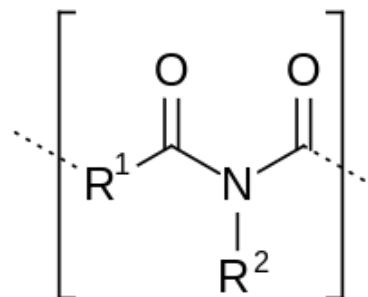


## 32. A poliimidek (előállításuk reakcióegyenlettel, tulajdonságaik, feldolgozásuk, alkalmazásaik)

### Poliimidekről általánosan:

A poliimidek olyan polimerszármazékok, melyek tartalmaznak imid-csoportokat. Az imid funkciós csoport tartalmaz két karbonilcsoportot, melyek egy nitrogénen keresztül vannak összekapcsolva.



A legelső poliimidet 1908-ban fedezték fel M. T. Bogert és R. R. Renshaw. Ők azt találták, hogy a 4-amino-fteálsav-anhidrid nem igazán olvad meg amikor megmelegítik, de miközben egy nagy molekulatömegű polimerré alakul át, közben vizet termel. A legelső poliimidet pedig Edwards Walter M. és Maxwell Robinson Ivan. Viszont az első nagyobb felhasználású szintetikus polimert az 1960-as években állították elő a DuPont cég dolgozói. Ez a poliimid a Kapton nevet kapta, és a mai napig a DuPont cég gyártja.

Osztályozásuk többféle szempontból történhet:

a) Láncösszetétel alapján beszélhetünk alifás, félaromás és aromás poliimidekről.

b) Illetve a szintézisükhöz használt reagensektől függően:

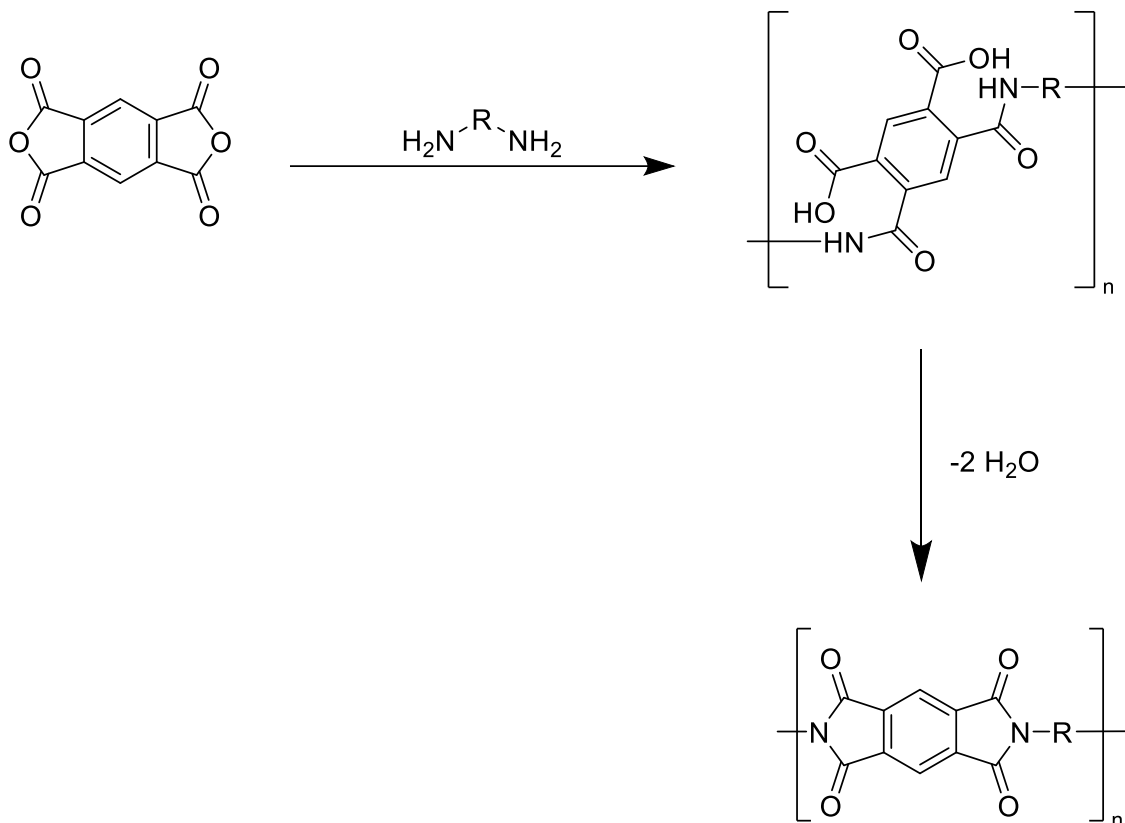
1) Nem térhálósított poliimidek: Ezek közé tartoznak a lineáris, illetve a hőre lágyuló poliimidek. E kettő típusba tartoznak általában azok a polimerek, amik kevés monomert tartalmaznak.

2) Térhálósított poliimidek vagy más néven hőre keményedő poliimidek, amelyek általában 1-2 monomert tartalmaznak, illetve valamilyen térhálósító szert.

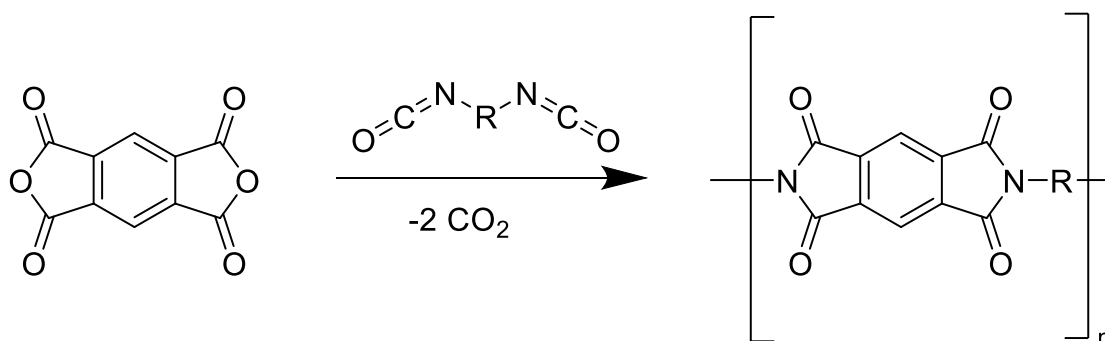
### Előállításuk:

Előállítás szempontjából két féle reakcióút közül választhatunk. Az első ilyen megoldás amikor egy dianhidridet és egy diamint reagáltatunk egymással. Az ilyen fajta reakciók polikondenzációval mennek végbe, dipoláris aprotikus oldószerben. A polimerizáció általában nem megy egy lépésben, mivel a diamin és a dianhidrid reakciója során

poliaminsav képződik, amelyek ciklizálni kell (hőkezeléssel vagy valamilyen kémiai kezeléssel). Hőkezelésnél a hőmérséklet általában 200°C, mert ekkor a ciklizációs sebesség maximális. A hőkezelés után a víz eltávozik, azonban ez hidrolízishez vezethet, így ami korlátozhatja a molekulatömeget. Kémiai kezelésnél a reakciót szobahőmérsékleten vizet vonnak el a rendszertől valamilyen dehidratáló szerrel, ami a poliimid képződéséhez vezet. Ez utóbbi kevésbé gazdaságos, így az iparban inkább a hőkezeléses módszert alkalmazzák.



A másik lehetőség, hogy dianhidridet reagáltatunk diizocianáttal. A reakció poláros oldószerben/olvadt állapotban játszódik egy lépésben. A melléktermék a szén-dioxid. Ezt a fajta reakciót nem annyira szereti az ipar, hiába van több előnye is (víz helyett  $\text{CO}_2$  például, amit könnyebb elvezetni.).



### **Tulajdonságaik:**

A poliimidek két fő tulajdonsága, hogy igen jó hő-, és kémiai ellenállóképességük van. A termikus ellenállóképességüket az is mutatja, hogy üvegesedési hőmérsékletük 200°C felett van, nincsen olvadási hőmérsékletük, illetve 400°C-ig nem bomlanak el, illetve rövid időre képesek elviselni a közel 500°C-ot. Ütésre, kopásra, súrlódásra... stb. ellenálló (mechanikai ellenállóképesség). Elektromosan szigetelő. Gyenge savakkal szemben képes ellenállni. A hőre keményedő poliimidek jellemzően narancssárgás, sárgás színűek. A hőre lágyuló polimerek monomerjei között általában gyenge, másodrendű *Van der Waals* kötések vannak. Ezeket a kötések magasabb hőmérsékleten könnyebben fel lehet bontani, és ezzel megváltoztatni a szerkezetet. A hőre keményedő poliimidek monomerjei között erős kovalens kötések vannak, amik hőre már nem olyan könnyen hasadnak fel, így maximum a műanyag lágyabb lesz, de formálni már nem fogjuk tudni.

Habár a legtöbb tulajdonság előnyt jelenthet a polimer számára, nagy hátránya lehet a nedvességérzékenysége, mivel, ahogy az már az előállításnál is probléma volt, hidrolízisre képes víz jelenlétében.

### **Feldolgozásuk:**

Négy féle feldolgozási módszerre is képes az ipar, amelyeket most alpontokba szedek össze:

- fröccs-sajtolással
- sajtolással
- porzsugorítással: Ilyenkor a finom porszemcséket magas nyomáson és hőmérsékleten legtöbbször egy tömbbé nyomják össze.
- prepreg technológiákkal: Ezzel az eljárással igen minőségi terméket kaphatunk, környezetbarát és tiszta technológia. Hátránya viszont, hogy magas az anyagköltsége.

### **Felhasználása:**

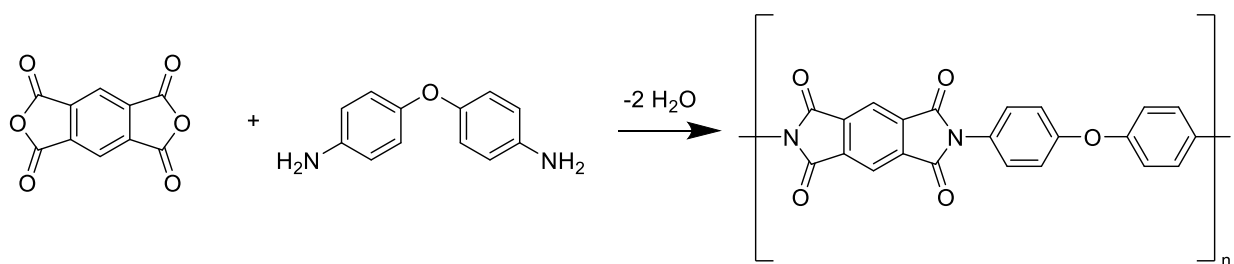
Felhasználását tekintve viszonylag széles körökben használják, ez főleg magas hő- és kémiai ellenállóságának köszönhető.

Elektromos szigetelő révén használják kábelcsövek szigetelésére, de orvosi célú csöveknek is használják. Különböző alkatrészeket készítenek belőlük motorokba a repülőgépeknél. De fogaskerekeknek, illetve támaszoknál is használatosak. Mátrixként alkalmazhatják a kompozit anyagokban is, ezeknél főleg a hőre keményedő polimerek a használatosak. A poliimidek kevésbé szórják a röntgensugarakat, így röntgencsővek kedvelt alapanyaga.

Az űrkutatásban is van helye a poliimideknek, ugyanis a James Webb űrteleszkóp napellenzőjén egy vékony poliimid fólia található. De az űrruhák külső rétege is poliimid műanyag.

### **Kapton:**

A legtöbbet használt poliimidet a DuPont márka gyártja. Többlépéses polimerizációs úton polikondenzációval állíthatjuk elő dianhidridből (PMDA-ból) és diaminból (4,4'-oxidanilinból (ODA)).

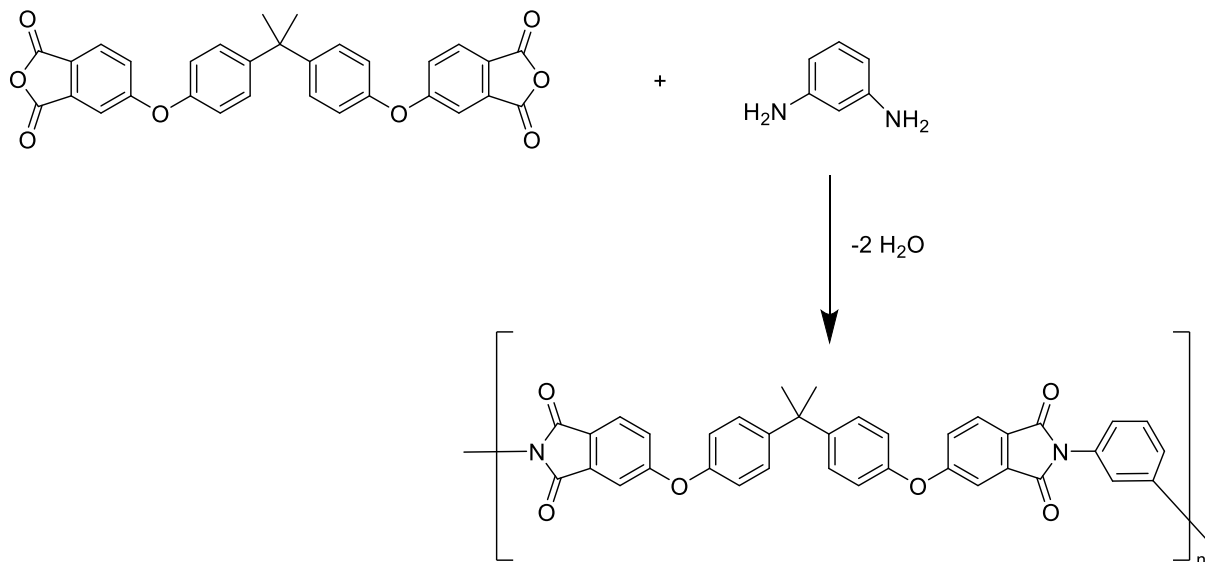


Egy változata a Kapton E, ahol két dianhidridből (PMDA és BPDA), illetve két diamin (ODA és PPD) keverékéből készítik. Ennek előnye, hogy az így elkészített polimer flexibilis.

### **Poliéterimid:**

Ez egy hőre lágyuló, amorf szerkezetű poliimid, amelyet leginkább fröccsöntéssel állítanak elő. A műanyagot gyártja a SABIC Innovative Plastics Ultem néven, illetve a DuPont is Vespel és Aurum márkaneven.

Legtöbbször BPADA segítségével állítják elő:



### **Hivatkozások:**

<https://hu.frwiki.wiki/wiki/Polyimide>

[https://www.vilaglex.hu/Kemia/Html/Poliimid\\_.htm](https://www.vilaglex.hu/Kemia/Html/Poliimid_.htm)

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Poli%C3%A9terimid>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Polyimide>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Kapton>

<https://www.valio-plastics.com/hore-lagyulo-es-hore-kemenyedo-muanyagok-pontosan-mit-jelent-ez/>

[http://glink.hu/hallgatoi\\_segedletek/files/bde4423321fe07d2333eeb116272c9a2.pdf](http://glink.hu/hallgatoi_segedletek/files/bde4423321fe07d2333eeb116272c9a2.pdf)

[https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki\\_anyagok/Gepeszmernok\\_Tanszek/Dr\\_Stampfer\\_Mihaly/Polimertechnologiak/Eload\\_vaz/3Sajtol\\_szerszam.pdf](https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Gepeszmernok_Tanszek/Dr_Stampfer_Mihaly/Polimertechnologiak/Eload_vaz/3Sajtol_szerszam.pdf)