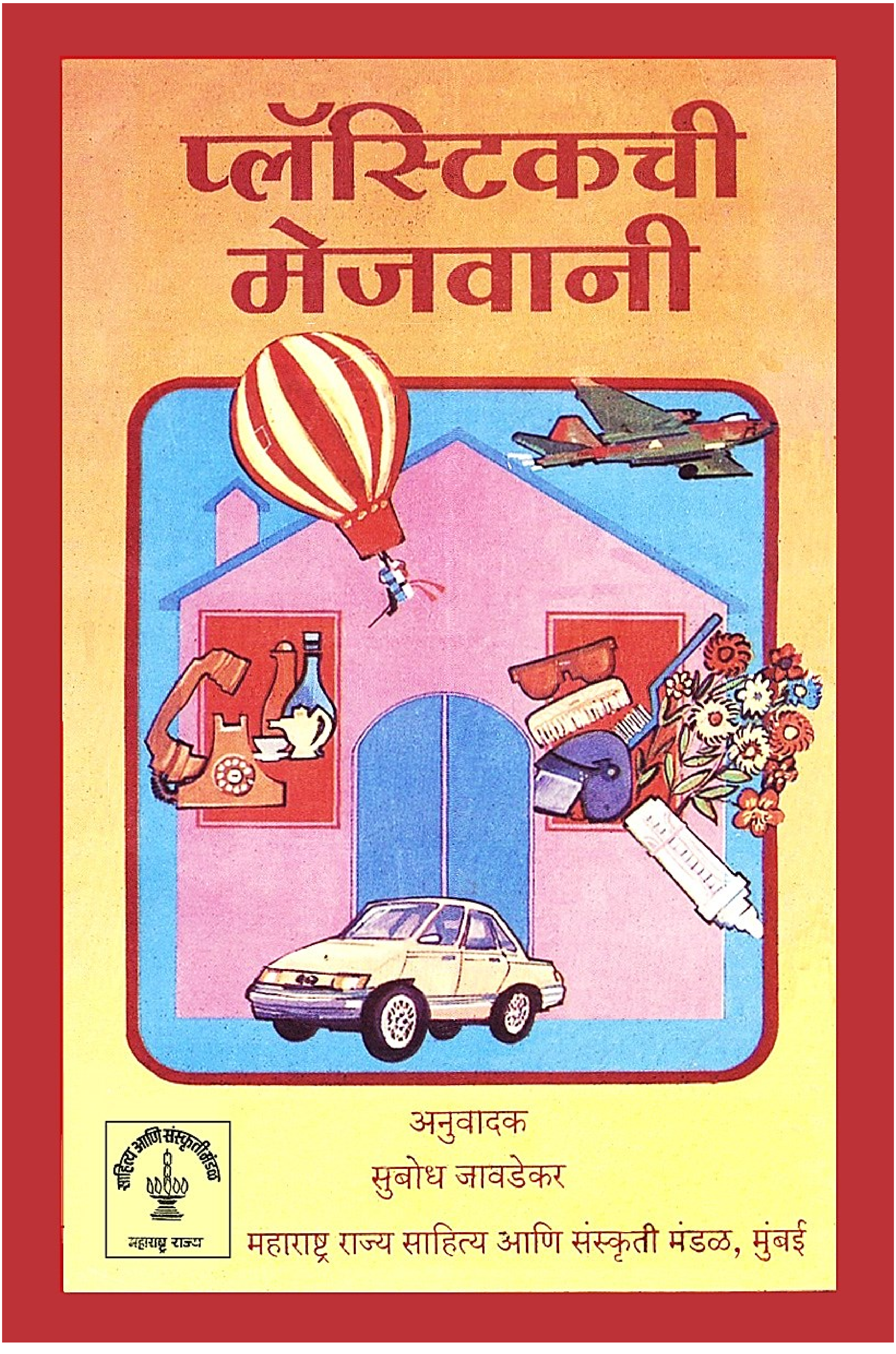


अनुक्रमणिका

प्लॅस्टिकची मेजवानी

सुबोध जावडेकर लिखित “PLASTIC FEAST”
या पुस्तकाचा अनुवाद

अनुवादक
सुबोधजावडेकर

महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृती मंडळ, मुंबई

अनुक्रमणिका

पहिली आवृत्ती
एप्रिल १९९८

प्रकाशक
सचिव
महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृती मंडळ
मुंबई- ४०० ००१

©महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृती मंडळ

मुद्रक
शिवराज फाईन आर्ट लिथो वर्क्स,
(शासन मुद्रण व लेखन सामुग्री, संचालनालया अंतर्गत)
सुभाष रोड, नागपूर - ४४० ०१८

किंमत : रूपये ३६.००

अनुक्रमणिका

लेखकाचे मनोगत

वैज्ञानिक व औद्योकीय संशोधन महामंडळ (कौन्सिल ऑफ सायंटिफिक ॲन्ड इंडस्ट्रियल रिसर्च - सी. एस. आय. आर.) ह्या संस्थेने १९९२ मध्ये आपल्या कारकिर्दीचा सुवर्ण महोत्सव साजरा केला. त्या निमित्ताने त्यांनी वेगवेगळ्या लेखकांकडून निरनिराळ्या शास्त्रीय विषयांवर सोप्या भाषेत पुस्तके लिहून घेतली व त्यांची एक देखणी मालिका प्रकाशित केली. ह्या मालिकेमधे प्लॅस्टिक ह्या विषयावरील पुस्तक मी लिहीले होते.

महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृती मंडळाने ह्या पुस्तकांचा मराठी अनुवाद करून, मूळ इंग्रजी पुस्तकातील चित्रे वापरून ही मालिका मराठीत आणण्याचे ठरवले. ह्या मालिकेतील पहिले पुस्तक आज वाचकांसमोर येत आहे याचा मला आनंद वाटतो.

मूळ पुस्तक लिहीतांना व त्याचा अनुवाद करतांना डॉ. डी. डी. काळे, डॉ. एस. पी. पोतनिस व डॉ. जी. आर. कुलकर्णी ह्यांच्याशी वेळोवेळी झालेल्या चर्चांचा मला पुष्कळ उपयोग झाला. ह्या सर्वांचा मी मनःपूर्वक आभारी आहे. डॉ. बाळ फोंडके ह्यांनी मला शास्त्रीय विषयावर मराठीतून व इंग्रजीतून लिहिण्यास प्रवृत्त केले. त्याबद्दलची कृतज्ञता मी हे पुस्तक त्यांना अर्पण करून व्यक्त केलीच आहे.

महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृती मंडळाचे माजी अध्यक्ष डॉ. य. दि. फडके, सध्याचे अध्यक्ष डॉ. मधुकर आष्टीकर व सचिव श्री. चंद्रकांत वडे यांचाही मी आभारी आहे. तसेच शिवराज फाईन आर्ट लिथो वर्क्स ह्यांचे सर्व कर्मचारी व व्यवस्थापक ह्यांच्या सहकार्याबद्दल मी त्यांना धन्यवाद देत आहे.

सर्वसामान्य माणसांच्या मनात प्लॅस्टिक संबंधीचे जे प्रश्न असतात त्यांची उत्तरे ह्या पुस्तकात मिळतील, त्यांचे कुतुहल शमेल अशी अपेक्षा करतो.

लेखक
सुबोध जावडेकर

अनुक्रमणिका

प्लॅस्टिकची मेजवानी
(प्लॅस्टिक फीस्ट)

प्रस्तुतचे पुस्तक प्रकाशित करताना महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृती मंडळाला आनंद होत आहे. आजच्या वैज्ञानिक युगात, मानवनिर्मित उपयुक्त जड पदार्थांची माहिती सर्वसामान्यांना व्हावी हा ह्यामागे उद्देश आहे. 'प्लॅस्टिक', हा असाच एक कृत्रिम प्रकार आज माणसाच्या जीवनात, 'ब्रह्मतत्त्वाप्रमाणे' सर्वव्यापी झालेला जाणवतो. 'सर्व खल्विदं ब्रह्माच्या चालीवर 'बव्हंशमिदं ब्रह्म' असे नवे 'दर्शनसूत्र' व्हावयास हरकत नाही. प्रस्तुतचे पुस्तक सुबोध जावडेकर यांनी प्रासादिक शैलीत लिहिले आहे. त्यामुळे वैज्ञानिक संकल्पना सहज समजणे सोपे ठरले आहे.

वैज्ञानिक व औद्योगिकीय संशोधन महामंडळ (कौन्सिल ऑफ सायंटिफिक ॲन्ड इंडस्ट्रियल रिसर्च - सीएसआयआर) या संस्थेने १९९२ मध्ये आपल्या कारकीर्दीचा सुवर्ण महोत्सव साजरा केला. त्या निमित्ताने त्यांनी अत्याधुनिक विज्ञान क्षेत्रातील काही महत्त्वाच्या शास्त्रीय विषयांवर सोप्या भाषेत पुस्तके लिहून घेतली. त्यातील 'प्लॅस्टिकची मेजवानी' (प्लॅस्टिक फीस्ट) हे पुस्तक अनुवादरूपाने प्रकाशित करण्यास सीएसआयआर संस्थेने परवानगी दिल्याबद्दल मंडळ या संस्थेचा आभारी आहे. प्रस्तुत पुस्तकाव्यतिरिक्त –

(१) 'ताऱ्यांचे अंतरंग'
(२) 'धन्याचा बंदा गुलाम'
(३) 'चिरकालीन सिरॅमिक्स
(४) 'शरीर एक समरांगण'

या पुस्तकांचे ही अनुवाद मंडळ यथावकाश प्रसिद्ध करील.

वाचक यांचे स्वागत करतील अशी आशा आहे.

डॉ. मधुकर आष्टीकर
अध्यक्ष,
महाराष्ट्र राज्य साहित्य
आणि संस्कृती मंडळ.

दि. १५ जुलै, १९९७.

अनुक्रमणिका

माझ्या लेखनास

सुरवातीपासून

प्रोत्साहन देणारे

डॉ. बाळ फोंडके

यांस आदरपूर्वक

अनुक्रमणिका

अनुक्रमणिका

१) अन्न अन्नपाण्याइतकंच आवश्यक प्लॅस्टिक ८

२) हजार पाकक्रिया १५

३) पारंपारिक पाककृती २३

४) शाकाहारी आणि मांसाहारी ३०

५) तिखट मीठ मसाला ३७

६) चौरस आहार ४४

७) मळणे भाजणे तळणे ५३

८) नवनवीन पक्वान्ने ६०

९) शेवया कुरडया ६९

१०) आरोग्यपूर्ण आहार ८१

११) सुगरणीचा सल्ला ९०

१२) मुखशुद्धी ९३

१) अन्न अन्नपाण्याइतकंच आवश्यक प्लॅस्टिक

प्लॅस्टिक आणि पॉलीमर्स हे आपल्या दैनंदिन जीवनाचं एक अविभाज्य अंग बनलेले आहेत. आपल्या आयुष्यात अन्नपाण्याइतकंच महत्त्व अलिकडच्या काळात प्लॅस्टिकला आलेलं आहे. प्लॅस्टिकशिवाय जगायची कल्पनासुद्धा आज आपण करू शकत नाही.

रोजच्या वापरातील प्लॅस्टिक्स

अनुक्रमणिका

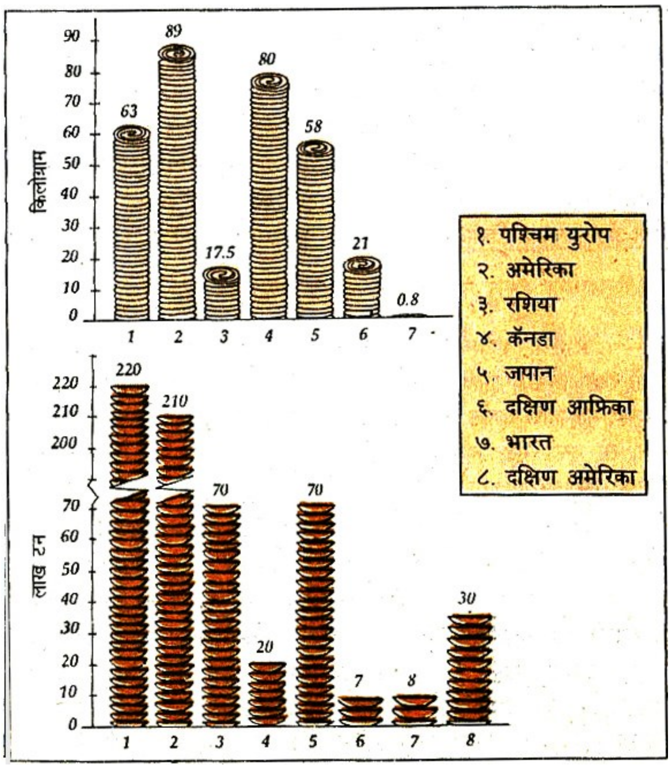
आपला दिवस सुरू होतो तोच मुळी प्लॅस्टिकच्या ब्रशनं दात घासून अंघोळ करायला आपण प्लॅस्टिकच्या बादल्या वापरतो. टेरीलीनचे, नायलॉनचे जे कपडे आपण वापरतो ते मानवनिर्मित पॉलीमर्सचे बनलेले असतात. स्वैंपाकघरात तर आपण कितीतरी प्लॅस्टिक्सच्या वस्तूंचा उपयोग करतो. आपल्या बुटांचे तळ कृत्रिम रबराचे बनलेले असतात. पावसाळयात वापरले जाणारे बूट आणि चपला तर पूर्णपणे प्लॅस्टिकच्या असतात. आपण ज्या गाड्यांमधून व बसेसमधून प्रवास करतो त्यांच्या बांधणीत प्लॅस्टिकचा भरपूर उपयोग केलेला असतो. रात्री झोपण्यापूर्वी विजेचा दिवा बंद करताना आपण जे बटण बंद करतो तेही प्लॅस्टिकचे असते. अशा प्रकारे सकाळी उठल्यापासून निजेपर्यंत प्लॅस्टिक आपल्या सर्व आयुष्याला व्यापून राहिलेलं आहे.

जीवनाच्या प्रत्येक क्षेत्रात आज प्लॅस्टिकनं प्रवेश केलेला आहे. मग ते रासायनिक उद्योगाचं क्षेत्र असो नाहीतर शेती व्यवसाय, अंतराळ संशोधन असो किंवा खाणकाम, मनोरंजनाचे क्षेत्र असो की वस्त्रोद्योग. तुकोबारायांनी देवासंबंधात असं म्हटलंय की, ‘जेथे जातो तेथे तू माझा सांगाती’ आज आपण प्लॅस्टिकबद्दल अगदी हेच म्हणू शकू. आयुष्यात पदोपदी आपण प्लॅस्टिकचा उपयोग करून घेत असतो.

आज भारतातलं प्लॅस्टिकचं उत्पादन वर्षाला पंधरा लाख टनांपेक्षाही जास्त आहे. वरवर दिसायला हा आकडा कितीही मोठा दिसला तरी इतर देशांच्या तुलनेत तो खूपच लहान आहे. आपण दरडोई करीत असलेला प्लॅस्टिकचा वापर तर इतरांच्या तुलनेने अगदीच नगण्य आहे. आज भारतातला माणूस सरासरी फक्त दीड किलो प्लॅस्टिक वर्षभरात वापरतो तर अमेरिकन ऐंशी ते नव्वद किलो प्लॅस्टिक वर्षभरात वापरतो. जागतिक सरासरीसुद्धा दरडोई पंधरासोळा किलो म्हणजे आपल्या दसपट आहे! औद्योगिकदृष्ट्या पुढारलेल्या देशांच्या पातळीवर पोचायला आपल्याला अजून खूपच लांबचा पल्ला गाठायचा आहे.

सध्या आपल्या देशात प्लॅस्टिकवर प्रक्रिया करून त्यापासून लहानमोठ्या वस्तू करणारे जवळपास बावीस हजार छोटेमोठे कारखाने आहेत. एका अंदाजाप्रमाणे या शतकाच्या अखेरीला आपल्या देशाला दरवर्षी अठ्ठावीस लाख टन प्लॅस्टिकची गरज भासेल. त्यासाठी आणखी कमीतकमी पंधरा हजार प्लॅस्टिकच्या वस्तू बनवण्याचे कारखाने उभे करावे लागतील. त्याकरता सुमारे शंभर अब्ज रुपयांचे भांडवल लागेल. प्लॅस्टिक उद्योगात आपण करू इच्छित असलेल्या प्रगतीचे आकडे असे छाती दडपून टाकणारे आहेत.

अनुक्रमणिका



जगाचे तुलनेत भारताचे स्थान—
दरडोई प्लॅस्टीकचा वापर २) वार्षिक उत्पादन १९९०

पण मुळात प्लॅस्टिक म्हणजे काय? पॉलीमर्स कशाचे बनलेले असतात? प्लॅस्टिकच्या रंगीबेरंगी वस्तू कशा बनवल्या जातात? प्लॅस्टिकच्या काही वस्तू वर्षानुवर्ष चांगल्या रहातात तर काही थोड्याच दिवसात खराब होतात. असं कां? आपल्या दैनंदिन वापरातलं प्लॅस्टिक आरोग्याच्या दृष्टीनं सुरक्षित असतं का? भविष्यकाळात आणखी कोणकोणत्या प्रकारची प्लॅस्टिक्स उपलब्ध होतील? या आणि अशासारख्या कितीतरी प्रश्नांची उत्तरं आपण या पुस्तकात मिळवणार आहोत.

स्थितीस्थापक वस्तू आणि आकारक्षम वस्तू :

आपल्या भोवताली दोन वेगवेगळया गुणधर्माच्या वस्तू आपण नेहमी पहातो. रबरासारख्या काही वस्तू ताणल्या की लांब होतात पण ताण काढून घेतल्या की पुन्हा मूळपदास येतात. स्प्रिंगवर दाब दिला की ती आकुंचन पावते पण तो काढून घेताच ती पुन्हा मूळ आकाराची होते. वस्तूंच्या या गुणधर्माला स्थितीस्थापकत्व म्हणतात. स्थितीस्थापकत्व म्हणजे पूर्वस्थितीत येण्याचा गुणधर्म.

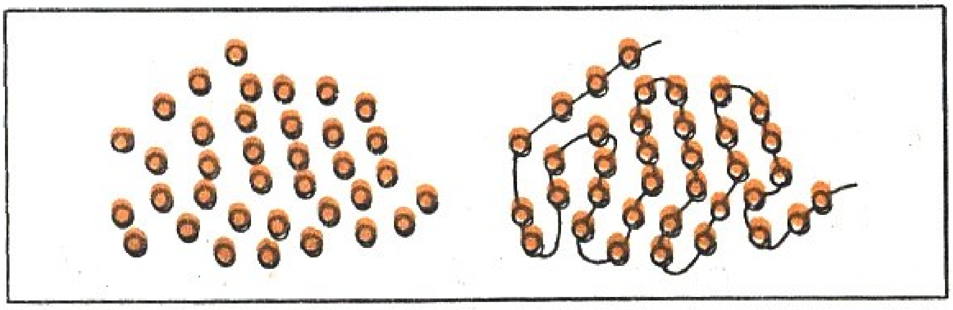
पण या उलट प्रकारचा गुणधर्म असलेल्या वस्तूही आपल्या पहाण्यात येतात. मूळस्थितीत परत येण्याचा गुणधर्म नसलेल्या वस्तू. चिखलाचा गोळा, लोणी, खवा, मळलेलं भाकरीचं पीठ, यासारख्या वस्तूंना आपण हवा तो आकार देऊ शकतो. त्या वस्तू दिल्या गेलेल्या आकारात कायम तशाच राहतात. दाब काढून घेतला तरी पूर्वीसारख्या होत नाहीत. वस्तूंच्या ह्या गुणधर्माला इंग्रजीत म्हणतात ‘प्लॅस्टिसिटी’. प्लॅस्टिसिटीवरून प्लॅस्टिक हा शब्द आला आहे. ज्या वस्तूंना हवा तसा आकार देणं शक्य होतं त्या वस्तूंना प्लॅस्टिक वस्तू म्हणतात. प्लॅस्टिकचा ग्रीक भाषेतील अर्थ आकार देणं.

अनुक्रमणिका

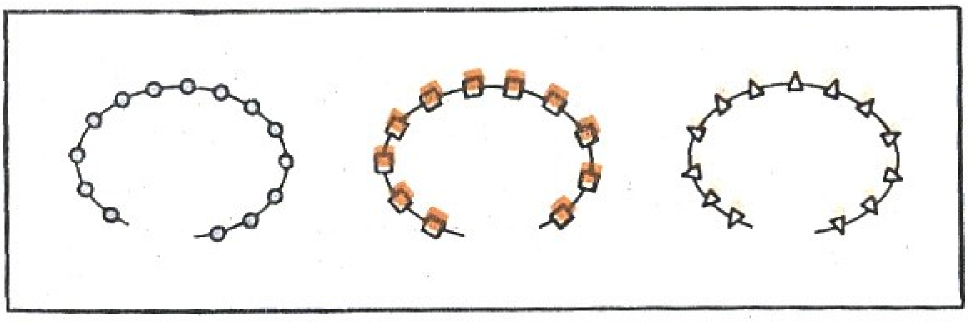
आज आपण ज्या वस्तूंना प्लॅस्टिक म्हणतो त्या वस्तू तयार होताना 'प्लॅस्टिक' म्हणजे मातीच्या गोळ्यासारख्या आकारक्षम असतात. अर्थातच जेंव्हा त्या आपल्या हातात पोचतात तेव्हा त्या तशा राहिलेल्या नसतात. त्यांच्यावर केलेल्या संस्कारामुळं त्या स्थितीस्थापक बनवलेल्या असतात. नाहीतर त्या वापरताच आल्या नसत्या. प्लॅस्टिक या नावाचा उगम असा त्यांच्या मुळात 'प्लॅस्टिक' असण्याच्या प्रवृत्तीत आहे.

पॉलीमर्स :

जगातील प्रत्येक वस्तू रेणूंची बनलेली असते. रेणू म्हणजे पदार्थाचा सूक्ष्मातिसूक्ष्म कण. हे कण आकारांन इतके लहान असतात की अतिशय शक्तीशाली सूक्ष्मदर्शकाखालीसुद्धा ते दिसू शकणार नाहीत. रेणू म्हणजे अणूंचा सुघटित समुदाय. गट. रेणूंचा आकार, तो किती अणूंचा बनलेला आहे आणि कशा प्रकारच्या रचनेने बनलेला आहे त्यावर अवलंबून असतो. पॉलीमर्सचे रेणू आकाराने प्रचंड मोठे असतात. हजारो छोट्याछोट्या भागांचे बनलेले असतात. 'पॉली' चा अर्थ खूप आणि 'मेरॉस' म्हणजे भाग. खूप भागांचे मिळून पॉलीमर्स बनतात. एखादी मण्यांची माळ असावी तशी छोट्याछोट्या भागांची लांबलचक साखळी म्हणजे पॉलीमर्स.



मण्यांची माळ ओवावी तसे मोनोमर एकाला एक चिकटून झालेली पॉलीमरची साखळी



वेगवेगळे पॉलीमर्स निरनिराळ्या मण्यांच्या माळेसारखे असतात.

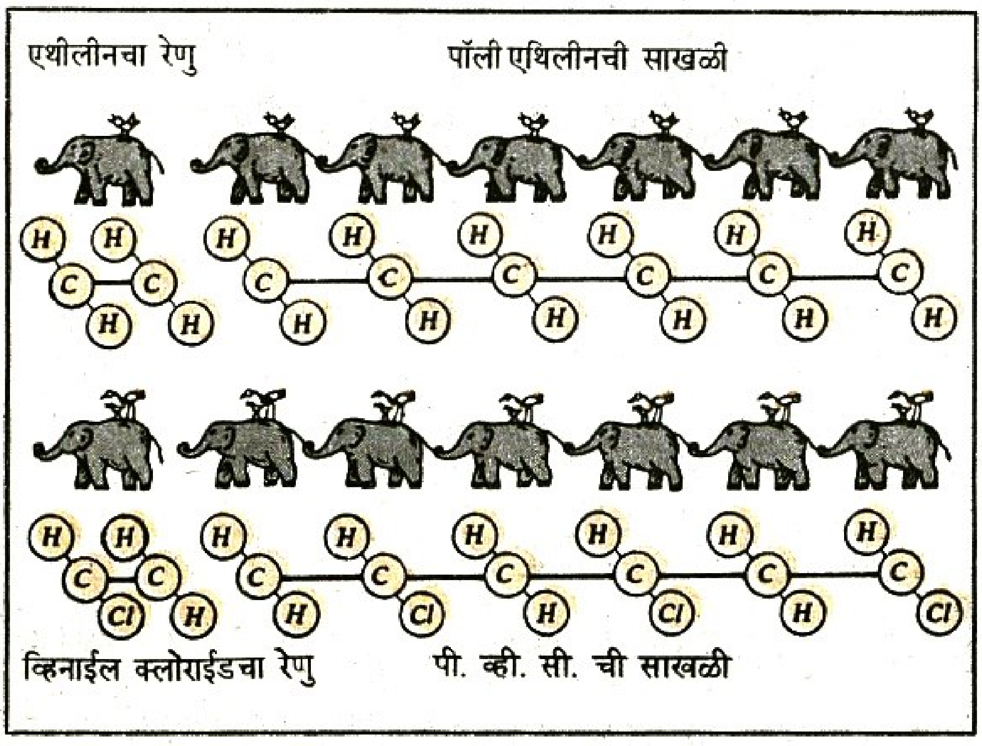
अनुक्रमणिका

या साखळीतल्या मण्यांना म्हणजे छोट्याछोट्या भागांना मोनोमर्स म्हणतात. ‘मोनो’चा अर्थ एक. हे छोटे भाग म्हणजे पॉलीमरच्या साखळीतली एक कडी असं म्हणता येईल. ही कडी म्हणजे प्रत्यक्षात एक कार्बनी रेणू असतो. कार्बनच्या दोन किंवा अधिक अणूंचा कणा आणि त्या अणूंना चिकटलेले हायड्रोजन, क्लोरिन, सल्फरचे अणू, असं त्याचं स्वरूप असतं. कुठल्याही पॉलीमरच्या साखळीतल्या छोट्या कड्या म्हणजे मोनोमर्स. ह्या कड्या एकासारख्या एक असतात. दोन वेगवेगळ्या पॉलीमर्सच्या कड्या अर्थातच वेगवेगळ्या असतात.

कार्बनच्या अणूंचे एक खास वैशिष्ठ्य असतं. ते म्हणजे एकाला एक चिकटून ते त्यांची एक लांबलचक साखळी बनवू शकतात. सिलीकॉनचा अपवाद सोडला तर दुसऱ्या कुठल्याही मूलद्रव्यांच्या अशा साखळ्या बनू शकत नाहीत. त्या दृष्टीनं ही साखळी कार्बनची बनवायची क्षमता ‘एकमेवाद्वितीय’ म्हणावी लागेल.

पॉलीमरची साखळी कशी असते ते समजून घ्यायला आपण एक उदाहरण घेऊ या. समजा हत्तींची एक लांबलचक रांग आहे. प्रत्येक हत्तीनं पुढच्या हत्तीची शेपटी आपल्या सोंडेत पकडली आहे. रांगेतल्या प्रत्येक हत्तीच्या पाठीवर चिमणी, कावळे असे पक्षी बसलेले आहेत. पॉलीमरच्या साखळीमधले हत्ती म्हणजे कार्बनचे अणू आणि त्यांच्या पाठीवरचे पक्षी म्हणजे हायड्रोजन सारखे इतर अणू. प्रत्येक हत्ती त्याच्या पाठीवर पक्षासकट,हा मोनोमर म्हणता येईल. आणि हत्तींची ही रांग म्हणजे पॉलीमर.

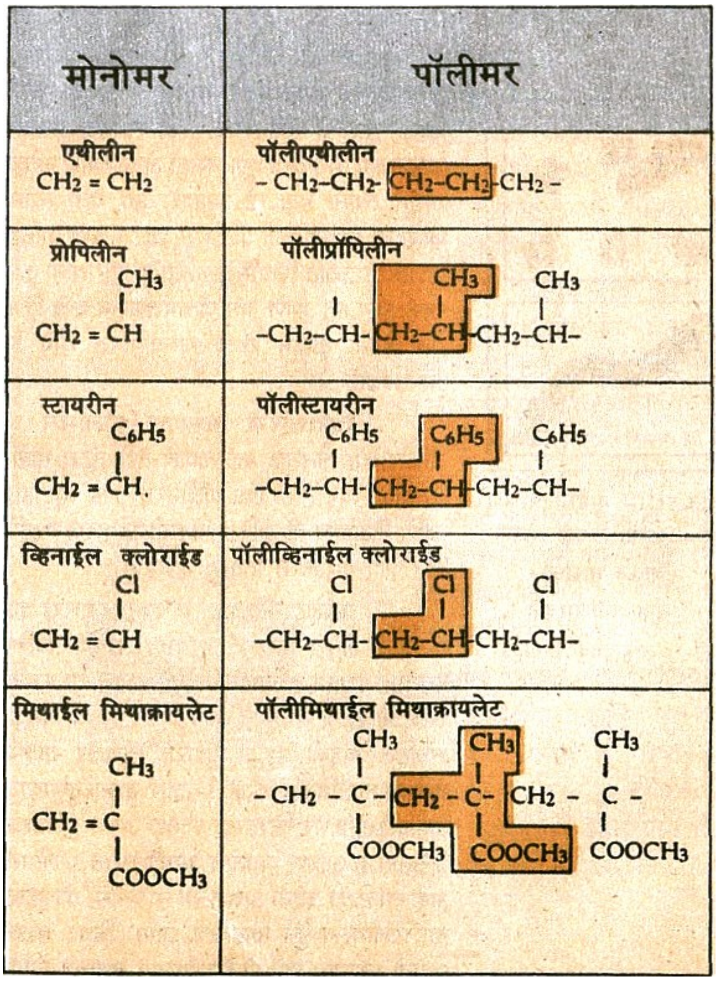
शास्त्रीय भाषेत सांगायचं तर पुन्हा पुन्हा ओळीनं येणाऱ्या, एकासारख्या एक, छोट्या भागांचा बनलेला लांबलचक रेणू म्हणजे पॉलीमर.



बहुतेक सर्व प्लास्टीक्सचा गाभा कार्बनच्या अणूंचा बनलेला असतो.

अनुक्रमणिका

शेजारी दिलेल्या तक्त्यात नेहमीच्या वापरातले काही पॉलीमर्स आणि ते ज्या छोट्या भागांचे बनलेले आहेत ते मोनोमर्स दाखवलेले आहेत.



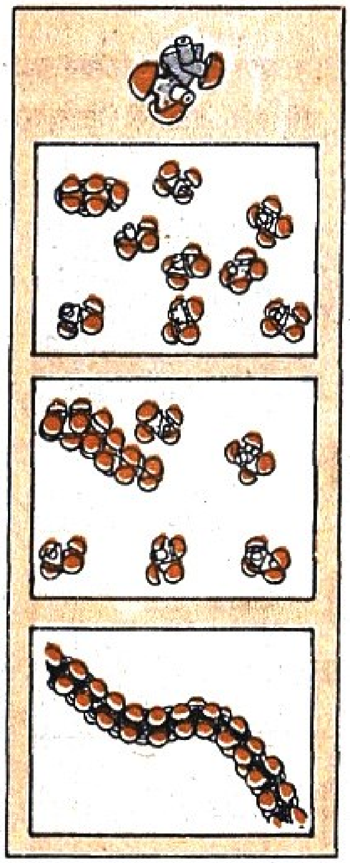
काही महत्वाची प्लॅस्टिक्स आणि त्यांचे मोनोमर यांचे रासायनिक सूत्र

कृत्रिम रबर आणि मानवनिर्मित धागे :

सगळी प्लॅस्टिक्स ही मूलतः पॉलीमर्सच असतात पण सगळे पॉलीमर्स काही प्लॅस्टिक नसतात. म्हणजे सगळ्या पॉलीमर्सकडं काही प्लॅस्टिक असायचा-आकारक्षम असायचा गूण नसतो. जे पॉलीमर्स साच्यात घालून त्यांना हवा तो आकार देता येतो त्यांनाच प्लॅस्टिक म्हणतात. जे पॉलीमर्स रबरासारखे वाकतात म्हणजे ज्यांच्यात स्थितीस्थापकत्व असतं त्यांना कृत्रिम रबर्स म्हणतात आणि ज्या पॉलीमर्सपासून वस्त्र विणता येतं त्यांना कृत्रिम किंवा मानवनिर्मित धागे असं संबोधण्यात येतं.

रबरासारखे असणारे पॉलीमर्स मूळ आकाराच्या तीनचार पट ताणले तरी तुटत नाहीत. नैसर्गिक रबर हाही एक पॉलीमरच आहे. ब्युटाडाईन आणि निओप्रीन ही कृत्रिम रबराची उदाहरणे. नैसर्गिक रबरापेक्षा ही जास्त टिकावू असतात.

अनुक्रमणिका



सर्वात वर – एथीलीनचा रेणु
मध्ये – कड्याला कडे जोडले जाऊन साखळी बनण्याची सुरवात
खाली – लांबलचक साखळी

याउलट नायलॉन, पॉलीइस्टरसारखे काही पॉलीमर्स जास्त बळकट असतात. त्यांच्या विशिष्ठ रचनेमुळं त्यांना बळकटी आलेली असते. या रचनेला स्फटिकी रचना म्हणतात. स्फटिकामधे अणूंची लयबद्ध, सुघटित मांडणी असते. बँडच्या तालावर कवायत करणाऱ्या सैनिकांसारखी! हजार बाजारबुणग्यांच्या जमावापेक्षा शंभर शिस्तबद्ध सैनिक जास्त प्रभावशाली असतात हे आपण पहातोच. अगदी तसंच पॉलीमर्सचं आहे. स्फटिकी रचना असलेल्या नायलॉन, पॉलीइस्टर ह्या पॉलीमर्सपासून काढलेला धागा, चिवट बळकट असतो. म्हणूनच त्या पॉलीमर्सपासून वस्त्रांची निर्मिती होते.

अनुक्रमणिका

२) हजार पाकक्रिया

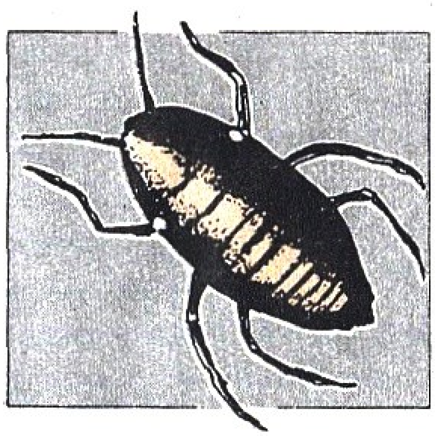
प्लॅस्टिकचा वापर आपल्या आयुष्यात जरी अगदी अलीकडं सुरू झाला असला तरी नैसर्गिक तऱ्हेनं निर्माण झालेली प्लॅस्टिक्स मात्र माणूस हजार वर्ष वापरत आहे. इतिहासपूर्व काळात माणूस चिनी मातीची भांडी वापरत असल्याचं अनेक ठिकाणी केलेल्या उत्खलनात दिसून आलं आहे.चिनी माती किंवा चिकणमातीमधे दिलेला आकार टिकवून धरायचा गुणधर्म असतो. म्हणजेच ती 'प्लॅस्टिक' असते. पुरातनकाळापासून माणूस या गुणधर्माचा उपयोग भांडी, विटा इत्यादी बनवायला करत आला आहे. हाच गुणधर्म डांबरामधेही असतो. इजिप्तमधल्या लोकांना हजारो वर्षापासून डांबर माहित होतं. डांबरही दिलेल्या आकारात तसंच राहतं; म्हणजेच प्लॅस्टिक असतं.

मातीचा गोळा आकारक्षम असतो. त्याला दिलेला आकार कायम राहतो. म्हणून मडकी बनवता येतात

अनुक्रमणिका

लाखेचा उपयोग भारतीयांना वैदिक काळापासून ठाऊक आहे. 'लाखेचे किडे' म्हणून ओळखले जाणाऱ्या किड्यांच्या बाह्यकवचापासून लाख बनवली जाते. खरं तर लाख हा शब्द संख्यावाचक आहे. एका विशिष्ठ प्रकारच्या झाडावर हे किडे लाखांच्या संख्येनी सापडतात. म्हणून त्यांना लाख असं नाव पडलं. लाखेचा उपयोग मुद्रा उठवण्याकरिता होत असे. त्यापासून दागिन्यांच्या पेट्यासुद्धा घडवल्या जात असत.

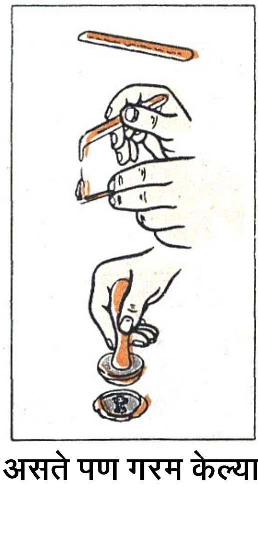
ॲम्बर नावाचा एक पिवळसर पदार्थ असतो. कोट्यावधी वर्षापूर्वी जमिनीमध्ये गाडल्या गेलेल्या झाडांच्यापासून तो तयार होतो. सॉक्रटिसच्या काळापासून ग्रीक लोकांना ॲम्बर माहित आहे. 'प्लॅस्टिक' असण्याचा गुणधर्म असल्यामुळं ॲम्बरपासूनही वस्तू बनवता येतात.



लाखेचा किडा

ॲम्बरपासून बनवलेले लॉकेट

डांबर, लाख, ॲम्बर ही नैसर्गिक प्लॅस्टिक आजतागायत वापरात आहेत. आपल्या पूर्वजांनी ती अनेकविध कामासाठी वापरली. आज त्यांचा उपयोग अर्थातच फार कमी प्रमाणात होतो. नैसर्गिक स्वरुपात उपलब्ध असलेल्या प्लॅस्टिक्सपेक्षा जास्त टिकावू, जास्त आकर्षक गुणधर्म असलेली प्लॅस्टिक आज कृत्रिमपणे तयार करता येतात. तीही बहुधा कमी खर्चात! मग कोण उगाच नैसर्गिक प्लॅस्टिकच्या मागं लागेल?



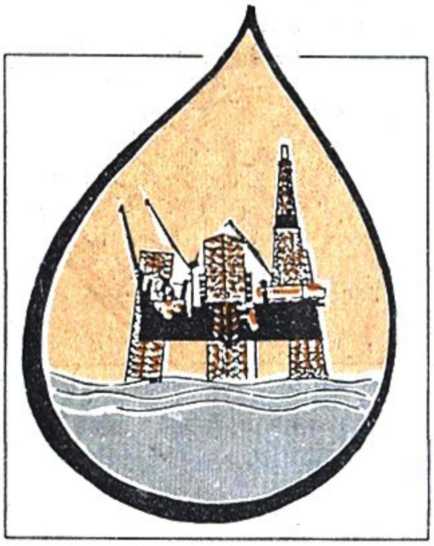
लाख कडक असते पण गरम केल्यावर मऊ होते.

अनुक्रमणिका

कृत्रिम प्लॅस्टिक्स :

आजकाल जी प्लॅस्टिक्स आपण वापरतो त्यासाठी लागणारा कच्चा माल म्हणजे अशुद्ध तेल आणि नैसर्गिक वायू.

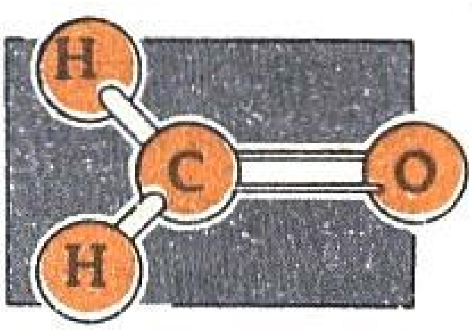
अशुद्ध तेल म्हणजे क्रूड ऑईल. हे जमिनीतून काढले जाते. त्यामुळे त्याला ‘खनिज तेल’ असंही म्हणतात. कोट्यावधी वर्षापूर्वी समुद्रात आणि जमिनीवर भूपृष्ठाखाली गाडल्या गेलेल्या प्राण्यांपासून हे तेल तयार झाले. भारतामध्ये प्रामुख्याने आसाममध्ये हे तेल सापडते. गेल्या वीसपंचवीस वर्षात समुद्राच्या तळातूनही हे तेल मिळवले जाते. भारताच्या किनारपट्टीजवळ अनेक ठिकाणी ह्या तेलाचे साठे सापडलेले आहेत.



खनिज तेल समुद्राच्या तळातूनही काढले जाते.

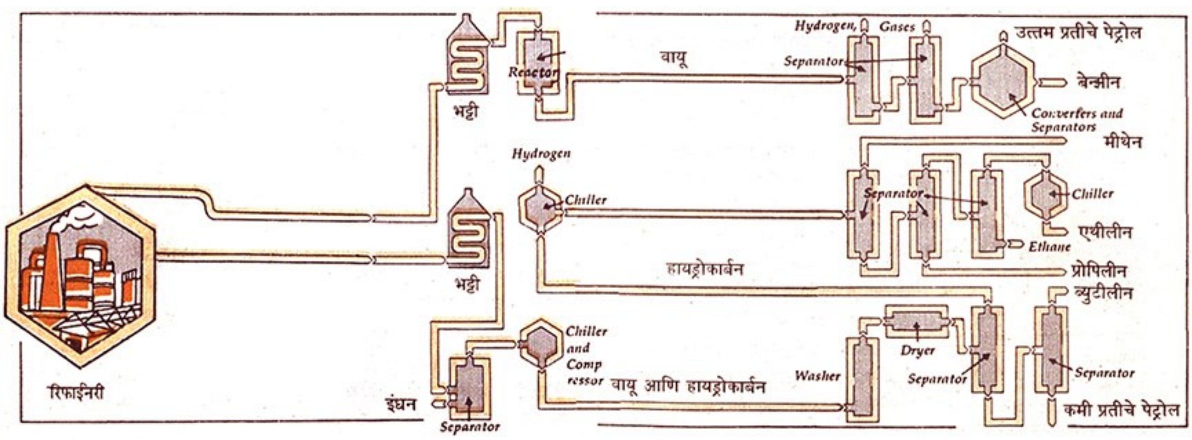
हे अशुद्ध तेल हायड्रोकार्बनचे बनलेले असते. हायड्रोकार्बन म्हणजे हायड्रोजन आणि कार्बनचे संयुग प्रचंड दाबाखाली उच्च तापमानाला हे तेल शुद्ध केले जाते. त्यापासून वेगवेगळ्या गुणधर्माचे भाग निराळे केले जातात. मग त्यापासून केरोसिन, विमानाला लागणारे इंधन, वंगणासाठी वापरले जाणारे तेल, डिझेल, पेट्रोल, स्वयंपाकासाठी लागणारा वायू हे सर्व पदार्थ बनवले जातात. असाच एक भाग नॅफ्था म्हणून ओळखला जातो. हा पदार्थ सामान्य तपमानाला द्रवरुप असतो. त्याची चटकन वाफ होते आणि ती ज्वलनशील आहे म्हणून नॅफ्था हाताळताना कमालीची काळजी घ्यावी लागते. पुष्कळ अंशी पेट्रोलसारखे गुणधर्म असलेला हा नॅफ्था हा बहुतेक सर्व प्लॅस्टिक्सचा मूळपुरुष. अप्रत्यक्षपणे नॅफ्थापासूनच सर्व महत्त्वाच्या प्लॅस्टिक्सचा कच्चा माल बनवतात.

अनुक्रमणिका



फॉर्मअल्डीहाईडचा रेणु

नॅफ्था जेव्हा शुद्धीकरण कारखान्यात संप्रेरकाच्या सानिध्यात तापवला जातो तेव्हा त्यापासून एथीलीन, प्रोपीलीन यासारखे वायू मिळतात. त्यांच्यापासून पॉलीएथीलीन, पी. व्ही. सी. आणि पॉलीप्रॉपीलीन ही तीन सर्वात महत्त्वाची प्लॅस्टिक्स बनवली जातात.



खनिज तेलाचे विघटन करून त्यापासून वेगवेगळे पदार्थ मिळवतात.

नैसर्गिक वायू हाही जमिनीच्या पोटातून बाहेर पडतो. समुद्रातून जे अशुद्ध तेल काढण्यात येते त्याच्याबरोबरही तो बाहेर पडतो. या नैसर्गिक वायूच्या अनेक उपयोगाबरोबरच एक महत्त्वाचा उपयोग म्हणजे प्लॅस्टिकसाठी लागणाऱ्या कच्च्या मालाची निर्मिती. या नैसर्गिक वायूपासून मिथेनॉल नावाचा स्पिरीटसारखा ज्वालाग्राही पदार्थ बनतो. अनेक प्रकारची प्लॅस्टिक्स बनवण्यासाठी तो उपयोगी पडतो. थोडक्यात सांगायचं तर आज आपण वापरत असलेल्या बहुतेक सर्व प्लॅस्टिक्स आणि पॉलिमर्सची निर्मिती खनिज तेल आणि तेलजन्य पदार्थांपासून होते.

पॉलीमरायझेशनची क्रिया :

पॉलीमरायझेशन म्हणजे मोनोमरची साखळी बनण्याची क्रिया काही मोनोमर्स चटकन एकमेकाला चिकटतात व त्यांची साखळी बनते. तर काही मोनोमर्स फार हट्टी असतात. दुसऱ्याशी जुळवून घ्यायची त्यांची मुळीच तयारी नसते. मग साखळी बनवण्यासाठी त्यांच्यावर काही प्रक्रिया कराव्या लागतात. काही

अनुक्रमणिका

विशिष्ट पदार्थ वापरून त्या मोनोमर्सच्या टोकाला अणूंची अशी खास रचना केली जाते की त्यांची साखळी बनू शकेल. सामोसे बनवतांना त्यांची कड एकमेकाला चिकटावी म्हणून कणीक लावली जाते त्यातलाच प्रकार!

पॉलीमरायझेशन

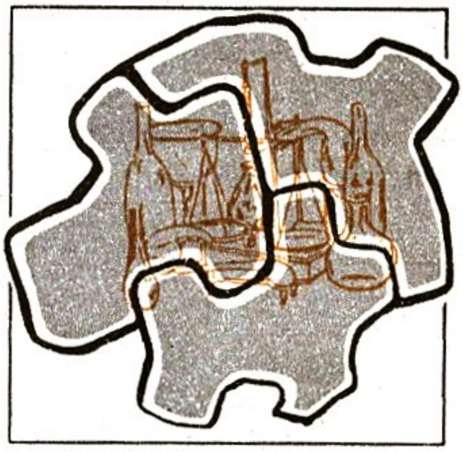
१) द्रवरूप मोनोमर

२) द्रवरूप मोनोमरमध्ये कॅटालीस्ट टाकून ढवळल्यावर त्यांची क्रिया होऊन पॉलीमरायझेशन झाले.

३) तयार झालेले पॉलीमरायझेशन हे घनरूपात आहे व बाटली फोडली तरी ते बाहेर पडत नाही.

पॉलीमरायझेशनची प्रक्रिया योग्य प्रकारे घडवून आणणं ही एक कलाच आहे. या पॉलीमर्सच्या साखळ्या पुरेशा लांब तर झाल्याच पाहिजेत पण एका साखळीची लांबी जास्त, एकाची कमी असं होऊनही चालणार पाहिजे. प्रक्रियेसाठी वापरला जाणाऱ्या संप्रेरकाचं प्रमाण, तापमान, दाब सगळं काही कौशल्यानं नियंत्रित केलं तरच योग्य ते गुणधर्म असलेला पॉलीमर तयार होतो.

अनुक्रमणिका



मोनोमर एकमेकांत व्यवस्थित अडकू शकतात आणि त्यांचा मोठा पॉलिमर बनतो तुकडे तुकडे जोडून गोधडी बनवावी तसे.

पॉलीमरायझेशनची प्रक्रिया तीनचार वेगवेगळ्या प्रकाराने केली जाते. बहुतेक वेळा एका मोनोमरच्या टोकाला असलेल्या अणूंच्या गटांची दुसऱ्या मोनोमरच्या टोकाला असलेल्या अणूंच्या गटाशी झकास जुळणी होऊ शकते. उदाहरणार्थ एका मोनोमरच्या टोकाला NH_2 असला आणि दुसऱ्या मोनोमरच्या टोकाला NCO असला तर यांचा सांधा जुळू शकतो. असे एकमेकाशी साधा जुळवणारे दुसरे काही गट म्हणजे OH आणि COOH, किंवा NH_2 आणि COOH.

उदाहरणार्थ, ॲडिपिक आम्लाची एथीलीन, ग्लायकॉलशी होणारी क्रिया आपण बघू या. ॲडिपिक आम्लाच्या दोन्ही टोकाला COOH चे गट असतात. त्याचं रासायनिक सूत्र असं आहे :

$$HOOC-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$$

एथिलीन ग्लायकॉलच्या टोकांना OH चे गट असतात. त्याचं सूत्र आहे:

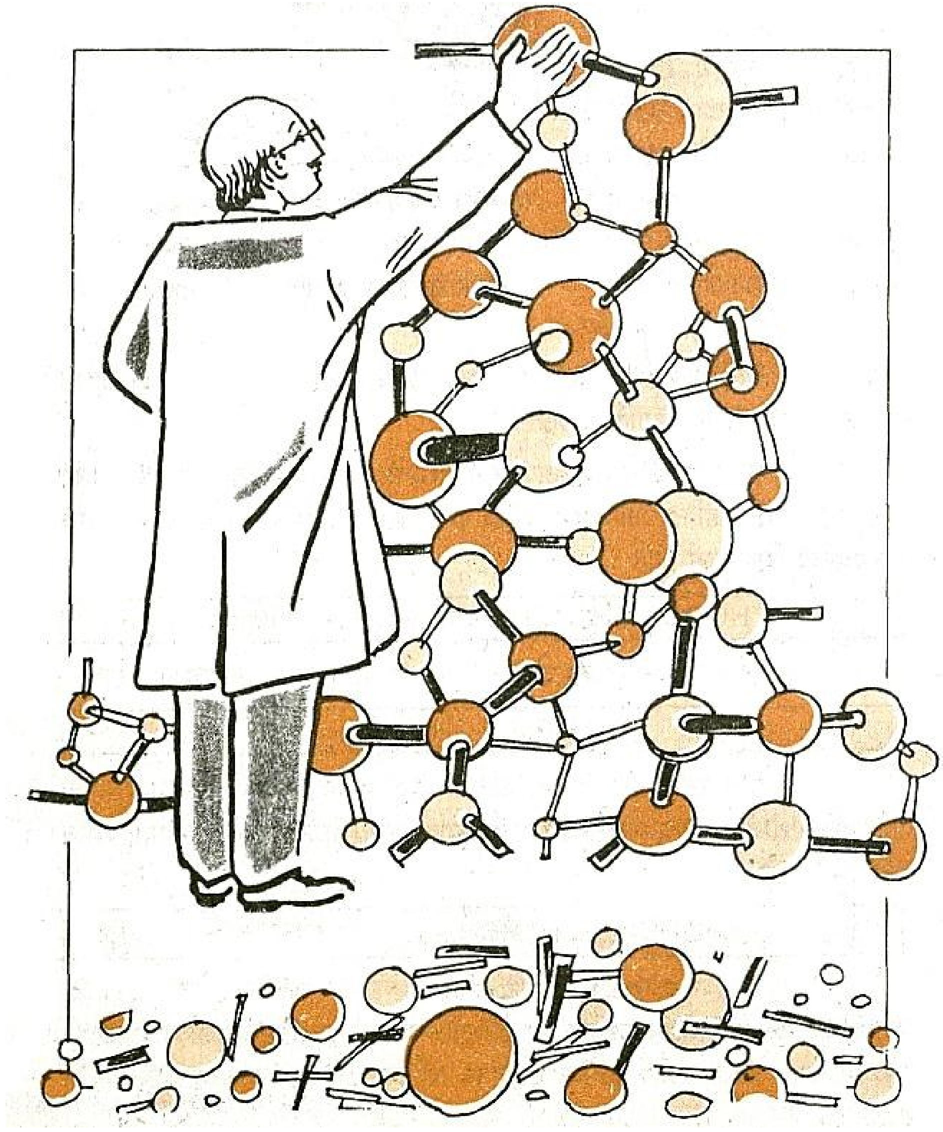
$$HO-CH_2-CH_2-OH$$

OH चे गट COOH शी जुळणी करू शकतात. म्हणून मग ॲडिपिक ॲसिडची एथीलीन ग्लायकॉलशी क्रिया झाल्यावर एक मोठा रेणू तयार होतो. त्याचं सूत्र असं आहे :

$$HOOC-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-COO-CH_2-CH_2-OH$$

या रेणूच्या डाव्या टोकाला COOH चा गट तर उजव्या टोकाला OH चा गट असल्याचं दिसेल. म्हणून मग हा एथिलीन ग्लायकॉल त्याच्या डाव्या टोकाशी प्रक्रिया करू शकेल आणि उजव्या टोकावर ॲडिपिक ॲसिडची क्रिया होऊ शकेल.त्यामुळं तयार होणारा रेणू या रेणूच्या दुप्पट आकाराचा असेल आणि त्याच्या डाव्या टोकाला OH गट व उजव्या टोकाला COOH गट असेल. त्यामुळे दोन्ही टोकाला पुन्हा ॲसिड व ग्लायकॉल चिकटू शकेल. अशारीतीने ही प्रक्रिया चालूच राहील आणि लांबलचक साखळी तयार होईल. ही ती पॉलीमरायझेशनची प्रक्रिया.

अनुक्रमणिका



आजचा रसायनशास्त्रज्ञ हा रेणुंची जोडणी करणारा वास्तुशास्त्रज्ञच म्हणायला हवा.

ही प्रक्रिया नेमकी कशी होते त्यावरून पॉलीमरायझेशनचे वेगवेगळ्या प्रकारांत वर्गीकरण केले आहे. ॲडिशन पॉलीमरायझेशन, कन्डेन्सेशन पॉलीमरायझेशन हे दोन प्रकार प्रक्रियेत आणखी एखादा पदार्थ तयार होतो की नाही त्यावर आधारलेले आहेत. म्हणजे असं की एथीलीनचे पुष्कळ रेणू एकत्र चिकटून पॉलीथीनची साखळी तयार होते.

$CH_2 = CH_2 + CH_2 = CH_2 + CH_2 = CH_2 +$ -----
- CH_2- CH_2- CH_2- CH_2- CH_2 ---

या प्रक्रियेत दुसरा कुठलाही पदार्थ तयार झाला नाही, दोन किंवा अधिक रेणूंची फक्त ‘बेरीज’ झाली म्हणून त्याला ॲडिशन पॉलीमरायझेशन म्हटलं जातं. याउलट मगाशी सांगितलेल्या ऑडीपिक आम्लाच्या ग्लायकॉलशी होणाऱ्या प्रक्रियेमध्ये साखळीची प्रत्येक कडी दुसऱ्याशी जोडली जाताना पाण्याचा एक रेणू तयार होतो. अशा प्रक्रियांना कन्डेन्सेशन पॉलीमरायझेशन म्हणतात.

अनुक्रमणिका

पॉलीमरायझेशन प्रक्रियेची वेगवेगळ्या गटात विभागणी करायची आणखीही एक रीत आहे. त्यानुसार ज्या माध्यमामध्ये ही प्रक्रिया होते त्यावरून त्याला नाव दिलं जातं. मोनोमर एखाद्या पदार्थात विरघळून, त्याचं द्रावण बनवून, पॉलीमरायझेशन केलं तर ते सोल्यूशन पॉलीमरायझेशन, एक गठ्ठा माध्यमातलं बल्क पॉलीमरायझेशन इत्यादी.

गेल्या पन्नास वर्षात हजारो प्रकारच्या पॉलीमरायझेशन प्रक्रियांचा अभ्यास झाला आहे. आता शास्त्रज्ञाना पॉलीमरायझेशनची प्रक्रिया नक्की कशी होते, कोणत्या पायऱ्यांनी होतं, त्या प्रक्रियेला उपयोगी पडणारे घटक कोणते, वगैरेची पुरेशी माहिती झालेली आहे. तुम्ही सांगाल ते गुणधर्म असलेला पॉलीमर तयार करून देणं आज शास्त्रज्ञांना शक्य झालंय. वास्तूशास्त्रज्ञ ज्याप्रमाणे दगड, विटा, लाकूड, चुना वगैरे वापरून हव्या त्या आकाराचं, हवं तितकं लांबरुंद, हवं तेवढ उंच घर बांधून देऊ शकतो. त्याचप्रमाणे आज रसायनशास्त्रज्ञ वेगवेगळे मोनोमर्स योग्य प्रमाणात वापरून हव्या त्या प्रकाराचे पॉलीमर तयार करून देऊ शकतो. तुम्ही म्हणालात, आम्हाला काचेसारखा पारदर्शक पोलादापेक्षा मजबूत पॉलीमर हवा. शास्त्रज्ञ म्हणतील, दिला! तुम्ही म्हणालात, आम्हाला पाण्यापेक्षा हलका पण न पेट घेणारा पॉलीमर हवा.शास्त्रज्ञ म्हणतील, दिला! अगदी अल्लाऊद्दिनचा दिवा घेऊन शास्त्रज्ञ आज माणसासमोर हजर आहेत असं म्हटलं तर अतिशयोक्ती होणार नाही. पाकक्रियांच्या एखाद्या पुस्तकात शेकडो पाकक्रिया दिलेल्या असतात, पण आजचे रसायनशास्त्रज्ञ तर हजारो प्रकारचे पॉलीमर्स आपल्या दिमतीला हजर करत आहेत.

अनुक्रमणिका

३) पारंपारिक पाककृती

सुमारे साडेचार अब्ज वर्षापूर्वी जेव्हा पृथ्वीचा जन्म झाला तेव्हा वातावरणात कार्बनडायऑक्साईड, मीथेन, नैट्रोजन यासारख्या वायुंचा भरणा होता. तप्त वातावरणात या वायूंचा महाकल्लोळ चालू होता. आकाशातल्या विजेच्या कडकडात कार्बन, हायड्रोजन, नैट्रोजन सारख्या मूलद्रव्यांच्या एकमेकाशी क्रियाप्रक्रिया होऊन मोठ्या आकाराचे रेणू तयार होत होते. त्यातून कधीतरी अमिनो आम्ले म्हणून ओळखली जाणारी रसायने तयार झाली. त्या आम्लांची साखळी बनून प्रथिने तयार झाली आणि पृथ्वीवरचा पहिला जीव जन्माला आला.

ही प्रथिने आपल्या शरीराचा अविभाज्य भाग आहेत. प्रथिने हाही एक पॉलीमरच आहे. प्रथिने बनवण्यांच काम करणारा, जीवनाचा मूलाधार असलेला, डीऑक्सीरिबो न्यूक्लिक आम्लाचा रेणू हाही एक पॉलीमरच आहे. पॉलीमरचा आणि जीवनाचा अशा रीतीनं अतूट संबंध आहे.

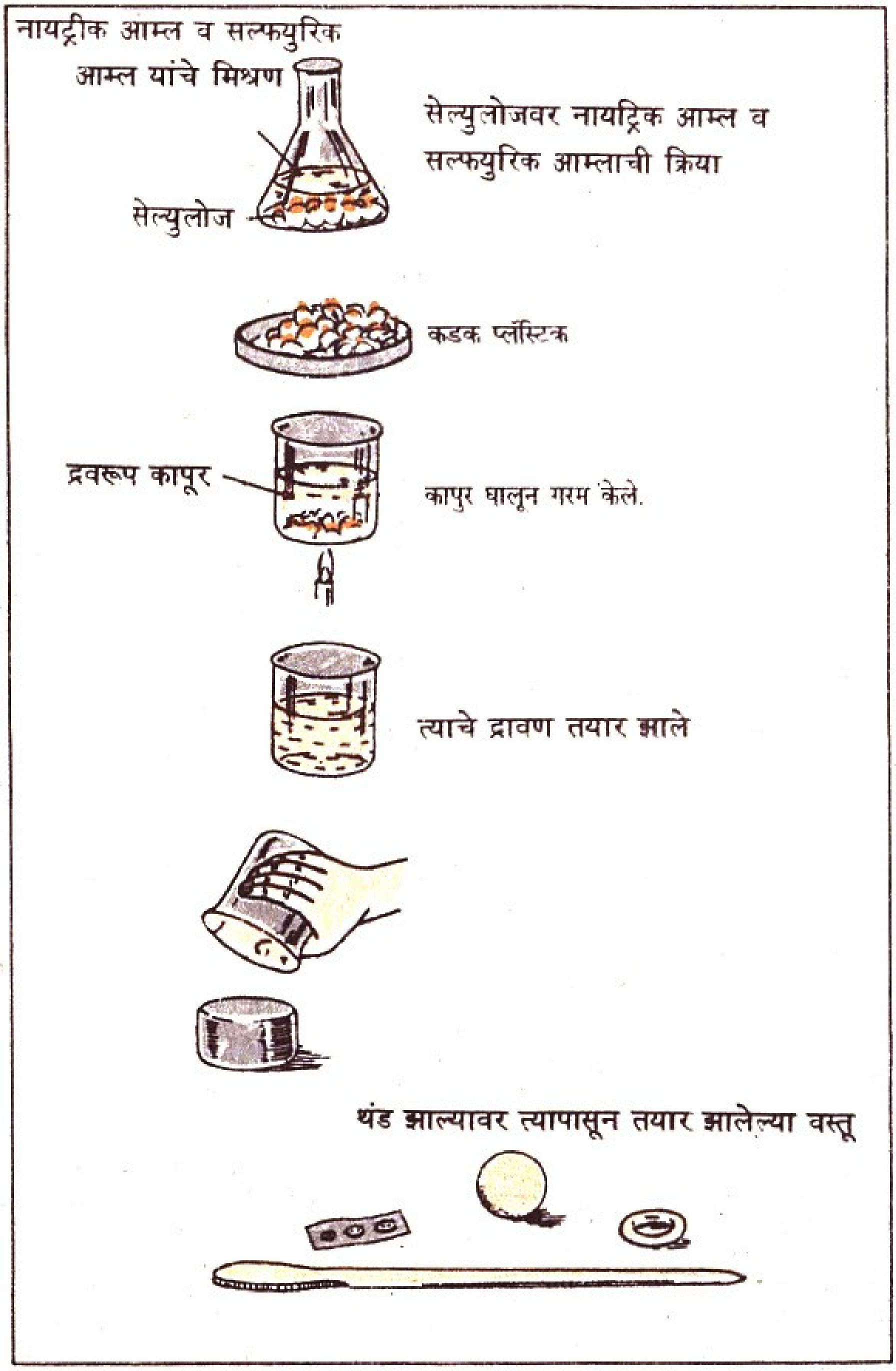
नैसर्गिक पॉलीमरपासून बनलेली प्लॅस्टिक्स :

नैसर्गिक पॉलीमरवर क्रिया घडवून आणून पहिला कृत्रिम पॉलीमर एकोणिसाव्या शतकात तयार करण्यात आला. त्याची निर्मिती काहीशी योगायोगानेच झाली. फ्रेडरिक शॉनबेन नावाचा एक शास्त्रज्ञ आपल्या प्रयोगशाळेत काही प्रयोग करत होता. सल्फ्युरिक आम्ल आणि नायट्रिक आम्ल यांच्या मिश्रणानं भरलेलं एक भांडे त्यांच्या हातातून खाली पडलं आणि आतला द्रव जमिनीवर पडला. हातात एक फडकं घेऊन त्यानं तो पुसून घेतला. कापड हे सल्यूलोजचं बनलेलं असतं. त्यावर ह्या द्रवाची क्रिया होऊन नायट्रोसेल्यूलोज नावाचा एक ज्वलनशील पदार्थ तयार झाला. हे जगातलं पहिलं कृत्रिम प्लॅस्टिक.

पहिल्या कृत्रिम प्लॅस्टिकचा शोध अगदी अपघाताने लागला

वनस्पतीसृष्टीमध्ये मुबलक प्रमाणात असणारं सेल्यूलोज हाही एक पॉलीमरच आहे. आजाऱ्यांना ग्लूकोज नावाची जी साखर देतात त्या ग्लूकोजची साखळी बनून सेल्यूलोज तयार होतं. ह्या सेल्यूलोजवर नायट्रिक आम्लाची क्रिया करून तयार केलेल्या नायट्रोसेल्युलोजच्या निर्मितीमुळं आपण प्लॅस्टिकच्या युगात प्रवेश केला. ॲलेक्झॅन्डर पार्कस या इंग्रज शास्त्रज्ञानं नायट्रोसेल्युलोज मोठ्या प्रमाणावर कसं तयार करायचं, त्यापासून वस्तू कशा तयार करायच्या यावर खूप संशोधन केलं. त्यानं बनवलेल्या वस्तूंनी १८६० साली पॅरिसमध्ये भरलेल्या प्रदर्शनात अनेक बक्षिसे मिळवली. या नव्या पदार्थाला त्याच्या नावावरून ‘पार्केसाईन’ असं नांव पडलं.

अनुक्रमणिका

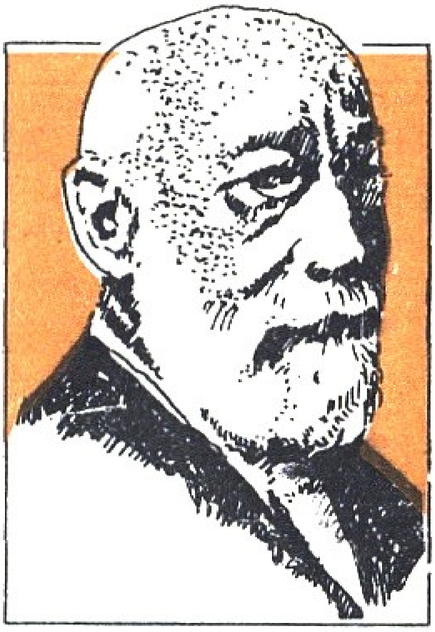


पार्कसने शोधून काढलेली पद्धत

नायट्रोसेल्यूलोज वस्तू बनवण्यासाठी अनेक दृष्टीनं गैरसोयीचं होतं. एकतर त्यापासून बनवलेल्या वस्तू काळपट असत. दुसरं म्हणजे ते फार कडकडीत असे. त्याच्यापासून बनवलेल्या वस्तू लगेच मोडत.१८६९ मध्ये जॉन वेस्ली हायेट आणि त्याचा भाऊ या दोन अमेरिकन शास्त्रज्ञांनी नायट्रोसेल्युलोजमध्ये कापूर घातला असता ते मऊ होतं, त्याला आकार देणं सोयीचं पडत असा महत्त्वाचा शोध लावला. त्यामध्ये घालायच्या पदार्थांचे प्रमाण, तयार करताना द्यावयाचा दाब आणि तापमान ह्यावर बरेच प्रयोग करून त्याचीच सुधारित आवृत्ती 'सेल्यूलाईड' म्हणून बाजारात आणली. हा पदार्थ हस्तिदंतासारखा दिसत असे. त्यात काही वेगळे पदार्थ मिसळून व ते बनवताना काही खुबी वापरून ते कासवाच्या पाठीसारखं दिसेल अशी कारागिरीही करता येत असे. बहुधा यामुळेच सुरवाती सुरवातीला

अनुक्रमणिका

आपल्याकडे आलेल्या प्लॅस्टिकच्या वस्तूंना ‘कचकडे’ असं नाव मिळालं असावं. कचकडं हा ‘कच्छकडं’चा अपभ्रंश असावा. ‘कच्छ’ म्हणजे कासव आणि ‘कडं’ म्हणजे पाठीवरचा खवला!

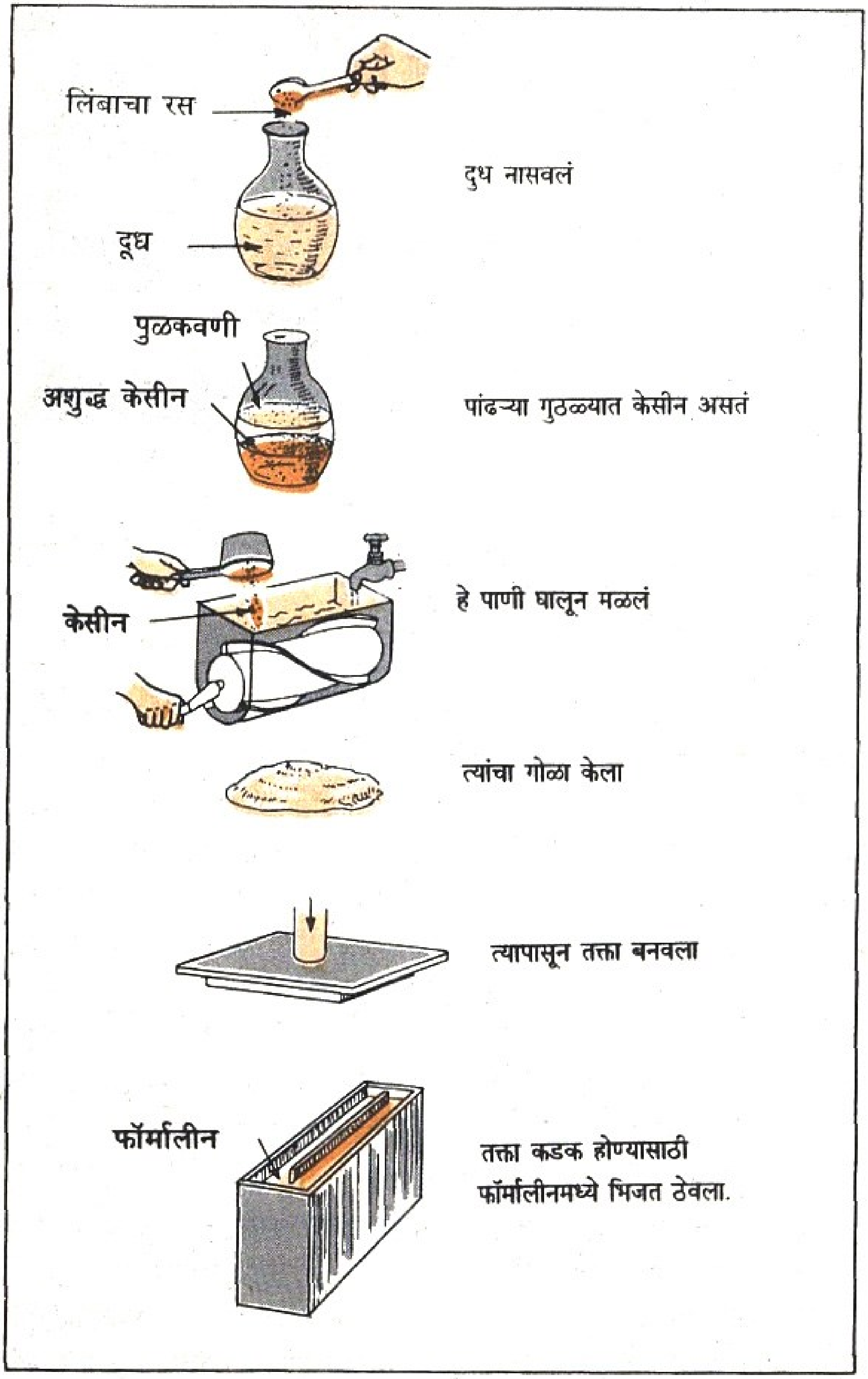


जॉन हायेट

याच सुमारास जर्मन शास्त्रज्ञांनी दुधापासून प्लॅस्टिक बनवायची पद्धत शोधून काढली होती. क्रिशे आणि स्पिटलर यांना असं दिसून आलं की दुधामध्ये जो केसीन नावाचा पदार्थ असतो तो वेगळा करून त्यापासून वस्तू बनवता येतात. ह्या केसीनच्या वस्तू फॉर्मअल्डिहाईड नावाच्या रसायनात बुडवून ठेवल्या असता कडक बनतात असं आढळून आलं. प्रयोगशाळेत मेलेल्या प्राण्यांची शरीरं साठवून ठेवण्यासाठी जो फॉर्मलिन म्हणून द्रव वापरतात तोच हा फॉर्मअल्डिहाईड नावाचा पदार्थ. पिवळसर रंगाच्या ह्या द्रवात तरंगत असलेले साप, कोळी, विंचू यासारखे प्राणी तुम्ही कदाचित प्रदर्शनात पाहिले असतील. केसीनपासून प्लॅस्टिक बनवण्याच्या ह्या पद्धतीतली मोठी अडचण म्हणजे ह्या वस्तू कडक व्हायला कित्येक आठवडे लागायचे.

दुसरीही एक अडचण होती. सेल्यूलोज नायट्रेट स्फोटक असतं, ते वापरताना अपघात होण्याचा धोका असतो. म्हणून नायट्रिक आम्लाऐवजी ॲसिटिक आम्ल वापरून प्लॅस्टिक बनवण्याची पद्धत शोधून काढण्यात आली. पण सेल्यूलोज नायट्रेट इतकं नसलं तरी सेल्यूलोज ॲसिटेट हेही ज्वालाग्राही असतं. पहिल्या महायुद्धाच्या काळात विमानांच्या पंखासाठी ह्या प्लॅस्टिकचा थर दिलेलं कापड वापरण्यात येत असे. पण शत्रूच्या बंदुकीच्या गोळ्या लागल्यावर ते पेट घेई आणि सगळ्या विमानाचीच एक शवपेटिका बने. अशा विमानांना ‘उडत्या शवपेटिका’ असं सार्थ नाव मिळालं होतं ते ह्याच कारणानं!

अनुक्रमणिका

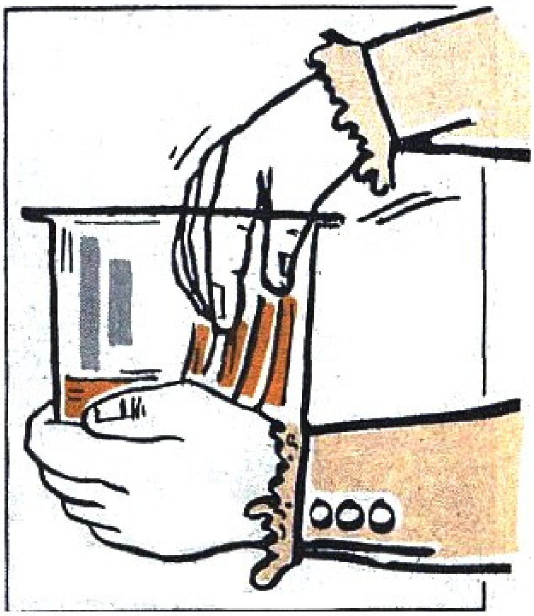


केसीनपासून वस्तू बनविण्याची पद्धत

अनुक्रमणिका

कृत्रिम प्लॅस्टिक्स :

गेल्या शतकाच्या शेवटी शेवटी फिनॉल नावाच्या पदार्थावर प्रयोग करणाऱ्या शास्त्रज्ञांना एक प्रश्न सतावत असे. फिनॉल म्हणजेच कार्बालिक आम्ल.

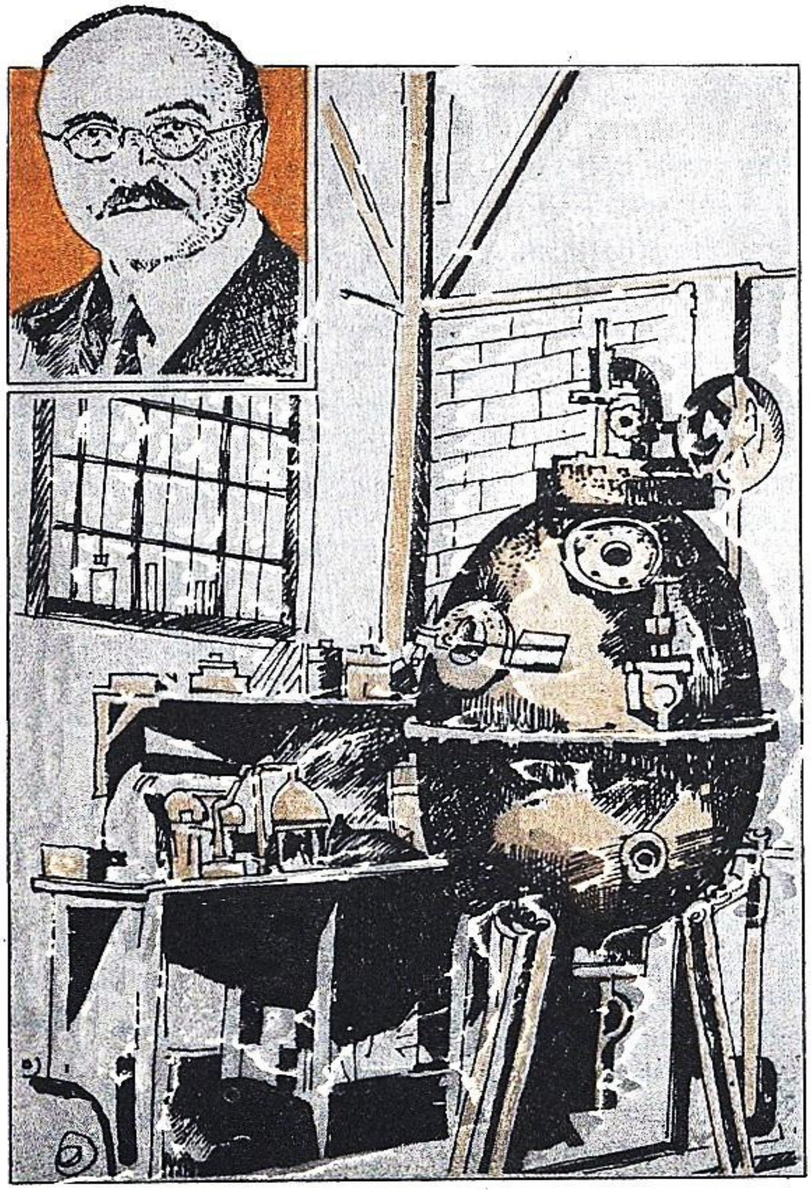


प्रयोगशाळेतल्या काचपात्रांना चिकटून बसणारा हा पदार्थ म्हणजे खरं तर प्लॅस्टिक होय.

लाईफबॉय साबणात हे जंतुनाशक म्हणून वापरतात. ह्या रसायनात फॉर्मअल्डिहाईड मिसळून ते गरम केलं की एक घट्ट, चिकट पदार्थ तयार व्हायचा. बोटांना, ज्या भांड्यात गरम केलं असेल त्याला, चिकटून बसायचा. निघता निघत नसे. लिओ हेन्ड्रिक बेकलॅन्ड नावाच्या एका अतिशय हुशार शास्त्रज्ञाच्या लक्षात आलं की, ही मुळी समस्या नाहीच आहे. उलट त्या काळात मानवजातीसमोर उभ्या असलेल्या एका समस्येचं खरं तर ते उत्तर आहे. जो हवामानाला दाद न देणाऱ्या पण तरी जो कोरता येईल, ज्याला आकार देता येतील अशा पदार्थाच्या शोधात तेव्हा जग होतं. फिनॉल आणि फॉर्मअल्डिहाईड पासून जो चिकट पदार्थ तयार होत असे ते एक नवीन प्रकारचं प्लॅस्टिक होतं. फिनॉल फॉर्मअल्डिहाईड ह्याच नावानं प्रसिद्ध झालेल्या या नवीन प्लॅस्टिकने जगाचीही गरज पूर्ण केली.

अनेक प्रयोग करून बेकलॅन्डने फिनॉलफॉर्मअल्डिहाईड चूर्णाच्या रूपात बनवायची पद्धत १९०९ मध्ये शोधून काढली. हे चूर्ण साच्यात घालून गरम केले की योग्य त्या आकाराची वस्तू मिळत असे. बेकलॅन्ड प्लॅस्टिकच्या इतिहासातला सर्वश्रेष्ठ संशोधक मानला जातो. खरंतर फिनॉल फॉर्मअल्डिहाईडवर संशोधन करणारा बेकलॅन्ड हा काही एकच शास्त्रज्ञ नव्हता. अनेकांचे संशोधन त्यावर चालू होते. पण बेकलॅन्डने बाजी मारली. स्विनबर्ग या इंग्रज शास्त्रज्ञाची कहाणी तर फारच करूण आहे. त्यांनंही हे प्लॅस्टिक तयार करायची पद्धत विकसित केली होती. पण जेव्हा तो त्याच पेटंट घ्यायला गेला तेव्हा सांगण्यात आलं की आधल्याच दिवशी बेकलॅन्डनं हे पेटंट घेऊन टाकलं आहे. बिचारा आज बेकलॅन्डचं नाव अत्यंत आदरानं घेतलं जातं. किंबहुना ह्या प्लॅस्टिकला बेकेलाईट हे नाव बेकलॅन्डवरूनच दिलं आहे. पण स्विनबर्नचं नावसुद्धा कुणाला माहीत नसतं. फक्त एका दिवसाचा उशीर!

अनुक्रमणिका



बेकलॅन्ड आणि त्याची प्रयोगशाळा

फिनॉल फॉर्मअल्डिहाईड किंवा बेकेलाईट हे पूर्णपणे कृत्रिमरित्या तयार केलं गेलेलं पहिलं प्लॅस्टिक. पहिल्या महायुद्धाच्या काळात जेव्हा नैसर्गिक पदार्थांचा तुटवडा भासू लागला तेव्हा प्लॅस्टिकवरील संशोधनास गती मिळाली. अनेक नव्या प्लॅस्टिक्सचा जन्म झाला. फण्या, रक्षापात्रं, पेन सारख्या सटरफटर वस्तूंपासून ते खुर्च्याटेबलांपर्यंत अनेक वस्तूप्लॅस्टिकपासून बनवायला सुरवात झाली.

जगानं प्लॅस्टिक युगात प्रवेश केला.

अनुक्रमणिका

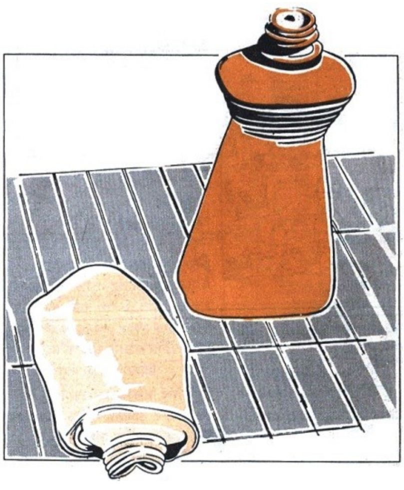
४) शाकाहारी आणि मांसाहारी

आपल्या जेवणाचे जसे दोन मुख्य प्रकार असतात शाकाहारी आणि मांसाहारी, तसेच प्लॅस्टिकचेही दोन प्रमुख प्रकार आहेत. एकाला म्हणतात थर्मोप्लॅस्टिक आणि दुसरा आहे थर्मोसेटस्.

थर्मोप्लॅस्टिक्स हा प्रकार आपण जास्त करून वापरतो. आपल्या रोजच्या वापरात येणाऱ्या प्लॅस्टिकच्या वस्तू, म्हणजे प्लॅस्टिकच्या पिशव्या, पेले, चमचे, बादल्या, टाक्या, ह्या थर्मोप्लॅस्टिक प्रकारच्या प्लॅस्टिक्सपासून बनवलेल्या असतात. या प्रकारच्या प्लॅस्टिकचं वैशिष्ट्य असं की, ते गरम केलं की मऊ होतं, वितळतं पण गार झालं की पुन्हा कठीण बनतं. मेणासारखं ते गरम असताना मऊ आणि गार असताना कडक असतं. म्हणून थर्मोप्लॅस्टिकच्या जुन्या वस्तू वितळवून नव्या वस्तू बनवता येतात.

दुसऱ्या प्रकारचं प्लॅस्टिकसुद्धा आपल्या पाहण्यात आहे. त्यापासून विजेची बटणे, टेलीफोनचे भाग, रेडिओचा बाहेरचा भाग वगैरे वस्तू बनतात. थर्मोप्लॅस्टिकपेक्षा हे जास्त कठीण असतं. थर्मोप्लॅस्टिक जसं वाकू शकतं तसं हे वाकवता येत नाही. मोडेन पण वाकणार नाही असा याचा बाणा असतो म्हणाना! गरम केलं तरी ते मऊ होत नाही, कडकच रहातं, वितळत तर मुळीच नाही याचं नाव आहे थर्मोसेट.

दोन्ही प्रकारची प्लॅस्टिक्स आपापल्या वैशिष्ट्यामुळं आपलं स्थान टिकवून आहेत.



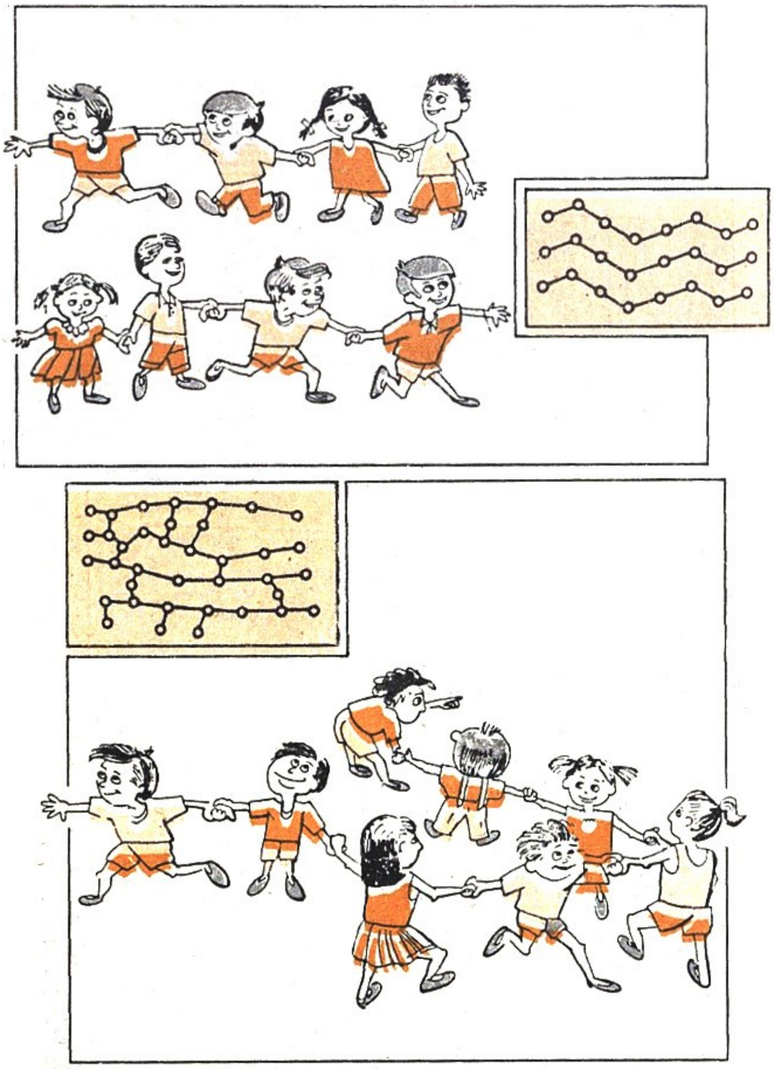
थर्मोप्लॅस्टिकच्या बनवलेल्या वस्तू ओव्हनमधे ठेवल्या तर उष्णतेनं वेड्यावाकड्या होतात पण थर्मोसेटच्या तशाच राहतात.

अनुक्रमणिका

साखळ्यांचा गुंता :

थर्मोप्लॅस्टिक्स आणि थर्मोसेटस् दोन्ही प्लॅस्टिक्स ही कार्बनच्या साखळ्यांपासूनच बनलेली असतात. मग त्यांच्या गुणधर्मात इतका फरक कसा?

ह्या प्रश्नाचं उत्तर शोधण्यासाठी आपल्याला त्या साखळ्या कशा प्रकारानं पसरलेल्या असतात ते बघायला हवं.

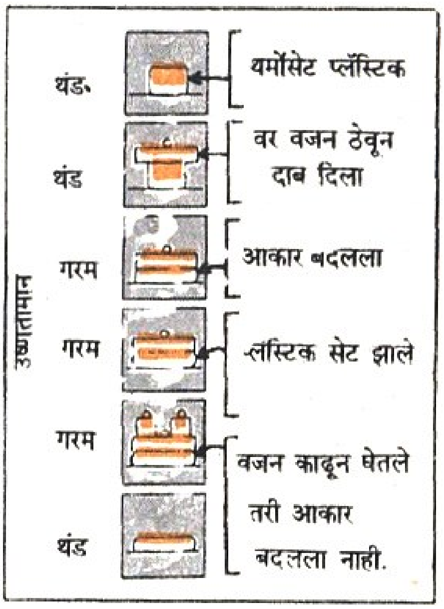


थर्मोप्लॅस्टिकच्या न गुंतलेल्या साखळ्या एकमेकावरून सरकू शकतात. पण थर्मोसेटसचं तसं होऊ शकत नाही.

समजा शंभर मुलं दहादहा मुलांच्या दहा साखळ्या करून मैदानावर उभी आहेत. दुरून पहाताना सगळा गट एकमेकांचा हात धरून उभा आहे असं वाटेल. पण खरं तर त्यांची एकचएक लांबलचक साखळी नाही. दहा स्वतंत्र साखळ्या आहेत. त्यातल्या पाच साखळ्यांना सांगितलं की तुम्ही, उजवीकडं सरका आणि उरलेल्या पाच साखळ्यांना सांगितलं की तुम्ही डावीकडे सरका, तर त्यांना तसं करणं सहज

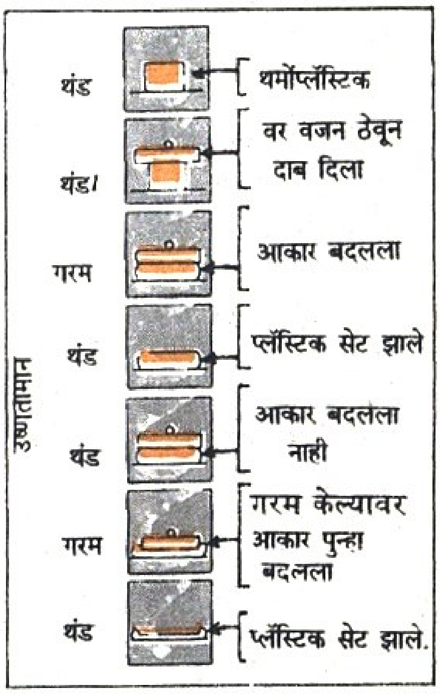
अनुक्रमणिका

शक्य आहे. साखळी न मोडत मुलांचा हा गट जास्त विखरून उभा राहू शकतो. चौरसाकार उभा असलेला गट आयताकृती किंवा गोलाकार करून उभा राहू शकतो. थर्मोप्लॅस्टिक्सच्या बाबतीत बरोबर असच घडतं.



थर्मोसेट प्लॅस्टिकवर उष्णतेचा परिणाम

थर्मोप्लॅस्टिक सुट्यासुट्या साखळ्याचं बनलेलं असतं. जेव्हा ते गरम केलं जातं तेव्हा त्याच्या साखळ्या न मोडता एकमेकावरून सरकू शकतात. म्हणजेच ते मऊ होऊन वाकू शकतं. वेगळा आकार धारण करू शकतं. याचं कारण साखळ्यांचा गुंता झालेला नसतो. थर्मोसेट्स प्लॅस्टिकमध्ये मात्र असा गुंता झालेला असतो.

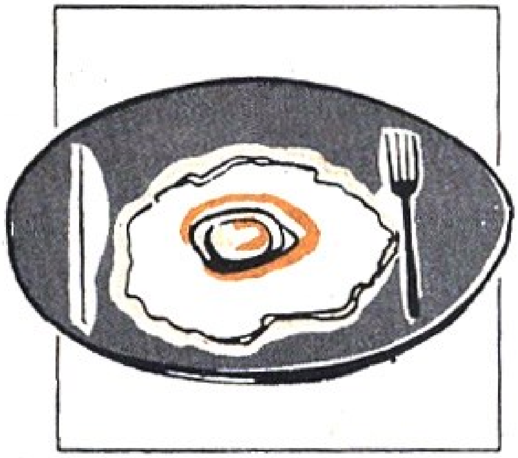


थर्मोप्लॅस्टिकवर उष्णतेचा परिणाम

अनुक्रमणिका

समजा मघासारखीच शंभर मुलं दहादहाच्या दहा साखळ्या करून उभी आहेत. पण या खेपेला प्रत्येक साखळीतल्या काही मुलांनी आपल्या शेजाऱ्याच्या बरोबरच दुसऱ्या साखळीतल्या एखाद्या मुलाचा सुद्धा हात पकडलेला आहे. प्रत्येक साखळीत असा एखादा तरी व्रात्य मुलगा आहे की ज्यानं गुपचूप दुसऱ्या साखळीतल्या एखाद्याशी हातमिळवणी केलीय. आता ह्या गटातल्या निम्म्याजणांना सांगितलं की, उजवीकडं जा, आणि उरलेल्यांना सांगितलं की, डावीकडं जा तर कितीही ओढाताण केली तरी व्रात्य मुलं जोपर्यंत दुसऱ्या साखळीतल्या मुलाचा हात सोडत नाहीत तोपर्यंत हे करणं त्या मुलांना शक्य होणार नाही.

थर्मोसेट्सच्या बाबतीत नेमकं हेच घडतं. कितीही गरम केलं तरी ते वाकू शकत नाही की आकार बदलू शकत नाही. कठीणच रहातं. कारण त्याच्या साखळ्या गुंतलेल्या असतात. त्या एकमेकावरून सरकू शकत नाहीत. आता सहाजिकच असा प्रश्न पडेल की थर्मोसेट्स जर वितळवता येत नाही तर मग मुळात त्यापासून वस्तू बनवतात तरी कशा?



थर्मोसेट अंड्यातल्या बलकासारखे असते. एकदा सेट झाले की नंतर आकार बदलू शकत नाही.

याचं उत्तर सोपं आहे. पहिल्यांदा जेव्हा थर्मोसेटस तयार होतात तेंव्हा त्याच्या साखळ्या एकमेकात गुंतलेल्या नसतात. अजुन गुंता झालेला नसतो. अशा अर्ध्या कच्च्यापॉलीमरला रेझीन म्हणतात. ते चूर्णाच्या किंवा द्रवाच्या स्वरुपात असतं. साच्यात घालून ते गरम करतात. त्यावर दाब देतात. यावेळी मात्र साखळ्यांचा गुंता होतो. व्रात्य मुलं दुसऱ्या साखळीतल्या मुलांचा हात पकडतात याला म्हणतात प्लॅस्टिक सेट होणं. अशी सेट झालेली वस्तू तयार झाली की ती पुन्हा वितळवणं शक्य होत नाही. क्रिकेटमध्ये एकदा का फलंदाज ‘सेट’ झाला की त्याला बाद करणं महाकठीण! अगदी तसंच! असं सेट करण्यासाठी संप्रेरकांचा म्हणजे कॅटॅलिस्टचा उपयोग केला जातो. साखळ्या गुंतवण्यासाठी दोन साखळ्यामधील अणू ह्या संप्रेरकाच्या सहाय्याने जोडले जातात.

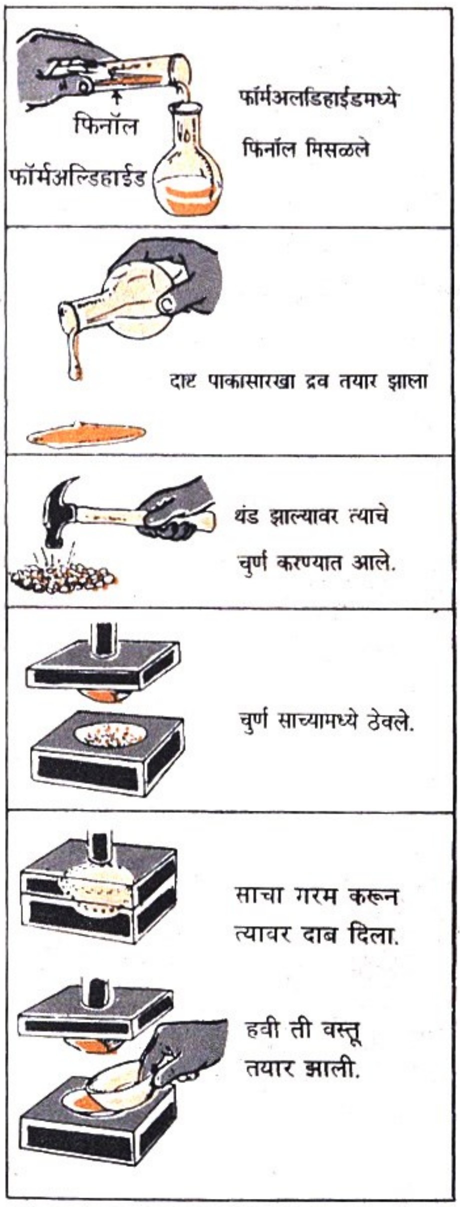
थर्मोप्लॅस्टिकस् आणि थर्मोसेटस् परिस्थितीच्या गरजेप्रमाणे वापरण्यात येतात. जिथं मऊ, वाकू शकेल अशा पदार्थाची गरज आहे तिथं थर्मोप्लॅस्टिकस् वापरतात. जिथं कठीण, ताकदवान प्लॅस्टिकची आवश्यकता आहे तिथं थर्मोसेटस् वापरतात. थर्मोप्लॅस्टिक्सच्या तुलनेनं ती काहीशी स्वस्तही असतात.

अनुक्रमणिका

फॉर्मअल्डिहाईड रेझीन्सः

थर्मोसेटस् गटातील महत्त्वाची प्लॅस्टिक्स म्हणजे फिनॉल फार्मअल्डिहाईड, युरिया फॉर्मअल्डिहाईड आणि मेलामाईन फॉर्मअल्डिहाईड.

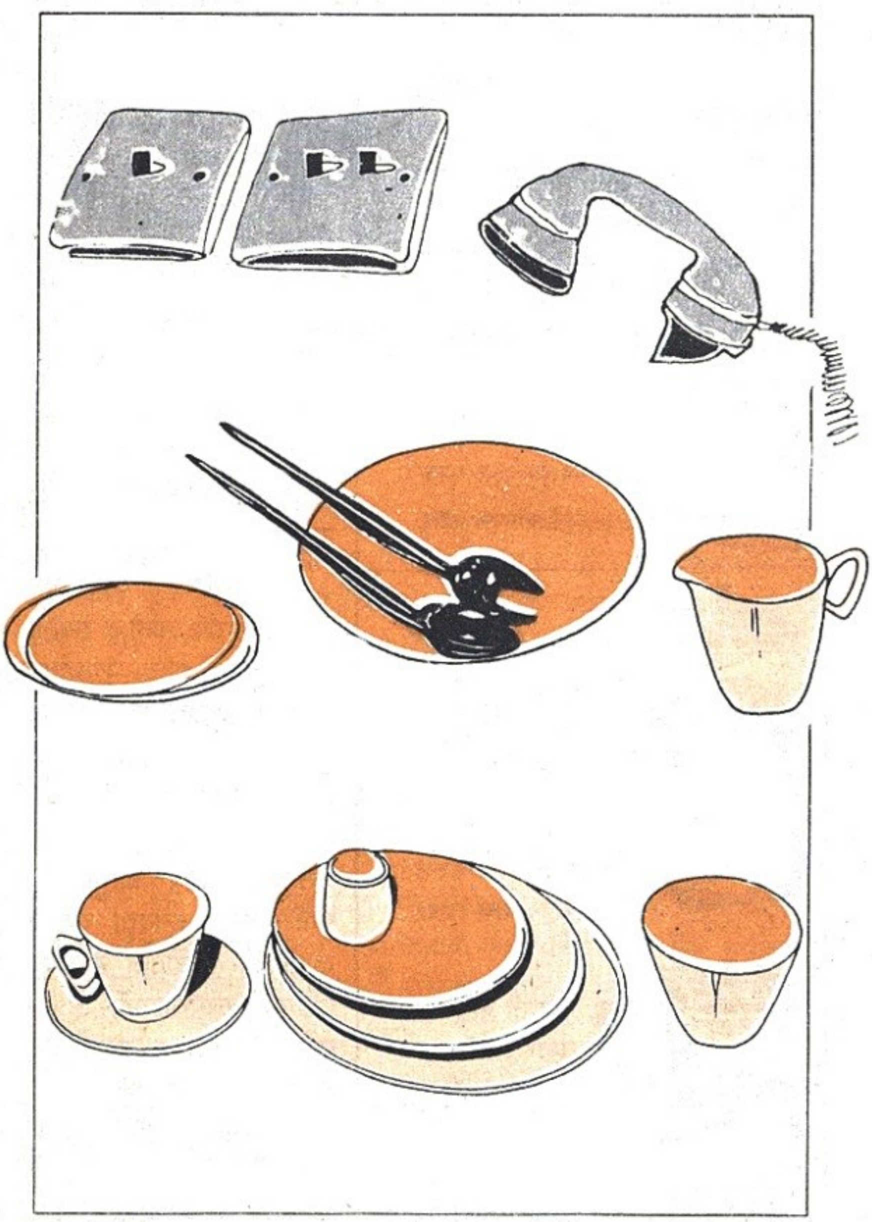
फिनॉल फॉर्मअल्डिहाईड हे फिनॉल आणि फॉर्मअल्डिहाईडपासून बनवतात. साच्यामध्ये ओतायच्या आधीच साखळ्या एकमेकात गुंतू नयेत म्हणून काळजी घेतली जाते. फिनॉल आणि फॉर्मअल्डिहाईडमधील प्रक्रिया पूर्णत्वाला जाऊ दिली जात नाही. मग हे अर्धकच्चं मिश्रण साच्यात ओतून पुरेशी उष्णता आणि दाब देऊन साखळ्या गुंतू दिल्या जातात. हे प्लॅस्टिक काळपट दिसतं. जिथं वस्तू फारशी आकर्षक दिसायची गरज नाही अशा वस्तूंसाठी म्हणजे विजेची बटणे, प्लग्ज यासाठी याचा उपयोग होतो. रसायने साठवून ठेवण्यासाठी कारखान्यात असलेल्या टाक्यांसाठीही याचा उपयोग करतात.



बॅकेलाईट बनवायची पद्धत

अनुक्रमणिका

युरीया हा पदार्थ खत म्हणून वापरला जातो हे सर्वांना माहित आहे. याच पदार्थावर फॉर्मअल्डिहाईडची क्रिया करून युरिया फॉर्मअल्डिहाईड बनवतात. हे प्लॅस्टिक फिनॉल फॉर्मअल्डिहाईडसारखं काळपट नसल्यानं त्यात रंग घालून सुंदर रंगीत वस्तू बनवता येतात. कापडाच्या गिरणीत सुतावर प्रक्रिया करण्यासाठी आणि कागद बनवताना तो चिवट करण्यासाठी या प्लॅस्टिकचा उपयोग होतो.



विद्युत उपकरणामध्ये आणि दुरध्वनीच्या भागांसाठी युरिया फॉर्मअलाईड वापरतात तर कपबशा, जेवणाची भांडी हयासाठी मेलामाईन फॉर्मअलाईड वापरतात.

अनुक्रमणिका

चिनीमातीच्या बशा जड असतात व त्या फुटतात तर मेलामाईनची भांडी वजनाला हलकी असतातच पण फुटतही नाही.

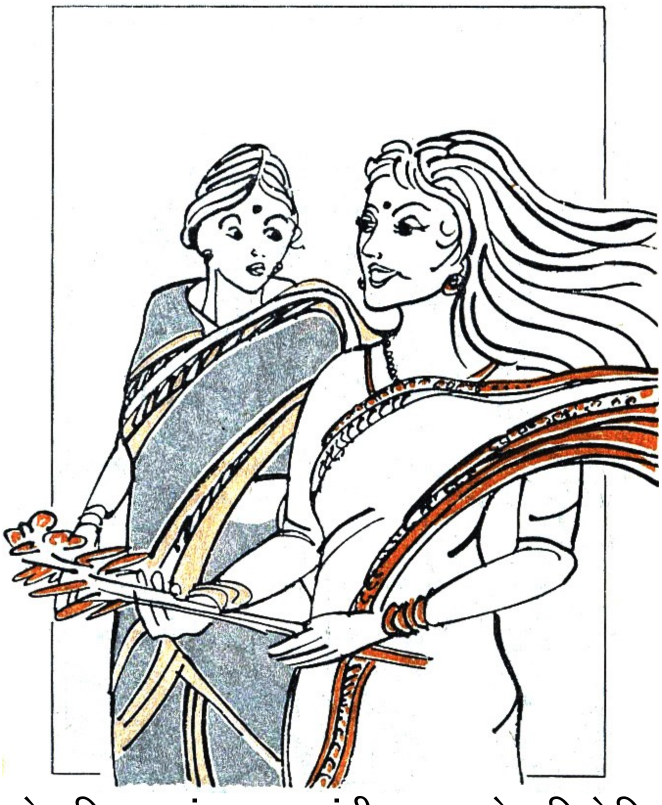
युरिया ऐवजी मेलामाईन नावाचा पदार्थ वापरून मेलामाईन फॉर्मअल्डिहाईड बनवतात. मेल्मावेअर म्हणून प्रसिद्ध असलेलं ते हेच प्लॅस्टिक. स्वयंपाकाची भांडी, थाळ्या, कपबशा या प्लॅस्टिकपासून बनवतात. ह्या कपबशा हुबेहुब चिनी मातीच्या बशांसारख्या दिसतात. पण खूपच हलक्या असतात आणि पडल्या तरी फुटत नाहीत. युरिया फॉर्मअल्डिहाईड पासूनही कपबशा बनविल्या जातात. पण ते प्लॅस्टिक जलशोषक असल्याने त्याच्यावर डाग पडू शकतात. मेलामाईन फॉर्मअल्डिहाईड मात्र पाणी अजिबात शोषून घेत नसल्यानं त्यावर डाग पडत नाहीत. सनमायका, फॉरमायका यासारख्या नावानं प्रसिद्ध असलेले गुळगुळीत, रंगीत तक्तेसुद्धा या प्लॅस्टिकचे बनतात.

अनुक्रमणिका

५) तिखट मीठ मसाला

प्लॅस्टिकच्या वस्तू बनवणारा उत्पादक वस्तू बनवण्यासाठी कारखान्यातून जे प्लॅस्टिक विकत आणतो ते पूर्णपणे निर्भेळ, शुद्ध असतं. त्यापासून वस्तू बनवण्याआधी त्यात अनेक पदार्थ घातले जातात. पण त्यात मिसळले जाणारे पदार्थ म्हणजे भेसळ नव्हे. निखळ प्लॅस्टिकचे पदार्थ बनवले तर ते पुरेसे कठीण, बळकट नसतात, म्हणून त्यात इतर पदार्थ घालून त्यांना इष्ट ते गुणधर्म प्रदान केले जातात. कधी कधी वस्तू घडवणं सोपं जावं म्हणून काही पदार्थ मिसळण्यात येतात. तर कधी वस्तू आकर्षक दिसाव्या म्हणून.

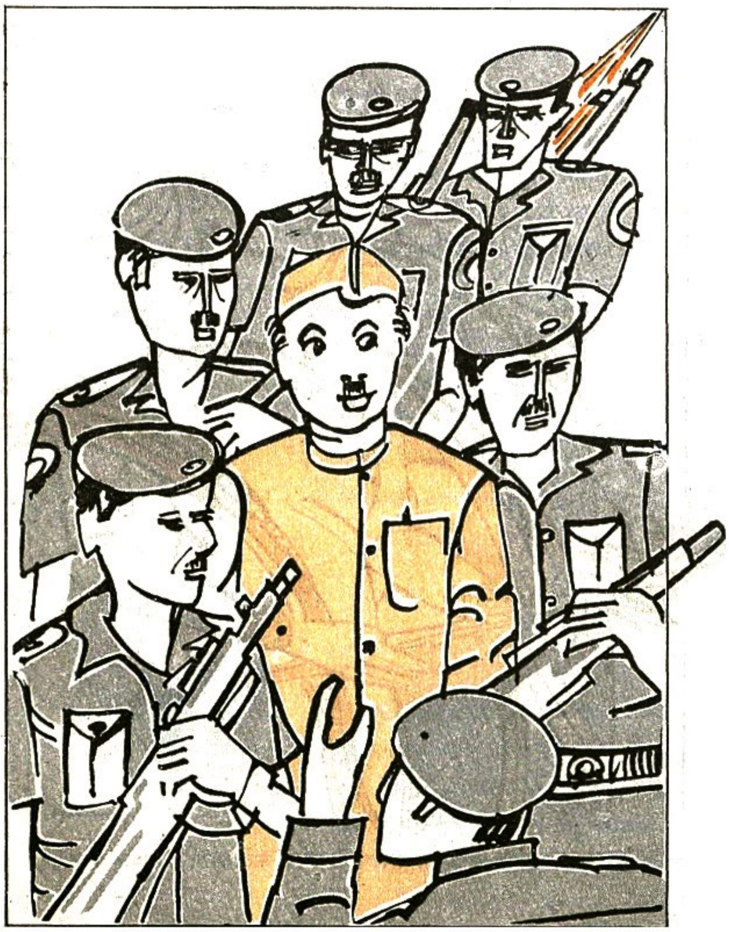
अन्नाचं मुख्य उद्दिष्ट उदरभरण. पण ते चवदार व्हावं, खावंस वाटावं म्हणून आपण त्यात तिखट, मीठ घालतो. मसाले घालतो. जायफळ, वेलचीसारखे स्वाद मिसळतो, तसंच.



सूर्यप्रकाशामुळे कृत्रिम धाग्यांच्या कपड्यांची चमक जाते आणि ते पिवळे पडतात.

अनुक्रमणिका

इतर पदार्थांपेक्षा प्लॅस्टिकच्या वस्तू एकदम उठून दिसतात त्या त्यांच्या मनमोहक रंगामुळं. हे रंग दोन तऱ्हेचे असतात. प्लॅस्टिकमध्ये विरघळणारे रंग आणि त्यात न विरघळणारे रंग, असे दोन प्रकारचे रंग वापरण्यात येतात. पारदर्शक प्लॅस्टिकमध्ये विरघळू शकणारे कार्बनी रंग वापरतात. अपारदर्शक प्लॅस्टिकसाठी अकार्बनी रंगद्रव्ये म्हणून टिटॅनियम डायॉक्साईड, कॅडमियम सल्फाईड, आयर्न ऑक्साईड इत्यादी द्रव्ये वापरली जातात. कार्बनी रंगामुळं प्लॅस्टिक जास्त चमकदार दिसतं. शिवाय ते कितीतरी जास्त नाजुक, मनमोहक रंगछटात बनवता येतं. पण हे कार्बनी रंग कालांतराने फिके पडतात. त्या मानानं अकार्बनी रंग वापरलेलं प्लॅस्टिक जास्त दिवस चांगलं रहातं.



महत्वाच्या व्यक्तीभोवतीचे कमांडो जसे प्रसंगी स्वतःचे प्राण देऊन त्यांचे रक्षण करतात तसेच प्लॅस्टीक मध्ये काही द्रव्ये स्वतः विघटित होतात पण रंगांना हानी पोहचू देत नाहीत.

रंग फिके पडण्याचं प्रमुख कारण म्हणजे सूर्यप्रकाशातले अतिनील म्हणजे अल्ट्राव्हायलेट किरण. हे किरण प्लॅस्टिकमध्ये खोलवर घुसतात. त्यांच्यातल्या उर्जेमुळं रंगद्रव्यांचं विघटन होतं. सहाजिकच प्लॅस्टिक रंगहीन होतं. तुमच्या लक्षात आलं आहे का? पारदर्शक प्लॅस्टिक उन्हामुळं लवकर खराब होतं त्याच्या मानानं अपारदर्शक रंगीत प्लॅस्टिक जास्त काळ आपला रंग टिकवून धरतं. याची कारणं दोन. एकतर अतिनिल किरण अपारदर्शक प्लॅस्टिकमधे जास्त खोलवर घुसू शकत नाहीत आणि दुसरं म्हणजे त्यात वापरलेले अकार्बनी रंगही या किरणांना दाद देत नाहीत. कार्बनी रंग खराब होऊ नयेत म्हणून एक युक्ती वापरतात. रंगाबरोबरच अतीनील किरणे चटकन शोषून घेतील असे काही पदार्थही त्याबरोबर

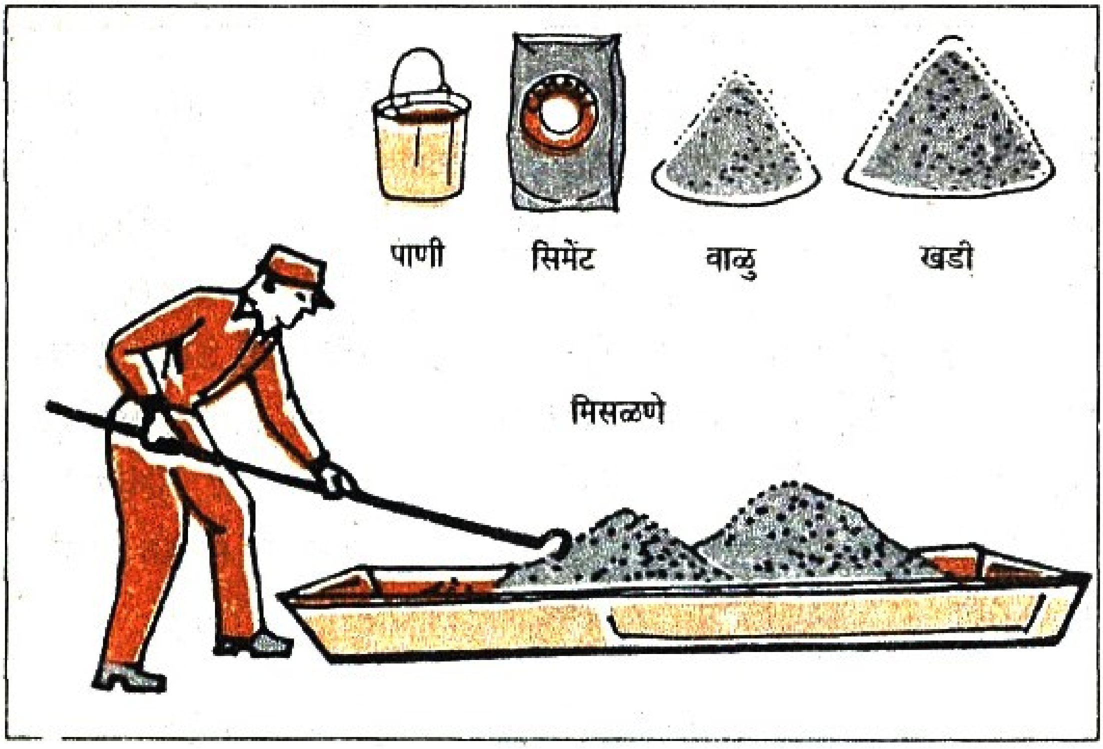
अनुक्रमणिका

प्लॅस्टिकमधे घातले जातात. हे पदार्थ अतीनील किरणांना आधी सामोरे जातात. त्यातली ऊर्जा शोषून घेतात. अर्थातच त्यामुळे त्या पदार्थांचे विघटन होतं. पण ऊर्जा शोषली गेल्यामुळे रंग सहीसलामत राहतात. आपला बळी देऊन हे पदार्थ शेजाऱ्याचं, म्हणजे रंगद्रव्यांचं रक्षण करतात. एका अर्थाने त्यांना हुतात्मेच म्हटलं पाहिजे!

भरावाची द्रव्ये :

काँक्रीट बनवताना सिमेंटबरोबरच त्यात रेती आणि खडी मिसळतात हे तुम्ही पाहिलं असेलच. त्यामुळं काँक्रीटला बळकटी येते. अगदी त्याच धर्तीवर प्लॅस्टिकमध्ये काही भरावाचे पदार्थ मिसळतात. त्याचं प्रमाणही भरपूर, म्हणजे प्लॅस्टिकच्या बरोबरीनं आणि कधीकधी त्यापेक्षा जास्त सुद्धा असतं. ही द्रव्ये प्लॅस्टिकपेक्षा स्वस्त असल्यामुळं उत्पादनखर्चही कमी होतो. पण प्लॅस्टिकची किंमत कमी करणं हे काही भरावाची द्रव्य घालण्यामागचा प्रमुख हेतू नाही. ती घालण्यामागचं मुख्य कारण म्हणजे प्लॅस्टिकच्या वस्तूंमध्ये हवे असलेले गुण ह्या भरावाच्या द्रव्यांमुळं येतात.

लाकडाचा भुस्सा, कापसाचे धागे किंवा कापडाचे अगदी लहानलहान तुकडे घातल्यामुळे प्लॅस्टिकला बळकटी येते. ॲसबेस्टॉस हा एक तंतुमय पदार्थ आहे. त्यात सिंमेट घालून घराच्या छपरावर घालायचे पत्रे तयार करतात. हे ॲसबेस्टॉसचे धागे प्लॅस्टिकमध्ये घातले की प्लॅस्टिक जास्त उष्णतारोधक बनतं. अभ्रकाचं चूर्ण प्लॅस्टिकमध्ये मिसळून ते जास्त विद्युतरोधक बनवण्यात येतं. काजळी (कार्बन ब्लॅक), वेगवेगळ्या प्रकारची चिकण माती वगैरे पदार्थही भरावासाठी घालण्यात येतात. त्यामुळे साच्यात तयार होणारी प्लॅस्टिकची वस्तू अधिक सुबक होते. तिचा पृष्ठभाग जास्त नितळ होतो.

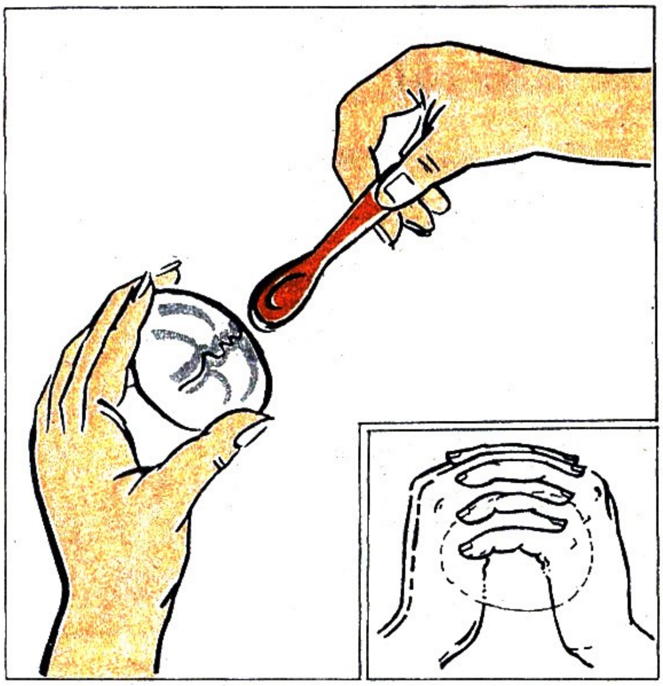


सिमेंटमध्ये वाळू आणि खडी मिसळून काँक्रीटला बळकटी आणतात.

अनुक्रमणिका

प्लॅस्टिकच्या वस्तूंचं आयुष्य वाढण्यासाठी आणि तिची ताण सहन करण्याची क्षमता वाढवण्यासाठी त्यात काचेचे धागे घातले जातात हे ऐकून पुष्कळांना धक्का बसेल. कारण आपली कल्पना काच म्हणजे अतिशय नाजूक वस्तू. जरा धक्का लागला की फुटणारी. तिचे धागे घालून वस्तूला बळकटी आणायची कल्पना काढणाऱ्याची रवानगी आपण वेड्यांच्या इस्पितळातच करु. पण हे अगदी खरं आहे. आपला गोंधळ होतो कारण ताण सहन करायची क्षमता आणि धक्का सहन करायची क्षमता या वेगवेगळ्या गोष्टी आहेत हे आपण लक्षात घेत नाही. काचेच्या धाग्याची ताण सहन करण्याची शक्ती प्रचंड असते. पोलादाहूनही जास्त. एक मिलिमिटर व्यासाच्या पोलादी तारेला चाळीस पन्नास किलोचं वजन टांगलं तर ती तुटून जाईल पण तेवढ्याच जाडीचा काचेचा तंतू याच्या तिप्पट वजन सहज पेलू शकतो.

काचेचे धागे काढण्यासाठी काचेचे तुकडे एका प्लॅटिनमनच्या भांड्यात वितळवले जातात. त्या भांड्याच्या तळाला सूक्ष्म छिद्रे असतात. त्यातून बाहेर येणारा काचेचा तप्त रस थंड होऊन त्यांचे तंतू बनतात. ते रिळावर गुंडाळून त्यांची लड बनवतात. त्याचे लहान तुकडे करुन त्यावर दाब देऊन त्यांच्या चपट्या गाद्या बनवल्या जातात. कधी कधी धागे विणून त्याचे कापडासारखे मॅटसुद्धा बनवले जाते.



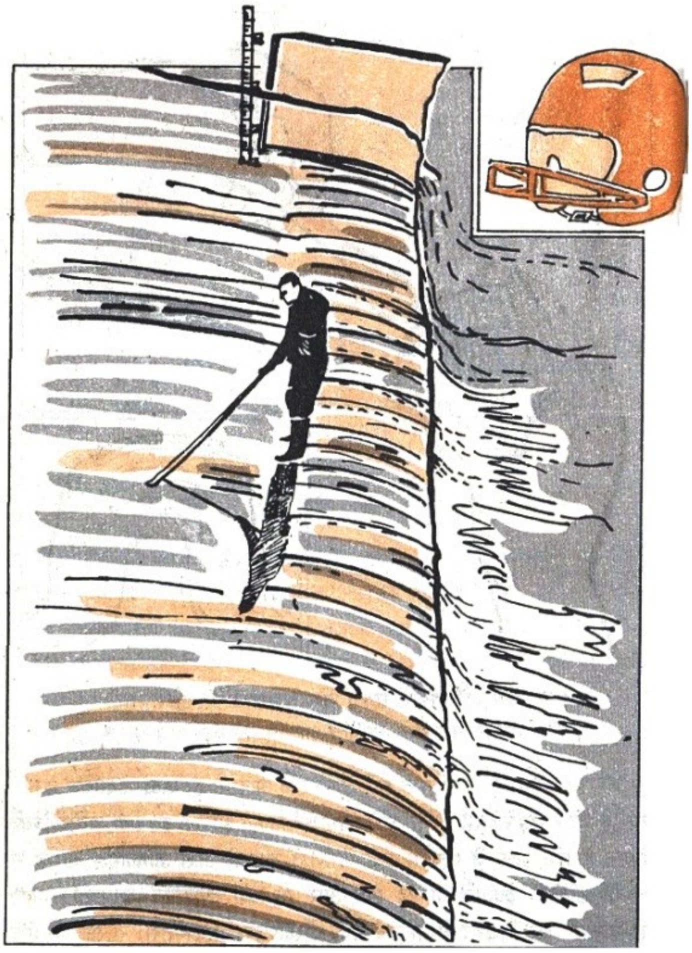
कोंबडीचे अंडे हातात धरून जोराने दाबले तर फुटत नाही, पण त्यावर चमच्याने हलकेच आघात केल्यास मात्र फुटते.

ह्या गाद्यांवर किंवा मॅटवर प्लॅस्टिकचा थर देऊन काचतंतूनी बळकट केलेलं (फायबर रिइनफोर्स्ड) प्लॅस्टिक बनवण्यात येतं. तुम्ही एफ्. आर. पी. हा शब्द कदाचित ऐकला असेल. फायबर रिइनफोर्स्ड प्लॅस्टिकची आद्याक्षरं मिळून झालेला हा शब्द. अभियांत्रिकी उद्योगात हे एफ. आर. पी. खूप मोळ्या प्रमाणात वापरले जाते. आम्लांमुळं खराब न होणाऱ्या टाक्या, द्रववाहिन्या या एफ. आर. पी. च्या बनवतात. धरणातून पाणी सोडण्यासाठी केलेले दरवाजे, जीपचे टप, सुरक्षाटोप्या (हेलमेटस्) यासाठीही एफ. आर. पी. उपयोगात येते.

अनुक्रमणिका

प्लॅस्टिसायझर्स :

प्लॅस्टिसायझर्स म्हणजे प्लॅस्टिक लवचिक व्हावे, त्याच्या वस्तू बनवणे सुगम व्हावे म्हणून त्यात घातलेली द्रव्ये, काही प्रकारची प्लॅस्टिक्स ही मुळातच मऊ असतात. थोडंफार गरम केलं की काम भागतं. पण काही प्लॅस्टिक्सच्या वस्तू बनवणे मात्र महाकर्म कठीण! म्हणून त्यात ही द्रव्ये घालावी लागतात. केस विंचरण्यापूर्वी आपण तेल लावतो, त्यासारखं. तेल लावल्यावर केस विंचरायला जसं सोपं जातं तसंच प्लॅस्टिकसायझार्स घातल्यावर प्लॅस्टिक हाताळणं सुलभ होतं.



धरणाची दारे (झडपा), सेफ्टी हेल्मेट्स यात फायबर रिइनफोर्सड प्लॅस्टीक वापरले जाते.

नायट्रोसेल्यूलोजच्या वस्तू बनवण्यासाठी हायेट बंधूनी त्यात कापूर घातला. मग त्याच्या वस्तू बनवता आल्या हे आपण पाहिलंच. हा कापूर हे एक प्लॅस्टिसायझरच आहे. अजूनही तो काही प्लॅस्टिकमधे वापरला जातो. टेबलटेनिसच्या चेंडूला चीर पडली की त्याचा वास घेऊन पहा. कापराचा वास येईल.

प्लॅस्टिसायझर हे तेलासारखे दाट द्रव असतात. त्यांची सहजासहजी वाफ होत नसल्यामुळे ते चटकन उडून जात नाहीत. बरेच दिवस प्लॅस्टिकशी मिसळून रहातात. प्लॅस्टिक लवचिक ठेवतात. पण कालांतराने त्यांची वाफ झाल्यामुळं प्लॅस्टिक पुन्हा कडक बनतं. प्लॅस्टिकच्या चपला वर्षा दोन वर्षांनी कडकडीत बनतात. त्यांना चिरा पडतात याचं कारण हेच.

अनुक्रमणिका

टेबल टेनिसच्या बॉलला चीर गेली तर आतून कापराचा वास येतो.

प्लॅस्टिकमध्ये मिसळलेली ही द्रव्यं पॉलीमरच्या दोन साखळ्यांच्या मध्ये जाऊन त्या साखळ्यांना वंगण पुरवतात, म्हणांना त्यामुळे साखळ्या सुलभतेनं एकमेकावरून सरकू शकतात. ते प्लॅस्टिक सहजपणानं वाकू शकतं.

इतर द्रव्ये :

याशिवाय आणखीही कित्येक प्रकारची द्रव्ये प्लॅस्टिकमध्ये घालण्यात येतात. उदाहरणार्थ ॲन्टीऑक्सीडंट (प्राणवायूरोधक) नावाची द्रव्ये पॉलीमरच्या साखळीची प्राणवायूशी प्रक्रिया होऊ देत नाहीत. अगदी थोड्या प्रमाणात जरी ही द्रव्ये प्लॅस्टिकमध्ये घातली तरी प्राणवायूचा प्लॅस्टिकवर होणारा घातक परिणाम टाळता येतो. त्यामुळे ते प्लॅस्टिक जास्त टिकतं.

उष्णतानिरोधक द्रव्यांमुळे प्लॅस्टिकवर उष्णतेचा होणारा परिणाम कमी होण्यास मदत होते. पी. व्ही. सी. नावाचं जे प्लॅस्टिक आहे त्यात क्लोरीनचे अणू असतात. त्यापासून हायड्रोक्लोरीक आम्ल तयार होतं. ह्यामुळे प्लॅस्टिक हळूहळू खराब होऊ लागतं. सुरवातीला नितळ पारदर्शक दिसणाऱ्या वस्तू प्रथम पिवळसर, मग पिवळ्या आणि शेवटी तर केशरी रंगाच्या बनतात. हे टाळण्यासाठी त्यात आम्लशोषक द्रव्यं घालण्यात येतात. आम्ल तयार होताच ही द्रव्ये त्याचा नाश करतात आणि पुढच्या सगळ्या दुष्परिणामांना अटकाव करतात.

अनुक्रमणिका

पी. व्ही. सी. मधील प्लॅस्टीसायझरची काही महिन्यानंतर वाफ होऊन जाते आणि वस्तू कडकडीत बनते.

प्लॅस्टिकमध्ये काचेचे तंतू मिसळून त्याला बळकटी आणली जाते हे मघाशी सांगितलं, पण हे तंतू प्लॅस्टिकला चिकटून रहावेत म्हणून एक प्रकारची जोडणद्रव्ये वापरावी लागतात. ती कार्बनी सिलीकॉन या प्रकारची ती रसायनं असतात. तंतू प्लॅस्टिकमध्ये घालण्याआधी या द्रव्यांचा पातळसा लेप त्याच्यावर दिला जातो. त्यामुळे त्यांचा प्लॅस्टिकशी पक्का सांधा जुळतो.

प्लॅस्टीकच्या फणीने कोरडे केस विंचरले की त्यावर विद्युतभार तयार होतो.

नायलॉन, टेरीलीनच्या कपड्यावर विद्युतभार जमा होऊ शकतो हे आपल्या लक्षात आलं असेल. धुवून वाळवलेल्या टेरीलीनच्या शर्टची किंवा नायलॉनच्या साडीची घडी करता चट्‌चट्‌ असा आवाज येतो. तो शर्ट घालताना आपल्या हातावरचे केसही ताठ उभे राहतात. प्लॅस्टिक कंगवा कपड्यावर घासल्यास घर्षणामुळं तो विद्युत भारित होतो आणि त्याच्याकडे कागदाचे कपटे आकर्षित होऊ शकतात. यासारख्या गोष्टींवरून प्लॅस्टिक्स आणि पॉलीमर्स विद्युतभार जमा करू शकतात ते दिसून येईल. हे टाळता येऊ शकतं. नॉयलॉन किंवा टेरीलीनच्या साड्यांवर जमा होणारा विद्युतभार वाहून नेतील अशी द्रव्ये त्यात घालता येतात. त्यांना ॲन्टीस्टॅटिक एजंट असं म्हणतात. ती विद्युतवाहक असल्यामुळे हा विद्युतभार कपड्यावर साठून रहात नाही व असा कपडा परिधान करणं आरामदायक ठरतं.

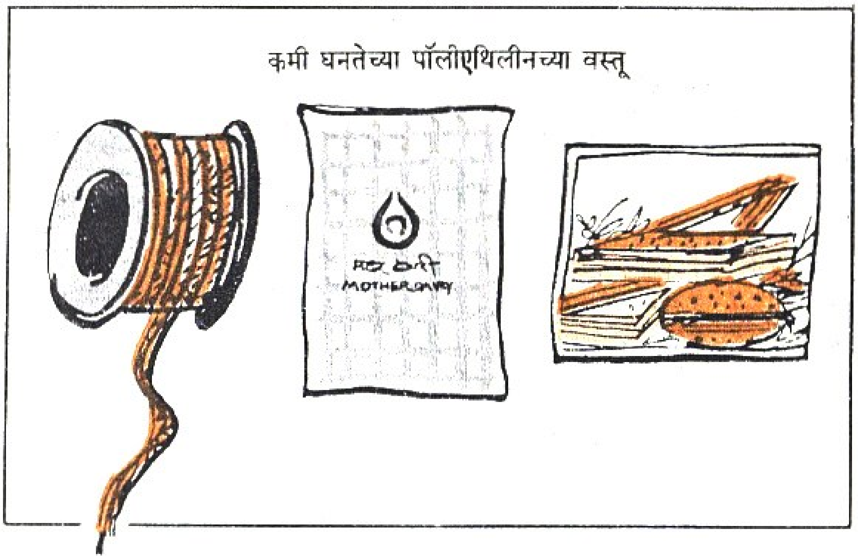
अनुक्रमणिका

६) चौरस आहार

अक्षरशः हजारो प्रकारची प्लॅस्टिक्स तयार करायच्या पद्धती शास्त्रज्ञांना आज माहीत असल्या तरी त्यातली शंभरएक प्रकारची प्लॅस्टिक्सच प्रत्यक्ष तयार केली जातात. त्यातही प्रकार फक्त पंधरावीसच मोठ्या प्रमाणावर वापरले जातात. पॉलीथीन, पी. व्ही. सी. पॉलीप्रॉपीलीन आणि पॉलीस्टायरिन हे त्यातले बिनीचे शिलेदार! हे चारी प्रकार थर्माप्लॅस्टिक प्रकारात मोडतात. एकूण उत्पादनापैकी नव्वद टक्के उत्पादन फक्त या चार प्लॅस्टिक्सच मिळून होतं. भारतात आणि जगातही. प्लॅस्टिक उपभोक्त्यांच्या चौरस आहाराचे हे चार प्रमुख घटकच म्हणायला पाहिजेत!

पॉलीएथीलीन :

पॉलीथीन म्हणून प्रसिद्ध असलेल्या ह्या प्लॅस्टिकचं शास्त्रीय नाव पॉलीएथीलीन सर्वात जास्त प्रमाणात वापरलं जाणारं हे प्लॅस्टिक दोन प्रकारात उपलब्ध आहे. उच्च घनतेचं पॉलीथीन आणि कमी घनतेचं पॉलीथीन. हे दोन्ही प्रकार एथीलीन नावाच्या पेट्रोलियमजन्य पदार्थापासून बनतात. फक्त तयार करताना वेगवेगळ्या पद्धतींचा अवलंब केल्यामुळे त्यांच्या घनतेत थोडाफार फरक पडतो. अर्थातच त्यामुळे त्यांच्या गुणधर्मातही फरक असतो.

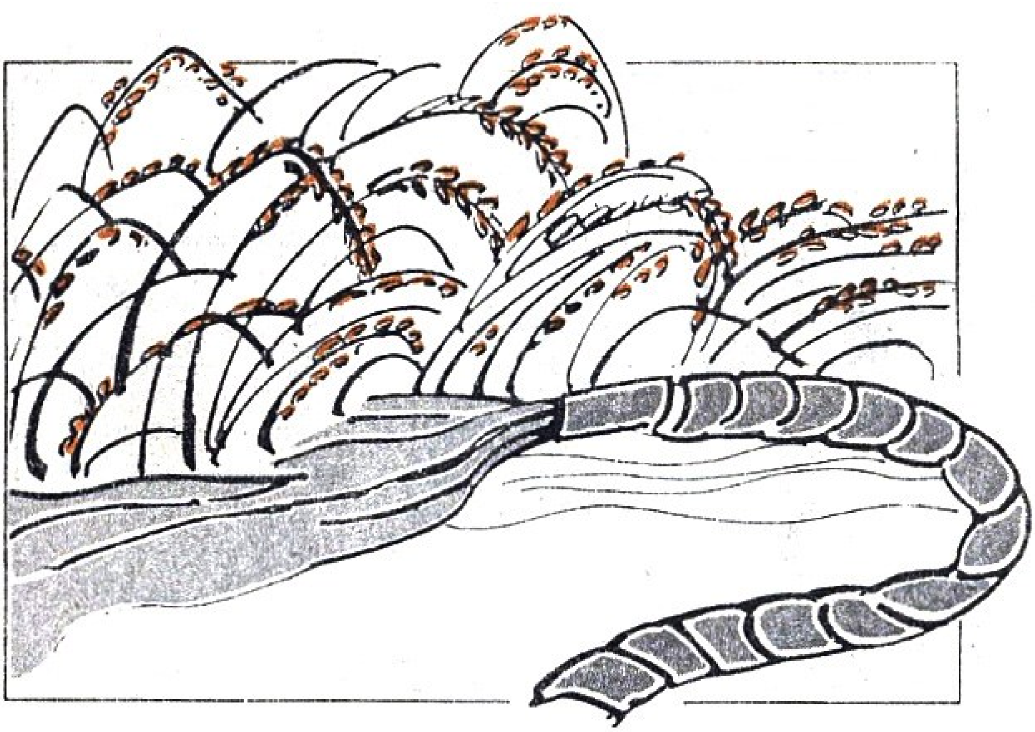


कमी घनतेच्या पॉलीएथीलीनच्या वस्तु

अनुक्रमणिका

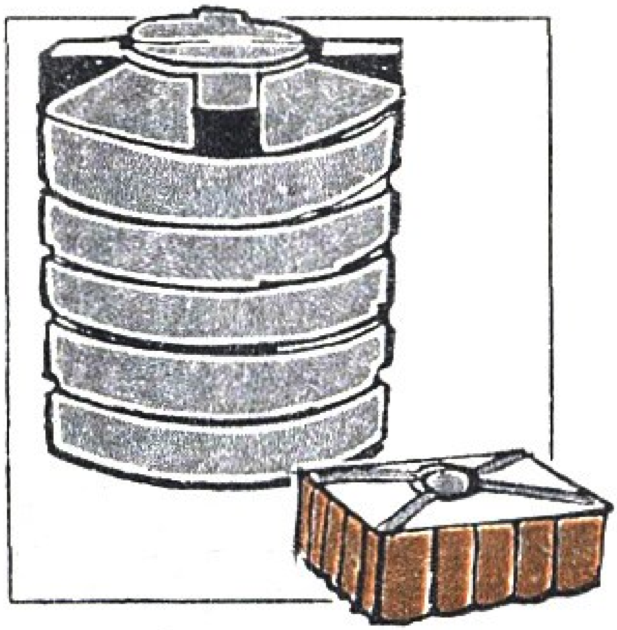
कमी घनतेचं पॉलीएथीलीन (लो डेन्सिटी पॉलीएथीलीन) एल्. डी. पी. ई. ह्या त्याच्या आद्याक्षरानं ओळखलं जातं. ते जास्त लवचिक पण कमी बळकट असतं. त्याचा शोध जरी १९३५ मध्येच लागला असला तरी ते मोठ्या प्रमाणात तयार व्हायला आणखी पाचसहा वर्षे जावी लागली. याचं कारण ते बनवण्यासाठी लागणारा प्रचंड दाब हवेच्या दाबाच्या दोन हजारपट दाब त्यासाठी लागायचा. पहिल्या पहिल्या काही प्रयत्नात काहीवेळा स्फोटही झाले. आता अलिकडच्या काळात एल. डी. पी. ई. बनवण्याच्या तंत्रात सुधारणा झाली असली तरीही अजूनही ते खूप दाबाखालीच बनवलं जातं. ह्या प्लॅस्टिकचा विद्युतविरोध चांगला असल्यामुळं सुरवातीला विजेच्या तारांवरील आच्छादन म्हणून ते वापरण्यात आलं. पुढे त्याचे आणखी कितीतरी उपयोग सापडले. सध्या त्याचा एक महत्त्वाचा उपयोग म्हणजे प्लॅस्टिकच्या पिशव्या. हल्ली आपण दूध, साबणचुरा, मीठ, मसाले असे अनेक खाद्यपदार्थ ज्या पारदर्शक प्लॅस्टिकच्या पिशव्यातून विकत आणतो त्या एल. डी. पी. ई. च्या बनवलेल्या असतात. ह्या प्लॅस्टिकच्या पिशव्या हवाबंद असल्यामुळे त्यात पदार्थ पुष्कळ दिवस चांगला रहातो. पाण्याच्या संपर्कातही हे प्लॅस्टिक चांगलं रहात असल्यानं पाण्याच्या लवचिक नळ्याही त्यापासून बनवतात.

उच्च घनतेच्या पॉलीएथीलीनला एच. डी. पी. ई. म्हणतात. ही हाय डेन्सिटी पॉलीएथीलीनची आद्याक्षरं. हे प्लॅस्टिक तयार करण्यासाठी १९५३ मध्ये कार्ल झिगलरने एक संप्रेरक शोधून काढला. त्यामुळे ते करण्यासाठी लागणारा दाब बराच कमी झाला. सध्या शेतीसाठी पाणी पुरवायला मोठ्या आकाराचे जे काळे नळ वापरतात ते एच. डी. पी. ई. पासून बनवतात. घरावर पाण्याच्या ज्या टाक्या बसवतात त्याही ह्याच प्लॅस्टिकपासून बनवतात. हे प्लॅस्टिक ऊनपावसाला चांगलं तोंड देऊ शकतं. खेळणी व घरगुती वापराच्या वस्तुसाठीही हे प्लॅस्टिक वापरतात.



उच्च घनतेच्या पॉलीएथीलीनच्या वस्तु

अनुक्रमणिका



उच्च घनतेच्या पॉलीएथीलीनच्या वस्तु

भारतात ह्या प्लॅस्टिकच्या उत्पादनाला सुरवात १९५९ मध्ये झाली. इम्पेरिअल केमिकल इंडस्ट्रीज या कंपनीने कलकत्त्याजवळ पॉलीएथीलीन बनवण्याचा कारखाना काढला. आज भारतात दरवर्षी सुमारे एल. डी. पी. ई. चं आणि एच्. डी. पी. ई. चं मिळून साडे पाच लाख टन उत्पादन होतं.

पॉलीव्हिनाईल क्लोराईड :

पी. व्ही. सी. या आद्याक्षरानं प्रसिद्ध असलेलं हे प्लॅस्टिक १९१३ सालीच शोधून काढण्यात आलं होतं. ह्या प्लॅस्टिकचा रेणू काहीसा पॉलीएथीलीनसारखा असतो पण एका आड एका कार्बनच्या अणूला क्लोरीनचा अणू चिकटलेला असतो. हे प्लॅस्टिक फार कडक असतं. त्याला आकार देणं कठीण असतं. त्यामुळे त्याला मऊ करणाऱ्या प्लॅस्टिसायझरचा शोध १९४३ मधे लागेपर्यंत त्याचा फारसा उपयोग करून घेतला गेला नाही.

पी. व्ही. सी. च्या वस्तू गुळगुळीत, चमकदार दिसतात. पॉलीथीनच्या मेणचट बाह्यरुपापुढं पी. व्ही. सी. चा चमकदारपणा जास्तच खुलून दिसतो. मुळात हे प्लॅस्टिक रंगहीन आणि पारदर्शक असतं. त्यामुळे ते कोणत्याही रंगाचं बनवता येतं. पाणी, तेल, पेट्रोल आणि इतर रसायनांना तोंड द्यायची याची शक्तीही वाखाणण्याजोगी असते. म्हणूनच याचा उपयोग रसायन उद्योगात भरपूर करून घेतला जातो.

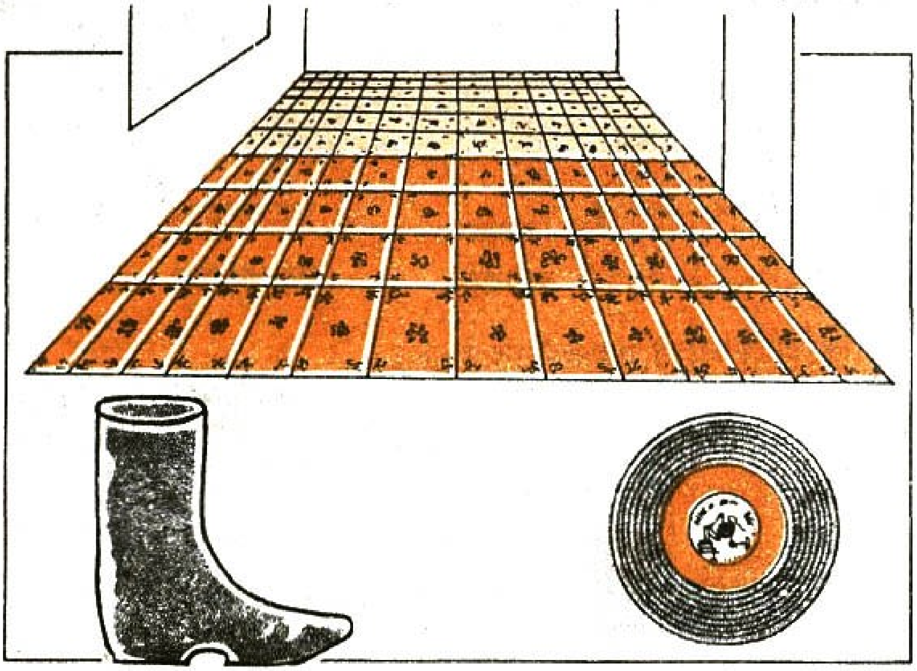
पी. व्ही. सी. चं आणखी एक वैशिष्ठ्य म्हणजे धातूचे दोन पत्रे जसे वेल्डिंग करून जोडतात तसे पी.व्ही. सी. चे तक्तेसुद्धा जोडता येतात. अर्थात त्यासाठी पी. व्ही. सी. चाच वेल्डिंग रॉड वापरण्यात येतो. आग ओकणाऱ्या ॲसिटीलीनच्या ज्योतीऐवजी बेताची उष्णता देणारा नत्रवायूचा गरम झोत वापरण्यात येतो.

अनुक्रमणिका

पी. व्ही. सी. बनविण्याची पद्धत.

असं 'वेल्डिंग' करून पी. व्ही. सी. च्या तक्त्यांपासून मोठ्या जलवाहिन्या, टाक्या वगैरे बनवल्या जातात. पी. व्ही. सी. पासून बनवल्या जाणाऱ्या वस्तूंची यादी फारच लांबलचक आहे. त्यात ग्रामोफोन रेकॉर्डपासून टेबलक्लॉथपर्यंत आणि विद्युतवाहक तारांपासून ते चपलांपर्यंत अनेक वस्तू मोडतात. आपण ज्याला रेक्झीन म्हणतो ते, कातड्यासारखं दिसणारं 'लेदरक्लॉथ' हे कापडावर पी. व्ही. सी. चा थर देऊन बनवलं जातं.

अनुक्रमणिका



पी. व्ही. सी च्या वस्तूं

ह्या लेदर क्लॉथचा उपयोग बसमधली बाके किंवा घरातल्या कोचावर आच्छादन म्हणून केला जातो. तक्तपोशीवर घालण्यासाठीसुद्धा आजकाल पी. व्ही. सी. च्या तुकड्यांचा उपयोग केला जातो. बसमध्ये मागं टेकायचे आणि वर धरायचे धातूंचे दांडे गारगार लागू नयेत म्हणून हल्ली त्यांच्यावर पी. व्ही. सी. चा थर दिलेला असतो.

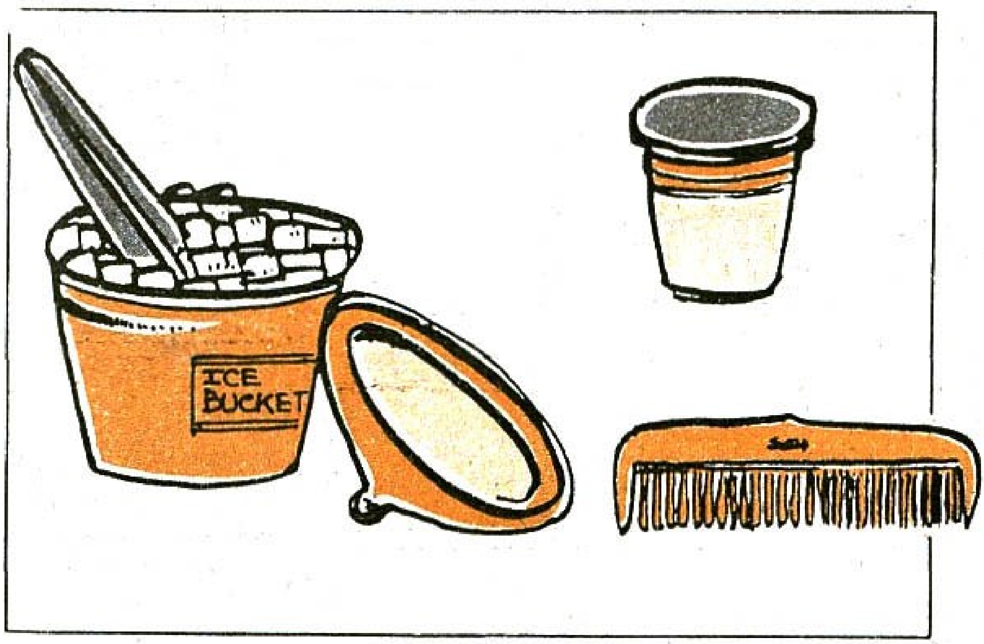
भारतात पी. व्ही. सी. चा पहिला कारखाना मुंबईत १९६१ साली कॅलीकोनं काढला. आज आपला देश सुमारे साडे चार लाख टन पी. व्ही. सी. चं उत्पादन दरवर्षी करतो.

पॉलीस्टायरिनः

पॉलीस्टायरिन हे स्टायरिन नावाच्या बेन्झिनपासून तयार होणाऱ्या रसायनाच्या पॉलीमरायझेशनं बनते. हे प्लॅस्टिक कडकडीत असून पटकन मोडू शकतं. वजनाला हे इतरांच्या मानानं पुष्कळच हलकं असतं आणि त्याचं बाह्यरुपही चकचकीत असतं. ते काचेसारखं पारदर्शक बनवता येतं. पूर्वी पॉलीस्टायरिनची खेळणी बनवत असत. पण नंतर लक्षात आलं की पॉलीस्टायरिनची वस्तू फुटली की त्याची कड इतकी तीक्ष्ण असते की तिच्यावर हात कापला जाऊ शकतो. मग त्यापासून खेळणी बनवणं बंद करण्यात आलं.

आपल्या देशात तयार झालेलं हे पहिलं प्लॅस्टिक. १९५७ मध्ये पॉलीकेम इंडस्ट्रीजनं याचा कारखाना मुंबईत गोरेगावला सुरू केला. आज भारतात दरवर्षी पंचाहत्तर हजार टन पॉलीस्टायरिनचं उत्पादन होतं.

घरगुती वापराच्या कित्येक वस्तू पॉलीस्टायरिनपासून बनवतात. फण्या, छत्र्यांचे दांडे, जेवणाच्या टेबलावरची भांडी, लहानसहान डब्या, बांगड्या अशासारख्या कित्येक वस्तू पॉलीस्टायरिनचं आणखी एक रूप आहे. स्पंजासारखं सच्छिद्र, अतिशय हलकं, पांढरंशुभ्र, फेसासारखं. त्याला थर्माकोल म्हणतात.

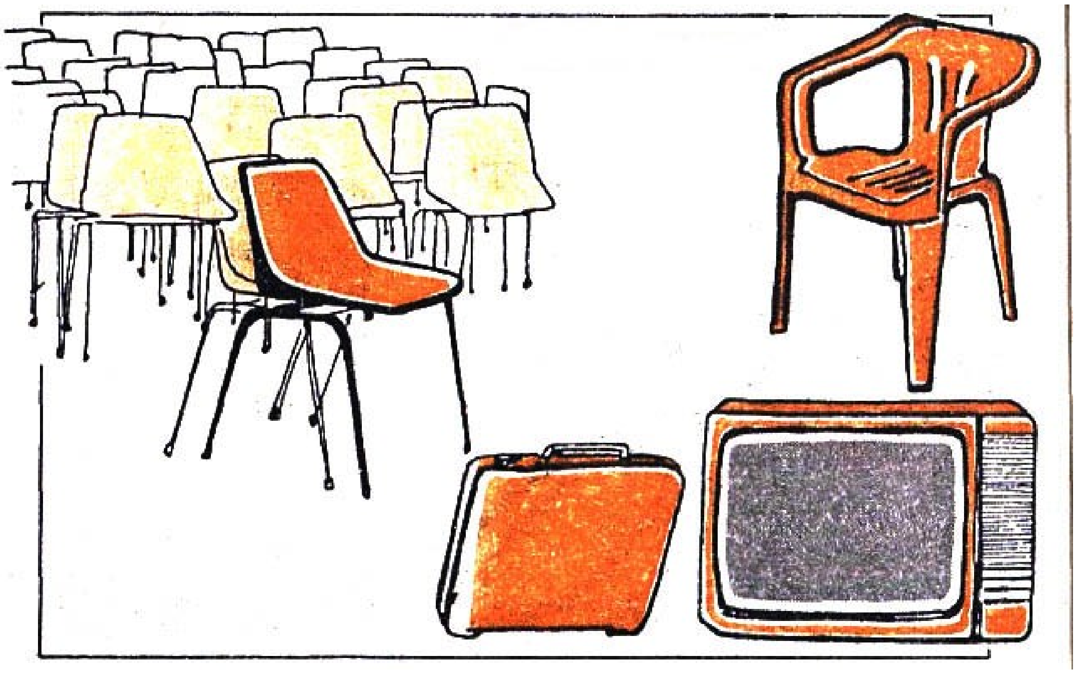


पॉलीस्टायरिनच्या वस्तूं

गणपतीच्या सजावटीसाठी आपण याचे तक्ते वापरतो. हल्ली कित्येक रेल्वे स्थानकावर थर्माकोलच्या पेल्यातून चहाकॉफी दिली जाते. हा पेला स्वस्त असतो. त्यामुळे वापरून झाला की फेकून देता येतो. शिवाय आत गरम चहा ओतला तरी तो बाहेरून तापत नाही. थर्माकोल उष्णतानिरोधक आहे. बर्फ साठवायची भांडी करून, शीतकरण व्यवस्थेत त्याचं आवरण घालून थर्मोकोलच्या या गुणधर्माचा उपयोग करून घेतला जातो.

पॉलीप्रॉपीलीन :

काही वर्षांपूर्वी या प्लॅस्टिकची जाहिरात 'अंतराळयुगातील पॉलीमर' अशी केली गेली होती. आता अंतराळयुगातला का? तर जेव्हा त्याचा शोध १९५४ मधे लागला त्या सुमारास रशिया, अमेरिका अंतराळात 'स्फूटनिक' सोडू लागले होते म्हणून. पॉलीप्रॉपीलीनचा मोनोमर प्रॉपीलीन हा तेल शुद्ध करण्याचा कारखान्यात तयार होतो. हे प्लॅस्टिक दिसायला पॉलीथीनसारखंच मेणचट दिसतं पण पॉलीथीनपेक्षा जास्त बळकट असतं. पॉलीथीनच्या मानानं ते जास्त तापमानास टिकून आपले गुणधर्म टिकवून धरतं. ते अतिशय हलकं असल्यामुळे वजनाच्या मानानं त्याची ताण सहन करायची क्षमता जास्त असते.



पॉलीप्रॉपीलीन च्या वस्तूं

सर्वसाधारणपणे प्लॅस्टिकचा तक्ता उलटसुलट दहाबारावेळा वाकवला की मोडतो. पण या बाबतीत पॉलीप्रॉपीलीन केवळ अद्वितीय असतं. हजारो वेळा उलटसुलट वाकवलं तरी ते तुटत नाही. पॉलीप्रॉपीलीनच्या या गुणधर्माचा उपयोग बिजागिऱ्या बनवण्यासाठी करून घेतला जातो. जिथंजिथं भक्कम पण लवचिक प्लॅस्टिकची गरज आहे तिथंतिथं हे प्लॅस्टिक उपयोगात आणतात. टेबलखुर्च्या, सामानाच्या पेट्या, पाण्याच्या बादल्या त्यापासून बनवतात. रेफ्रीजीरेटर, टीव्ही, रेडिओ यामधील कित्येक भाग यापासून बनतात. रसायने वाहून नेणाऱ्या नळाला आतून पॉलीप्रॉपीलीनचं अस्तर देता येतं.

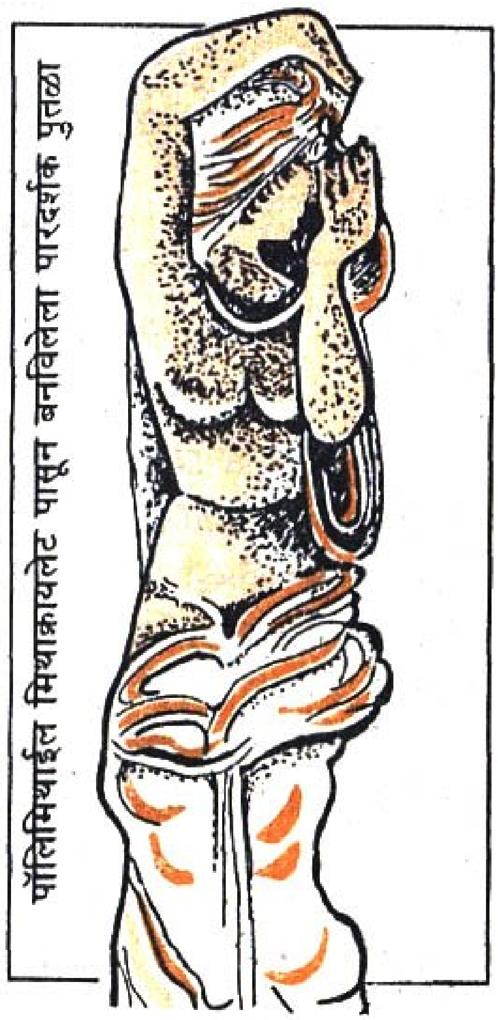
भारतामध्ये दरवर्षी दहा हजार टनापेक्षा जास्त पॉलीप्रॉपीलीन तयार होतं.

थर्मोप्लॅस्टिक गटातील इतर प्लॅस्टिक्सः

वर वर्णन केलेल्या चार महत्त्वाच्या प्लॅस्टिकबरोबर या गटातली आणखी कितीतरी प्लॅस्टिक्स आपल्या खास गुणांमुळं लोकप्रिय आहेत.

अगदी हुबेहूब काचेसारखं दिसणारं परस्पेक्स म्हणून एक प्लॅस्टिक आहे. त्याचं शास्त्रीय नाव पॉलीमिथाईल मिथाक्रायलेट. त्यापासून जे तक्ते, नळ्या वगैरे बनवतात त्याचा उपयोग टेबललॅम्पच्या शेडस्, झुंबरं इत्यादीसाठी करतात. हल्ली तर दुर्बिणीतील भिंग, लोलक, कॅमेरातील भिंग यासाठी ते वापरतात. चष्म्याऐवजी वापरायची कॉन्टक्ट लेन्सिस त्यापासून बनवतात.

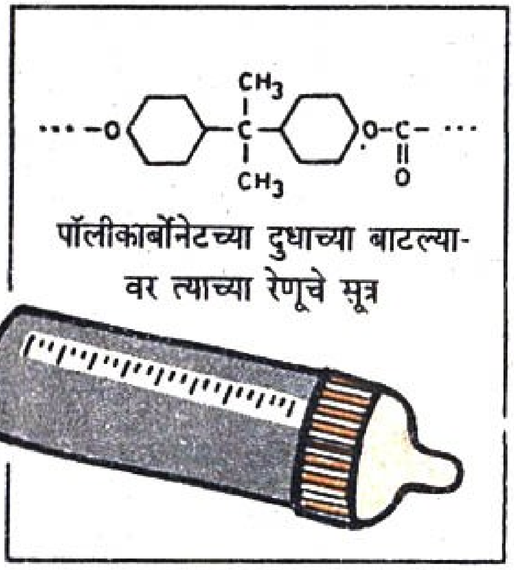
अनुक्रमणिका



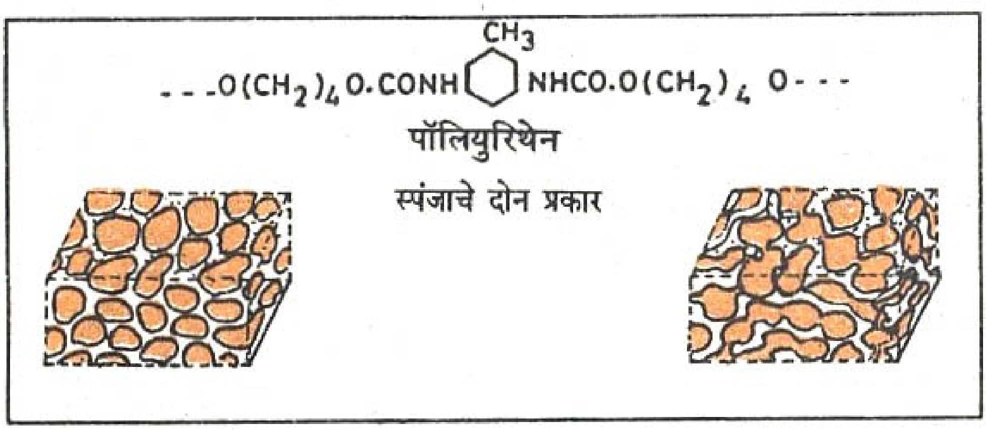
पॉलीकार्बोनेट नावाचं एक प्लॅस्टिक प्रसिद्ध आहे. इतर प्लॅस्टिकच्या मानानं अधिक तापमानाला ते चालू शकतं. आघातामुळं ते फुटत नाही. म्हणून लहान मुलांच्या दुधाच्या बाटल्या त्या प्लॅस्टिकच्या बनवतात. बाटली हातातून पडली तरी चिंता नाही. शिवाय उकळतं दूध त्यात ओतून ठेवलं तरी चालतं. हेल्मेटच्या पुढं बसवलेली पारदर्शक ‘कांच’ खरं तर पॉलीकार्बोनेटची असते. पॉलीकार्बोनेट अभियांत्रिकी प्लॅस्टिक या गटात मोडतं. म्हणजे औद्योगिक विश्वात यंत्रसामुग्रीसाठी वापरलं जाणारं प्लॅस्टिक. भक्कमपणा आणि अनेक वर्ष टिकण्याची क्षमता या गुणांमुळं पॉलीकार्बोनेटनं हे स्थान मिळवलं आहे.

पॉलीयुरेथिन हे थर्मोकोलसारखं सच्छिद्र हलकं प्लॅस्टिक पण थर्मोकोलसारखं ते ठिसूळ नसतं. स्पंजासारखं लवचिक असतं. खरं तर तो घट्ट झालेला पॉलीयुरेथिनचा फेसच असतो. तो पफ (पी. यू. एफ. - पॉलीयुरेथिन फोमची आद्याक्षरं) म्हणून ओळखला जातो. ‘यू फोम’ हे त्याचंच व्यापारी नाव.

अनुक्रमणिका



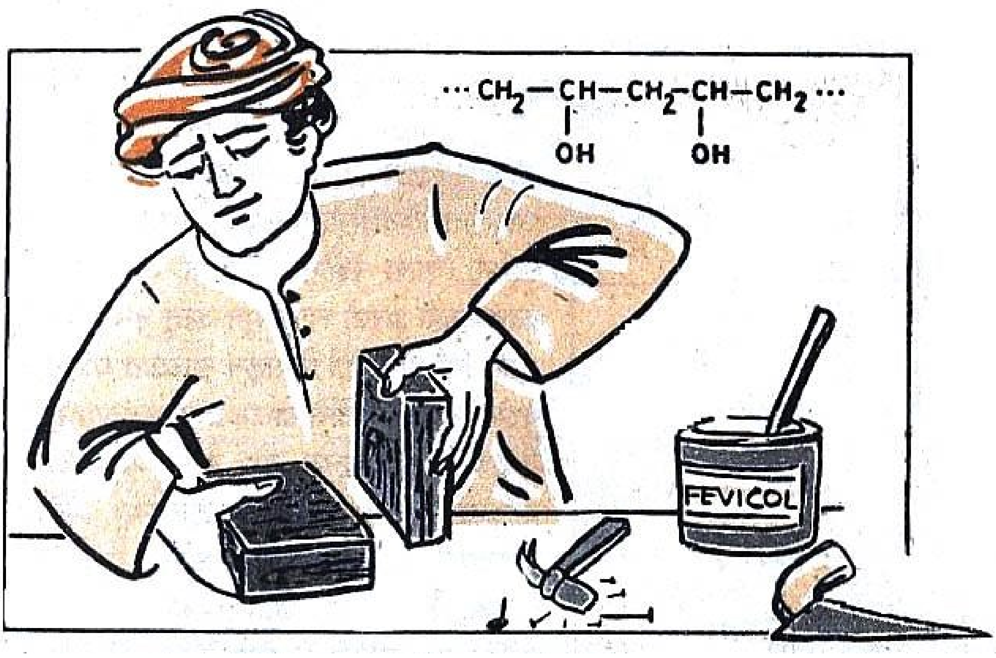
(युरेथिनमधला यु) त्यापासून गाद्यागिर्द्या बनवतात. अलिकडे शीतकपाटात उष्णतानिरोधक म्हणूनही पफ वापरला जातो. त्यातून उष्णतेचं वहन मंदगतीने होत असल्यामुळं उर्जेची बचत होते.



पॉलीयुरीथेनपासून बनवलेला स्पंज

आणखीही एका बाबतीमधे हल्ली पॉलीयुरेथीनचा उपयोग होऊ लागला आहे. तो म्हणजे कमी प्रतीच्या चामड्यावर प्रक्रिया करून उच्च प्रतीचं चामडे तयार करण्यासाठी. त्यासाठी हलक्या दर्जाच्या चामड्यावर पॉलीयुरेथिनचा एक अगदी पातळसा थर देण्यात येतो. त्यामुळे चामड्याच्या दर्जामध्ये लक्षणीय फरक पडतो. अशा रीतीने प्रक्रिया केलेलं चामडे आणि नैसर्गिक उच्च दर्जाचं चामडे यातला फरक सहजासहजी ओळखतासुद्धा येत नाही. त्यामुळं अशा चामड्यापासून तयार केलेलं बूट, पर्सेस वगैरेंना चांगली किंमत येते. रेक्झीनपासून बनवलेले बूट आरामदायक नसतात कारण त्यातून हवा खेळत नाही. शरीरातला घामही त्यात शोषला जात नाही. याउलट चामड्यावर पॉलीयुरेथीनचा थर देऊन बनवलेलं चामडे हे मूलतः चामडेच असल्यामुळे त्याच्या बाबतीत असं होत नाही. त्यापासून बनवलेले बूट आरामशीर वाटतात.

अनुक्रमणिका



लाकडी वस्तू चिकटवायला पॉलीव्हिनाईल अल्कोहल हा डिंक वापरतात.

पॉलीव्हिनाईल अल्कोहोल हे प्लॅस्टिक पाण्यामधे विरघळू शकते. वस्तू बनवण्यासाठी त्याचा उपयोग होत नाही. पण ते पाण्यात विरघळून बनवलेल्या द्रावणांना औद्योगिक क्षेत्रामधे फार महत्त्व आहे. ही द्रावणे डिंकासारखी चिकट असतात. हल्ली टेबलावर, कपाटांवर जे रंगीबेरंगी तक्ते चिकटवण्यात येतात ते चिकटवण्यासाठी पाण्यात विरघळवलेल्या पॉलीव्हिनाईल अल्कोहोलचा उपयोग करतात. फेवीकॉल, मोव्हिकॉल यासारख्या व्यापारी नावानं ते बाजारात मिळतं.

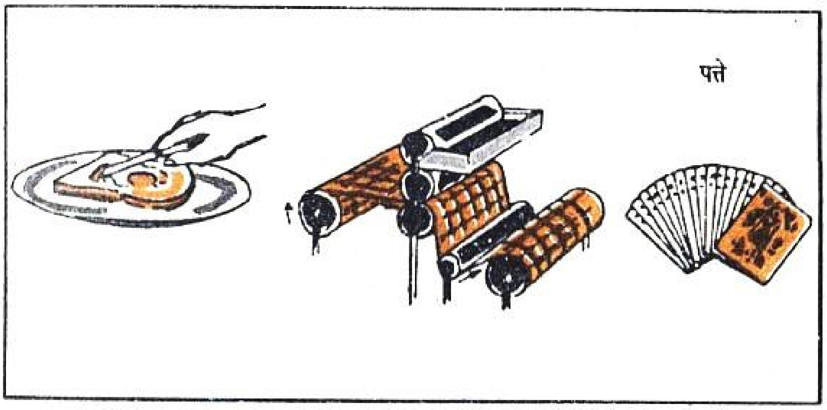
अनुक्रमणिका

७) मळणे भाजणे तळणे

प्लॅस्टिक जेव्हा कच्चा माल म्हणून कारखान्यातून बाहेर पडतं, तेव्हा ते चूर्णाच्या किंवा भुकटीच्या रुपात, साखरेसारख्या दाणेदार स्वरूपात किंवा छोट्याछोट्या मण्यांच्या रुपात असतं. त्याला रेझीन म्हणतात. कधीकधी ते द्रवरुपातही असते. त्यापासून वस्तू बनवण्यापूर्वी त्यात विविध पदार्थ मिसळून साच्यात घालून ते गरम केलं जातं. प्लॅस्टिकच्या वस्तू बनवण्यासाठी कराव्या लागणाऱ्या ह्या सगळ्या प्रक्रिया खाद्यपदार्थ बनवताना केल्या जाणाऱ्या, प्रक्रिया सारख्याच असतात. पीठ मळणे, चकलीच्या साच्यातून चकली पाडणे, भाजणे, तळणे यासारख्या कृतींची आठवण करून देणाऱ्या!

प्लॅस्टिकच्या वस्तू बनवणे ही कलाही आहे आणि शास्त्रही आहे. कुठल्या प्रकारची वस्तू बनवायची आणि कसल्या प्लॅस्टिकची बनवायची त्यावरून कोणती यंत्रसामुग्री वापरावी लागेल ते ठरवावं लागतं. हा झाला शास्त्राचा भाग. पण त्यात कोणते पदार्थ घालायचे, ते किती प्रमाणात घालायचे, किती तापमान ठेवायचं, किती दाब द्यायचा हे ठरवताना शास्त्राबरोबरच अनुभवाचीही मदत घ्यावी लागते. चांगलं चित्र काढण्यास केवळ उत्तम प्रतीचे रंग आणि कुंचले असून भागत नाही. कलाकाराचा हातही लागतो. तसंच सुबक, देखणी, निर्दोष प्लॅस्टिकची वस्तू बनवायला बनवणाऱ्याचं कसबही फार महत्त्वाचं असतं.

प्लॅस्टिकच्या वस्तू बनवताना वापरल्या जाणाऱ्या पद्धतींची आपण थोडक्यात ओळख करून घेऊ या.



पावावर लोणी पसरतात तसा कपड्यावर किंवा कागदावर प्लॅस्टिकचा पातळसा थर देण्यासाठी केलेंडरींग ह्या यंत्राचा उपयोग करून घेतला जातो.

अनुक्रमणिका

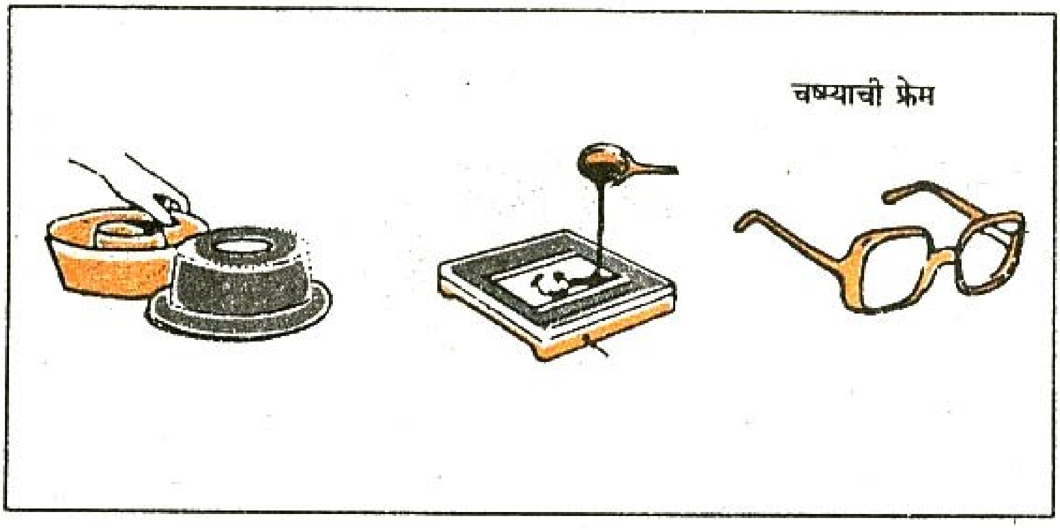
कॅलेंडरिंग :

कॅलेंडरिंग म्हणजे प्लॅस्टिकचे तक्ते बनवणं. हे काम दोन रुळांमधून प्लॅस्टिक घालून केलं जातं. पोळपाटावर कणकीचा गोळा ठेवूनं लाटण्यानं लाटतात, तसंच काहीसं कॅलेंडरिंगमधे होत. रेझीनमध्ये आवश्यक ते पदार्थ घालून त्याची लादी ह्या दोन विरूद्ध दिशांनी फिरणाऱ्या रूळातून काढली जाते. उसाचा रस काढतांना तो चरकातून काढला जातो. तसंच. फक्त ह्या रूळांचा पृष्ठभाग अतिशय गुळगुळीत असतो. बहुतेक वेळेस हे रूळ विजेच्या सहाय्यानं किंवा वाफेच्या सहाय्यानं गरम केलेले असतात. रूळांमधली फट कमीअधिक करून बाहेर येणाऱ्या तक्त्यांची जाडी नियंत्रित केली जाते. जेव्हा अतिशय कमी जाडीचा तक्ता तयार करायचा असतो तेव्हा एकापाठोपाठ एक अशा दोन-तीन रूळांच्या जोड्यांमधून तो पाठवला जातो. प्रत्येक वेळी रूळांमधली फट कमीकमी ठेवली असल्यामुळे शेवटी हवा तितका पातळ तक्ता तयार होतो.

काहीवेळा रूळांवर नक्षी कोरून नक्षीदार तक्ते तयार केले जातात तर कधी विविध रंग वापरुन एकमेकात मिसळलेल्या रंगांचं आकर्षक डिझाईन तक्त्यावर उमटवलं जातं.

डाय कास्टिंगः

डाय कास्टिंग म्हणजे वितळवलेलं प्लॅस्टिक साच्यात घालून त्याला आवश्यक तो आकार देणं. जिलेटीन पाण्यात विरघळून ते जेलीच्या भांड्यात घालून आकर्षक आकाराची जेली करतात. त्यासारखं डाय म्हणजे साचा. ज्या आकाराची वस्तू बनवायची आहे त्या आकाराचा साचा बनवला जातो. हा बहुधा दोन भागांचा बनवलेला असतो. त्यामुळं वस्तू तयार झाली की ती साचातून काढणं सोपं जातं. डायकास्टिंग ही पद्धत सर्वसाधारणपणे थर्मोसेटस्साठी उपयोगात आणली जाते. रेझीनमध्ये योग्य ती द्रव्ये मिसळून ते साच्यात ओततात. मग साचा भट्टीत ठेऊन गरम केला जातो. त्या तापमानास पॉलीमरच्या साखळ्या गुंतून प्लॅस्टिक 'सेट' होतं. मग साचा थंड करून वस्तू बाहेर काढतात. साचा हा धातूचा किंवा लाकडाचा बनवतात. एकदोन वेळाच साचा वापरायचा असला तर तो प्लॅस्टर ऑफ पॅरीसचा बनवतात. कारण धातूचा साचा बनवणं महाग पडतं.



कास्टिंग हे केक बनवण्यासारखे आहे. त्यात साच्यामध्ये वस्तू तयार होते.

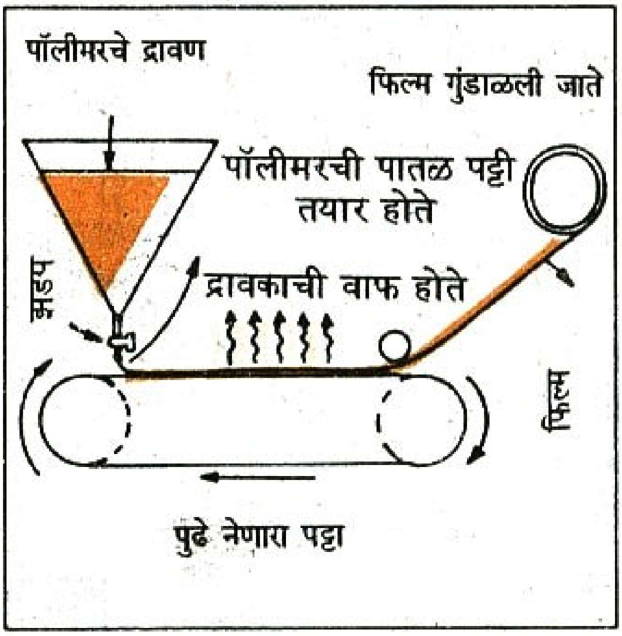
अनुक्रमणिका

रोटेशनल कास्टिंगः

हा सुद्धा डाय कास्टिंगसारखाच प्रकार आहे. चेंडू, बाहुली यासारख्या पोकळ वस्तू बनवण्याच्या दृष्टीनं सोयीचा. यामध्ये प्लॅस्टिक साच्यामध्ये ओतल्यावर तो जोरानं गरगरा फिरवला जातो. त्यामुळं प्लॅस्टिक साच्यामध्ये सर्वत्र सारखं पसरतं आणि मधली जागा रिकामी राहते. मग साचा फिरत असतानाच गार केला जातो आणि साच्याचे दोन भाग वेगळे करून वस्तू बाहेर काढतात.

फिल्म कास्टिंगः

फिल्मच्या या संदर्भातील अर्थ पातळ तक्ता. हा पातळ तक्ता जसा कॅलेन्डरिंग करून बनवता येतो तसाच या पद्धतीनेही बनवता येतो. या पद्धतीत प्लॅस्टिक ज्यामध्ये विरघळू शकेल असा द्रव घेतात. त्यात प्लॅस्टिक विरघळवून ते द्रावण एका पट्ट्यावर हळूहळू ओततात. पट्टा जसजसा पुढं जातो तसतशी द्रवाची वाफ होते आणि प्लॅस्टिकची पातळ फिल्म तयार होते. छायाचित्रणासाठी लागणारी फिल्म याच पद्धतीनं बनवली जाते.



फिल्म कास्टिंगचे यंत्र

कॉम्प्रेशन मोल्डिंग :

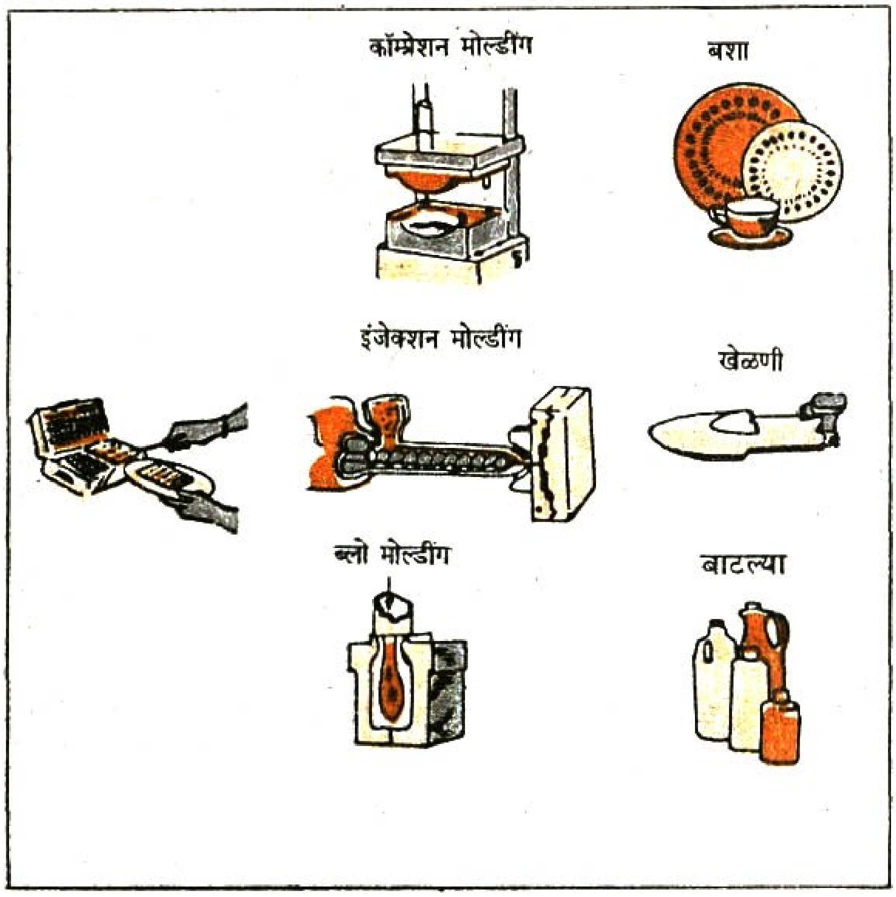
कॉम्प्रेशन मोल्डिंग म्हणजे साच्यात घालून दाब घेऊन वस्तू तयार करणं. थर्मोसेट प्लॅस्टिकच्या वस्तू बनवण्याची ही सर्वात लोकप्रिय पद्धत. ही पद्धत डाय कास्टिंगसारखीच आहे पण या पद्धतीत वस्तूवर दाब दिला जातो. त्यामुळे वस्तू सुबक बनते. जास्त दाब देण्यासाठी कधीमधी हायड्रॉलिक प्रेसचा उपयोग करून घेतला जातो. प्लॅस्टिकची बटणे, दाराच्या नक्षीदार मुठी, दूरध्वनी संचाचे भाग यासारख्या वस्तू या प्रकाराने बनवल्या जातात.

अनुक्रमणिका

इन्जेक्शन मोल्डिंगः

प्लॅस्टिकच्या वस्तू इतरांपेक्षा स्वस्त असायचं एक महत्वाचं कारण एकाच वेळी खूप मोठ्या प्रमाणावर त्याचं उत्पादन (मास प्रॉडक्शन) करणं शक्य होतं, हे आहे. आणि अशा मोठ्या प्रमाणावर उत्पादन करण्याच्या पद्धतीत इंजेक्शन मोल्डिंग ह्या पद्धतीने फार मोठा हातभार लावलेला आहे.

डॉक्टर इंजेक्शन देताना औषध जसं पिचकारीच्या सहाय्यानं शरीरात घुसवतात तसंच या पद्धतीत वितळलेलं प्लॅस्टिक पिचकारीनं साच्यात ढकललं जातं. पाठोपाठ दट्ट्याच्या सहाय्यानं दाबही दिला जातो. प्लॅस्टिक आत ढकलणं, दाब देणं, पुन्हा साचा गार करणं, वस्तू बाहेर काढणे हे सगळं यंत्राच्या सहाय्यानं, थोडक्या वेळात साधलं जातं. थर्मोप्लॅस्टिकच्या बहुतेक सर्व छोट्यामोठ्या वस्तू, म्हणजे बादल्या, भांडी, रॉकेलसाठी वापरतात ते डबे, हल्ली याच तंत्राने बनवल्या जातात.



मोल्डींग हे बिस्कीटे बनवण्यासारखे आहे.

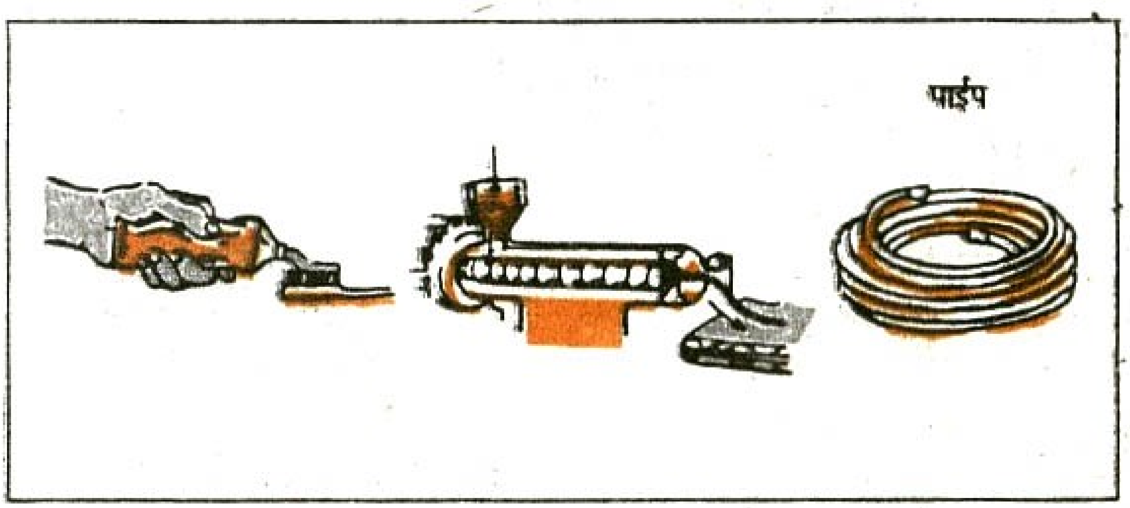
ब्लो मोल्डिंग :

हा प्रकार मुळात काचेच्या वस्तू बनवण्यासाठी प्रचारात होता. ब्लो म्हणजे तोंडानं फुंकणे. ह्यामध्ये वितळलेल्या काचेच्या रसात एक लांब नळी बुडवून दुसऱ्या टोकातून तोंडाने हवा फुंकून वस्तू बनवल्या जात. या पद्धतीत थोडाफार फरक करून ती प्लॅस्टिकसाठी उपयोगात आणली जाते. प्लॅस्टिकची एक

नळी गरम करून साच्यात नीट बसवली जाते. साचा बंद झाला की नळीचं एक टोक बंद होतं. दुसऱ्या बाजूने हवा फुंकली जात असल्यामुळं नळी फुग्यासारखी फुगते आणि साच्याच्या आतल्या भागात व्यवस्थित बसते. तोंडाने हवा न फुंकता पंख्याच्या सहाय्यानं फुंकली जाते एवढा मात्र फरक. वस्तू तयार झाली की थंड करून साचा उघडतात. वस्तू बाहेर काढतात आणि पुढची वस्तू तयार करण्यासाठी नळी पुन्ही साच्यात ठेवली जाते. एकामागून एक अशा वस्तू तयार होत राहतात. प्लॅस्टिकच्या बाटल्या बनवायला ही पद्धत फारच उपयुक्त आहे.

एक्सट्रूजन मोल्डिंगः

प्लॅस्टिकच्या वस्तू बनवायची ही पद्धत स्वस्त पडत असल्यामुळं अतिशय लोकप्रिय आहे. रेझीनमध्ये आवश्यक ती द्रव्ये मिसळून एका कप्प्यामध्ये ठेवलेली असतात. एका फिरणाऱ्या स्क्रूच्या सहाय्यानं दाब देऊन ती एका छोट्या भोकातून बाहेर ढकलली जातात. जणू काही चकलीच्या सोऱ्यातून चकली बाहेर पडावी. बाहेर येतानाच ती द्रव्ये गरम होतील अशी व्यवस्था केलेली असते. ज्या छोट्या भोकातून ती बाहेर येतात त्याचा आकार असा ठेवलेला असतो की योग्य त्या प्रकारची वस्तू आपोआप तयार होऊन बाहेर येते. प्लॅस्टिकच्या नळ्या याच प्रकारानं बनवतात.



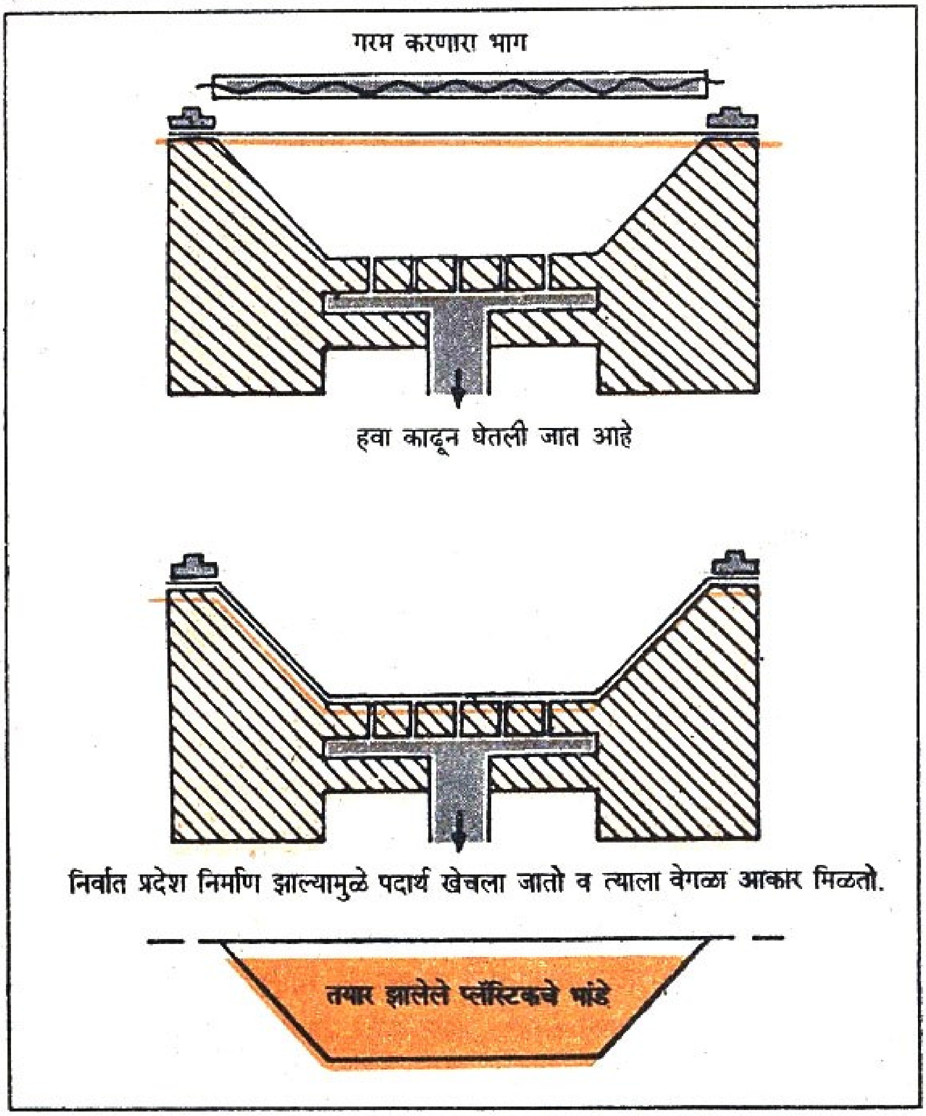
एक्स्ट्रजन मध्ये टुथपेस्ट जशी ट्यूबमधून बाहेर येते. तर प्लास्टिक छिद्रातून बाहेर येते.

प्लॅस्टिकच्या पिशव्या बनवताना एक्स्ट्रजन मोल्डिंग आणि ब्लो मोल्डिंग ह्या दोन्ही तंत्राचा उपयोग करून घेतला जातो. बाहेर येणारी नळी गरम आणि मऊ असतानाच एका बाजूनं बंद करण्यात येते आणि दुसऱ्या बाजूनं त्यात हवा भरण्यात येते. हवेच्या दाबामुळं नळी टम्म फुगते आणि तिची पिशवी बनते. मग ती हवी तेवढी लांब कापून एका बाजूनं बंद करून टाकली की काम झालं.

अनुक्रमणिका

थर्मोफॉर्मिंग :

प्लॅस्टिकच्या तक्त्यापासून डब्या, ट्रे वगैरेसारख्या आकाराच्या वस्तू बनवायला थर्मोफॉर्मिंग ही पद्धत वापरली जाते. प्रथम तक्ता गरम करून एका साच्यामध्ये ठेवतात. मग साचा बंद केला की त्यातल्या पुढे येणाऱ्या भागामुळे खोलगट आकाराची वस्तू बनते.



व्हॅक्युमफॉर्मिंग प्रक्रीया

कधीकधी साच्याला पुढं येणारा भाग नसतो. खालच्या भागातून हवा खेचून घेण्याची व्यवस्था असते. त्यामुळे तक्ता खाली खेचून घेतला जाऊन त्याला योग्य तो आकार मिळतो.

अनुक्रमणिका

८) नवनवीन पक्वान्ने

प्लॅस्टिक आणि पॉलीमरच्या क्षेत्रात आज प्रचंड प्रमाणात संशोधन चालू आहे. दरवर्षी नवीन नवीन प्लॅस्टिक्स बाजारात येत आहेत. आपल्या वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्मामुळे ती लोकांचं लक्ष वेधून घेत आहेत. पण हे संशोधन काही फक्त नवी प्लॅस्टिक्स शोधण्यापुरतं मर्यादित नाही. आधी माहित असलेली प्लॅस्टिक्स बनवायच्या नव्या पद्धती शोधून काढण्यात येत आहेत. या पद्धती पहिल्यापेक्षा जास्त सोप्या, जास्त स्वस्त पडणाऱ्या आणि जास्त सुरक्षित आहेत. प्लॅस्टिक्सच्या वस्तू बनवायचे नवीन मार्ग धुंडाळण्यात येत आहेत. चमकदार, नव्या कल्पनांचा वापर करण्यात येत आहे.

गेल्या पंधरावीस वर्षात प्लॅस्टिकच्या संशोधनाचा जो झपाटा चालू आहे त्याचं फलित म्हणजे हाती लागलेली काही नवी प्लॅस्टिक्स. आणखी काही वर्षानंतर धातू, लाकूड, कागद यासारख्या पदार्थाची छुट्टी करून टाकतील असं वाटायला लावणारी ! मानवजातीला भेडसावत असलेल्या कित्येक समस्यांवर रामबाण ठरणारी ! भविष्यकाळाबद्दल दिलासा देणारी!

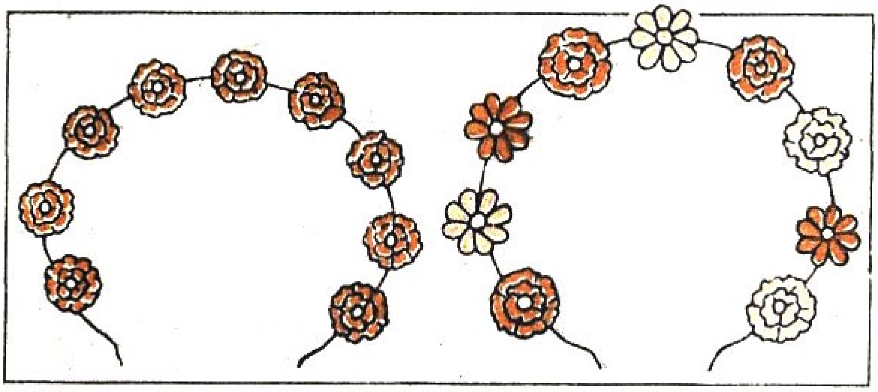
पण त्यांच्याकडे वळण्यापूर्वी प्लॅस्टिक बनवण्याची एक अफलातून कल्पना समजून घेऊ या.

कोपॉलीमरायझेशन :

बहुतेक सर्व प्लॅस्टिक्स एकाच प्रकारच्या मोनोमरपासून बनवलेली असतात. पॉलीमरच्या साखळीतला हा छोटा घटक एकच एक प्रकारचा असतो. पण दोन किंवा तीन प्रकारचे मोनोमर्स एकत्र गुंफूनही साखळी बनवता येते. या प्रकाराला म्हणतात कोपॉलीमरायझेशन.

कोपॉलीमर म्हणजे दोन पॉलीमरचं मिश्रण नव्हे तर संमिश्रपणे तयार झालेला पॉलीमर. सर्वसाधारण प्रकारचा पॉलीमर जर एका प्रकारच्या फुलांचा हार आहे असं मानलं तर कोपॉलीमर म्हणजे दोन किंवा तीन वेगवेगळ्या प्रकाराच्या फुलांचा एकत्र गुंफलेला हार. काही फुलं वासासाठी तर काही रंगासाठी असतात तसंच काहीसं! पण हारामध्ये फुलं जशी ठराविक क्रमाने गुंफलेली असतात, म्हणजे एक मोगऱ्याचं फूल, मग दोन अबोलीची, पुन्हा एक मोगऱ्याचं, दोन अबोलीची अशा प्रकारे; तसं कोपॉलीमरच्या साखळीचं नसतं. अ आणि ब ह्या दोन मोनोरमपासून केलेला कोपॉलीमर.

अनुक्रमणिका

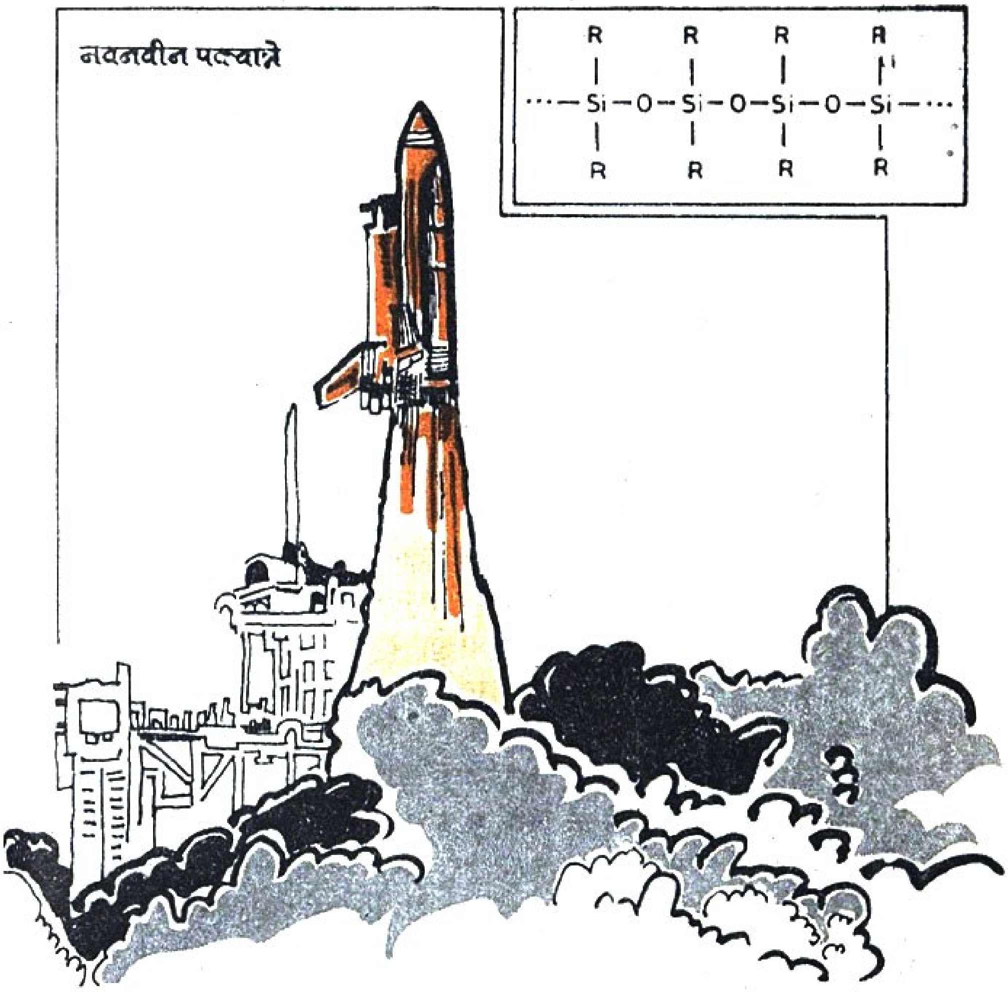


पॉलीमरला एकाच प्रकारच्या फुलांचा हार म्हटला तरदोन वेगवेगळ्या प्रकारच्या फुलांचा हार म्हणजे कोपॉलीमर

-अ –ब -अ –ब -अ –ब -अ –ब -अ –ब असा नियमित, क्रमवार किंवा संगीताच्या भाषेत बोलायचं तर लयबद्ध नसतो. तर –अ –अ –ब –अ –ब –ब –ब –अ –अ –ब –ब –अ –ब –ब –ब अशी दोन मोनोमरची वेड्यावाकड्या क्रमानं गुंफलेली साखळी असं त्याचं स्वरूप असतं.

गरज ही शोधाची जननी आहे असं म्हणतात ते अगदी खरं आहे. कोपॉलीमरायझेशनची कल्पना अशीच गरजेच्या पोटी जन्माला आली. कधीकधी काय होतं, की दोन पॉलीमर्समध्ये असलेले दोन गुणधर्म एका पॉलीमरमध्ये आणणं जरूर असतं. उदाहरणार्थ पॉलीस्टायरिनची वस्तू दिसायला दिसते आकर्षक. ती साच्यात घालून बनवणंही सुलभ असतं. पण ही वस्तू ठिसूळ असते. चटकन मोडू शकते. याउलट पॉलीअक्रायलो नायट्राइल नावाचं प्लॅस्टिक असतं टिकावू पण त्याच्या वस्तू बनवणं फार कठीण म्हणून मग या दोन्हीच्या मोनोमरपासून एकत्रित असा पॉलीमर बनवतात. त्याला सान म्हणतात. (एस्. ए. एन्. ही स्टायरिन आणि अक्रायलोनाट्राईलची आद्याक्षरं). नावानं सान असला तरी हा पॉलीमर कर्तृत्वानं महान असतो. एखाद्या मुलानं जसे आपल्या आईवडिलांचे चांगले चागले गुण उचलावेत तसे साननं पॉलीस्टायरिनचा आकर्षकपणा आणि अक्रायलोनाट्राईलचा टिकावूपणा दोन्ही गुण घेतलेले आहेत. आपल्या घरातल्या मिक्सरचं अर्धपारदर्शक भांडं, फ्रीजमधील धुरकट काचेसारखी दिसणारी लोणी ठेवायच्या कप्प्यांची झाकणं ह्या सान पासून बनवलेली असतात.

अनुक्रमणिका



सिलीकॉन्सचा उपयोग अंतराळयानात व रॉकेटमध्ये मोठ्या प्रमाणावर करून घेतला जातो.कोपऱ्यात सिलीकॉन पॉलीमरचे रासायनिक सूत्र.

कधीकधी तीन मोनोमरपासूनही पॉलीमर बनवतात. अक्रायलोनायट्राईल, ब्यूटाडाईन आणि स्टायरिनपासून बनलेल्या प्लॅस्टिकला ए. बी. एस्. म्हणतात (तीन मोनोमर्सच्या आद्याक्षरावरून). ह्या दत्तात्रयाच्या अवतारानं स्टायरिनचा आकर्षकपणां आणि अक्रायलोनायट्राईलचा टिकावूपणा यांच्या जोडीला ब्यूटाडाईनपासून आघाताला तोंड देण्याचा गुणही घेतलाय. म्हणून तर ए. बी. एस्. पासून सामानाच्या प्रवासी पेट्या बनवतात.

सिलीकोन :

प्लॅस्टिकच्या कुटुंबातलेच पण जरा वेगळ्या प्रकाराचे पॉलीमर्स म्हणजे सिलीकॉनचे पॉलीमर्स. सिलीकोन म्हणून ओळखले जाणारे हे पॉलीमर्स चुलत घराण्यातले म्हणूया हवे तर. कारण ह्या पॉलीमर्सच्या साखळीचा कणा कार्बनचा बनवलेला नसून सिलीकॉन ह्या मूलद्रव्याच्या अणूंचा बनलेला असतो. अचुक बोलायचे तर त्याची साखळी एक अणू सिलीकॉनचा. दुसरा ऑक्सीजनचा अशी बनलेली असते. काही सिलीकोन्स द्रवरूप असतात. उच्च तापमानास चालू शकतील अशी वंगण म्हणून वापरायची तेलं त्यापासून बनवतात. थर्मोसेटींग रेझीन्स गरम करून जशी ‘सेट’ करतात तसंच सिलीकोनच्या

अनुक्रमणिका

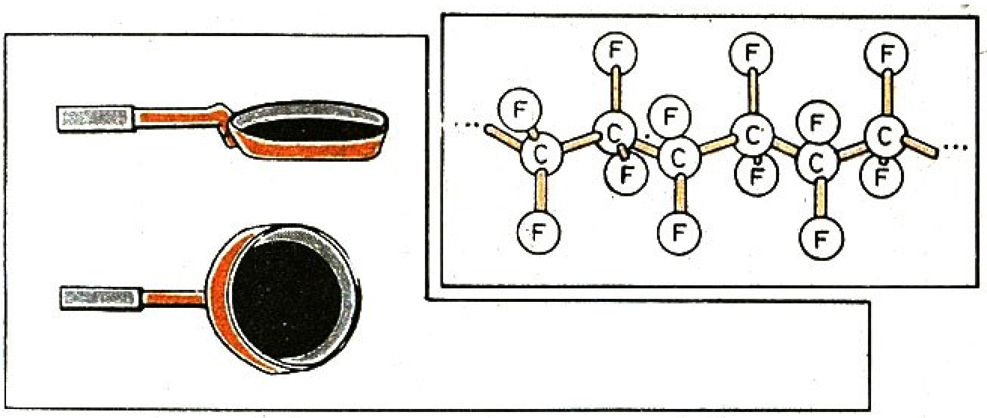
बाबतीतही करता येतं. ह्या प्लॅस्टिकपासून बनलेल्या वस्तू जास्त तापमानास चालू शकतात. म्हणून जास्त तापमानास विद्युतविरोधक आणि उष्णतानिरोधक वस्तू बनवण्यासाठी ह्या प्लॅस्टिकचा उपयोग केला जातो. सिलीकोनचा उपयोग रंग आणि लाकडी वस्तूंसाठी वापरण्यात येणाऱ्या वॉर्निशमध्ये हल्ली मोठ्या प्रमाणात केला जातो. सिलीकोनमुळे भिंतींचा पृष्ठभाग आणि लाकडी वस्तू जलाभेद्य बनतात व लवकर खराब होत नाहीत. सर्वसाधारण प्लॅस्टिकपेक्षा सिलीकोनस् जास्त महाग असतं तरी काही खास कामासाठी त्यांचा उपयोग अनिवार्य ठरतो. अंतराळ संशोधन क्षेत्रात तर त्यांना अनन्यसाधारण महत्व प्राप्त झालेलं आहे. नव्यानं उदयास येणाऱ्या 'फोटॉनिक्स' क्षेत्रातही सिलीकोन्सवाचून पान हलत नाही.

टेफ्लॉन :

गेल्या काही वर्षात प्रसिद्धीस आलेल्या प्लॅस्टिकमध्ये टेफ्लॉनचं नाव अग्रक्रमानं घ्यावं लागेल. टेफ्लॉनचं शास्त्रीय नाव पॉलीटेट्राफ्लुरोएथीलीन, टेफ्लॉन हे त्याचं व्यापारी नाव. ते शोधून काढणाऱ्या ड्यूपॉंट ह्या कंपनीनं दिलेलं. पण ह्या व्यापारी नावानेच हे प्लॅस्टिक प्रसिद्ध आहे. पॉलीएथीलीनच्या रेणूमध्ये हायड्रोजनच्या जागी फ्लोरीन घातला तर जसा दिसेल तसा ह्या पॉलीमरचा रेणू दिसतो. म्हणजे असा :

...- CF2 -CF2 -CF2 -CF2 - CF2 - CF2 - CF2.......

टेफ्लॉनची काही खास वैशिष्ट्ये आहेत. बहुतेक सर्व थर्मोप्लॅस्टिक्स उकळत्या पाण्याच्या तापमानास म्हणजे १०० अंश सेल्शीअसला मऊ पडतात. पण टेफ्लॉन मात्र २६० अंश सेल्शीअसपर्यंत मऊ पडत नाही. याहून महत्वाचं म्हणजे बहुतेक सर्व रसायनांना टेफ्लॉन सहजपणं तोंड देऊ शकतं. एखाददुसऱ्या सहसा वापरात न येणाऱ्या रसायनाचा अपवाद वगळता कुठलचं रसायन टेफ्लॉनवर अजिबात परिणाम करू शकत नाही. पाण्यानं ते ओलं होत नाही की तेलामुळे ते तेलकट होत नाही. अगदी धातूइतकं नसेल पण त्यातून बऱ्यापैकी उष्णतावहन होऊ शकतं. शिवाय ते पूर्णपणे बिनविषारी, न पेटणारं आहे. ह्या सगळ्या गुणधर्मामुळे स्वैपाकाची भांडी आणि तवे यांच्यावर लेप देण्यासाठी टेफ्लॉनचा उपयोग होतो. निर्लेप, तृप्ती यासारख्या नावानं आपल्याकडे प्रचारात असलेल्या तव्यांवर, आतून टेफ्लॉनचा हलकासा थर दिलेला असतो.



टेफ्लॉनचा थर दिलेले स्वैपाकाचे तवे आणि टेफ्लॉनचा रेणू

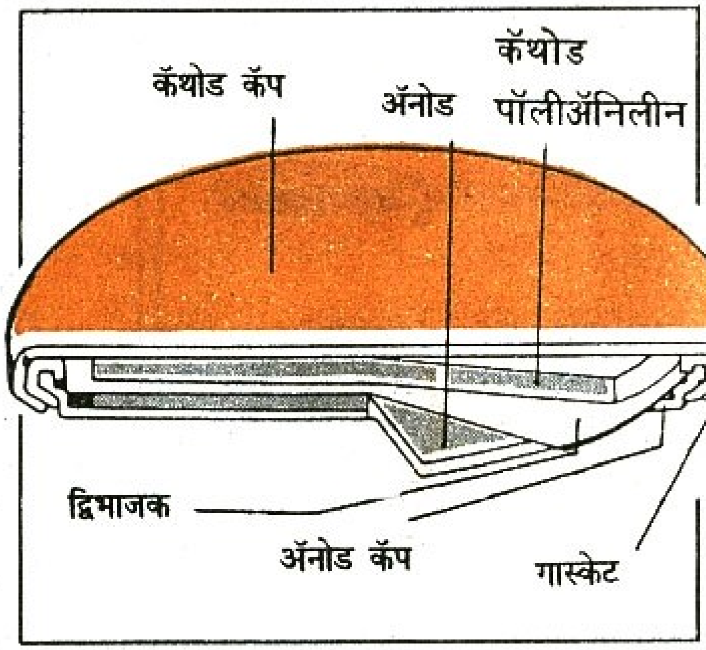
अनुक्रमणिका

टेफ्लॉनचा पृष्ठभाग अतिशय गुळगुळीत असतो. त्यामुळे दुसऱ्या पृष्ठभागाशी त्याचं फारसं घर्षण होत नाही. म्हणून टेफ्लॉनचा उपयोग बेअरिंगमध्ये करतात. अशा बेअरिंगमध्ये वंगण म्हणून तेल घालायची आवश्यकता नसते. अनेक विजेच्या आणि इलेक्ट्रानिक उपकरणांत, दोन धातूंच्या पृष्ठभागातली फट बुजवायला वापरल्या जाणाऱ्या गास्केटसाठी, टेफ्लॉनचा उपयोग होतो. मात्र टेफ्लॉन बरंच महाग असल्यामुळं त्याचा सर्रास वापर केला जात नाही.

इतके दिवस भारतात टेफ्लॉनचे उत्पादन होत नसे. पण गेल्या काही वर्षापासून हिंदुस्थान ऑरगॉनिक केमिकल्स ह्या सार्वजनिक क्षेत्रातील उद्योगानं पॉलीटेट्राफ्लूरोएथीलीन बनवायला सुरवात केली आहे.

नाविन्यपूर्ण प्लॅस्टिक्स :

अलीकडच्या काळात टेफ्लॉनपेक्षाही सरस, अगदी वैशिष्ठयपूर्ण गुणधर्म असलेली अफलातुन प्लॅस्टिक्स शोधून काढण्यात आलेली आहेत. त्यापैकी काहींची झलक बघू या.



पॉलीमरची बॅटरी (विद्युत घट)

सर्वसाधारणपणे प्लॅस्टिक्समधून विजेचा प्रवाह वाहू शकत नाही हे आपल्याला माहित आहेच. म्हणून तर विजेची बटणे, विजेच्या तारांची आवरणे ही प्लॅस्टिक्सची असतात. पण ही झाली सर्वसाधारण प्लॅस्टिकची कथा. अशी काही खास प्लॅस्टिक्स शोधून काढण्यात आली आहेत की ज्यातुन वीज वाहु शकेल. त्यांना काही लोकांनी 'कृत्रिम धातू' अस मजेदार नावही ठेवलंय.

काही वर्षांपूर्वीची गोष्ट. हिडेकी शिरानाका ह्या जपानी शास्त्रज्ञाच्या प्रयोगशाळेत काही प्रयोग चालू होते. पॉलीॲसेटिलीन हे फारसे वापरात नसलेले प्लॅस्टिक तयार करण्यात येत होते. त्यासाठी लागणारा संप्रेरक चुकीने जरूरीपेक्षा पुष्कळच जास्त घातला गेला. याचा परिणाम असा झाला की नेहमीसारखं काळं

पॉलीॲसेटिलीन न तयार होता चांदीसारखं चकचकीत दिसणारं प्लॅस्टिक तयार झालं. ह्या प्लॅस्टिकमधून थोड्याफार प्रमाणात वीज वाहू शकते असं लक्षात आलं. त्यात अगदी सूक्ष्म प्रमाणात आयोडीन मिसळलं तेव्हा तर त्याचं विद्युतवाहकत्व लाखो पटीनं वाढलेलं दिसून आलं. पॉलीॲसेटिलीन सारखीच आणखी दहाबारा विद्युतवाहक प्लॅस्टिक्स शोधून काढण्यात आली आहेत. १९८७ साली जर्मनीमधे शोधण्यात आलेलं एक प्लॅस्टिक तर तांब्याच्या दुपटीनं विद्युतवाहक आहे. विद्युतवाहक गुणांचा हा उच्चांकच आहे. कुठल्याही धातू किंवा अधातूला आजतागायत हे रेकॉर्ड मोडता आलेलं नाही.

सध्यातरी विद्युतवाहक प्लॅस्टिक्स फार महाग आहेत. जिथं किमतीपेक्षा हलकेपणा जास्त महत्त्वाचा असतो अशा दोन क्षेत्रापुरता अजून तरी त्यांचा वापर मर्यादित आहे. एक म्हणजे विमानउड्डाणाच्या क्षेत्रात आणि त्यापेक्षाही जास्त करून अंतराळसंशोधन क्षेत्रात. प्लॅस्टिक पासून बनवलेली अतिशय हलकी अशी बॅटरी परदेशातल्या बाजारपेठेत येऊन ठाकली आहे. सध्या मोटारीमध्ये वापरली जाते त्यात शिसं आणि गंधकाम्लापासून बनवलेल्या जड बॅटरीत असते तेवढी. ऊर्जा तळहाता येवढ्या आकाराच्या ह्या छोट्या आणि वजनाला हलक्या बॅटरीमध्ये साठवता येते.

नोमेक्स नावाच्या पॉलीमरपासून अग्नीशामक दलातल्या लोकांचा खास पोशाख तयार केला जातो.

अतिशय उच्च तापमानासही वितळणार नाहीत, मऊ पडणार नाहीत अशीही प्लॅस्टिक्स आज उपलब्ध आहेत. पायरोमेलिटीमाइडस नावाच्या गटामध्ये ती मोडतात. पॉलीडायफिनाईल ऑक्साईड पायरोमेलीटीमाईड असं अगडबंब नाव असलेलं एक प्लॅस्टिक ९०० अंश सेल्सिअस या तापमानास सुद्धा कठीण राहू शकतं. या तापमानास पोलादसुद्धा मऊ पडतं. तेव्हा 'वज्रादपि कठोराणि' या शब्दांनी त्याचं वर्णन सहज करता येईल!

पण हे झालं तापमानाच्या बाबतीत प्रत्यक्ष आगीशी मुकाबला करणारी प्लॅस्टिक्स आहेत का, या प्रश्नाचं उत्तरही होकारार्थी आहे. 'नोमेक्स' ह्या नावानं एका अमेरिकन कंपनीने बाजारात आणलेला पॉलीमरचा धागाच पहाना. हा धागा प्रत्यक्ष ज्वाळेमध्ये धरला तरी जळत नाही की वितळत नाही. म्हणून ह्या पॉलीमरचे कपडे अग्नीशामक दलासाठी बनवतात. नुसत्या पॉलीमरचे कपडे बनवणे सोयीचं नसल्यामुळं

त्याच्या बरोबरीनं काचेचे धागेही वापरले जातात. काचेचे धागे आणि नोमेक्सचे धागे मिळून बनवलेल्या कापडाला औद्योगिकदृष्टयाही महत्त्व आहे. त्या कापडाचा उपयोग भट्टीतून निघणाऱ्या गरम वायूमधे असणारे राखेचे आणि इतर कण वेगळे करण्यासाठी केला जातो. हवेत सोडण्यापूर्वी हे वायू नोमेक्सच्या फडक्यातून गाळून घेतले जातात म्हणाना! म्हणजे प्रदुषणाचा धोका नाही.

कणखरपणा विचारात घेतला तरी प्लॅस्टिक्स कमी पडत नाहीत. केवलार नावाचं एक प्लॅस्टिक ड्यू पाँ या कंपनीनं विकसित केलेलं आहे. ते पोलादापेक्षा पाचपट हंलकं आहे तरी ते पोलादाइतकंच बळकट असतं. केवलार हे पॅराफिनायलीन डायअमाईन आणि टेरेफ्थॅलॉइल क्लोराईड ह्या दोन पदार्थांपासून बनतं. त्याच्या रेणूची रचना स्फटिकी असते. म्हणजे त्यांची मांडणी योजनाबद्ध, सुघटित असते. सैनिकांनी व्यवस्थित मोर्चेबांधणी करावी, तशी ही स्फटिकी रचना असते म्हणाना! त्यामुळे पॉलीमरला विलक्षण बळकटी येते. ह्या स्फटिकी रचनेमुळे केवलारचा धागा इतका कंणखर बनलेला असतो की, त्यापासून बनवलेलं जॅकेट चक्क चिलखत म्हणून वापरता येतं!

केवलार पासून बनवलेली जाकिटे बंदुकीच्या गोळीपासून बचाव करू शकतात.

अनुक्रमणिका

खरं तर केवलारचा शोध केव्हांच लागला होता पण त्याचा धागा बनवता येत नव्हता. १९६५ साली केवलार ज्यात विरघळू शकतं असा द्रव सापडला. मगच केवलारचा वापर सुरू झाला. केवलारच्या धाग्यापासून विणलेलं कापड फारसं जाड नसतं. पण चिरोटा किंवा घडीची पोळी जशी अनेक थरांची बनलेली असते तसे त्यांचे एकावरएक सात आठ थर ठेऊन त्याचं जाकीट बनवतात. आठ थराचं जाकीट पिस्तुलाच्या गोळीपासून संरक्षण देऊ शकतं. बंदुकीची गोळी अडवायला जरा जास्त जाड जाकीट लागतं.

केवलारचं जाकीट बंदुकीची गोळी अडवतं या मागचं रहस्य अगदी साधं आहे. हातावर जोरात छडी मारली तर लागते पण हातावर जाड कापड घालून मग तितक्याच जोरानं छडी मारली तर लागत नाही. कारण हातावर छडी खाताना तिच्यामधला जोर थोड्या जागेत केंद्रित झालेला असतो. त्यामुळे छडी खाल्ली की, डोळ्यात पाणी येतं. याउलट हातावर जाड कापड घेतलं की, छडीमध्ये जोर जरी तेवढाच असला तरी जास्त जागेमध्ये पसरला जातो. कळ येत नाही. हे जाड कापड छडीची तीक्ष्णता कमी करायचं जे काम करतं, तेच केवलारचं जाकीट गोळी अडवण्यासाठी जास्त कार्यक्षमतेनं करतं. ते थराथराचं बनलेलं असल्यामुळे बंदुकीच्या गोळीतली उर्जा चटकन वेगवेगळ्या थरात पसरते. गोळीच्या आघातांचा जोर तिच्या अग्राशी एकवटलेला असतो. तो सर्वत्र पसरल्यामुळे एक जबरदस्त ठोसा खाल्यासारखं वाटतं, पण तेवढंच. गोळी शरीरात शिरत नाही.

केवलार बनवणाऱ्या कंपनीनं ते नेमकं कसं बनवतात ते गुप्त ठेवलेलं आहे. पण आपल्या देशातल्या बंगलोरच्या नॅशनल एरोनॉटिकल प्रयोगशाळेने बनवलेला‘नालार’नावाचा पॉलीमर केवलार इतकाच चांगला आहे, असं म्हटलं जातं.

औद्योगिक क्षेत्रामधे एका खास प्रकारचे पडदे बनवण्यासाठी काही पॉलीमर्स उपयोगात आणतात. हे पडदे म्हणजे एका प्रकारची गाळणी असतात म्हणाना. त्यातून फक्त काही प्रकारचे रेणू पलीकडं जाऊ शकतात. बाकीच्या रेणूंना त्यात अटकाव होतो. आपण चौपदरी फडक्यातून पाणी गाळून घेतो त्यातलाच प्रकार. फक्त ह्या पडद्यामधली छिद्रं अतिशय सूक्ष्म असतात. हायड्रोजन आणि इतर वायूंच्या मिश्रणातून फक्त हायड्रोजन ‘गाळून’ बाहेर काढण्यासाठी अशा पडद्यांचा वापर होऊ शकतो. हे पडदे बनवण्यासाठी वापरलेले पॉलीमर्स अतिशय महाग असतात. तरीही बाकी दुसऱ्या कुठल्या पद्धतीनं हायड्रोजन शुद्ध करण्यापेक्षा असे पडदे वापरून तो शुद्ध करणं स्वस्त पडतं. अर्थातच अशा प्रकारानं शुद्ध केलेला हायड्रोजन अगदी निर्भेळ नसतो. कॉस्टिक सोडा हे साबण तयार करण्यासाठी लागणारं रसायन ज्या विद्युतघटामध्ये तयार करतात त्यामधे अशा प्रकारचे पडदे वापरले असता सुमारे तीस टक्के उर्जेची बचत होते.

पुण्याच्या राष्ट्रीय रासायनिक प्रयोगशाळेनं ‘जलशक्ती’ नावाचे एक प्लॅस्टिक तयार केलं आहे. ते स्वतःच्या वजनाच्या दोन अडीचशे वजनाइतकं पाणी शोषून घेऊ शकते. छोट्या छोट्या दाण्यांच्या रूपात असलेलं हे प्लॅस्टिक मातीत मिसळलं तर ती जमीन जास्त काळ ओल धरून ठेवते. खाणीमध्ये धुळीचा त्रास कमी करण्यासाठीही ह्या प्लॅस्टिकचा उपयोग करून घेता येईल. ह्या प्लॅस्टिकचं मोठ्या प्रमाणावर उत्पादन इंडियन ऑरगॅनिक केमिकल्स ह्या कंपनीनं सुरू केलं आहे.

अनुक्रमणिका

दोन तीन प्रकारच्या प्लॅस्टिकचे गुण एकवटलेले कोपॉलीमर्स, कुठल्याही रसायनांचा परिणाम न होणारे टेफ्लॉन, आगीशी मुकाबला करणारी, वीज वाहून नेणारी, बंदुकीची गोळी अडवणारी, वायू गाळू शकणारी अशी नाना प्रकारची प्लॅस्टिक्स आज उपलब्ध आहेत. जगाची भूक भागवणारी ही नाविन्यपूर्ण पक्वान्नेच म्हणायला हवीत.

अनुक्रमणिका

९) शेवया कुरडया

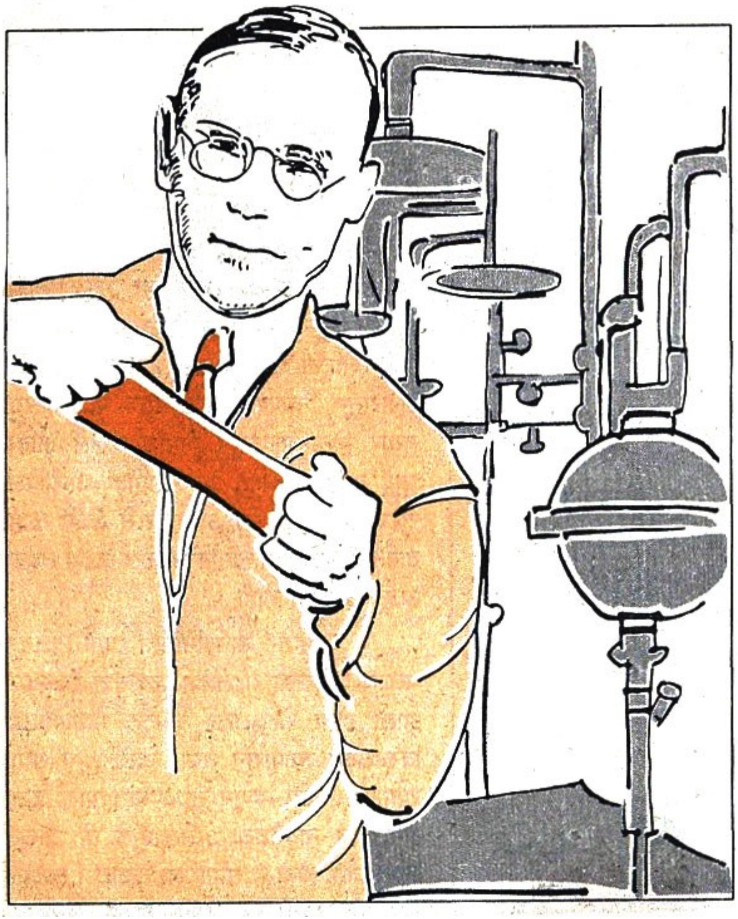
प्लॅस्टिकच्या बहुरुपीपणाचे आणखी दोन चमकदार पैलू म्हणजे कृत्रिम धागे आणि कृत्रिम रबर.

निसर्गामधे दिसणारे कापसाचे धागे, रेशीम आणि लोकर हे एक प्रकारचे पॉलीमर्सच आहेत. कापसाचा धागा हा ग्लुकोजच्या मोनोमरपासून बनलेला सेल्यूलोज नावाचा पॉलीमर आहे. रेशमाचा किडा जो कोष बनवतो तो त्याच्या शरीरातून निघणाऱ्या प्रथिनयुक्त पदार्थापासून तयार होतो. माणसाने निर्माण केलेले कृत्रिम धागे काही बाबतीत या नैसर्गिक धाग्यांपेक्षा सरस आहेत. हे खरं असलं तरी काही काही बाबतीत निसर्गाची हुबेहूब नक्कल करणं त्याला अजून जमललं नाही.

पहिला मानवनिर्मित धागा १८९९ मधल्या पॅरिसला भरलेल्या प्रदर्शनात ठेवण्यात आला होता. सेल्युलोज नायट्रेट मद्यार्कामध्ये विरघळवून त्यापासून तयार केलेला हा धागा रेशमाला पर्याय म्हणून सुचवण्यात आला होता. सेल्यूलोज नायट्रेटचा असल्यामुळं तो अत्यंत ज्वालाग्राही होता हे सांगायला नकोच! त्यामुळे अर्थातच त्याच्याकडं कुणी फारसं गांभीर्यानं बघितलं नाही. एक प्रदर्शनीय वस्तू म्हणूनच फक्त त्याचा विचार झाला.

पुढे सेल्युलोज ॲसिटेटचे धागे जास्त सुरक्षित असल्यामुळे त्याचा वापर होऊ लागला. ते बनवायच्या जास्त सोप्या, जास्त सुरक्षित पद्धती शोधण्यात आल्या. ह्या धाग्यांना रेयॉन असं नाव पडलं. रेयॉनचे धागे अजुनही वापरण्यात येतात. हल्ली मात्र केवळ सेल्युलोज ॲसिटेटच नव्हे तर सेल्युलोजच्या (म्हणजे कापसावर प्रक्रिया करून बनवलेल्या) सगळ्याच कृत्रिम धाग्यासाठी रेयॉन हे नाव वापरलं जातं.

अनुक्रमणिका



वॉलेस ह्यूम कॅरोथर्स — कृत्रिम धागा प्रथम बनविणारा शास्त्रज्ञ

आज भारतात दरवर्षी सुमारे दोन लाख टन रेयॉनचे म्हणजे नैसर्गिक धाग्यांवर प्रक्रिया केलेले धागे निर्माण होतात तर पूर्णपणे कृत्रिम धाग्यांचं (म्हणजे पॉलीस्टर, नायलॉन आणि ॲक्रायलिक मिळून) उत्पादन त्याच्या तिपटीनं होतं. पण याही क्षेत्रात आपण जगाच्या खूप मागं आहोत. जगात कृत्रिम धाग्यांचं उत्पादन पाच कोटी टन होतं तर भारतात फक्त सहा लाख टन. जगाची लोकसंख्या भारताच्या सहासातपट असली तरी जगातल्या कृत्रिम धाग्यांचे उत्पादन मात्र आपल्या ऐंशीपट आहे. म्हणजेच आपण दरवर्षी दरडोई एक किलोपेक्षा कमी कृत्रिम धागे वापरतो तर जगाची सरासरी सात किलोहून जास्त आहे!

नायलॉनः

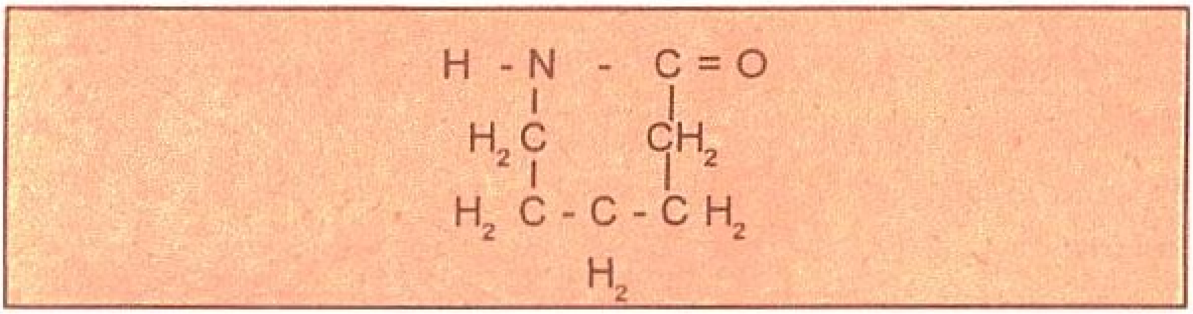
नायलॉन हा खऱ्या अर्थानं पहिला मानवनिर्मित धागा रेयॉनचा धागा जसा नैसर्गिक धाग्यावर प्रक्रिया करून बनवलेला आहे. तसं नायलॉनचं नाही. १९३२ साली ड्यूपाँ कंपनीतल्या वॅलेस ह्यूम कॅरोथर्स यानं नायलॉनचा शोध लावला. नायलॉन हा शब्द न्यूयॉर्क मधलं एन्. वाय. आणि लंडनमधील एल्. ओ. एन्. घेऊन तयार करण्यात आलाय अशी एक वदंता आहे. पण ती खरी नाही.

पॉली अमाईड्स म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या पॉलीमर्सच्या गटात नायलॉन मोडतं. नायलॉनचे बरेच प्रकार आहेत. नायलॉन ६, नायलॉन ६६, नायलॉन ६१० वगैरे. त्यांच्या रेणूच्या रचनेत थोडाफार

अनुक्रमणिका

बदल असतो. आपल्याकडं नायलॉन ६ हे जास्त लोकप्रिय आहे. ते कॅप्रोलॅक्टम ह्या पेट्रोलियमजन्य पदार्थापासून बनतं.

कॅप्रोलॅक्टम हा नायलॉनचा मोनोमर. त्याचं रासायनिक सूत्र असं एखाद्या कड्यासारखं आहे :



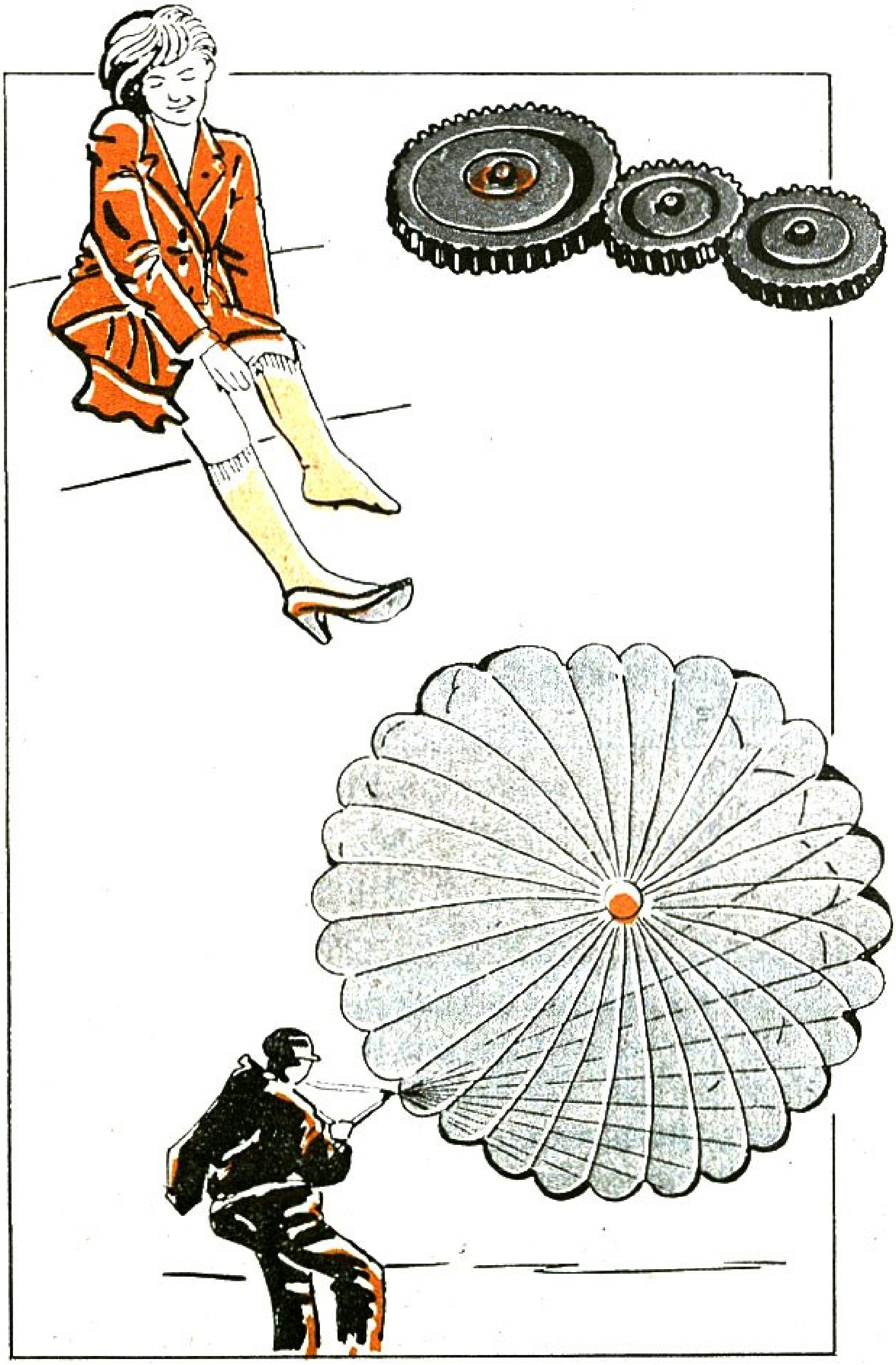
जेव्हा कॅप्रोलॅक्टमचा एक रेणू दुसऱ्या रेणूशी जोडला जातो तेव्हा ही कडी उघडते, सरळ होते. पुढच्या रेणूशी जेव्हा ह्याची प्रक्रिया होते तेव्हा तोही कड्याच्या रुपातून सरळ होतो. अशा रीतीनं कॅप्रोलॅक्टमचे रेणू, कड्या उघडून सरळ होत साखळी बनवतात. हीच नायलॉन ६च्या पॉलीमरची साखळी. तिच्यातलं पुन्हा पुन्हा येणारं एकक किंवा लहानात लहान तुकडा:

-NH-CH2-CH2-CH2-CH2-CH2-CO-

इतरप्रकारची नायलॉन्स वेगवेगळ्या डायकार्बोक्सिलिक आम्लांची डायअमाईन्सवर क्रिया करून बनवतात. उदाहरणार्थ ॲडिपिक आम्लाची हेक्झामेथिलीन डायअमाईनवर क्रिया करून नायलॉन ६६ बनतं. ॲडिपिक आम्लाऐवजी सेबॉसिक आम्ल वापरलं असता नायलॉन ६१० बनतं.

नायलॉनचा धागा नाजुक दिसत असला तरी तो खूप बळकट असतो. शिवाय तो पोलादापेक्षा सातपट तरी हलका असल्यामुळं वजनाचा विचार केला तर नायलॉन पोलादापेक्षाही बळकट असल्याचं लक्षात येईल. म्हणून तर नायलॉनच्या दोऱ्या (कॉर्डस) ट्रकचे टायर मजबूत करण्यासाठी त्यात घालतात. नायलॉनचे कपडे सुती कपड्यांपेक्षा जास्त टिकतात कारण घासलं गेलं तरी खराब न होण्याची किंवा न तुटण्याची नायलॉनच्या धाग्याची क्षमता, कापसाच्या धाग्याच्या चौदापट आहे.

अनुक्रमणिका



नायलॉनचे उपयोग - पायमोज्यासाठी, औद्योगिक क्षेत्रात आणि पॅराशूटसाठी

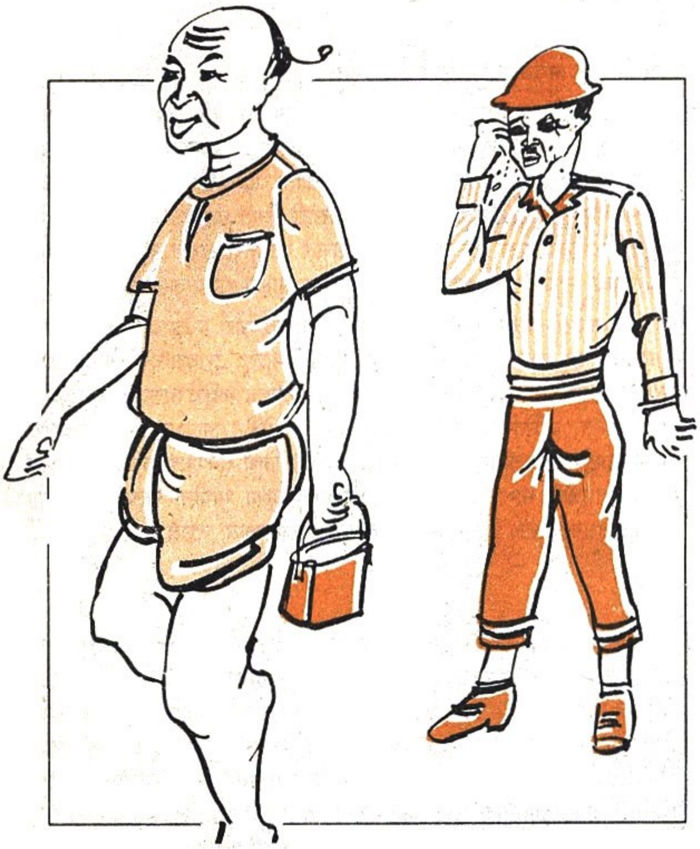
नायलॉनपासून जसे कपडे बनवतात तसेच मासे पकडायची जाळी, माल बांधायसाठी लागणारे दोरखंड, टेनिसच्या रॅकेटचे गटस्, टूथब्रश वगैरे बनवतात. हे धाग्याच्या स्वरुपात वापरलं जाणारं नायलॉन आपल्याला माहित असतं. पण नायलॉन घन स्वरुपात, प्लॅस्टिकसारखंही वापरल जातं हे ऐकून आपल्याला नवल वाटेल. साच्यात घालून नायलॉनच्या वस्तू बनवता येतात. जिथं घर्षणाला तोंड द्यावं लागतं असे यंत्रसामुग्रीचे भाग नायलॉनपासून बनवतात. अशा भागांना सेल्फ लुब्रीकेटिंग म्हणतात. त्यामध्ये तेल किंवा वंगण घालायची आवश्यकता नसते.

अनुक्रमणिका

टेरीलीन :

टेरीलीनचं शास्त्रीय नाव पॉलीइस्टर एथीलीन ग्लायकॉल आणि टेरेफ्थॅलिक आम्ल यांच्या प्रक्रियेने हा पॉलीमर बनतो. दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळात ग्रेट ब्रिटनमधील इंम्पेरियल केमिकल कंपनीच्या शास्त्रज्ञांनी टेरीलीन शोधून काढलं. अनेक बाबतीत टेरीलीनच्या धाग्याचं नायलॉनशी साम्य आहे. उदाहरणार्थ हे दोन्ही धागे अजिबात पाणी शोषून घेत नाहीत. त्यामुळे नायलॉन किंवा टेरीलीनचे कपडे चटकन वाळतात. त्यांच्यावर सहसा डाग पडत नाही आणि डाग पडला तरी सुद्धा त्यांच्या पाणी शोषून न घेण्याच्या स्वभावामुळे तो धुवून टाकणे सहज शक्य असतं.

टेरीलीनचा धागा एका बाबतीत नायलॉनपेक्षा सरस आहे. हा धागा सुती धाग्यांच्या बरोबर मिसळून त्यांचा एकत्र धागा काढता येतो. तसा नायलॉनचा आणि सुती धागा मिळून एकत्र धागा काढता येत नाही. टेरीलीनच्या धाग्याचे लहान लहान तुकडे करतात. त्यांना स्टेपल म्हणतात. हे कापसाबरोबर मिसळून त्यापासून एकत्रित सूत काततात. त्यालाच टेरीकॉट म्हणतात. टेरीकॉटचे कपडे हे आपल्यासारख्या उष्ण हवामानाच्या देशात फार उपयोगी आहेत. टेरीलीन व कापूस दोन्ही पदार्थांचे चांगले गुण त्यात एकवटले आहेत. नुसत्या टेरीलीनचे कपडे घाम शोषून घेत नसल्याने वापरणं गैरसोयीचं असतं. टेरीकॉटमधल्या 'कॉटन' मुळं घाम शोषला जातो तर टेरीलीनच्या धाग्यामुळं त्याची इस्त्री टिकून रहाते. सुती कपड्यातून जशी हवा खेळती रहाते तशी नुसत्या टेरीलीनच्या किंवा विशेषकरुन नायलॉनच्या कपड्यातून खेळत नसल्यामुळं नायलॉनचे कपडे अलीकडच्या काळात फारसे वापरले जात नाहीत.

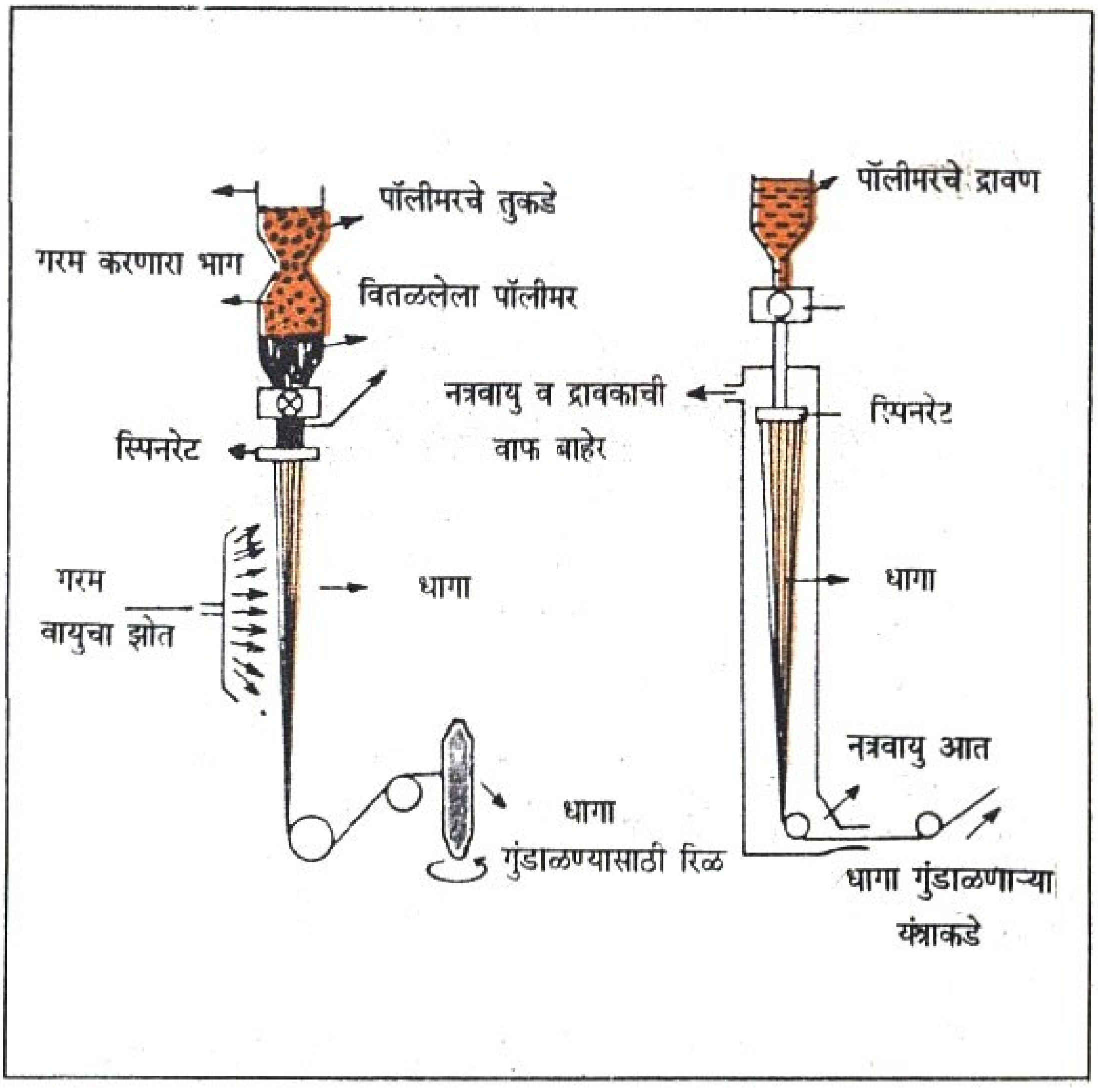


कृत्रिम धाग्यांचे कपडे गरम आणि दमट वातावरणात आरामदायक नसतात.

अनुक्रमणिका

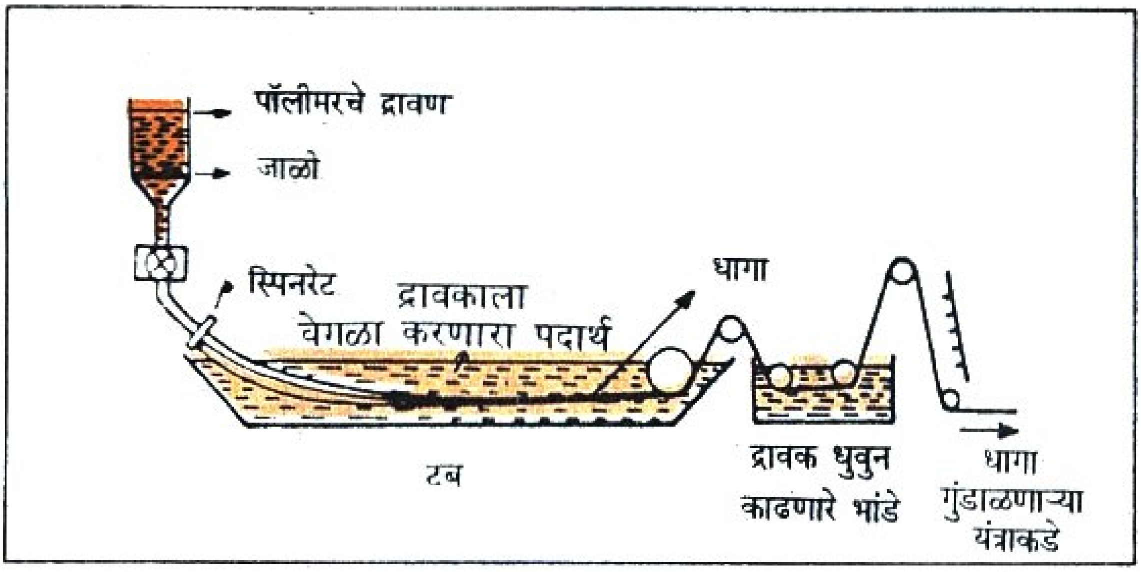
ॲक्रायलिक धागे:

नायलॉन, टेरीलीनच्या खालोखाल ॲक्रायलीकचे धागे महत्त्वाचे आहेत. भारतात तयार होणाऱ्या कृत्रिम धाग्यांपैकी त्र्याऐंशी टक्के उत्पादन टेरीलीनच्या धाग्यांचे आहे. उरलेलं नायलॉन व ॲक्रायलिकचं मिळून आहे. नायलॉनच्या मानानं ॲक्रायलिक धागे थोडेसे कमी महत्त्वाचे असले तरी त्यांचं उत्पादन काही अगदीच नगण्य नाही.



कृत्रिम धागा काढावयाची पद्धत
१)पॉलीमर वितळवून (डावीकडे) २) न वितळवता (उजवीकडे)

ॲक्रायलिकचे धागे हे लोकरीला पर्याय म्हणून वापरतात. ॲक्रायलिक धाग्यांपासून बनलेल्या स्वेटरला लोकरीइतकी 'ऊब' नसते असं म्हटलं जातं. खरं तर स्वेटरला किंवा पांघरुणाला 'ऊब' अशी नसतेच. लोकरीला ॲक्रायलिकापेक्षा जास्त ऊब असते असं आपण म्हणतो तेव्हा खरं तर आपल्याला म्हणायचं असतं की ॲक्रायलिकच्या स्वेटरमधून आतली उष्णता जास्त प्रमाणावर वाहून जाते. त्यामानानं लोकरीतून ती जात नसल्यामुळं तो जास्त 'उबदार' वाटतो इतकचं. पण ॲक्रायलिकचे कपडे लोकरीच्या कपड्यांच्या मानानं वजनाला हलके असतात आणि स्वस्तही असतात.



वाफ न होऊ शकणारा द्रावक दूर करून धागा तयार करण्याची पद्धत

ॲक्रायलिकचे धागे पॉलीॲक्राईलोनायट्राइल ह्या पॉलीमरपासून बनलेले असतात. त्याचा मोनोमर, ॲसिटिलीन आणि हायड्रोजन सायनाईड ह्या दोन्हीच्या प्रक्रियेतून तयार होतो. ॲक्रायलिक करताना हायड्रोजन सायनाईडचा उपयोग करतात हे ऐकून एखाद्याच्या छातीत धस्स होईल. पण ते वापरायची धास्ती बाळगायचं मुळीच कारण नाही. कारण हायड्रोजन सायनाईड हा वायू अत्यंत विषारी असला तरी ॲक्रायलिक अजिबात विषारी नसतं. क्लोरीन ह्या विषारी वायूपासून बनलेलं सोडियम क्लोराईड, म्हणजे मीठ. आपण रोज खातोय की!

पॉलीअक्राईल नॉयट्राईलं हे जरी अनेक वर्षापासून माणसाला माहित असलं तरी त्याचा धागा बनवायची पद्धत अलीकडेच सापडली. त्याचा धागा बनवायसाठी लागणाऱ्या द्रावकाचा शोध लागून मोठ्या प्रमाणावर तयार व्हायला विसाव्या शतकाचा उत्तरार्ध उजाडावा लागला. धागा बनवायला द्रावकाची गरज काय ते समजून घ्यायला पॉलीमरचा धागा कसा काढतात ते थोडक्यात पाहू या.

अनुक्रमणिका

कृत्रिम धाग्याची सूतकताईः

निसर्गामधे सुरवंट, रेशमाचे किडे, वगैरे आपल्या शरीरातून एक चिकट पदार्थ काढून त्यापासून धागे बनवतात. त्यासाठी त्यांच्या शरीरात एक खास अवयव असतो. त्यातून तो चिकट पदार्थ जोराने बाहेर पडताना त्याचा धागा बनतो. माननिर्मित धागेही अशाच पद्धतीने बनवले जातात. त्या पद्धती तीन प्रकारात मोडतात.

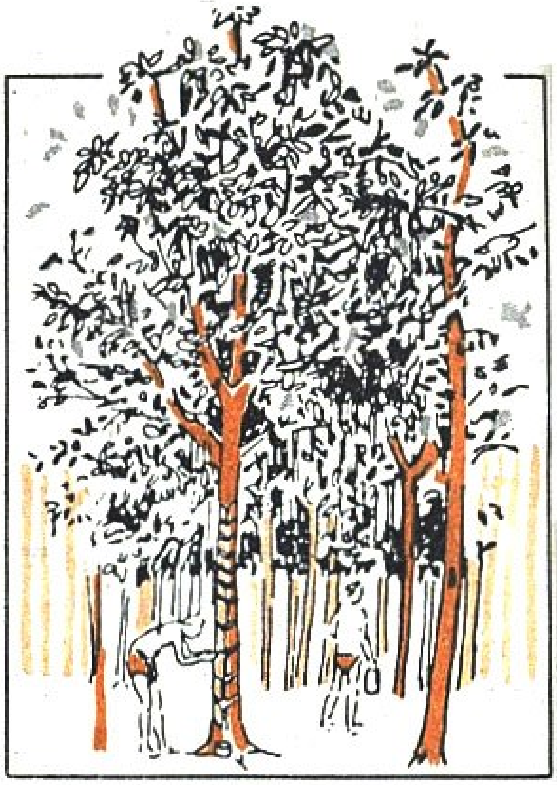
पहिल्या प्रकारात पॉलीमरचे लहान लहान तुकडे गरम करून वितळवले जातात. हा वितळलेला पॉलीमर पंपाच्या सहाय्यानं स्पिनरेट नावाच्या एका लहान भोकं असलेल्या भागातून जोरानं ढकलला जातो. शेवेच्या साच्यातून शेवेचं पीठ बाहेर यावं तसे स्पिनरेटमधून धागे बाहेर पडतात. एकाच वेळी अनेक धागे तयार होतात. ते रिळावर गुंडाळून ठेवले जातात. गरम असताना धाग्यांचा हवेतल्या प्राणवायूंशी संबंध येऊन ते खराब होऊ नयेत तिथं नत्रवायूचं वातावरण ठेवण्यात येतं.

दुसऱ्या प्रकारात पॉलीमर वितळवत नाहीत तर तो योग्य त्या द्रावकात विरघळवून त्याचं, साखरेच्या पाकासारखं घट्ट द्रावण तयार करतात. ते स्पिनरेटमधून पाठवून धागे काढतात. बाहेर आल्यावर द्रावकाची वाफ होऊन तो उडून जातो व धागा बनतो. द्रावक उडून जावा म्हणून गरम वायूचा झोत त्यावर सोडतात.

तिसऱ्या प्रकारातही द्रावक वापरतात. पण त्याची वाफ होणं सहजसाध्य नसतं. म्हणून मग स्पिनरेटमधून आलेले धागे एका मोठ्या टबसारख्या भांड्यातून पाठवतात. द्रावकाला धाग्यापासून वेगळा काढेल अशा पदार्थानं हा टब भरलेला असतो. द्रावक वेगळा होऊन धागा तयार झाला. नंतर पुन्हा एकदा दुसऱ्या एका भांड्यातून ते धागे पाठवून द्रावक पूर्णपणे धुवून काढला जातो.

ठल्याही पद्धतीनं धागे बनवले तरी त्यांचा कपडा विणण्याआधी त्यावर प्रक्रिया कराव्या लागतात. आधी ते धागे ताणून त्यांची लांबी वाढवतात. त्यामुळं धागा तलम तर होतोच पण पॉलीमरच्या साखळ्या एकालाएक समांतर अशा विखुरल्या जाऊन धाग्याला बळकटी येते. नायलॉन किंवा टेरीलीनच्या कपड्यांची इस्त्री जात नाही याचं कारण अशा प्रकारे खेचल्यामुळं धाग्याला आलेला भक्कमपणा. पॉलीमरच्या साखळ्याच्या झालेल्या अशा सुघटित, समांतर रचनेमुळे धागे वाकत नाहीत. वेडेवाकडे होत नाही. कपड्यांची इस्त्री बिघडत नाही. शिवाय ह्या ताणलं जाण्याच्या प्रक्रियेतून बनलेल्या धाग्यांची जाडी अगदी सारखी असते. त्यामुळं कपडा जाडाभरडा न दिसता त्याला चमकदार, देखणं रूप येतं.

अनुक्रमणिका



रबराच्या झाडाचा चीक गोळा करायची पद्धत

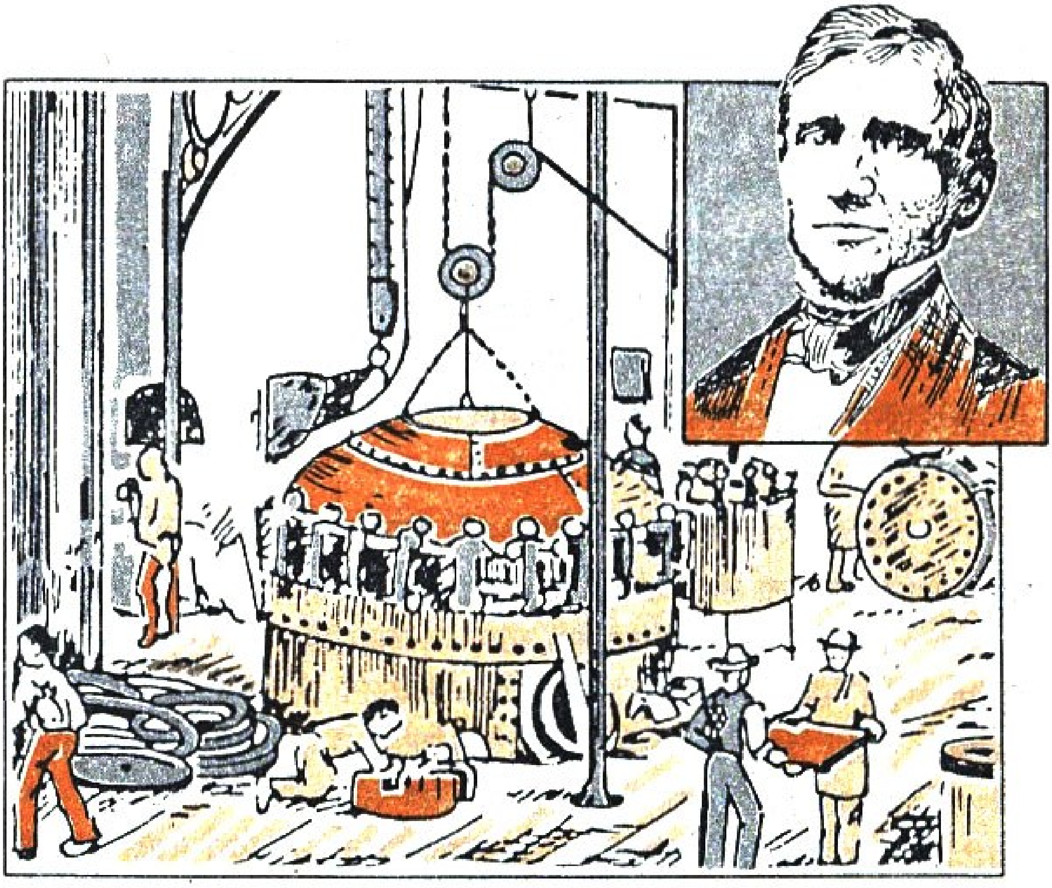
आणखीही काही प्रक्रिया धाग्यांवर विणायच्या आधी केल्या जातात. एक म्हणजे ते साबण किंवा डिटर्जंट वापरून ते स्वच्छ धुतले जातात. त्यामुळे धाग्यावर जमलेले धूलीकण, घाण निघून जाते. ते विणायला सोपे जावेत म्हणून त्यावर वंगणासारख्या एका पदार्थाचा लेप दिला जातो. अर्थातच कापड विणल्यानंतर हे वंगण धुवून काढलं जातं. रंगीत धागे बनवण्यासाठी धागे रंगाच्या द्रावणात बुडवून ठेवतात. पॉलीमरचे धागे पाणी शोषून घेत नसल्यामुळं ते रंगवणे जरा जिकीरीचं असतं. बऱ्याच वेळा त्यासाठी उच्च तापमान वापरावं लागतं.

कृत्रिम रबर :

पंधराव्या शतकातली गोष्ट आहे. ख्रिस्तोपर कोलंबसने नुकताच अमेरिकेच्या किनाऱ्यावर पाय ठेवला होता. दक्षिण अमेरिकेतल्या लोकांचा संबंध प्रथमच सुधारलेल्या जगाशी येत होता. कोलंबसच्या सहकाऱ्याना हाईटी या ठिकाणी एक विलक्षण दृष्य दिसलं. तिथले काही आदिवासी एका मोठ्या गोळ्याशी खेळत होते. तो गोळा एकमेकाच्या अंगावर फेकत होते पण तो कुणाला जोरात लागत नव्हता. जमिनीवर पडला की उशी घेऊन वर उसळत होता.

कोलंबसला प्रथम वाटलं की हा चिंध्यापासून बनवलेला चेंडू असावा. पण तो काही टप पडल्यावर इतका उंच उडणार नाही. मग हा कसला चेंडू असावा? त्यानं त्या आदिवासींकडं चौकशी केली तेंव्हा त्याला कळलं की एका प्रकारची झाडं असतात. त्यांच्या चिकापासून हा चेंडू त्यांनी तयार केला होता. कोलंबसनं त्या झाडाची रोपटी स्वतःबरोबर घेतली. 'सुधारलेल्या' राष्ट्रांना रबराची ओळख अशा रीतीनं फक्त पाचशे वर्षांपूर्वी झाली.

अनुक्रमणिका



रबराचे व्हल्कनायझेशन करण्याची यंत्रणा. वरच्या कोपऱ्यात हा शोध लावणारा चार्लस गुडीयर

ह्या मऊ, स्थितीस्थापक पदार्थाचे वेगवेगळे उपयोग युरोपियनांनी शोधून काढले. कागदावर घासलं म्हणजे ‘रब’ केलं की पेन्सीलने लिहीलेलं खोडलं जातं हे त्यांच्या लक्षात आलं. त्यावरूनच त्याला रबर असं नाव मिळालं. चार्लस मॅकीन्टॉश नावाच्या माणसानं हे रबर द्रावकात विरघळवून त्याचा थर कापडावर द्यायची पद्धत शोधून काढली. आपण ज्याला मेणकापड म्हणतो ते खरं तर रबराचा थर दिलेलं कापड असतं. रबर जरी गेली पाचशे वर्षांपासून माहित आहे तरी त्याचा मोठ्या प्रमाणात वापर मात्र गेल्या दीडशे वर्षांपासूनच चालू झाला. १८३९ मध्ये चार्लस गुडियर नावाच्या माणसाने गंधकाचा उपयोग करून रबराचं ‘व्हल्कनायझेशन’ करायची पद्धत शोधून काढली. ह्या पद्धतीत रबरामध्ये गंधकाची पूड मिसळून ते गरम केलं जातं. त्यामुळे रबराच्या पॉलीमर्सच्या साखळ्या एकमेकात गुंततात. व्हल्कनाइझेशनचा शोध लागण्यापूर्वी रबर थंडीमध्ये कडक आणि उन्हाळ्यात चिकट होत असे. गुडियरने व्हल्कनायझेशनचा शोध लावल्यावर रबराचा मोठ्या प्रमाणावर वापर होऊ लागला.

१८६० च्या सुमारास रबर हे एक पॉलीमर आहे आणि त्याचं रासायनिक सूत्र :

CH_3 CH_3CH_3

| | |

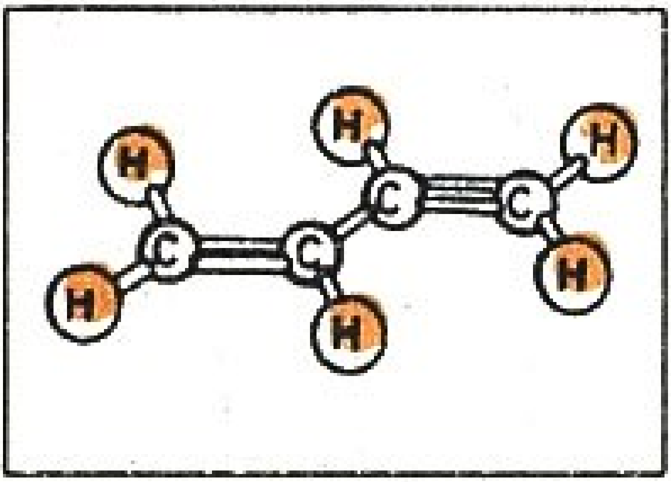
$CH_2 - C = CH - CH_2 - CH_2 - C = CH - CH_2 - CH_2 - C = CH$ -

अनुक्रमणिका

असं आहे याचा पत्ता लागला. लगेच शास्त्रज्ञांनी ते कृत्रिमरित्या तयार करायची पद्धत शोधून काढण्यासाठी प्रयत्न सुरू केले. तरी पन्नासएक वर्ष त्यांच्या प्रयत्नाला म्हणावं तसं यश आलं नाही. पहिल्या महायुद्धाच्या काळात जर्मन शास्त्रज्ञांनी मिथाईल रबर म्हणून एक कृत्रिम रबर तयार केलं होतं. पण ते नैसर्गिक रबराच्या तुलनेत फारच कमी दर्जाचं होतं. १९२७ मध्ये मात्र त्यांना ब्युना रबर नावाचं कृत्रिम रबर बनवण्यात यश मिळालं.

आधुनिक कृत्रिम रबरः

नैसर्गिक रबराच्या मोनोमरसारखीच अणूंची रचना असलेला मोनोमर घेऊन, त्याची साखळी बनवून, कृत्रिम रबर बनवलं जातं. कृत्रिमरित्या बनवलेली चार-पाच प्रकारची रबर्स महत्त्वाची आहेत. ती आहेत, पॉलीब्युटाडाईन रबर, स्टायरिन ब्युटाडाईन रबर, पॉलीक्लोरोप्रिन रबर एथीलीन प्रोपीन डाईन मोनामर (इपीडीएम) रबर आणि नायट्राईल रबर.



ब्युटाडाईनचा रेणू

नैसर्गिक रबराच्या तुलनेने ब्युटाडाईन रबर बरंच जास्त लवचिक असतं आणि त्याची घर्षणाला तोंड द्यायची क्षमताही जास्त असते. म्हणून या रबरापासून मोटारींचे व ट्रकचे टायर्स बनवले जातात. स्टायरिन ब्युटाडाईन ह्या रबराचे अनेकविध उपयोग आहेत. नैसर्गिक रबराची लवचिकता कालांतराने कमी होते कारण हवेतील ओझोनची त्यावर क्रिया होते. स्टायरिन ब्युटाडाईनवर ही क्रिया होत नसल्यामुळे ते वर्षानुवर्षे चांगल्या स्थितीत राहू शकते. उद्यागधंद्यात सर्वात जास्त प्रमाणात हे रबर वापरण्यात येते. त्यापासून लहानसहान वस्तू, तक्तपोशीवर घालायची रबरी आवरणे, यंत्राचे पट्टे, रसायने वाहून नेणाऱ्या रबरी नळ्या, बुटांचे तळ वगैरे बनवले जातात. पॉलीक्लोरोप्रीन रबराला नीओप्रिनही म्हणतात. त्याची ताण सहन करायची ताकद जास्त असते आणि ते जास्त तापमानाला चांगले रहाते. म्हणून यंत्र भागमधे नीओप्रिन वापरतात. नायट्राईल रबरवर तेलाचा परिणाम होत नसल्यामुळे तेलाच्या संपर्कात येणाऱ्या रबरी वस्तूंसाठी त्याचा वापर होतो. तेलाच्या टाक्यांना आतून आवरण म्हणून, तेलवाहून नेणाऱ्या लवचिक नलिकांसाठी, तेलामधे बुडलेल्या विद्युतवाहक तारांच्या आवरणासाठी नायट्राईल रबर वापरलं जातं.

अनुक्रमणिका

ह्या चार महत्त्वाची कृत्रिम रबरांखेरीज आणखी शेकडो प्रकारची कृत्रिम रबर्स आज बनवण्यात येतात. पण त्यांचा वापर खास कामासाठी होत असल्यामुळं त्यांचं उत्पादन मर्यादित आहे. आज भारतात दरवर्षी सुमारे २०,००० टन ब्युटाईल रबर ४५,००० टन स्टायरिन ब्युटाडाईन रबर, ६२० टन नायट्राईल रबर व १०,००० टन इपीडीएम् रबर बनवण्याची क्षमता आहे.

अनुक्रमणिका

१०) आरोग्यपूर्ण आहार

प्लॅस्टिकचा आपल्या दैनंदिन जीवनातला वाढता वापर पाहिल्यानंतर साहजिकपणे दोनतीन प्रश्न कुणाही सुजाण माणसासमोर उभे राहतील. पहिला आणि महत्त्वाचा मुद्दा म्हणजे प्लॅस्टिकचा इतक्या मोठ्या प्रमाणावरचा उपयोग करणे सुरक्षिततेच्या दृष्टीनं योग्य आहे का? दुसऱ्या शब्दात विचारायचं तर खाद्यपदार्थांच्या संपर्कात येणारी प्लॅस्टिक्स विषारी असतात का? आणि प्लॅस्टिकमुळे आग लागण्याचा धोका कितपत असतो?

दुसरा प्रश्न पर्यावरणाच्या संदर्भात आहे. हल्ली नैसर्गिक पदार्थाच्या ऐवजी प्लॅस्टिकचा जो सर्रास वापर केला जातो त्यामुळे पर्यावरणाला कितपत धोका संभवतो? प्लॅस्टिकचे उत्पादन आणि वापर करताना या संबंधात काही काळजी घ्यायला हवी का?

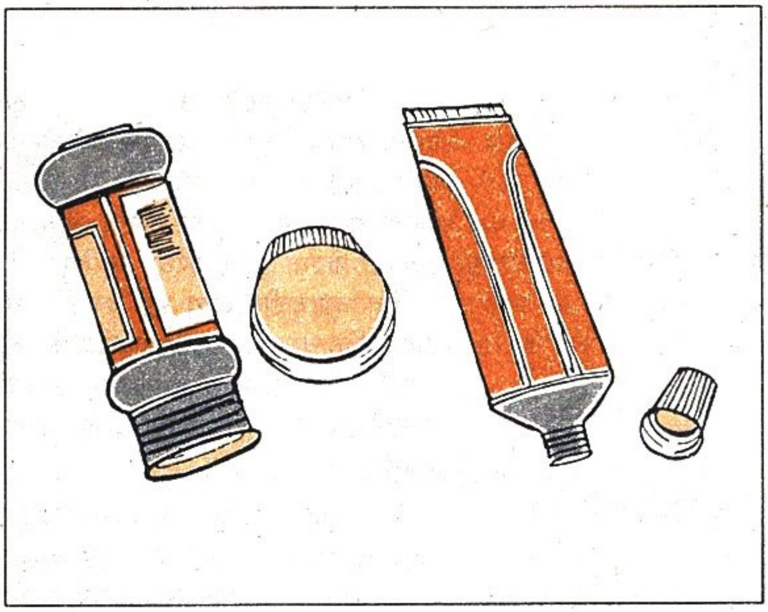
ह्या प्रश्नांची उत्तरं आपण ह्या प्रकरणात शोधणार आहोत.

अन्नपदार्थांच्या संपर्कात येणारी प्लॅस्टिक्सः

सर्वसाधारणपणे जी प्लॅस्टिक्स अन्नपदार्थांच्या संपर्कात येतात ती, म्हणजे प्लॅस्टिकच्या पिशव्या बनवण्यासाठी वापरलं जाणारं पॉलीएथीलीन, खाद्यतेल ज्या डब्यातून विकली जातात ते एच. डी. पी., पाण्याचे फिल्टर्स बनवतात ते पॉलीप्रॉपीलीन. ही प्लॅस्टिक्स सर्वार्थानी सुरक्षित आहेत. ना ही प्लॅस्टिक्स शरीराला अपायकारक आहेत, ना त्यामधं कुठलं अपायकारक द्रव्य घालण्यात येतं. जरी अगदी ह्या प्लॅस्टिकचं चूर्ण, कपटे पोटात गेलं तरी काही दुष्परिणाम संभवत नाही. आपल्या पोटातल्या रसांची त्यांच्यावर मुळी काही क्रियाच होत नसल्यामुळे जोपर्यंत एखादा मोठा तुकडा आतड्यात अडकत नाही तोपर्यंत काळजी करायचं काही कारण नाही. कारण पोटात गेलेलं प्लॅस्टिक जसंच्या तसं शौचावाटे बाहेर पडून जाईल.

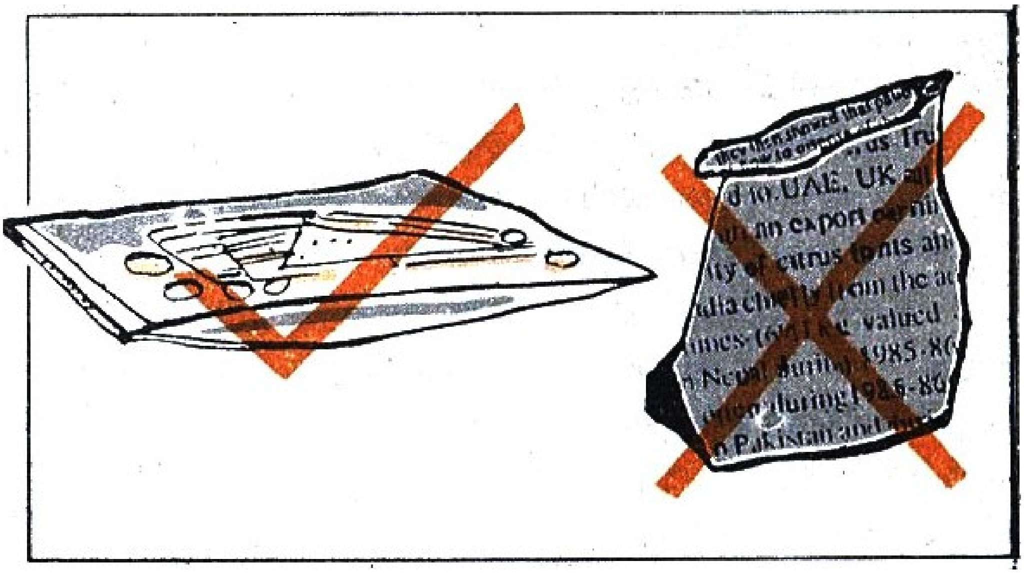
पी. व्ही. सी. आणि पॉलीस्टायरिन ह्या दोन प्लॅस्टिकच्या बाबतीत मात्र जरा काळजी घ्यायला हवी. खरं तर ह्या प्लॅस्टिकचे पॉलीमर्स सुद्धा विषारी नाहीत. पण त्यांचे मोनोमर्स मात्र शरीराला आपायकारक आहेत. आणि होतं काय की मोनामर्सचा काही अंश, अगदी कमीतकमी रहावा म्हणून फार काळजी घ्यावी लागते. असला तर खास दर्जाचं पी. व्ही. सी. किंवा पॉलीस्टायरिन वापरावं लागतं.

अनुक्रमणिका



टूथपेस्टच्या किंवा कोल्डक्रीमच्या डबीला असलेल्या प्लॅस्टीकच्या झाकणात बुचाचा पातळसा तुकडा असतो. त्यामुळे डबीतला पदार्थ झाकणाच्या संपर्कात येत नाही.

त्यामधे अशा शिल्लक राहिलेल्या मोनोमरचा अंश सूक्ष्मातिसूक्ष्म म्हणजे दहा लाख भागात एक भाग यापेक्षाही कमी असावा लागतो. तसा तो कमी असल्याचं प्रमाणपत्र घेऊन मगच त्याचा उपयोग करावा असा दंडक भारत सरकारच्या अन्न आणि औषधी उत्पादनाच्या प्रशासन विभागानं घालून दिला आहे. मुंबईची इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ फूड पॅकेजिंग आणि म्हैसूरची सेन्ट्रल फुड टेक्नॉलॉजीकल रिसर्च इन्स्टिट्यूट ह्या दोन संस्था या बाबतीत डोळ्यात तेल घालून लक्ष ठेवून असतात. अन्नपदार्थ ज्या प्लॅस्टिकच्या आवरणातून विकले जातात ते आरोग्याला घातक तर नाही ना ह्या विषयावर तेथे संशोधन चालतं. योग्य प्रकारच्या प्लॅस्टिकचे मानदंड निश्चित केले जातात.



प्लॅस्टिकच्या आवरणातले खाद्यपदार्थ जास्त सुरक्षित असतात.

अनुक्रमणिका

आरोग्याला दुसऱ्या प्रकारे धोका प्लॅस्टिकमधे घातलेल्या इतर घटकांपासून पोचू शकतो. प्लॅस्टिसायझर म्हणून प्लॅस्टिकमधे जे द्रव्य मिसळतात त्याबद्दल आपण नंतर पहाणारच आहोत. पण इतर कारणांसाठी त्यात घातलेली शिशाची आणि त्यासारख्या धातूंची संयुगेही आरोग्याला हानीकारक असतात. पॉलीथीनमधे प्लॅस्टिसायझर घालावं लागत नसल्यामुळं ते आरोग्याच्या दृष्टीनं सर्वात उत्तम. पण अन्य प्रकारचे प्लॅस्टिक वापरायचे असेल तर घातलेल्या पदार्थांचा दर्जा, त्यांचं प्रमाण याबद्दल जागरुक राहून, मगच त्यांचा उपयोग अन्नपदार्थ उत्पादकांनी केला पाहिजे. ग्राहकसंस्थांनी सुद्धा या बाबतीत दक्ष राहणं आवश्यक आहे.

पॉलीएथीलीन आणि पॉलीप्रॉपीलीन हे जर पी.व्ही.सी. आणि पॉलीस्टायरिनपेक्षा कितीतरी पटीनं जास्त निर्धोक आहे तर त्याचाच उपयोग का करू नये. पी.व्ही.सी. वापरावंच कशाला असा प्रश्न कुणाच्याही मनात येईल. पी. व्ही. सी.च्या वेष्टनातून खाद्यपदार्थ विकले जातात याचं एक कारण ग्राहकच आहे! पॉलीथीनपेक्षा पी. व्ही.सी. कितीतरी जास्त पारदर्शक असतं. त्यातून आतला पदार्थ जास्त आकर्षक दिसतो. शिवाय पी. व्ही. सी. जास्त चमकदार दिसतं. त्यावर आणि पॉलीस्टायरिनवर केलेली छपाई जास्त उठून दिसते. वेष्टनावरचे रंग जास्त खुलतात. त्यामुळे अर्थातच अशा आवरणातला पदार्थ ग्राहकांना चटकन भुलवतो. हे लक्षात घेऊन अन्नपदार्थाच्या उत्पादकांचा पॉलीथीनचा वेष्टनापेक्षा पी.व्ही.सी. वेष्टनांकडे कल असतो. पी.व्ही.सी. पॉलीस्टायरिनच्या डब्या याच कारणासाठी वापरल्या जातात. ग्राहकांनी स्वतःच्या आरोग्याच्या दृष्टीनं चांगल्या दिसणाऱ्या वेष्टनापेक्षा जास्त सुरक्षित वेष्टनामधून वस्तू घेण्याची सवय स्वतःला लावून घेतली पाहीजे.

कदाचित तुमच्या लक्षात आलं असेल, टूथपेस्टच्या झाकणाच्या आत एक पातळसा बुचाचा किंवा कागदाचा तुकडां असतो. चेहऱ्याला लावायचं मलम ज्या डबीतून मिळतं तिच्या झाकणाच्या आतही असाच एक तुकडा असतो. ते झाकण पी. व्ही.सी. किंवा पॉलीस्टायरिनचं असलं तर त्याचा संपर्क आतल्या पदार्थाशी येऊ नये म्हणून हा तुकडा बसवलेला असतो.

पी.व्ही.सी. सारखी प्लॅस्टिक्स खाद्यपदार्थाच्या संपर्कात येऊ नये म्हणून घेतलेली ही काळजी लक्षात घेता प्लॅस्टिक्सच्या वापराबद्दल धसका घेण्याचं काही कारण नाही हे कुणालाही मान्य व्हावे. एकतर योग्य ती काळजी घेऊनच प्लॅस्टिकचा वापर केलेला असतो. पण त्यापेक्षा महत्वाचं म्हणजे या नाण्याची दुसरी बाजूही आपण लक्षात घेतली पाहिजे. प्लॅस्टिकच्या वापरामुळे जो धोका संभवतो जेवढं नुकसान होतं त्याच्या कितीतरी पट फायदाही होतो. आपल्या आरोग्याच्या दृष्टीनं योग्य असे अनेक बदल प्लॅस्टिकमुळं आपल्या जीवनपद्धतीत घडून आले आहेत. जरा आठवून पहा. फार नाही, पंचवीस तीस वर्षापूर्वीचा काळ. प्लॅस्टिकच्या पिशव्यांचा आणि डब्यांचा वापर तेव्हा फारसा होत नसे. धान्य पोत्यातून साठवून ठेवलेलं असे. खाद्यतेलं पत्र्याच्या डब्यातून साठवलेली असत. ते डबे बहुधा गंजके असत. खाद्यपदार्थ वर्तमानपत्राच्या रद्दीतून बांधून दिले जात. ते हवाबंद नसल्यामुळं बाहेरची धूळ, घाण, रोगजंतू आत जाऊ शकत. शिवाय वर्तमानपत्राच्या छपाईसाठी वापरल्या जाणाऱ्या शाईमधील विषारी शिसं पदार्थाच्या बरोबर आपल्या पोटात जात असे. ह्या पार्श्वभूमीवर सध्याच्या प्लॅस्टिकच्या वापरामुळं आलेली स्वच्छता सर्वसाधारणपणे माणसाच्या हिताचीच आहे हे सहज लक्षात येईल.

अनुक्रमणिका

वेष्ठनांसाठी निर्मिलेली प्लॅस्टिक्स :

अलिकडच्या काळात काही खास प्रकारच्या प्लॅस्टिकची निर्मिती केवळ अन्नपदार्थांची वेष्ठने म्हणून वापरण्यासाठी केली जाते. त्यात आघाडीला आहे 'सारान' नावानं प्रसिद्ध झालेलं प्लॅस्टिक. व्हिनाईल क्लोराईड आणि व्हिनीलीडीन क्लोराईड या दोघांचा हा कोपॉलीमर परदेशात अन्नपदार्थ गुंडाळून ठेवण्यासाठी विशेषकरुन वापरला जातो. हे प्लॅस्टिक कमालीचं पारदर्शक असतं. त्यामुळं हे वेष्ठन जवळपास दिसतच नाही. आतल्या पदार्थाचे नैसर्गिक रंग उठून दिसतात. शिवाय हा पॉलीमर पूर्णपणे हवाबंद असतो. म्हणून मग आतला पदार्थ जास्त दिवस टिकून राहतो.

हल्ली 'पेट' ह्या नावानं प्रसिद्ध असलेल्या प्लॅस्टिकच्या बाटल्या काही खाद्यतेलासाठी वापरण्यात येतात. 'पेट' म्हणजे पॉलीएथीलीन टेरेप्थॅलेट. म्हणजे आपलं टेरीलीनच. फक्त ते धाग्याच्या रूपात नसून जे साच्यात घालून वस्तू बनवता येतील अशा स्वरूपातलं टेरीलीन. खाद्यतेल पेटच्या बाटलीत बरेच दिवस चांगल राहतं. सर्वसाधारण प्लॅस्टिकमध्ये वापरलेली द्रव्यं हळूहळू त्या तेलात विरघळण्याची शक्यता असते. पेटच्या बाबतीत अशी शक्यता मुळीच नसते. शिवाय कमालीची पारदर्शकता आणि हवेला पूर्णपणे अटकाव करायचं सामर्थ्य ह्या गुणांमुळेही 'पेट' च्या बाटल्या लोकप्रीय होत आहेत.

डी. ओ. पी. सुरक्षित आहे की नाही?

डायऑक्टाईल थॅलेट (डी. ओ. पी.) हे रसायन माणसाच्या दृष्टीनं सुरक्षित आहे की ते आरोग्याला हानीकारक आहे या प्रश्नावर जेवढं बोललं गेलंय किंवा लिहिलं गेलंय तेवढे दुसऱ्या कुठल्याच रसायनाच्या बाबतीत झालं नसेल. पी. व्ही. सी. मध्ये प्लॅस्टिसायझर म्हणून वापरलं जाणाऱ्या ह्या पदार्थाचं लक्षावधी टन उत्पादन आज होतं. आपण ह्या द्रव्याच्या संपर्कात सदैव येत असल्यामुळं ह्या द्रव्यामुळं कर्करोग होतो की नाही हा फार महत्त्वाचा प्रश्न आहे व तो अनेकदा चर्चिला गेला आहे.

काही शास्त्रज्ञांना असं आढळून आलं की हे रसायन जेंव्हा उंदराच्या शरीरात घालण्यात आलं तेव्हा बहुतेक उंदरांना कर्करोग झाला. हा शोध जेव्हा बाहेर आला तेंव्हा सगळं जग हादरुन गेलं. पण मग इतर काही शास्त्रज्ञानी असं दाखवून दिलं की उंदरांना डी. ओ. पी. मुळं कर्करोग झाला हे खरं असलं तरी त्यांना दिलेली डीओपीची मात्रा फारच जास्त होती. आपल्या शरीरात जेवढ्या प्रमाणात हे द्रव्य जाणं शक्य आहे त्याच्या चाळीस लाख पटीनं हे द्रव्य उंदरांना टोचण्यात आलं होतं. एखाद्या रसायनापासून धोका आहे की नाही ते बघताना ज्या प्राण्यावर प्रयोग करायचा त्याला मोठ्या प्रमाणात ते रसायन टोचलं पाहिजे हे खरं. पण म्हणून काय ते इतक्या मोठ्या प्रमाणात टोचायचं? असा त्या शास्त्रज्ञांचा सवाल होता. ज्या परिस्थितीत कर्करोग झाला ती परिस्थिती इतकी असामान्य होती की, त्या परिस्थितीत केलेल्या प्रयोगाचे निष्कर्ष निरर्थक ठरतात असं त्यांच म्हणणे. शिवाय त्यांच्या मते, डी. ओ. पी.चा माकडांवर काहीच दुष्परिणाम झालेला आढळून आला नाही. आणि माकडं तर शरीररचनेच्या दृष्टीनं माणसाला जास्त जवळची! मग माकडांवर केलेले प्रयोग प्रमाण मानायचे की उंदराना प्रचंड मात्रेत डी. ओ. पी. टोचून केलेले प्रयोग?

शास्त्रज्ञांच्या ह्या गटाच्या म्हणण्यात सुद्धा तथ्य आहेच. शिवाय ज्या पदार्थामुळं कर्करोग होतो असं निर्विवादपणं सिद्ध झालयं ती सगळी द्रव्यं आपल्या पेशीतल्या डी. एन. ए. ह्या पेशीतल्या जीवनतत्त्वावर परिणाम करतात. तसा काही परिणाम डी. ओ. पी. करत नाही असंही शास्त्रज्ञांनी दाखवून दिलं आहे.

अशा रीतीनं, डी. ओ. पी. विषारी आहे की नाही ह्या प्रश्नावर शास्त्रज्ञांचे दोन गट पडलेले आहेत. अशा वेळी सामान्य माणसानं काय करायचं?

आपल्या हातात एवढंच आहे की जो पर्यंत डी. ओ. पी. पूर्णपणे बिनविषारी आहे असं सिद्ध होत नाही तोपर्यंत डी. ओ. पी. ज्यामध्ये असतं असं प्लॅस्टिक म्हणजे विशेषकरून लवचिक पी. व्ही. सी. खाद्यपदार्थाच्या संपर्कात येऊ द्यायचं नाही.

आणि सध्या ही काळजी अत्यंत काटेकोरपणे घेतली जाते, हे वाचून आपण निश्चितच "हुश्श" म्हणाल.

प्लॅस्टिकचे नळ आणि जलवाहिन्या :

प्लॅस्टिकमध्ये असलेली द्रव्यं आपल्या पोटात जाण्याचा सर्वात मोठा धोका पिण्याच्या पाण्याच्या बाबतीत संभवतो. पिण्याच्या पाण्यासाठी प्लॅस्टिक्सचे नळ वापरनं धोक्याचे आहे का?

नागपूरच्या 'नीरी' ह्या नावानं प्रसिद्ध असलेल्या राष्ट्रीय पर्यावरण अभियांत्रिकी संशोधन संस्थेमध्ये ह्या प्रश्नाचा अभ्यास करण्यात आला. तेथील शास्त्रज्ञांच्या असं लक्षात आलं की प्लॅस्टिकची जलवाहिनी जर एच. डी. पी. ची असली तर प्रश्नच मिटला. त्याचा मोनामर बिनविषारी आहे; त्यात डी. ओ. पी. नसतं किंवा इतर कुठलं अपायकारक द्रव्यही नसतं. पण ती जलवाहिनी जरी पी. व्ही. सी. ची असली तरीही काळजी करायचं कारण नाही. कारण अशा जलवाहिनीमध्ये पाणी चोवीस तासापेक्षा जास्त काळ रहात नाही. इतक्या कमी काळात प्लॅस्टिकमधला कुठलाच अपायकारक पदार्थ पाण्यात फारसा विरघळू शकत नाही. जो काही अल्पस्वरूप प्रमाणात पाण्याशी मिसळतो त्याची पातळी धोक्याच्या पातळीपेक्षा खूप कमी असते. त्यामुळं प्लॅस्टिकच्या नळाबद्दल धास्ती वाटायचं मुळीच कारण नाही.

प्लॅस्टिक आणि आगीचा धोका:

आपण जी प्लॅस्टिक्स दैनंदिन व्यवहारात वापरतो ती सहजासहजी पेट घेत नाहीत. पी. व्ही. सी. सारखी काही प्लॅस्टिक्स ज्योतीवर धरली तर जळू लागतात. पण ज्योतीपासून दूर करताच आपोआप विझून जातात. पॉलीस्टायरीन हे त्यातल्या त्यात सर्वात जास्त ज्वालाग्राही म्हणावं लागेल. पण तरीसुद्धा सेल्युलॉईडच्या मानानं फारच कमी धोकादायक. पण तरी सुद्धा प्लॅस्टिकपासून आग लागण्याचा धोका असतो ही कल्पना कित्येकांच्या मनात घट्ट बसलेली असते.

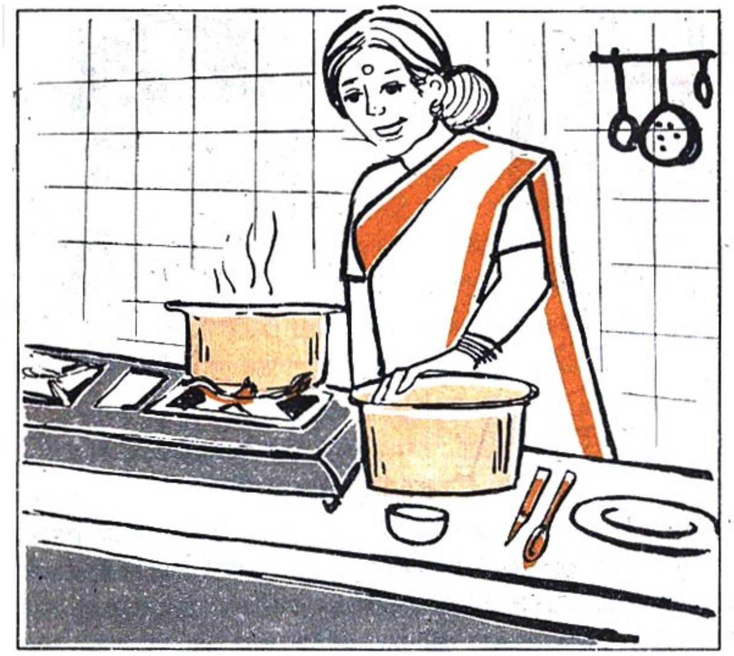
`खरं तर आगीपेक्षा जास्त धोका प्लॅस्टिक जळताना त्यातून उत्पन्न होणाऱ्या वायूंपासून असतो. पॉलीप्रॉपीलीन, पॉलीएथीलीन आणि पॉलीस्टायरीन ही प्लॅस्टिक्स पुरेशी हवा देऊन जाळली तर त्यापासून कुठलाही धोकादायक वायू तयार होत नाही. पुरेसा प्राणवायू मिळाला नाही तर मात्र त्यांच्या ज्वलनात कार्बन मोनॉक्साईड हा विषारी वायू तयार होतो.

अनुक्रमणिका

डीओपीचे दोन चेहरे (असुरक्षित की सुरक्षित)

पण तसा तर तो कुठल्याही कार्बनमय पदार्थाच्या अपुऱ्या ज्वलनात तयार होऊ शकतो. तेंव्हा त्यासाठी प्लॅस्टिकला जबाबदार धरण्यात अर्थ नाही. पी. व्ही. सी. जळताना मात्र हायड्रोजन क्लोराईड हा विषारी वायू तयार होत असल्यामुळं त्याचा धूर अपायकारक आहे. पॉलीयुरेथीन सारखी काही नव्यानं उदयास आलेली प्लॅस्टिक्स जळताना तर क्लोरीन, सल्फर डायऑक्साइड आणि जालीम विषारी असा सायनाइडचा धूर निघत असल्यामुळं त्यापासून फार काळजी घेणं आवश्यक आहे.

प्लॅस्टिकनं सहजासहजी पेट घेऊ नये, आणि घेतलाच तर आग चटकन विझावी म्हणून त्यात काही खास द्रव्यं घालता येतात. ह्या द्रव्यांमध्ये असलेल्या बोरॉन, नायट्रोजन, सिलीकॉनसारख्या अणूंमुळे ती जळायचा वेग कमी होतो आणि आग चटकन आटोक्यात येते. ह्या द्रव्यांना अग्निरोधक द्रव्यं (फ्लेम रिडार्डन्ट) म्हणतात.



स्वैपाकघरात कृत्रिम धाग्यांचे कपडे वापरणे अयोग्य आहे. सुती कपडेच वापरावेत.

अनुक्रमणिका

कृत्रिम धाग्यांचे बनवलेले कपडे वापरताना आणखी एका धोक्यापासून सावध करणं जरूरीचं आहे. हे कृत्रिम धागे धग लागली की आकसतात. आणि मग अंगाला चिकटून बसतात. अशावेळी पेट घेतलेला कपडा चटकन अंगापासून दूर करता येत नाही. त्यामुळे अंग भाजून मृत्यूसुद्धा ओढवू शकतो. म्हणून कृत्रिम धाग्याचे कपडे घालून स्वैपाक करणं किंवा दुसऱ्या कुठल्याही कारणानं विस्तवापाशी जाणं ह्या गोष्टी अजिबात करता कामा नयेत. एवढं एक पथ्य पाळलं तर आजच्या प्लॅस्टिकपासून आगीचा धोका फारसा नाही असं म्हणता येईल.

प्लॅस्टिक्स आणि पर्यावरण:

प्लॅस्टिक्सपासून खरा धोका पर्यावरणाला आहे. आपण रोजच्या रोज जो कचरा बाहेर फेकून देतो त्यामध्ये असलेलं प्लॅस्टिकचं प्रमाण दिवसेंदिवस वाढत आहे. ह्या वाढत्या प्रमाणामुळं काळजी वाटावी असा प्रश्न आज जगापुढं उभा राहिला आहे. आपल्या देशामध्ये ह्या प्रश्नानं अजून जरी फार गंभीर रूप धारण केले नसलं तरी सगळ्या सुधारलेल्या देशामध्ये प्लॅस्टिकच्या कचऱ्याचा प्रश्न माणसांना भेडसावत आहे.

कचऱ्यामध्ये पडलेला कागद सडून जातो. लाकूड किडून नष्ट होतं. धातू गंजून जातात. पण प्लॅस्टिक मात्र जसंच्या तसं राहतं. वर्षानुवर्ष! त्याला काही होत नाही. त्याच्यावर वातावरणाचा परिणामच होत नाही. प्लॅस्टिकचा हा गुणच आज जगाच्या दृष्टीनं शाप ठरला आहे. कारण प्लॅस्टिकच्या कचऱ्याच्या ढिगांचे डोंगर दिवसेंदिवस प्रचंड मोठे बनत चालले आहेत.

पदार्थ सडून नष्ट होतो त्याला बायोडिग्रेडेशन म्हणतात. बायोडिग्रेड होणे म्हणजे सूक्ष्म जिवाणूंच्या क्रियेने पदार्थाचे विघटन होऊन तो निसर्गातल्या मूलतत्त्वांशी मिसळून जाणे. योग्य वातावरणात म्हणजे हवा, दमटपणा, तापमान, आम्लता वगैरे गोष्टी पोषक असल्यास सूक्ष्म जिवाणू काही दिवसातच पदार्थाचा फन्ना उडवतात. पण प्लॅस्टिक्सच्या बाबतीत मात्र ह्या क्रियेला शेकडो वर्ष जावी लागतात. म्हणून हा प्लॅस्टिकचा कचरा निसर्गाशी एकरूप न होता साचतच रहातो. ह्या समस्येवर उपाय म्हणून काही काही गोष्टी पुढारलेल्या देशांत तातडीने हाती घेण्यात आल्या आहेत.

त्यापैकी एक म्हणजे चटकन बायोडिग्रेड होईल अशा प्लॅस्टिकची निर्मिती. 'बायो-डी' या नावानं प्रसिद्ध झालेल्या खास प्रकारच्या प्लॅस्टिकच्या थैल्या आज परदेशात उपलब्ध आहेत. ह्या थैल्या आपल्या नेहमीच्याच पॉलीएथीलीनपासून बनवलेल्या असतात. पण त्यात भरीला मोठ्या प्रमाणात स्टार्च किंवा पिष्टमय पदार्थ घातलेला असतो. हा पिष्टमय पदार्थ सूक्ष्म जिवाणूंसाठी खाद्य म्हणून उपयोगी पडतो. कचऱ्यामध्ये टाकून दिलेल्या 'बायो-डी' च्या पिशव्यामधलं स्टार्च जिवाणू जेंव्हा खाऊन फस्त करतात तेंव्हा उरलेल्या प्लॅस्टिकचा पूर्ण भुगा झालेला असतो. त्यामुळे सूक्ष्म जिवाणू त्यावर जास्त सुलभतेनं हल्ला करू शकतात. शिवाय पॉलीथीनमध्ये घातलेल्या प्राणवायू उपलब्ध करू देणाऱ्या द्रव्यांमुळे त्याचं विघटन व्हायला मदत होते. त्यामुळं साध्या प्लॅस्टिकच्या पिशव्यांच्या ऐवली "बायो-डी" च्या पिशव्या वापरायची सक्ती असावी, या मताचा एक गट पाश्चात्य देशात पुढे येतोय. पण याचबरोबर प्लॅस्टिकमध्ये स्टार्च घातल्यामुळं फारसं काही साध्य होत नाही असं म्हणणाराही एक गट आहे. त्यांच्या मते स्टार्चचा उपयोग विघटनाच्या फक्त पहिल्या पायरीवर होतो. पुढच्या पायऱ्यांमध्ये जेव्हा पॉलीमरच्या लांब साखळ्या तुटून लहान लहान साखळ्या तयार होणे आणि शेवटी ते प्लॅस्टिक सूक्ष्म जिवाणूंच्या भक्षस्थानी पडणं आवश्यक

अनुक्रमणिका

आहे. तिथं स्टार्चची उपयुक्तता शून्य आहे. तेव्हा ह्या 'बायो-डी'च्या पिशव्या वापरणं हे एक खूळ आहे झालं, असं त्यांचं म्हणणं!

प्लॅस्टिक निसर्गतः कुजुन किंवा सडून जात नाही. मग प्लॅस्टिकच्या कचऱ्याचे ढिगारे वाढत जातात.

खऱ्या अर्थानं जो बायोडिग्रेडेबल आहे असा पॉलीमर तयार करणं हा ह्या समस्येवरच अंतिम उपाय आहे. त्या दिशेनं प्रयत्न तर केंव्हाच चालू झाले आहेत. असे काही पॉलीमर्स तयारही करण्यात आले आहेत. 'बायोपॉल' हा त्यापैकीच एक. बायोडिग्रेडेबल पॉलमर म्हणून बायोपॉल. त्याचं रासायनिक नाव पॉलीहायड्रॉक्सी ब्यूटीरेट. हे प्लॅस्टिक जमिनीत पुरल्यापासून काही महिन्यातच त्याचं पूर्णपणे विघटन होतं. पण हे प्लॅस्टिक फार महाग आहे. साध्या प्लॅस्टिकच्या जवळजवळ वीस पंचवीस पट महाग. म्हणून सध्यातरी याचा वापर शरीरातील मोडलेली हाडे जोडण्यासाठी आधार म्हणून वापरावयाच्या पट्ट्या आणि खिळ्यांसाठी व शस्त्रक्रियेनंतर शरीरांतर्गत जखमा शिवण्यासाठी दोरा म्हणून केला जातो. हे प्लॅस्टिक नंतर शरीरात पार विरघळून जातं.

अजून तरी पर्यावरणाला घातक ठरणार नाही आणि तरीही किंमत आणि गुणधर्म ह्या दोन्ही आघाड्यांवर यशस्वी ठरणारं प्लॅस्टिक उपलब्ध नाही. ह्या बाबतीत आपल्याला अजून बरीच मजल मारायची आहे ही वस्तुस्थिती मान्य करायलाच हवी. प्लॅस्टिक्स कचऱ्यात फेकून न देता त्याचा पुन्हा पुन्हा वापर करणं हेही पर्यावरणाच्या दृष्टीनं हिताचं आहे. भारतासारख्या गरीब देशाला हाच मार्ग परवडण्यासारखा आहे. पण त्यासाठी सध्या जी पद्धत आपल्याकडं वापरली जाते ती, म्हणजे कचरापेटीतून कचरा उकरून प्लॅस्टिकच्या वस्तू गोळा करणे आणि त्यापासून नवीन वस्तू तयार करणे. ह्यात सुधारणा करण्याची गरज आहे. प्लॅस्टिकच्या वस्तू, विशेषतः पिशव्या, कचऱ्यात न फेकता वेगळ्या ठेवणे सहज शक्य आहे. त्यापासून नवीन वस्तू तयार करण्याचे कारखानेही बहुधा छोट्या प्रमाणावर चालू असतात. प्लॅस्टिक पुन्हा वितळवताना काही प्रकारच्या प्लॅस्टिकपासून विषारी वायू निघतात. ते योग्य प्रकारे हाताळायची यंत्र सामुग्री त्या कारखान्यात नसते. त्यात भर म्हणजे कधीकधी असे कारखाने दाट

अनुक्रमणिका

लोकवस्तीत असतात, हवा खेळती रहायची पुरेशी व्यवस्था नसते. हे सर्व बदलण्याची गरज आहे. योग्य काळजी घेऊन प्लॅस्टिक पुन्हा उपयोगात आणलं तर प्लॅस्टिकच्या कचऱ्याचा प्रश्नही इतका तीव्र होणार नाही आणि पेट्रोलियमजन्य पदार्थांच्या वापरातही बचत होईल.

पर्यावरणाला प्लॅस्टिकमुळे धोका होतो हे काही अंशी खरं असलं तरी ह्याची दुसरी बाजूही आपण विचारात घेतली पाहिजे. वेष्ठनासाठी प्लॅस्टिक ऐवजी कागद वापरला तर किती झाडं तोडावी लागतील, किती जंगलं नष्ट होतील हेही लक्षात घेतलं पाहिजे. लाकडाला पर्याय म्हणून पी. व्ही. सी पासून तयार केलेलं एक प्लॅस्टिक नुकतंच आपल्या देशात उपलब्ध झालंय. ते करवतीनं कापता येतं. त्यावर रंधा मारता येतो. रंग, पोत, स्पर्श ह्या सगळ्या बाबतीत ते अगदी लाकडासारखंच दिसतं. त्याचा उपयोग केला तर लाकडाची गरज कमी होऊन पर्यावरणाच्या रक्षणाला हातभार लागेल.

अखेर कुठल्याही प्रश्नाला दोन बाजू असतात. आरोग्य आणि पर्यावरण ह्या आघाड्यांवर प्लॅस्टिकनं आपला वाटा उचललेला आहे. काही प्रश्न सोडवले आहेत तर काही निर्माण केले आहेत. आरोग्याच्य दृष्टीनं काहीकाही प्लॅस्टिकमध्ये अपायकारक पदार्थ असतात हे खरं असलं तरीसुद्धा आरोग्याच्या क्षेत्रात प्लॅस्टिकचं योगदान फार मोठे आहे. पर्यावरणाच्या आघाडीवरही प्लॅस्टिकनं हितकारक आणि हानिकारक अशा दोन्ही पारड्यामध्ये आपलं वजन टाकलं आहे. त्यातल्या हानीकारक गोष्टी टाळून हितकारक गोष्टींचा उपयोग करून घेणे हे तर आपल्याच हातात आहे.

अनुक्रमणिका

११) सुगरणीचा सल्ला

प्लॅस्टिकच्या वस्तू बनवणं आणि स्वैपाक करणं ह्याच्यात एक साम्य आहे. स्वैपाक करणे ही एक कला आहे. तिखटामिठाचं प्रमाण जरा कमीअधिक झालं, भांडं विस्तवावर जरा जास्त वेळ राहिलं किंवा शिजायच्या आधीच खाली उतरवलं की पदार्थाची वाट लागलीच म्हणून समजावं. प्लॅस्टिकच्या वस्तू बनवताना ही अशीच काळजी घ्यावी लागते. त्यात घालायची द्रव्ये शुद्ध, निर्भेळ असावी लागतात. तापमान, दाब अचूक असावा लागतो. गरम किती वेळ करायचं ते बंधन काटेकोरपणं पाळावं लागतं. ह्यात जरा जरी हयगय झाली की वस्तू बिघडलीच. कमी दर्जाची वस्तू तयार होण्यामागं अशी अनेक कारणं असतात.

चांगल्या दर्जाची वस्तू आणि खालच्या दर्जाची वस्तू ओळखायची कशी हा एक मोठाच प्रश्न आहे. कारण वरून दिसायला सगळ्या प्लॅस्टिकच्या वस्तू सारख्याच दिसतात. कपड्यातले दोष जसे चटकन दिसून येतात किंवा तांदुळातले खडे जसे डोळ्यानी दिसतात तसं प्लॅस्टिकचं नसतं. मग प्लॅस्टिकच्या वस्तू पारखून घ्यायच्या कशा?

ह्या प्रश्नाचं उत्तर सोपं नाही. प्रयोगशाळेत शास्त्रशुद्ध चाचण्या घेतल्याशिवाय अधिकउणे करणे कठीणच आहे. पण तरीही काही आडाखे सांगता येतील.

पुन्हा पुन्हा वितळवून उपयोगात आणलेली प्लॅस्टिक्सः

आपण आधी पाहिलचं की, पी. व्ही. सी. पॉलीएथीलीन ह्यासारखी थर्मोप्लॅस्टिक्स गटातली प्लॅस्टिक्स वितळवून त्यापासून पुन्हा वस्तू बनवता येतात. आपल्या देशात आणि इतरत्रही ही सर्रास केलं जातं. प्लॅस्टिक्स जरी कितीही वेळा वितळवता येत असलं तरी प्रत्येक वेळी वितळवलं की, त्याचा दर्जा कमीकमी होतो. सोनं हजार वेळा वितळवून त्याचे दागिने बनवले तरी ते पहिल्याइतकेच बावनकशी असतील. तसं प्लॅस्टिकचं नाही. ह्याचं कारण सोनं आणि प्लॅस्टिक यांच्या स्वरुपातला मुलभूत फरक. प्लॅस्टिक्स हे पॉलीमर्सच्या साखळ्यांचं बनलेलं असतं. त्याचा दर्जा त्या साखळ्यांची लांबी आणि त्यांचा नियमितपणा ह्यावर अवलंबून असतो. प्रत्येक वेळी वितळवलं की काही साखळ्या तुटतात. आखूड बनतात. मग सुरूवातीला सारख्या लांबीच्या अनेक साखळ्यांचं बनलेलं प्लॅस्टिक काही लहान काही मोठ्या अशा अनियमित लांबीच्या साखळ्यांचं बनतं. साखळ्यांची सरासरी लांबीही कमी होते. परिणामी प्लॅस्टिकचा दर्जा घसरतो.

रस्तेका माल सस्ता! फेरीवाल्याकडे मिळणाऱ्या प्लॅस्टिकच्या वस्तू बहुधा जुने प्लॅस्टिक वितळवून बनविलेल्या असतात.

प्लॅस्टिकच्या वस्तू बनवताना त्यात थोड्याफार प्रमाणात जुनं वितळवलेलं प्लॅस्टिक घालणे ही सर्वमान्य प्रथा आहे. पण असं जुनं प्लॅस्टिक फार जास्त प्रमाणात वापरू नये असा दंडक आहे. प्लॅस्टिकच्या वस्तू बनवणारे मान्यता पावलेले उत्पादक पाच ते दहा टक्यापेक्षा जास्त जुनं प्लॅस्टिक वापरत नाहीत. याउलट आपल्या उत्पादनाचा दर्जा काय असेल याचा विधीनिषेध नसलेले काही उत्पादक निम्म्यापेक्षा जास्त जुनं प्लॅस्टिक घेऊन वस्तू बनवतात. अर्थातच अशी वस्तू बनवणं स्वस्त पडतं. पण तिची ताकद आणि टिकावूपणा फार कमी होतो. वरवर बघायला वस्तू चांगली दिसत असली तरी काही दिवसातच तिला चिरा पडू लागतात.

ज्यात जुन्या प्लॅस्टिकचा मोठ्या प्रमाणात वापर केलेला आहे अशा वस्तू ओळखणं अगदीच कठीण नसतं. एकतर अशा वस्तू काळपट दिसतात. नव्याची चमक त्यात नसते. प्लॅस्टिक वितळलं की, काही कण करपून काळे पडतात. त्यामुळं हा काळपटपणा आलेला असतो. हा काळपटपणा लपवण्यासाठी बहुधा अशा प्लॅस्किमधे गडद रंग घातलेले असतात. गर्द, गडद रंगाची वस्तू म्हटली की, त्यात जुनं प्लॅस्टिक मोठ्याप्रमाणावर घातलं असलंच पाहिजे असं समीकरण जरी मांडता आलं नाही तरी तशी शक्यता मोठ्या प्रमाणावर असते यात शंका नाही.

अनुक्रमणिका

दुसरं म्हणजे अशा वस्तूंमध्ये जुन्या प्लॅस्टिकचे काही न वितळलेले तुकडे असतात. जर ते पृष्ठभागावर असले तर निरखून पाहिल्यावर ते साध्या डोळ्यांनी सुद्धा दिसू शकतात. त्यांच्या लांबटगोल आकारांमुळे त्यांना 'फिश-आय' म्हणजे माशाचे डोळे असं म्हणतात. असे जुन्या प्लॅस्टिकचे न वितळलेले दाणेदार तुकडे त्यात असले तर ते प्लॅस्टिक एकसंध नसतं. ते लवकर तुटतं किंवा मोडतं.

काळपटपणा आणि 'फिश-आय' हे जुन्या प्लॅस्टिकचे डोळ्यांना दिसू शकणारे दोष. पण हे नसले तरी प्लॅस्टिकमध्ये जुनं प्लॅस्टिक मोठ्याप्रमाणावर वापरलं नसेलच अशी खात्री देता येत नाही. म्हणून दर्जेदार, टिकावू आणि बळकट वस्तू हव्या असतील तेव्हा त्या मान्यताप्राप्त उत्पादकांनी बनवलेल्या आहेत, त्यावर आय. एस. आय. चा शिक्का आहे. दुकानदारही खात्रीचा आहे असं बघून मगच घेतलेल्या बऱ्या. नाहीतर पस्तावायची पाळी यायची.

प्लॅस्टिकच्या वस्तूंची दुरुस्ती :

स्वैपाक करताना एखादा पदार्थ चांगला झाला नाही तर कधीकधी तो सुधारणं शक्य असतं. तसंच प्लॅस्टिकच्या वस्तूसुद्धा दुरुस्त करून पुन्हा वापरात आणणं शक्य असतं.

थर्मोप्लॅस्टिकमधे पडलेली चीर ते प्लॅस्टिक ज्यात विरघळतं असा द्रावक वापरून बुजवता येते. चित्रपटाच्या फिल्मस् सेल्यूलोज ॲसीटेटच्या बनवतात. ते ॲसीटोन ह्या रसायनात विरघळत असल्यामुळं त्याचा वापर करून तुटलेल्या फिल्मची पट्टी चिकटवता येते. कंगवे बनवतात ते सेल्यूलोज ॲसीटेट ब्युटीरेटसुद्धा ह्या रसायनात विरघळते. पारदर्शक काचेसारख्या दिसणाऱ्या ॲक्रायलिकच्या वस्तू सांधण्यासाठी ॲसीटोन आणि इथाईल ॲसीटेटचं मिश्रण वापरतात. पॉलीस्टायरिन हे ॲसीटोन आणि टोल्यून ह्या दोन्हीमध्ये विरघळू शकते तर पी. व्ही. सी. बेन्झीनमध्ये विरघळते. ह्या गुणधर्मांचा उपयोग करून अशा वस्तूंची कामचलावू दुरुस्ती करता येते. मात्र पॉलीएथीलीन आणि पॉलीप्रॉपीलीन ही दोन महत्वाची प्लॅस्टिक्स सर्वसाधारण द्रावकांमध्ये विरघळत नाहीत. मात्र ती गरम केल्यास वितळत असल्यामुळं वितळवून त्यांची दुरुस्ती करणे शक्य असतं. पण घरच्या घरी हे करणे फारसं सोपं नसतं हे मात्र खरं.

थर्मोसेटींग प्लॅस्टिक्सच्या बाबतीमध्ये दुरुस्ती करणे आणखीनच कठीण असतं. कारण ना ती एखाद्या द्रावकामध्ये विरघळतात ना तापवून ती वितळवता येतात. पण मोडलेल्या थर्मोसेटच्या वस्तू चिकटवायला 'डिंक' मात्र उपलब्ध आहे. जर पाण्याशी संपर्क येणार नसेल तर पॉलीव्हीनाईल अल्कोहोल म्हणजे फेवीकॉल किंवा तत्सम द्रवाचा वापर करावा. मात्र पाण्यामध्ये हा पॉलीमर विरघळत असल्यामुळं पाण्याचा संपर्क येणार असेल तर इपॉक्सी रेझीन म्हणजे ॲराल्डाईट हा 'डिंक' वापरावा.

अनुक्रमणिका

१२) मुखशुद्धी

प्लॅस्टिक म्हणजे काय, त्यांचे प्रकार, बनवण्याच्या पद्धती, त्यांचे उपयोग, त्यांच्या वापरातला धोका आणि सुरक्षिततेचे उपाय आपण पाहिले. नव्या नव्या प्रकारांची ओळख करून घेतली. त्यांचा पूर्वोतिहास पाहिला. भविष्यातही डोकावून पाहिलं.

प्लॅस्टिक ही विज्ञानानं माणसाला दिलेली एक देणगी आहे. तिचा योग्य उपयोग करून घेण्याचं माणसाच्या हातात आहे. अग्नी, वीज, अणुशक्ती यांचा वापर करताना योग्य ती खबरदारी घेतली तर त्या मानवजातीला हितकारक ठरतात. पण त्यांचा दुरुपयोगसुद्धा शक्य असतो. तसंच प्लॅस्टिकचं आहे.

योग्य ते प्लॅस्टिक उचित प्रमाणात वापरलं तर प्लॅस्टिकसारखा मित्र नाही. पण जिथंतिथं प्लॅस्टिक वापरण्याच्या हव्यासापायी पाश्चात्य राष्ट्रांपुढे प्लॅस्टिकच्या कचऱ्याची प्रचंड समस्या उभी राहिली आहे. या बाबतीत आपण वेळीच सावध झालेलं चांगलं.

प्लॅस्टिकचा योग्य तो आणि योग्य तेवढाच वापर करायचं शहाणपण मानवजातीला लाभेल अशी आशा आहे. तरच ‘शेवटचा घास गोड व्हावा’ अशी प्रार्थना करण्यात अर्थ आहे.

अनुक्रमणिका

खालील पुस्तकांचे अनुवाद ही प्रकाशनाच्या मार्गावर-

१) ताऱ्यांचे अंतरंग (Inside Stars)

२) धन्याचा बंदा गुलाम (His Master's Slave)

३) चिरकालीन सिरॅमिक्स (Ceramics Are Forever)

४) शरीर एक समरांगण (Defense of Human Body)

Processed and printed at Shivraj Fine Art Litho works (D G P S) Nagpur.

अनुक्रमणिका