

8. स्थितिक विद्युत



थोडे आठवा.

खालील प्रसंग तुम्ही अनुभवले आहेत का? या प्रसंगांमध्ये तसे का घडले?

1. केसांवर घासलेला प्लॅस्टिकचा कंगवा किंवा मोजपट्टी कागदाच्या कपट्यांना आकर्षित करते.
2. पॉलिस्टर पडद्याच्या जवळून सारखे येणे-जाणे केल्यास पडदा आपल्याकडे आकर्षित होतो.
3. अंधारात ब्लॅकट हाताने घासून धातूच्या वस्तूजवळ नेल्यास ठिणगी पडते.

असे आणखी कोणते प्रसंग तुम्हांला माहीत आहेत?

विद्युतप्रभार (Electric charge)

वरील सर्व उदाहरणांवरून आपल्याला काय समजले? ही उदाहरणे म्हणजे आपल्या सभोवतालच्या वस्तूंमध्ये भरपूर भरून असलेला जो 'विद्युतप्रभार' असतो, त्याची एक लहानशी झलक होय. अगदी आपल्या शरीरातही विद्युतप्रभार साठवलेला असतो. सर्व वस्तू अतिसूक्ष्म कणांच्या बनलेल्या असतात. विद्युतप्रभार हा त्या कणांचा एक आंतरिक गुणधर्म आहे. अशा प्रकारे जरी भरपूर विद्युतप्रभार असला तरी तो नेहमी लपलेल्या स्थितीत असतो. कारण त्या वस्तूत दोन विरुद्ध प्रकारचे प्रभार सारख्याच संख्येने असतात. धनप्रभार(+) व ऋणप्रभार(-) हे दोन्ही जेव्हा समतोल असतात तेव्हा ती वस्तू 'उदासीन' असते, म्हणजेच त्या वस्तूवर कोणताही निव्वळ प्रभार राहत नाही. जर हे दोन्ही प्रभार समतोल नसतील, तर वस्तू 'प्रभारित' आहे असे म्हटले जाते.

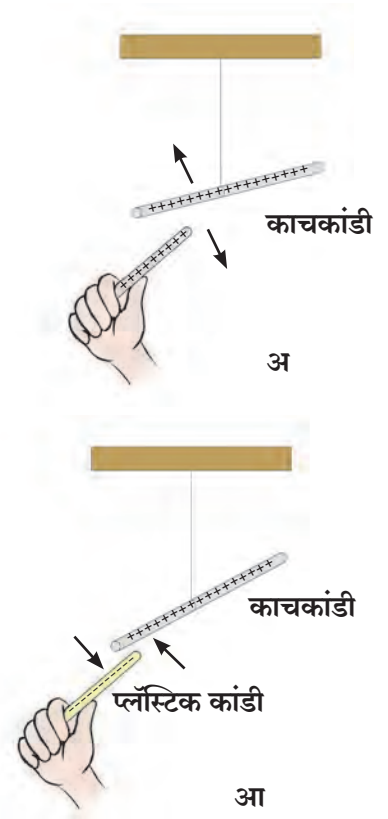
दोन प्रभारित वस्तू एकमेकांवर कशा प्रकारे परिणाम करत असतील?



करून पहा.

एका काचेच्या कांडीचा टोकाकडील भाग रेशमी कापडावर घासा. घर्षणक्रियेमुळे थोडासा 'प्रभार' एका वस्तूवरून दुसरीवर जाईल. त्यामुळे दोन्ही वस्तू काहीशा 'प्रभारित' होतील. ही कांडी एका दोरीने हवेत लटकवून ठेवा. आता वरील प्रकारेच प्रभारित केलेली काचेची दुसरी कांडी लटकवलेल्या कांडीच्या जवळ आणा. काय दिसले? दोन्ही कांड्या एकमेकींना दूर ढकलतात. यानंतर प्लॅस्टिकची एक कांडी घेऊन तिचे एक टोक लोकराच्या कापडावर घासा आणि ते टोक लटकलेल्या काचकांडीजवळ न्या. आता काय दिसले? दोन्ही कांड्या एकमेकींकडे ओढल्या जातात.

पहिल्या प्रयोगात काय आढळले? एकाच प्रकारचे प्रभार असलेल्या दोन कांड्या एकमेकींना दूर ढकलतात. याला **प्रतिकर्षण** म्हणतात. दुसऱ्या प्रयोगातून आपल्याला समजले, की विरुद्ध प्रकारचे प्रभार असलेल्या कांड्या एकमेकांकडे ओढल्या जातात. यालाच **आकर्षण** म्हणतात.



8.1 प्रतिकर्षण व आकर्षण

विद्युतप्रभाराला धनप्रभार (+) आणि ऋणप्रभार (-) अशी नावे बेंजामिन फ्रँकलिन या शास्त्रज्ञाने दिली.

विद्युतप्रभाराचा उगम कसा होतो?

सर्व पदार्थ हे कणांचे बनलेले असतात आणि हे कण अंतिमतः अतिसूक्ष्म अशा अणूंचे बनलेले असतात. अणूच्या संरचनेविषयी तपशील आपण पुढे पाहणार आहोत. आता एवढे माहीत करून घेणे पुरेसे आहे, की प्रत्येक अणूमध्ये स्थिर असा धनप्रभारित भाग व चल असा ऋणप्रभारित भाग असतो. हे दोन्ही प्रभार संतुलित असल्यामुळे अणू हा विद्युतदृष्ट्या उदासीन असतो.

सर्व वस्तू अणूंच्या बनलेल्या असतात, म्हणजेच त्या विद्युतदृष्ट्या उदासीन असतात. तर मग वस्तू विद्युतप्रभारित कशा होतात?

विद्युतदृष्ट्या उदासीन असलेल्या अणूंमधील प्रभारांचे काही कारणांनी संतुलन बिघडते. जसे की, काही विशिष्ट वस्तू जेव्हा एकमेकांवर घासल्या जातात तेव्हा एका वस्तूवरचे ऋण प्रभारित कण दुसऱ्या वस्तूवर जातात. ते ज्या वस्तूवर गेले ती वस्तू अतिरिक्त ऋण प्रभारित कणांमुळे ऋणप्रभारित होते. तसेच ज्या वस्तूवरून ऋण प्रभारित कण गेले ती वस्तू ऋण प्रभारित कणांच्या कमतरतेमुळे धनप्रभारित बनते. अर्थात घासल्या जाणाऱ्या दोन वस्तूंपैकी एक धनप्रभारित तर दुसरी ऋणप्रभारित बनते.



8.2 विद्युतप्रभार



करून पहा.

साहित्य : कागद, पॉलिथीन, नायलॉन कापड, सुती कापड, रेशमी कापड इत्यादी.

कृती : सारणीत दिलेल्या वस्तू प्रथम कागदाच्या तुकड्यांजवळ न्या. काय होते ते पहा. नंतर दिलेल्या साहित्यावर क्रमाक्रमाने घासा व कागदाच्या तुकड्यांजवळ न्या. तुमचे निरीक्षण दिलेल्या तक्त्यात नोंदवा.

घासण्यासाठी वापरलेला पदार्थ :

वस्तू	कागदाचे तुकडे आकर्षित झाले / नाही.	वस्तू प्रभारित झाली / नाही.
1. फुगा		
2. रिफिल		
3. खोडरबर		
4. लाकडी स्केल		
5. स्टीलचा चमचा		
6. तांब्याची पट्टी		



हे नेहमी लक्षात ठेवा.

प्रत्येक अणू हा विद्युतदृष्ट्या उदासीन असतो. त्यातील धन व ऋण प्रभारांचे प्रमाण समान असते. ऋण प्रभार काही कारणाने कमी झाल्यास अणु धनप्रभारीत होतो.



जरा डोके चालवा.

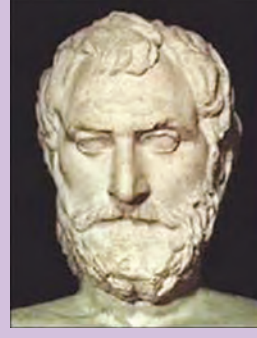
सर्वच वस्तू घर्षणाने प्रभारित करता येतात का ?



माहीत आहे का तुम्हांला ?

सुमारे 2500 वर्षांपूर्वी थेल्स या ग्रीक शास्त्रज्ञाच्या असे लक्षात आले, की पिवळ्या रंगाचा राळेचा दांडा (अँबर) लोकरी कापडाने घासला असता या दांड्याकडे पिसे आकर्षित होतात.

अँबरला ग्रीक भाषेत 'इलेक्ट्रॉन' म्हणतात, म्हणून अँबरच्या या आकर्षण गुणधर्माला थॉमस ब्राउनने 1646 साली 'इलेक्ट्रिसिटी' हे नाव दिले.



थेल्स



थॉमस ब्राउन

घर्षणविद्युत (Frictional electricity)

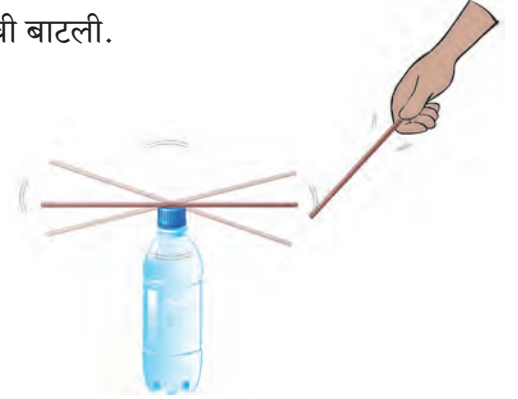
घर्षणामुळे निर्माण होणाऱ्या विद्युतप्रभाराला घर्षणविद्युत म्हणतात. हे प्रभार वस्तूवर घर्षण झालेल्या ठिकाणीच असतात. त्यामुळे ह्या विद्युतप्रभाराला स्थितिक विद्युत असे म्हणतात. वस्तूवर ते थोड्यावेळे पर्यंत राहतात. स्थितिक विद्युतमधील प्रभार दमट व ओलसर हवेत शोषले जातात. म्हणून हिवाळ्यात कोरड्या हवेत हे प्रयोग करून पहावेत.



करून पहा.

साहित्य : काही स्ट्रॉ, लोकरी कापड (पायमोजा/हातमोजा), काचेची बाटली.

कृती : बाटलीवर एक स्ट्रॉ ठेवा, दुसरी स्ट्रॉ तिच्याजवळ न्या. काय होते ते पहा. बाटलीवर स्ट्रॉ तशीच ठेवा. दुसरी स्ट्रॉ लोकरी कापडाने घासा व बाटलीवरील स्ट्रॉजवळ न्या. काय होते ते पहा. आता दोन स्ट्रॉ घेऊन त्या एकाच वेळी लोकरी कापडाने घासा. त्यांतील एक स्ट्रॉ बाटलीवर ठेवा व दुसरी तिच्याजवळ न्या. काय होते ते बघा. बाटलीवरील घासलेली स्ट्रॉ तशीच ठेवा. आता ज्याने घासले ते लोकरी कापड स्ट्रॉजवळ न्या व काय होते ते पहा.



8.3. स्ट्रॉमधील बदल

वरील सर्व कृतींचे निरीक्षण तक्त्यात नोंदवा.

कृती	आकर्षण / प्रतिकर्षण झाले	निष्कर्ष
प्रभार नसणाऱ्या स्ट्रॉजवळ प्रभारित स्ट्रॉ नेल्यास		
समान विद्युतप्रभार असणाऱ्या दोन स्ट्रॉ जवळ आणल्यास		
प्रभारित स्ट्रॉ व ज्याने घासले ते विरुद्ध प्रभारित कापड जवळ आणल्यास		

विद्युतप्रभारित वस्तू प्रभार नसणाऱ्या वस्तूंना आकर्षित करतात. समान विद्युतप्रभारांमध्ये प्रतिकर्षण होते. विरुद्ध विद्युतप्रभारांमध्ये आकर्षण होते. विद्युतप्रभारित वस्तू ओळखण्यासाठी प्रतिकर्षण ही कसोटी वापरली जाते.



निरीक्षण करा व चर्चा करा.

थर्मोकोलचे बॉल किंवा मोहरीचे दाणे एका प्लॅस्टिकच्या बाटलीत घेऊन बाटली जोरजोराने हलवा. दाणे एकमेकांपासून दूर जाण्याचा प्रयत्न करतात, पण बाटलीला चिकटून बसतात. असे का होते?



करून पहा.

1. स्पर्शाद्वारे वस्तू प्रभारित करणे.

एका प्लॅस्टिकच्या कंगव्याला कागदाने घासा. या कंगव्याने दुसऱ्या कंगव्याला (प्रभार नसलेल्या) स्पर्श करा व तो कंगवा कागदाच्या कपट्यांजवळ न्या. काय होते?

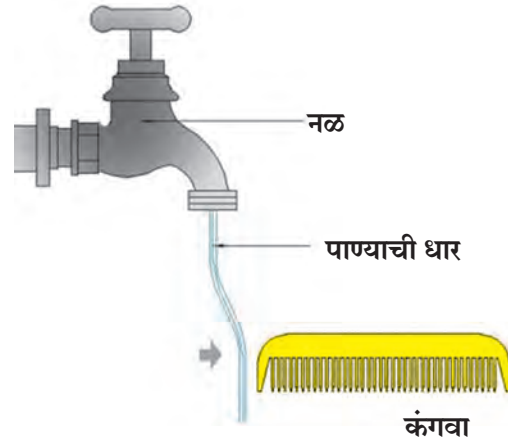
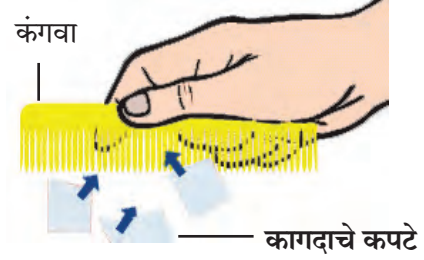
2. प्रवर्तनाने वस्तू प्रभारित करणे.

कंगवा किंवा फुगा केसांवर घासा. चित्रात दाखवल्याप्रमाणे कंगवा पाण्याच्या बारीक धारेजवळ न्या. काय होते ते पहा. आता कंगवा पाण्याच्या धारेपासून दूर न्या व काय होते ते पहा.

निरीक्षणास (✓) अशी खूण करा.

1. विद्युतप्रभारित कंगवा पाण्याच्या धारेजवळ नेताच धार आकर्षित / प्रतिकर्षित/पूर्ववत होते.
2. विद्युतप्रभारित कंगवा धारेपासून दूर नेताच धार आकर्षित/प्रतिकर्षित/पूर्ववत होते.

सुरुवातीस पाण्याची धार प्रभाररहित आहे. ऋणभारित कंगवा जवळ येताच पाण्याच्या धारेतील कंगव्यासमोरच्या भागातील ऋण कण दूर सारले जातात. ऋणप्रभाराच्या कमतरतेमुळे धारेचा तेवढा भाग धनप्रभारित बनतो. कंगवा ऋण, पाण्याची धार धन या विजातीय प्रभारातील आकर्षणामुळे पाण्याची धार कंगव्याकडे आकर्षली जाते. कंगवा दूर नेताच पाण्याच्या धारेतील ऋण कण पुन्हा पूर्वस्थानी येतात. धन व ऋणप्रभारांची संख्या समान असते, त्यामुळे पाण्याची धार प्रभाररहित होते व ती बरीच दूर असल्याने आकर्षित होणे थांबते.



8.4 विद्युतप्रभार निर्मिती



जरा डोके चालवा.

भिंतीजवळ प्रभारित फुगा नेल्यास तो भिंतीला का चिकटतो?



हे नेहमी लक्षात ठेवा.

1. प्रभार नसणाऱ्या किंवा उदासीन वस्तूवर धन व ऋणप्रभारांची संख्या सारखी असते.
2. प्रवर्तनाने (जवळ असताना) निर्माण झालेला विद्युतप्रभार फक्त विद्युतप्रभारित वस्तू जवळ असेपर्यंत टिकतो.



8.5 भिंतीला चिकटलेला फुगा

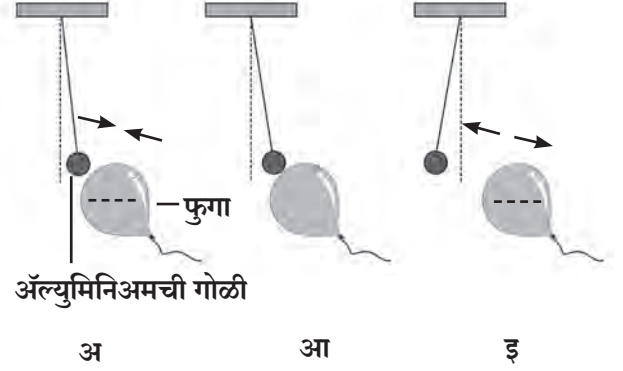


करून पहा.

1. खराब झालेली ट्यूबलाइटची नळी अंधारात ठेवा. पातळ पॉलिथीन पिशवी तिला जलदगतीने घासा. काय झाले? असे का घडले?

2. ऋणप्रभारित फुग्याजवळ प्रभार नसणारी अॅल्युमिनिअमची गोळी आणल्यास खालील क्रिया घडतात.

- 'अ' चित्रात प्रवर्तनामुळे दुसऱ्या वस्तूमध्ये विरुद्ध प्रभार निर्माण होतो व दोन्ही वस्तू एकमेकांकडे आकर्षित होतात.
- 'आ' चित्रात दोन्ही वस्तूंचा एकमेकांना स्पर्श होताच दोन्ही वस्तू समान प्रभारित होतात.
- 'इ' चित्रात समान प्रभार एकमेकांना प्रतिकर्षित करतात.



8.6 विद्युतप्रभाराचे परिणाम



सुवर्णपत्र विद्युतदर्शी (Gold leaf electroscope)

हे वस्तूवरील विद्युतप्रभार ओळखण्याचे साधे उपकरण आहे. यात तांब्याच्या दांड्याला वरच्या टोकाला धातूची चकती असते, तर दुसऱ्या टोकाला सोन्याची दोन पातळ पाने असतात. हा दांडा बाटलीत ठेवलेला असतो, जेणेकरून चकती बाटलीच्या वर राहिल. प्रभार नसणारी वस्तू चकतीजवळ नेली, तर पाने मिटलेलीच राहतात. प्रभारित वस्तू चकतीजवळ नेताच दोन्ही पाने सजातीय विद्युतप्रभारामुळे प्रतिकर्षित होतात, म्हणजेच एकमेकांपासून दूर जातात. हाताने चकतीला स्पर्श करताच पाने जवळ येतात, कारण पानांमधील प्रभार स्पर्शामुळे आपल्या शरीरातून जमिनीत जातो व पाने प्रभाररहित होतात.



जरा डोके चालवा.

विद्युतदर्शीत सोन्याऐवजी दुसऱ्या धातूची पाने लावता येतील का? त्या धातूत कोणते गुणधर्म असले पाहिजेत?

असे होऊन गेले



सन 1752 मध्ये बेंजामिन फ्रँकलिनने आपला मुलगा विल्यम याच्यासोबत पतंग उडवण्याचा प्रयोग केला. हा पतंग रेशीम कापड, देवदार झाडाचे लाकूड व धातूची तार वापरून तयार केला होता. धातूची तार अशा प्रकारे जोडली, की तिचे एक टोक पतंगाच्या वरच्या बाजूला तर दुसरे टोक पतंगाच्या दोराशी जोडले. ज्या दिवशी पतंग उडवला त्या दिवशी आकाशात विजा चमकत होत्या. पतंगाची तार ढगांना स्पर्श करताच विद्युतप्रभार ढगांतून पतंगावर स्थानांतरित झाला. तेव्हा पतंगाची सैल दोरी ताठलेली होती. हा विद्युतप्रभार दोरीतून जमिनीपर्यंत पोहोचला व जमिनीला दोरीचा स्पर्श होताच ठिणगी पडली. वीज म्हणजे विद्युतप्रभाराचे रूप आहे हे त्याने स्पष्ट केले.

वातावरणातील विद्युतप्रभार (Atmospheric electric charge)

आकाशातील ढग, मेघगर्जना, विजा चमकणे या गोष्टींचा अनुभव आपण घेतला आहे. कधी कधी झाडावर किंवा इमारतीवर वीज पडून लोकांचा व जनावरांचा मृत्यू झाल्याचे आपण वाचतो.

हे कसे घडते व घडू नये म्हणून काय उपाय करता येतील ?

आकाशात वीज चमकते, जमिनीवर वीज पडते म्हणजे नेमके काय घडते ?

वीज चमकणे (Lightning)

आकाशात जेव्हा हवा आणि ढग घासले जातात तेव्हा वर असणारे काही ढग धनप्रभारित, तर खाली असणारे काही ढग ऋणप्रभारित बनतात.

वीज चमकणे व पडणे यामागील विज्ञान गुंतागुंतीचे आहे, म्हणून आपण सपाट जमिनीवरील आकाशातील एका ऋणप्रभारित तळ असलेल्या ढगाचा विचार करू. जेव्हा ढगाच्या तळाचा ऋणप्रभार जमिनीवरील प्रभारापेक्षा खूप जास्त होतो तेव्हा टप्प्याटप्प्याने ऋणप्रभार जमिनीकडे वाहू लागतो. अतिशय जलद-एका सेकंदापेक्षाही खूप कमी वेळात ही घटना घडते. या वेळी विद्युतप्रवाहामुळे उष्णता, प्रकाश व ध्वनिऊर्जा निर्माण होते.

वीज पडणे (Lightning Strike)

विद्युतप्रभारित ढग आकाशात असताना उंच इमारत, झाड यांच्याकडे वीज आकर्षित होते. हे तुम्हांला माहीतच असेल. वीज पडते तेव्हा इमारतीच्या छतावर किंवा झाडाच्या शेंड्यावर प्रवर्तनाने विरुद्ध विद्युतप्रभार निर्माण होतो. ढग आणि इमारत यांच्यातील विरुद्धप्रभारातील आकर्षणामुळे ढगातील प्रभार इमारतीकडे प्रवाहित होतो यालाच वीज पडणे असे म्हणतात.



जरा डोके चालवा.

1. वीज पडून कोणते नुकसान होते ?
2. वीज पडल्यावर होणारी हानी टाळण्यासाठी काय उपाय कराल ?



8.7 वीज



माहीत आहे का तुम्हांला ?

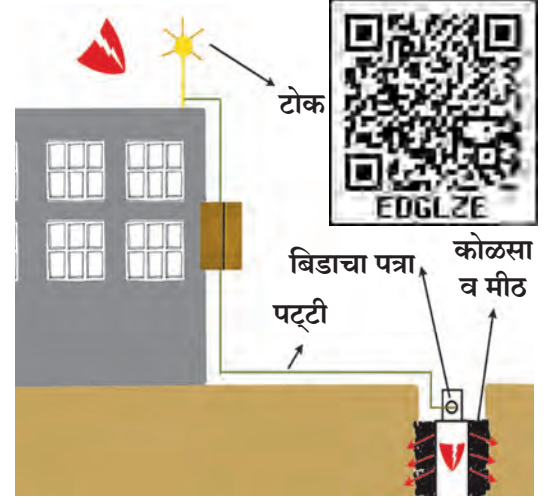
1. विजेमुळे निर्माण होणारी प्रचंड उष्णता व प्रकाशामुळे हवेतील नायट्रोजन व ऑक्सिजन यांच्यात रासायनिक क्रिया होऊन नायट्रोजन ऑक्साइड वायू तयार होतो. हा वायू पावसाच्या पाण्यात मिसळून जमिनीवर येतो व जमिनीची सुपीकता वाढवणारे 'नत्र' पुरवतो.

2. विजेच्या ऊर्जेमुळे हवेतील ऑक्सिजनचे ओझोनमध्ये रूपांतर होते. हा ओझोन वायू सूर्यापासून येणाऱ्या हानिकारक अतिनील किरणांपासून आपले रक्षण करतो.

तडितरक्षक (Lightning conductor)

ढगातून पडणाऱ्या विजेच्या आघातापासून बचाव करण्यासाठी जे उपकरण वापरतात, त्याला तडितरक्षक म्हणतात.

तडितरक्षक म्हणजे तांब्याची एक लांब पट्टी. इमारतीच्या सर्वात उंच भागावर याचे एक टोक असते. या टोकाला भाल्याप्रमाणे अग्रे असतात. पट्टीचे दुसरे टोक जमिनीच्या आत बिडाच्या जाड पत्र्याला जोडले जाते. त्यासाठी जमिनीत खड्डा करून त्यात कोळसा व मीठ घालून हा जाड पत्रा उभा केला जातो. त्यात पाणी टाकण्याची सोय करतात. यामुळे वीज चटकन जमिनीत पसरली जाते व नुकसान टळते.



8.8 तडितरक्षक

विद्युतप्रभारित ढग इमारतीवरून जाताच हे इमारतीकडे प्रवाहित होणारे विद्युतप्रभार तांब्याच्या पट्टीमार्फत जमिनीत पोहोचवले जातात व त्यामुळे इमारतीचे नुकसान टळते. उंच इमारतीवर असा तडितरक्षक बसवल्याने आजूबाजूच्या परिसराचेही वीज पडण्यापासून संरक्षण होते. तडित आघातापासून बचाव कसा करावा याची माहिती तुम्हांला आपत्ती व्यवस्थापनाच्या पाठातून मिळेल.



जरा डोके चालवा.

1. तडितरक्षकाचा वरचा भाग टोकदार का असतो?
2. जमिनीतील खड्ड्यात कोळसा व मीठ का टाकलेले असते?



1. रिकाम्या जागी कंसातील योग्य पर्याय लिहा.

(सदैव प्रतिकर्षण, सदैव आकर्षण, ऋणप्रभाराचे विस्थापन, धनप्रभाराचे विस्थापन, अणू, रेणू, स्टील, तांबे, प्लॅस्टिक, फुगवलेला फुगा, प्रभारित वस्तू, सोने)

- अ. सजातीय विद्युत प्रभारांमध्येहोते.
- आ. एखाद्या वस्तूमध्ये विद्युतप्रभार निर्माण होण्यासाठीकारणीभूत असते.
- इ. तडितरक्षकपट्टीपासून बनवला जातो.
- ई. सहजपणे घर्षणाने विद्युतप्रभारित होत नाही.
- उ. विजातीय विद्युतप्रभार जवळ आणल्यास होते.

ऊ. विद्युतदर्शने ओळखता येते.

2. मुसळधार पाऊस, जोराने विजा चमकणे किंवा कडकडणे सुरू असताना छत्री घेऊन बाहेर जाणे योग्य का नाही स्पष्ट करा.

3. तुमच्या शब्दांत उत्तरे लिहा.

- अ. विजेपासून स्वतःचा बचाव कसा कराल?
- आ. प्रभार कसे निर्माण होतात?
- इ. तडितरक्षकामध्ये वीज जमिनीत पसरण्यासाठी काय व्यवस्था केलेली असते?
- ई. पावसाळी वातावरणात काम करताना शेतकरी उघड्यावर लोखंडी पहार का खोचून ठेवतात?
- उ. पावसाळ्यात प्रत्येक वेळी विजा चमकलेल्या का दिसत नाहीत?

4. स्थितिक विद्युतप्रभाराची वैशिष्ट्ये कोणती?

5. वीज पडून काय नुकसान होते? ते न होण्यासाठी जनजागृती कशी कराल?

उपक्रम :

अल्युमिनिअमचा पातळ पापुद्रा वापरून स्वतः विद्युतदर्शी तयार करा व कोणकोणते पदार्थ विद्युतप्रभारित होतात ते तपासून पहा.

