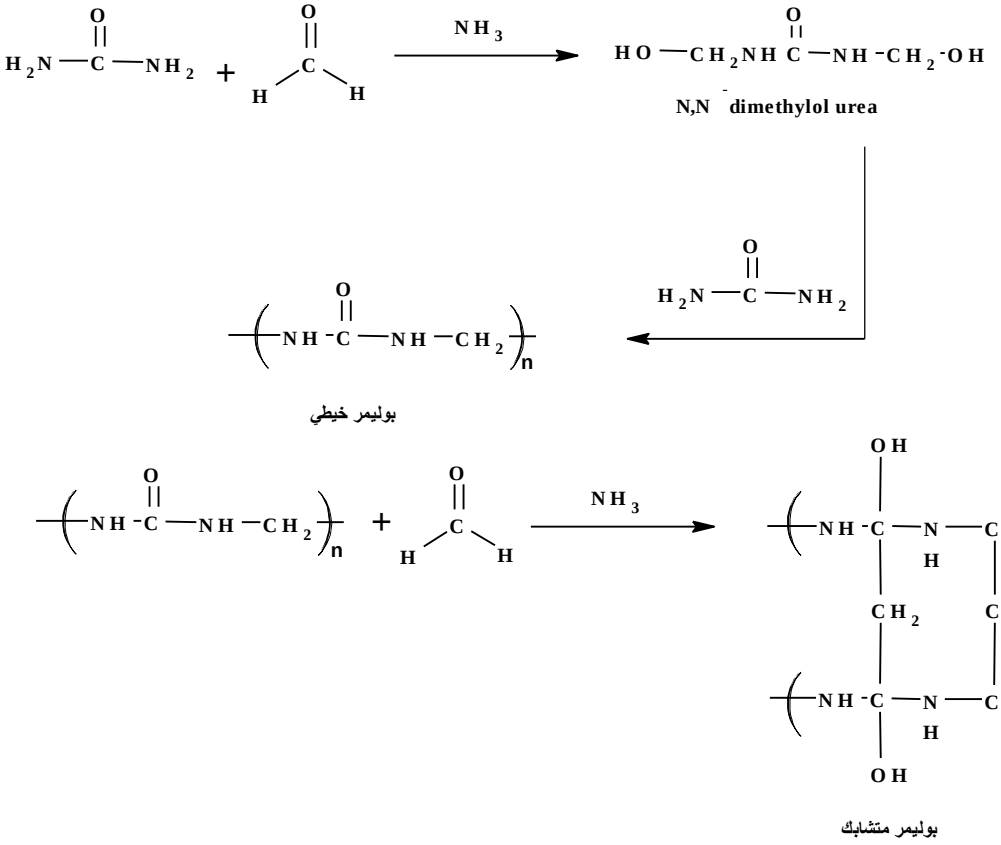
تجربة رقم (٥)

تحضير راتنج اليوريا - فورمالديهايد

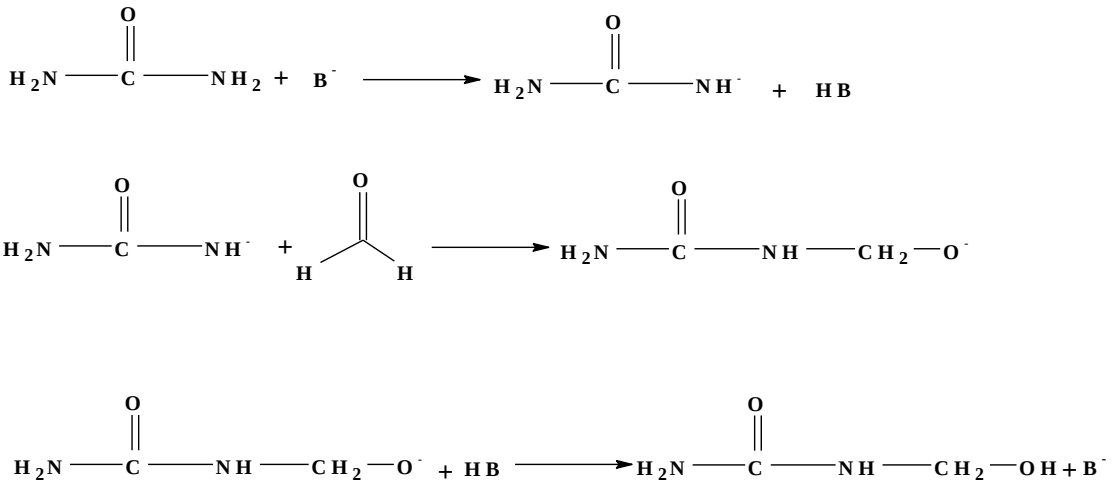
اليوريا مادة قاعدية رغم كونها من الامايدات وتستطيع التكاثف مع الفورمالديهايد بوجودعامل مساعد قاعدي من خلال ذرات الهيدروجين الموجودة على النيتروجين بمرحلتين: الاولى اتحاد مجموعتي الامينو مع جزيئتين من الفورمالديهايد مكونا داي مثيلول يوريا الذي بدوره يتكاثف مع جزيئتين اخريتين من اليوريا، وهكذا الى ان تتكون جزيئات بوليمرية من اليوريا المتصلة بمجاميع المثيلين. ان البلمرة بين اليوريا والفورمالديهايد تتم بمراحل كما في بلمرة الفينول فورمالديهايد، حيث ان المراحل الاولى للبلمرة تنتج بوليمرا خيطيا نظرا لاشتراك مجموعتين فعالتين من كل جزيئة يوريا. الا ان اضافة وفره من الفورمالديهايد وتسخين البوليمر الخيطي يؤدي الى تحويله الى بوليمر متشابك حيث يمكن عند ذلك ان تشترك ذرة الهيدروجين المتبقية على النيتروجين في التكاثف مع الفورمالديهايد. يمتاز راتنج اليوريا فور مالديهايد بكونه عديم اللون والرائحة. تستعمل في صناعة الاجهزة الكهربائية وفي صناعة بعض اجزاء أدوات المطبخ وفي صناعة المواد اللماعة كالفورميكا. ويمكن مزج او طلاء الورق بكميات من اليوريا فورمالديهايد لاكسابه قوة ومتانة ومقاومة ضد الرطوبة وبذلك تصبح صالحة لعمل اغطية المناضد وادوات ا لمطبخ وغيرها بفضل الوانها الفاتحة كما يمكن ان يستعمل كمادة لاصقة اما بشكل مسحوق جاف او على هيئة محلول مائي لزج اما عند استعمال البوليمر لاغراض القولبة او كمادة مالئة ليفية فيشرب مسحوق او السليلوز بالمحلول المائي للراتنج وبعدها يجفف الناتج.



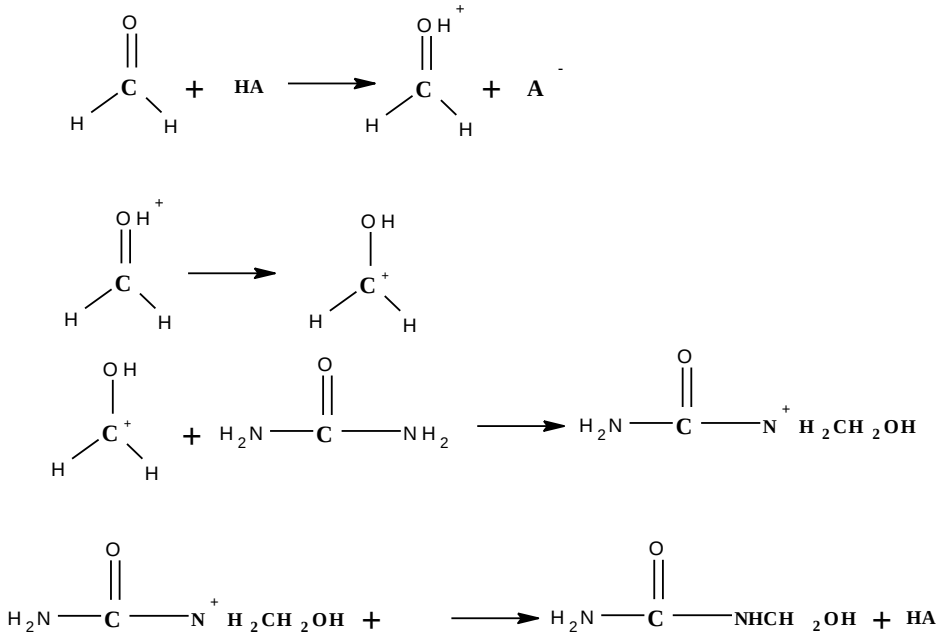
من المعادلة العامة اعلاه يتضح ان عملية البلمرة تتم بخطوتين اساسيتين الاولى تكوين مجموعة المثيلول والثانية تفاعل تكثيفي للسلاسل البوليمرية مع الفورمالديهايد لتكوين جسور مثيلية تعمل على تشابك السلاسل مع بعضها مع طرح جزيئة ماء كناتج عرضي ان كلا الخطوتين ممكن ان تحدث تحت تاثير العوامل المساعدة الحامضية والقاعدية ولكن باستجابات مختلفة نسبيا لذا يمكن تحديد طول السلاسل ودرجة التشابك من خلال التحكم في درجة حامضية وسط التفاعل ، وكما مبين في ميكانيكية التفاعل ادناه :

١ـ خطوة تكوين مجموعة المثيلول :

أـ الوسط القاعدي :



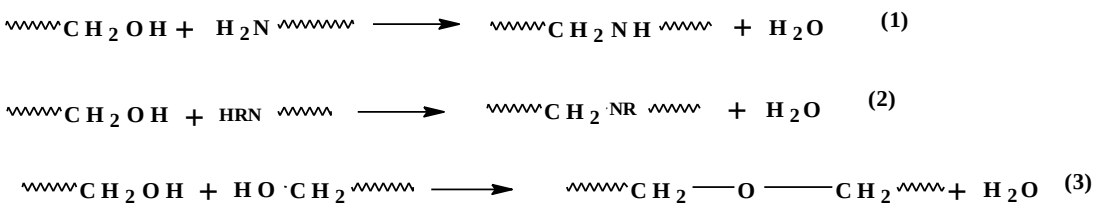
بـ الوسط الحامضي :



ومن خلال الميكانيكيتين اعلاه يتضح ان الوسط القاعدي يحفز تكوين السلاسل الخطية اكثر من السلاسل المتفرعة وذلك لان عملية سحب الهيدروجين من الامين الاولي افضل من الامين الثانوي لوجود كثافة الكترونية عالية على ذرة النتروجين لارتباطها بمجموعة دافعة وهي (CH_2). بينما يكون العكس صحيح بالنسبة للوسط الحامضي لان الكاربونيوم ايون في الفورمالديهايد يفضل الهجوم على الامين الثانوي اكثر من الامين الاولي ولنفس الاسباب ، مما يساعد على تكوين التفرعات.

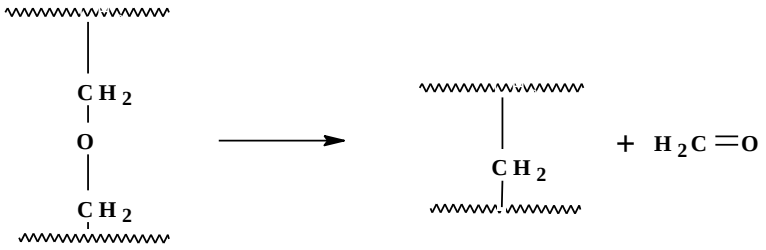
٢ـ خطوة التكاثف :

يتم خلال خطوة التكاثف طرح جزيئة ماء ، وهنالك ثلاث احتمالات لطرح جزيئة الماء وكما مبين في المعادلات ادناه :



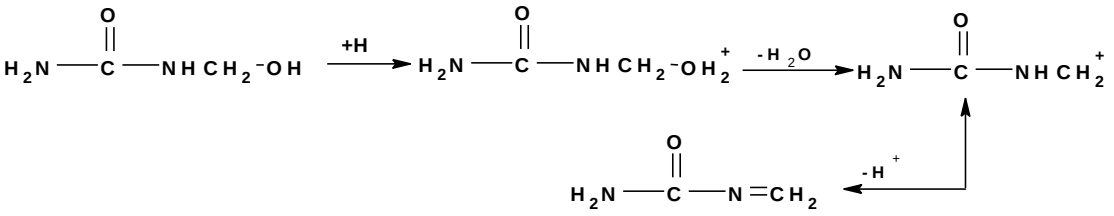
حيث يلاحظ من المعادلات اعلاه بان الجسور او الارتباطات المتكونة هي جسور ايثرية او مثيلينية فعند استخدام العوامل المساعدة القاعدية يكون التفاعلان (3,2) غير مرغوبين حيث يجري التفاعل رقم (2) ببطئ . اما عند استخدام العوامل المساعدة الحامضية وتعرض

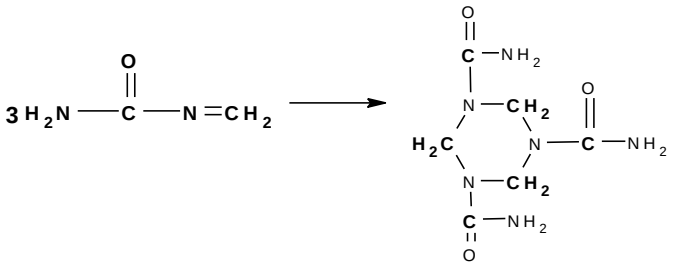
البوليمر للتسخين العالي تحت ظروف القولبة ، يكون الارتباط الايثري المتكون غير مستقر ولهذا السبب يتحول الى ارتباط مثليني فاقدا جزيئة فورمالديهايد .

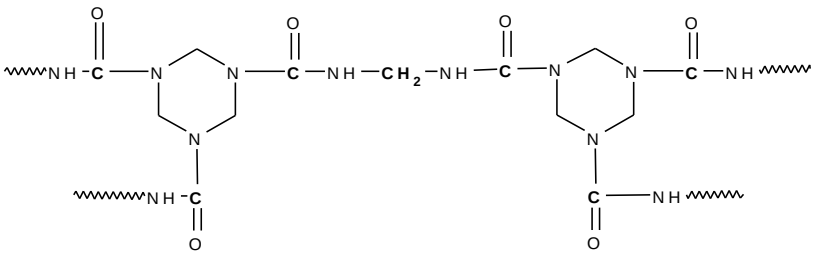


ولهذا عادة يستخدم نسبة قليلة من الفورمالديهايد نسبة الى اليوريا اي حوالي 1:1.6 وذلك لغرض التقليل من الارتباطات الايثرية التي بدورها قد تؤدي الى تشقق البوليمر او انكماشه اثناء قولبته او اثناء استخدامه.

كما يعتقد ان الوسط الحامضي مع التسخين الشديد قد يحفز تكوين التشابك الحلقي لبوليمر اليوريا فورمالديهايد وكما مبين في التفاعلات ادناه:







❖ **طريقة العمل :**

١) **في دورق دائري القعر ومجهز بمكثف صاعد ضع 5.2غم من الفورمالديهايد بتركيز 37% و 0.008غم من كاربونات الصوديوم احادية ماء التبلور المذابة في اقل كمية من الماء.**

٢) **اضف الى المزيج 0.2غم من هيدروكسيد الامونيوم، ثم 2.4غم من مسحوق اليوريا.**

٣) **اخلط المزيج جيدا الى ان تذوب اليوريا. ثم سخن المزيج في حمام مائي عند درجة الغليان.**

٤) **برد المزيج بسرعة الى درجة حرارة الغرفة وقس pH المحلول. يجب ان تكون بين6.5-6.8. فاذا لاحظت الحامضية خالف ذلك عادلها بواسطة حامض الستريك اذا كان قاعديا. او كاربونات الصوديوم اذا كان حامضيا.**

٥) **احسب النسبة المئوية للبوليمر في المزيج بالطريقة التالية: خذ 1 غم من المحلول في جفنه خزفية معلومة الوزن. و ضع الجفنة على مسخن كهربائي في صندوق الغاز لكي يتبخرالماء والمواد الغريبة الاخرى. جد وزن البوليمر التاتج واحسب النسبة له من القانون التالي :**

$$\textbf{النسبة المئوية للبوليمر} = \frac{\text{وزن الراسب الجاف}}{\text{وزن المحلول الاصلي}} \boldsymbol{100X}$$