५. नायलॉन आणि पॉलिएस्टर

सांगू शकता का?

- *टूथब्रशचे केस कशाचे बनलेले असतात?*
- *पायमोजे कशाचे बनलेले असतात?*
- *मासे पकडायचे जाळे कसे बनवितात ते पाहिले आहे का?*

प्रस्तावना :

मानवनिर्मित तंतूचा शोध २० व्या शतकातच लागला होता. परंतु फक्त १०० वर्षापेक्षाही कमी काळात ते आपल्या कपड्यांचा आणि घरगुती गोष्टींचा अंतर्गत भाग बनेल. आज आपण वेगवेगळ्या मानवनिर्मित तंतूंचा वापर बऱ्याच वेगवेगळ्या क्षेत्रात करतो. मानवनिर्मित तंतूंची लोकप्रियता ही त्याच्या सहज उपलब्धतेमुळे, कमी किंमतीमुळे, चांगल्या दिसण्यामुळे, सहज घेता येणाऱ्या काळजीमुळे आणि देखभालीमुळे आणि त्यांवर कोणत्याही नैसर्गिक घटकांच्या न होणाऱ्या परिणामामुळे झालेली आहे.

या प्रकरणात आपण दोन मानवनिर्मिती तंतूविषयी शिकणार आहोत की जे लोकप्रिय आहेत ते म्हणजे नायलॉन आणि पॉलिएस्टर.

५.१ नायलॉन

नायलॉन हा पहिला असा मानवनिर्मित तंतू आहे की जो तंतूमय नसलेल्या पदार्थापासून बनलेला आहे. या अर्थी तो पहिला खरा मानवनिर्मित तंतू होता.

इतिहासात डोकावून पहा?

सन १९२८ मध्ये डुपाँट कंपनीने शास्त्रज्ञांच्या एका छोट्या गटाला की ज्याचे प्रमुख डॉ. वॉलेस एच कॅरोयरसला संशोधनासाठी निधी दिला होता. त्यांनी अपघाताने लांब रेशमी तंतूचा शोध लावला. शेवटी १९३८ मध्ये नायलॉनचे उत्पादन सुरू होऊन बाजारात दाखल झाले होते. ह्या तंतूला नायलॉन असे नाव देण्याचे कारण म्हणजे डुपाँट कंपनीने त्यांच्या न्यूयॉर्क आणि लंडन या दोन शाखांमधून बाजारात आणले होते.

नायलॉनचे मुख्यत: दोन प्रकार आहेत ते म्हणजे नायलॉन-६ आणि नायलॉन-६६ या संख्येचा अर्थ किंवा संदर्भ असा की तंतू बनविताना रसायनामध्ये कार्बनचे किती अणू आहेत. नॉयलॉन-६ हा कॅप्रोलॅक्टमपासून बनविला जातो. नायलॉन-६६ हा मोठ्या प्रमाणात लोकप्रिय प्रकार आहे आणि तो पुढील दोन रसायनांपासून बनविला आहे (१) हेक्झामिथीलीन डायअमिन (२) ॲडिपीक आम्ल.

तुम्हाला माहिती आहे का?

जरी मानवनिर्मित तंतू त्यांच्या चांगल्या गुणधर्मामुळे वेगवेगळ्या क्षेत्रात मोठ्या प्रमाणात वापरले जात असले तरी त्या तंतूमध्ये एक सर्वात मोठी असलेली कमतरता म्हणजे ते पर्यावरण पूरक नाही आणि म्हणून ते पर्यावरण प्रदूषणासाठीही कारणीभूत किंवा जबाबदार आहे आणि याच कारणामुळे वैज्ञानिक आणि सरकार त्याचा वापर कमी करण्याचे मार्ग शोधण्याचा प्रयत्न करीत आहे आणि त्याला पर्याय म्हणून इतर नैसर्गिक तंतूविषयीचे मार्ग शोधत आहे की जे वर्ग ११ वीमध्ये **आपण शिकलो आहोत.**

उत्पादन प्रक्रिया :

वरील दोन्ही रसायने आवश्यक प्रमाणात घेऊन आणि ऑटोक्लेव्हमध्ये त्याचे मिश्रण तयार करून पॉलीमरायझेशन करतात या क्रियेत अति उच्च तापमानावर आणि दाबावर वितळवले जाते. वितळविलेले द्रव गोठून त्याचे रिबन बनवतात की जे कापून त्याचे छोटे तुकडे करतात. नंतर हे तुकडे वितळवून त्यापासून तंतू तयार केला जातो.

५.१.१ नायलॉनचे गुणधर्म :

अ) सूक्ष्मदर्शकीय गुणधर्म

- मऊ, चमकदार तंतू
- समांतर व्यास
- पारदर्शी उदा. काचेसारखे
- चमक मंद केली असेल तर सूक्ष्म ठिपके दिसतात. (सुक्ष्मदर्शकीय रचना प्रात्यक्षिक क्र. ६ मध्ये दिलेली आहे.)

ब) भौतिक गुणधर्म :

१. **लांबी :** मानवनिर्मित तंतू असल्यामुळे नायलॉनची लांबी नियंत्रणात ठेवू शकतो. फिलॅमेंट तंतू उत्पादित केल्यावर त्यापासून आखूड लांबीचे तंतू (स्टेपल तंतू) कापता येतात.

२. **चमक :** नायलॉन तंतूची चमक चांगली असते. चमक कमी करण्यासाठी टायटॅनियम डायऑक्साईडचा वापर करतात.

३. **मजबुती :** नायलॉन खूप मजबूत तंतू आहे. ओलसर परिस्थितीतही त्याची मजबुती कमी होत नाही.

४. **तन्यता :** नायलॉनची तन्यता सर्व वस्त्र निर्माण तंतूंमध्ये उत्तम आहे. या गुणधर्मामुळे नायलॉनचा होजिअरी उद्योगामध्ये फार मोठ्या प्रमाणावर उपयोग करतात.

५. **चुणीविरोधकता :** नायलॉनमध्ये उत्तम लवचिकता आहे. या तंतूला चुण्या किंवा सुरकुत्या पडत नाही आणि त्याला इस्त्री करण्याचीही आवश्यकता नसते.

६. **आर्द्रशोषकता :** नायलॉनची आर्द्रताशोषकता कमी आहे. हा तंतू ओला होत नाही. पाणी पृष्ठभागावरच राहते आणि वाहून जाते. कारण त्याचा पृष्ठभाग गुळगुळीत असतो. तो लवकरच सुकतो. त्यात आर्द्रशोषकता कमी आहे. या एकाच गुणधर्मामुळे तो घाम शोषून घेत नाही आणि म्हणून तो उन्हाळ्यात घालण्यासाठी योग्य नाही.

७. **घनता :** नायलॉनची घनता खूपच कमी असते त्यामुळे नायलॉन वस्त्र वजनाने हलकी असतात.

क) जैविक गुणधर्म :

१. **बुरशीचा परिणाम :** नायलॉनवर बुरशीचा परिणाम होत नाही.

२. **कीटकांचा परिणाम :** नायलॉनच्या प्रतिकारशक्तीमुळे त्याच्यावर बऱ्याच कीटकांचा आणि सूक्ष्म जीवाणूंचा परिणाम होत नाही.

ड) औष्णिक गुणधर्म :

१. **उष्णतेचा परिणाम :** नायलॉन हा तापसंज्ञाशील तंतू आहे. तो आपला आकार बदलवितो आणि त्याला उष्णता दिली असता वितळतो. याच कारणामुळे त्यावर गरम इस्त्रीने इस्त्री करता येत नाही. जेव्हा तो जळतो तेव्हा न चुरगळता येणारी गोळी तयार होते आणि एखाद्या रसायनाप्रमाणे प्लास्टिकचा वास येतो.

२. **उष्णता वाहकता :** या तंतूची उष्णतावाहकता कमी आहे.

हे तुम्हाला माहिती असावं

पिलींग हा फक्त मानवनिर्मित तंतूचा खास गुणधर्म दिसून येतो. धाग्यातील लांब तंतू तोडले तर त्यात घर्षण होते परंतु धाग्यातून बाहेर येऊ शकत नाही. त्यामुळे पृष्ठभागावर सूक्ष्म गोळे (Pill) तयार होतात. त्याच्या मजबुतीवर कोणताही परिणाम होत नाही. परंतू तंतूची सौंदर्यता नष्ट होते.

नायलॉनचे उपयोग :

१. **पेहेरावासाठी उपयोग :** वस्त्र प्रावरणासाठी शर्टींग, साडी इ. साठी नायलॉन, मोठ्या प्रमाणावर होजिअरी उद्योगात खेळाडूंचे वस्त्र, मोजे, स्टॉकिंग्ज आणि अंतर्वस्त्रासाठी उपयोगात आणले जाते.

चित्र क्र. ५.१ नायलॉन साडी

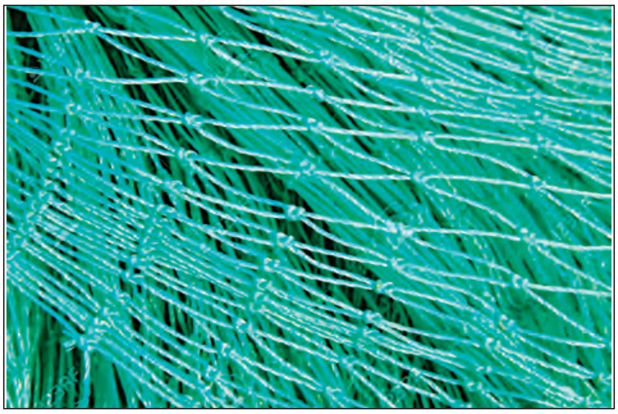
चित्र क्र. ५.२ खेळाडूंची वस्त्रे

चित्र क्र. ५.३ मोजे

२. **गृहोपयोगी उपयोग :** पडदे, गालिचे, गाद्या, उशा, सोफ्याची कापडे (upholstery)

चित्र क्र. ५.४ नायलॉनचे पडदे

३. **संमिश्र उपयोग :** ब्रशेस, मासेमारीची जाळी, दोरखंड, छत्र्या इ.



चित्र क्र. ५.५ मासेमारीची जाळी

चित्र क्र. ५.६ दोरखंड

५.२ पॉलिएस्टर

हा नायलॉन नंतर मानवनिर्मित दुसरा तंतू आहे. अलीकडे हा नायलॉनपेक्षा अधिक प्रसिद्ध किंवा लोकप्रिय आहे. कारण तो फारच अष्टपैलू आहे. अनेक प्रकारे उपयोगात येऊ शकतो आणि त्याचे मिश्रण सर्व मानवनिर्मित तसेच नैसर्गिक तंतूसोबत करता येऊ शकते. यापासून विविध संमिश्र तंतूची वस्त्रे तयार करता येतात.

पॉलिएस्टर तंतू तयार करण्यासाठी इथिलीन ग्लायकॉल आणि टेरिप्थॅलिक आम्ल या दोन रसायनांचा उपयोग करतात. जेव्हा अल्कोहोल आणि आम्लाचा संयोग होतो तेव्हा इस्टरची साखळी (लींक) तयार होते. या तंतूच्या बहुवारीकरण (पॉलिमरायझेशन) दरम्यान अल्कोहोलचे बरेच अणू आम्लाच्या (acid) अणूशी जोडले जातात म्हणून

इस्टरची साखळी तयार होते. इस्टरच्या बहुवारीकरणामुळे या तंतूला पॉलिएस्टर असे नाव देण्यात आले आहे. या तंतूची इतर दोन नावेसुद्धा आहेत. इंग्लंडमध्ये त्याला टेरेलीन आणि अमेरिकेत 'डेक्रॉन' असे म्हणतात.

इतिहासात डोकावून पहा :

पॉलिएस्टर तंतूचा प्रथम अभ्यास डॉ. डब्ल्यू.एच. कॅरोथर यांनी सुरू केला. त्यानंतर ब्रिटीश शास्त्रज्ञ जॉनबिनफिल्ड आणि जेम्स डिक्सन यांनी १९४१ मध्ये पॉलिएस्टरचा तंतू विकसीत केला. त्याला इंग्लंडमध्ये टेरेलीन म्हणतात की जो तयार करताना दोन रसायनाचा उपयोग करतात ते म्हणजे (१) टेरिप्थॉलिक आम्ल (२) इथिलीन ग्लायकॉल.

१९४५ मध्ये ड्यूपॉंट कंपनीने पॉलिएस्टर तंतू अमेरिकेत निर्माण करण्याचे सर्व अधिकार घेतले. त्यांनी त्याला डेक्रॉन असे नाव दिले की जे त्यांच्या पहिल्या नायलॉन तंतूशी मिळतेजुळते होते.

उत्पादन प्रक्रिया : ही प्रक्रिया नायलॉनसारखीच आहे. इथिलॉन ग्लायकॉल आणि टेरिप्थॉलिक आम्ल योग्य त्या प्रमाणात घेऊन आणि त्याचे मिश्रण वाफेवर तापणाऱ्या यंत्रात करतात. पॉलिमरायझेशनची क्रिया उच्च तापमानावर आणि उच्च दाबावर केली जाते. पॉलिमरचे द्रावणापासून रिबन तयार करून त्याचे छोटे तुकडे करतात. त्यांना पुन्हा वितळवून पॉलिएस्टरचे तंतू तयार करतात.

पॉलिएस्टरचे गुणधर्म :

अ) सूक्ष्मदर्शकीय गुणधर्म :

१. गुळगुळीत, काचदांड्यासारखा दिसतो.

२. समांतर व्यास दिसतात.

३. चमक मंद केली असेल तर त्यावर सुक्ष्म ठिपके दिसतात.

(सुक्ष्मदर्शकीय रचना प्रात्यक्षिक क्र. ६ मध्ये दिलेली आहे.

इथिलीन ग्लायकॉल + टेरिप्थॅलिक आम्ल

↓ पॉलिमरायझेशन (उच्च तापमान आणि उच्च दाब)

पॉलिएस्टर पॉलिमर (रिबन स्वरूपात)

↓ तुकडे करणे

पॉलिएस्टर पॉलिमर (छोट्या तुकड्याच्या स्वरूपात)

↓ वितळवून कताई

पॉलिएस्टर फिलॅमेन्ट

तक्ता क्र. ५.१ पॉलीएस्टरची उत्पादन प्रक्रिया

ब) भौतिक गुणधर्म :

१. **लांबी :** मानवनिर्मित तंतू असल्यामुळे तो कोणत्याही लांबीत तयार करता येतो. फिलामेंट तंतू तयार केल्यावर त्याचे कमी लांबीचे तुकडे करून आखूड तंतू मिळतात.

सांगा पाहू

पॉलिएस्टरचे कपडे धुऊन सुकविल्यानंतर तसेच घालू शकतो का ?

पॉलिएस्टरचे कपडे उन्हाळ्यात घालणे सोईचे नसते का ?

पॉलिएस्टर कापड 'इझी वेअर' कापड आहे का ?

सूचना : उत्तर गुणधर्मामध्ये आहेत.

२. **चमक :** हे तंतू मुलत: चमकदार असतात. टायटानियम डायऑक्साईड वापरून त्याची चमक कमी करता येते.

३. **मजबुती :** या तंतूंची मजबुती चांगली आहे. ओले असताना मजबुतीवर काहीही परिणाम होत नाही. घर्षण प्रतिकारशक्ती चांगली आहे आणि म्हणून तो मजबूत आणि टिकाऊसुद्धा आहे.

४. **तन्यता :** या तंतूची तन्यता चांगली आहे.

५. **लवचिकता :** या तंतूची लवचिकता आणि चुणीविरोधकता अत्युकृष्ट आहे. ओले किंवा वाळले असताना सुद्धा चुरगळत नाही. म्हणून त्याला वॉश ॲन्ड वेअर असे म्हटले जाते.

६. **आर्द्रताशोषकता :** या तंतूची आर्द्रताशोषकता अत्यल्प आहे. म्हणून त्याचा वापर रेनकोटसारख्या 'पाणी' शोषून न घेणाऱ्या कापडासाठी करणे योग्य असेल. कमी आर्द्रशोषकतेमुळे या तंतूना रंगविणे सोपे नसते. ते लवकर सुकतात. परंतु हे तंतू उन्हाळ्यात वापरणे योग्य नाही. कारण शरीरातील आर्द्रता ते शोषून घेत नाही.

७. **घनता :** पॉलिएस्टरची घनता १.३८ ग्रॅम/घ. सें.मी. आहे. या तंतूपासून बनविलेले कपडे वजनाला हलके असते.

तुम्हाला माहिती आहे का?

- *पॉलिएस्टरची सूक्ष्म गोळी (पिलींग) या गुणधर्माचा उल्लेख अगोदरचा नायलॉनच्या गुणधर्मातसुद्धा आलेला आहे.*
- *पॉलिएस्टरचा एक विशेष गुण म्हणजे केशाकर्षण (विकींग) की ज्याचा अर्थ असा की अशा तंतू ही, जो ओलावा एका टोकावून दुसऱ्या टोकापर्यंत न शोषता जाऊ देतो. ह्या गुणांमुळेच पॉलिएस्टर हा नायलॉनपेक्षा उन्हाळ्यात घालण्यासाठी सोयीचा आहे.*

क) जैविक गुणधर्म :

१. **बुरशीचा परिणाम** या तंतूना बुरशीपासून कोणतीही हानी पोचत नाही.

२. **कीटकांचा परिणाम :** या तंतूवर पतंगाचा किंवा दुसऱ्या कोणत्याही कीटकाचा परिणाम होत नाही.

ड) औष्णिक गुणधर्म :

१. **उष्णतेचा परिणाम :** गरम पाणी आणि गरम इस्त्रीचा वापर करू नये. हा तापसंज्ञाशिल तंतू आहे. नायलॉन प्रमाणेच तो मऊ असून उष्णतेमुळे वितळतो आणि रसायन किंवा प्लॅस्टिकसारखा वास येतो. तो जळल्यावर तंतूची कठीण गोळी तयार होते.

२. **उष्णता वाहकता :** या तंतूची उष्णता वाहकता चांगली नाही.

- **पॉलिस्टरचे उपयोग :**

१. **पेहेरावासाठी उपयोग :** शर्टस्, स्लॅक्स, पॅन्ट आणि साडी.

चित्र क्र. ५.७ पॉलिएस्टर शर्ट

२. **गृहसजावटीसाठी उपयोग :** पडदे, ड्रेपरी, गालीचा, गाद्या, उशी, रजाई इ.

चित्र क्र. ५.८ पॉलिएस्टर साडी

चित्र क्र. ५.९ पॉलिएस्टर पडदे

चित्र क्र. ५.१० पॉलिएस्टर रजई

३. **औद्योगीक उपयोग :** तंबू, दोरखंड, मासेमारीची जाळी, रंग कामाचे ब्रश, बॅडमिंटन, रॅकेटच्या तारा, पॅराशूटस्, नावाची शिडे, डायपर इ.

चित्र क्र. ५.११ तंबू

चित्र क्र. ५.१२ डिसपोझेबल डायपर

चित्र क्र. ५.१३ पॅराशुटस्

चित्र क्र. ५.१४ बॅडमिंटन जाळी

४. **वैद्यकीय उपयोग :** कृत्रिम रक्तवाहिन्या, हृदयाच्या झडपा शल्यक्रिया रोपणातील धागा.

चित्र क्र. ५.१५ कृत्रिम रक्तवाहिन्या

चित्र क्र. ५.१६ शल्यरोपणातील धागे

इंटरनेट माझा मित्र

कापड उद्योगात वापरल्या जाणाऱ्या दुसऱ्या मानवनिर्मित तंतूचा शोध घ्या.

तक्ता क्र. ५.२ नायलॉन आणि पॉलिएस्टरमधील समानता

गुणधर्म	नायलॉन	पॉलिएस्टर
सुक्ष्मदर्शकीय	गुळगुळीत, नियमित काचदांड्यासारखा, चमक मंद केली असेल तर ठिपकेदार दिसतो.	गुळगुळीत, नियमित काचदांड्यासारखा, चमक मंद केली असेल तर ठिपकेदार दिसतो.
लांबी	फिलमेंट तंतूचे तुकडे केले असता आखूड लांबीचे तंतू (स्टेपल तंतू) मिळतात.	फिलमेंट तंतूचे आखूड लांबीचे तंतू (स्टेपल तंतू) मिळतात.
चमक	चमकदार परंतु चमक कमी करता येते.	चमकदार परंतु चमक कमी करता येते.
मजबुती	चांगली	चांगली
तन्यता	उत्कृष्ट	खूप चांगली
लवचिकता	खूप चांगले	उत्कृष्ट
आर्द्रतेचा अंश	खूप कमी	खूप कमी
घनता	कमी (वजनाने हलका)	कमी (वजनाने हलका)
बुरशीचा परिणाम	कोणताही परिणाम होत नाही.	कोणताही परिणाम होत नाही.
कीटकाचा परिणाम	कोणताही वाईट परिणाम नाही.	कोणताही वाईट परिणाम नाही.
उष्णतेचा परिणाम	तापसंज्ञाशील तंतू जास्त उष्णतेने चटकन परिणाम होतो. जळलेल्या तंतूचा वास रसायनासारखा येतो. वितळतो आणि कठीण गोळी तयार होते.	तापसंज्ञाशील तंतू जास्त उष्णतेने चटकन परिणाम होतो. जळलेल्या तंतूचा वास रसायनासारखा येतो. वितळतो आणि कठीण गोळी तयार होते.
उष्णतावाहकता	खूप कमी	खूप कमी
पिलींग तंतूचे सूक्ष्म गोळे तयार होणे	पृष्ठभागावर तंतूचे लहान गोळे घर्षणामुळे तयार होतात. त्यामुळे त्याचे सौंदर्य नष्ट होतो.	पृष्ठभागावर तंतूचे लहान गोळे घर्षणामुळे तयार होतात. त्यामुळे त्याचे सौंदर्य नष्ट होतो.
नायलॉन अणि पॉलिएस्टरची निर्मिती क्रिया सारखीच आहे.		

तक्ता क्र. ५.३ नायलॉन आणि पॉलिएस्टरमधील फरक

फरक	नायलॉन	पॉलिएस्टर
कच्चा माल	हेक्झामिथाईल डायअमीन + ॲडिपीक आम्ल	इथिलीन ग्लॉयकॉल + टेरेप्थॉलिक आम्ल
तन्यता	उत्तम	तन्यता चांगली परंतू नायलॉनपेक्षा कमी
लवचिकता	चांगली परंतु पॉलिएस्टरपेक्षा कमी	एकदम उत्तम आणि म्हणून त्याला 'वॉश ॲन्ड वेअर' कापड म्हणतात.
उपयोग	विशेषतः मोजे स्टॉकिंग आणि होजिअरी गालिचे, नायलोवूल बनविण्यासाठी वापरतात.	खास उपयोग वैद्यकीय उद्देशासाठी
मिश्रण	नायलॉन १००% नायलॉन म्हणूनच वापर होतो. दुसऱ्या कोणत्याही तंतूमध्ये मिसळत नाही.	नैसर्गिक सर्व प्रकारच्या नैसर्गिक आणि मानवनिर्मित तंतूमध्ये सहज मिसळून जाते.

तुमची बौद्धिक क्षमता वापरा :

१. **मी कोण आहे?**

१. माझा नॉयलॉन बनविण्यासाठी उपयोग होतो.

२. असा गुणधर्म आहे की ज्यामुळे उन्हाळ्यात पॉलिएस्टरचे कपडे घातल्यास आरामदायक वाटते.

३. मी पॉलिएस्टरपासून बनलेला असल्यामुळे माझ्यात पाणी घुसत नाही.

४. सतत मोजे घातल्याने छोटे गोळे तयार होतात ते माझ्या गुणधर्मामुळे.

५. मी एक मानवनिर्मित तंतू असून इंग्लंडमध्ये मला टेरेलीन तर अमेरिकेमध्ये डेक्रॉन म्हणतात.

२. **तक्त्यामध्ये योग्य ठिकाणी फुली (×) किंवा (√) खुण करा.**

	नायलॉन	पॉलिएस्टर
१) ॲडिपीक आम्ल		
२) वाफेवर तापणारे निर्जंतुकीकरणाचे यंत्र		
३) इथिलीन ग्लॉयकॉल		
४) केशाकर्षण (विकींग)		
५) होजीअरी		
६) थर्मोप्लास्टीक तंतू		
७) मिश्रण		
८) बायोडिग्रेडेबल		

स्वाध्याय

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

१. योग्य जोड्या जुळवा :

'अ' गट		'ब' गट	
१.	टायटॅनियम डायऑक्साइड	अ)	ड्यु पाँट कंपनी
२.	डब्ल्यू.एच. कॅरोथरस	ब)	सूक्ष्म गोळे तयार होणे (पिलींग)
३.	कॅप्रोलॅक्टम	क)	चमक मंद करणारे घटक
४.	डेक्रॉन	ड)	नायलॉन
		इ)	पॉलिएस्टर

२. खालील पर्यायातून योग्य उत्तर निवडून लिहा :

१. नायलॉन-६ तयार करण्यासाठी कच्चा मालाचा उपयोग होतो ----------------.
अ) व्हॅक्स ब) कॅप्रोलॅक्टम क) सेल्युलोज

२. मानवनिर्मित तंतू आहे ------------.
अ) पॉलिएस्टर ब) सिल्क क) लिनन

३. वितळवून तंतू बनविण्याची प्रक्रिया -----.
अ) व्हिस्कोस रेयॉन ब) पॉलिएस्टर
क) रेशीम

४. हे रसायन मानवनिर्मित तंतूची चमक मंद करण्यासाठी वापरण्यात येते ------.
अ) सायट्रिक आम्ल ब) कॉस्टीक सोडा
क) टायटॅनियम-डॉयऑक्साईड

५. --------- हा थर्मोप्लास्टिक तंतू आहे.
अ) रेयॉन ब) नायलॉन क) सुती

३. खालील वाक्य खरे किंवा खोटे आहे का ते सांगा :

१. मानवनिर्मित तंतू हे अतापसंज्ञाशिल तंतू आहेत.

२. नायलॉन आणि पॉलिएस्टर पावसाळ्यासाठी योग्य आहेत.

३. नायलॉन तंतूला इस्त्रीची आवश्यकता आहे.

४. पॉलिएस्टरचे तंतू मजबूत आणि टिकाऊ असतात.

५. मानवनिर्मित तंतू एकसमान व्यासाचे असतात.

६. मानवनिर्मित तंतू हे पर्यावरणासाठी धोकादायक असतात.

लघुत्तरी प्रश्न

४. पुढील व्याख्या लिहा :

१. सूक्ष्म गोळे तयार होणे (पिलींग)

२. तापसंज्ञाशील तंतू

३. केशाकर्षण (विकींग)

५. कारणे द्या :

१. नायलॉन होजिअरीचे कपडे बनविण्यासाठी वापरतात.

२. पॉलिएस्टर कपडे पावसाळ्यासाठी वापरतात.

३. मानवनिर्मित तंतू एका विशिष्ट तापमानाच्या पुढे वितळायला लागतात.

४. मानवनिर्मित तंतूसाठी लोक पर्याय शोधत आहे.

६. **थोडक्यात उत्तरे द्या :**

१. नायलॉनचे सुक्ष्मदर्शकीय गुणधर्म लिहा.

२. पॉलिएस्टर तंतूचे जैविक गुणधर्म सांगा.

३. नायलॉन-६६ आणि पॉलिएस्टरमधील रसायनाचा फरक सांगा.

४. पॉलिएस्टर तंतूचे उपयोग सांगा.

५. नायलॉन तंतूचे औष्णिक गुणधर्म सांगा.

दीर्घोत्तरी प्रश्न

१. अ) नायलॉन तंतू तयार करताना वापरण्यात येणाऱ्या कच्च्या मालाची माहिती लिहा.

ब) नायलॉन तंतूचे भौतिक गुणधर्म वर्णन करा.

२. अ) पॉलिएस्टर तंतू तयार करण्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या दोन रसायनांची माहिती लिहा.

ब) पॉलिएस्टर तंतूची औष्णिक गुणधर्म आणि सुक्ष्मदर्शकीय आकृतीसह स्पष्टीकरण करा.

प्रकल्प / क्षेत्रिय कार्य

१. तुमच्या घरात असलेल्या मानवनिर्मित तंतूपासून बनविलेल्या कापडी वस्तूंची यादी करा की ज्यांची जागा पर्यावरण अनुकूल तंतूनी घेतली आहे.

२. नव्याने संशोधित केलेल्या मानवनिर्मित कापडी तंतूचा शोध घेऊन त्याचे घरगुती उपयोग सांगा.