

Polikarbonátok a világítástechnikában

Az egyik legfontosabb műszaki műanyag, a polikarbonát, a világítástechnikában is egyre fontosabb szerephez jut. Ezt a folyamatot segíti, hogy az alapanyaggyártók új típusokat fejlesztenek ki, amelyek még jobban igazodnak az egyre szélesebb körben alkalmazott LED világítóeszközök követelményeihez.

Tárgyszavak: polikarbonát; világítástechnika; autóipar; tulajdonságok; műanyag-feldolgozás.

Az utóbbi néhány évben a világítástechnikába is bevonultak a műanyagok az üveg és a fémek helyett. A hagyományos világítóeszközökben használt fém- és üvegalkatrészek helyettesítését műanyagokkal az a tette lehetővé, hogy a nagymértékben teret nyerő LED világítóeszközök sokkal kevesebb hőenergiát bocsátanak ki. A műanyagok alkalmazása ezen a területen is számos előnyt hoz. A műanyagok a formatervezésnél nagyobb szabadságot adnak, a termékek tömege csökken, és az alkatrészek fröccsöntéssel gazdaságosan gyárthatók.

A világítástechnikában a polikarbonát (PC) az uralkodó műanyagfajta, mivel a követelményeknek a legjobban megfelel: átlátszó, ütésálló, 120 °C-ig hőálló és viszonylag lángálló. Tulajdonságaiban felülmúlja a PMMA-t, és a feldolgozhatósága is jobb. Más transzparens műanyagokhoz képest nagyobb a törésmutatója, ezért a belőle készített optikai eszközöknél kisebb vastagság is elegendő.

A **Bayer MaterialScience** általános alkalmazásra szánt különböző folyási indexű PC típusai (2205/2207, 2405/2407, 2605/2607, 2805/2807) kristálytiszták, és 4 mm vastagságban 87–88% a fényáteresztésük. A világítástechnikai igényekre reagálva a Bayer MaterialScience új PC típusokat ajánl, amelyek közül néhány típus tulajdonságait az 1. táblázat foglalja össze.

A *Makrolon* típusok veszteség nélkül vezetik a fehér LED fényt és 120 °C-ig stabilak, ami megfelel az autóiipari követelménynek. Az új *Makrolon* típusok közül néhány már sorozatgyártásban van. *Makrolonból* készítenek LED lencsét is a gépkocsik lámpáihoz vagy hangulatvilágítást adó fényvezetőket a gépkocsi ajtókra.

Vastag falú lencsék gyártása

A Bayer MaterialScience egyik fejlesztési témája a vastag falú *LED lencsék* hatékony gyártási eljárásának kidolgozása. Ezt a fejlesztést a **Bundesministerium für Bildung und Forschung – BMBF** (Szövetségi Oktatási és Kutatási Minisztérium)

által támogatott „Autolight”projekt keretében végezték a **Fraunhofer Institut für Lasertechnik**, valamint a **Hella KGaA Hueck & Co.** és az **Innolite GmbH** céggel együttműködve. A cél az volt, hogy ezeket a lencsákat a rögzítő és a beállító elemekkel együtt polikarbonátból lehessen készíteni, és ezzel helyet, tömeget és szerelési igényt takarítsanak meg. A komplex formájú és vastagabb lencsákat azonban a szokásos fröccsöntési eljárással nem lehet gazdaságosan előállítani, mert a vastagsággal négyzetesen nő a hűtési idő és ezzel együtt a vetemedés is. Ezért dolgozták ki az ilyen polikarbonátlencsék gyártására a *többlépéses fröccsöntést*, amikor először egy előformát alakítanak ki, amelyet a második lépcsőben körülfröccsentenek. Így a ciklusidő és vele együtt a költség is jelentősen csökkenthető. Javul a minőség is, mert a zsugorodás több lépésre oszlik el, és az előforma behúzódnak a második lépésnél korrigálható. Előnyös az is, hogy az előformánál még nem szükséges az optikai minőség, ami további lehetőséget nyújt a ciklusidő csökkentésére. A projekt keretében megoldották a többrétegű fröccsöntés szimulációját is. A kifejlesztett modellező eszközzel sikerült pontosan szimulálni az ömledék hűlését a szerszámban. Ennek az eszköznek a segítségével optimalizálták a falvastagság eloszlását és minimalizálták a ciklusidőt.

1. táblázat

Makrolon márkájú polikarbonátok világítástechnikai alkalmazásokra

Termék	0D 2015	LED2045/ LED2245	LED245HC	AL2447/2647
Színkód	000000	000000	550115	550396
Szín	natúr	natúr	jégszínű	kristálytisztá
MFI (300 °C, cm ³ /10 min)*	61	61/36	19	19/12
Fényáteresztés Ty % (4 mm)	90	90	89	88
Alkalmazás	optikai Cd/DVD	fényvezetők kollimátor- optikák	LED-lencsék	fényszóró- lencsék
UV-védelem	nincs	nincs	nincs	van

* Folyási index.

Diffúzorok gyártása

Az átlátszó optikai komponenseken kívül a polikarbonátot eredményesen használják fröccsöntött *LED diffúzorok* (fényelosztók) gyártására, amelyek a pontszerű LED fényt homogén síkfénnyé alakítják. Vagyis éppen ellenkező a hatásuk, mint egy

www.quattroplast.hu

lencsének. Egy ilyen diffúzort kétféleképpen lehet előállítani. Részint mód van áttetszővé (transzlucens) tenni a polikarbonátot festékrészecskékkel, amelyek szórják a fényt. A másik módszer szerint a felületre véletlenszerűen elosztatott réteget simítanak, amelyben a 10 µm méretű részecskék fénytörése eredményezi a fény szórtatását. Ezeken felül a Bayer MaterialScience nagy reflexiójú fehér polikarbonátokat is kínál *Makrolon RW* (reflective white) néven, amelyek diffúz reflexiója 96%-ot ér el.

Vékony és robusztus diffúzorlemezek gyárthatók a *Makrolon DX* (Diffusion *eXcellence*) típusokból. A *Makrolon DX warm* a viszonylag hideg LED fényt kellemes meleg, ugyanakkor élénk fénné alakítja. A *Makrolon DX cool* jelű anyagból készült diffúzorlemez az előzővel szemben hidegen sugárzó friss fényt eredményez. Tiszta jégkék színe még kikapcsolt állapotban is esztétikai értéket jelent, ezért ezt a típust dekoratív célokra szolgáló LED lámpáknál használják.

Egyéb világítástechnikai alkatrészek gyártása

Az amorf szerkezetből adódó jó felületi tulajdonságai alapján a polikarbonát jól használható *fényvisszaverő* alkatrészek, például fémezett reflektorok vagy fényszóró foglalatok alapanyagaként. Az alkalmazás által igényelt legmagasabb hőmérséklethez alkalmazkodva nemcsak a *Makrolon* jön szóba ezen a területen, hanem a PC-ABS keverék, a *Bayblend*, vagy a magas hőállóságú *Apec* kopolikarbonát termékcsalád is. A reflektorok gyártásához fejlesztették ki az alacsony hőtágulási együtthatóval rendelkező típust. Az ezekből készített reflektorok deformáció nélkül képesek elviselni a 20–110 °C közötti hőingadozást a használat során. Különösen nagy, 95%-nál nagyobb visszaverődés érhető el a *Makrolon RX* típussal, amely nagyon alkalmas LED fénydobozok, táblák készítésére.

A LED-ek hűtését szolgáló elemekhez az eddig használt alumínium kiváltására a kiemelkedő hővezető képességű *Makrolon TC* (*Thermally Conductive*) 8030 típust fejlesztették ki, amelynek hővezető képessége 22W/mK. Az új típus csökkent éghetőségű – az UL94 szerint VO fokozatú. A polikarbonát nagy előnye ennél az alkatrésznél, hogy könnyen állíthatók elő belőle a hűtésnél megkívánt bonyolult geometriájú, nagy felületű formák.

Koextrudálással *speciális felületek* is kialakíthatók polikarbonátlemezeken. Előállítható például matt felület vagy éppen kopás- és UV-álló üvegszerű bevonat. Ezekkel a speciális rétegekkel jelentősen növelhető az élettartam.

A jól formálható vékony és nyomtatható *polikarbonátfóliákat* a LED technikában főleg akkor alkalmazzák, ha kevés hely áll rendelkezésre. Az erre a célra fejlesztett *Makrofol LM* (*Licht Management*) fóliákat a LED fény homogenizálására vagy visszaverésére használják. A fólia termékcsoport egyes tagjait is a különböző alkalmazásokhoz optimalizálták. Így reflektorfóliaként javasolják használni a *Makrofol LM 903* fehér színű fóliatípust, amely extrém nagy (>97%) fényvisszaverő képességgel (ASTM E 1331) rendelkezik. A *Makrofol LM 297* nagyon finom lencserácsos felületével a fény elhajlítására alkalmas. Ennek alapján ez a fólia az egyedi LED-ek fénypontjait homogén fénysugárrá egyesíti.

Hőálló polikarbonátok tulajdonságai

Az alkalmazás szempontjából nagyon fontos téma a polikarbonátok hőállósága. A polikarbonátok 150 °C körüli üvegesedési hőmérsékletük alapján tartósan általában maximálisan 130 °C hőmérsékletig alkalmazhatók. Magasabb alkalmazási hőmérsékletekhez magasabb üvegesedési hőmérsékletű típusokat fejlesztenek. A hőállóságot, az alkalmazhatóság felső hőmérsékleti határát többféle módon meg lehet határozni. Az egyik módszer szerint különböző hőmérsékleteken mérik az egyes tulajdonságok 50%-ra csökkenéséhez szükséges időt. Használják a tartós hőállóság jellemzésére a *Relative Thermal Indexet (RTI)*, amelyet az **Underwriters Laboratories (UL) 746B** előírásai szerint határoznak meg.

A szaud-arábiai **Sabic Innovative Plastics** (amely felvásárolta a **GE Plastics** céget) a *Lexan XHT 2140* és *4141* típust fejlesztette ki a magasabb hőmérsékleteken történő alkalmazásokra. A *2141*-es típus T_g -je 165 °C, a *4141*-esé 185 °C. A cég fejlesztői részletes vizsgálatsorozatban minősítették a két új típus hőállóságát egy normál (*Lexan 141*) és egy (kereskedelmi forgalomban kapható) izoforon-biszfenol alapú polikarbonáttal (*BPI PC*) összehasonlítva. A vizsgálatba bevont anyagok tulajdonságait a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat

A vizsgálatba bevont polikarbonátok tulajdonságai

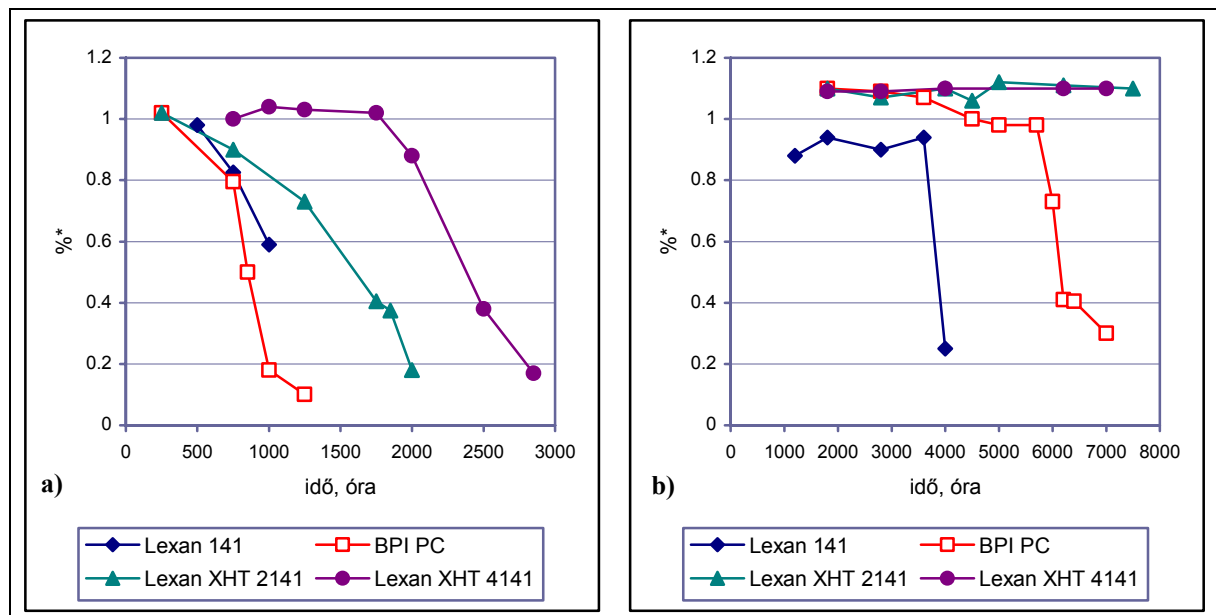
Tulajdonság	Mértékegység	Módszer	Lexan 141	BPI PC	Lexan XHT2141	Lexan XHT4141
<i>Termikus tulajdonságok</i>						
T_g	°C	DSC	150	185	165	185
HDT 0,45 MPa	°C	ISO 75/Bf	136	173	155	173
Vicat B120	°C	ISO 306	142	183	163	183
<i>Reológiai tulajdonságok</i>						
MFI*	cm ³ /min	ISO 1133	12	18,5	43	24
<i>Ütésállóság</i> hornyolt próbatesten (23 °C)	kJ/m ²	ISO 180/1A	70	3	11	8
<i>Mechanikai tulajdonságok</i>						
Húzómodulus	GPa	ISO 527	2,3	2,3	2,5	2,7
Szakítószilárdság	MPa	ISO 527	63	65	70	78
Szakadási nyúlás	%	ISO 527	6	7	6,5	7

*MFI: folyási szám.

A szakítási vizsgálatokat az *ASTM D638 V* típusú próbatesteken végezték. Az ütésállóság jellemzésére az ütve-húzó szilárdságot mérték az *ISO 8256* szabvány szerint IV típusú fröccsöntött próbatestenen. Az ütve-húzó vizsgálatban nagyon magas deformációs sebességgel mérik az egységre jutó energiát, amely a próbatest töréséhez szükséges. Ezt a módszert azért kellett használni, mert a hornyolatlan polikarbonát a

szokásos ütésállósági vizsgálatokban (Charpy vagy Izod) nem törik. Hornyolást viszont nem kívántak alkalmazni, mert a magasabb hőmérsékleteken a horony maga is változik, így a kapott eredmények nem egyértelműek.

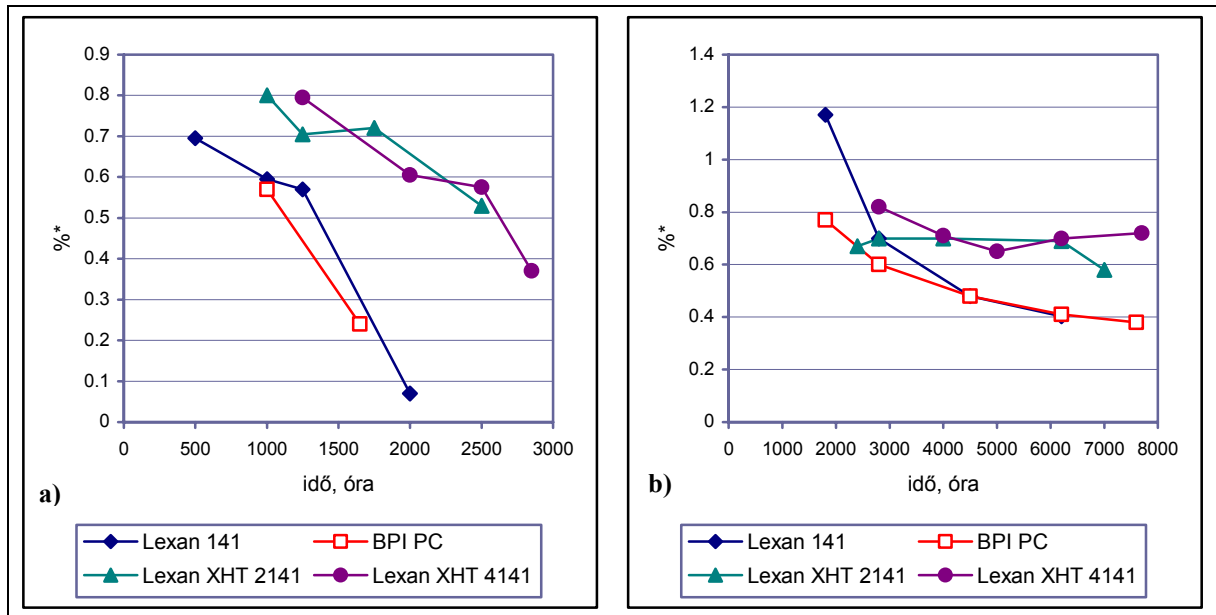
A mintadarabokat légcirkulációs kemencében 140–180 °C-os hőmérséklet-tartományban öregítették. Az 1/a és 1/b ábra a szakítószilárdság, a 2/a és 2/b az ütve-húzó szilárdság változását mutatja – a kiindulási érték %-ában – a hőkezelés időtartamának függvényében. Az 1/a és 1/b ábrából látható, hogy a várakozásoknak megfelelően a szakítószilárdság csökkenése erősen függ a hőmérséklettől. A T_g azonban nem határozza meg egyértelműen a szakítószilárdság lefutását, ugyanis a vizsgálatban szereplő két azonos üvegesedési hőmérsékletű anyag (*Lexan XHT4141* és a *BPI PC*) viselkedése szignifikánsan eltér az *XHT 4141* javára. Az ütve-húzó szilárdság hasonló eredményeket ad. 140 °C-on még kicsik a különbségek az egyes típusok között, de 160 °C-on már egyértelműen jobbak az új hőálló típusok. Ezekből az eredményekből meghatározható a vizsgált tulajdonság 50%-os csökkenéséhez tartozó időtartam (T_{50}). A hőmérséklet függvényében a T_{50} értékeket logaritmikus skálán ábrázolva (Arrhenius módszer) egyeneseket kapunk, amelyekből extrapolálni lehet más hőmérsékletekre is. A 3. ábrán (példaképpen) az ütésállósági értékek alapján meghatározott T_{50} értékek vannak feltüntetve. Látható, hogy a két új fejlesztésű anyag (*Lexan XHT2141* és *Lexan XHT4141*) hőállósága a legnagyobb: pl. 160 °C-on 3000 óráig még mindig megőrzi eredeti ütésállóságuk 50%-át.



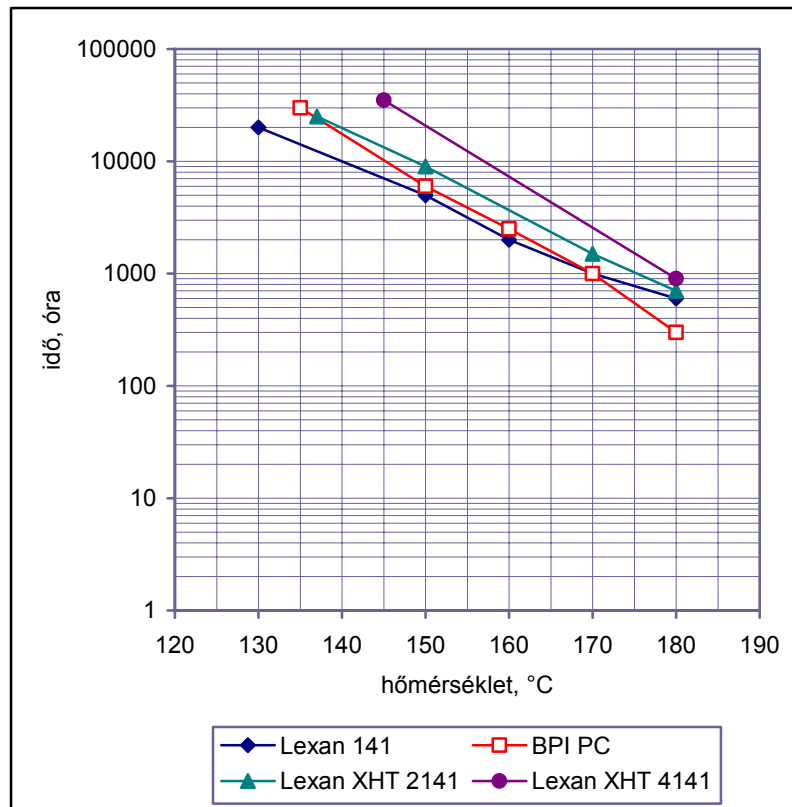
1. ábra A szakítószilárdság változása a hőkezelés idejének függvényében (a) 170 °C-os, (b) 150 °C-os hőkezelés esetén

A vizsgált anyagok *UL 746B* szerinti *RTI indexeit* a 3. táblázat tartalmazza. Ezek az eredmények, valamint a részletes vizsgálatok alapján kijelenthető, hogy a hőálló

polikarbonátok a normál polikarbonátoknál 20 °C-kal magasabb hőmérsékleten használhatók tartósan.



2. ábra Az ütve-húzó szilárdság változása a hőkezelés idejének függvényében (a) 160 °C-os, (b) 140 °C-os hőkezelés esetén



3. ábra T₅₀ görbék az ütve-húzó szilárdság értékei alapján

A vizsgált anyagok RTI értékei (°C-ban) a szakitószilárdság, az ütésállóság és az elektromos vezetőképesség vizsgálata alapján

Tulajdonság	Lexan141	BPI PC	Lexan XHT 2141	Lexan XHT 4141
RTI, °C (szilárdság)	130	150	150	150
RTI, °C (ütésállóság)	130	130	130	130
RTI, °C (elektromos)	130	150	150	150

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Döbler, M. és mások: LED-Lichttechnik im Trend = Kunststoffe, 102. k. 10. sz. 2012. p. 26–31.

Mediratta, G. és mások: Over time and under heat, polycarbonates hold up = Plastics Engineering, 67. k. 7. sz. 2011. p. 24–27.

MŰANYAG ÉS GUMI	
a Gépipari Tudományos Egyesület, a Magyar Kémikusok Egyesülete és a magyar műanyag- és gumiipari vállalatok havi műszaki folyóirata	
2013. május: Műanyagok a csomagolástechnikában	2013. június: Erősített műanyagok
<p><i>TiszaTextil Csoport – a csomagolórendszerek minőségi beszállítója</i></p> <p><i>Buzási L-né: A műanyag csomagolószergyártás helyzete Magyarországon</i></p> <p><i>Szerszámtisztítás ultrahanggal: kíméletes az éléssel, kíméletlen a szennyeződésekkel</i></p> <p><i>Dr. Lehoczki L.: Műanyag kupakok és záróelemek</i></p> <p><i>Kiss R.: Hőformázott csomagolások</i></p> <p><i>KenyőCs.; Kajtár D. A.; dr. Renner K.; dr. Pukánszky B.: Funkcionális csomagolóanyagok – a deszikkánstartalmú kompozitok vízfelvételi sebességét és kapacitását befolyásoló tényezők</i></p> <p><i>Csomagolástechnikai hírek</i></p> <p><i>Gumiipari hírek</i></p> <p><i>Iparjogvédelmi hírek</i></p> <p><i>Kiállítások, konferenciák</i></p> <p><i>Műanyagipari hírek</i></p> <p><i>Műanyagipari újdonságok</i></p> <p><i>Zöld szemmel a nagyvilágban</i></p>	<p><i>Dr. Witten E.: Üvegszállal erősített műanyagok 2012. évi európai piaca</i></p> <p><i>Kecskeméthy G.; Rimóczi R.; dr. Vezér Sz. T.: Márványlap tűzálló kompozit erősítéssel</i></p> <p><i>Dr. Andó M.; dr. Kalácska G.; dr. Czigány T.; Sárosi Gy.: Speciális tulajdonságú öntött poliamid 6 receptúrák fejlesztése II. Eredmények és értékelésük</i></p> <p><i>Garas S.: Fa töltőanyagú műanyag kompozitok és termékek gyártása I. Összetevők és adalékanyagok</i></p> <p><i>Kling S.; dr. Czigány T.: Üreges, tömör és hibrid szálakkal erősített kompozitlemezek mechanikai tulajdonságainak összehasonlítása</i></p> <p><i>Kovács S.; Kovács A.: Több, mint formaleválasztó</i></p> <p><i>Dr. Sinka G.: Elhasznált gumiabroncsok hasznosítása I. A hasznosítás indokai és jogi feltételrendszere</i></p> <p><i>Csomagolástechnikai hírek; Gumiipari hírek; Iparjogvédelmi hírek; Kiállítások, konferenciák; Műanyagipari újdonságok; Szakmai közélet.</i></p>
<p>Szerkesztőség: 1371 Budapest, Pf. 433. Telefon: +36 1 201-7818, 201-7580 Fax: +36 1 202-0252</p>	