

Huỳnh Cẩm Xuyên

MSSV: 1219359 (học lại)

BÀI TẬP TÍNH CHẤT CƠ LÝ

Bài tập 1: So sánh tính chất của các polymer theo cấu trúc hình thái?

- + Polymer đơn chiều mạch thẳng
- + Polymer đơn chiều mạch nhánh ngắn
- + Polymer đơn chiều mạch nhánh dài
- + Polymer mạch nhánh hình sao
- + Polymer mạng lưới ba chiều

Cấu trúc hình thái	Cấu trúc	Tính chất
Polymer đơn chiều mạch nhánh ngắn (short branched polymer)	Cấu trúc tinh thể, vùng kết tinh nhiều hơn..	<ul style="list-style-type: none">+ Gồm nhiều mạch nhánh nên các mạch chính không thể xếp sát bên nhau dẫn đến khối lượng riêng nhỏ hơn so với mạch thẳng.+ Độ kết tinh thấp+ Độ bền kéo, độ cứng cao hơn polymer đơn chiều mạch thẳng.+ Cách điện tần số cao tốt.+ Chịu va đập kém.+ Kháng nhiệt tốt hơn polymer đơn chiều mạch thẳng, đặc biệt tính chất cơ học tốt ở nhiệt độ cao.+ Dòn ở nhiệt độ thấp.+ Kém bền UV.+ Dễ cháy.+ Bám dính kém.
Polymer đơn chiều	Cấu trúc vô định hình, vùng vô định hình nhiều hơn.	<ul style="list-style-type: none">+ Gồm nhiều mạch nhánh lớn nên các mạch chính xếp rất xa nhau dẫn đến khối lượng riêng nhỏ hơn rất nhiều so với mạch thẳng.

mạch nhánh dài (long branched polymer)		<ul style="list-style-type: none"> + Độ kết tinh rất thấp. + Độ bền kéo, độ cứng cao hơn rất nhiều so với mạch nhánh ngắn + Cách điện tần số cao tốt. + Chịu va đập kém. + Kháng nhiệt tốt hơn so với mạch nhánh ngắn, đặc biệt tính chất cơ học tốt ở nhiệt độ cao. + Rất giòn ở nhiệt độ thấp. + Kém bền UV. + Dễ cháy. + Rất kém dính kém.
Polymer mạch nhánh hình sao (star branched polymer)	Cấu trúc vô định hình Các mạch cạnh nhau trong polymer này được nối với nhau bằng liên kết đồng hóa trị ở một số vị trí trên mạch, nên mạch có dạng hình sao.	<ul style="list-style-type: none"> + Polyme mạch nhánh hình sao có cấu trúc rỗng nên khối lượng riêng không cao. + Tính chất cơ lý khá yếu. + Thường được ứng dụng trong y học nhằm vận chuyển thuốc vào cơ thể
Polymer mạng lưới ba chiều (network polymer)	<ul style="list-style-type: none"> + Khâu mạng, cấu trúc vô định hình. + Các monome ba chức năng có ba liên kết đồng hóa trị, hình thành nên lưới không gian ba chiều. + Thay thế cho khung mạch thẳng hình thành nên bởi các monomer hai chức năng. + Polymer được tạo thành bởi các monomer ba chức năng được gọi là Polymer mạch không gian. + Polymer có nối 	<ul style="list-style-type: none"> + Có tính chất cơ nhiệt đặc biệt. + Điển hình là nhựa Epoxy và Bakelit. + Khả năng kháng nước rất tốt. + Chịu ứng suất cơ và nhiệt tốt, dai và kháng nhiệt tốt hơn mạch thẳng + Cả độ nhớt thấp thuận lợi quá trình gia công. + Đóng rắn dễ dàng và nhanh chóng ở nhiệt độ

	ngang ở dạng lưới cao cũng được liệt kê vào mạch không gian.	
--	---	--

**Bài tập 2: Cho biết sự phân biệt về polymer vô định hình và polymer bán kết tinh.
Nêu phương pháp xác định hình thái của polymer này?**

Vật liệu polymer vô định hình có chứa các mạch cuộn móc ngẫu nhiên. Vật liệu polymer tinh thể có chứa các vùng (domain) ở đó các mạch polymer sắp xếp theo chuỗi có trật tự

Cả hai loại nhựa vô định hình và kết tinh đều ở trạng thái thủy tinh ở nhiệt độ thấp, và cả hai chuyển từ trạng thái thủy tinh sang elastome (đàn hồi cao su) hoặc nhựa mềm dẻo khi nhiệt độ tăng. Sự thay đổi từ thủy tinh sang elastome thường xảy ra trong khoảng nhiệt độ, và điểm chuyển pha này gọi là nhiệt độ thủy tinh hóa.

Ở nhiệt độ cao hơn T_g , các polymer vô định hình có các tính chất khác với các polymer kết tinh. Khi tăng nhiệt độ của polymer vô định hình, pha cao su từ từ chuyển sang pha mềm dẻo rất đàn hồi, kể đó thành dạng keo dính và cuối cùng hóa lỏng. Không có sự chuyển pha rõ ràng nhưng chỉ là sự thay đổi tính chất có thể thấy được.

Trái lại, các polymer kết tinh vẫn còn ở trạng thái đàn hồi mềm dẻo ở trên nhiệt độ thủy tinh hóa cho tới nhiệt độ chảy. Ở nhiệt độ này vật liệu bắt đầu hóa lỏng. Cuối cùng quá trình chảy polymer còn mất tính khúc xạ kép quang học và tán xạ tinh thể tia X đặc trưng cho trạng thái kết tinh.

Phương pháp xác định trạng thái của 2 loại polimer này là:

- Sử dụng kính hiển vi
- Tán xạ tia X
- Các phương pháp để xác định tỷ lệ kết tinh:
 - + Đo thể tích riêng
 - + Phân tích nhiệt vi sai
 - + Tia X, IR, RMN.

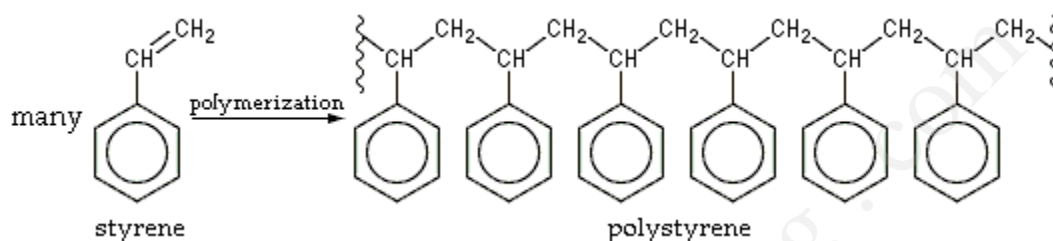
Bài tập 3: Tính chất, ứng dụng của một số loại polymer thông dụng

1. Polymer vô định hình

1.1 Polystyren (nhựa cơ bản)

a) Công thức

Polystyren (PS) là một loại nhựa nhiệt dẻo, được tạo thành từ phản ứng trùng hợp styren. Công thức cấu tạo của Polystyren là:



b) Tính chất:

Tính chất vật lý

PS là loại nhựa cứng trong suốt, không có mùi vị, cháy cho ngọn lửa không ổn định. PS không màu và dễ tạo màu, hình thức đẹp, dễ gia công bằng phương pháp ép và ép phun (nhiệt độ gia công vào khoảng 180 - 200°C).

PS bền vững trong các dung dịch kiềm, axit sulfuric, photphoric và boric với bất kỳ nồng độ nào. Bền với axit clohydric 10 - 36%, axit acetic 1- 29%, axit formic 1-90% và các axit hữu cơ khác. Ngoài ra PS còn bền với xăng, dầu thảo mộc và các dung dịch muối. Axit nitric đậm đặc và các chất oxy hóa khác sẽ phá hủy PS.

Tính chất cơ học

Tính chất cơ học của PS phụ thuộc vào mức độ trùng hợp. PS có trọng lượng phân tử thấp rất giòn và có độ bền kéo thấp. Trọng lượng phân tử tăng lên thì độ bền cơ và nhiệt tăng, độ giòn giảm đi. Nếu vượt quá mức độ trùng hợp nhất định thì tính chất cơ học lại giảm.

Giới hạn bền kéo sẽ giảm nếu nhiệt độ tăng lên. Độ giãn dài tương đối sẽ bắt đầu tăng khi đạt tới nhiệt độ 80°C. Vượt quá nhiệt độ đó PS sẽ trở lên mềm và dính như cao su. Do đó PS chỉ được dùng ở nhiệt độ thấp hơn 80°C.

Một số tính chất cơ lý của PS:

Tỷ trọng	1,05-1,06	g/cm ³
Độ bền		
Khi kéo	35-59	N/mm ²
Khi nén	56-133	N/mm ²
Khi uốn	80-112	N/mm ²
Modun đàn hồi kéo	(2,8 - 3,5).10 ³ N/mm ²	
Độ dai va đập	12-20	KJ/m ²
Độ cứng Brinel	140-160	HB
Nhiệt độ làm việc lâu dài	70-75°C	

c) Ứng dụng:

-Một số yêu cầu sử dụng mang tính không thể thiếu như sự cân bằng quang học tốt hơn, độ cứng, bền với hóa chất và nhiệt độ tốt, độ bền cao và xử lý linh hoạt, màu sắc... rất phù hợp với polystyrene. Vì vậy nó có ứng dụng rất rộng rãi trong thực tế. Tuy nhiên polystyrene có một nhược điểm rất lớn là chúng khá giòn, vì thế đã làm giảm một phần phạm vi ứng dụng của nó.

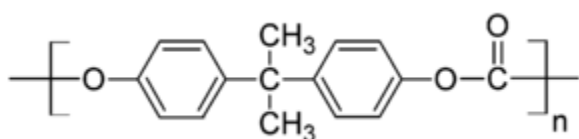
-Polystyrene cách điện rất tốt, ngoài ra nó còn bền với kiềm, axit không có tính oxi hóa cũng như dầu khoáng và ancol nên được coi là vật liệu cách điện lí tưởng. Polystyrene cách điện tốt với cả điện thế có tần số cao nên có thể dùng để bọc những đường dây dẫn điện cao thế hoặc dùng làm cáp ngầm (Polystyrene bền với axit, kiềm...).

-Một lượng đáng kể polystyrene dùng để làm bọt xốp chống va đập cho các đồ điện tử. Polystyrene được dùng cho nhiều ngành công nghiệp như công nghiệp điện tử (vỏ máy, các chi tiết cho máy thu hình, radio), công nghiệp lạnh do tính cách nhiệt cao của polystyrene xốp (tủ lạnh, máy lạnh, bàn ghế chịu lạnh), công nghiệp chế tạo xe cộ (vỏ ve, vỏ máy) và dùng cho dân dụng (bao gói, đồ chơi trẻ em...).

-Ưu điểm nổi bật của polystyrene là chúng rất ưa màu so với các loại polyme khác và giá thành sản phẩm cũng thấp hơn so với nhiều loại polime khác. Điều này cũng giải thích một phần vì sao polystyrene được sử dụng rộng rãi trong thực tiễn.

1.2 Polycarbonate (nhựa kỹ thuật)

a) Công thức



a) Tính chất

Polycarbonate là một vật liệu bền. Mặc dù nó kháng cơ học cao, kháng hóa chất thấp và một lớp phủ cứng được áp dụng cho polycarbonate kính ống và polycarbonate linh kiện bên ngoài ô tô. Các đặc tính của polycarbonate được so sánh với Polymethyl methacrylate (PMMA, acrylic), nhưng polycarbonate cứng với nhiệt độ khắc nghiệt. Polycarbonate trong suốt cao với ánh sáng nhìn thấy, truyền dẫn ánh sáng tốt hơn so với nhiều loại kính.

Không giống như hầu hết nhựa nhiệt dẻo, polycarbonate có thể trải qua biến dạng dẻo lớn mà không nứt hoặc vỡ. Kết quả là, nó có thể được xử lý và hình thành ở nhiệt độ phòng bằng cách sử dụng tấm kim loại kỹ thuật, chẳng hạn như uốn trên một phanh. Ngay cả đối với những khúc cua góc nhọn với một bán kính hẹp, gia nhiệt có thể không cần thiết. Điều này làm cho nó có giá trị trong ứng dụng nguyên mẫu mà tính trong suốt hay không dẫn điện là cần thiết, mà không thể được làm từ kim loại tấm.

Tính chất cơ học	
<u>Young's modulus (E)</u>	2.0–2.4 <u>GPa</u>
<u>Tensile strength (σ_t)</u>	55–75 <u>MPa</u>
<u>Elongation (ϵ) at break</u>	80–150%
<u>Compressive strength (σ_c)</u>	>80 MPa
<u>Poisson's ratio (ν)</u>	0.37
<u>Hardness – Rockwell</u>	M70
<u>Izod impact strength</u>	600–850 <u>J/m</u>
<u>Notch test</u>	20–35 <u>kJ/m²</u>

Abrasive resistance –<u>ASTM D1044</u>	10–15 <u>mg/1000 cycles</u>
<u>Coefficient of friction (μ)</u>	0.31
<u>Speed of sound</u>	2270 m/s

Tính chất nhiệt	
<u>Melting temperature (T_m)</u>	155 °C (311 °F)
<u>Glass transition temperature (T_g)</u>	147 °C (297 °F)
<u>Heat deflection temperature</u>	0.45 MPa: 140 °C (284 °F) 1.8 MPa: 128–138 °C (262–280 °F)
<u>Vicat softening point at 50 N</u>	145–150 °C (293–302 °F)
Upper working temperature	115–130 °C (239–266 °F)
Lower working temperature	–40 °C (–40 °F)
<u>Thermal conductivity (k) at 23 °C</u>	0.19–0.22 <u>W/(m·K)</u>
<u>Thermal diffusivity (a)at 25 °C</u>	0.144 mm ² /s
<u>Linear thermal expansion coefficient (α)</u>	65–70 $\times 10^{-6}/\text{K}$
<u>Specific heat capacity (c)</u>	1.2–1.3 kJ/(<u>kg</u> ·K)

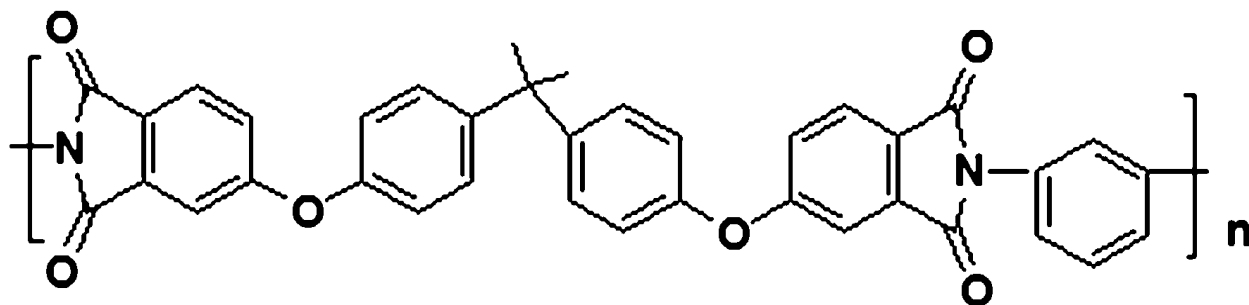
c) Ứng dụng

- PC có thể thay thế các vật liệu truyền thống như gỗ, kim loại và kính.

- PC không gia cường làm các sản phẩm chịu va đập: đèn đường kháng va đập (150oC), đèn tín hiệu cho xe gắn máy, kính bảo vệ, dụng cụ gia đình cao cấp, các loại bình, chai cho trẻ em, chai sữa và nước uống dùng lại...
- PC gia cường sợi thủy tinh dùng cho các sản phẩm kết cấu chịu tải, thiết bị chiếu, kính viễn vọng, đồng hồ bấm giờ, bánh răng chịu nhiệt – ứng suất, vật cách điện chịu kéo cao, ...
- Vật liệu PC xốp, với tính ổn định nhiệt, cơ dưới tải và tính kháng cháy, được dùng làm vỏ hộp phân phối cáp, vỏ bảo vệ, thiết bị thể thao.
- Loại PC dễ chảy (MI khoảng 80) dùng làm đĩa compact và đĩa lưu dữ liệu laser.
- Lượng lớn sản phẩm PC ép phun ứng dụng trong các phương tiện giao thông do PC dễ sơn phủ, không thay đổi tính chất từ -30 – 120oC, độ cứng có thể điều chỉnh và độ bền va đập cao; dùng trong các thiết bị trong và ngoài xe hơi, phần thân xe như cửa bên, phần trước xe, thanh chặn đỡ va chạm, tấm lái ngang.
- Lưu ý là sản phẩm PC sẽ bị rạn nứt khi tiếp xúc dung môi có chứa benzen. Hỗn hợp PC/PBT cải thiện tính kháng dung môi cho PC khi tiếp xúc nhiên liệu chứa metanol. Hỗn hợp PC/ABS giúp dễ gia công, được ứng dụng rộng rãi trong xe hơi, điện, thiết bị văn phòng và gia dụng, trong khoảng nhiệt độ -75 – 125oC.
- Cửa sổ chống đạn: tấm Polycarbonate bền hơn rất nhiều so với thủy tinh hoặc acrylic. Điều này làm cho chúng lý tưởng trong các ứng dụng an ninh, bảo vệ. Cửa sổ chống đạn cho xe ô tô, các ngân hàng và văn phòng được làm bằng các tấm polycarbonate dày hoặc đa lớp.
- Mái lấy sáng, mái che: khả năng lọc tia cực tím là tính chất quan trọng cần xem xét khi chọn vật liệu làm mái tại khu vực lấy sáng. Tấm Polycarbonate có khả năng chặn đến 99.9% tia cực tím, trong khi cho phép ánh sáng thường đi qua. Những tính chất này làm cho tấm polycarbonate tấm lý tưởng cho phần lấy sáng như: mái lấy sáng, mái hiên, mái nhà kính, giếng trời, mái nhà xe...
- Tường cách âm: cách âm kết hợp với khả năng chịu va đập và thời tiết là một lợi thế đáng kể của các tấm polycarbonate. Do đó nó được sử dụng rộng rãi trong việc xây dựng các bức tường, các vách ngăn văn phòng, tòa nhà chính phủ và các tòa nhà thương mại, khu dân cư khác hoặc tại các đường ray, đường cao tốc.

1.3 Polyetherimide(PEI- nhựa kỹ thuật có đặc tính cao)

a) Công thức cấu tạo



b) Tính chất

Polyetherimide (PEI) là một nhựa nhiệt dẻo kỹ thuật cao. Đặc điểm của PEI bao gồm cường độ cao và độ cứng ở nhiệt độ cao, chịu nhiệt lâu dài, ổn định kích thước và tính chất điện tốt.

Giống như nhựa vô định hình, các loại nhựa nhiệt dẻo khác, PEI có tính ổn định vượt trội và là chất chống cháy tốt. PEI kháng hóa chất, chẳng hạn như các hydrocacbon, rượu và các dung môi halogen.

Kháng Creep trong dài hạn cho phép PEI có thể thay thế kim loại và các vật liệu khác trong nhiều ứng dụng kết cấu. Tính chất điện cho thấy sự ổn định tuyệt vời dưới nhiệt độ, độ ẩm và điều kiện biến đổi.

c) Ứng dụng



- Ứng dụng trong lĩnh vực ô tô, điện, điện tử, y tế, chăm sóc sức khỏe.
- Các ứng dụng trong không gian vũ trụ, dược phẩm, thay thế kim loại, hàng hóa gia dụng, máy bay, cơ cấu, phụ tùng.

2. Polymer bán kết tinh

2.1 HDPE (nhựa cơ bản)

a) Cấu tạo

HDPE (high density PE) polyethylene có tỉ trọng cao 0,940 – 0,965 g/cm³. HDPE là polyethylene nhựa nhiệt dẻo, được sản xuất từ dầu mỏ.

HDPE thật sự không có nhánh và do đó lực tương tác liên phân tử mạnh hơn và độ bền căng lớn hơn. Để không phân nhánh trong quá trình tổng hợp cần dùng chất khơi mào Ziegler-Natta hoặc Metallocen và chú ý đến điều kiện phản ứng. Độ trùng hợp của HDPE khoảng 10.000 tới 100.000 (phân tử lượng khoảng 2.10^5 tới 3.10^6)

HDPE cứng hơn, đục hơn có khả năng chịu được nhiệt độ cao hơn LDPE (120°C/ 248°F trong thời gian ngắn, 110°C/ 230°F khi liên tục).

b) Tính chất

Tính chất vật lý

- Mờ và màu trắng, tỉ trọng nhỏ hơn 1
- Khi đốt với ngọn lửa có thể cháy và có mùi paraffin
- Cách nhiệt tốt
- Độ kháng nước cao, không hút ẩm
- Kháng hóa chất tốt
- Kháng thời tiết kém, bị lão hóa dưới tác dụng của oxi không khí, tia cực tím, nhiệt.
- Độ bám dính kém
- Tỉ trọng : 0,940 - 0,965 g/cm³
- Độ hút nước trong 24h : <0,01%

Tính chất cơ lý

Độ kết tinh (%) 85-95

Điểm hóa mềm (°C) 120

Nhiệt độ chảy (°C) 133

Chỉ số chảy (g/10 phút) 0,1 – 20

Độ cứng shore 60-65

Độ giãn dài (%) 200-400

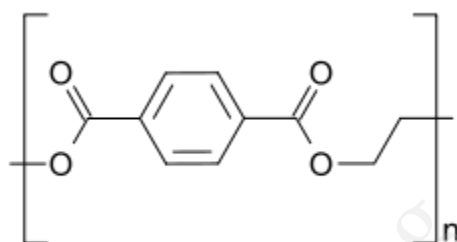
Lực kéo đứt (kg/cm²) 220-300

c) Ứng dụng

- Giấy cách điện, dây cáp và chi tiết điện, màng và tấm
- Sản phẩm chứa dung môi và dầu nhớt: thùng chứa dung môi, chai lọ, bao bì...
- Sản phẩm công nghiệp: két nước ngọt, két bia, nắp chai...

2.2 PET (nhựa kỹ thuật)

a) Cấu tạo



PET là polymer nhiệt dẻo thông dụng nhất, thuộc họ poly ester, sử dụng ở dạng sợi (chiếm 60%) trong quần áo, dạng chai (30%) để chứa chất lỏng, thực phẩm. Khi sử dụng dạng sợi để dệt ta gọi polyester, khi sử dụng dạng chai ta gọi PET. PET gồm các đơn vị của các monomer ethylene terephthalate lặp đi lặp lại với ($C_{10}H_8O_4$). PET thường được tái chế, và có số mã số tái chế là 1.

b) Tính chất

Một trong những đặc tính quan trọng của PET là độ nhớt.

Độ nhớt của chất được decilit/gram (dl/g) phụ thuộc vào độ dài mạch polymer. Độ dài mạch của polymer càng dài, độ rắn càng cao, nên độ nhớt càng cao. Độ dài của một polymer của thể được điều chỉnh thông qua quá trình polymer hóa.

Độ nhớt của một vài dạng:

0.6 dl/g: dạng sợi;

0.65 dl/g: dạng màng mỏng;

0.76-0.84 dl/g: chai lọ;

0.85 dl/g: dạng dây thừng.

PET có khả năng hút ẩm. Khi bị ẩm, trong quá trình gia công PET, sự thủy phân sẽ diễn ra tại bề mặt tiếp xúc giữa nước và PET, nguyên nhân này làm giảm phân tử lượng của PET (hay độ nhớt) và những đặc tính cơ lý của nó. Vì thế trước khi nhựa được gia công, độ ẩm phải được loại bỏ khỏi nhựa. Có thể thực hiện được bằng cách sử dụng chất hút ẩm hoặc sấy trước khi đưa vào gia công.

<u>Young's modulus (E)</u>	2800–3100MPa
<u>Tensile strength(σ_t)</u>	55–75 MPa
Elastic limit	50–150%
<u>notch test</u>	3.6 <u>kJ</u> /m ²
<u>Glass transition temperature (T_g)</u>	67 to 81 °C
<u>Vicat B</u>	82 °C
<u>linear expansion coefficient (α)</u>	$7 \times 10^{-5}/K$
Water absorption (ASTM)	0.16

c) Ứng dụng

PET là một loại bao bì thực phẩm quan trọng có thể tạo màng hoặc tạo dạng chai lọ do bởi các tính chất :

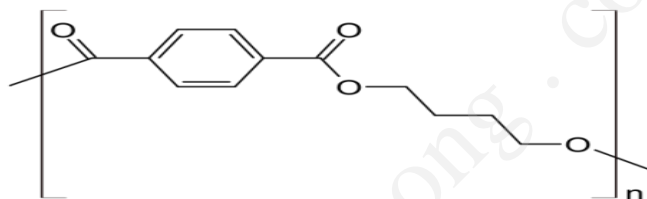
- Bền cơ học cao, có khả năng chịu đựng lực xé và lực va chạm, chịu đựng sự mài mòn cao, có độ cứng vững cao.
- Trơ với môi trường thực phẩm.
- Trong suốt.
- Chống thấm khí O₂, và CO₂ tốt hơn các loại nhựa khác.

- Khi được gia nhiệt đến 200°C hoặc làm lạnh ở - 90°C, cấu trúc hóa học của mạch PET vẫn được giữ nguyên, tính chống thấm khí hơi vẫn không thay đổi khi nhiệt độ khoảng 100 °C

Do tính chống thấm rất cao nên PET được dùng làm chai, bình đựng nước tinh khiết, nước giải khát có gas....

2.3PBT (polybutylene terephthalate- nhựa kỹ thuật có đặc tính cao)

a) Công thức



PBT là một polymer nhiệt dẻo bán kết tinh, thuộc họ polyester, sử dụng nhiều trong ngành công nghiệp điện.

b) Tính chất

- T_g = 22°C
- T_m = 224 – 228°C
- Độ bền kéo 560 kg/cm²
- Nhựa bán kết tinh
- Kháng nhiệt cao
- Hấp thụ nước thấp, ổn định kích thước
- Kháng hóa chất
- Kháng mài mòn cao
- Cách điện tốt
- Nếu gia cường sợi thủy tinh thì độ bền kéo tăng, điện thể xuyên thủng tăng

General Specifications of PBT molding compound		
Properties	Unit	
Flexural strength	MPa	74.1 ~ 227.24
Tensile Elongation	%	4 ~ 9
Tensile Strength	MPa	49.4 ~ 138.3
Impact, Izod	kg-cm/cm	2.5 ~ 13
Deflection Temp.	°C	165 ~ 220
UL Flammability	mm	UL94V-0
Water absorption	%	0.03 ~ 0.05
Molded Shrinkage	%	0.2 ~ 2.0
Specific Gravity		1.32 ~ 1.66
Glass Fiber Content	%	0 ~ 40
For reference only		

c) Ứng dụng

Dùng nhiều trong công nghiệp điện: công tắc điện, nắp bugi, chóp đèn, tay nắm cửa xe ô tô, nắp thùng chứa nhiên liệu...