19. चुंबकीय क्षेत्राचे गुणधर्म

थोडे आठवा.

1. आपल्या घरामध्ये व परिसरात चुंबकाचा उपयोग कोठे व कसा होतो ?
2. मुक्तपणे टांगलेला चुंबक कोणत्या दिशेला स्थिरावतो ?
3. चुंबकाच्या दोन टोकांना काय नावे दिली आहेत ? का ?
4. चुंबक बनवण्यासाठी कोणते धातू वापरतात ?
5. चुंबकाची वैशिष्ट्ये कोणती ?

लोह ,कोबाल्ट व निकेल यांच्या संमिश्रापासून चुंबक बनवतात. 'निपरमॅग' या लोह, निकेल, ॲल्युमिनिअम व टायटॅनिअम यांच्या संमिश्रापासून चुंबक बनवतात. तसेच 'अल्निको' हा ॲल्युमिनिअम, निकेल व कोबाल्ट यांच्यापासून बनवलेला, चुंबकीय संमिश्र आहे. हे आपण मागील इयत्तेत अभ्यासले आहे.

चुंबकत्व (Magnetism)

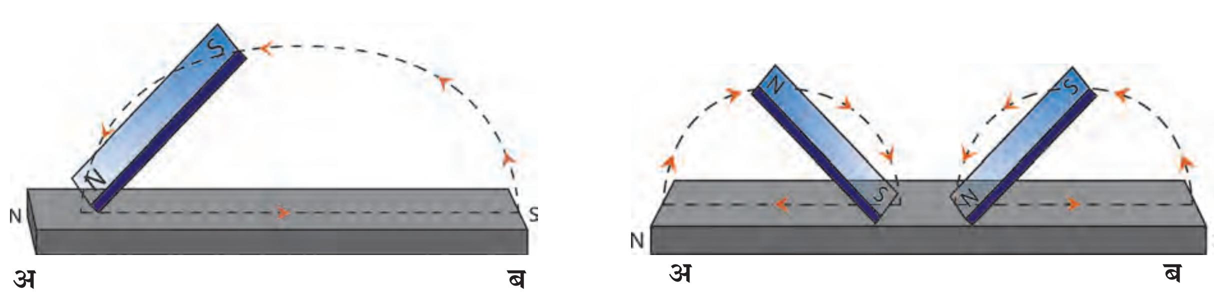
करून पहा. **साहित्य :** पोलादी पट्टी, पट्टीचुंबक, लोखंडी कीस, दोरा इत्यादी.

कृती : एक पोलादी पट्टी टेबलावर ठेवा. एक पट्टीचुंबक घेऊन त्याचा 'N' ध्रुव पोलादी पट्टीच्या 'अ' टोकावर टेकवा आणि तो 'ब' टोकाकडे घासत न्या. पट्टीचुंबक उचलून पुन्हा त्याचा 'N' ध्रुव पोलादी पट्टीच्या 'अ' टोकाकडून 'ब' टोकाकडे घासत न्या. ही कृती 15 ते 20 वेळा करा. आता पोलादी पट्टी लोखंडी किसाजवळ न्या व निरीक्षण करा. पट्टी दोऱ्याला मुक्तपणे टांगून निरीक्षण करा.

पोलादी पट्टीत चुंबकत्व निर्माण झालेले दिसेल. चुंबकत्व निर्माण करण्याच्या पद्धतीला **एकस्पर्शी पद्धती** म्हणतात. या पद्धतीने निर्माण झालेले चुंबकत्व कमी क्षमतेचे व अल्पकालीन असते.

कृती : एक पोलादी पट्टी टेबलावर ठेवा. दोन पट्टीचुंबक घ्या. चुंबकीय पट्ट्यांचे दोन विजातीय ध्रुव पोलादी पट्टीच्या मध्यावर टेकवा. एका चुंबकीय पट्टीचा 'S' ध्रुव 'अ' टोकाकडे घासत न्या. त्याच वेळी दुसऱ्या चुंबकीय पट्टीचा 'N' ध्रुव 'ब' टोकाकडे घासत न्या. वरील कृती 15 ते 20 वेळा करा. आता पोलादी पट्टी लोखंडी किसाजवळ न्या. निरीक्षण करा. पट्टी मुक्तपणे टांगून निरीक्षण करा.

या पद्धतीला **द्विस्पर्शी पद्धती** म्हणतात. या पद्धतीने निर्माण होणारे चुंबकत्व हे एकस्पर्शी पद्धतीतून निर्माण होणाऱ्या चुंबकत्वापेक्षा दीर्घकाळ टिकते.



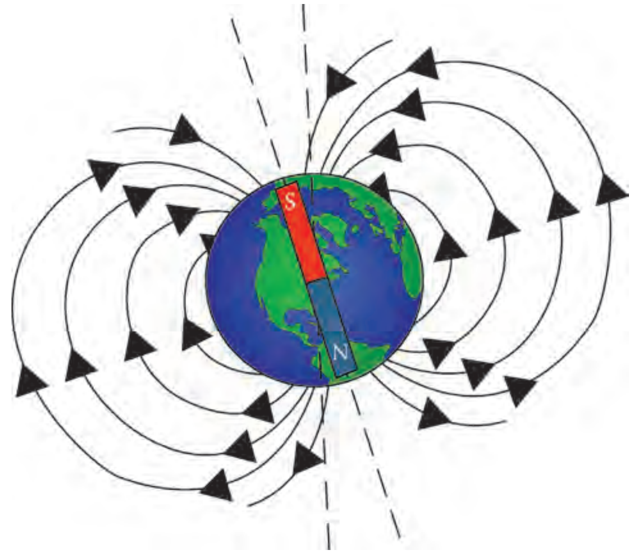
19.1 चुंबकत्व निर्माण करणे

सांगा पाहू ! मुक्तपणे टांगलेला चुंबक दक्षिणोत्तर दिशेतच स्थिर का राहतो ?

पृथ्वी : एक प्रचंड मोठा चुंबक

मुक्तपणे टांगलेला चुंबक दक्षिणोत्तर दिशेतच स्थिर राहतो, याचे शास्त्रीय कारण विल्यम गिल्बर्ट या शास्त्रज्ञाने प्रयोगाच्या साहाय्याने दिले.

त्याने नैसर्गिक अवस्थेमध्ये खनिजरूपात आढळणारा चुंबकीय दगड घेऊन त्याला गोल आकार दिला. हा गोलाकार चुंबक मुक्तपणे फिरू शकेल अशा रीतीने टांगला व त्या गोलाकार चुंबकाजवळ पट्टी-चुंबकाचा उत्तरध्रुव आणला, तेव्हा चुंबकीय गोलाचा दक्षिणध्रुव आकर्षित झाला.



19.2 पृथ्वीचे चुंबकत्व

सांगा पाहू !

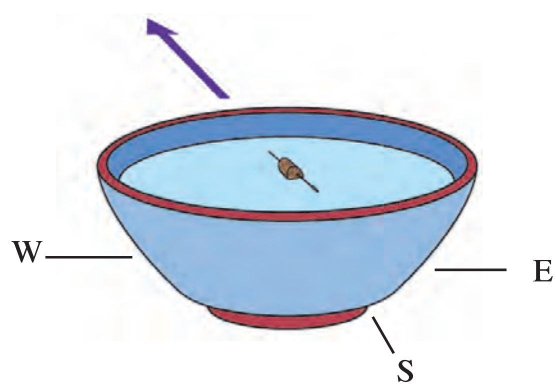
1. कोणते चुंबकीय ध्रुव एकमेकांकडे आकर्षित होतात ?
2. पट्टीचुंबकाच्या दक्षिणध्रुवाजवळ चुंबकीय गोलाचा कोणता ध्रुव आकर्षित होईल ?

टांगलेल्या चुंबकाचा उत्तरध्रुव पृथ्वीच्या भौगोलिक उत्तरध्रुवाच्या दिशेने स्थिरावतो. याचा अर्थ पृथ्वीच्या भौगोलिक उत्तरध्रुवाजवळ कोणत्यातरी प्रचंड चुंबकाचा दक्षिणध्रुव आणि भौगोलिक दक्षिणध्रुवाजवळ त्या चुंबकाचा उत्तरध्रुव असायला हवा. यावरून विल्यम गिल्बर्टने असे अनुमान काढले, की पृथ्वी हाच एक मोठा चुंबक आहे, परंतु या चुंबकाचा दक्षिणध्रुव पृथ्वीच्या भौगोलिक उत्तरध्रुवापाशी, तर चुंबकीय उत्तरध्रुव पृथ्वीच्या भौगोलिक दक्षिणध्रुवापाशी असला पाहिजे.

जरा डोके चालवा. चुंबकसूची भौगोलिक उत्तरध्रुवावर कोणती दिशा दाखवेल ?

चुंबकसूची (Magnetic needle)

एक चौरसाकृती पुठ्ठा घेऊन त्यावर दिशांची नोंद करा. पाण्याने भरलेले भांडे पुठ्ठ्याच्या मधोमध ठेवा. चुंबकत्व निर्माण झालेली एक सुई (चुंबकसूची) घ्या. जाड पुठ्ठ्याचा तुकडा घेऊन त्यावर ती चिकटपट्टीने चिकटवा. चुंबकसूची बसवलेला पुठ्ठ्याचा तुकडा भांड्यातील पाण्यावर ठेवा. चुंबकसूची कोणती दिशा दाखवते ?



19.3 चुंबकसूची

माहिती मिळवा. होकायंत्र एके ठिकाणी ठेवून त्यातील चुंबकसूची स्थिर झाल्यावर ती जमिनीला समांतर न राहता जमिनीशी थोडा कोन करून उभी राहते. असे का होते ?

चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic field)

करून पहा. **साहित्य :** पट्टीचुंबक, टाचण्या, पुठ्ठा, लोहकीस, प्लॅस्टिकची बाटली, भांडे, पाणी.

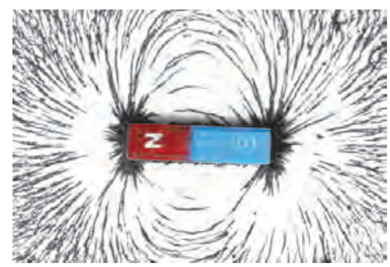
कृती : एक पट्टीचुंबक व काही टाचण्या घ्या. चुंबक व टाचण्या एकमेकांना चिकटणार नाहीत अशा अंतरावर ठेवा. आता चुंबक हळूहळू टाचण्यांच्या जवळ घेऊन जा. टाचण्या चुंबकाकडे आकर्षित होताना निरीक्षण करा.

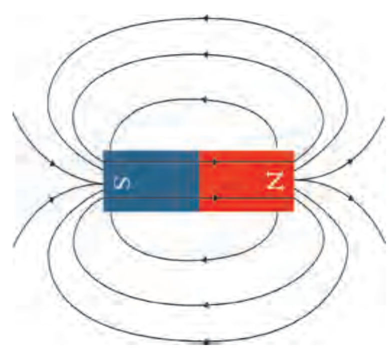
टाचण्यांपासून दूर असतानासुद्धा चुंबक टाचण्या स्वतःकडे खेचून घेतो म्हणजे तो काही अंतरावरसुद्धा परिणामकारक असतो.

कृती : एक छोटा पुठ्ठा घ्या. पुठ्ठ्याच्या मधोमध एक पट्टीचुंबक ठेवा. पुठ्ठ्यावरती चुंबकाभोवती थोडा लोहकीस पसरा. पुठ्ठ्याला सावकाश टिचकी मारा. पुठ्ठ्यावरील लोहकिसाचे निरीक्षण करा.

वरील प्रयोगांवरून काय निष्कर्ष निघतो? ब्रिटिश संशोधक मायकेल फॅरेडे याने चुंबकपट्टीच्या एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत जाणाऱ्या रेषांना 'चुंबकीय बलरेषा' म्हटले. चुंबकाभोवतीच्या ज्या भागात वस्तूवर चुंबकीय बल कार्य करते, त्यास 'चुंबकीय क्षेत्र' म्हणतात. चुंबकाभोवतीचे हे चुंबकीय क्षेत्र चुंबकीय बलरेषांनी दाखवता येते. एक एकक क्षेत्रफळाच्या भागातून त्या भागाला लंब दिशेने किती बलरेषा जातात, त्यावरून त्या ठिकाणी असलेल्या चुंबकीय क्षेत्राची तीव्रता (Intensity of magnetic field) समजते. मायकेल फॅरेडेंनी अशी कल्पना केली, की चुंबकाच्या एका ध्रुवाकडून दुसऱ्या ध्रुवाकडे जाणाऱ्या अदृश्य अशा बलरेषा असाव्या आणि या बलरेषांच्या माध्यमातून चुंबकीय आकर्षण किंवा प्रतिकर्षण होत असावे. फॅरेडेची कल्पना मान्य केली, तर वरीलप्रमाणे चुंबकीय क्षेत्राची तीव्रता बलरेषांवरून काढता येते.

चुंबकाच्या चुंबकीय क्षेत्रामध्ये जेथे बलरेषा विरळ असतील, तेथे चुंबकीय क्षेत्राची तीव्रता कमी असते, तर जेथे त्या एकवटलेल्या असतात, तेथील तीव्रता जास्त असते.





19.4 चुंबकीय क्षेत्र

जरा डोके चालवा. चुंबकीय बल ही राशी सदिश आहे की अदिश?

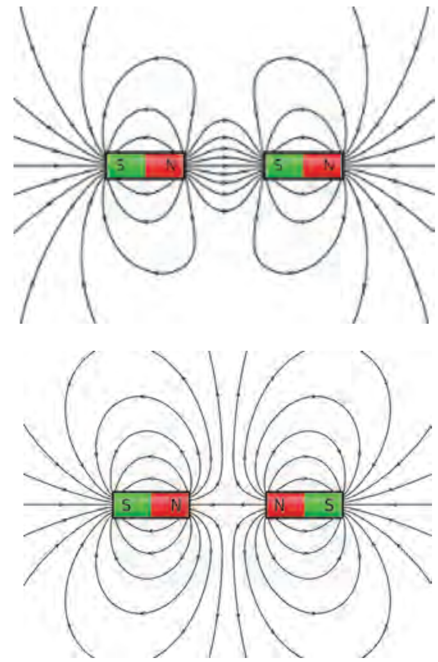
चुंबकीय बलरेषांचे गुणधर्म (Properties of magnetic lines of force)

बलरेषांची कल्पना मांडताना निरीक्षणाप्रमाणे सर्व परिणामांचा समाधानकारक पडताळा येण्यासाठी, त्या बलरेषांना काही गुणधर्म असणे आवश्यक आहे असे मायकेल फॅरेडेंनी स्पष्ट केले.

मायकेल फॅरेडे

1. चुंबकीय बलरेषा या काल्पनिक जोडण्या असून फॅरेडेने चुंबकीय आकर्षण व प्रतिकर्षण यांचे स्पष्टीकरण देण्यासाठी त्यांची संकल्पना मांडली.
2. चुंबकीय बलरेषा नेहमी उत्तर ध्रुवाकडून दक्षिण ध्रुवापर्यंत जातात. हा दक्षिण ध्रुव त्याच किंवा दुसऱ्या चुंबकाचाही असू शकतो.
3. चुंबकीय बलरेषा एखाद्या स्प्रिंगसारख्या ताणलेल्या अवस्थेत असतात.
4. चुंबकीय बलरेषा एकमेकांना दूर ढकलतात.
5. चुंबकीय बलरेषा एकमेकांना छेदत नाहीत.
6. चुंबकीय बलरेषांची एखाद्या बिंदूपाशी असणारी संख्या ही त्या ठिकाणच्या चुंबकीय क्षेत्राची तीव्रता ठरवते.

आता वरील गुणधर्मांप्रमाणे सजातीय ध्रुवांमधील प्रतिकर्षण आणि विजातीय ध्रुवांमधील आकर्षण कसे स्पष्ट करता येते. ते आकृतीत पहा. तिसऱ्या गुणधर्मानुसार चुंबकाच्या उत्तरध्रुव व दक्षिणध्रुवांना जोडणाऱ्या बलरेषा स्प्रिंगसारख्या ताणलेल्या असल्याने दोन्ही विरुद्ध ध्रुवांना खेचून धरतात, तर चौथ्या गुणधर्मानुसार सजातीय ध्रुवांना दूर लोटतात.

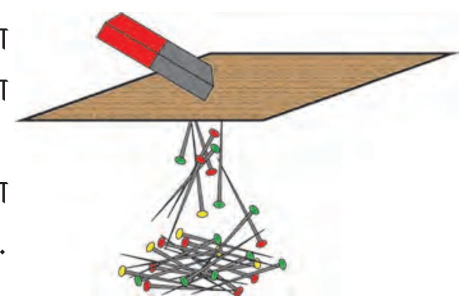


19.5 **चुंबकीय बलरेषांचे गुणधर्म**

चुंबकीय क्षेत्राची वेधनक्षमता (Penetrating ability of magnetic field)

कृती : काही टाचण्या टेबलावर पसरवा. या टाचण्यांच्या वर थोड्या अंतरावर एक पुठ्ठा धरा. एक पट्टीचुंबक पुठ्ठ्यावरती ठेवा व निरीक्षण करा. आता चुंबक पुठ्ठ्यावर इकडे तिकडे हळुवार फिरवा व निरीक्षण करा. पुठ्ठ्याचे थर वाढवून हीच कृती पुन्हा करा व निरीक्षण करा.

कृती : प्लॅस्टिकच्या एका बाटलीत पाणी भरा. पाण्यामध्ये काही टाचण्या टाका. एक पट्टीचुंबक घेऊन त्या बाटलीच्या जवळ न्या व निरीक्षण करा. चुंबक बाटलीच्या जवळ थोड्या अंतरावर हलवून पहा व निरीक्षण करा.


19.6 **चुंबकीय क्षेत्राची वेधनक्षमता**

वरील दोन्ही कृती केल्यावर आपल्या लक्षात येते की चुंबकीय क्षेत्र हे पुठ्ठ्यातून, पाण्यातून व बाटलीतून आरपार जाऊ शकते. मात्र असे होताना चुंबकीय क्षेत्राची तीव्रता कमी झालेली आढळते.

कृती : एका मोठ्या पसरट भांड्यामध्ये पाणी घ्या. प्लॅस्टिकच्या झाकणामध्ये पट्टीचुंबक ठेवून ते पाण्याच्या पृष्ठभागावरती ठेवा. एका टाचणीला चुंबकत्व निर्माण करून घ्या. चुंबकत्व प्राप्त झालेली टाचणी एका जाड पुठ्ठ्याच्या छोट्या तुकड्यावरती चिकटपट्टीच्या साहाय्याने घट्ट बसवा.

चुंबकत्व प्राप्त झालेली टाचणी जाड पुठ्ठ्याच्या तुकड्यासह पाण्यामध्ये चुंबकाशेजारी ठेवा. टाचणी कोणत्या दिशेने जाते त्याचे निरीक्षण करा. ही टाचणी वेगवेगळ्या ठिकाणी पाण्यात ठेवा व निरीक्षण करा.

जरा डोके चालवा.

1. चुंबकीय बल म्हणजे काय ?
2. चुंबकीय बल हे प्रत्यक्ष स्पर्श न करता कार्य करते. ते कसे ?
3. गुरुत्वीय बल व चुंबकीय बल यांमध्ये काय फरक आहे ?

सांगा पाहू !

1. विद्युत चुंबक म्हणजे काय?
2. विद्युत चुंबक कसा बनवता येईल?

धातुशोधक यंत्रे (Metal detectors)

या यंत्रांचे कार्य विद्युत चुंबकांवर आधारित आहे. धातुशोधक यंत्रे अतिमहत्वाच्या ठिकाणी वापरतात. विमानतळ, बसस्टँड, अतिमहत्वाची मंदिरे, इमारती या ठिकाणी प्रवेश करणाऱ्या व्यक्तींच्या तपासणीसाठी यांचा उपयोग केला जातो. अतिमौल्यवान वस्तू शोधण्यासाठी तसेच अन्नप्रक्रिया उद्योगांमध्ये अनवधानाने लोखंडी/पोलादी वस्तू अन्नपदार्थांमध्ये मिसळली गेल्यास ते आरोग्यासाठी घातक होईल म्हणून (मेटल डिटेक्टर) धातुशोधक यंत्रांचा वापर केला जातो. तसेच भूगर्भशास्त्रामध्ये धातूंचे प्रमाण शोधण्यासाठी या यंत्रांचा वापर करतात.

ESGPKF

19.7 **धातुशोधक यंत्रे**

जरा डोके चालवा.

1. प्रतिकर्षण ही चुंबक ओळखण्याची खरी कसोटी का आहे?
2. तुम्हांला दिलेल्या विविध पदार्थांमधून चुंबक कसा शोधून काढाल?

स्वाध्याय

1. रिकाम्या जागी योग्य शब्द वापरा.

अ. औद्योगिक क्षेत्रामध्ये वापरले जाणारे चुंबक बनवण्यासाठी ....व............ या संमिश्रांचा उपयोग केला जातो.

आ. चुंबकीय क्षेत्र............ व .... यांमधून आरपार जाऊ शकते.

इ. चुंबकीय क्षेत्राची तीव्रता............ रेषांच्या साहाय्याने दर्शवतात.

ई. चुंबकाची खरी कसोटी .... ही आहे.

2. सांगा मी कोणाशी जोडी लावू?

'अ' गट	'ब' गट
अ. होकायंत्र	1. सर्वाधिक चुंबकीय बल
आ. कपाटाचे दार	2. सजातीय ध्रुव
इ. प्रतिकर्षण	3. चुंबक
ई. चुंबकीय ध्रुव	4. सूचीचुंबक

3. खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

अ. कृत्रिम चुंबक तयार करण्याच्या दोन पद्धतींमधील फरक सांगा.

आ. विद्युत चुंबक तयार करण्यासाठी कोणकोणत्या पदार्थांचा उपयोग करता येतो?

इ. टीप लिहा – चुंबकीय क्षेत्र.

ई. होकायंत्रात चुंबकसूचीचा वापर का केला जातो?

उ. चुंबकीय क्षेत्राची तीव्रता व दिशा कशाच्या साहाय्याने दर्शवली जाते ते आकृतीच्या साहाय्याने स्पष्ट करा.

4. पूर्वीच्या काळी व्यापारी मार्गक्रमण करत असताना चुंबकाचा वापर कशाप्रकारे करत होते याची सविस्तर माहिती लिहा.

उपक्रम :

धातुशोधक यंत्राच्या कार्याची माहिती मिळवा.

◆ ◆ ◆