माध्यमिक विज्ञान

भौतिक मॉडलों का उपयोगः कक्षा X के छात्र–छात्राओं को विद्युत के बारे में सिखाना

भारत में विद्यालय आधारित समर्थन के माध्यम से शिक्षक शिक्षा

www.TESS-India.edu.in

http://creativecommons.org/licenses/

The Open University

UKaid from the British people

संदेश

शिक्षकों को बाल केंन्द्रित कक्षा अभ्यास की ओर उन्मुख करने तथा शिक्षक प्रशिक्षण की गुणवत्ता को बेहतर बनाने के उद्देश्यों को सम्मुख रखते हुए TESS-India राष्ट्रीय स्तर पर कार्यरत है। इस दिशा में TESS-India द्वारा मुक्त शैक्षिक संसाधन (Open Educational Resources) का विकास किया गया है । ये संसाधन शिक्षकों तथा शिक्षक–प्रशिक्षकों के वृत्ति विकास (Professional development) में लाभकारी एवं उपयोगी सिद्ध होंगे। राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद, बिहार के नेतृत्व में इन संसाधनों का स्थानीयकृत किया गया है, जिसके अन्तर्गत इनके उद्देश्य के मूल को बरकरार रखते हुए इनमें स्थानीय, भाषा, बोली, प्रथाओं, संस्कृतियों तथा नियमों को सम्मिलित किया गया है। इनका उपयोग शिक्षण कार्य में सहजता एवं सुगमता पूर्वक किया जा सकता है ।

राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद, बिहार के मार्गदर्शन में TESS-India द्वारा स्थानीय भाषा में तैयार मुक्त शैक्षिक संसाधन (Open Educational Resources) नेट पर आप सभी के लिए सुलभ उपलब्ध है ।

शुभकामनाओं सहित ।

(डॉ0 मुरली मनोहर सिंह)
निदेशक
एस0सी0ई0आर0टी0, बिहार

समीक्षा एवं दिशाबोध
डॉ. मुरली मनोहर सिंह, निदेशक राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद्, बिहार
डॉ. सैयद अब्दुल मोईन, विभागाध्यक्ष, अध्यापक शिक्षा विभाग, राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद्, बिहार
डॉ. क़ासिम खुर्शीद, विभागाध्यक्ष, राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद्
डॉ. इम्तियाज़ आलम, विभागाध्यक्ष, राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद्, बिहार
डॉ. स्नेहाशीष दास राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद्, बिहार
डॉ. अर्चना, राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद्, बिहार
डॉ. रीता राय, राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद्, बिहार
श्री तेज नारायण प्रसाद, राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद्, बिहार

स्थानीयकरण
भाषा और शिक्षा
डॉ. ज्ञानदेव मणि त्रिपाठी, प्राचार्य, मैत्रेय कॉलेज ऑफ एडुकेशन एण्ड मैनेजमेंट, हाजीपुर, वैशाली
श्री सुमन सिंह, प्रखंड साधनसेवी, भगवानपुर हाट, सिवान
श्री कात्यायान कुमार त्रिपाठी, प्राथमिक विद्यालय चैलीटाल, पटना
श्री कृत प्रसाद, प्रखंड साधनसेवी, हिलसा, नालंदा
प्राथमिक अंग्रेज़ी
श्री अरशद रज़ा, सहायक शिक्षक, प्राथमिक विद्यालय, पचासा रहुई, नालंदा
श्री संतोष सुमन, सहायक शिक्षक, बालिका उच्च विद्यालय, महुआबाग
श्री शशि भूषण पाण्डेय, सहायक शिक्षक, उत्क्रमित मध्य विद्यालय, मुकुन्दपुर, नालंदा
श्रीमती रचना त्रिवेदी, शिक्षिका, नोट्रेडेम अकादमी, पटना
माध्यमिक अंग्रेज़ी
श्री मणिशंकर, प्रधानाध्यापक, तारामणी भगवानसाव उच्च माध्यमिक विद्यालय, कोइलवर, भोजपुर
डॉ. ब्रजेश कुमार, शिक्षक, पी. एन. एंग्लो संस्कृत माध्यमिक विद्यालय, नया टोला, पटना
प्राथमिक गणित
श्री कृष्ण कान्त ठाकुर
श्री दिलीप कुमार, संकुल संसाधन केन्द्र समन्वयक, बुलनी हैदरपुर, नालंदा
श्री गोविन्द प्रसाद, प्रखंड साधनसेवी, चनपटिया, पश्चिमी चम्पारण
माध्यमिक गणित
डॉ. राकेश कुमार, भागलपुर डायट
श्री रिज़वान रिज़वी, उत्क्रमित मध्य विद्यालय, सिलौटा चाँद, कैमूर
श्री इन्द्रभूषण कुमार, शिक्षक, सहयोगी माध्यमिक विद्यालय, हाजीपुर, वैशाली
प्राथमिक विज्ञान
श्री मनोज त्रिपाठी, प्रखंड साधनसेवी, बरहारा, भोजपुर
श्री शशिकान्त शर्मा, प्रखंड साधनसेवी, आरा, भोजपुर
श्री रणबीर सिंह, संकुल संसाधन केन्द्र समन्वयक, आदर्श आवासीय मध्य विद्यालय शिक्षक संघ, सहरसा
माध्यमिक विज्ञान
श्री जी.वी.एस.आर प्रसाद
श्री मुकुल कुमार, शिक्षक, सहायक शिक्षक, गोरखनाथ सूर्यदेव माध्यमिक विद्यालय, राजापाकर वैशाली

TESS-India (Teacher Education Through School Based Support)) का लक्ष्य है भारत में मुक्त शैक्षिक संसाधनों के द्वारा प्राथमिक और माध्यमिक स्तरों पर शिक्षकों के कक्षा अभ्यासों को बेहतर करना। ये संसाधन शिक्षकों के छात्र–केन्द्रित, भागीदारी दृष्टिकोण को विकसित करने में सहायता करेंगे।

TESS-India के मुक्त शैक्षिक संसाधन (Open Education Resources – OERs) शिक्षकों को विद्यालय की पाठ्यपुस्तक के लिए सहायक पुस्तिका प्रदान करते हैं। ये संसाधन शिक्षकों के लिए गतिविधियाँ प्रदान करते हैं जो वे कक्षा में अपने छात्रों के साथ कर सकते हैं। साथ ही इनमें केस स्टडी भी हैं जो ये दर्शाते हैं कि किस प्रकार दूसरे शिक्षकों ने उस विषय को सिखाया है। संबंधित संसाधन शिक्षकों को पाठ योजना बनाने में और विषय पर ज्ञान वर्धन करने में उनकी सहायता करते हैं।

TESS-India के मुक्त शैक्षिक संसाधन भारतीय पाठ्यक्रम और संदर्भों के अनुकूल हैं। ये *भारतीय तथा अतर्राष्ट्रीय लेखकों के सहयोग से तैयार* किये गये हैं *और ये ऑनलाइन तथा प्रिंट उपयोग के लिए उपलब्ध है (http://www.tess-india.edu.in)।* मुक्त शैक्षिक संसाधन अनेकों संस्करणों में उपलब्ध हैं जो प्रत्येक राज्य के लिए उपयुक्त है जहाँ TESS India कार्यरत है। उपयोगकर्ता इन संसाधनों को अनुकूल और स्थानीयकृत करने के लिए स्वतंत्र हैं ताकि ये स्थानीय आवश्यकताओं और संदर्भों को पूरा कर सकें।

TESS-India मुक्त विश्वविद्यालय, ब्रिटेन के नेतृत्व में तथा ब्रिटेन की सरकार द्वारा वित्त-पोषित है।

वीडियो संसाधन

इस इकाई की कुछ गतिविधियों के साथ निम्न प्रतीक का उपयोग किया गया है: *. इससे संकेत मिलता है कि निर्दिष्ट अध्यापन संबंधी थीम के लिए TESS-India वीडियो संसाधनों को देखना आपके लिए उपयोगी होगा।*

TESS-India वीडियो संसाधन भारत में अनेक प्रकार की कक्षाओं के संदर्भ में मुख्य अध्यापन तकनीकों का वर्णन करते हैं। हमें आशा है कि वे आपको इसी प्रकार के अभ्यासों के साथ प्रयोग करने के लिए प्रेरित करेंगे। उनका उद्देश्य पाठ (टेक्स्ट) पर आधारित इकाइयों के माध्यम से काम करने के आपके अनुभव का पूरक होना और उसे बढ़ाना है।

TESS-India वीडियो संसाधनों को ऑनलाइन देखा या TESS-India की वेबसाइट, http://www.tess-india.edu.in/ से डाउनलोड किया जा सकता है। वैकल्पिक रूप से, आप ये वीडियो सीडी या मेमोरी कार्ड के माध्यम से भी देख सकते हैं।

संस्करण 2.0 *SS10 v1*
Bihar

तृतीय पक्षों की सामग्रियों और अन्यथा कथित को छोड़कर, यह सामग्री क्रिएटिव कॉमन्स एट्रिब्यूशन–शेयरएलाइक लाइसेंस के अंतर्गत उपलब्ध कराई गई है:
http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/

TESS-India is led by The Open University UK and funded by UK aid from the UK government

यह इकाई किस बारे में है

विज्ञान को अक्सर एक 'कठिन विषय' बताया जाता है। जिस समय तक माध्यमिक विद्यालयों के छात्र–छात्रा सार्वजनिक परीक्षाओं तक पहुंचते हैं, विज्ञान में सफलता उनके अमूर्त विचारों और मॉडलों को समझने और साथ ही अंकों के ज्ञान, लिखने–पढ़ने के सामर्थ्य और वास्तविक ज्ञान के भंडार की क्षमता पर निर्भर करती है। उत्तरोत्तर बढ़ते बेहतर बौद्धिक विचार वाले मानसिक मॉडलों का विकास कराने वाले संरचित अनुभव प्रदान करते हुए शिक्षक छात्र–छात्राओं को उनकी समझ बढ़ाने में मदद करते हैं। ये मॉडल छात्र–छात्राओं को जानकारी और अवधारणाओं को प्रभावी ढंग से आत्मसात करने योग्य बनाते हैं, जिससे वे उन्हें सिर्फ याद ही नहीं रख पाते, बल्कि उनका यथोचित उपयोग भी कर पाते हैं।

अपने छात्र–छात्राओं को बेहतर बौद्धिक विचार मानसिक मॉडल विकसित करने के लिये मदद करने का एक तरीका है भौतिक मॉडलों का उपयोग करना। वस्तुओं या अवधारणाओं का प्रतिनिधित्व करने वाली चीज़ों का उपयोग करते हुए छात्र–छात्राओं को किसी विषय में अपनी समझ विकसित करने में मदद करने में भौतिक मॉडल सहायक होते हैं। वे 'चीज़ों के साथ काम करते हैं', जिससे पाठ्यपुस्तक पढ़ने या द्वि–आयामी चित्र देखने की अपेक्षा अधिक गहरी समझ बनती है। भौतिक मॉडलों के साथ, छात्र–छात्रा व्यवहार, संबंध और जुड़ाव के बारे में जानते हैं, और भविष्यवाणियाँ करते हैं। उन्हें अलग अलग मॉडलों का सामर्थ्य और सीमाएं भी समझनी चाहिये।

इस इकाई में छात्र–छात्राओं द्वारा विद्युत को समझने के लिये भौतिक मॉडलों के उपयोग पर ध्यान दिया जाएगा। आप भौतिक मॉडलों के बारे में जो सीखेंगे वह अन्य विषयों पर भी लागू होगा। आप अन्यTESS–India इकाई में छात्र–छात्राओं को मानसिक मॉडल विकसित करने में मदद करने के बारे में सीख सकते हैं।

आप इस इकाई में सीख सकते हैं

- मॉडलों के प्रकार और समानताएँ, तथा अच्छे मॉडलों के लक्षण।
- विद्युत के बारे में पढ़ाने के लिए प्रयुक्त भौतिक मॉडलों की कुछ सामर्थ्य और सीमाएं।
- विद्युत के बारे में आपके छात्र–छात्राओं को बेहतर तरीक़े से समझने में मदद के लिए भौतिक मॉडलों के उपयोग के कुछ तरीक़े।

यह दृष्टिकोण क्यों महत्वपूर्ण है

अनेक छात्र–छात्राओं को विद्युत एक कठिन या चुनौतीपूर्ण विषय लगता है। इसका एक कारण यह है कि विद्युत के बारे में सीखने के लिये अमूर्त अवधारणाएं और आंखों से नहीं दिखने वाली वस्तुओं का उपयोग किया जाता है, जैसे आवेश और इलेक्ट्रॉन।

भौतिक मॉडल और समानताओं से अमूर्त अवधारणाओं को 'मूर्त स्वरूप' देने में इस तरह मदद मिलती है:

- छात्र–छात्राओं को ऐसी वस्तुओं या प्रक्रियाओं को कल्पना में देखने में मदद करके जिन्हें वे सीधे नहीं देख सकते (जैसे, किसी वस्तु के आकार या किसी प्रक्रिया में लगने वाला समय बहुत ही छोटा हो)
- किसी जटिल समस्या को सरल बनाने में छात्र–छात्रा वस्तुओं को उलट–पुलट कर देख सकते हैं जिससे वह अवधारणा उनके मन में और पक्की हो जाएं या किसी प्रणाली के अलग अलग भागों के बीच का संबंध जान सकते हैं
- मॉडल के उलट–पुलट करके छात्र–छात्रा यह देख सकते हैं कि वह जिस वस्तु का मॉडल है वह वस्तु कैसे काम करती है।

विद्युत की पढ़ाई भौतिक मॉडलों के साथ करने से छात्र–छात्रा अपनी कल्पनाओं को परख सकते हैं, भविष्यवाणियाँ कर सकते हैं और प्रभावी मानसिक मॉडल विकसित कर सकते हैं।

मॉडल और समानताएं दोनों की ही अपनी सामर्थ्य और सीमाएं होती हैं। एक सन्दर्भ में काम करने वाला मॉडल हो सकता है कि दूसरे सन्दर्भ में काम न करे। 'सही' मॉडल से मदद मिलती है, लेकिन 'गलत' मॉडल से सीखने में कठिनाई आ सकती है। विद्युत परिपथों के भौतिक मॉडलों का अंदाज़ा करने में एक अच्छे मॉडल की विशेषताओं के बारे में सोचना पड़ता है। इसका संबंध संपूर्ण वैज्ञानिक कौतुहल से है, सिर्फ विद्युत से नहीं।

1 छात्र–छात्राओं को विद्युत के बारे में क्या कठिनाई महसूस होती है?

इसकी अवधारणाएं अमूर्त होने के अलावा, ऐसा भी संभव है कि छात्र–छात्राओं ने रोज़मर्रा के अनुभव के आधार पर विद्युत के बारे में गलतफहमियां बना ली हों। उदारहण के लिये, छोटे छात्र–छात्रा किसी विद्युत उपकरण को एक ही तार से विद्युत की सप्लाई से जुड़ा देखते हैं, लेकिन उन्हे यह सीखना पड़ता है कि इस उपकरण के चलने के लिये इसके अंदर एक पूरा परिपथ होना जरूरी है।

अनुसंधान से पता चला है कि विद्युत परिपथ के बारे में कुछ गलतफहमियाँ बड़े छात्र–छात्राओं में भी पाई जाती हैं। इन गलतफहमियों में शामिल हैं वे उदाहरण जो तालिका 1 में दिये हैं।

तालिका 1 *विद्युत परिपथों की गलतफहमियाँ*

छात्र–छात्रा का विचार	मान्य वैज्ञानिक विचार
बैटरी से विद्युत प्रवाह या आवेश मिलता है	बैटरी वह विभव का अंतर प्रदान करती है जो आवेश को परिपथ में चलाने के लिये चाहिये होता है।
परिपथ के उपकरणों द्वारा विद्युत धारा का उपयोग	किसी भी श्रेणी परिपथ में प्रवाह एकसमान होता है। इन गलतफहमियों को दूर करने का सबसे अच्छा तरीका है कि हम छात्र–छात्राओं को बत्ती के दोनों ओर अमीटर के एक समान आंकड़े दिखाते हुए उसके विपरीत सबूत दें, लेकिन कुछ छात्र–छात्रा अब भी इसी विचार को मानते रह सकते हैं

कुछ छात्र–छात्राओं को वोल्टेज और प्रवाह, या प्रवाह और ऊर्जा में भेद करना भी कठिन हो सकता है।

कुछ छात्र–छात्राओं के लिये, भ्रामक रूप से आसान परिपथ के आरेख का संबंध उन तारों और उपकरणों से लगाना कठिन हो सकता है जिन्हें वे परिपथों के साथ काम करते समय देखते हैं। कई परिपथों की बनावट में समझने के लिये बहुत कुछ होता है। यदि आप उनसे कौन–सी चीज़ कहाँ जुड़ी है, ये श्रेणी में जुड़ी है या समांतर में आदि पूछते हुए परिपथ का वर्णन नहीं करेंगे तो आपके छात्र–छात्राओं को इसके महत्वपूर्ण भाग समझना कठिन हो सकता है।

केस स्टडी 1: विद्युत के बारे में सीखते समय आने वाली कठिनाइयाँ

हाल ही में एक प्रशिक्षण के दौरान, कुमारी सुनीता ने सीखा कि वे कौन–सी बातें हैं जो विद्युत के बारे में सीखते समय छात्र–छात्राओं को कठिन लगती हैं।

प्रशिक्षण सत्र में हमने उन कठिनाइयों पर चर्चा की जो कई छात्र–छात्राओं के सामने आती हैं जब वे विद्युत के बारे में सीखते हैं और ये भी देखा कि पाठ के दौरान हमारा सामना इनसे कहाँ पर हो सकता है।

हमने शुरूआत की थी बैटरी के कार्य के बारे में बातें करके, लेकिन जल्दी ही ग़लतफहमी में डालने वाली और बातें भी सामने आईं। मैंने इसके बारे में पहले नहीं सोचा था, लेकिन जैसे हम चर्चा करते गए, मुझे अहसास हुआ कि मैंने अपने पढ़ाए हुए कई छात्र–छात्राओं में यह समस्या देखी है। उन्हें लगता था कि बैटरी ही आवेश प्रदान कर रही है, और वह ऐसा करती रहेगी क्योंकि आवेश परिपथ के उपकरणों से गुजरने के कारण 'ख पत' हो जा रहा है। यदि उन्हें विश्वास नहीं हो कि आवेश तो पहले से ही था और बैटरी ने आवेश को चलाने के लिये विभवांतर प्रदान किया है, तो स्विच को बंद करने से हर चीज़ एकसाथ कैसे चालू हो सकती है? प्रति सेकंड मि.मि. पर चार्ज बदलते रहने का कोई मतलब नहीं रह जाता यदि आवेश पहले से ही मौजूद न हो ...

जब हम बातें कर रहे थे कि कक्षा X के विद्युत के पाठ में कठिनाइयाँ कहाँ पर आ सकती हैं, तब मुझे अहसास हुआ

कि इन गलतफहमियों और कठिनाइयों के कारण तो बार–बार समस्याएं आएंगी। मुझे अपने पाठों की योजना बनाते समय इन कठिनाइयों का ध्यान रखना होगा।

केस स्टडी 1 का उपयोग कक्षा X NCERT book, पाठ 12.1, विद्युत धारा और परिपथ, पृष्ठ 199 में किया जा सकता है।

ज़रा सोचिए

- विद्युत के विषय में आपके छात्र–छात्राओं को कौन–सी बात विशेषकर कठिन लगी?
- जब आप विद्युत के बारे में पढ़ा रहे थे तब क्या ऊपर वर्णन की गई गलतफहमियों में से कोई आपने देखी?

गतिविधि 1: छात्र–छात्राओं को विद्युत के बारे में पढ़ाने की तैयारी करना

किन्ही विशेष पाठों के दौरान आपके छात्र–छात्राओं को किस प्रकार की कठिनाइयाँ आ सकती हैं इस बात को ध्यान में रखते हुए यह गतिविधि विद्युत के बारे में पढ़ाने की योजना बनाने में आपकी मदद करेगी।

कक्षा X की पाठ्यपुस्तक के अध्याय 12 के प्रत्येक भाग को देखिये और पहचानिये कि प्रत्येक भाग में कौन–से मुख्य बिंदु और कठिनाइयों के स्त्रोत हैं। अपने विचारों को दर्ज करने के लिये तालिका 2 का उपयोग करें। (एक अन्य गतिविधि में आप इन कठिनाइयों का सामना करने की कुछ संभाव्य नीतियाँ देखेंगे।)

जब आप समाप्त कर लें, तब अपने लिखे हुए का मिलान संसाधन 1 से करें, जिसमें कुछ संभाव्य टिप्पणियाँ हैं।

तालिका 2 *छात्र–छात्राओं को विद्युत के बारे में पढ़ाने की योजना बनाना।*

खण्ड	गतिविधि	मुख्य शैक्षणिक बिंदु / इस गतिविधि और साथ के पाठ से छात्र–छात्राओं को मुझे क्या सिखाना है?	कठिनाइयों के स्रोत?
12.1	–	आवेश (कूलम्ब में मापा जाने वाला) का प्रति सेकंड प्रवाह ही विद्युत प्रवाह (एम्पीयर में मापा जाने वाला) है अमीटर द्वारा मापा गया विद्युत प्रवाह पारम्परिक प्रवाह की माप + से – तक होती है। विद्युत प्रवाह और इलेक्ट्रॉन एक चालक से हो कर जाते हैं। विद्युत प्रवाह तुरंत होता है, लेकिन चलन की गति लगभग 1 मि.मि. प्रति सेकंड $^{-1}$ होती है	आवेश दिखाई नहीं देता है। इलेक्ट्रॉनों की धीमी गति का मिलान तुरंत चलने वाले विद्युत प्रवाह से करते हुए।
12.2	–		
12.3	–		
खण्ड	**गतिविधि**	**मुख्य शैक्षणिक बिंदु / इस गतिविधि और साथ के पाठ से छात्र–छात्राओं को मुझे क्या सिखाना है?**	**कठिनाइयों के स्रोत?**
12.4	12.1		

	12.2		
	12.3		
12.5	12.4		
12.6.1	12.5		
12.6.2	12.6		
12.7			
12.7.1			
12.8			

2 विद्युत के बारे में सीखने में मदद के लिए मॉडलों का उपयोग करना

शिक्षक अनेक मॉडलों और समानताओं का उपयोग करके विज्ञान की अवधारणाओं के बारे में छात्र–छात्राओं के ज्ञान और समझ को विकसित करते हैं।

मॉडल और समानताएं अपरिचित अवधारणाओं और अनुभवों को परिचित, रोज़मर्रा के अनुभवों से जोड़ते हैं। उदाहरण के लिये, विद्युत परिपथों का वर्णन करने के लिये अक्सर जिस समानता का उपयोग किया जाता है वह है: 'चालक में बहता हुआ विद्युत प्रवाह वैसा ही है जैसे नदी या पाइप में बहता हुआ पानी'।

नदी की गहराई voltage कहलाती है ← ↕ → जल का प्रवाह current कहलाता है।

भौतिक मॉडलों में ठोस, वास्तविक वस्तुओं का उपयोग किसी वस्तु या प्रणाली के हिस्सों को दर्शाने के लिये होता है (चित्र 1)। छात्र–छात्रा वास्तविक वस्तुओं को छू कर अवधारणाओं, प्रक्रियाओं और संबंधों का वर्णन और उनकी खोज करते हैं। उदाहरण के लिये, किसी विद्युत परिपथ के विभवांतर में बदलाव का प्रभाव दर्शाने के लिये आप ऐसी किसी पटरी को झुका सकते हैं जिस पर कंचे हों: पटरी सीधी हो तब कंचे लुढ़कते नहीं हैं, लेकिन जब वह झुकी हो तब ऊंचाई से नीचे की ओर लुढ़कते हैं। (कंचे विद्युत प्रवाह हैं और झुकाव विभवांतर है।) यदि विभवांतर नहीं हो, तो परिपथ में प्रवाह चलेगा ही नहीं। लेकिन यदि आप विभवांतर बढ़ा दें, तो प्रवाह बढ़ेगा।

चित्र 1 अपने खुद के भौतिक मॉडल बनाता हुआ छात्र–छात्राओं का एक समूह। चेन लगा हुआ एक पेंसिल केस मानों एक परिवर्तनशील प्रतिरोधक है।

भौतिक मॉडलों में कम्प्यूटर पर बने मॉडल शामिल हैं, साथ ही छात्र–छात्राओं को भी मॉडल के हिस्से बनाया जा सकता है। उदाहरण के लिये, छात्र–छात्राओं के साथ एक वार्तालाप गतिविधि की जा सकती है जिसमें एक व्यक्ति बैटरी है जो उस रस्सी के घेरे को खींचता है जिसे समूह ने सहारा दे रखा है; चलती हुई रस्सी परिपथ में चलते हुए आवेश को दर्शाती है। इंटरनेट पर अनेक कम्प्यूटर पर बने मॉडल उपलब्ध हैं। आप अपने छात्र–छात्राओं को किसी दुकान पर जा कर ढूंढ़ने के लिये कह सकते हैं।

अपने छात्र–छात्राओं के साथ किसी भी मॉडल का उपयोग करने में एक अहम बात यह है कि उनके साथ *परस्पर बातचीत* होनी चाहिये। आप छात्र–छात्राओं को सीधे नहीं बताएं कि मॉडल क्या है: आप उनसे प्रश्न पूछें जैसे कि 'मॉडल के इस भाग का क्या मतलब है?' या, 'इस मॉडल में विरोध किस से दर्शाया है?', और अपने छात्र–छात्राओं को उनके विचार रखने के लिये प्रोत्साहित करें। वे अधिक सीखेंगे यदि वे खुद आपसी संबंधों को पहचानेंगे, बजाय इसके कि उन्हें केवल बता दिया जाए।

आपके छात्र–छात्राओं को समूह में काम करना चाहिये और एक–दूसरे के साथ अपने विचारों पर चर्चा करनी चाहिये। मॉडल का उपयोग करना और उसके बारे में चर्चा करने से आपके छात्र–छात्राओं को अपनी समझ बढ़ाने में मदद मिलेगी, और जब आप उनकी बातें और चर्चा को सुनेंगे तो आपको और अच्छी तरह समझ आएगा कि उनकी समस्याएं कहां पर हैं।

केस स्टडी 2: विद्युत परिपथों के लिये वार्तालाप गतिविधि का मॉडल

श्री नागेन्द्र ने स्थानीय DIET में एक प्रशिक्षण में भाग लिया था और विद्युत परिपथों के लिये एक वार्तालाप गतिविधि का मॉडल देखा। (इन दोनों मॉडलों का विवरण आप संसाधन 2 में देख सकते हैं।)

पिछले हफ्ते मैं विद्युत पढ़ाने के एक प्रशिक्षण सत्र में था। मुझे पहले तो आश्चर्य हुआ जब प्रशिक्षक ने हमें बताया कि हम विद्युत के लिये एक मॉडल का प्रयोग करने वाले हैं जिसे 'रस्सी का मॉडल' कहते हैं। मैंने यह मॉडल पहले नहीं देखा था और मुझे तब और भी आश्चर्य हुआ जब मैंने देखा कि यह एक वार्तालाप गतिविधि जैसा था! मैं लौट कर विद्यालय गया और कक्षा X के साथ उसका प्रयोग किया।

कक्षा X में 50 छात्र–छात्रा थे तो मैंने 12 के दो और 13 के दो समूह बनाए। हर समूह के पास एक डोरी थी। मैंने उन्हे इसे हल्के से थामे रखने को कहा। एक व्यक्ति ने उसे खींचा।

फिर मैंने हर समूह में से एक व्यक्ति को चुपके से डोरी को ज्यादा कस कर पकड़ने को कहा। खींचने वाले को डोरी को हिलाना ज्यादा कठिन हो गया और कस कर पकड़ने वाले को अपने हाथ कुछ गर्म लगने लगे।

मैंने ब्लैकबोर्ड पर कुछ प्रश्न लिखे:

- इस मॉडल में डोरी खींचने वाला क्या है?
- हिलती हुई डोरी किसका प्रतीक है?
- जब कोई डोरी को ज्यादा कस कर पकड़ता है तो क्या होता है? यह किसका प्रतीक है?
- यह मॉडल किसी परिपथ में चलती विद्युत का प्रतीक कैसे है?
- इस मॉडल से क्या मदद मिलती है?

मैंने अपने छात्र–छात्राओं को चार के समूह में बाँटा और प्रश्नों के उत्तर देने के लिये कहा। जब वे काम कर रहे थे तब मैंने सभी के पास जा कर उनकी बातें सुनी।

दस मिनट के बाद, मैंने कुछ समूहों में से एक–एक व्यक्ति को उनके उत्तरों का वर्णन करने को कहा।

आखिर में, मैंने उन्हें फिर उनके 12 के समूहों में बाँटा और हमने फिर वही सब किया। इस बार जब वे डोरी को हिला रहे थे, तब मैंने मॉडल की मुख्य विशेषताओं को दर्शाने के लिये प्रश्नों के उत्तरों का वर्णन किया।

इस मॉडल के बारे में अच्छी बात यह है कि सभी डोरी एक साथ हिलने है। एक परिपथ में आवेश भी एक ही साथ

चलता रहता है। यही वह बात थी जिसे कई छात्र–छात्रा समझ नहीं पा रहे थे जब पिछले साल मैंने कक्षा X को विद्युत पढ़ाई थी। मैंने महसूस किया कि ऐसा इसलिये था क्योंकि वे सोच रहे थे कि आवेश बैटरी में से आता है और परिपथ में घूमता है, बजाय इसके कि वह हमेशा वहाँ होता है और जब विभवांतर लाया जाए तब चलना शुरू करता है।

जब किसी ने डोरी को कस कर पकड़ा, तो वह प्रतिरोध लगाने जैसा था। छात्र–छात्राओं ने देखा कि डोरी तो अब भी परिपथ में ही थी, इसका मतलब आवेश परिपथ से जाता नहीं है, जैसा उनमें से कुछ को लग रहा था। कुछ ऊर्जा प्रतिरोध के रास्ते बाहर निकल रही थी, क्योंकि प्रतिरोध बने छात्र–छात्रा के हाथ गर्म हो रहे थे।

पूरे कार्यक्रम में सिर्फ लगभग 20 मिनट लगे लेकिन मुझे पक्का पता है कि मेरे छात्र–छात्राओं को विद्युत परिपथ बेहतर समझ आने में मदद मिली।

केस स्टडी 2 का उपयोग कक्षा X NCERT book, पाठ 12.1, विद्युत धारा और परिपथ, पृष्ठ 199 में किया जा सकता है।

ज़रा सोचिए

- विद्युत के बारे में पढ़ाने के लिये आपने किन समानताओं का उपयोग किया उनमें से कौन–सी उपयोगी रहीं?
- क्या आपने विद्युत के बारे में पढ़ाने के लिये किन्ही भौतिक मॉडल का उपयोग किया है? वे कौन–से थे?

वार्तालाप गतिविधियों के बारे में अधिक जानकारी के लिये देखें संसाधन 2।

वीडियो: कहानी सुनाना, गीत, रोल प्ले और नाटक

गतिविधि 2: मॉडलों का उपयोग करना

मॉडलों का उपयोग कैसे किया जा रहा है और अधिक मॉडलों का उपयोग कहां सहायक हो सकता है इस पर विचार कराते हुए यह गतिविधि आपको विद्युत के बारे में पढ़ाने की योजना बनाने में मदद करेगी।

आपको गतिविधि 1 में बनाई हुई तालिका की आवश्यकता होगी। तालिका 3 में बताए अनुसार तालिका में दाईं ओर एक और कॉलम बनाइये।

अध्याय को फिर से पढ़िये और पाठ में कौन–से मॉडल और समानताओं का उपयोग किया गया है।

अन्य मॉडल या समानताएं जोड़ें जो आपके अनुसार सहायक हो सकते हैं।

उदाहरण के लिये पहली पंक्ति भरी गई है। आप रस्सी के मॉडल और 'मिठाइयाँ और कप' नामक अन्य मॉडल के बारे में संसाधन 3 में अधिक जानकारी प्राप्त कर सकते हैं।

जब आप तालिका पूरी कर लें, तब अपनी टिप्पणियों को संसाधन 4 से मिला कर देखें।

तालिका 3: *पाठ्यपुस्तक के सबक के साथ कौन–से मॉडल या समानताएं जोड़ी जा सकती हैं।*

खण्ड	गतिविधि	मुख्य शैक्षणिक बिंदु / इस गतिविधि और साथ के पाठ से छात्र–छात्राओं को मुझे क्या सिखाना है?	कठिनाइयों के स्रोत?	यहां कौन–से मॉडल या समानताएं उपयोग में *आ रही हैं* या *लाई जा सकती हैं*?
12.1	–	आवेश (कूलम्ब में मापा जाने वाला) का प्रति सेकंड प्रवाह ही विद्युत प्रवाह (एम्पीयर में मापा जाने वाला) है अमीटर द्वारा मापा गया विद्युत प्रवाह पारम्परिक प्रवाह की माप + से – तक होती है। विद्युत प्रवाह और इलेक्ट्रॉन एक चालक से हो कर जाते हैं। विद्युत प्रवाह तुरंत होता है, लेकिन चलन की गति लगभग 1 मि.मि. प्रति सेकंड $^{-1}$ होती है	आवेश ऐसी वस्तु नहीं जिसे देखा जा सके इलेक्ट्रॉन के बहाव की दिशा और पारम्परिक प्रवाह को लेकर भ्रम इलेक्ट्रॉन्स की धीमी गति और प्रवाह की तत्परता का मेल	**उपयोग किये जा रहे:** बहाव के रूप में विद्युत प्रवाह परिपथ एक सतत चलने वाला बंद रास्ता है – किसी भी टूट से प्रवाह रूकता है **यह भी देखें:** रस्सी का मॉडल।
12.2	–			–
12.3	–			–
12.4	12.1			
	12.2			
	12.3			
12.5	12.4		–	
12.6.1	12.5		–	–
12.6.2	12.6			
12.7	–			
12.7.1	–			–
12.8	–			

3 मॉडलों और सीमाओं का सामर्थ्य और सीमाएँ

मॉडलों और समानताओं के इस्तेमाल की कुछ सामान्य सामर्थ्य और सीमाएं हैं, लेकिन प्रत्येक मॉडल और समानता की अपनी सामर्थ्य और सीमाएं भी हैं।

आसान मॉडल कुछ ही परिस्थितियों में सही काम कर सकते हैं और कोई मॉडल जो एक संदर्भ में सही हो वह अन्य सन्दर्भ में गलत भी हो सकता है। कभी–कभी, किसी सन्दर्भ में आप दो या अधिक मॉडलों का उपयोग कर सकते हैं, प्रत्येक का तरीका अलग हो सकता है।

मॉडल या समानता का चुनाव महत्वपूर्ण है। यदि आपके छात्र–छात्रा किसी वस्तु या परिस्थिति से परिचित नहीं हों, तो उसे आप मॉडल या समानता का हिस्सा नहीं बनाएं, क्योंकि इससे वे भ्रम में पड़ सकते हैं।

अपने मॉडल से उत्पन्न अतिरिक्त भ्रम की अवस्थाओं के बारे में भी जानकारी होना महत्वपूर्ण है। कभी–कभी, शिक्षक के तौर पर आप जिन बातों पर ध्यान नहीं देते उनसे छात्र–छात्रा विचलित हो सकते हैं, या जब वे मॉडल को याद कर रहे हों तब कुछ बातें अलग तरह से कर सकते हैं।

उदाहरण के लिये, आप एक 'रोलर कोस्टर' (अर्थात्, घुमावदार पथ) मॉडल का उपयोग विद्युत परिपथ में विद्युत विभव को दर्शाने के लिये करें। इसमें यह विचार दर्शाया गया है कि गाड़ियों को एक ऊंची जगह पर ले जाना होता है तभी वे खुद से चलने लगता हैं, और यह विचार कि परिपथ में आवेश सिर्फ घूमता रहता है इससे मेल खाता है कि गाड़ियाँ पटरी पर सिर्फ चलती रहती हैं और चलने के दौरान कोई उनमें से उतरता नहीं। यह उपयुक्त मॉडल हो सकता है, लेकिन संभव है कि आप जो सिखाना चाहते हों, उसके बजाय छात्र–छात्रा का ध्यान इस पर जाए कि 'रोलर कोस्टर (अर्थात्, घुमावदार पथ) की पहली पहाड़ी सबसे बड़ी होती है' और तय कर लें कि जब आप परिपथ में जितना आगे चलेंगे उतनी कम ऊर्जा उपलब्ध होगी।

आपको तभी पता चलेगा कि आपके मॉडल के साथ गलतफहमियाँ भी आ गई हैं जब आप अपने छात्र–छात्राओं से मॉडल के बारे में प्रश्न पूछेंगे और उनकी समझ के बारे में जानने के लिये ध्यान से सुनेंगे। आप छात्र–छात्राओं को चित्र बनाने या आपके दिये चित्रों में जानकारी या टिप्पणियाँ जोड़ने के लिये कह कर भी ऐसी बातों का पता लगा सकते हैं। अपने छात्र–छात्राओं की समझ का पता लगाने के बारे में आप अधिक जानकारी पा सकते हैं इकाई *समझ की जाँच: कार्य और ऊर्जा* में, और मुख्य संसाधन 'प्रगति और प्रदर्शन का मूल्यांकन' में।

गतिविधि 3: विद्युत परिपथ के दो वार्तालाप गतिविधि के मॉडलों की तुलना

इस गतिविधि से आपको अपनी कक्षा के साथ भौतिक मॉडलों का उपयोग और मूल्यांकन करने का अनुभव मिलेगा। आपको इस गतिविधि के लिये 2 संसाधनों की आवश्यकता होगी।

पढ़ाने के दौरान आप कभी भी इनमें से किसी भी मॉडल को दिखा और उपयोग कर सकते हैं, लेकिन छात्र–छात्राओं से इनकी तुलना और मूल्यांकन करवाना विषय के अंत में ही ठीक रहेगा, क्योंकि इससे छात्र–छात्रा अपनी समझ का पता खुद लगा सकेंगे।

पाठ से पहले, अपने छात्र–छात्राओं को समूहों में बाँटिये और तय कीजिये कि आप गतिविधि को दोनों मॉडलों के बारे में ज्यादा नहीं बताते हुए किस प्रकार शुरू करने वाले हैं।

आपको एक निर्देश सूची या पोस्टर देना होगा जिसमें प्रत्येक मॉडल के लिये आप अपने छात्र–छात्राओं से जो प्रश्न पूछेंगे वह भी शामिल हों। छात्र–छात्राओं के प्रत्येक समूह को दोनों मॉडलों पर काम करना है। कुछ समूह रस्सी के मॉडल से शुरू कर सकते हैं, जबकि दूसरे 'मिठाई' मॉडल के साथ। फिर आप सभी को रोकें जिससे वे अन्य मॉडल का उपयोग करने वाले समूह से अपने साधनों की अदला–बदली करें।

समूह जब काम कर रहे हों तब उनके बीच घूमें। उन्हें एक–दूसरे के साथ अपने विचार बांटने के लिए प्रोत्साहित करें। हमेशा से ज्यादा शोर के लिये तैयार रहें, खासकर यदि छात्र–छात्रा बड़े घेरों में अपनी आवाज़ सुनाने के लिये ज़ोर से बोल रहे हों।

जब सभी ने दोनों मॉडलों पर काम कर लिया हो, तब पूरी कक्षा के साथ प्रश्नों पर चर्चा करें।

हर मॉडल के सामर्थ्य और सीमाओं पर अपने छात्र–छात्राओं को अपने समूह में चर्चा करने को कहें। इन विचारों पर पूरी कक्षा के साथ चर्चा करें।

गतिविधि 3 का उपयोग कक्षा X NCERT book, पाठ 12.1, विद्युत धारा और परिपथ, पृष्ठ 193 में किया जा सकता है।

4 सारांश

इस इकाई में आपने सीखा कि वे कौन–सी बातें हैं जो विद्युत को कठिन विषय बनाती हैं और कैसे मॉडलों का उपयोग आपके शिक्षा देने में मदद कर सकता है।

केस स्टडी 2 और गतिविधि 3 में विद्युत परिपथ के बारे में पढ़ाने की एक तकनीक, वार्तालाप गतिविधि, के बारे में बताया गया। हालांकि, मॉडलों का उपयोग करने के कई तरीके हैं और गतिविधि 2 में आपने कई विषयों की पहचान की जिनमें मॉडल के उपयोग से छात्र–छात्राओं की समझ विकसित की जा सकती है।

कभी–कभी लगता है कि कक्षा X तक आते–आते छात्र–छात्राओं को भौतिक मॉडलों की जगह मानसिक मॉडल बनाने चाहिएं। लेकिन, समझ के विकास की प्रक्रिया के लिये भौतिक मॉडल बहुत मददगार होते हैं और यहाँ तक कि यूनिवर्सिटी के छात्र–छात्रा भी भौतिक मॉडलों से लाभ ले सकते हैं, जैसे कि, रसायनशास्त्र में अणुओं के मॉडल बना कर समव्यवता के अलग अलग रूपों को समझना।

पढ़ाने के अपने अगले विषय के लिये, पहचानें कि छात्र–छात्राओं को अवधारणात्मक कठिनाइयाँ कहाँ पर आ सकती हैं और कहाँ पर मॉडलों का उपयोग सहायक होगा। विचार करें कि कौन–से मॉडल और समानताएं सबसे उचित होंगी।

अपने सहकर्मियों के साथ अपनी गतिविधियों की योजनाओं पर चर्चा करें:

- आप किस प्रकार के मॉडल या समानताओं का इस्तेमाल करने की योजना बना रहे हैं?
- इस मॉडल की सामर्थ्य और संभाव्य सीमाएं क्या हैं?
- अपने समूह में आप इन गतिविधियों को कैसे शामिल करेंगे?
- आप किन खास विशेषताओं की ओर ध्यान आकर्षित करेंगे?

एक सीखने की योजना बनाएं जिसमें कक्षा में शिक्षण के दौरान कम–से–कम एक मॉडल–आधारित गतिविधि शामिल हो।

संसाधन

संसाधन 1: विद्युत विषय में कठिनाई के स्रोत

यह संसाधन गतिविधि 1 में उपयोग किया गया है।

तालिका R1.1 *विद्युत विषय में आपके छात्र–छात्राओं को कहाँ कठिनाई आ सकती है?*

खण्ड	गतिविधि	मुख्य शैक्षणिक बिंदु / इस गतिविधि और साथ के पाठ से छात्र–छात्राओं को मुझे क्या सिखाना है?	कठिनाई के स्रोत? संभाव्य गलतफहमियाँ?
12.1	–	आवेश (कूलम्ब में मापा जाने वाला) का प्रति सेकंड प्रवाह ही विद्युत प्रवाह (एम्पीयर में मापा जाने वाला) है। अमीटर द्वारा मापा गया विद्युत प्रवाह। पारम्परिक प्रवाह की माप + से – तक होती है। विद्युत प्रवाह और इलेक्ट्रॉन एक चालक से हो कर जाते हैं। विद्युत प्रवाह तुरंत होता है, लेकिन चलन की गति लगभग 1 मि.मि. प्रति सेकंड $^{-1}$ होती है	आवेश ऐसी वस्तु नहीं जिसे देखा जा सके इलेक्ट्रॉन के बहाव की दिशा और पारम्परिक प्रवाह को लेकर भ्रम इलेक्ट्रॉन्स की धीमी गति और प्रवाह की तत्क्षणता का मेल

12.2	–	चालक में विभवांतर के कारण आवेश उसमें से प्रवाहित होता है विभवांतर = प्रति इकाई आवेश पर किया गया काम 1 वोल्ट = 1 जूल प्रति कूलम्ब वोल्टमीटर द्वारा मापा गया	यह विचार कि बैटरी विद्युत प्रवाह देती है वोल्टेज नहीं
12.3	–	आम तौर पर उपयोग किये जाने वाले हिस्सों के लिये पारम्परिक चिह्न	–
12.4	12.1	किसी चालक के लिये वोल्टेज और विद्युत प्रवाह का आपसी संबंध। अलग अलग सेल्स की संख्या के लिये V विरूद्ध I के ग्राफ से प्राप्त ओहम का नियम	वोल्टेज और विद्युत प्रवाह के बीच शेष ग़लतफहमी परिपथ के रेखाचित्र का संबंध वास्तविक परिपथ से जोड़ना वोल्टमीटर और अमीटर के संयोजन
	12.2	हिस्सों को बदलने से प्रवाह प्रभावित होता है। प्रतिरोध की अवधारणाः प्रतिरोध बढ़ने से प्रवाह कम होता है	संभावित गलतफहमी 'हिस्सों द्वारा प्रवाह को उपकरणों द्वारा विद्युत प्रवाह का खपत कर लिया जाता है' पाठ की चर्चा में चालक में से इलेक्ट्रॉनों के हो कर गुजरने का मानसिक मॉडल
	12.3	चालक के प्रतिरोध को प्रभावित करने वाले कारण तार की प्रतिरोधकता या लंबाई जितनी ज्यादा, प्रतिरोध भी उतना ही ज्यादा अनुप्रस्थ काट का क्षेत्र जितना ज्यादा, उतना ही प्रतिरोध कम	विद्युत प्रवाह को मापते हुए प्रतिरोध का अनुमान लगाना – प्रतिरोध को सीधे मापना नहीं। अनुप्रस्थ काट के क्षेत्र का नियम प्राप्त करने के लिये, छात्र–छात्राओं को याद दिलाना होता है कि व्यास दुगुना करने से क्षेत्रफल चौगुना होता है आपसी संबंध याद रखना
12.5	12.4	श्रेणी में प्रतिरोधकः श्रेणी परिपथ में कहीं भी प्रवाह एक समान होता है; प्रवाह प्रतिरोध की कुल मात्रा पर निर्भर करता है	परिपथ को परिपथ रेखाचित्र से मिलाना – 'प्रवाह को उपकरणों द्वारा विद्युत प्रवाह का खपत कर लिया जाना' गलतफहमी
12.6.1	12.5	श्रेणी में प्रतिरोधकों के लिये, कुल विभवांतर अर्थात् प्रत्येक प्रतिरोधक के विभवांतरों का योग। V = IR के रूप में, श्रेणी में प्रतिरोधकों का कुल प्रतिरोध = प्रतिरोधकों का योग	परिपथ को परिपथ रेखाचित्र से मिलाना

खण्ड	गतिविधि	मुख्य शैक्षणिक बिंदु / इस गतिविधि और साथ के पाठ से छात्र–छात्राओं को मुझे क्या सिखाना है?	कठिनाई के स्रोत? संभाव्य गलतफहमियाँ?
12.6.2	12.6	तीन प्रतिरोधक समांतर हों, तो प्रत्येक प्रतिरोधक का विभवांतर और तीनों का कुल विभवांतर समान होगा परिपथ के अखंडित भाग में प्रवाह = प्रत्येक प्रतिरोधक के प्रवाहों का योग	परिपथ को परिपथ रेखाचित्र से मिलाना गणनाएं समझने के लिये कठिन हो सकती हैं गतिविधि के बाद कुल प्रतिरोध की गणना कठिन हो सकती है; कुल प्रतिरोध में कमी आना शुरू में सहज ज्ञान के विपरीत होता है
12.7	–	जब विद्युत प्रवाह किसी चालक में से गुजरता है तब कुछ ऊर्जा गर्मी के रूप में निकल जाती है बल $P = VI$ ऊर्जा $H = V I t$ ऊर्जा $H = I^2 R$	
12.7.1	–	गर्मी के प्रभाव के व्यावहारिक उपयोगः हीटर, टोस्टर (ब्रेड सेंकने वाली मषीन) आदि, फिलामेंट वाले बल्ब, फ्यूज़	क्या सभी छात्र–छात्रा इन उदाहरणों को पहचानते होंगे?
12.8	–	विद्युत बल $P = V I I$ $P = V/R$ $P = I^2R$ बल को वाट्स में मापा जाता है ऊर्जा की व्यापारिक इकाई = किलोवाट घंटा (kW h) = 3.6×10^6 जूल्स। विद्युत उपकरणों द्वारा आवेश खपत कर लिया जाता। हम उपयोग की गई ऊर्जा का पैसा देते हैं, आवेश का नहीं	ऊर्जा और आवेश में ग़लतफहमी

संसाधन 2: वार्तालाप गतिविधि

वार्तालाप गतिविधि में छात्र–छात्राओं को एक भूमिका निभानी होती है और, किसी छोटे प्रसंग के दौरान, वे उस भूमिका में बोलते और अभिनय करते हैं, उस पात्र की आदतें और प्रवृत्तियाँ ले लेते हैं जिसे वह निभा रहे हैं। इसमें स्क्रिप्ट नहीं

होती लेकिन महत्वपूर्ण बात यह है कि शिक्षक द्वारा छात्र–छात्राओं को पर्याप्त जानकारी दी जाती है जिससे वे भूमिका निभाने में सक्षम हों। भूमिका निभा रहे छात्र–छात्राओं से कहा जाना चाहिये कि अपने विचार और भावनाएं सहज तरीके से व्यक्त करें।

वार्तालाप गतिविधि के कई लाभ हैं, क्योंकि यहः

- दूसरों की भावनाओं की समझ विकसित करने के लिये वास्तविक जीवन की घटनाएं लाती है
- निर्णय–क्षमता के विकास को बढ़ावा देती है
- सीखने में छात्र–छात्राओं का सक्रिय सहयोग होता है और सभी छात्र–छात्राओं को योगदान देने का अवसर मिलता है
- ऊंचे स्तर की सोच को बढ़ावा देती है

वार्तालाप गतिविधि में भाग लेने से छोटे छात्र–छात्राओं को अलग अलग सामाजिक स्थितियों में बात करने के लिए आत्मविश्वास को विकसित करने में मदद मिल सकती है, उदाहरण के लिए, किसी दुकान पर खरीदारी करना, स्थानीय स्मारक के लिये पर्यटकों को रास्ता बताना या कोई टिकट खरीदना। आप कुछ ही सामग्री और निशानों के साथ, जैसे 'होटल', 'अस्पताल' या 'गैरेज' के साथ आसान घटनाएँ बना सकते हैं। अपने छात्र–छात्राओं से पूछें, 'यहाँ कौन काम करता है?', 'ये क्या कहते हैं?' और 'हम इनसे क्या पूछते हैं?', और उन्हें इन भूमिकाओं में आपस में बातें करने के लिये प्रोत्साहित करें और उनका भाषा–उपयोग देखें।

वार्तालाप गतिविधि से बड़े छात्र–छात्राओं के जीवन के कौशलों का विकास हो सकता है। उदाहरण के लिए, कक्षा में हो सकता है कि आप इस बात का पता लगा रहे हों कि टकराव को किस प्रकार सुलझाया जाए। अपने विद्यालय या समाज के किसी उदाहरण को लेने के बजाय, आप उन्हीं समस्याओं पर आधारित कोई ऐसी घटना ले सकते हैं जिसका संबंध वहां से नहीं हो। छात्र–छात्राओं को भूमिकाएं दें या उनसे कहें कि वे ही चुन लें। आप उन्हें योजना बनाने का समय दे सकते हैं या उन्हें तुरंत ही वार्तालाप गतिविधि शुरू करने को कह सकते हैं। वार्तालाप गतिविधि कक्षा के सामने की जा सकती है, या छात्र–छात्रा छोटे समूहों में काम कर सकते हैं जिससे कोई और उन्हें नहीं देखे। ध्यान दें कि वार्तालाप गतिविधि का उद्देश्य है भूमिकाओं का खेल और इससे क्या शिक्षा मिलती है; आप शानदार अभिनय या बॉलीवुड अभिनेताओं के पुरस्कारों की अपेक्षा नहीं करें।

विज्ञान और गणित में भी वार्तालाप गतिविधि का उपयोग किया जा सकता है। छात्र–छात्रा, अणुओं के व्यवहार की नकल कर सकते हैं, आपसी व्यवहार में कणों के गुण ले सकते हैं या गर्मी या प्रकाश का प्रभाव दर्शाने के लिये बर्ताव बदल सकते हैं। गणित में, छात्र–छात्रा, कोण या किसी आकार की भूमिका अदा कर सकते हैं जिससे वे उसके गुणों और संयोग के बारे में जानें।

संसाधन 3: विद्युत परिपथों के बारे में पढ़ाने के लिये दो मॉडल

इस संसाधन का संदर्भ केस स्टडी 2 में और उपयोग गतिविधि 2 में किया गया है।

प्रत्येक मॉडल को पूरा करने में किसी समूह को सारे साधन और निर्देश मिल जाने के बाद लगभग पाँच मिनट लगते हैं।

नोटः इन दोनों मॉडलों के लिये, छात्र–छात्राओं को यह बताए बिना निर्देशों का पालन करने दें कि सारी विशेषताएं और क्रियाएं किनके प्रतीक हैं। प्रश्नों द्वारा उनका ध्यान आकर्षित करें और उन्हें उत्तर स्वयं ही खोजने को प्रोत्साहित करें।

प्रत्येक मॉडल के निर्देशों के बाद उत्तर और टिप्पणियाँ दी गई हैं।

मिठाइयाँ और कप

जरूरी सामान

आवरण में लिपटी मिठाइयाँ, दो बक्से और कुछ कागज के कप। आधी मिठाइयाँ एक बक्से में और आधी दूसरे में रखें।

यह मॉडल तब सही काम करता है जब आपके पास लगभग 20 मिठाइयाँ हों और घेरे में दस व्यक्ति हों, साथ ही एक दर्शक और एक प्रश्न पढ़ने वाला व्यक्ति हो। यदि आप इससे बड़े समूह और अधिक मिठाइयाँ लेते हैं, तो घेरे में मिठाइयाँ घुमाने में बहुत अधिक समय लगेगा।

कैसे खेलें

शुरू करने से पहले, समूह में से एक व्यक्ति को निर्देश और प्रश्न ज़ोर से पढ़ कर सुनाने के लिये कहें।

- एक को छोड़ कर सभी को घेरे में खड़ा करें। घेरे के बाहर का व्यक्ति कार्यवाही देखेगा।
- एक व्यक्ति के पास वह बक्सा है जिसमें आधी मिठाइयाँ हैं। वह हर एक सेकंड में एक मिठाई अपने दाईं ओर खड़े व्यक्ति को देता है, जो उसे तुरंत ही अपने दाईं ओर खड़े व्यक्ति को देता है और इस तरह चलता रहता है। (घेरे के बाहर एक व्यक्ति को रखने से सुविधा हो सकती है जो हर एक सेकंड पर टेबल पर आवाज़ करे।)
- घेरे में एक व्यक्ति के पास एक कप है। जब उनके पास मिठाई आती है, तब वे उसे एक सेकंड कप में रखते हैं और फिर आगे बढ़ाते हैं। जल्दी ही बक्से की सारी मिठाइयां घेरे में समान गति से घूमने लगती हैं। बक्सा लिये व्यक्ति के बाईं ओर के व्यक्ति के पीछे दर्शक को खड़ा करें, और वे एक ताली बजाएं जब उनके सामने वाला व्यक्ति बक्से वाले व्यक्ति को मिठाई दे। मिठाई के कई चक्कर पूरे होने दें जिससे सभी एक लय में जम जाएं और फिर आप बदलाव करें।
- अब एक और व्यक्ति को एक कप दें। अब मिठाइयाँ किस गति से परिपथ में घूम रही हैं (दर्शक ने कितनी बार ताली बजाई)?
- अब समूह में किसी और को मिठाइयों का दूसरा बक्सा दें जिसमें आधी मिठाइयाँ हैं। वे भी हर सेकंड में एक मिठाई देते हैं, तो अब दो व्यक्ति घेरे में मिठाइयाँ बाँट रहे हैं जिससे हर सेकंड में दो मिठाइयाँ चल रही हैं)। इससे घेरे में मिठाइयों के चलने की गति बढ़ती है, और दर्शक दुगुनी गति से ताली बजाता है।

प्रश्न

- मिठाई बाँटने वाला व्यक्ति किसका प्रतीक है?
- मिठाई किसका प्रतीक है?
- कप किसका प्रतीक है?
- एक और व्यक्ति मिठाई बाँटने लगता है वह किसका प्रतीक है और इसका प्रभाव क्या होता है?

उत्तर और टिप्पणियाँ

- मिठाई बाँटने वाला व्यक्ति बैटरी के समान है जो आवेश को परिपथ में चलाती है। (इस मॉडल से ऐसा लग सकता है कि बैटरी से आवेश आता है, जोकि गलत है। बैटरी से आवेश सिर्फ चलता है।)
- मिठाइयाँ आवेश हैं। आप देख सकते हैं कि मिठाइयाँ समान संख्या में चल रही हैं। मिठाइयों के चलने की दर प्रवाह है। दर्शक जितनी तेज़ी से ताली बजाता है, परिपथ में प्रवाह उतना ही तेज़ है। दर्शक एक अमीटर के समान है, जो प्रवाह में बदलाव की दर को मापता है।
- कपों के कारण मिठाइयों का प्रवाह धीमा होता है। वे प्रतिरोधी या बत्ती की तरह काम करते हैं। (वास्तविक परिपथ में यहाँ से ऊर्जा बाहर निकलती है, लेकिन इस मॉडल में इसे देखना मुश्किल है।)
- मिठाइयाँ बाँटने वाला दूसरा व्यक्ति एक और बैटरी की तरह है। एक और बैटरी जोड़ने से प्रवाह बढ़ता है: दर्शक के सामने से मिठाइयाँ अब दुगुनी तेज़ी से गुज़र रही हैं। अधिक मिठाइयाँ लेकर किसी को जोड़ने में समस्या यह है कि ऐसा लगता है कि एक और बैटरी जोड़ने से आवेश बढ़ गया है, जबकि घूमने वाला आवेश समान होना चाहिये। केवल उसके चलने की गति बढ़ती है।

सामर्थ्य

परिपथ में चलने वाला आवेश समान रहता है यह दर्शाने के लिये यह मॉडल अच्छा है। मिठाइयाँ समूह के बाहर नहीं जातीं, और प्रतिरोधी जोड़ने पर प्रवाह कम होता है।

सीमाएं

मॉडल से ऐसा लगता है कि बैटरी से आवेश आता है और आवेश को परिपथ में गति करने में थोड़ा समय लगता है। इस मॉडल से स्पष्ट रूप से पता चलता है कि ऊर्जा का स्थानांतरण कहाँ हो रहा है।

रस्सी का मॉडल

जरूरी सामान

हल्की रस्सी का एक (बड़ा) घेरा बनाएं, जिस पर यदि हर एक मीटर पर निशान बना हो तो ज्यादा अच्छा है, जिससे आप इसके चलने की गति देख सकें। रस्सी जितनी बड़ी होगी, आप उतने अधिक व्यक्तियों को इस वार्तालाप गतिविधि के समूह में रख सकते हैं।

कैसे खेलें

शुरू करने से पहले, समूह में से एक व्यक्ति को निर्देश और प्रश्न ज़ोर से पढ़ कर सुनाने के लिये कहें।

- सभी एक घेरा बना कर खड़े होते हैं, जिससे रस्सी बहुत कसेगी नहीं, लेकिन कहीं भी उसमें झोल भी नहीं आएगा।
- एक व्यक्ती एक ही गति से रस्सी को खींचता है।
- अन्य सभी को रस्सी बहुत हल्के से पकड़नी है जिससे वह चल सके।
- एक व्यक्ति अन्यों की अपेक्षा अधिक कस कर पकड़े और ध्यान दे कि क्या होता है। ध्यान दें कि कोई भी बहुत कस कर नहीं पकड़े – यह रस्साकशी का खेल नहीं है! खींचने वाले व्यक्ति को एक समान ताकत से खींचना है, धीरे–धीरे ताकत बढ़ानी नहीं है।

प्रश्न

- इस मॉडल में डोरी खींचने वाला क्या है?
- हिलती हुई डोरी किसका प्रतीक है?
- जब कोई रस्सी को अपेक्षाकृत कस कर पकड़ता है, तो यह किसका प्रतीक है?

उत्तर और टिप्पणियाँ

- रस्सी खींचने वाला व्यक्ति बैटरी है। जब वह रस्सी खींचता है, तो परिपथ को ऊर्जा मिलती है।
- चलती हुई रस्सी परिपथ में चलता हुआ आवेश है।
- जब कोई रस्सी को अपेक्षाकृत कस कर पकड़ता है, तो उनके हाथ गर्म होने लगते हैं और रस्सी को खींचना थोड़ा कठिन होता है। कस कर पकड़ना बढ़ा हुआ प्रतिरोध है। किसी के हाथ गर्म होना परिपथ से ऊर्जा बाहर जाने का प्रतीक है। पकड़ने वाला व्यक्ति बल्ब या प्रतिरोधी के समान है।

सामर्थ्य

इस मॉडल से पता चलता है कि सारा आवेश परिपथ में एक ही समय चलता है, और इसमें प्रतिरोध और ऊर्जा स्थानांतरण में संबंध पता चलता है।

सीमाएं

जब रस्सी कस कर पकड़ी हो तब रस्सी खींचने वाला व्यक्ति यदि ज़ोर लगा कर खींचे, तो ऐसा लग सकता है कि प्रतिरोध बढ़ने पर बैटरी को ज्यादा काम करना पड़ता है जिससे प्रवाह समान रहे।

संसाधन 4: विद्युत के बारे में पढ़ाने के लिये मॉडल और समानताओं का उपयोग

यह संसाधन गतिविधि 2 में उपयोग किया गया है। तालिका R3.1 में उपयोग किये गए मॉडल और समानताओं की पहचान की गई है और दूसरे ऐसे मॉडलों के सुझाव दिये हैं जो सहायक हो सकते हैं।

तालिका R4.1 *विद्युत के बारे में पढ़ाने के लिये मॉडल और समानताओं का उपयोग।*

खण्ड	गतिविधि	मुख्य शैक्षणिक बिंदु / इस गतिविधि और साथ के पाठ से छात्र–छात्राओं को मुझे क्या सिखाना है?	कठिनाइयों के स्रोत?	यहाँ पर किन मॉडल या समानताओं का उपयोग हो रहा है या किया जा सकता है?
12.1	–	आवेश (कूलम्ब में मापा जाने वाला) का प्रति सेकंड प्रवाह ही विद्युत प्रवाह (एम्पीयर में मापा जाने वाला) है अमीटर द्वारा मापा गया विद्युत प्रवाह पारम्परिक प्रवाह की माप + से – तक होती है। विद्युत प्रवाह और इलेक्ट्रॉन एक चालक से हो कर जाते हैं। विद्युत प्रवाह तुरंत होता है, लेकिन चलन की गति लगभग 1 मि.मि. प्रति सेकंड $^{-1}$ होती है	आवेश ऐसी वस्तु नहीं जिसे देखा जा सके इलेक्ट्रॉन के बहाव की दिशा और पारम्परिक प्रवाह को लेकर भ्रम इलेक्ट्रॉन्स की धीमी गति और प्रवाह की तत्क्षणता का मेल	**उपयोग किये जा रहे:** बहाव के रूप में विद्युत प्रवाह परिपथ एक सतत चलने वाला बंद रास्ता है – किसी भी टूट से प्रवाह रूकता है **यह भी देखें:** रस्सी का मॉडल
12.2	–	चालक में विभवांतर के कारण आवेश उसमें से प्रवाहित होता है विभवांतर = प्रति इकाई आवेश पर किया गया काम। 1 वोल्ट = 1 जूल प्रति कूलम्ब वोल्टमीटर द्वारा मापा गया	यह विचार कि बैटरी विद्युत प्रवाह देती है वोल्टेज नहीं	**उपयोग किये जा रहे:** पानी को नीचे की ओर बहने के लिये गुरूत्वीय विभवांतर की आवश्यकता होती है। आवेश को बहने के लिये विद्युतीय विभवांतर की आवश्यकता होती है **यह भी देखें:** रस्सी का मॉडल
12.3	–	आम तौर पर उपयोग किये जाने वाले हिस्सों के लिये पारम्परिक चिह्न।		–
12.4	12.1	किसी चालक के लिये वोल्टेज और विद्युत प्रवाह का आपसी संबंध। **अलग अलग बैटरी की संख्या के लिये V विरूद्ध I के ग्राफ से प्राप्त ओहम का नियम**	वोल्टेज और विद्युत प्रवाह के बीच शेष ग़लतफहमी परिपथ के रेखाचित्र का संबंध वास्तविक परिपथ से जोड़ना वोल्टमीटर और अमीटर के संयोजन	**उपयोग किये जा रहे:** परिपथ के प्रतीक के लिये परिपथ रेखाचित्र (सारी गतिविधियों में उपयोग किया गया)

	12.2	हिस्सों को बदलने से प्रवाह प्रभावित होता है। प्रतिरोध की अवधारणा: प्रतिरोध बढ़ने से प्रवाह कम होता है	संभावित गलतफहमी 'उपकरणों द्वारा विद्युत प्रवाह की खपत कर ली जाती है' पाठ की चर्चा में चालक में से इलेक्ट्रॉनों के हो कर गुजरने का मानसिक मॉडल	**संभावित सहायक:** रस्सी का मॉडल, मिठाई का मॉडल
	12.3	चालक के प्रतिरोध को प्रभावित करने वाले कारण तार की प्रतिरोधकता या लंबाई जितनी ज्यादा, प्रतिरोध भी उतना ही ज्यादा अनुप्रस्थ काट का क्षेत्र जितना ज्यादा, उतना ही प्रतिरोध कम	विद्युत प्रवाह को मापते हुए प्रतिरोध का अनुमान लगाना – प्रतिरोध को सीधे मापना नहीं। अनुप्रस्थ काट के क्षेत्र का नियम प्राप्त करने के लिये, छात्र–छात्राओं को याद दिलाना होता है कि व्यास दुगुना करने से क्षेत्रफल चौगुना होता है आपसी संबंध याद रखना	**संभावित सहायक:** (ऐसा कुछ जिसका अभिनय किया जा सके?) भीड़–भरे गलियारे में बक्सों का ढेर ले कर चलना। टकराने से बक्से गिरने लगते हैं गलियारा जितना बड़ा होगा उतने ज्यादा बक्से गिरेंगे और जितना संकरा होगा, टकराने की बारम्बारता उतनी ज्यादा होगी।
खण्ड	**गतिविधि**	**मुख्य शैक्षणिक बिंदु / इस गतिविधि और साथ के पाठ से छात्र–छात्राओं को मुझे क्या सिखाना है?**	**कठिनाइयों के स्रोत?**	**यहाँ पर किन मॉडल या समानताओं का उपयोग हो रहा है या किया जा सकता है?**
12.5	12.4	श्रेणी में प्रतिरोधक: श्रेणी परिपथ में कहीं भी प्रवाह एक समान होता है। प्रवाह प्रतिरोध की कुल मात्रा पर निर्भर करता है	परिपथ को परिपथ रेखाचित्र से मिलाना – 'प्रवाह सोख लिया जाना' गलतफहमी	**संभावित सहायक:** मिठाई का मॉडल
12.6.1	12.5	श्रेणी में प्रतिरोधकों के लिये: प्रत्येक प्रतिरोधक के विभवांतरों का योग कुल विभवांतर है। $V = IR$, के रूप में, श्रेणी में प्रतिरोधकों का कुल प्रतिरोध = प्रतिरोधकों का योग	परिपथ को परिपथ रेखाचित्र से मिलाना	–

12.6.2	12.6	जब तीन प्रतिरोधक समांतर हों: प्रत्येक प्रतिरोधक का विभवांतर और तीनों का कुल विभवांतर समान होगा परिपथ के अखंडित भाग में प्रवाह = प्रत्येक प्रतिरोधक के प्रवाहों का योग	परिपथ को परिपथ रेखाचित्र से मिलाना गणनाएं समझने के लिये कठिन हो सकती हैं गतिविधि के बाद कुल प्रतिरोध की गणना कठिन हो सकती है; कुल प्रतिरोध में कमी आना शुरू में सहज ज्ञान के विपरीत होता है	**संभावित सहायक:** विभवांतर के लिये ढलान का मॉडल। किसी चौड़ी प्लास्टिक की कीप में ऊपर से तीन छर्रे (बॉलबेयरिंग) एक साथ छोड़ें (नीचे एक बोल रखें)। प्रत्येक का मार्ग अलग होगा लेकिन गिरने की दूरी हर बार एक ही होगी। **संभावित सहायक:** विद्युत प्रवाह का मॉडल जिसमें समूह तीन अलग–अलग मार्गों से जा कर फिर एक जगह मिलते हैं। प्रतिरोध में कमी का प्रभाव, जैसे सामान पहुँचाने के लिये एक की जगह तीन गाड़ियों का उपयोग
12.7	–	जब विद्युत प्रवाह किसी चालक में से गुजरता है तब कुछ ऊर्जा गर्मी के रूप में निकल जाती है बल $P = VI$ ऊर्जा $H = V I t$ ऊर्जा $H = I^2 R$		**संभावित सहायक:** रस्सी का मॉडल
12.7.1	–	गर्मी के प्रभाव के व्यावहारिक उपयोग: हीटर, टोस्टर (ब्रेड सेंकने की मशीन) आदि, फिलामेंट वाले बल्ब, फ्यूज़	क्या सभी छात्र–छात्रा इन उदाहरणों को पहचानते होंगे?	–
12.8		विद्युत बल: $P = V I$ $P = V/R$ $P = I^2R$ बल को वाट्स में मापा जाता है ऊर्जा की व्यापारिक इकाई = किलोवाट घंटा (kW h) = 3.6×10^6 जूल्स। विद्युत उपकरणों द्वारा आवेश खपत नहीं किया जाता। हम उपयोग की गई ऊर्जा का पैसा देते हैं, आवेश का नहीं	ऊर्जा और आवेश में ग़लतफहमी	

अतिरिक्त संसाधन

- Information on practical activities in physics for 11–19-year-olds: http://www.nuffieldfoundation.org/practical-physics (accessed 19 May 2014)

संदर्भ / संदर्भग्रंथ सूची

Boohan, R. (2002) 'Learning from models, learning about models', in Amos, S. and Boohan, R. (eds) *Aspects of Teaching Secondary Science*. London, UK: RoutledgeFalmer.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. and Wood-Robinson, V. (1994) *Making Sense of Secondary Science*. London, UK: Routledge.

National Strategies (2008) *Science Teaching Unit: Explaining How Electric Circuits Work*. London, UK: Department for Children, Schools and Families. Available from: http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110202093118/http://nationalstrategies.standards.dcsf.gov.uk/node/286751 (accessed 21 May 2014).

Strawson, R. (2011) 'Electricity and magnetism' in Sang, D. (ed.) *Teaching Secondary Physics*. London, UK: John Murray.

अभिस्वीकृतियाँ

यह सामग्री क्रिएटिव कॉमन्स एट्रिब्यूशन–शेयरएलाइक लाइसेंस (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/) के अंतर्गत उपलब्ध कराई गई है, जब तक कि अन्यथा निर्धारित न किया गया हो। यह लाइसेंस TESS-India, OU और UKAID लोगो के उपयोग को वर्जित करता है, जिनका उपयोग केवल TESS-India परियोजना के भीतर अपरिवर्तित रूप से किया जा सकता है।

कॉपीराइट के स्वामियों से संपर्क करने का हर प्रयास किया गया है। यदि किसी को अनजाने में अनदेखा कर दिया गया है, तो पहला अवसर मिलते ही प्रकाशकों को आवश्यक व्यवस्थाएं करने में हर्ष होगा।

वीडियो (वीडियो स्टिल्स सहित): भारत भर के उन शिक्षक प्रशिक्षकों, प्रधानाध्यापकों, शिक्षकों और छात्र–छात्राओं के प्रति आभार प्रकट किया जाता है जिन्होंने उत्पादनों में दि ओपन यूनिवर्सिटी के साथ काम किया है।