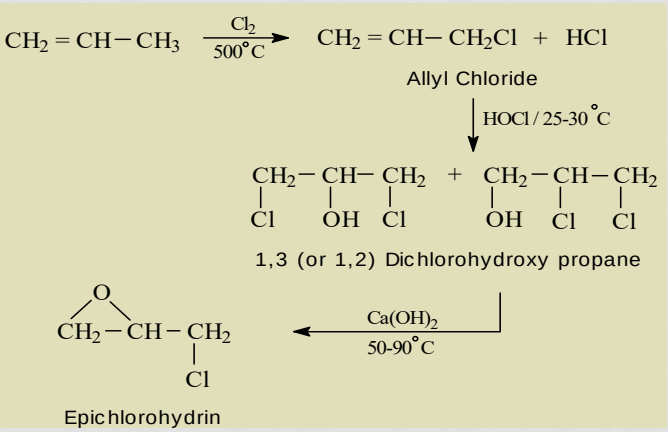
- الاستخدامات
  - يستخدم كمذيب
  - يستخدم فى تحضير الكلوروفورم - الأيودوفورم
  - يستخدم فى التجميل لإزالة طلاء الأظافر

البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
١) المشتقات من البروبلين

البتروكيماويات من البروبلين

٨) إبى كلوروهيدرين Epichlorohydrin

- التحضير



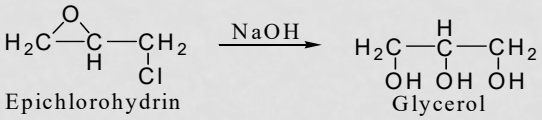
- مادة خام لتحضير عدد من المنتجات الصناعية مثل :-
  - الجليسرول Glyceol
  - رانتجات الإيبوكسى

البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
١) المشتقات من البروبلين

البتروكيماويات من البروبلين

٨-١) الجليسرول Glycerol

- تحضير



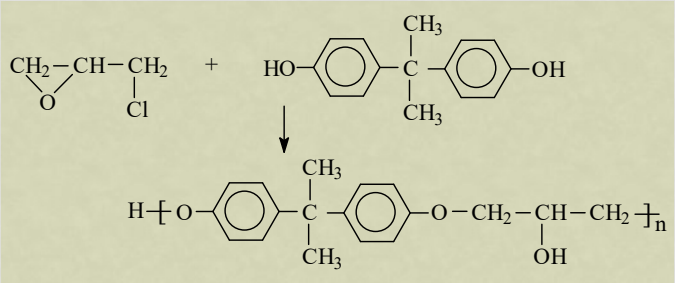
- الاستخدامات
  - يستخدم فى تحضير النيتروجلسرين المستخدم لصنع المتفجرات
  - يستخدم فى تحضير ورق السلوفان
  - يستخدم فى الصناعات الغذائية - الأسفنج
  - يستخدم فى صناعة التجميل
  - يستخدم فى طلاء الأحذية -إنتاج المطاط
  - يستخدم كمادة مانعة للتجمد

البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
١) المشتقات من البروبلين

البتروكيماويات من البروبلين

٨-٢) راتنجات الإيبوكسى Epoxy Resins

- تحضير



- الاستخدامات

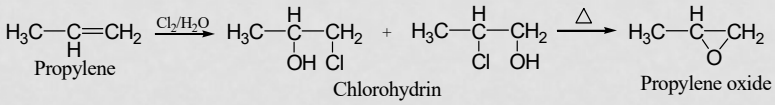
- يستخدم فى طلاء السطوح على شكل صفائح رقيقة
- يستخدم كمادة لاصقة
- يستخدم فى صناعة بعض الأدوات الكهربية

البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
١) المشتقات من البروبلين

البتروكيماويات من البروبلين

٩) أكسيد البروبلين Propylene Oxide

- تحضير



- يمكن إنتاجه بأكسدة البروبلين باستخدام فوق أكسيد حمض الخليك peroxy acetic acid بوجود الموليبدنيوم Mo كوسيط مناسب

- الاستخدامات

- يستخدم فى صناعة البولى يول Polyol و التي تحتاج إليه صناعة إسفنج البولى يوريثان
- يستخدم فى إنتاج البروبلين جليكول المستخدم فى مجال التبريد – صناعة الكريمات

البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
١) المشتقات من البروبلين

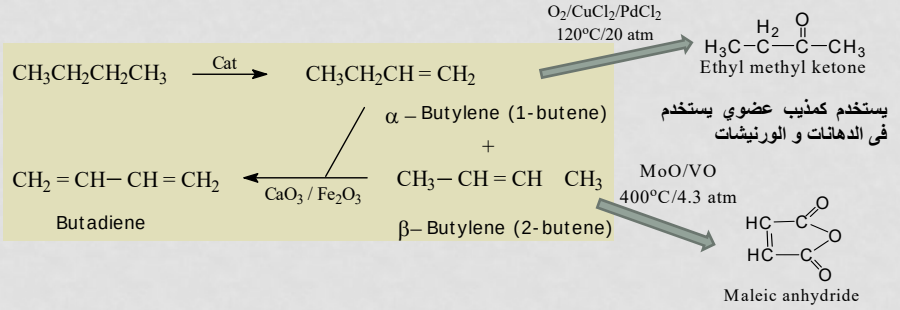
البتروكيماويات من البروبلين

Petrochemicals from Butane البتروكيماويات من البيوتان

- يتم استخدام البوتان لتحضير عدد من المنتجات البتروكيماويه وذلك بنزع الهيدروجين بإستخدام عوامل مساعدة ومن هذه الممنتجات ما يلي:

١- بوتين	1-Butene
٢- بوتين	2- Butene
١,٣-البيوتادايين	1,3 Butadien,
الايزوبيوتيلين	Isobtylene

1) إنتاج البيوتين Butene Production



يستخدم كمذيب عضوي يستخدم في الدهانات و الورنيشات

البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
٢) المشتقات من البيوتان

البتروكيماويات من البيوتان

2) إنتاج البيوتادايين Butadiene Production

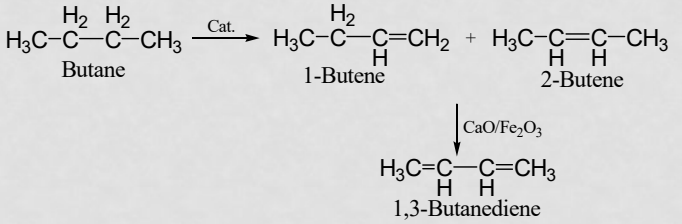
- البيوتادايين غاز عديم اللون تبلغ درجة غليانه -4.5°C
- إنتاج البيوتادايين بإحدى الطريقتين

أ) الإستخلاص

منتج ثانوي من عملية التكسير البخارى للنافثا و المقطرات الثقيلة Naphtha steam cracker المستخدم فى إنتاج الأوليفينات كالإيثيلين و البروبلين

ب) نزع الهيدروجين من البيوتان

نزع الهيدروجين من غاز البيوتان باستخدام عوامل مساعدة فى خطوتين

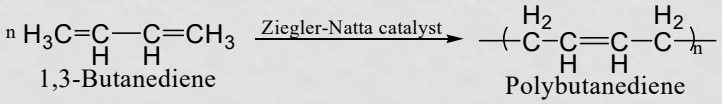


البتروكيماويات من البيوتان

الصناعات القائمة على البيوتادايين

A) مطاط البيوتادايين Butadiene Rubber

- تحضير



1,3-Butanediene — Polybutanediene

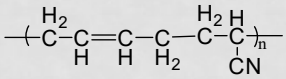
- يستخدم فى صناعة إطارات السيارات بعد مزجه بنسب محددة من مطاط ستيرين بوتادايين

B) مطاط ستيرين بيوتادايين Styrene-Butadiene Rubber (SBR)

- يحضر بواسطة البلمرة فى مستحلب Emulsion polymerization
- يحتوى على صفات مشتركة لكل من الستيرين القاسى و المرونة العالية لبيوتادايين

البتروكيماويات من البيوتان

C) مطاط النترايل بيوتادايين Nitrile-Butadiene Rubber



Nitrile-butanediene rubber

- يحضر بواسطة البلمرة فى مستحلب Emulsion polymerization
- تتراوح نسبة الأكريلونترايل إلى البوتادايين ما بين 18-50%
- الزيادة الكبيرة فى نسبة الأكريلونترايل تؤدى إلى

إنخفاض مرونته - نقصان قابليته على التمدد و التقلص - الإقلال من مقاومته لدرجات الحرارة المنخفضة

الاستخدامات

- يتميز بمقاومته العالية للزيوت و المذيبات العضوية لذا يستخدم فى صناعة الأنابيب الناقلة للوقود
- يستخدم كمادة أساسية فى إنتاج الإطارات – الخزانات – الأكياس – الحلقات المطاطية – ألبوم الصور - سيور المطاط الناقلة للحركة الميكانيكية – القفازات - الأشرطة
- يستخدم فى صناعة الغيار المطاطية اللازمة للطلمبات العامودية – الأنابيب المطاطية و الخراطيم – الصنادل – الأحذية – حلمات رضاعات الأطفال – ستائر الحمامات – لعب الأطفال

البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
٢) المشتقات من البيوتان

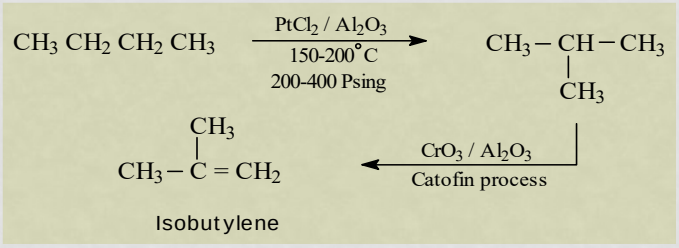
البتروكيماويات من البيوتان

3) إنتاج الأيزوبوتيلين Isobutylene Production

- يتم الحصول عليه من غاز البوتان على مرحلتين

أ) تحويل البوتان إلى أيزوبوتان وفقا لتقنية بوتامر باستخدام وامل محفزة بوجود كمية قليلة من الهيدروجين لمنع بلمرة الأوليفينات التى تتكون أثناء Isomerization

ب) تحويل الأيزوبوتان إلى أيزوبوتلين وفقا لتقنية كاتوفين بإستخدام عوامل مؤكسدة



- يستخدم الايزوبوتلين في العمليات التي تؤدي الى تحسين وقود السيار ات مثل انتاج الاوكتان و إم تي بى إى

البتروكيماويات من النافثا
Petrochemicals from Naphtha

البتروكيماويات من البنزين	البتروكيماويات من التولوين	البتروكيماويات من الزايلين
ستيرين	ثلاثي نيتروتولوين	بارا-زايلين
الكيل بنزين الخطي	ثنائي ايزوسيانات التولوين	اورثو-زايلين
الفينول		
نايلون ٦,٦		
نايلون ٦		
بولي يوريثان		

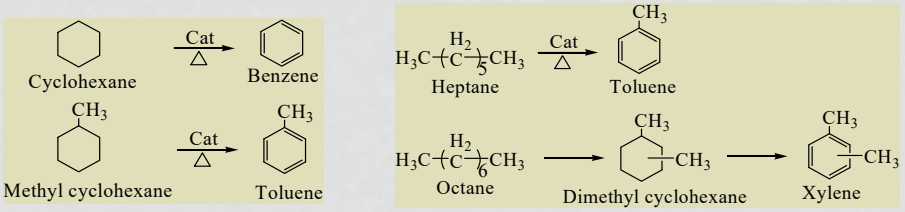
البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
٣) انتاج المركبات الاروماتية

البتروكيماويات من النافثا
Petrochemicals from Naphtha

إنتاج المركبات الأروماتية Aromatic compounds

طريقة الانتاج

- تعتبر النافثا هى المصدر الرئيسى لإنتاج المركبات الأروماتية مثل البنزين – التولوين - الزايلين
- يتم الحصول عليها بإصلاح النافثا بالعامل المساعد Reformate عن طريق إزالة الكبريت بالهدرجة
- و يتم تحويل المركبات الحلقية المشبعة و المركبات البارافينية (مستقيمة السلسلة) إلى المركبات الأروماتية المطلوبة بإستخدام كلوريد البلاتين و كلوريد الرينوم كعوامل حفازعند درجة حراره ٤٣٠-٥٣٠ C° و ضغط ٨-٥٠ atm



البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
٣) انتاج المركبات الاروماتية

البتروكيماويات من النافثا
Petrochemicals from Naphtha

طريقة الانتاج

- تستخدم أيضا عملية التكسير البخارى للنافثا لإنتاج الأوليفينات اللازمة لإنتاج البنزين و يفضل إستخدام طريقة التكسير البخارى و يفضل إستخدام طريقة الإصلاح بالعامل المساعد لإنتاج الزايلين
- هذا ويمكن تحويل الزيادة من التولوين إلى بنزين
- يمكن إنتاج المواد الأروماتية من الغاز البترولى المسال (البروبان و البوتان)

حيث يتم تحويله إلى إيثيلين و بروبلين و بوتيلين إذ يتفاعل كل جزيئين مع بعضها لتعطى مركبات حلقية هى البنزين – التولوين – الزايلين ..... بإستخدام الزيوليت كعامل حفاز و معدن إنتقالى مثل الجاليوم (طريق سيكلر)

هذا و تعتبر المواد الأروماتية منتجات أساسية لإنتاج مواد كيميائية عديدة

البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
٣) انتاج المركبات الاروماتية
(البنزين)

البتروكيماويات من النافثا
Petrochemicals from Naphtha

A) البتروكيماويات من البنزين

١) الستيرين Styrene

- ينتج ستيرين عند معالجة البنزين بالإيثيلين ثم نزع جزىء هيدروجين من إيثيل البنزين

٢) ألكيل بنزين الخطى Linear alkyl benzene (LAB)

- يحضر من البنزين و هاليدات الألكيل طويلة السلسلة
- يستخدم فى صناعة المنظفات

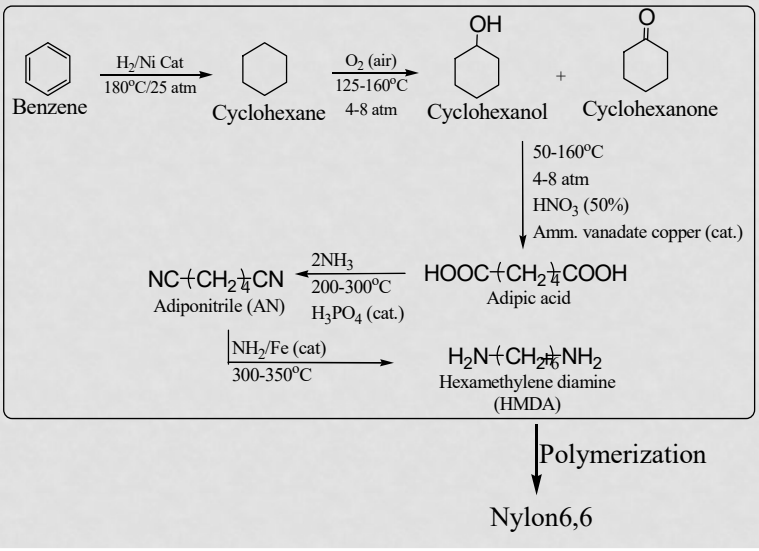
٣) الفينول Phenol

- مادة سامة – تحرق الجلد
- يمكن تحضيره صناعيا من الكيومين (الذى ينتج من البروبلين و البنزين)
- يستخدم فى تحضير كثير من المنتجات المهمه صناعيا مثل
  - راتنجات الفينول فورمالدهيد (بكيلايت)
  - صناعة Bisphenol A اللازم لصناعة راتنج الإيبوكسى

البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
٣) انتاج المركبات الاروماتية
(البنزين)

البتروكيماويات من النافثا
Petrochemicals from Naphtha

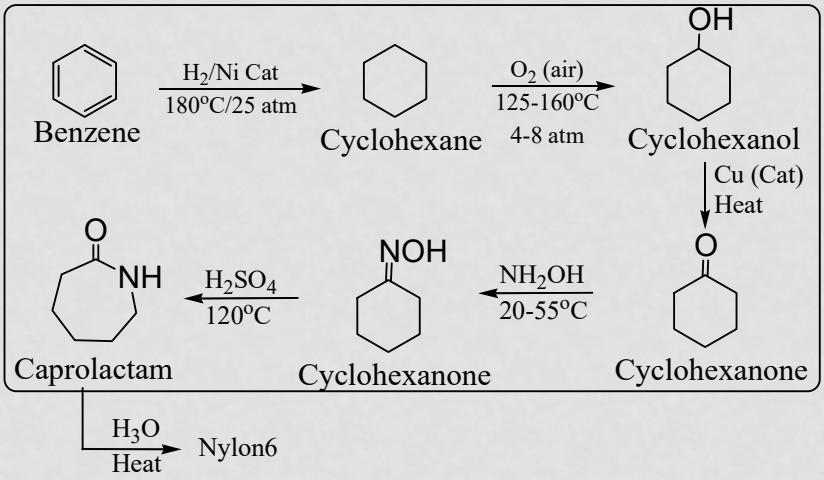
٤) حمض الاديبيك وثنائي الامين ..... النايلون Nylon 6,6



البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
٣) انتاج المركبات الاروماتية
(البنزين)

البتروكيماويات من النافثا
Petrochemicals from Naphtha

5) كابرولاكتام ..... النايلون Nylon 6

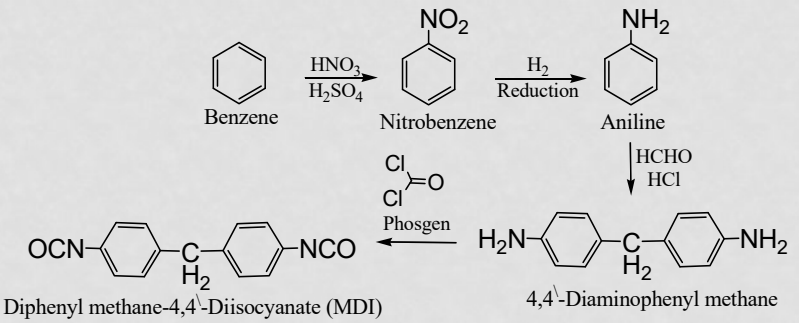


البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
٣) انتاج المركبات الاروماتية
(البنزين)

البتروكيماويات من النافثا
Petrochemicals from Naphtha

6) بولى يوريثان Polyurethane

6-١- ثنائى الايزوسيانات ثنائى الفينيل Diphenylmethane-4,4\-diisocyanate (MDI)

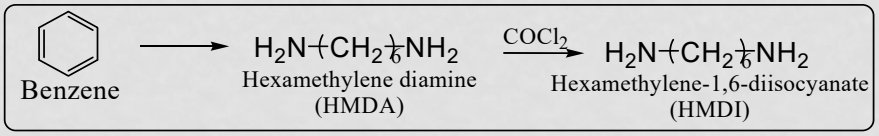


- يستخدم **Diphenylmethane-4,4\-diisocyanate (MDI)** فى إنتاج رغوة بولى يوريثان التي تستعمل فى العزل الحرارى

البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
٣) انتاج المركبات الاروماتية
(البنزين)

البتروكيماويات من النافثا
Petrochemicals from Naphtha

٦- ٢- ثنائي الايزو سيانات هكساميثيلين Hexamethylene-1,6-diisocyanate (HMDI)



يستخدم Hexamethylene-1,6-diisocyanate (HMDI) فى إنتاج ألياف اليوريثان و الأسفنج المرن الذي يستخدم فى صناعة الأثاث و المفروشات و مواد التعبئة و التغليف و فى صناعة مقاعد السيارات و الجلد الصناعى و الأحذية

البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
٣) انتاج المركبات الاروماتية
(البنزين)

البتروكيماويات من النافثا
Petrochemicals from Naphtha

❖رغوة اليوريثان

- يتم التفاعل بين Diisocyanate مع Polyol لإنتاج البوليمر يضاف ملح القصدير Dibutyltin dilaurate (DBTL) كعامل مساعد للبلمرة

- يدخل على المزيج مادة نافخة مثل Trichloro fluoro methane (درجة غليانه 23°C) إضافة إلى إنطلاق ثنائي أكسيد الكربون أثناء تفاعل مجموعات الأيزوسيانات الطرفية مع الماء تضاف الأمينات العضوية مثل N,N-Dimethyl cyclohexyl amine للتحكم فى سرعة تفاعل الماء مع البوليمر

- تضاف مادة سليكونية (بولى سليكونات) كعامل مثبت للسطوح Silicone surfactant حيث تقوم بتثبيت الفقاعات فى الرغوة Cell control agent

تقوم بتثبيت الفقاعات فى الرغوة Cell control agent
تعمل على المواءمة بين المواد المتفاعلة ليصبح الخليط سائلا متجانسا

البتروكيماويات من النافثا
Petrochemicals from Naphtha

B) البتروكيماويات من التولوين
Petrochemicals from Toluene

- يستخدم كمذيب
- يضاف إلى وقود السيارات لتحسين جودته
- يستخدم فى إنتاج حلقة البنزين و عدد كبير من المواد الكيميائية مثل:

١) مادة ثلاثى نيتروتولوين Trinitrotoluene (TNT)

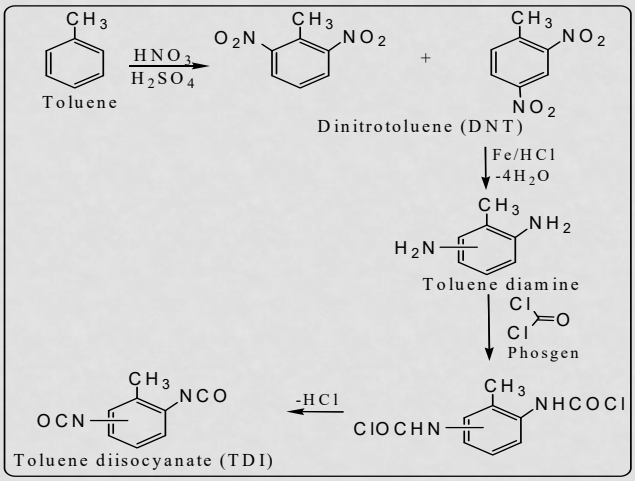
- يحضر من تفاعل التولوين مع حمض النيتريك و حمض الكبريتيك
- يستخدم فى صناعة المرفقات

البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
٣) انتاج المركبات الاروماتية
(التولوين)

البتروكيماويات من النافثا
Petrochemicals from Naphtha

٢) مادة ثنائى أيزوسيانات التولوين Toluene diisocyanate (TDI)

- تحضير

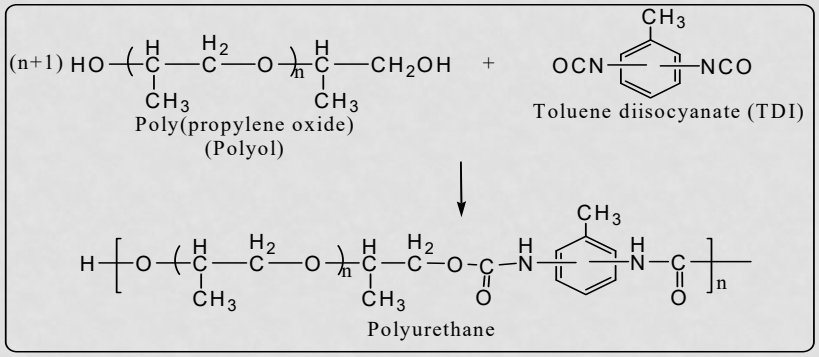


البتروكيماويات من النافثا
Petrochemicals from Naphtha

البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
٣) انتاج المركبات الاروماتية
(التولوين)

❖ إستخدامات TDI

- إنتاج البولى يورثان المرن



- يستخدم البولى يورثان فى صناعة الاسفنج المرن
- يستخدم البولى يورثان فى انتاج المطاط و صناعة الجلد
- يستخدم البولى يورثان كمكون أساسي فى صناعة الدهانات – الأصباغ – المواد اللاصقة

البتروكيماويات من النافثا
Petrochemicals from Naphtha

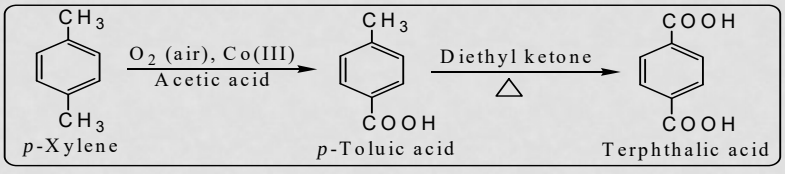
البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
٣) انتاج المركبات الاروماتية
(الزايلين)

C) البتروكيماويات من الزايلين
Petrochemicals from Xylene

- يستخدم كمذيب عضوى و البويات
- يستخدم كمادة تضاف إلى الجازولين لتحسين رقمه الأوكتانى

١- بارا-زايلين ***p*-Xylene**

- يتأكسد ***p*-Xylene** إلى **Terphthalic acid** بواسطة الأكسدة الهوائية بوجود الكوبلت كعامل حفز ووسط الخل



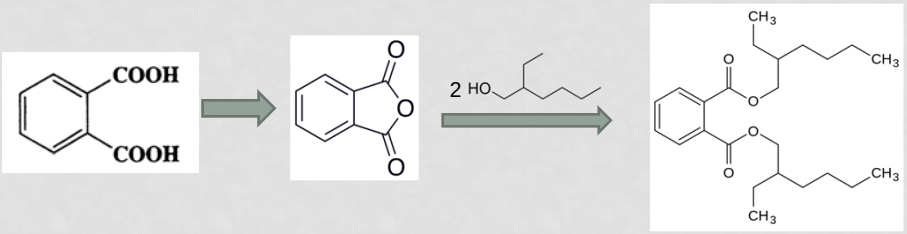
- يستخدم لإنتاج الألياف الصناعية

البتروكيماويات من مقطرات البترول الأخرى
٣) انتاج المركبات الاروماتية
(الزايلين)

البتروكيماويات من النافثا
Petrochemicals from Naphtha

٢- أورثو -زايلين *o*-Xylene

- يتأكسد ***o*-Xylene** إلى **Phthalic acid** الذى يمكن تحويله إلى استرات من النوع **Bis(2-ethyl) hexyl ester** و الذي يستخدم كملدن للبلاستيك بتفاعله مع **Ethyl hexanol**



Bis(2-ethyl) hexyl Phthalate
(Dioctyl phthalate)

واجب

الشركات البتروكيماوية ومنتجاتها

١ ـ سابك ٢ـ ينساب ٣ـ المجموعةالسعودية
٤ ـ تصنيع ٥ـ المتقدمة ٦ـ سبكيم ـ الصحراء
٧ـ سافكو ٨ـ كيان ٩ـ بتروكيم

١ ـ سابك
(الشركة السعودية للصناعات الأساسية)

الشركات التابعة لسابك (داخل المملكة) ونسب الاستحواذ فيها

تسلسل	أسم الشركة	نسبة الاستحواذ
١	الشركة السعودية للكيماويات المتخصصة (المتخصصة)	٩٩ %
٢	الشركة السعودية الأوروبية للبتروكيماويات (ابن زهر)	٨٠ %
٣	شركة الجبيل المتحدة للبتروكيماويات (المتحدة)	٧٥ %
٤	الشركة الوطنية للأسمدة الكيماوية (ابن البيطار)	٧١,٥ %
٥	الشركة الوطنية للغازات الصناعية (غاز)	٧٠ %
٦	شركة ينبع الوطنية للبتروكيماويات (ينساب)	٥١,٩٥ %
٧	الشركة السعودية للميثانول (الرازي)	٥٠ %
٨	شركة الجبيل للأسمدة (البيروني)	٥٠ %
٩	شركة ينبع السعودية للبتروكيماويات (ينبت)	٥٠ %

تابع
الشركات التابعة لسابك (داخل المملكة) ونسب الاستحواذ فيها

تسلسل	أسم الشركة	نسبة الاستحواذ
١٠	الشركة الوطنية للميثانول (ابن سينا)	٥٠ %
١١	الشركة السعودية للبتروكيماويات (صدف)	٥٠ %
١٢	الشركة الشرقية للبتروكيماويات (شرق)	٥٠ %
١٣	شركة الجبيل للبتروكيماويات (كيميا)	٥٠ %
١٤	الشركة السعودية اليابانية للأكريلونيترايل (شروق)	٥٠ %
١٥	الشركة السعودية للكيماويات العضوية المعدنية (SOCC)	٥٠ %
١٦	الشركة العربية للألياف الصناعية (ابن رشد)	٤٧,٢٦%
١٧	شركة الأسمدة العربية السعودية (سافكو)	٤٢,٩٩%
١٩	الشركة السعودية للبيوتانول	المساهمة عن طريق شركة كيان التابعة لسابك

منتجات سابك من البتروكيماويات ومشتقاتها

- جلايكول الإيثيلين الأحادي
- مثيل ثالثي بوتيل الايثر
- اليوريا الحبيبية ، الأمونيا، الأسمدة الفوسفاتية والأسمدة السائلة
- البولي كاربونات «ينتج خارج المملكة» ، البولي فينيلين والبولي ايثر أمايد
- رقائق البولي إيثيلين - ترفثالات البولي إيثيلين (الذي يُستخدم بشكل أساسي لتلبية الطلب المتزايد في قطاع التغليف، وتطبيقات الدعاية والإعلان الذي يوفر مزايا فائقة فيما يتعلق بالإنتاجية وإمكانية الطباعة والقوة والمظهر وعزل ثاني أكسيد الكربون والأكسجين).

٦ـ سبكيم
(الشركة السعودية العالمية للبتروكيماويات)

- منتجاتها:- الصناعات البتروكيماوية والكيماوية ، بنوعيها الأساسية والوسيطة مثل:- الميثانول- البيوتان دايول – حمض الخل - خلات فينيل الإيثلين - البولي إيثيلين منخفض الكثافة - أول أكسيد الكربون - إيثيل الأسيتات - بيوتيل الأسيتات

٨ـ كيان
شركة كيان السعودية للبتروكيماويات

منتجاتها :- مواد الإثيلين، البروبيلين، البولي بروبيلين ، البولي إثيلين عالي و منخفض الكثافة ، جلايكول الإثيلين ، أكسيد الإثيلين ، الأسيتون. كما يتم إنتاج مواد كيماوية متخصصة تنتج لأول مرة على مستوى صناعة البتروكيماويات في المملكة العربية السعودية مثل أمينات الإيثانول ،
الإيثوكسيليت ، الكيومين ، الفينول ، البسفينول أ ، البولي كاربونات

وهذه المنتجات بطبيعتها سوف تهيئ آفاقاً واسعة أمام صناعات تحويلية في المملكة ذات قيمة مضافة عالية.