

Twists in the Fibres

धाग्यांचा पीळ

Overview

प्रास्ताविक

This unit is about understanding fibres as materials. The techniques described here are used by many textile experts throughout the world to identify the fibres that a fabric is composed of. The ideas that have emerged from the use of such techniques have led further to the development of modern materials based on new polymers and mixed polymers. This unit explores how various fibres –plant fibre (cotton), animal fibre (wool or silk), and synthetic fibre (polyester) look under the microscope. It also explores the burning properties of various fibres. It discusses how the diversity of properties makes specific fibres useful in specific contexts and makes them important to the livelihoods of numerous craftspersons and practitioners.

या अध्ययन घटकाद्वारे आपण धाग्यांचा एक पदार्थ /सामग्री म्हणून अभ्यास करणार आहोत. या घटकात दिलेल्या कृतींचा वापर जगातील कापड उद्योगातील तज्ज्ञ एखादे कापड कशाचे बनलेले आहे, हे ओळखण्यासाठी करतात. अशा कृतींच्या वापरापासूनच ज्या संकल्पना उदयाला आल्या, त्यातून पुढे नवीन बहुवारिके (polymer) आणि मिश्र बहुवारिके यांवर आधारित आधुनिक पदार्थांची निर्मिती झालेली आहे. या अध्ययन घटकात वनस्पतीजन्य धागे (कापूस), प्राणिजन्य धागे (रेशीम, लोकर) आणि कृत्रिम धागे (पॉलिएस्टर) इ. सूक्ष्मदर्शीखाली कसे दिसतात, हे शोधण्याचा प्रयत्न केला आहे. विविध प्रकारचे धागे कसे जळतात, हेही या घटकात अभ्यासले आहे. धाग्यांचे गुणधर्म वेगवेगळे असूनदेखील ठराविक कारणांसाठी विशिष्ट प्रकारचे धागे का वापरले जातात आणि त्यांच्यातील विविधता अनेक कारागीर, उद्योजक आणि ग्राहक यांच्या उपजीविकेसाठी कशी महत्वाची ठरते, याची चर्चा या अध्ययन घटकात केलेली आहे.

Minimum time: 4 sessions of 40 min each.

अपेक्षित किमान वेळ: ४० मिनिटांच्या प्रत्येकी ४ तासिका

Type of unit: Laboratory

अध्ययन घटकाचा प्रकार: प्रयोगशाळा-आधारित

Unit-specific objectives

अध्ययन घटकाची उद्दिष्टे

- (i) To identify materials by macroscopic characteristics and correlating them with microscopic or chemical characteristics.

केवळ डोळ्यांनी दिसणाऱ्या गुणधर्मांवरून पदार्थ ओळखण्याचे कौशल्य विकसित करणे आणि त्यांचा संबंध सूक्ष्मदर्शीय किंवा रासायनिक गुणधर्मांशी जोडणे.

- (ii) To identify fibres through controlled use of combustion (this test can be extended to other materials as well with suitable modifications in design).

नियंत्रित ज्वलन क्रियेचा वापर ओळख-चाचणी म्हणून करणे (या चाचणीत योग्य बदल करून इतरही पदार्थ ओळखता येऊ शकतात).

- (iii) Learning to use a microscope to observe fibres.

सूक्ष्मदर्शीखाली धाग्यांचे निरीक्षण कसे करतात, हे शिकणे.

(iv) Relating ash to metal oxides and silica, and oxidation of non-metals to gaseous products

राखेचा संबंध सिलिका (सिलिकॉन डायऑक्साइड) आणि धातूंची ऑक्साइडे यांच्याशी जोडणे, तसेच अधातूंच्या ऑक्साइडांचा संबंध वायुरूप उत्पादितांशी जोडणे.

(v) Observing (qualitative) microscopic and chemical differences between fibres.

धाग्यांतील सूक्ष्मदर्शीय आणि रासायनिक गुणधर्मांचे निरीक्षण करणे.

Links to curriculum

अभ्यासक्रमाशी दुवा

The topic of fibres runs in NCERT science text books from Classes 6 to 8, with plant-based fibres discussed in Class 6, animal-based in Class 7, and synthetic fibres in Class 8. The burning test has been suggested as an activity in Class 6 science textbook (Chapter: From Fibre to Fabric). This Learning Unit connects to these and other topics in Class 8 science textbook (Metals and Non-metals, Combustion and Flame).

धागे या विषयघटकाचा समावेश एनसीईआरटीच्या विज्ञानाच्या क्रमिक पुस्तकांमध्ये सहावीपासून आठवीपर्यंत केलेला आहे. यात वनस्पतीजन्य धाग्यांचा अभ्यास सहाव्या इयत्तेत, प्राणिजन्य धाग्यांचा अभ्यास सातव्या इयत्तेत, तर कृत्रिम धाग्यांचा अभ्यास आठव्या इयत्तेत केला जातो. धाग्यांचे ज्वलन ही कृती सहावीच्या विज्ञानाच्या पाठ्यपुस्तकात आहे (पाठ: धाग्यांपासून कापड). वरील पाठांमधील अनेक विषयघटक आणि आठवीच्या विज्ञान पाठ्यपुस्तकातील इतर अनेक प्रकरणे (धातू आणि अधातू, ज्वलन आणि ज्योत) यांना एकत्रित करण्याचा प्रयत्न या अध्ययन घटकाद्वारे केला आहे.

Introduction

ओळख

Has anybody in your family bought silk or wool and found later that it was not pure silk or wool? Although we use bags, ropes, clothes, and items made from different fabrics, it is difficult to ascertain the purity of the fabric by touch, texture, or weight alone. A fibre or yarn may look like cotton but it may be synthetic. One cannot trust appearance alone.

तुमच्या घरातील एखाद्या सदस्याने रेशीम किंवा लोकर समजून एखादे कापड विकत घेतले आणि नंतर त्यांना ते शुद्ध रेशमी किंवा लोकरीचे नाही हे कळले, असे कधी झाले आहे का? जरी दैनंदिन जीवनात कापड, दोऱ्या, पिशव्या, तसेच साफसफाईसाठी लागणाऱ्या वस्तू बनवण्यासाठी आपण विविध प्रकारचे धागे वापरत असलो, तरी सामान्यपणे नजरेने, स्पर्शाने किंवा तोलून धाग्यांची शुद्धता ओळखणे कठीण असते. उदा., एखादा धागा आपल्याला दिसायला सुती म्हणजेच कापसाचा वाटू शकतो, परंतु प्रत्यक्षात तो कृत्रिम असू शकतो. म्हणून केवळ बाह्य स्वरूपावर विसंबून राहणे, योग्य नसते.

Would you like to learn simple ways to identify fibres? In this learning unit, you can explore this through two techniques: burning test and microscopy.

धागे ओळखायच्या सोप्या पद्धती तुम्हाला शिकायला आवडतील का? या अध्ययन घटकात, ज्वलन चाचणी आणि सूक्ष्मदर्शी यांचा वापर करून आपण धागे ओळखणार आहोत.

Did you know?

तुम्हाला माहीत आहे का?

A thread is not a fibre but a bundle of fibres. You can see this in Figure 1.

धागा म्हणजे एकच तंतू नसून पीळ दिलेल्या अनेक तंतूंचा गुच्छ असतो, हे तुम्हाला माहीत होते का? पुढील चित्र 1

पाहा.



Materials required

कृतीसाठी लागणारे साहित्य:

- Threads: cotton, polyester (or any other synthetic thread), wool (if you don't get real wool, a broken hair can also be used), and a thread made of unknown fibre. The fibres should be clean, so that any other substance sticking to them does not affect the observations.
कापूस (सुती), पॉलिएस्टर (किंवा कोणताही कृत्रिम धागा), लोकर (तुम्हाला अस्सल लोकर मिळाली नाही, तर तुम्ही मानवी केसाचा तुकडाही वापरू शकता) यांचे धागे, एक अपरिचित धागा. धाग्याला इतर काही पदार्थ चिकटलेले असल्यास निरीक्षणात फरक पडू शकतो. म्हणून शक्यतो धागे स्वच्छ असावेत.
- Candle, match stick, beaker, forceps, watch glass, tray, water.
मेणबत्ती, आगकाडी, चंचुपात्र, चिमटा, निरीक्षण बशी, ट्रे, पाणी
- Microscope, glass slide, and cover slip.
सूक्ष्मदर्शी, काचेची पट्टी (स्लाईड), कव्हर स्लिप इत्यादी.

Burning test for fibres

धाग्यांची ज्वलन चाचणी

There is a popular saying in Hindi “Rassi jal gai, par bal nahin gaye.”, meaning “the rope got burnt, but the twists in the rope have remained (in the form of ash). This is a property of ropes that are made of plant fibres, which on burning produce ash in which twists can still be seen. Figuratively, it also refers to someone's personality traits that did not change even after facing a lot of difficulties in life.

“सुंभ जळला पण पीळ नाही गेला” अशी मराठी भाषेत एक म्हण आहे. सुंभ म्हणजे दोर किंवा दोरी. दोर जळला तरी त्याला दिलेला पीळ राखेच्या स्वरूपातही कायम राहतो, असा या म्हणीचा अर्थ आहे. वनस्पतींच्या तंतुपासून बनवलेल्या दोरांचे हे एक वैशिष्ट्य असून दोर जळल्यानंतर बहुधा राखेतही दोराचा पीळ दिसून येतो. “जीवनात कितीही संकटे आली, तरी एखाद्या व्यक्तीने आपल्यात स्वभावात किंवा वागण्यात कोणताही बदल होऊ दिला नाही” असे त्या व्यक्तीबद्दल सांगायचे झाल्यास प्रतिकात्मकरित्या वरील म्हण वापरली जाते.

Textile experts across the world have been using burning tests to identify fibres. Plant fibres burn slowly producing ash, which glows for few seconds (known as afterglow) before cooling down. The ash

roughly retains the shape of fibres but can be easily crushed to powder.

कापड उद्योगातील तज्ज्ञ धाग्यांची ओळख करण्यासाठी धाग्याचा लहान तुकडा जाळून पाहतात. वनस्पतींचे तंतू हळूहळू जळतात आणि राख निर्माण करतात. हे तंतू जळल्यानंतर काही क्षण प्रकाशमान राहतात व नंतर विझून जातात. आगपेटीतील काडी जाळल्यानंतर विझण्याआधी काही काळ प्रकाशमान राहत असल्याचे तुम्ही पाहिले असेलच. धाग्याची राख नीट पाहिली तर जळलेल्या धाग्याचा पीळ दिसून येतो पण बोटानी सहज मळल्यास राखेची भुकटी तयार होते.

Animal-based fibres such as silk and wool also burn to give ash but in much lesser quantity. Sometimes they burn producing a small bead which gets crushed easily. Moreover, they burn with a very strong odour, similar to that of burning meat.

रेशीम किंवा लोकर यांसारखे प्राणिजन्य धागे जाळल्यास त्यांचीही राख बनते. परंतु त्यांच्या ज्वलनातून बनलेली राख खूपच कमी असते. कधीकधी हे धागे जळल्यानंतर गोल व लहान आकाराचे मणी बनतात. या मण्यांनाही सहज मळता किंवा चिरडता येते. महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे प्राणिजन्य धागे जळत असताना मांस जाळल्यावर जसा वास येतो, त्यासारखा वास येतो.

Synthetic fibres usually burn much faster than plant or animal fibres. When exposed to flame, they melt and then decompose, producing a lot of heat. These do not form any ash but form a bead which is not easy to crush.

कृत्रिम (मानवनिर्मित) धागे हे वनस्पतीजन्य धागे आणि प्राणीजन्य धागे यांच्यापेक्षा पटकन पेटतात. आगीजवळ येताच ते प्रथम वितळतात, नंतर विघटीत होतात आणि भरपूर उष्णता निर्माण करतात. त्यांच्या ज्वलनातून कोणतीही राख तयार होत नाही. परंतु जळल्यानंतर गोल व लहान मणी तयार होतो आणि तो सहसासहजी मळला किंवा चिरडला जात नाही.

Safety precautions: Be very careful while doing the burning tests. Do not be too close to the flame or the burning fibre and do not throw burnt threads around. Some fibres burn very vigorously and their melts can also cause burns or damage to surrounding objects. Keep water in a watch glass or a container nearby, and put the burnt fibres in the water.

सुरक्षिततेचे उपाय: ज्वलन चाचणी करताना विशेष काळजी घ्या. पेटलेली ज्योत किंवा जळते तंतू शक्य तेवढे शरीरापासून दूर ठेवा. पेटलेले तंतू आजूबाजूला कोठेही फेकू नका. काही तंतू पटकन जळतात. अशा जळणाऱ्या तंतूमुळे शरीर भाजू शकते किंवा आगीमुळे आजूबाजूच्या वस्तूंचे नुकसान होऊ शकते. यासाठी एखाद्या लहान चंचुपात्रात किंवा बशीमध्ये पाणी जवळ ठेवा आणि गरज पडल्यास या पाण्यात पेटलेला तंतू बुडवा.

Fibres under microscope

सूक्ष्मदर्शीखाली धाग्यांचे निरीक्षण

Different fibres have different shapes and surface features that can be seen under a microscope. Depending on the conditions in which the fibre has formed (shape of original plant cell or animal cell(s) and how the fibre was dried), it can have a circular, elongated, or irregular cross section. Cotton fibres, in particular, have a non-circular cross-section due to which the twists in the fibres can be easily observed under a microscope. Plant fibres generally have rough surfaces. In a bundle of natural fibres, fibre thickness may also vary from one fibre to another.

निरनिराळ्या धाग्यांची संरचना आणि पृष्ठभाग यांची वैशिष्ट्येही वेगवेगळी असतात, जी सूक्ष्मदर्शीखाली आपण पाहू शकतो. धाग्यांची संरचना वनस्पती पेशी किंवा प्राणी पेशी यांच्या आकारानुसार आणि धागे कसे बनलेले आहेत, यांनुसार ठरते. धाग्यांचा काटछेद (आडवा छेद, cross section) वर्तुळाकार, लांबट किंवा अनियमित स्वरूपाचा असू शकतो. खासकरून कापसाच्या तंतूंचा काटछेद वर्तुळाकार नसल्याने या तंतूंचा पीळ सूक्ष्मदर्शीखाली सहज आणि स्पष्टपणे दिसू

शकतो. वनस्पतीजन्य तंतुंचा पृष्ठभाग सहसा खडबडीत असतो. नैसर्गिक धाग्यांतील एका तंतुंची जाडी दुसऱ्या तंतूपेक्षा वेगळी असू शकते.

Synthetic fibres usually have circular cross-sections and smooth surfaces because they are formed by passing molten polymer through circular holes, similar to the way noodles are made. Thickness of a synthetic fibre is uniform along the length of a fibre, and is also the same for different fibres in a thread.

कृत्रिम तंतुंचा काटछेद सहसा वर्तुळाकार असतो आणि त्याचा पृष्ठभाग मऊ असतो. ज्याप्रमाणे शेवया तयार करण्यासाठी सारख्याच व्यासाच्या छिद्रांच्या साच्यामधून पीठ ढकलले जाते, त्याप्रमाणे कृत्रिम तंतू तयार करताना द्रव अवस्थेतील बहुवारिके एकसमान छिद्रांच्या साच्यामधून ओततात. त्यामुळे कृत्रिम तंतुंची जाडी अखंड लांबीभर एकसमान असते. तसेच अशा तंतुंपासून बनलेल्या धाग्यांमधील वेगवेगळ्या तंतुंची जाडी एकसमान असते.



Figure 2: Fibres under microscope

चित्र 2: सूक्ष्मदर्शीखाली तंतू

Animal fibres such as wool and silk have circular cross-sections and surfaces smoother than plant fibres but rougher than synthetic fibres. Wool/hair also have scales of the surface (which may not be observed if the wool/hair has been treated with strong bleaches, dyes, or chemicals that damage the hair scales). However, all fibres on use (even synthetic fibres) usually develop surface roughness due to wear and tear.

रेशीम आणि लोकर यांसारख्या प्राणीजन्य तंतुंचा काटछेद हा वर्तुळाकार असतो. त्यांचा पृष्ठभाग वनस्पतीजन्य तंतुंपेक्षा मऊ पण कृत्रिम धाग्यांपेक्षा खरखरीत असतो. लोकर किंवा केस या तंतुंच्या पृष्ठभागावर लहानलहान खवले असतात (परंतु त्यांवर विरंजक, रंग किंवा रसायने यांच्या प्रक्रियेमुळे या तंतुंवरील खवले नष्ट होऊ शकतात. त्यामुळे हे खवले सूक्ष्मदर्शीखाली दिसण्याची शक्यता कमी होते). मात्र सर्वच तंतुंचा पृष्ठभाग (अगदी कृत्रिम तंतूदेखील) काही काळ वापरल्यानंतर किंवा वारंवार हाताळल्यास खरखरीत होऊ शकतो.

Q 1. What differences do you observe between the microscopic images of cotton and polyester fibres in Figure 2? Are there any other different features of these fibres that you can infer from these observations?

प्रश्न 1. चित्र 2 मधील कापूस आणि पॉलिएस्टर यांच्या तंतुंमध्ये सूक्ष्मदर्शीखाली कोणते फरक दिसून येतात? या निरीक्षणातून तुम्हाला या तंतुंची आणखी काही वेगळी वैशिष्ट्ये जाणवली आहेत का?

This question is to familiarize students with seeing differences in fibre shapes, so that they can easily notice these features while observing the fibres under a microscope.

वेगवेगळ्या तंतुंच्या आकारातील फरकाकडे विद्यार्थ्यांचे लक्ष वेधले जावे, या उद्देशाने वरील प्रश्न विचारला आहे. त्यामुळे विद्यार्थी सूक्ष्मदर्शीखाली तंतू बारकाईने पाहतील, अशी अपेक्षा आहे.

Task 1: Known fibres**कृती 1: परिचित धागे**

Take a cotton and a polyester or synthetic thread (like nylon or acrylic).

साधारणपणे 5–6 सेंमी. लांब सुती (कापसाचा) धाग्याचा एक तुकडा आणि पॉलिएस्टर (किंवा कोणताही कृत्रिम धागा जसे, नायलॉन किंवा अक्रिलीक) धाग्याचा एक तुकडा घ्या.

1. Observe the fibres in each thread with the naked eye. Note their physical properties such as shiny, rough appearance, and if they are smooth or rough to touch.

प्रत्येक धाग्यातील तंतुंचे नुसत्या डोळ्यांनी निरीक्षण करा. त्यांचे भौतिक गुणधर्म जसे चमकदारपणा, पोत आणि स्पर्शाला मऊ किंवा खरखरीत आहेत का, याची नोंद करा.

Fibre धागा	Observations shiny/dull/ rough/smooth texture) निरीक्षणे (चमकदार / खरखरीत / मऊ)

2. Take a tray, and fix a candle in the middle of it. Fill the tray slightly with water. Light the candle.

एक ट्रे घ्या आणि त्याच्या मधोमध एक मेणबत्ती उभी ठेवा. ट्रेमध्ये थोडे पाणी भरा. आता मेणबत्ती पेटवा.

Hold the thread with a pair of forceps or tongs and bring one end of it close to the flame. Note your observations about the thread burning in the following table. Collect the ash/bead formed on a watch glass [Safety precaution: Keep your head/body parts away from flame as some fibres burn very vigorously. Extinguish flames of any burning fibres in water; do not throw them anywhere else.]

चिमट्याने धागा पकडून धाग्याचे एक टोक मेणबत्तीच्या ज्योतीजवळ नेऊन धागा पेटवा. धागा जळत असताना निरीक्षण करा आणि पुढील तक्त्यात निरीक्षणे नोंदवा. धागा पूर्णपणे जळल्यानंतर मिळालेली राख किंवा मणी (राख) गोळा करा.

[सुरक्षिततेचे उपाय: ज्वलन चाचणी करताना काळजी घ्या. पेटलेल्या ज्योतीपासून किंवा जळणाऱ्या तंतुंपासून शक्य तेवढे दूर रहा. पेटवलेले तंतू आजूबाजूला कोठेही फेकू नका. काही तंतू खूप त्वरेने जळतात. अशा पेटलेल्या तंतुंमुळे शरीर भाजू शकते किंवा आगीमुळे आजूबाजूच्या वस्तुंचे नुकसान होते. याकरिता एखाद्या लहान चंचुपात्रात किंवा बशीमध्ये पाणी जवळ ठेवा आणि गरज पडल्यास या पाण्यात पेटलेला तंतू बुडवा.]

Note the following observations for each fibre.

प्रत्येक तंतूचे निरीक्षण पुढील तक्त्यात नोंदवा.

Sr. No.	Did it melt? (Yes/No)	Any smoke? (Yes/No)	Smell (like burning paper or plastic)	Ash/ Bead formed	Afterglow? (Yes/No)
क्र.	धागा वितळला? (होय / नाही)	धूर निघाला? (होय/नाही)	वास (कागद / प्लास्टिक जळल्यासारखा)	राख / मणी तयार झाले	विझल्यानंतर प्रकाशमान राहिला का?

Due to excitement, students may start burning too many fibres at once, which increases the risk of accidents. Only one thread should be burnt at a time. Any burnt fibre should be put in water.

उत्साहाच्या भारात काही विद्यार्थी एकाच वेळी अनेक धागे जाळण्याचा प्रयत्न करतील. त्यामुळे अपघात होण्याची शक्यता असते. म्हणून एकावेळी धाग्याचा एकच तुकडा जाळा आणि अर्धवट किंवा पूर्ण जळलेले धागे पाण्यात टाका.

3. Take some water in a glass. Check if it is acidic or basic with a litmus paper. Add one drop of water to the ash/bead on the watch glass. Wait for 1-2 minutes and check with litmus papers (red and blue), a drop of phenolphthalein solution, or a pinch of turmeric. Has the water become acidic or basic on contact with the ash/bead? Note: Ash or bead will not completely dissolve in water; some solid will remain in both cases.

एका पेल्यात थोडे पाणी घ्या. लिटमस पेपरच्या साहाय्याने पाणी आम्लधर्मी की अल्कधर्मी आहे, ते पाहा. आता पाण्याचे 5-6 थेंब वाच ग्लासमध्ये ठेवलेल्या राखेवर किंवा मण्यावर टाका. 1-2 मिनिटे थांबा आणि तयार झालेल्या द्रावणाचे 1-2 थेंब तांबड्या लिटमसवर आणि किंवा निळ्या लिटमसवर टाका. अन्यथा द्रावणामध्ये फेनॉल्फ्थॅलीन दर्शकाचा एक थेंब किंवा चिमूटभर हळद टाका आणि त्यांच्या रंगात बदल झाला का, ते पाहा. राखेत पाणी मिसळल्यावर ते आम्लधर्मी की अल्कधर्मी झाले, याची नोंद करा. राख किंवा मणी पाण्यात पूर्णपणे विरघळत नाही. त्यांचा काही अंश पाण्यात न विरघळता तसेच राहतात.

Sr. No. क्रमांक	Thread burnt जाळलेला धागा	Ash + Water (Neutral/Basic/Acidic) राख + पाणी (उदासीन/अल्कधर्मी/आम्लधर्मी)

It is important to test with both blue and red litmus. If only one type is available, then you can convert one into the other. To convert blue litmus paper to red, dip blue litmus paper in a dilute acid solution, wash it with water and use. Similarly, to convert red litmus paper to blue, dip red litmus paper in a dilute alkaline solution, wash with water and use. Acid/ base/neutral nature can be confirmed by using both blue and red litmus papers.

वरील कृतीसाठी तांबडा आणि निळा, दोन्ही लिटमस कागदाने चाचणी करणे महत्वाचे आहे. समजा, तुमच्याकडे एकच प्रकारचा लिटमस कागद आहे, तर त्याचे रूपांतर दुसऱ्या प्रकारच्या लिटमस कागदात करता येते. निळ्या लिटमसचे रूपांतर तांबड्या लिटमसमध्ये करण्यासाठी कमी संहतीच्या आम्लात निळा लिटमस बुडवा, त्याचा रंग तांबडा होईल. हा तांबडा लिटमस पाण्याने धुऊन घ्या आणि वापरा. अशाच प्रकारे तांबडा लिटमस कागद निळ्या लिटमसमध्ये रूपांतरीत करता येतो. तांबडा लिटमस विरल अल्कलीमध्ये बुडवा, त्याचा रंग निळा होईल. हा निळा लिटमस पाण्याने धुऊन घ्या आणि वापरा. आम्लधर्मी, अल्कधर्मी किंवा उदासीन गुणधर्म ओळखण्यासाठी दोन्ही प्रकारचे, तांबडा व निळा लिटमस, कागद वापरता येतात.

4. Now observe the thread under a microscope as described below. (Did you know that Antonie van Leeuwenhoek, considered to be a pioneer of microbiology, started his journey as a cloth merchant. He started using self-made lens arrangements to observe the quality of fibres in his shop. This setup of lenses was a rudimentary microscope which later also helped him to study animals and organisms in detail.).

पुढे सांगितल्याप्रमाणे सूक्ष्मदर्शीखाली धाग्यांचे निरीक्षण करा. तुम्हाला माहित आहे का, अँटोनी व्हॅन लीव्हेनहोक यांना सूक्ष्मजीवशास्त्राचे प्रणेते मानले जाते. त्यांनी कापड व्यापारी म्हणून आपली कारकीर्द सुरू केली. त्यांच्या दुकानात, धाग्यांची गुणवत्ता पाहण्यासाठी त्यांनी स्वतः भिंगांची रचना केली. भिंगांची ही रचना ढोबळमानाने एका सूक्ष्मदर्शीसारखीच होती. पुढे तिचा वापर त्यांनी प्राणी आणि जीवांचा तपशीलवार अभ्यास करण्यासाठी केली.

A thread usually has several fibres bundled together. Using a pin or forceps, loosen out the fibres in a thread and pull out a fibre. Put the fibre on a glass slide and cover it with a cover slip. Observe it under

10X objective. If you are not able to focus on the fibre, make sure that the fibre is under the objective lens and while focusing, the distance between the lens tip and the cover-slip is around 0.5 cm.

सामान्यपणे अनेक तंतू गुच्छासारखे एकत्र विशिष्ट रचना करून धागा बनतो. टाचणीच्या किंवा चिमट्याच्या साहाय्याने धाग्यातील तंतू वेगळे करा. त्यातील एक तंतू खेचून वेगळा करा आणि काचपट्टीवर ठेऊन त्यावर झाकणपट्टी ठेवा. 10 X नेत्रभिंगातून तंतूचे सूक्ष्मदर्शीखाली निरीक्षण करा. जर तंतू दृष्टीपथात येत नसेल तर काचपट्टी भिंगाखाली आणण्यासाठी ती मागेपुढे, आजूबाजूला सरकवून तंतू दिसेल, असे करा. नेत्रभिंगाचे टोक आणि काचपट्टीतील किमान अंतर 0.5 सेंमी. राहील, याची काळजी घ्या.

Note the features of the fibre. Next put 3-4 fibres together on the slide and observe the variation in the thickness of different fibres.

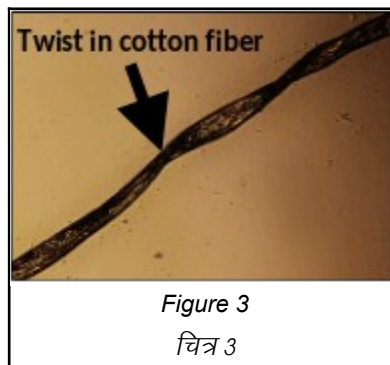
तंतूच्या गुणधर्माची नोंद करा. नंतर 3-4 तंतू एकत्र काचपट्टीवर ठेऊन त्यांच्यातील फरक आणि वैशिष्ट्ये यांचे निरीक्षण करा. खासकरून तंतूची जाडी कमी किंवा जास्त आहे, हे पाहा.

It is important to emphasize that threads are not fibres. Particularly for microscopy, if students put whole threads on the slides, then they will not be able to see individual fibres clearly (in some cases the bundle of fibres may block light completely from entering the lens). Students may need guidance to pull out the fibres from a thread.

धागा आणि तंतू समान/सारखेच नाहीत, हे समजून देण्यावर आपल्याला भर द्यावयाचा आहे. खासकरून सूक्ष्मदर्शीच्या बाबतीत, विद्यार्थ्यांनी सूक्ष्मदर्शीखाली आख्खा धागा काचपट्टीवर ठेवल्यास ते एकेक तंतू स्पष्टपणे पाहू शकणार नाहीत (काही वेळा, तंतूच्या पूर्ण गुच्छामुळे भिंगाकडे येणारा प्रकाश रोखला जाऊ शकतो). त्यामुळे विद्यार्थ्यांना धाग्यापासून तंतू वेगळे करण्यासाठी मदतीची गरज पडू शकते.

Since some of the students may be using the microscope for the first time, they may need some guidance about what to observe even on a focused slide. Sometimes, students just see the dust particles and imagine that to be the cross section of the fibre. If they have not been able to focus on the fibres and are looking at unfocussed slides, such confusions may increase.

काही विद्यार्थी पहिल्यांदा सूक्ष्मदर्शी हाताळत असतील, तर त्यांना सूक्ष्मदर्शीखाली काचपट्टी ठेऊन निरीक्षण करण्यासाठी मार्गदर्शनाची गरज पडू शकते. काही वेळा विद्यार्थी भिंगाखाली केवळ धुळीचे कण पाहून अशी कल्पना करतील की त्यांनी तंतूचा काटछेद पाहिला आहे. विद्यार्थ्यांनी नेत्रभिंग तंतूवर नीट केंद्रित केलेले नसेल आणि केंद्रित न केलेली काचपट्टी ते पाहात असतील तर गोंधळ आणखी वाढू शकतो.



Q 2. Is the fibre that you observe uniform in thickness along the length or is the thickness different at middle and ends of the fibre (To see this, you may have to move the slide on the stage to see it from one end to another end)?

प्रश्न 2. तुम्ही सूक्ष्मदर्शीखाली पाहिलेल्या तंतूची जाडी पूर्ण लांबीभर एकसमान आहे की मध्यभागी आणि दोन्ही टोकांना त्याच्या जाडीमध्ये फरक आहे (हे पाहण्यासाठी तंतूच्या एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत तुम्हाला काचपट्टी सरकावी लागू शकते)?

Q 3. Do you observe twists in the cotton fibres?

प्रश्न 3. तुम्हाला कापसाच्या तंतूंमध्ये पीळ दिसले का? _____

Q 4. Do you observe folds in the cotton fibre?

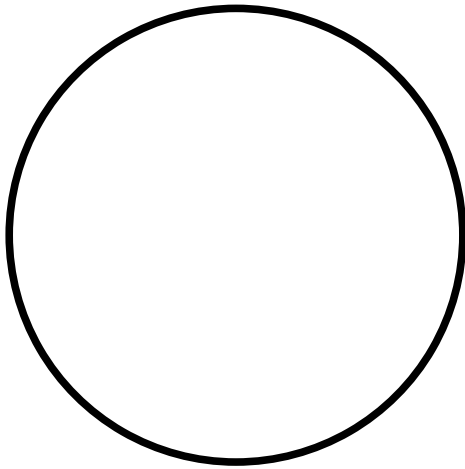
प्रश्न 4. तुम्हाला कापसाच्या तंतूंमध्ये अधूनमधून घड्या पडलेल्या दिसल्या का? _____

Q 5. What can you say about the thickness of various fibres?

प्रश्न 5. वेगवेगळ्या तंतूच्या जाडीसंबंधी तुम्हाला काय वाटते? _____

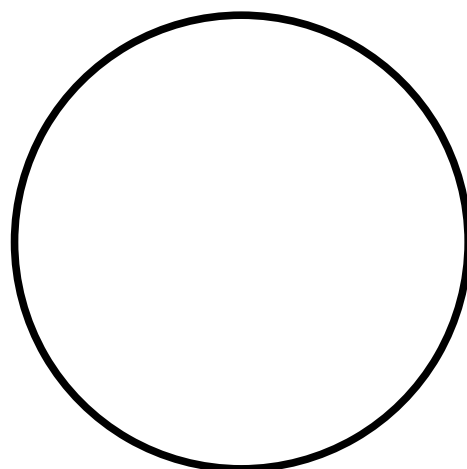
Now sketch the shape of the fibre observed under microscope, and write its features:

आता सूक्ष्मदर्शीखाली पाहिलेल्या तंतूचे चित्र काढा आणि त्यांची वैशिष्ट्ये लिहा.



Cotton (कापूस किंवा सुती)

Magnification (वर्धनक्षमता) _____X



Polyester (पॉलिएस्टर किंवा कृत्रिम)

Magnification (वर्धनक्षमता) _____X

Fibre तंतू	Fibre description (straight or twisted, transparent or opaque, uniform or variable thickness along length) तंतूचे वर्णन (सरळ/पीळदार, पारदर्शक/अपारदर्शक, लांबीभर एकसमान जाडी/जाडीमध्ये बदल)	Are all the fibres same or different in shape? सर्व तंतूंचा आकार एकसारखा आहे की वेगवेगळा आहे?
Cotton सुती (कापूस)		
Polyester पॉलिएस्टर		

Cotton fibres should have varying thickness across the length and also across different fibres, whereas synthetic fibres should have the same thickness across length and across different fibres. While sketching, students should focus on shape and features of a single fibre instead of drawing too many fibres.

कापसापासून बनलेल्या सुती धाग्यांमध्ये पूर्ण लांबीभर वेगवेगळ्या ठिकाणी जाडी वेगवेगळी असते आणि वेगवेगळ्या तंतूंची जाडी वेगवेगळी असू शकते. कृत्रिम धाग्यांमध्ये पूर्ण लांबीभर तंतूंची जाडी एकसमान असते, तसेच वेगवेगळ्या

तंतुंमध्ये जाडी एकसमान असते. आकृती काढत असताना विद्यार्थ्यांनी अनेक तंतू रेखाटण्याऐवजी एकाच तंतूचा आकार आणि वैशिष्ट्ये यावर लक्ष केंद्रित करावे.

See the sketches done by your classmates and copy here at least one different sketch of cotton and polyester as drawn by one of your classmates.

इतरांनी काढलेली चित्रे पाहा आणि त्यांनी रेखाटलेल्या सुती तसेच कृत्रिम तंतूचे किमान एक वेगळे चित्र जसेच्या तसे काढण्याचा प्रयत्न करा.

Cotton/ सुती (कापूस):

Polyester/ पॉलिएस्टर (कृत्रिम):

Q 6. Based on your observations, what features/properties can you conclude about the features of cotton (a plant-based fibre), and polyester (a synthetic fibre).

प्रश्न 6. तुमच्या निरीक्षणांच्या आधारे, वनस्पतीजन्य तंतू (सुती) आणि पॉलिएस्टर तंतू (कृत्रिम) यांच्या वैशिष्ट्यांबद्दल तुम्ही कोणते निष्कर्ष काढाल?

Here, the students should write about presence/absence of twists, thickness, colours, of fibres. They should also note if the fibres look opaque, transparent, smooth or rough, or any other features they observe.

विद्यार्थ्यांनी येथे तंतुंना पीळ (आहे किंवा नाही), तसेच जाडी, रंग यांबाबत माहिती लिहीणे अपेक्षित आहे. याखेरीज तंतू अपारदर्शक की पारदर्शक, मऊ की खरखरीत किंवा पाहिलेली इतर वैशिष्ट्ये लिहीणे अपेक्षित आहे.

Q 7. Why do you think the ash obtained from burning cotton changes the (acidic/basic) nature of water, and the bead from polyester did not?

प्रश्न 7. कापूस किंवा सुती धाग्यांची राख पाण्यात मिसळल्यावर (आम्लधर्मी/अल्कधर्मी) पाण्याचे गुणधर्म बदलतात. परंतु पॉलिएस्टर तंतुंपासून मिळालेल्या राखेमुळे असा कोणताही बदल होत नाही. असे का?

Here students should relate the presence of metals in cotton, which can convert to oxides or other salts during combustion, which can make water alkaline. This feature arises because metal compounds do

not escape as gases during combustion. Polyester fibre has no metals in it. When kept in flame, the polymer melts and forms another cross-linked polymer which does not react with water. Hence, the molten bead doesn't change the property of water it is kept in contact with.

कापूस किंवा सुती धाग्यांमध्ये धातू असतात. असे धातू जाळले असता त्यांपासून ऑक्साइडे किंवा क्षार बनतात. ही ऑक्साइडे पाण्यात मिसळल्यामुळे ते पाणी अल्कधर्मी बनते, असा संबंध येथे विद्यार्थ्यांनी जोडणे अपेक्षित आहे. यामागील कारण असे की ज्वलन क्रियेत धातूंची संयुगे वायुरूपात निसटून बाहेर पडत नाहीत. पॉलिएस्टर किंवा कृत्रिम धाग्यांमध्ये धातू नसतात. पॉलिएस्टरच्या धाग्यांना उष्णता दिली की ते वितळतात आणि त्यांपासून दुसरे नवीन बहुवारिक निर्माण होते, जे पाण्याबरोबर कोणतीही अभिक्रिया करत नाही. म्हणून वितळलेले मणी पाण्याच्या संपर्कात आले असता पाण्याचा गुणधर्म बदलत नाही.

Task 2: Wool/hair (animal fibre)

कृती 2: लोकर / केस (प्राणिजन्य तंतू)

Take a woollen thread or human hair (because real wool is also the hair of some animal) and perform the following steps.

एक लोकराचा धागा (अंदाजे 4–5 सेमी. लांब) किंवा मनुष्याचा एक केस घ्या (कारण शुद्ध लोकरदेखील प्राण्याचा केस आहे).

1. By burning test as done in Task 1, check if it is natural or synthetic.

कृती 1 प्रमाणे हा धागा जाळा आणि धागा नैसर्गिक की कृत्रिम आहे, ते तपासा.

(If it is synthetic, then try finding a real wool/hair sample.)

(धागा कृत्रिम असल्यास अस्सल लोकराचा किंवा प्राण्याचा केस घ्या.)

How did it melt (smell, smoke, afterglow, ash/bead formed)?

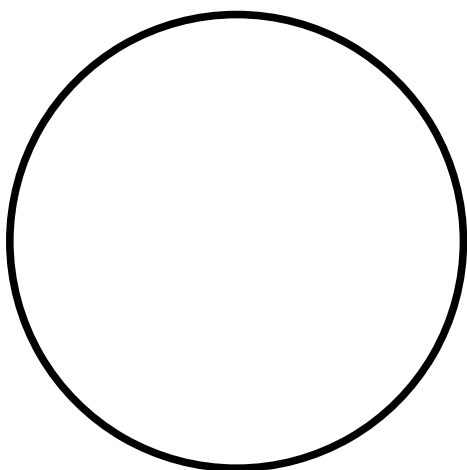
धागा कसा वितळला (वास आला का? धूर निघाला का? ज्योत विझल्यानंतर राख प्रकाशमान राहिली का? राख किंवा मणी बनला का)?

Ash/bead + water: Acidic or basic or neutral? Crushable?

राख किंवा मणी + पाणी: आम्लधर्मी / अल्कधर्मी किंवा उदासीन? चिरडता येईल अशी?

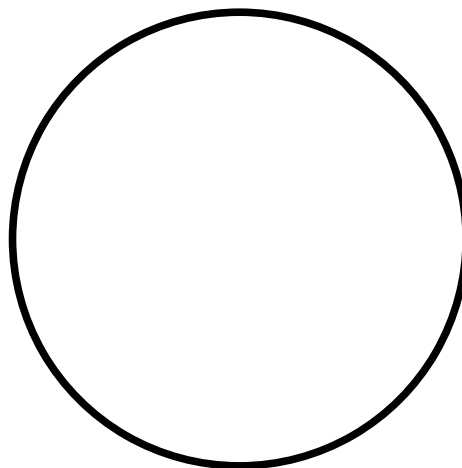
2. Separate fibres out of the thread, as done in Task 1 and observe the fibres under microscope.

कृती: 1 मध्ये केल्याप्रमाणे धाग्यापासून तंतू वेगळा करा आणि तो सूक्ष्मदर्शीखाली पाहा.



Fibre (तंतू): _____

Magnification (वर्धनक्षमता) _____X



Fibre (तंतू): _____

Magnification (वर्धनक्षमता) _____X

Fibre description (straight or twisted, transparent or opaque, uniform or variable thickness along length)

तंतूचे वर्णन (सरळ किंवा पीळ असलेला, पारदर्शक किंवा अपारदर्शक, लांबीभर एकसमान जाडी किंवा असमान जाडी)

Are all fibres same or different in shape?

सर्व तंतूंचा आकार एकसमान आहे की वेगवेगळा आहे?

Note that students can see features that are not observed in above pictures of wool, polyester and cotton above. Make sure they draw features that they see under the microscope and not what is shown in this unit.

कृपया याची नोंद घ्या की आपण लोकर, पॉलिएस्टर, सुती अशा तंतूंची चित्रे दिलेली आहेत. मात्र काही वेळा या चित्रांमधून तंतूंची काही वैशिष्ट्ये विद्यार्थ्यांना जाणवणार नाहीत. परंतु हेच तंतू सूक्ष्मदर्शीखाली पाहताना त्या त्या तंतूंची वैशिष्ट्ये विद्यार्थी पाहू शकतात. येथे विद्यार्थ्यांनी प्रत्यक्ष सूक्ष्मदर्शीखाली पाहिलेली वैशिष्ट्ये रेखाटायची आहेत.

The science behind the burning tests

ज्वलन चाचणीमागील विज्ञान

Now that you have done some burning tests, let us try to understand why plant-based, animal-based, and synthetic fibres burn differently.

आपण काही धाग्यांची ज्वलन चाचणी केली. वनस्पतीजन्य धागे, प्राणिजन्य धागे आणि कृत्रिम धागे वेगवेगळ्या प्रकारे का जळतात, हे आपण समजून घेऊ या!

- Plant-based fibres (cotton, linen, hemp, sugarcane, jute) have high amount of cellulose which burns easily. However, these also have some amount of silica and metals (~0.1-0.6% by mass) which lead to ash formation (~0.5 – 1.2% by mass). These fibres burn slowly with a flame. When the flame goes off, the remaining silica and metal compounds glow red like burning coal. As the burnt fibre/ash cools down, the afterglow disappears and fine ash is obtained.

वनस्पतीजन्य धाग्यांमध्ये (कापूस, ताग, अळशी, ऊस आणि अंबाडी) मोठ्या प्रमाणावर सेल्युलोज असल्याने ते सहज जळतात. मात्र त्यांत काही प्रमाणात सिलिका व धातू असल्याने (0.1–0.6% वस्तुमानानुसार) राख (0.5–1.2% वस्तुमानानुसार) निर्माण होते. हे धागे धीम्या गतीने व लहान ज्योतीने जळतात. जेव्हा ज्योत विझते, तेव्हा त्यात असलेली सिलिका आणि धातुयुक्त संयुगे तापलेल्या कोळशाप्रमाणे प्रकाशमान दिसतात. जसजसे जाळलेला धागा किंवा राख थंड होते, तसतसे ही प्रकाशमानता कमीकमी होत जाऊन विझते आणि शेवटी राखेची भुकटी मिळते.

- Synthetic fibres usually do not have silica or metals. These are often produced from polymers made of non-metallic elements such as carbon, nitrogen, oxygen, and hydrogen. These fibres have low melting temperatures. Therefore when exposed to flame, these melt and then decompose. Burning a synthetic fibre produces a lot of heat but may or may not form smoke (Smoke formation depends on percentage of carbon in the polymer. If carbon percentage is high, then all of carbon is not able to get enough oxygen to form carbon dioxide, and hence particles of unburnt carbon and related substances are formed which become smoke).

कृत्रिम तंतुंमध्ये सामान्यपणे सिलिका किंवा धातू नसतात. ते बहुधा कार्बन, नायट्रोजन, ऑक्सिजन आणि हायड्रोजन इत्यादी अधातूंपासून बनलेल्या बहुवारकांपासून तयार केले जातात. हे धागे कमी तापमानाला वितळतात. म्हणून ते ज्योतीसमोर धरले असता, ते वितळतात आणि त्यांचे विघटन होते. कृत्रिम धागे जाळल्याने भरपूर उष्णता निर्माण होत असली, तरी धूर निर्माण होतो किंवा होत नाही (धुराचे प्रमाण बहुवारकांमध्ये असलेल्या कार्बनच्या प्रमाणावर अवलंबून असते. कार्बनचे पूर्ण ज्वलन झाल्यास त्याचे रूपांतर कार्बन डायऑक्साइडमध्ये होते. मात्र कार्बनचे प्रमाण भरपूर असल्यास त्याच्या संपूर्ण ज्वलनाकरिता ऑक्सिजन कमी पडतो. परिणामी अर्धवट जळलेले कार्बनचे कण आणि इतर संबंधित पदार्थांमुळे धूर तयार होतो).

- Animal-based fibres (wool, silk) are predominantly made of proteins (such as keratins) which burn with a very strong smell, similar to obtain from burning of other proteins such as meat.

प्राणिजन्य तंतू (लोकर, रेशीम) हे प्रथिनांपासून (केराटीन) बनलेले असल्याने ते जळताना प्रथिनयुक्त मांसल पदार्थ जळताना जसा वास येतो, त्यासारख्याच वास येतो.

Task 3: Unknown fibre

कृती 3: अपरिचित धागा

1. Take a thread of unknown material. By observing this thread with the naked eye, guess if it is a natural or a synthetic fibre.

एखाद्या अपरिचित धाग्याचा 4–5 सेंमी. लांबीचा तुकडा घ्या. नुसत्या डोळ्यांनी त्याचे निरीक्षण करा आणि तो नैसर्गिक आहे की कृत्रिम आहे, याचा अंदाज करा.

Sr. No. क्रमांक	Observations निरीक्षणे	Natural/Synthetic नैसर्गिक/कृत्रिम

2. Conduct the burning test for the thread as done in Task 1, identify if it is natural or synthetic. [Remember the precautions of keeping your head/body parts away from flame as some fibres burn very vigorously. Extinguish flames of any burning fibres in water; do not throw them anywhere else.]

कृती 1 मध्ये सांगितल्याप्रमाणे धाग्याची ज्वलन चाचणी करा आणि तो नैसर्गिक की कृत्रिम, हे ओळखा.

[सुरक्षिततेचे उपाय: ज्वलन चाचणी करताना काळजी घ्या. पेटलेल्या ज्योतीपासून किंवा जळणाऱ्या तंतुपासून शक्य तेवढे दूर रहा. काही तंतू खूप पटकन जळतात. पेटलेल्या कोणत्याही तंतुची आग विझवण्यासाठी पाणी वापरा. पेटते तंतू कोठेही आजूबाजूला फेकू नका.]

Students may not be able to identify the fibre correctly and may give multiple possible identities of fibres, which is acceptable at this stage. Many natural fibres such as silk and even processed cotton may look like synthetic fibres under the microscope. Hence, correct identification of fibres is possible only with a combination of multiple tests.

असे होऊ शकते की विद्यार्थ्यांना धाग्यांची ओळख करणे कठीण जाईल आणि म्हणून ते धाग्यांना वेगवेगळी नावे देतील, जे या टप्प्यावर अपेक्षित आहे. कित्येक नैसर्गिक धागे जसे रेशीम, प्रक्रिया केलेले सुती धागे सूक्ष्मदर्शीखाली कृत्रिम दिसू शकतात. म्हणून धागा अचूकपणे ओळखण्यासाठी विविध चाचण्या करणे, गरजेचे असते.

If different fibres are blended in a thread, the burning test may provide confusing results. Under the microscope, looking at multiple fibres from the same thread may reveal this mix of fibres.

जर एक धागा वेगवेगळ्या तंतुंनी बनविलेला असेल तर ज्वलन चाचणीमुळे गोंधळात टाकणारे निष्कर्ष निघू शकतात. परंतु तोच धागा सूक्ष्मदर्शीखाली पाहिल्यास, धाग्यात मिसळलेले वेगवेगळे तंतू सहज ओळखता येतात.

If the fibre is from an old and used cloth, it may look very different (more rough and damaged) under the microscope than a new fibre. Hence, try to use a new thread/cloth if possible.

जर घेतलेला तंतू जुन्या किंवा वापरलेल्या कपड्यांतील असेल, तर सूक्ष्मदर्शीखाली तो नवीन तंतूपेक्षा अगदीच वेगळा (खूप खरखरीत, विसविशीत आणि विरलेला) दिसू शकतो. म्हणून शक्य असल्यास, नवीन धागा किंवा कापड वापरावे.

3. Separate the fibres out of the thread, as done in Task 1, and observe the fibres under a microscope.

कृती 1 मध्ये केल्याप्रमाणे धाग्यापासून तंतू वेगळा करा आणि सूक्ष्मदर्शीखाली निरीक्षण करा.

Sketch आकृती	Describe a single fibre एका तंतूचे वर्णन करा	Variation in a bunch of fibres तंतुंच्या गुच्छातील भिन्नता

Note: Do check if the thread you have is not mixed (i.e., if it consists of more than one kind of fibres) and hence may give properties of both kinds of fibre, such as giving both ash and bead on burning.

सूचना: तुमच्याकडे असलेल्या धाग्यात एकापेक्षा जास्त प्रकारचे तंतू नाहीत ना, हे तपासा. असे असल्यास, तुम्हाला दोन्ही प्रकारच्या तंतुंचे गुणधर्म पाहायला मिळतील, जसे तंतू जाळल्यानंतर राख आणि मणी, दोन्ही, तुम्हाला मिळू शकतात.

Based on the above tests, try to identify the fibre: The observed fibre is _____.

वरील चाचण्यांवरून धागा ओळखण्याचा प्रयत्न करा. निरीक्षण केलेला धागा _____ आहे.

Because

कारण _____

4. Paste/staple a sample of the thread here.

येथे धाग्याचा नमुना चिकटवा किंवा स्टेपल करा.

Task 4: Fibres and Society

कृती 4: धागे आणि समाज

As a customer, the nature of fibres is important to us. But have you thought about how the livelihoods of millions of people depend on the fibres that we choose to use?

आपण सर्वजण धागे आणि धाग्यांपासून बनवलेले कपडे वापरतो. एक ग्राहक म्हणून आपल्याला धाग्यांचे स्वरूप माहीत असणे, गरजेचे आहे. परंतु आपण जे धागे वापरतो त्यांवर लाखो लोकांची उपजिविका चालते, याचा विचार आपण कधी केला आहे का?

Q 1. For each of the fibres that you identified, list the people who are involved from the production stage of this fibre to the sale of final product (fabric, threads or garments) when you buy them?

प्रश्न 1: आपण ओळखलेल्या तंतुंच्या निर्मितीपासून ते धाग्यांपासून बनवलेल्या वस्तूंच्या (कापड, धागे किंवा वस्त्रप्रावरणे) विक्रीपर्यंत यांत कोणकोणते लोक जोडलेले असतात, याची यादी करा.

Q 2. Do you know of any fibres that are produced in your locality and are used for making textiles, ropes, or any other materials? If yes, briefly describe the process used to prepare the threads from the fibres.

प्रश्न 2: तुमच्या जवळपासच्या भागात एखाद्या तंतुंची निर्मिती होते का? असल्यास, त्यांपासून कोणकोणत्या वस्तू (कापड, दोर किंवा इतर काही वस्तू) बनवितात, यासंबंधी तुम्हाला माहिती आहे का? तुम्हाला माहीत असल्यास, तंतुंपासून धागे तयार करण्याच्या प्रक्रियेबाबत थोडक्यात माहिती सांगा.

Q 3. Based on what you have learned above, can you say if the wicks for candles and oil lamps can be made using synthetic fibres? Why?

प्रश्न 3: आतापर्यंत झालेल्या चर्चेवरून मेणबती, तेलाचे दिवे यांसाठी लागणाऱ्या वाती कृत्रिम धाग्यांपासून बनवता येऊ शकतात का? कशावरून?

Q 4. Wick-making continues to be an important industry which uses raw unprocessed cotton. Name the

professions that depend on the use of cotton in wicks.

प्रश्न 4: 'वाती बनवणे' हा एक महत्वाचा उद्योग असून त्यासाठी कोणतीही प्रक्रिया न केलेला कापूस वापरला जातो. कापसापासून बनणाऱ्या वातींवर कोणकोणते व्यवसाय अवलंबून असतात, ते सांगता येईल का?

Social importance of fibres

धाग्यांचे सामाजिक महत्त्व

Why should so many students in the country study the properties of fibres? A simple answer is: because fibres are a source of livelihood to millions of people—farmers, sheep rearers, workers of fibre processing mills, the traders of fibres, weavers, dyers, fashion designers, industrialists who produce raw materials for these industries, tailors, retail and wholesale dealers of fabrics and garments, research scientists and engineers working on fibres.

आपल्या देशातील अनेक विद्यार्थ्यांनी धागे तसेच धाग्यांच्या गुणधर्मांचा अभ्यास का करणे, गरजेचे आहे? कारण धागे हे लाखो लोकांच्या उपजीविकेचे साधन आहे. शेतकरी, मेंढपाळ, धाग्यांवर प्रक्रिया करणारे कामगार, धाग्यांचा व्यापार करणारे लहान-मोठे व्यापारी, विणकर, रंगारी, फॅशन डिझायनर्स, कच्च्या मालाचे उत्पादन करणारे उद्योजक, शिंपी, कापडाचे व्यापारी, संशोधक, वैज्ञानिक, अभियंते इत्यादी अनेकजण जे धाग्यांवर काम करतात.

Secondly, fibres can be a tool to learn a lot of science as we have seen above

दुसरे, आपण आधी पाहिले त्यानुसार धागे हे खूप वेगवेगळे विज्ञान शिकण्याचे एक साधन बनू शकते..

Moreover, even though we have so many varieties of synthetic fibres, natural fibres still have a lot of value in our lives. For example, we cannot use most synthetic fibre to make wicks for candles and oil lamps. There are two main reasons for this. One of the reasons is that the fibre should have an affinity with the fluid (oil or molten wax). Many natural fibres have better affinity with fluids acting as fuel. And the other reason is being able to sustain high temperatures. The temperature of a flame is more than 500°C. Most synthetic fibres start melting at such high temperatures. Whereas natural fibres, due to the presence of minerals (metallic salts, silica, etc.) can retain their structure in such high temperatures.

आपल्याकडे कृत्रिम धाग्यांचे अनेक प्रकार उपलब्ध असले तरी नैसर्गिक धाग्यांचे आपल्या जीवनात महत्त्व टिकून आहे. उदाहरणार्थ, मेणबत्त्या आणि तेलाच्या दिव्यांतील वाती बनवण्यासाठी आपण कृत्रिम धागे वापरू शकत नाही. याची दोन मुख्य कारणे आहेत. त्यापैकी एक कारण असे की धाग्यांमध्ये द्रव (तेल किंवा वितळलेले मेण) एकजीव व्हावे लागते. इंधन म्हणून वापरले जाणारे द्रव बहुतांश नैसर्गिक धाग्यांशी सहज एकजीव होतात. दुसरे कारण म्हणजे उच्च तापमानाला टिकून राहणे. ज्योतीचे तापमान 500°C पेक्षा जास्त असते. बहुतांश कृत्रिम धागे अशा तापमानात वितळू लागतात, तर नैसर्गिक धागे त्यांच्यात असलेल्या खनिजांमुळे (धातुचे क्षार, सिलिका इ.) अशा तापमानाला त्यांची रचना टिकवून ठेवू शकतात.

This activity may be extrapolated to explore answers to the following questions-

पुढील प्रश्नांची उत्तरे मिळविण्यासाठी वरील कृतीचा विस्तार करता येऊ शकतो:

1. What kind of materials would generate ash when burnt? Here, you can extend the general principle: the materials that contain metal compounds and silica would generate ash. Most natural materials such as wood, leaves, feathers, etc, have this property. In some cases such as processed cotton where all metals and silica are chemically removed, no ash may be obtained.

कोणत्या स्वरूपाचे पदार्थ जाळले असता राख निर्माण होऊ शकते? येथे आपण एक सर्वसाधारण तत्त्व वापरू शकतो; ज्या पदार्थात धातुची संयुगे आणि सिलिका असते, त्या पदार्थाच्या ज्वलनातून राख निर्माण होते. बहुधा सर्वच नैसर्गिक पदार्थ जसे लाकूड, पाने, पिसे इत्यादींमध्ये हा गुणधर्म आढळतो. काही वेळा, जसे रासायनिक प्रक्रिया केलेल्या कापसामधून धातू आणि सिलिका वेगळे केलेले असल्यास त्याच्या ज्वलनातून राख निर्माण होईलच, असे नाही.

2. Which fibres are easier to tie a knot with, and which are easy for weaving? Fibres that have smooth surface are easy to weave with as threads pass over and under each other easily. But some amount of friction is desirable even there to hold the fibres and thread in place. In contrast, if the fibre surface is too rough, then weaving using their threads requires lot of force to slide one thread past other threads. Threads may also break frequently during such weaving. For knots, surface roughness helps in keeping knots in places. In thread made of smooth fibres, knots loosen due to surface smoothness. Thus, a knot in jute rope is much more stronger than a knot in nylon rope.

कोणते धागे विणकामासाठी वापरत येतात आणि कोणत्या प्रकारचे धागे गाठ बांधायला सुलभ असतात?

मऊ पृष्ठभाग असलेले धागे विणण्यासाठी उत्तम ठरतात कारण विणताना हे धागे एकमेकांच्या वरून किंवा खालून सहजपणे ओढता येतात. तरीही धाग्यांची रचना करताना आणि एका जागी त्यांना स्थिर ठेवताना थोडेफार घर्षण आवश्यक असतेच. याउलट, धाग्यांचा पृष्ठभाग खरखरीत असल्यास धागे विणताना विणकरांना धागे ओढण्यासाठी खूप बल लावावे लागते. अशा वेळी अनेकदा धागे तुटू शकतात. गाठ मारल्यानंतर ती एका जागी स्थिर राहावी, म्हणून खरखरीत पृष्ठभाग असलेले धागे उपयुक्त ठरतात. मऊ धाग्यांपासून बनवलेल्या धाग्यांच्या गाठी सुटण्याची शक्यता असते. म्हणूनच तागाच्या दोरीची गाठ नायलॉन दोरीच्या गाठीपेक्षा अधिक मजबूत असते.

Understanding the burning process

ज्वलन प्रक्रिया समजून घेणे

Burning of fibres or any other material is a complex process and usually involves many steps:

धाग्यांचे ज्वलन किंवा इतर पदार्थांचे ज्वलन ही एक गुंतागुंतीची प्रक्रिया आहे आणि यात अनेक क्रिया/टप्पे घडून येतात:

- 1) **Decomposition of the constituent substances:** During burning, heat leads to breakdown of the substance molecules into smaller molecules. These smaller molecules may remain as solid or liquid (depending on temperature of flame), may get oxidized if oxygen is available, or may escape as gaseous products.

घटक पदार्थांचे अपघटन: ज्वलन क्रियेत, उष्णतेमुळे पदार्थातील रेणूंचे अपघटन होऊन अनेक लहान रेणू तयार होतात. हे लहान रेणू स्थायू किंवा द्रव अवस्थेत असतात (ज्योतीच्या तापमानावर हे अवलंबून असते). ऑक्सिजन उपलब्ध झाल्यास या रेणूंचे ऑक्सीडीभवन होते, अन्यथा ते वायुरूपात मुक्त होतात.

- 2) **Melting of the constituent substances:** If the melting point of any substance in the burning material is reached within the combustion conditions, it melts and may start flowing. In some cases, such as cellulose (in cotton), melting is not observed during burning because cellulose starts to decompose at a temperature below its melting temperature.

घटक पदार्थांचे वितळणे: पेटलेल्या पदार्थातील कोणत्याही पदार्थाचा वितळबिंदू ज्वलन स्थितीत पोहोचला, तर तो पदार्थ वितळतो आणि वाहू लागतो. काही पदार्थांच्या बाबतीत जसे, कापसातील सेल्युलोज जळताना वितळलेला दिसत नाही, कारण वितळबिंदूच्या आधीच सेल्युलोजचे अपघटन घडून येते.

- 3) **Oxidation:** If oxygen is available, the substances available combine with oxygen to form oxidized products. If the supply of oxygen is sufficient, the non-metallic substances may be released as gases such as H_2O , CO_2 , SO_2 , NO_2 , etc., and the metallic and metalloid elements form oxides such

as Na_2O , CaO , SiO_2 , etc. These oxides may combine with CO_2 or SO_2 to form carbonates, sulphites, etc.

ऑक्सिडीकरण: ऑक्सिजन उपलब्ध झाल्यास पदार्थाचा ऑक्सिजनशी संयोग होऊन ऑक्सिडीकारक पदार्थ तयार होतात. ऑक्सिजन पुरेसा असल्यास, अधातूमय पदार्थ वायूरूपाने बाहेर टाकले जातात (जसे H_2O , CO_2 , SO_2 , NO_2 इ.) आणि धातू, धातुसदृश मूलद्रव्यांपासून ऑक्साइडे तयार होतात (जसे Na_2O , CaO , SiO_2 इ.). या ऑक्साइडांचा CO_2 किंवा SO_2 या वायूंबरोबर संयोग होऊन कार्बोनेटे, सल्फाईटे इत्यादी निर्माण होऊ शकतात.

Suggested readings

अधिक माहितीसाठी

1. Sara J. Kadolph (2009). Textiles, 10th Edn, Dorling Kindersley India Pvt. Ltd., Delhi. For a very good review on different kinds of plant, animal and synthetic fibres, this book is a useful read and is available in Indian Edition (burning test has been described on page 35).
वनस्पतिजन्य, प्राणिजन्य तसेच कृत्रिम धाग्यांच्या वेगवेगळ्या प्रकारांची उपयुक्त व वाचनीय माहिती Sara J. Kadolph (2009) Textiles, 10th Edn, Dorling Kindersley India Pvt. Ltd., Delhi या पुस्तकात दिलेली आहे. या पुस्तकाची भारतीय आवृत्ती उपलब्ध असून धाग्यांची ज्वलन चाचणी पृष्ठ 35 वर सांगितली आहे.
2. Philip J Wakelyn et al. (2007) Cotton Fibre Chemistry and Technology, CRC Press, Boca Raton, Florida. For a detailed understanding of the structure and properties of cotton fibre, this book may be read, also available as a soft copy on internet.
कापसाच्या धाग्यांची संरचना आणि त्यांचे गुणधर्म इत्यादीबाबत सविस्तर माहिती Philip J Wakelyn et al. (2007) Cotton Fibre Chemistry and Technology, CRC Press, Boca Raton, Florida या पुस्तकात आहे. हे पुस्तक इंटरनेटवरदेखील उपलब्ध आहे.
3. Textile industry has created an online knowledge centre for professional and researchers (<http://www.teonline.com/knowledge-centre>). This website gives a very detailed description of fibres, their processing, and their characteristics written in very simple language. A detailed description of burning tests of fibres is available at <http://www.teonline.com/knowledge-centre/fabric-identification.html>.
कापड उद्योगाने व्यावसायिक तसेच संशोधक यांच्यासाठी <http://www.teonline.com/knowledge-centre> हे ऑनलाईन नॉलेज सेंटर सुरू केले आहे. धाग्यांची सविस्तर माहिती, धाग्यांवर केल्या जाणाऱ्या प्रक्रिया, धाग्यांची वैशिष्टे यासंबंधीची माहिती येथे मिळते. धाग्यांच्या ज्वलन चाचणीची सविस्तर माहिती <http://www.teonline.com/knowledge-centre/fabric-identification.html> या संकेतस्थळावर आहे.