माध्यमिक विज्ञान

समझ की जाँच पड़ताल – कार्य और ऊर्जा

भारत में विद्यालय आधारित समर्थन के माध्यम से शिक्षक शिक्षा

www.TESS-India.edu.in

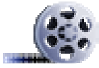
http://creativecommons.org/licenses/

TESS-India (विद्यालय आधारित समर्थन के माध्यम से शिक्षक शिक्षा) का उद्देश्य विद्यार्थी–केंद्रित, सहभागी दृष्टिकोण विकसित करने में अध्यापकों की मदद करने के लिए मुक्त शैक्षिक संसाधन (OERs) की व्यवस्था करके भारत में प्राथमिक और माध्यमिक अध्यापकों की अध्यापन पद्धतियों में सुधार लाना है। TESS– India OERs अध्यापकों को स्कूली पाठयपुस्तक के लिए एक सहायक–पुस्तिका प्रदान करते हैं। वे शिक्षकों के लिए अपनी कक्षाओं में अपने विद्यार्थियों के साथ प्रयोग करने के लिए गतिविधियाँ प्रदान करते हैं, जिनमें यह दर्शाने वाले वृत्त–अध्ययन भी शामिल रहते हैं कि अन्य शिक्षकों द्वारा उस विषय को कैसे पढ़ाया गया, और उनमें शिक्षकों के लिए अपनी पाठ योजनाएँ तैयार करने के लिए तथा विषय संबंधी ज्ञान के विकास में सहायक संसाधन भी जुड़े रहते हैं।

TESS-India OERs को भारतीय पाठयक्रम और संदर्भों के अनुकूल भारतीय तथा अंतर्राष्ट्रीय लेखकों के सहयोग से तैयार किया गया है और ये ऑनलाइन तथा प्रिंट उपयोग के लिए उपलब्ध हैं (http://www.tess-india.edu.in/)। OERs भाग लेने वाले प्रत्येक भारतीय राज्य के लिए उपयुक्त, कई संस्करणों में उपलब्ध हैं और उपयोगकर्ताओं को इन्हें अपनाने तथा अपनी स्थानीय जरूरतों एवं संदर्भों की पूर्ति के लिए उनका अनुकूलन करने के लिए और स्थानीयकरण करने के लिए आमंत्रित किया जाता है।

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

वीडियो संसाधन

इस इकाई में कुछ गतिविधियों के साथ निम्नलिखित आइकॉन दिया गया है:  यह दर्शाता है कि आपको विशिष्ट शैक्षणिक थीम के लिए TESS-India के वीडियो संसाधनों को देखने में इससे मदद मिलेगी।

TESS-India के वीडियो संसाधन भारत में विभिन्न प्रकार की कक्षाओं के संदर्भ में प्रमुख शैक्षणिक तकनीकों का सचित्र वर्णन करते हैं। हमें उम्मीद है कि वे आपको इसी तरह के अभ्यासों के साथ प्रयोग करने के लिए प्रेरित करेंगे। इन्हें पाठ–आधारित इकाइयों के माध्यम से आपके कार्य अनुभव में इज़ाफ़ा करने और बढ़ाने के लिए रखा गया है, लेकिन अगर आप उन तक पहुँच बनाने में असमर्थ रहते हैं तो बता दें कि वे उनके साथ एकीकृत नहीं हैं।

TESS-India के वीडियो संसाधनों को TESS-India की वेबसाइट http://www.tess-india.edu.in/ पर ऑनलाइन देखा सकता है या डाउनलोड किया जा सकता है)। विकल्प के तौर पर, आप इन वीडियो तक सीडी या मेमोरी कार्ड पर भी पहुँच बना सकते हैं।

संस्करण 2.0 SS09v1
Uttar Pradesh

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 में कुछ विषय ऐसे हैं जो अनेक विद्यार्थियों को कठिन लगते हैं। विद्यार्थियों के लिए किसी विषय के बारे में ऐसे विचार बना लेना संभव है जो अध्यापक को 'गलत' लग सकते हैं। यह विद्यार्थियों को अल्पावधि में काम याद करने, या प्रश्नों के सही उत्तर प्राप्त करने में अनिवार्य रूप से नहीं रोकता है। यद्यपि, यह उन्हें ऐसी गहन समझ विकसित करने से नहीं रोकता है जिसकी जरूरत उन्हें बड़ी मात्रा में सामग्री याद करने और परीक्षाओं में बेहतरीन प्रदर्शन करने के लिए होती है। अगर आपके विद्यार्थी ऐसे विचार रखते हैं तो उनके लिए प्रगति करना भी कठिन होगा। वर्षों के दौरान, शोध के परिणामस्वरूप, लोगों ने अनेक विषयों पर गलतफहमी की एक सामान्य सूची तैयार कर ली है।

अध्यापक के तौर पर आपको संकल्पनात्मक बदलाव पहले जो सीखा है उसमें कुछ खास तरह की पुनर्संरचना, लाने के लिए अपने विद्यार्थियों की मदद करने की आवश्यकता होगी। आपकी भूमिका को एक नए दृष्टिकोण और अधिक तर्कशील, सुसंगत और समीचीन बनाने की होगी जिससे समय आने पर यह विद्यार्थियों से विचार करने का पसंदीदा तरीका बन जाए और उन्हें अपने आरंभिक विचारों का अब और उपयोग न करना पड़े। इस इकाई में ऊर्जा और कार्य पर ध्यान केंद्रित रहेगा जो विद्यार्थियों (और कुछ वयस्कों) के लिए एक कठिन संकल्पना है जिसे वे सही ढंग से नहीं समझ पाते हैं। आप इस इकाई में जो रणनीतियाँ और तकनीकें सीखेंगे वे दूसरे विषयों पर भी लागू होंगी।

आप इस इकाई में क्या सीख सकते हैं?

- ऊर्जा और कार्य के संबंध में विद्यार्थियों की कुछ ग़लतफहमियाँ।
- ऊर्जा और कार्य के संबंध में आपके विद्यार्थियों की समझ के बारे में किस प्रकार पता लगाएँ?
- आपके विद्यार्थियों को कुछ संकल्पनात्मक विकास कार्य करने और ऊर्जा तथा कार्य के बारे में बेहतर समझ हासिल करने में मदद के कुछ तरीक़े।

यह दृष्टिकोण क्यों महत्वपूर्ण है?

विद्यार्थियों के पास किसी विषय के बारे में ऐसे विचार और अवधारणात्मक संरचनाएँ हो सकती हैं जो स्वीकार्य वैज्ञानिक विचारशीलता से भिन्न हैं। यहाँ तक कि वे अभी भी उन प्रश्नों का सही उत्तर देने में समर्थ हो सकते हैं जो उनसे पूछे गए हैं। यद्यपि, दीर्घावधि में, ये 'गलत' विचार समस्यात्मक होंगे और विद्यार्थियों को आगे बढ़ने से रोकेंगे। अध्यापकों को अगर अपने विद्यार्थियों की सहायता करनी है तो उन्हें यह पता लगाने की जरूरत है कि वास्तव में वे क्या सोचते हैं। अध्यापकों को अवैज्ञानिक विचारों को चुनौती देने और उन्हें कुछ लाभदायक विचारों से बदलने के तरीके ढूँढ़ने की भी जरूरत है। यह सर्वविदित (ड्राइवर और अन्य, 1994) है कि विद्यार्थी अल्पावधि में ही नए विचारों को याद कर सकते हैं लेकिन अगर उन्हें नए विचार पूर्णतया समझ नहीं आते तो फिर दीर्घावधि में स्वयं के विचारों पर लौट जाएँगे जो हो सकता है कि सही न हो। विद्यार्थी अपने उन विचारों पर कायम रहने में बेहद हठी हो सकते हैं जो उन्होंने अपने पूर्व अनुभव की शिक्षा से ग्रहण किए हैं। अवधारणात्मक विकास (विद्यार्थियों को नए विचार तथा संरचनाएँ उपलब्ध कराना) लाने के लिए सक्रिय शिक्षण जरूरी है। विद्यार्थियों को नए विचारों और अन्य संकल्पनाओं के साथ उनके संबंधों का अन्वेषण करते समय मानसिक गतिविधि में व्यस्त रहना चाहिए।

उदाहरण के लिए, अनेक विद्यार्थी ऊर्जा को ईंधन के रूप में मानते हैं और वे ऊर्जा को विभिन्न स्थितियों में होने वाली 'खपत' के रूप में वर्णित कर सकते हैं। उदाहरण के लिए शायद वे सही अनुमान लगाएँ कि यू–आकार के ट्रैक पर छोड़ी गई गेंद उस स्थान ऊंचाई से अधिक ऊँचाई तक नहीं जाएगी जहाँ से इसे छोड़ा गया था, लेकिन कहेंगे कि ऐसा इसलिए हुआ क्योंकि 'सारी ऊर्जा की खपत हो गई है'। जैसे–जैसे वे बड़ी कक्षाओं में जाएँगे, अगर वे ऊर्जा को 'खपत' के रूप में ही समझते रहे तो वे भौतिकी में प्रगति करने में समर्थ नहीं होंगे। उन्हें समझने की जरूरत है कि ऊर्जा संरक्षित होती है और इसे एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित किया जा सकता है।

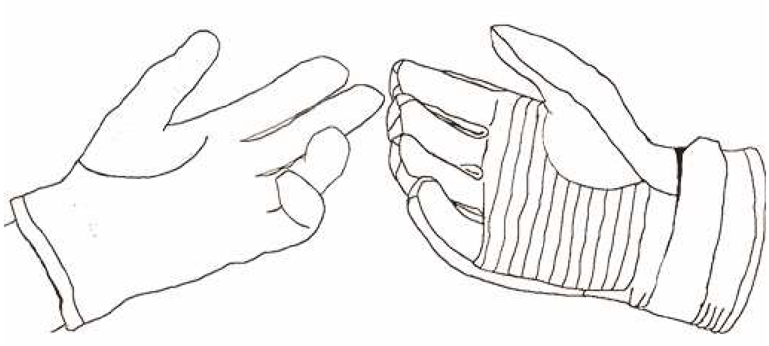
1 ऊर्जा के बारे में कुछ सामान्य आम गलतफ़हमियाँ

जब विद्यार्थी नई स्थिति को समझने की कोशिश करते हैं तो वे रोज़ाना के अनुभव से और उन विचारों से समझते हैं, जिन्होंने पूर्व में उनके लिए अच्छा काम किया है। अध्यापकों को उनमें से कुछ विचार 'अवैज्ञानिक' लग सकते हैं या हो सकता है कि 'उनकी व्याख्या स्वीकार्य न हो'। लेकिन जब तक ये विचार अनुमान लगाने में सक्षम हैं कि क्या होगा? तब तक विद्यार्थी उनका उपयोग करते रहेंगे।

ये 'गलतफ़हमियाँ' समीकरणों या परिभाषाओं की तरह नहीं हैं जिन्हें गलत ढंग से सीखा गया है। व्याख्या के परिणामस्वरूप गलतफ़हमियाँ हो सकती हैं जिन्हें अन्य लोगों द्वारा (कभी–कभी अति प्रिय और सम्मानित रिश्तेदार या अध्यापक द्वारा) विद्यार्थियों को दिया जाता है। कभी–कभी वे ऐसी व्याख्याएँ होती हैं जिन्हें विद्यार्थियों द्वारा स्वयं के लिए तैयार किया जाता है। वैकल्पिक रूप से, ये व्याख्याएँ पिछली कक्षाओं के लिए उपयुक्त थीं लेकिन अत्यधिक जटिल विचारों और विषयों के लिए अब प्रांसगिक नहीं हैं।

इन विचारों के बारे में अक्सर बेहद 'सामान्य समझ' का संकेत होता है, लेकिन समस्या यह है कि माध्यमिक स्कूल के विज्ञान में उनके उपयोग से कोई मदद नहीं मिलेगी। ये विचार विज्ञान के स्वीकार्य मॉडलों को समझने में अवरोध के तौर पर काम कर सकते हैं।

उदाहरण के लिए, अनेक लोग सोचते हैं कि कुचालक 'वस्तुओं को गर्म कर देता है' क्योंकि उन्होंने देखा है कि ठंडी शाम में गर्म कपड़े पहनने से गर्मी का एहसास होता है। इससे गलत अनुमान लग सकता है जैसा इस स्थिति में है–



चित्र 1 एक पतला दस्ताना और एक मोटा दस्ताना। बाहरी सतह पर कौन गर्म होता है?

- **गलत अनुमानः** मोटे दस्ताने के बाहर रखा सेंसर (देखें चित्र 1) पतले दस्ताने की अपेक्षा उच्च तापमान दिखाएगा, क्योंकि पतला दस्ताना हाथ को गर्म कर देगा। मोटे दस्ताने गर्म होते हैं इसलिए दस्ताने की सतह का तापमान उच्च होगा।
- **सही अनुमानः** मोटे दस्ताने पर रखा सेंसर कम तापमान दिखाएगा क्योंकि मोटा दस्ताना पतले दस्ताने की अपेक्षा गर्म हाथ से आसपास के ठंडे परिवेश में ऊर्जा के अंतरण की प्रक्रिया को मंद कर देता है। मोटे दस्ताने की बाहरी सतह अभी भी दूसरे की तुलना में ठंडी होगी।

केस स्टडी 1: ऊर्जा के बारे में गलतफ़हमियाँ

श्री गुप्ता जी ने स्थानीय DIET में संचालित एक प्रशिक्षण सत्र में भाग लिया। प्रशिक्षक को बैठकर सुनने की बजाय, समूह के सदस्यों को कई गतिविधियों में भागीदारी करने को कहा गया।

पिछले सप्ताह मैंने विज्ञान में सामान्य गलतफ़हमियों के बारे में प्रशिक्षण सत्र में भाग लिया। प्रशिक्षक ने हमें तीन–तीन के समूहों में काम करने के लिए कहा, जहाँ हम में से एक भौतिकी विशेषज्ञ, एक रसायनशास्त्र विशेषज्ञ और एक जीवविज्ञान विशेषज्ञ थे। प्रशिक्षक ने हमें तीन प्रश्नों के बारे में विचार करने के लिए कहा जिनमें से प्रत्येक प्रश्न एक विषय के बारे में था। हमें प्रत्येक प्रश्न के बारे में खुद ही सोचना था और फिर विचारों की प्रस्तुति से पहले दूसरों को सुनते हुए विषय विशेषज्ञ से अपने विचार बांटना था।

भौतिकी के जिस प्रश्न के बारे में हमें विचार करना था, वह विषय था– 'एक अंतरिक्षयान को दूर लंबी यात्रा पर सौर्य मण्डल में भेजा जा रहा है। इसमें बड़े ईंधन की टंकियों वाला शक्तिशाली रॉकेट इंजन है। इसमें इतने अधिक ईंधन की जरूरत क्यों होती है? और ईंधन समाप्त हो जाने पर क्या होगा?' मैं जीवविज्ञान विशेषज्ञ हूँ और इस बारे में अपने विचारों को बांटना मेरे लिए रोचक (और थोड़ा भयावह) था! मैंने कहा कि आपको धरती से दूर जाने और अंतरिक्षयान को जितनी दूरी तय करनी होगी, उतनी विशाल दूरी तक धकेलने के लिए ईंधन की जरूरत होगी। जैसे ही ईंधन समाप्त हो जाए, अंतरिक्षयान की गति धीमी हो जाएगी और यह रुक जाएगा, इसलिए अगर पर्याप्त ईंधन नहीं होगा तो यह अंतरिक्ष में जाकर भटक सकता है।

मेरे भौतिकी के सहयोगी ने बताया कि बड़े ईंधन टैंक धरती से बाहर निकलने के लिए आरंभिक चरण में जरूरी थे। यात्रा के मुख्य भाग के लिए उनकी तुलना में बेहद छोटी मोटरों की ज़रूरत होती हैं। गहन अंतरिक्ष में कोई वायु अवरोध या शक्तिशाली गुरुत्वाकर्षण बल नहीं है, इसलिए अंतरिक्षयान को स्थिर चयनित वेग पर बनाए रखने के लिए ईंधन की जरूरत नहीं होती है। ईंधन की आवश्यकता केवल गति या दिशा में बदलाव के लिए होती है।

मुझे थोड़ी शर्मिंदगी हुई जब मुझे अपनी गलती का एहसास हुआ, लेकिन प्रशिक्षक ने हमें बताया था कि बहुत से लोगों का मेरे जैसा ही विचार था। मुझे राहत मिली जब उन्होंने हमें यह बताया गया कि जब भौतिकी के अध्यापक को पौधों, भोजन और प्रकाश संश्लेषण से संबंधित जीवविज्ञान के प्रश्न को हल करने में परेशानी हो रही थी। हम में से कोई भी मूर्ख नहीं था; यह बिलकुल ऐसा था कि हम रोज़ाना के अनुभवों पर आधारित मॉडलों का उपयोग करके कुछ ऐसी चीज के बारे में बताने की कोशिश कर रहे थे जिससे हम अपरिचित थे, और हमें जो घटित हुआ, उसका सही ढंग से वर्णन करने के लिए विज्ञान के स्वीकार्य नमूनों की जरूरत थी।

विचार के लिए रुकें

- आपने 'अंतरिक्षयान' से संबंधित प्रश्न का क्या उत्तर दिया होगा और क्यों?
- क्या आप कुछ ऐसी गलतफ़हमियों के बारे में सोच सकते हैं जो आपके विद्यार्थियों ने 'ऊर्जा और कार्य' विषय में दिखाई हों और आपका ध्यान उन पर गया हो?

आप संसाधन 1 में ऊर्जा के बारे में सामान्य गलतफ़हमियों के कुछ और उदाहरण देख सकते हैं।

प्रत्येक व्यक्ति को विज्ञान के विषयों के बारे में गलतफ़हमी है, अथवा ऐसी समझ है जो पाठयक्रम में विज्ञान के नमूनों से भिन्न है। आपको यह देखकर हैरानी हो सकती है कि अध्यापकों को अपनी विशेषज्ञता के विषय में भी गलतफ़हमियाँ हो सकती हैं! उन्हें इसका एहसास अक्सर तब होता है जब वे किसी ऐसी चीज के बारे में कोई प्रश्न देखते हैं, जिसका उन्होंने पहले अध्ययन नहीं किया है या जिसे पहले पढ़ाया नहीं है, या अगर कोई विचार उन्हें असामान्य रूप से, अनजान के संदर्भ में प्रस्तुत किया जाता है।

यद्यपि यह शर्मिंदा करने वाला प्रतीत हो सकता है लेकिन एक अच्छा अध्यापक इस बात को सराहेगा कि उन्होंने कुछ महत्वपूर्ण सीखा है और अपनी स्वयं की समझ में सुधार किया है। इससे उन्हें विद्यार्थियों की संभावित समस्या के बारे में जानने और उसकी पहचान करने तथा उससे निपटने की योजना बनाने में भी मदद मिलेगी।

गतिविधि 1: आपके विद्यार्थियों के कार्य में सामान्य गलतफ़हमियाँ

यह गतिविधि कार्य और ऊर्जा के बारे में पढ़ाने की योजना बनाने में आपकी सहायता करेगी। आपको इस गतिविधि के लिए संसाधन 1 और साथ ही, स्टिकी नोट लेबलों के सेट की जरूरत होगी।

संसाधन 1 में प्रस्तुत सामान्य गलतफ़हमियों की सूची पढ़ें। इस विषय पर अपने विद्यार्थियों के काम में पहले इनमें से किनसे आपका सामना हुआ है?

अब कार्य और ऊर्जा के संबंध में नौंवीं कक्षा की पाठयपुस्तक में दिए गए अध्याय को पढ़ें। जब आप पढ़ें, तो संसाधन 1 में किन्हीं गलतफहमियों पर ग़ौर करें, जो अध्याय के लिए प्रासंगिक हो सकती हैं। हर बार जब आप किसी संभावित गलतफहमी की पहचान करें, तो उसे स्टिकी लेबल पर लिखें और पाठयपुस्तक के संबंधित खंड के आगे लगा दें। आपको पता लगेगा कि कुछ संभावित गलतफ़हमियाँ कई बार प्रासंगिक होती हैं जब कि अन्य इतनी प्रासंगिक नज़र नहीं आती हैं। प्रत्येक खंड या प्रत्येक गलतफ़हमी के लिए उपयुक्त मेल ढूँढ़ने की चिंता न करें! इस गतिविधि का उद्देश्य आपको कुछ सामान्य गलतफ़हमियों के बारे में सचेत करना है, जिससे उनके घटित होने पर आप उन पर ध्यान देने के लिए तैयार रह सकें। किसी ऐसी चीज को पहचानना अधिक आसान होता है जब आपको पता हो कि आप क्या ढूँढ़ रहे हैं?

आगामी खंड में आप अपने विद्यार्थियों के बोध की परख करने के तरीकों के बारे में सीखेंगे। यहाँ वर्णित तकनीक किसी भी विषय क्षेत्र में काम करती हैं। मुख्य संसाधन 'प्रगति और कार्य–निष्पादन का आकलन' भी मददगार होगा।

वीडियो: प्रगति और प्रदर्शन का आकलन

2 कार्य और ऊर्जा के संबंध में आपके विद्यार्थियों की समझ के बारे में पता लगाना

कार्य और ऊर्जा के संबंध में अपने विद्यार्थियों की समझ के बारे में आप किस प्रकार पता लगा सकते हैं? यदि वे गणना संबंधी प्रश्नों के सभी उत्तर सही देने में समर्थ हैं तो आप मान सकते हैं कि उनकी समझ उत्तम है। तथापि, विद्यार्थियों को कार्य और ऊर्जा के संबंध में गलतफ़हमियाँ हो सकती हैं लेकिन वे गणना सही ढंग से कर सकते हैं। उन्होंने गणना करने के लिए जिन नियमों का प्रयोग किया है वे भौतिकी की अंतर्निहित समझ पर निर्भर नहीं करती हैं।

उदाहरण के लिए, मान लें कि आप किसी विद्यार्थी से भार m को ऊँचाई h तक उठाने में लगने वाली ऊर्जा की गणना करने के लिए कहते हैं। उन्हें पता है कि $E(p) = mgh$ इसलिए यदि आप उन्हें m, g और h के लिए मान दे देते हैं तो वे गणना कर सकते हैं। यद्यपि, वे यह बताने में असमर्थ हो सकते हैं कि अगर भार को छोड़ दिया जाता है और वह ज़मीन पर गिरता है तो ऊर्जा स्थानान्तरण और ऊर्जा संरक्षण का क्या होगा?

वे कह सकते हैं कि जब भार को उठाया गया था तब उसमे संभावित ऊर्जा थी, जब यह गिर रही थी तब इसमें गतिज ऊर्जा थी, और जब भार जमीन से टकराया तो उस समय इसकी ऊर्जा किसी कारणवश 'समाप्त' हो गई थी। यह पता लगाने के लिए कुछ और प्रश्न भी हल करने पड़ सकते हैं कि अगर ऊर्जा संरक्षित होती है तो इस खो चुकी ऊर्जा का क्या हुआ होगा।

कुछ साधारण रणनीतियाँ है जिनका आप कार्य और ऊर्जा के संबंध में अपने विद्यार्थियों की समझ को परखने के लिए उपयोग कर सकते हैं। इन सभी रणनीतियों में जो सामान्य है वह यह कि वे विद्यार्थियों को अपने विचार अध्यापक और दूसरे विद्यार्थियों के साथ बांटने के लिए प्रोत्साहित करते हैं। यह बेहद महत्वपूर्ण है, क्योंकि नवीन ज्ञान के सृजन के लिए मौजूदा ज्ञान और समझ एक आधार के रूप में काम करता है।

विद्यार्थियों के समझ के बारे में पता लगाने के लिए उपयोगी रणनीतियों में शामिल है अवधारणा पर आधारित प्रश्न करना, सामूहिक चर्चा करना और पोस्टर द्वारा प्रस्तुतीकरण करना, साथ ही, निम्नलिखित दृष्टिकोण रखना, जिससे शायद आप कम परिचित हो–

- **'पूर्वानुमान लगाएँ और समझाएँ'**: विद्यार्थियों को कोई स्थिति दें और उनसे पूर्वानुमान लगाने को कहें कि आगे क्या होने वाला है? *और* उनके पूर्वानुमान की व्याख्या करें।
- **'सही/गलत/अनिश्चित' कार्ड छाँटना:** विद्यार्थियों की प्रत्येक जोड़ी या समूह को कार्डों का एक सेट दें, जिनमें से प्रत्येक पर ऊर्जा और कार्य के बारे में एक कथन दिया गया हो। विद्यार्थी कार्डों को छाँट कर 'सही', 'गलत' और 'अनिश्चित' के रूप में अलग–अलग समूह बनाते हैं।
- **'ट्रैफ़िक लाइट'**: विद्यार्थियों का प्रत्येक समूह कथन के बारे में अपना उत्तर हरे (सही), लाल (गलत) या पीले (अनिश्चित) वोटिंग कार्ड को थाम कर दिया जाता है।
- **अवधारणाओं का परिवर्तन कार्टून द्वारा:** कार्टून जो किसी स्थिति को दो या तीन कथनों के साथ दिखाते हैं कि क्या हो रहा है? विद्यार्थियों को निर्णय करना होता है कि कौन से कथन(नों) से वे सहमत या असहमत हैं, और क्यों?
- **व्याख्यात्मक रेखाचित्र:** विद्यार्थियों को ऊर्जा और कार्य के बारे में अपने विचारों का उपयोग करते हुए, किसी प्रणाली या परिस्थिति की छवि या रेखाचित्र की व्याख्या करने के लिए कहें

आपको इनमें से प्रत्येक के लिए संसाधन 2 में उदाहरण मिल सकते हैं।

केस स्टडी 2: कक्षा संबंधी गतिविधि द्वारा समझ बढ़ाना

सुश्री बलसारा कार्य और ऊर्जा के बारे में अपने विद्यार्थियों की समझ को परखने के लिए कुछ रणनीतियाँ आज़मा कर देखती हैं।

जब भी मैंने अपनी नौवीं कक्षा में कार्य और ऊर्जा पढ़ाया है, वे हमेशा कुछ गणनाएँ करते नजर आते हैं, लेकिन अक्सर उन प्रश्नों में जहाँ उन्हें वर्णन अथवा व्याख्या करनी होती है वहाँ गलतियाँ करते हैं। अगर मुझे पता होता कि मेरे विद्यार्थियों को कौन–सी बात समझ में नहीं आ रही है, तो मैं उनकी मदद कर पाती!

इस वर्ष, मैंने इस बारे में और जानने की कोशिश की कि नौवीं कक्षा को कार्य और ऊर्जा के बारे में क्या समझ में नहीं आ रहा है? मैं नहीं चाहती थी कि कोई भी चीजों की सुदंर ड्राइंग बनाने या लिखने में अधिक समय खर्च करें, इसलिए मैंने प्रशिक्षण सत्र के दौरान दिखाए गए संकल्पना कार्टून में से दो का उपयोग करने का निर्णय किया। [संसाधन 2 में ये दो कार्टून हैं।] विद्यार्थियों को किसी दूसरे व्यक्ति की राय सुनना और इसके बारे में निर्णय करना अच्छा लगता है, और मुझे संकल्पना कार्टून को इस्तेमाल करने का विचार पसंद है क्योंकि वे विद्यार्थियों द्वारा उत्तर दिए जाने से पहले उन्हें भिन्न संभावनाओं पर विचार करने के लिए प्रोत्साहित करते हैं।

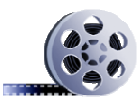
सबसे पहले, मैंने अपने विद्यार्थियों को तीन या चार समूहों में विभाजित किया, और प्रत्येक समूह को दो संकल्पना कार्टून दिए। मैंने उन्हें बताया कि उनके पास अपने समूह में प्रत्येक कार्टून के बारे में चर्चा करने के लिए पाँच मिनट हैं और उन्हें निर्णय करना था कि हर मामले में सर्वेश्रेष्ठ उत्तर क्या था? मैंने प्रत्येक समूह को दो निर्णय कार्ड दिए, जिनमें से एक पर बड़ा 'A' था ('उत्तर A बेहतर है' के लिए) और दूसरे पर बड़ा B था।

मैंने कक्षा में चक्कर लगाए और चर्चा सुनी। कभी–कभी वे काफी जीवंत थे, लेकिन मैं बता सकती हूँ कि मेरे विद्यार्थी चर्चा करने में रूचि ले रहे थे।

मैंने दस मिनट के बाद चर्चा रोक दी और अपने विद्यार्थियों को उनके निर्णयों के बारे में बताने के लिए प्रत्येक समूह में से एक व्यक्ति को चुनने के लिए कहा। मैं कमरे के सामने खड़ी हो गई जहाँ हर किसी का चेहरा मेरी तरफ था, और समूह के प्रतिनिधियों से उनके द्वारा चुने गए निर्णय कार्ड एक साथ दिखाने को कहा, जिससे मैं अकेली देख पाऊँ कि सभी निर्णय क्या थे? हर एक समूह ने उस निर्णय पर सहमति नहीं जताई थी जो मेरे विचार में सर्वश्रेष्ठ उत्तर था, लेकिन दूसरे समूहों को इसकी जानकारी नहीं थी।

मैंने ऐसे समूहों में से एक समूह के किसी एक विद्यार्थी से पूछा, जिन्होंने उसी उत्तर को चुना था जो मेरे विचार में सर्वश्रेष्ठ उत्तर था, कि उन्होंने कैसे निर्णय लिया था? मैं उन्हें प्रोत्साहित करना चाहती थी ताकि वे बिना किसी शर्मिंदगी के अपने विचार पूरी कक्षा को बता सके, इसलिए मैंने उस तरीके की प्रशंसा की जिस तरीके से उन्होंने व्याख्या की थी और कहा कि जब मैं घूम रही थी तो मैं सभी समूहों में चल रही चर्चा से प्रभावित हुई थी। जब सभी समूहों ने दूसरे कार्टून पर मत दे दिया, तो मैंने अन्य समूह में से किसी से यह बताने के लिए कहा कि उन्होंने अपना निर्णय कैसे लिया था जिससे फिर से सुनिश्चित कर सकूँ कि उन्होंने वही चुना था जो मेरे विचार में सर्वश्रेष्ठ उत्तर था। मेरे विद्यार्थी जानना चाहते थे कि मेरे विचार में सर्वश्रेष्ठ उत्तर क्या था? और क्यों, इसलिए हमने कार्टूनों के बारे में बात करते हुए पाँच मिनट और बिताए।

अपने विद्यार्थियों को सुनने से मुझे उनके लिए अपने अगले पाठ की योजना बनाने में सहायता मिली। अब मुझे उनकी मौजूदा समझ के बारे में काफी कुछ पता है इसलिए मैं ऐसी स्थितियाँ स्थापित कर सकती थी जिनके ज़रिये उनका परिचय स्वीकार्य वैज्ञानिक संकल्पनाओं से कराया जा सके।



वीडियो: निगरानी करना और फीडबैक देना

गतिविधि 2: कक्षा में 'कार्य' के बारे में विद्यार्थियों के ज्ञान का परीक्षण करना

यह गतिविधि आपको कक्षा में किए जाने वाले अभ्यास को तैयार करने में सहायता करेगी। आप कार्य और ऊर्जा पर अपने विद्यार्थियों की समझ को परखने के लिए संसाधन 2 में वर्णित रणनीतियों में से एक का उपयोग करने जा रहे हैं। यह गतिविधि कक्षा की सम्बन्धित पाठ्‌य–पुस्तक की कार्य और ऊर्जा के पाठ पर आधारित है।

- अपने विद्यार्थियों से दैनिक जीवन की ऐसी स्थितियों के बारे में विचार करने के लिए कहें जिनमें 'कार्य' शामिल होता है। प्रत्येक मामले में, उनसे यह पूछे कि कार्य कैसे किया जा रहा है? और उन्हें बताएँ कि वे ऐसा क्यों सोचते हैं? आप इसे 'पूर्वानुमान और व्याख्या' दृष्टिकोण के उदाहरण के तौर पर ले सकते हैं। (पाठ से पूर्व, ऐसी स्थितियों के तीन या चार उदाहरणों की पहचान करें जिनके बारे में आप चाहेंगे कि समूह विचार करें। खुद के लिए रिकार्ड बना लें कि आप कौन से निर्णय पसंद करेंगे और आप उनसे क्या चाहेंगे? जो वे अपनी व्याख्या में शामिल करें। इसके लिए संसाधन 3 मददगार होगा।)
- उन्हें ऐसी स्थिति पर विचार करने के लिए कहे जिसमें वस्तु विस्थापित नहीं होती है यद्यपि इस पर बल काम करता है।
- उन्हें ऐसी स्थिति पर विचार करने के लिए कहे जिसमें वस्तु पर बल न लगने के बावजूद भी विस्थापित हो जाती है।
- समूहों द्वारा भिन्न स्थितियों पर चर्चा करने के दौरान घूमें लगाएँ। सहज रूप से, प्रत्येक समूह जो पूर्वानुमान लगाता है और उसके लिए वे जो कारण देते हैं, उन्हें रिकार्ड कर लें।
- आपको जिन उत्तरों की उम्मीद थी उनके बारे में चर्चा करें और प्रत्येक पूर्वानुमान के लिए कारण बताएँ।

- पाठ को समाप्त करने के बाद, इन प्रश्नों के बारे में विचार करें–
  - विद्यार्थियों के लिए निर्णय लेने में सर्वाधिक कठिन स्थितियाँ कौन–सी थीं?
  - अधिकांश समूहों ने किन स्थितियों को पूर्वानुमान तथा व्याख्या के मामले में सही पाया?
  - अधिकांश समूहों ने किन स्थितियों को गलत पाया? इन स्थितियों के लिए समूह किस प्रकार के कारण बता रहे थे?

विचार के लिए रुकें

- क्या आप समूहों द्वारा दिए गए किसी भी उत्तर से हैरान हुए थे?
- क्या आपके विद्यार्थियों की गलत व्याख्याओ में कोई सामान्य गलतफ़हमियाँ थीं?

चित्र 2 जब आपके विद्यार्थी कार्य कर रहे हैं, इधर–उधर घूमें और सावधानीपूर्वक सुनें कि वे किस बारे में बात कर रहे हैं। यदि आवश्यक हो तो उनसे प्रश्न पूछें, लेकिन उन्हें उत्तर बताने की कोशिश न करें।

3 ऊर्जा और कार्य के बारे में अपने विद्यार्थियों को बेहतर समझ प्रदान करने में सहायता करना

जब विद्यार्थी को कोई ऐसी गलतफ़हमी है जो किसी विचार की व्याख्या करती प्रतीत होती है, तो वे इसे तभी छोड़ेंगे जब आप उन्हें दिखा सकें कि विचार की व्याख्या करने का अन्य तरीका बेहतर काम करता है। कभी–कभी विद्यार्थी आंशिक 'नए, बेहतर' मॉडल को स्वीकार कर लेंगे, लेकिन खुद ही दूसरा 'हाइब्रिड' मॉडल तैयार करेंगे या आप स्थिति के आधार पर मॉडलों को बदल सकते हैं।

समस्या का कोई एक समाधान नहीं होता, लेकिन शोध और सामान्य अनुभव सुझाता है कि निम्नलिखित रणनीतियाँ मददगार होती हैं:

- विद्यार्थियों को अपने विचार पर दूसरे विद्यार्थियों के साथ समर्थनकारी परिवेश में चर्चा करने के अवसर दें।
- विद्यार्थियों को अपना यह पूर्वानुमान लगाने के लिए अपना मॉडल उपयोग करने को कहें कि भिन्न स्थितियों में क्या होगा? और ऐसी स्थितियों की पहचान करें जिनमें उनका वर्तमान मॉडल काम नहीं करता, जब कि स्वीकार्य वैज्ञानिक मॉडल काम करता है। इन मॉडलों के बीच अंतर की चर्चा करें।
- विद्यार्थियों को चुनौती देने के अवसर प्रदान करें और उनके विचारों को परिष्कृत करें।

सावधानीपूर्वक संरचित व्यवहारिक अनुभव और निरूपण गलतफ़हमी को चुनौती देने के लिए प्रमाण प्रदान करने का प्रभावी तरीका हो सकते हैं। ज़रूरी नहीं कि वह बहुत से उपकरणों के साथ बड़ा और शानदार प्रयोग हो। कभी–कभी उच्च और निम्न दर्जे के निरूपण तथा व्यावहारिक अनुभव भी उसे प्रदान कर सकते हैं जिसकी आवश्यकता होती है। आप जो भी करें, याद रखने लायक़ महत्वपूर्ण बिंदु हैं–

- विचारों के विकास का समर्थन करने के लिए व्यवहारिक अनुभव मौजूद हो, इसलिए आपको यह स्पष्ट होना चाहिए कि आपको उनका ध्यान आकर्षित करने के लिए क्या करने की जरूरत होगी?
- आप, ठीक उस तरह से व्यवहारिक अनुभव की जाँच कर लें जिस तरह आप इसे करना चाहते हैं, जिससे सुनिश्चित हो सके कि विद्यार्थी वह अनुभव लेने में समर्थ हों, जिसका आप उन्हें अनुभव कराना चाहते हैं।

गतिविधि 3: ऊर्जा के बारे में सीखना

यह गतिविधि व्यवहारिक गतिविधि का उपयोग करते हुए आपके विद्यार्थियों के ध्यान को निर्देशित करने के लिए विशेष सवाल–जवाब के साथ आपके द्वारा कक्षा में किए जाने वाले अभ्यास को तैयार करने में आपकी सहायता करेगी। यह गतिविधि सम्बन्धित पाठ्य पुस्तक की कार्य और ऊर्जा के पाठ पर आधारित है और गतिज ऊर्जा से संबंधित कई गतिविधियों में से एक है। प्रदर्शन विधि का उद्देश्य इस बात पर बल देना है कि ऊर्जा की 'खपत' नहीं होती है। बस यह एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित हो जाती है।

बढ़ती ऊँचाई से किसी गेंद को गीली रेत की ट्रे में गिराएँ। 25 सेमी की ऊँचाई से आरंभ करें और फिर इसी क्रम को 50 सेमी, 1 मी और 1.5 मी की ऊँचाई से दोहराएँ। आपके विद्यार्थियों का इस बात पर ध्यान दिया जाना चाहिए कि बढ़ती ऊँचाई से गेंद को फैंकने के कारण गहरे गड्ढे पड़ते हैं।

आप प्रश्नों के निम्न क्रम या ऐसे ही कुछ और प्रश्नों का उपयोग कर सकते हैं। प्रश्न का मुद्दा है ऊर्जा को ट्रैक करना। प्रश्न मोटे अक्षरों में हैं और जवाब सामान्य पाठ में दिए हैं।

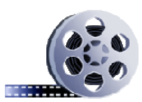
- इसे बनाने के लिए किसने क्या किया। बनाने में किस समय अधिकांश ऊर्जा की जरूरत होती है? गहरा गड्ढा छिछला गड्ढा को बनाने में? क्यों? विद्यार्थी कहेंगे कि गहरा गड्ढा, और यह भी कह सकते हैं कि गहरे गड्ढे को तैयार करने में कम गहरे गड्ढा खोदने की तुलना में अधिक श्रम लगता है।
- इस मामले में ऊर्जा किसने प्रदान की? गेंद ने। गेंद की ऊर्जा रेत में परिवर्तित हो जाती है।
- क्या, गेंद रेत पर काम कर रही है, फिर क्या? बताओ। हाँ, क्योंकि इससे रेत हट रही है।
- गड्ढे की गहराई या आपको बढ़ती ऊँचाई से गिरती गेंद द्वारा आपूर्ति ऊर्जा के बारे में क्या पता चलता है? जब गेंद को अधिक ऊँचाई से गिराया जाता है तब गेंद रेत पर अधिक ऊर्जा स्थानान्तरित है।
- इसलिए, जब गेंद ज़मीन से टकराती है तो कौन सी गेंद में सर्वाधिक ऊर्जा थी? उस गेंद में जिससे गहरा गड्ढा बना था।
- गिराए जाने से पूर्व किस गेंद में सर्वाधिक ऊर्जा होती है? उस गेंद में जिसे सबसे अधिक ऊँचाई से गिराया गया।
- तो आप उस गेंद की ऊर्जा के बारे में क्या बता सकते हैं जो ज़मीन से टकरा चुकी है? ऊर्जा रेत में स्थानांतरित हो चुकी है। (संपर्क बनाने का यह प्रमुख बिंदु है। कुछ विद्यार्थी कह सकते हैं कि यह 'चली' गई है। यदि वे ऐसा कहते हैं तो उनसे पूछें कि यह कहाँ चली गई है?)

अब आपको अपने विद्यार्थियों से एक–एक अंश के बजाय संपूर्ण अनुक्रम का विवरण देने के लिए कहते हुए यह सब एक साथ करना होगा–

- संक्षेप में दोहराते हुए, मुझे यह बताएँ कि जब गेंद को उठाया जाता है, या जब यह गिरती है, या जब यह ज़मीन से टकराती है तो इसकी ऊर्जा का क्या होता है: आप इसकी ऊर्जा की मात्रा के बारे में मुझे क्या बता सकते हैं? गेंद को जितना अधिक ऊपर उठाया जाता है यह उतनी अधिक (स्थितिज) ऊर्जा प्राप्त करती है। जब यह गिरती है, गेंद की गति तेज हो जाती है, इसलिए हम कह सकते हैं कि यह जिस गति से गिरती है इसमें गतिक ऊर्जा उतनी अधिक होती है, लेकिन इसमें समग्र रूप से उतनी ऊर्जा नहीं होती है (क्योंकि इसमें स्थितिज ऊर्जा कम होती है)। जब गेंद रेत पर गिरती है तो इसकी वह सारी ऊर्जा समाप्त हो जाती है जो इसे आपने उठाकर प्रदान की थी। रेत से टकराने से पूर्व इसमें जो गतिक ऊर्जा थी वह भी सारी समाप्त हो जाएगी क्योंकि हम देख सकते हैं कि यह रुक गई है।
- वह सारी ऊर्जा कहाँ चली गई? यह रेत को हटाने में स्थानांतरित हो गई। या, इसे दूसरी तरह से कहें तो– यह रेत पर कार्य करने में खर्च हो गई।

अगर आपके पास बहुत बड़ी कक्षा है तो आप छोटे समूहों के समक्ष निरूपण कर सकते हैं, जब कि शेष पाठयपुस्तक से कुछ काम कर सकते हैं। प्रश्नों को पहले से ही सावधानीपूर्वक तैयार करने से आप निरूपण का अच्छा उपयोग करने में समर्थ होंगे। विद्यार्थी आपकी अपेक्षानुसार जवाब नहीं देंगे, लेकिन अगर आपको निरूपण का उद्देश्य स्पष्ट है तो आपके लिए उनकी प्रतिक्रिया का जवाब देना आसान होगा।

सावधानीपूर्वक प्रश्न करना यह पता लगाने का बेहद अच्छा तरीका है कि आपके विद्यार्थी क्या सोच रहे हैं? अपनी कक्षा में सवाल–जवाब का उपयोग करने के बारे में और अधिक जानकारी पाने के लिए संसाधन 4 पढ़ें?



वीडियो: सोच–विचार को बढ़ावा देने के लिए प्रश्न पूछने का उपयोग करना

4 सारांश

इस इकाई में आपने कुछ गलतफ़हमियों के बारे में सीखा जो विद्यार्थियों को है और अपने विद्यार्थियों की समझ के बारे में पता लगाने की कुछ रणनीतियाँ सीखीं। आपके पास अपने विद्यार्थियों की समझ को बेहतर बनाने में सहायता करने के लिए रणनीति उपयोग करना का अवसर भी था।

संसाधन 2 में वर्णित किसी भी रणनीति के लिए विशेषीकृत व्यावहारिक संसाधनों या कक्षा में अधिक समय देने की जरूरत नहीं होती है। जब आप इस विषय को पढ़ा रहे हैं अथवा जब विद्यार्थी दोहरा रहे हैं तो क्यों न संकल्पना कार्टून या कार्ड छाँटने का उपयोग करके देखें? जब भी आप सक्रियता से समझ को परखना चाहते हैं तो 'ट्रैफ़िक लाइट' भी उपयोगी तकनीक हो सकती है।

संसाधन 5 ऊर्जा के बारे में कथनों का सेट प्रदान करता है। कथनों के साथ उत्तर और टिप्पणियाँ दी जाती हैं। आप इन टिप्पणियों का उपयोग जैसा कि केस स्टडी 1 में वर्णित किया गया है, अपनी खुद की समझ का अन्वेषण करने के लिए कर सकते हैं, लेकिन आप इस संसाधन का उपयोग अपने विद्यार्थियों के लिए कठिनाई के संभावित बिंदुओं की पहचान करने में आपकी मदद के लिए भी कर सकते हैं।

यद्यपि यह इकाई ऊर्जा, कार्य और बल पर केंद्रित है, विद्यार्थियों के पास विज्ञान के पाठयक्रम के अन्य क्षेत्रों में वैकल्पिक मॉडल और संरचनाएँ होंगी। आप संसाधन 3 की तकनीकों को अन्य विषयों में उपयोग करने के लिए अपना सकते हैं। यह आसान होगा अगर आप दूसरे अध्यापकों के साथ काम करें और संसाधनों तथा अनुभवों को साझा करें।

संसाधन

संसाधन 1: ऊर्जा के बारे में कुछ सामान्य गलतफ़हमियाँ

यह संसाधन गतिविधि 1 के साथ उपयोग के लिए है।

- ऊर्जा को खर्च किया जा सकता है।
- वस्तुओं में केवल ऊर्जा होती है जब वे गतिमान होते हैं।
- वस्तुएँ तब तक गतिमान रहती हैं जब तक कि ऊर्जा 'समाप्त' नहीं हो जाती है।
- ऊर्जा अक्सर ऊर्जा स्थानांतरण में नष्ट हो जाती है।
- ऊर्जा पदार्थ है।
- ऊर्जा ईंधन है।
- बल ऊर्जा के समान होता है।
- बल काम के समान होता है।
- प्रकाश संश्लेषण या श्वसन जैसी जैविक प्रक्रियाओं से ऊर्जा उत्पन्न होती है।
- कुछ वस्तुएँ/सामग्रियाँ स्वाभाविक रूप से दूसरों की अपेक्षा गर्म होती हैं।

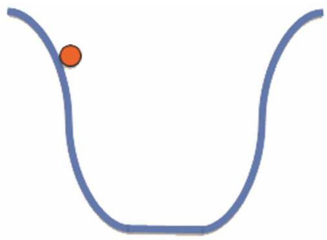
संसाधन 2: ऊर्जा और कार्य के बारे में अपने विद्यार्थियों के विचारों को सामने लाने के कुछ तरीके

कई रणनीतियाँ हैं– जैसे केंद्रित सवाल–जवाब, सामूहिक चर्चा और पोस्टर प्रस्तुतीकरण। आप जिनका उपयोग यह पता लगाने के क्रम में कर सकते हैं कि विद्यार्थियों के पास पहले से क्या विचार हैं? और विद्यार्थियों की गलतफ़हमियाँ क्या हैं?

टिप्पणियों सहित कुछ अन्य उदाहरण निम्नलिखित हैं। इनमें से किसी भी रणनीति के उपयोग का प्रमुख बिंदु विद्यार्थियों को अपने विचार आपके तथा अन्य विद्यार्थियों के साथ साझा करने के लिए प्रोत्साहित करना है। कलात्मक शैली से युक्त सुंदर एवं रंगीन रेखाचित्र की अपेक्षा वह चर्चा अधिक महत्वपूर्ण है जिसके कारण कोई रेखाचित्र बनाया जाए!

पूर्वानुमान और व्याख्या

विद्यार्थियों को साधारण परिदृश्य दें और उन्हें यह बताने के लिए कहें कि आगे क्या होगा? और वे ऐसा क्यों सोचते हैं। उदाहरण के तौर पर, यू–आकार के ट्रैक पर चलती गेंद के बारे में विचार करें (चित्र R2.1)।



चित्र R2.1 यू–आकार के ट्रैक पर चलती गेंद।

पूर्वानुमान लगाएँ कि इस गेंद को छोड़ने पर क्या होगा? अपने उत्तर को स्पष्ट करें।

टिप्पणी

अनेक विद्यार्थी यू–आकार के ट्रैक पर चलती गेंद के बारे में सही पूर्वानुमान लगाने में सक्षम होंगे, लेकिन उनमें से कुछ ही ऊर्जा संरक्षण और स्थानांतरण के मामले में इस पूर्वानुमान को सही ढंग से बताने में समर्थ होंगे।

गेंद ट्रैक पर चलनी चाहिए और दूसरी ओर उस ऊँचाई तक जानी चाहिए, जितनी ऊँचाई पर उसे छोड़ा गया था। गेंद जितनी ऊँची होगी स्थितिज ऊर्जा भी उतनी अधिक होगी, इसलिए जिस उच्चतम बिंदु तक यह ऊँची जा सकती है उसकी स्थितिज ऊर्जा भी उतनी होगी जितनी इसके आरंभ के समय थी। गेंद गिरते समय अपनी स्थितिज ऊर्जा में कमी होती है लेकिन गतिज ऊर्जा में वृद्धि होती है, इसलिए यह वक्र रेखा के तल पर सर्वाधिक तेजी से चलती है (अर्थात सर्वाधिक गतिज ऊर्जा का उपयोग करते हुए) जहाँ इसकी स्थितिज ऊर्जा कम होती है।

यदि केवल वायु गतिरोध या ट्रैक से घर्षण के कारण कोई ऊर्जा स्थानांतरित नहीं होती है तो गेंद का ट्रैक पर अनिश्चितकाल के लिए ऊपर और नीचे आना तथा प्रत्येक बार उसी ऊँचाई को छूना जारी रहना चाहिए। यदि आस–पास कोई ऊर्जा स्थानांतरित होती है, तो प्रत्येक बार गेंद जब ट्रैक पर चढ़ती है तो यह पहले से कम ऊँचाई तक चढ़ेगी। इसकी अधिकतम स्थितिज ऊर्जा प्रत्येक बार कम होगी और अंततः यह वक्र रेखा के तल में ठहर जाएगी।

पूर्वानुमान और व्याख्या करने के लिए कहना महत्वपूर्ण है। किसी अपरिचित स्थिति में, विद्यार्थियों को पूर्वानुमान लगाने के लिए अपनी वैज्ञानिक समझ से भी काम लेना पड़ सकता है। लेकिन अगर आप ऐसी स्थिति का उपयोग करते हैं जिसका सामना विद्यार्थियों ने पहले किया है तो वे समझ की बजाय स्मरणशक्ति के आधार पर सही पूर्वानुमान लगाने में समर्थ हो सकते हैं। जब तक आप व्याख्या के साथ–साथ पूर्वानुमान के बारे में नहीं पूछते, यह जरूरी नहीं है कि आपके विद्यार्थियों को अंतर्निहित विज्ञान समझ नहीं आएगा।

कार्ड छाँटना ('सही/गलत/अनिश्चित' कार्ड छाँटना)

विषय के लिए कार्डों का एक सेट तैयार करें। प्रत्येक कार्ड में संक्षिप्त कथन हो, जैसे कि 'लीवर के उपयोग से आपकी ऊर्जा की बचत होती है'। विद्यार्थियों को निर्णय करना चाहिए कि प्रत्येक एक कथन सही या गलत है, या वे अनिश्चित हैं। उन्हें प्रत्येक श्रेणी के लिए अलग–अलग कार्ड छाँटने चाहिए। यह आपके द्वारा प्रदान किए कार्डों के सेट में संबंधित कथनों के जोड़ों या समूहों को शामिल करने में और यह पता लगाने में सहायक होगा कि संकल्पना कहाँ गलत हो सकती है। उदाहरण के लिए–

- 'लीवर का उपयोग किसी भारी चीज को उठाना आसान बना देता है क्योंकि आपकी ऊर्जा बच जाती है।'
- 'लीवर का उपयोग किसी भारी चीज को उठाना आसान बना देता है क्योंकि यह आपको कम बल का उपयोग करने देता है।'

टिप्पणी

कार्डों की छँटनी से आप कक्षा में घूमते हुए बेहद शीघ्रता से देख पाते हैं कि विद्यार्थियों के पास कौन से विचार हैं? वे 'कम आशंका' वाली गतिविधि भी हैं क्योंकि विकल्पों का कोई स्थायी रिकॉर्ड नहीं होता है।

'ट्रैफ़िक लाइट'

'ट्रैफ़िक लाइट' का खेल सही/गलत/अनिश्चित कार्ड की छँटनी के समान ही है। इस गतिविधि में भी कथनों के सेट का उपयोग किया जाता है और विद्यार्थियों को भी यह निर्णय करना पड़ता है कि वे कथन से सहमत हैं या असहमत, या वे इसके बारे में अनिश्चित हैं। तालिका के भिन्न भागों पर कथनों की भौतिक तौर पर तीन समूहों में छाँटने के बजाय विद्यार्थियों को आपके द्वारा पढ़े जाने वाले या उन्हें प्रत्युत्तर कार्ड में दिखाए गए प्रत्येक कथन का जवाब देना होगा। 'ट्रैफ़िक लाइट' तीन भिन्न कार्ड हैं जिन्हें आप प्रदर्शित करते हैं:

- हरा (सही/सहमत)
- लाल (गलत/असहमत)
- पीला या ऐंबर (आश्वस्थ नहीं है)

आप इन सभी कथनों पर उन्हें वोट करने के लिए कहने से पहले समूहों द्वारा इन पर चर्चा हेतु इन्हें ब्लैकबोर्ड पर लिख भी सकते हैं।

टिप्पणी

'ट्रैफ़िक लाइट' आपको बेहद तेजी से विद्यार्थियों के विचार देखने और यह समझने में सहायक होते हैं कि क्या कोई ऐसे विचार हैं? जो अनेक या केवल कुछ विद्यार्थियों को गलतफहमी पैदा करती है हैं। यह भी 'कम आशंका' वाली गतिविधि है क्योंकि विकल्पों का कोई स्थायी रिकॉर्ड नहीं होता है।

संकल्पना कार्टून

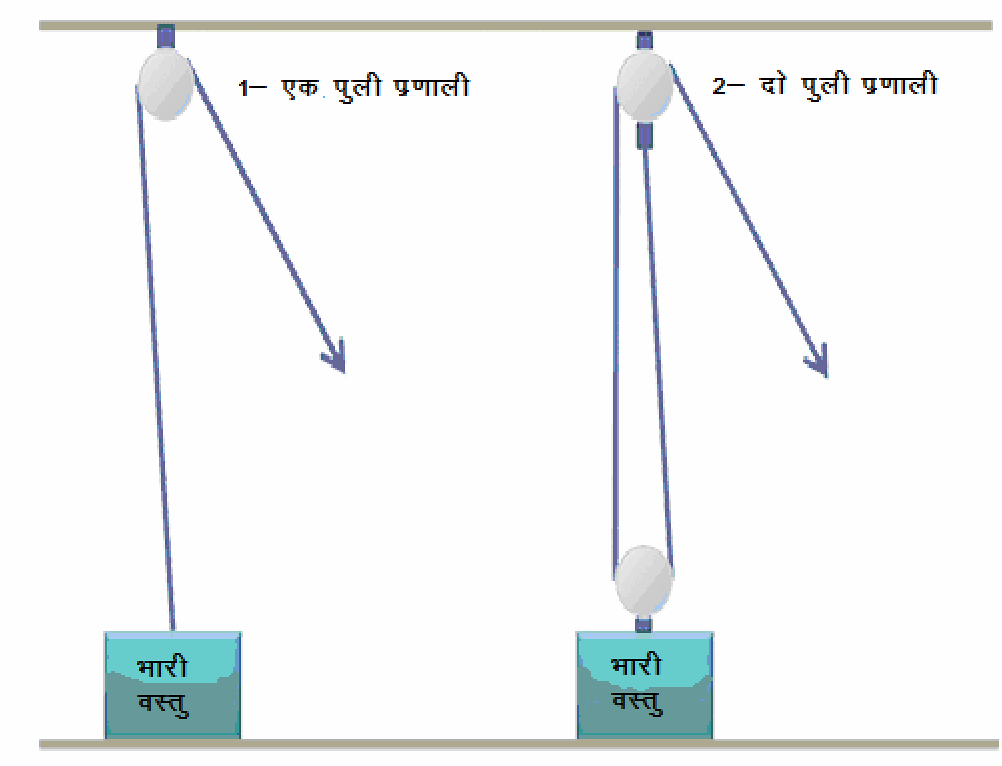
संकल्पना कार्टून के दो उदाहरण नीचे दिखाए गए हैं। आप कक्षा को चित्र R2.2 दिखा सकते हैं और उनसे 'आपका क्या विचार है?' पूछ सकते हैं।

चित्र R2.2 संकल्पना कार्टून का एक उदाहरण।

आप कक्षा को चित्र R2.3 दिखा सकते हैं और निम्नलिखित कथन पढ़ सकते हैं:

- कथन A: 'एक पुली वाली प्रणाली की अपेक्षा दो पुली वाली प्रणाली से भार उठाना अधिक आसान है। पुली से ऊर्जा की बचत होती है!'
- कथन B: 'दो पुली वाली प्रणाली कम बल के साथ भार उठाने देती है, लेकिन आपकी ऊर्जा की बचत नहीं करती है।'

फिर विद्यार्थियों से पूछें कि उनका क्या विचार है?



चित्र R2.3 संकल्पना कार्टून का एक उदाहरण।

टिप्पणी

यह अलग–अलग विद्यार्थियों या एक समूह के लिए गृह–कार्य की गतिविधि या कक्षा की एक गतिविधि हो सकती है। टिप्पणी पर आपके विद्यार्थियों को अपनी व्याख्या या वर्णन होनी चाहिए। उन्हें संक्षिप्त रखना चाहिए और पाठयपुस्तक या इंटरनेट से लेबलों के सेट 'उठाने' में नहीं भटकना चाहिए।

संसाधन 3: विभिन्न गतिविधियों में किए गए काम की पहचान करना

मानसिक मॉडल जिसकी विद्यार्थियों को ऊर्जा और कार्य के संबंध में प्रश्नों के उत्तर देने के लिए जरूरत है, वह यह है कि काम करने में एक दूरी तक बल प्रयोग शामिल है। यदि कुछ उठाया जा रहा है तो वह बल वस्तु का भार है और जिस ऊँचाई तक उठाया जाना है वह दूरी है। कार्य उस वस्तु पर किया जा रहा है।

यदि कोई चीज धकेली या खींची जा रही है और इसे उठाया नहीं जा रहा है तो बल घर्षण हो सकता है और दूरी वह दूरी होगी जिस पर बल लगाया जा रहा है। विद्यार्थियों द्वारा चुनी जाने वाली कुछ स्थितियाँ वास्तव में बेहद जटिल होती हैं। उदाहरण के लिए, यदि आप समतल सड़क पर चल रहे हैं, तो आप स्पष्ट तौर पर काम कर रहे हैं, लेकिन 'बल' आपका भार नहीं होगा।

गतिविधि 2 के लिए सुझाई गई गतिविधियाँ तालिका R3.1 में सूचीबद्ध हैं।

तालिका R3.1 *गतिविधि 2 के लिए सुझाई गई गतिविधियाँ।*

गतिविधि	टिप्पणी
चाय बनाने के लिए केतली उठाना	कार्य केतली पर होता है। बल केतली का भार है और विस्थापन वह ऊँचाई है जिस तक इसे उठाया गया है
स्कूल जाना	तकनीकी रूप से, यदि आप समतल मार्ग पर चल कर स्कूल जाते हैं, तो काम नहीं हुआ है: बल

	(विद्यार्थी का भार) का विस्थापन नहीं है। फिर से स्कूल जाने पर आप पूरी तरह थक जाते हैं। वस्तु के 'भार के केंद्र' पर काम ठीक उसी तरह नहीं हुआ है जैसे केतली को उठाना, केतली पर काम करता है। इस मामले में, काम कई छोटे अंशों में किया जा रहा है – पैर उठाना, घर्षण के विरुद्ध धकेलना, आदि।
साइकिल चलाकर स्कूल जाना	पुनः, यदि साइकिल द्वारा स्कूल समतल मार्ग से जाते हैं तो कार्य विद्यार्थी के 'भार के केंद्र' पर नहीं हुआ है। बल्कि कार्य पैडलों को घुमाने में किया जा रहा है
किताबों से भरे बैग को डेस्क से उठाना	कार्य किताबों के बैग पर होता है। बल बैग का भार है और विस्थापन वह दूरी है जिस ऊँचाई तक बैग को उठाया जाता है
अभ्यास पुस्तिका में लिखना	घर्षण के विरूद्ध बल लगाना, लिखना है। विस्थापन वह दूरी है जिस तक बल लगाया जा रहा है
फुटबॉल को किक मारना	यदि फुटबाल को किक मारकर हवा में उछाला जाता है तो बल फुटबाल का भार है और विस्थापन वह ऊँचाई जिस तक फुटबाल जाती है
बस पकड़ने के लिए दौड़ना	तकनीकी रूप से, जब समतल मार्ग पर दौड़ रहे हैं तो वस्तु (विद्यार्थी) के भार के केंद्र पर कोई कार्य नहीं होता है। लेकिन दौड़ने में पैर उठाना शामिल होता है। दौड़ने में चलने की बजाय अधिक कार्य शामिल होता है, क्योंकि पैरों को अधिक ऊँचा उठाया जाता है। स्लो मोशन फिल्म में धावक उन्हें किसी बिंदु पर ज़मीन से पूरी तरह उठा हुआ दिखा सकता है। ऊँचाई की तरफ दौड़ने या चलने में पथिक या धावक के भार के केंद्र पर काम करना शामिल होता है

जिन गतिविधियों में बल शामिल होता है, लेकिन चाल शामिल नहीं होती है, उनमें खंभे पर झुकना या बड़े पत्थर को धकेलने की कोशिश करना शामिल होता है। तकनीकी रूप से, मानसिक मॉडल के अनुसार जिसके उपयोग के लिए विद्यार्थियों को प्रोत्साहित किया जा रहा है, इन मामलों में कोई काम नहीं हो रहा है। लेकिन अगर आप बड़ी वस्तु को धकेल रहे है तो आप निश्चित तौर पर प्रयास कर रहे हैं! 'कार्य' छोटे स्तर पर है – आपकी माँसपेशियों और हड्डियों की हलचल।

बिना किसी प्रत्यक्ष बल के वस्तुओं को हिलाया जा रहा है, इसमें हवा में चलती गेंद और अंतरिक्ष में उड़ता अंतरिक्ष–यान शामिल होगा। यदि कोई बल नहीं लगाया जा रहा है, तो कोई कार्य नहीं हो रहा है। हवा में उड़ती गेंद के लिए, जो बल लगाए जा रहे हैः वायु गतिरोध और गुरुत्व बल। गेंद की गति धीमी हो जाएगी और रुक जाएगी, इसलिए गेंद पर कार्य हो रहा है। अंतरिक्ष–यान के लिए, वायु का कोई गतिरोध या गुरुत्व नहीं है, इसलिए यह सीधी दिशा में चलता रहेगा जब तक कि इस पर कोई बल नहीं लगाया जाता है।

संसाधन 4: सोच–विचार को बढ़ावा देने के लिए प्रश्न पूछने का उपयोग करना

शिक्षक अपने विद्यार्थियों से प्रत्येक समय प्रश्न पूछते है। प्रश्नों का तात्पर्य होता है कि शिक्षक सीखने, और अधिक सीखने में अपने विद्यार्थियों की मदद कर सकें। एक अध्ययन (हैस्टिंग्ज, 2003) के अनुसार, शिक्षक औसत रूप से अपना एक तिहाई समय विद्यार्थियों से प्रश्न पूछने में बिताते हैं। पूछे गए प्रश्नों में से, 60 प्रतिशत ने तथ्यों का स्मरण दिलवाया और 20 प्रतिशत प्रक्रिया से जुड़े थे (हैटी, 2012)। इन प्रश्नों के अधिकांश उत्तर या तो सही थे या गलत। लेकिन क्या ऐसे प्रश्न पूछने भर से, जो या तो सही हैं या गलत, सीखने को बढ़ावा मिलता है?

प्रश्न कई अलग–अलग प्रकार के होते हैं जो विद्यार्थियों से पूछे जा सकते हैं। शिक्षक जो उत्तर और परिणाम चाहता है, उसी के अनुसार तय होता है कि शिक्षक को किस प्रकार के प्रश्नों का उपयोग करना चाहिए। शिक्षक विद्यार्थियों से सामान्यतः पर इसलिए प्रश्न पूछते हैं जिससे–

- जब कोई नया विषय या सामग्री प्रस्तुत की जाती है, तब उसे समझने की दिशा में विद्यार्थियों का मार्गदर्शन कर सकें
- अधिक चिंतन करने के लिए विद्यार्थी के ऊपर जोर डाल सकें
- त्रुटि सुधार सकें
- विद्यार्थियों को सक्रिय बना सकें
- समझ की जांच–परख कर सकें।

प्रश्न पूछने का उपयोग सामान्यतः पर यह पता लगाने के लिए किया जाता है कि विद्यार्थी क्या जानते हैं? इसलिए उनकी प्रगति के आकलन के लिए यह महत्वपूर्ण है। प्रश्नों का उपयोग प्रेरित करने, विद्यार्थियों के विचार–कौशल को बढ़ाने और जिज्ञासु मस्तिष्क विकसित करने के लिए भी किया जा सकता है। इन्हें दो वृहद श्रेणियों में बांटा जा सकता हैः

- **निचले दर्जे के प्रश्न**, जो तथ्यों और पहले से सीखे हुए ज्ञान का स्मरण करवाते हैं। ये प्रायः बंद प्रश्न होते हैं (उत्तर हां या ना में)।
- **उच्च दर्जे के प्रश्न**, जो अधिक चिंतन की मांग करते हैं। ये विद्यार्थियों को एक उत्तर तैयार करने के लिए या तार्किक ढंग से एक दलील का समर्थन करने के लिए पहले से सीखी गई जानकारियों को एकत्रित करने के लिए कहते हैं। उच्चतर दर्जे के प्रश्न प्रायः अधिक खुले होते हैं।

खुले प्रश्न विद्यार्थियों को पाठयपुस्तक आधारित, शाब्दिक उत्तरों से आगे जाकर सोचने के लिए प्रोत्साहित करते हैं। इस तरह उत्तरों की एक श्रृंखला सामने लाते हैं। ये विषयवस्तु के बारे में विद्यार्थियों की समझ का आकलन करने में भी शिक्षक की मदद करते हैं।

विद्यार्थियों को उत्तर देने के लिए प्रोत्साहित करना

अनेक शिक्षक प्रश्न के उत्तर की मांग करने से पहले एक सेकंड से भी कम समय देते हैं और इसलिए अक्सर या तो स्वयं ही प्रश्न का उत्तर दे देते हैं या प्रश्न को दूसरे शब्दों में रख देते हैं (हैस्टिंग्ज, 2003)। विद्यार्थियों के पास केवल प्रतिक्रिया करने का समय होता है। सोचने का समय नहीं होता। यदि आप उत्तर की अपेक्षा करने से पहले चंद सेकंड प्रतीक्षा कर लें, तो विद्यार्थियों को सोचने का समय मिल जाएगा। इसका विद्यार्थियों की उपलब्धि पर सकारात्मक प्रभाव पड़ता है। प्रश्न पूछने के बाद प्रतीक्षा करने से बढ़ती हैः

- विद्यार्थियों के उत्तरों की लंबाई
- उत्तर देने वाले विद्यार्थियों की संख्या
- विद्यार्थियों का बारंबार प्रश्न पूछना
- कम समर्थ विद्यार्थियों के उत्तरों की संख्या
- विद्यार्थियों के बीच आपस में सकारात्मक संवाद

आपकी प्रतिक्रिया का महत्व है

आप दिए जाने वाले उत्तरों को जितने अधिक सकारात्मक ढंग से ग्रहण करेंगे, विद्यार्थी उतना ही अधिक सोचने का प्रयास जारी रखेंगे। गलत उत्तरों और गलत धारणाओं में सुधार सुनिश्चित करने के कई तरीके हैं। यदि एक विद्यार्थी के मन में त्रुटिपूर्ण विचार है, तो आप यकीन कर सकते हैं कि कई और के मन में भी होगा। आप नीचे लिखे को करने का प्रयास कर सकते हैं–

- उत्तरों के उन अंशों को चुनकर निकालिए जो सही हैं, और मददगार ढंग से उस विद्यार्थी को अपने उत्तर के बारे थोड़ा और सोचने के लिए कहें। यह ज्यादा सक्रिय भागीदारी को प्रोत्साहित करता है और अपनी गलतियों से सीखने में आपके विद्यार्थियों की मदद करता है। नीचे लिखी टिप्पणी दर्शाती है कि एक गलत उत्तर पर आप मददगार ढंग से प्रतिक्रिया किस प्रकार दे सकते हैंः 'भाप से बादल बनते हैं यह तो तुमने सही कहा, लेकिन वर्षा के बारे में उन्होंने जो कहा उसके बारे में मुझे लगता है हमें कुछ और खोज की जरूरत है। क्या कोई और कुछ विचार दे सकता है?'
- विद्यार्थियों द्वारा दिए गए सभी उत्तरों को ब्लैकबोर्ड पर लिखें, फिर विद्यार्थियों से उन सबके बारे में सोचने के लिए कहें? आपकी राय में कौन से उत्तर सही हैं? कौन से उत्तरों में से दिए जा रहे दूसरे उत्तर निकले सकते हैं? इससे आपको यह समझने का मौका मिलता है कि आपके विद्यार्थी किस ढंग से सोच रहे हैं और आपके विद्यार्थियों को अपनी गलत धारणाओं को, जो उनके मन में रही हो सकती हैं, भयभीत हुए बगैर सुधारने का मौका मिलता है।

सभी उत्तरों को ध्यानपूर्वक सुनकर और विद्यार्थियों को और अधिक समझाने के लिए कहकर सम्मान दें। यदि आप सभी उत्तरों को, चाहे वे सहीं हों या गलत, और अधिक समझाने के लिए कहेंगे, तो कोई गलती होने पर विद्यार्थी स्वयं ही उसे सुधार लेंगे। इस तरह आप एक सोचने वाली कक्षा का विकास करेंगे। आप वास्तव में जान सकेंगे कि आपके विद्यार्थियों ने क्या सीखा है? और इससे आगे कैसे बढ़ना है? यदि गलत उत्तरों के परिणामस्वरूप अपमान और दंड मिलता है, तो आपके विद्यार्थी और भी शर्मिंदगी तथा उपहास का पात्र बनने के भय से कोशिश करना बंद कर देंगे।

उत्तरों की गुणवत्ता को बेहतर बनाना

यह महत्वपूर्ण है कि आप प्रश्न पूछने के ऐसे अनुक्रम का पालन करने का प्रयत्न करें, जो सही उत्तरों के साथ समाप्त नहीं होता हो। सही उत्तरों का पुरस्कार ऐसे फॉलो–अप प्रश्नों के रूप में देना चाहिए जो ज्ञान को बढ़ाएं और विद्यार्थियों को शिक्षक के साथ जुड़ने का अवसर प्रदान करें। आप ऐसा यह पूछकर कर सकते हैंः

- *यह कैसे?* या *और क्यों?*
- उत्तर देने का कोई और तरीका
- एक बेहतर शब्द
- उत्तर की पुष्टि करने के लिए प्रमाण
- एक संबंधित कौशल से जोड़ना
- एक नए विन्यास में समान कौशल या तर्क को लागू करना।

अपने उत्तर के बारे में और अधिक गहराई तक जाकर सोचने में विद्यार्थियों की मदद करना (और इस तरह उत्तरों की गुणवत्ता को बेहतर बनाना) आपकी भूमिका का महत्वपूर्ण हिस्सा है। नीचे लिखे कौशल विद्यार्थियों की और अधिक उपलब्धि प्राप्त करने में मदद करेंगेः

- **अनुबोधन** में संकेत देने की आवश्यकता होती है – ऐसे संकेत जो विद्यार्थियों को उनके उत्तरों को विकसित करने और बेहतर बनाने में मदद करें। आप पहले यह बताना चुन सकते हैं कि उत्तर में क्या सही है? और फिर जानकारी, आगे के प्रश्न और अन्य संकेत दे सकते हैं। ('तो अगर तुम कागज के अपने हवाई जहाज के आखिर में वजन रखो तो क्या होगा?')
- **टटोलने** में और अधिक जानने का प्रयास किया जाता है, विद्यार्थी जो कहना चाह रहे हैं उसे स्पष्ट करने में उनकी मदद की जाती है, जिससे अव्यवस्थित उत्तर को या आंशिक रूप से सही उत्तर को सुधारा जा सके। ('तो यह आपस में कैसे जुड़ता है इसके बारे में तुम मुझे और क्या बता सकते हो?')
- **पुर्नसक्रेन्द्रण** या फिर से ध्यान केंद्रित करने में सही उत्तरों को आगे बढ़ाया जाता है, जिससे विद्यार्थियों के ज्ञान को उनके द्वारा पूर्व में सीखे गए ज्ञान से जोड़ा जा सके। यह उनकी समझ को विकसित करता है। ('आपने जो कहा सही है, लेकिन पिछले हफ्ते अपने स्थानीय पर्यावरण के विषय में हम जो देख रहे थे उससे यह कैसे जुड़ता है?')
- **अनुक्रमण** का अर्थ है प्रश्नों को एक ऐसे क्रम में पूछना, जो चिंतन को आगे बढ़ाने के लिए बनाया गया हो। प्रश्नों को इस तरह क्रमबद्ध होना चाहिए कि वे विद्यार्थियों को संक्षेपण करने, तुलना करने, व्याख्या करने या विश्लेषण करने की ओर ले जाएँ। प्रश्न ऐसे तैयार करें जिनसे विद्यार्थियों को मस्तिष्क पर जोर डालना पड़े, लेकिन उन्हें इस हद तक भी चुनौती न दें कि वे प्रश्नों का अर्थ ही गंवा बैठें। 'जरा बताओ तो

तुम अपनी पहले वाली समस्या से कैसे उबरे? उससे क्या फर्क पड़ा? तुम्हें क्या लगता है? कि अपनी अगली समस्या से निपटने के लिए तुम्हें क्या चाहिए?')

- **सुनना** यानी ध्यानपूर्वक सुनकर आप न सिर्फ उस उत्तर की तलाश कर पाते हैं जिसकी आप अपेक्षा कर रहे हैं, बल्कि असाधारण या अभिनव उत्तरों के प्रति भी सचेत होते हैं, जिनकी अपेक्षा आपने नहीं किये जाने की हो सकती है। इससे यह भी प्रदर्शित होता है कि आप विद्यार्थियों की विचारशीलता को महत्व देते हैं और इससे उनके अधिक विचारपूर्ण उत्तर देने की संभावना बढ़ जाती है। इस प्रकार के उत्तर उन गलतफहमियों पर रोशनी डाल सकते हैं जिन्हें सुधारने की जरूरत होती है, अथवा वे एक नया तरीका दिखा सकते हैं जिस पर आपने विचार न किया हो। ('मैंने तो इस बारे में सोचा ही नहीं। मुझे और बताओ तुम इस ढंग से क्यों सोच रहे हो।')

शिक्षक के नाते, यदि आपको अपने विद्यार्थियों से रोचक और आविष्कारक उत्तर निकलवाने हैं, तो आपको प्रेरक और चुनौतीपूर्ण प्रश्न पूछने होंगे। आपको उन्हें सोचने के लिए समय देना होगा और आप आश्चर्य में पड़ जाएंगे कि आपके विद्यार्थी कितना अधिक जानते हैं और उनके सीखने को आगे बढ़ाने में आप कितनी भलीभाँति मदद कर सकते हैं।

याद रखिए, प्रश्न पूछने का संबंध उससे नहीं है जो शिक्षक जानता है, बल्कि उससे है जो विद्यार्थी जानते हैं। यह याद रखना महत्वपूर्ण है कि आपको कभी भी स्वयं अपने प्रश्नों का उत्तर नहीं देना चाहिए! आखिरकार, यदि विद्यार्थी जानते हैं कि कुछ सेकंड की खामोशी के बाद प्रश्नों का उत्तर आप उन्हें दे ही देंगे, तो उत्तर देने के लिए उनका प्रोत्साहन भला क्या है?

संसाधन 5: ऊर्जा को समझना

ऊर्जा के मामले में एक समस्या है। हम इसे प्रायः किसी वास्तविक पदार्थ के तौर पर मानते हैं, लेकिन नोबल पुरस्कार विजेता भौतिकशास्त्री रिचर्ड फैनमेन ने ऊर्जा के बारे में कहा था (फैनमेन और अन्य,1964):

> यह तथ्य है, या अगर आप चाहे तो आज की तारीख तक ज्ञात सभी प्राकृतिक घटनाएँ एक नियम के तहत होती हैं। इस नियम का कोई अपवाद नहीं है। जहाँ तक ज्ञात है यह सही है। जिसको ऊर्जा संरक्षण का नियम कहा जाता है। यह कहता है कि कुछ मात्रा है जिसे हम ऊर्जा कहते हैं जो उनके अनेक रूपों में नहीं बदलती जिनमें प्रकृति बदलती है। वह एक बेहद अमूर्त विचार है क्योंकि यह गणित का सिद्धांत है; जो कहता है कि संख्यात्मक मात्रा होती है जो कुछ भी होने पर परिवर्तित नहीं होती है। यह किसी तंत्र या किसी मूर्त वस्तु का विवरण नहीं है; यह एक अद्भुत तथ्य है कि हम किसी संख्या की गणना कर सकते हैं। जब हम प्रकृति को देखना बंद कर देते हैं और उसकी गतिविधियों के अनुसार चलते और संख्या की पुनः गणना करते हैं, तो यह पहले के समान ही होगी।

ऊर्जा के बारे में कुछ विचार यहाँ पर दिए हैं जो सामान्य हो सकते हैं। आप इन विचारों पर किस प्रकार प्रतिक्रिया करेंगे?

1. भोजन ऊर्जा का स्रोत है। जब हम खाना खाते हैं तो ऊर्जा हमारे शरीर में जाती है जिससे हम कार्य कर सकें।
2. ऊर्जा भिन्न प्रकार की हो सकती है। इनमें से कुछ प्रकार ध्वनि, प्रकाश, रसायन और गतिज हैं।
3. जब आप कार चलाते हैं तो पेट्रोल की ऊर्जा की खपत होती है, जिसके कारण आपको कार में पेट्रोल डलवाना पड़ता है।
4. ऊर्जा को भिन्न प्रकार से भंडारित किया जा सकता है, जैसे कि बैटरियों में रसायन या किसी ऐसी वस्तु में, जिसका विशिष्ट गुरुत्व या विद्युत क्षेत्र हो।
5. ऊर्जा को एक स्थान से दूसरे स्थान पर कई तरह के तंत्रों द्वारा स्थानांतरित किया जा सकता है जैसे विद्युत तरंग, ध्वनि और प्रकाश।
6. ऊर्जा वास्तविक नहीं है। हमें स्वीकार करना चाहिए कि यह गणित का विचार है जो दुनिया को समझने में हमारी सहायता करता है।

भौतिकी के नजरिए से आपके विचार में कौन से कथन एकदम सटीक हैं?

उत्तर

1. भोजन में ऊर्जा रसायनों के रूप में भंडारित होती है। यह ऊर्जा हमारे शरीर में स्थानांतरित की जाती है जिससे रासायनिक अभिक्रियाओं का उपयोग करके काम कर सकें।
2. विचार करने की यह सामान्य प्रक्रिया है लेकिन हाल के वर्षों में अध्यापकों को ऊर्जा पर एकल रूप में विचार करने के लिए प्रोत्साहित किया जा रहा है जिसे एक स्थान से दूसरे स्थान पर विभिन्न तरीकों से, जैसे कि विद्युत तरंग, प्रकाश और ध्वनि से स्थानांतरित किया जा सकता है।
3. यह अच्छी सोच नहीं है। ऊर्जा कभी 'समाप्त' नहीं होती है, परन्तु इसे एक स्थान से दूसरे स्थान पर ऐसे तरीके से स्थानांतरित किया जा सकता है कि इसका अपव्यय हो जाता है और यह कम लाभकारी हो जाती है। ऊर्जा के संरक्षण का नियम ऊर्जा की खपत को रोकता है। कार के इंजन में, ऊर्जा ध्वनि और ऊष्मा के माध्यम से पर्यावरण में स्थानांतरण के माध्यम से बेकार हो जाती है। इसमें से कुछ ऊष्मा ज्वलन में उत्पन्न होती है; कुछ इंजन में घूमते भिन्न पुर्जों के घर्षण से और जमीन से होने वाले संपर्क के कारण उत्पन्न होती है।
4. यह अच्छा विचार है और उन वर्तमान अध्यापन विचारों को परिलक्षित करता है जिन्हें स्कूलों में बढ़ावा दिया जा रहा है।
5. यह अच्छा विचार है और उन वर्तमान अध्यापन विचारों को परिलक्षित करता है जिन्हें स्कूलों में बढ़ावा दिया जा रहा है।
6. इस प्रकार की विचारशीलता संभावित रूप से विवादास्पद है। तथापि, फैनमेन की ऊर्जा परिभाषा पर नजर डालते हुए लगेगा कि मामला तो ऐसा ही है। हम चीजों को कुछ ठोस रूप देना पसंद करते हैं लेकिन भौतिकी में अनेक विचार बस ऐसे ही हैं; विचार या मॉडल।

अतिरिक्त संसाधन

- Practical physics http://www.nuffieldfoundation.org/practical-physics provides information on practical activities in physics for 11-19 year olds.
- SEP booklets (downloadable pdfs): Energy storage, Making energy real, Building materials, Solar power, Wind power, all at http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/
- IoP: Physics demonstration films http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/collection/491/physics-demonstration-films

- MIT Blossoms: Quantifying the energy associated with everyday things and events https://blossoms.mit.edu/videos/lessons/quantifying_energy_associated_everyday_things_and_events

संदर्भ / संदर्भग्रंथ सूची

Bruner, J.S. (1966) *Towards a Theory of Instruction*. New York, NY: W.W. Norton and Company.

Bruner, J.S. (1978) 'The role of dialogue in language acquisition', in Sinclair, A., Jarvelle, R.J. and Levelt, W.J.M. (eds) *The Child's Concept of Language*. New York, NY: Springer-Verlag.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. and Wood-Robinson, V. (1994) *Making Sense of Secondary Science*. London, UK: Routledge. (Note in particular the chapters on energy, forces and horizontal motion.)

Feynman, R., Leighton, R.B. and Sands, M. (1964) *The Feynman Lectures on Physics*. Reading, MA: Addison-Wesley. Available from: http://feynmanlectures.caltech.edu/ (accessed 19 May 2014).

Hastings, S. (2003) 'Questioning', *TES Newspaper*, 4 July. Available from: http://www.tes.co.uk/article.aspx?storycode=381755 (accessed 22 September 2014).

Hattie, J. (2012) *Visible Learning for Teachers: Maximising the Impact on Learning*. Abingdon: Routledge.

Millar, R. (2011) 'Energy', in Sand, D. (ed.) *Teaching Secondary Physics*. London, UK: John Murray.

National Strategies (2011) 'Barriers to learning' (online), in *Energy, Electricity and Forces*. Available from: http://www.teachfind.com/national-strategies/barriers-learning-8 (accessed 19 May 2014).

Scaife, J. (2012) 'Learning in science', in Wellington, J.J. and Ireson, G. (eds) *Science Learning, Science Teaching*. London, UK: Routledge.

Taber, K.S. (2011) 'Constructivism as educational theory: contingency in learning, and optimally guided instruction', in Hassaskhah, J. (ed.) *Educational Theory*. New York, NY: Nova. Available from: https://camtools.cam.ac.uk/wiki/eclipse/constructivism.html (accessed 19 May 2014).

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 अध्यापक शिक्षकों, मुख्याध्यापकों, अध्यापकों और विद्यार्थियों के प्रति आभार प्रकट किया जाता है जिन्होंने उत्पादनों में दि ओपन यूनिवर्सिटी के साथ काम किया है।