

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/>



The Open
University



संदेश



शिक्षकों को बाल केंद्रित 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।

(डॉ० मुरली मनोहर सिंह)

निदेशक

एस०सी०ई०आर०टी०, 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. कासिम खुशीद, विभागाध्यक्ष, राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद्
डॉ. इम्तियाज 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 अंग्रेजी
श्री अरशद रजा, सहायक शिक्षक, प्राथमिक विद्यालय, पचासा रहुई, नालंदा
श्री संतोष सुमन, सहायक शिक्षक, बालिका उच्च विद्यालय, महुआबाग
श्री शशि भूषण पाण्डेय, सहायक शिक्षक, उत्कर्मित मध्य विद्यालय, मुकुन्दपुर, नालंदा
श्रीमती रचना त्रिवेदी, शिक्षिका, नोट्रेडेम अकादमी, पटना
माध्यमिक अंग्रेजी
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, उत्कर्मित 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 ध्वजालय 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 अंतर्राष्ट्रीय 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 SS09v1
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 में कुछ विषय ऐसे हैं जो अनेक छात्र-छात्राओं को मुश्किल लगते हैं। छात्र-छात्राओं के लिए किसी विषय के बारे में ऐसे विचार बना लेना आसान है जो शिक्षक को 'गलत' लग सकते हैं। यह छात्र-छात्राओं को थोड़े समय में काम याद करने, या सवालों के सही उत्तर प्राप्त करने में अनिवार्य रूप से नहीं रोकता है। फिर भी, यह उन्हें ऐसी कठिन 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 छात्र-छात्रा ऐसे विचार रखते हैं तो उनके लिए सफल होना भी कठिन होगा। वर्षों के दौरान, शोध के परिणामस्वरूप, लोगों ने अनेक विषयों पर गलत समझ की एक आम सूची तैयार कर ली है।

शिक्षक के तौर पर आपको वैचारिक बदलाव—पहले जो सीखा है उसमें कुछ खास तरह की बदलाव, लाने में अपने छात्र-छात्राओं की मदद करने की जरूरत होगी। आपकी भूमिका नए तरीके को और अधिक तर्कशील, उचित और जागरूक बनाने की होगी ताकि समय आने पर यह छात्र-छात्राओं के विचार करने का पसंदीदा तरीका बन जाए और उन्हें अपने शुरुआती विचारों का अब और उपयोग न करना पड़े। इस इकाई में ऊर्जा और कार्य पर ध्यान केंद्रित रहेगा जो छात्र-छात्राओं (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 सीख सकते हैं

- ऊर्जा और कार्य के संबंध में छात्र-छात्राओं की कुछ गलतफहमियाँ।
- ऊर्जा और कार्य के संबंध में आपके छात्र-छात्राओं की समझ के बारे में किस प्रकार पता लगाएँ।
- आपके छात्र-छात्राओं को कुछ संकल्पनात्मक विकास कार्य करने और ऊर्जा तथा कार्य के बारे में बेहतर समझ हासिल करने में मदद के कुछ तरीके।

यह दृष्टिकोण क्यों महत्वपूर्ण है

छात्र-छात्राओं के पास किसी विषय के बारे में ऐसे विचार और संकल्पनात्मक संरचनाएँ हो सकती हैं जो मंजूर 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। तथापि, दीर्घावधि में, ये 'गलत' विचार समस्यात्मक होंगे और छात्र-छात्राओं को आगे बढ़ने से रोकेंगे। शिक्षकों को अगर अपने छात्र-छात्राओं की सहायता करनी है तो उन्हें यह पता लगाने की जरूरत है कि सच में वे क्या सोचते हैं। शिक्षकों को बेकार किस्म के 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 छात्र-छात्रा अल्पावधि में ही नए विचारों को याद कर सकते हैं लेकिन अगर उन्हें नए विचार पूरी तरह से समझ नहीं आते तो फिर दीर्घावधि में अपने खुद के विचारों पर लौट जाएँगे जो हो सकता है कि सही न हो। छात्र-छात्रा 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 (छात्र-छात्राओं को नए विचार तथा संरचनाएँ उपलब्ध कराना) लाने के लिए सक्रिय शिक्षण जरूरी है। छात्र-छात्राओं को नए विचारों और अन्य संकल्पनाओं के साथ उनके संबंधों की खोज करते समय मानसिक गतिविधि में व्यस्त रहना चाहिए।

उदाहरण के लिए, अनेक छात्र-छात्रा ऊर्जा को ईंधन से उलझा सकते 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 ऊँचाई 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 यह संरक्षित होती है और इसे एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित किया जा सकता है।

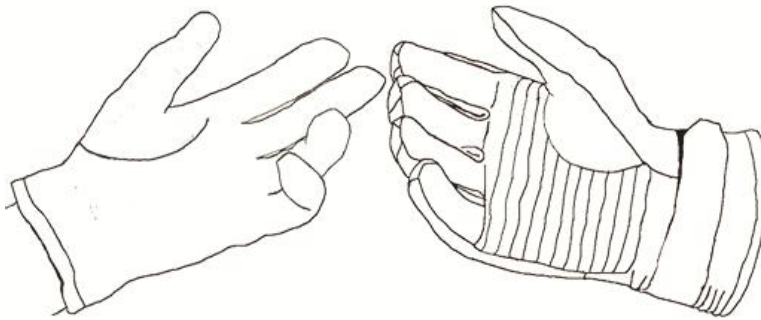
1 ऊर्जा के बारे में कुछ आम गलतफ़हमियाँ

जब छात्र-छात्रा 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 शिक्षकों 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 छात्र-छात्रा 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 शिक्षक द्वारा) छात्र-छात्राओं को दिया जाता है। कभी-कभी वे ऐसी व्याख्याएँ होती हैं जिन्हें छात्र-छात्राओं द्वारा खुद 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 प्रासंगिक नहीं हैं।

इन विचारों के बारे में अक्सर बेहद 'सामान्य समझ' का संकेत होता है, लेकिन समस्या यह है कि माध्यमिक विद्यालय 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 'चीजों 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 परत पर कौन गर्म होता है?

- **गलत अनुमान:** 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 अनुमान:** मोटे दस्ताने पर रखा सेंसर कम तापमान दिखाएगा क्योंकि मोटा दस्ताना पतले दस्ताने की अपेक्षा गर्म हाथ से आसपास के ठंडे वातावरण में ऊर्जा के रूपांतरण की प्रक्रिया को धीमा 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 रवीन्द्र ने स्थानीय DIET के प्रशिक्षण सत्र में भाग लिया। बैठने और प्रशिक्षक को 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 को कहा, जहाँ हम में से एक भौतिकी में विशेषज्ञ, एक रसायनशास्त्र में विशेषज्ञ और अन्य एक जीवविज्ञान विशेषज्ञ था। प्रशिक्षक ने हमें तीन प्रश्नों के बारे में विचार करने को 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 भूमिका से पहले दूसरों को सुनते हुए विषय विशेषज्ञ से अपने विचार बाँटना था।

भौतिकी के जिस प्रश्न के बारे में हमें विचार करना था, वह था: 'अंतरिक्षयान को हमारी सौर प्रणाली से दूर लंबी यात्रा

पर भेजा जा रहा है। यह बड़े ईंधन टंकियों वाला शक्तिशाली रॉकेट इंजन है। इसे 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 बाँटना मेरे लिए मनोरंजक (और थोड़ा भयावह) था! मैंने कहा कि आपको धरती से दूर जाने और अंतरिक्षयान को जीतनी 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।

भौतिकी के मेरे सहयोगी ने बताया कि बड़े ईंधन टैंक धरती से बाहर निकलने के लिए आरंभिक चरण में जरूरी थे, और यात्रा के मुख्य भाग के लिए उनकी तुलना में बेहद छोटी मोटरों की जरूरत होती हैं। गहन अंतरिक्ष में कोई वायु रोध 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 उसने हमें यह बताया और तब भी जब भौतिकी के शिक्षक 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 योग्य नमूनों की जरूरत थी।



ज़रा सोचिए

- 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 छात्र-छात्राओं 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 पाठ्यक्रम में विज्ञान के नमूनों से भिन्न है। आपको यह देखकर हैरानी हो सकती है कि शिक्षकों 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 असामान्य रूप से, अनजान संदर्भ में प्रस्तुत किया जाता है।

यद्यपि यह शर्मिंदा करने वाला प्रतीत हो सकता है लेकिन एक अच्छा शिक्षक इस बात की प्रशंसा करेगा कि उन्होंने कुछ महत्वपूर्ण सीखा है और अपनी खुद की समझ में सुधार किया है। इससे उन्हें छात्र-छात्राओं की संभावित समस्या के बारे में जानने और उसकी पहचान करने तथा उससे निपटने की योजना बनाने में भी मदद मिलेगी।

गतिविधि 1: आपके छात्र-छात्राओं के कार्य में सामान्य गलतफ़हमियाँ

यह गतिविधि कार्य और ऊर्जा के बारे में सीखने 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 छात्र-छात्राओं के काम में पहले इनमें से किनसे आपका सामना हुआ है?

अब कार्य और ऊर्जा के संबंध में नौवीं कक्षा की पाठ्यपुस्तक में दिए गए अध्याय को पढ़ें। जब आप पढ़ें, तो संसाधन 1 में किन्हीं गलतफ़हमियों की तलाश करें, जो अध्याय के लिए प्रासंगिक हो सकती हैं। हर बार जब आप किसी संभावित भ्रम की पहचान करें, तो उसे स्टिकी लेबल पर लिखें और पाठ्यपुस्तक 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, ताकि 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!



गतिविधि 1 का उपयोग कक्षा IX NCERT book पाठ 11: कार्य 11.1, पृष्ठ 162 में किया जा सकता है।

आगामी खंड में आप अपने छात्र-छात्राओं 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 कार्यप्रदर्शन का आकलन' भी मददगार होगा।

वीडियो: प्रगति और कार्यप्रदर्शन का आकलन



2 कार्य और ऊर्जा के संबंध में आपके छात्र-छात्राओं की समझ के बारे में पता लगाना

कार्य और ऊर्जा के संबंध में अपने छात्र-छात्राओं 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 अच्छी है। तथापि, छात्र-छात्राओं 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 मौलिक समझ पर निर्भर नहीं करती हैं।

उदाहरण के लिए, मान लें कि आप किसी छात्र 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। तथापि, वे यह बताने में असमर्थ हो सकते हैं कि अगर भार को छोड़ दिया जाता है और वह ज़मीन पर गिरता है तो ऊर्जा अंतरण और ऊर्जा संरक्षण का क्या होगा।

वे कह सकते हैं कि जब भार को उठाया गया था तब उसमें संभावित ऊर्जा थी, जब यह गिर रही थी तब तब इसमें गतिक 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 हैं जिनका आप कार्य और ऊर्जा के संबंध में अपने छात्र-छात्राओं की समझ को परखने के लिए उपयोग कर सकते हैं। इन सभी रणनीतियों में जो सामान्य है वह यह कि वे छात्र-छात्राओं को उनके विचार आपसे और दूसरे छात्र-छात्राओं के साथ बांटने के लिए प्रोत्साहित करते हैं। यह बेहद महत्वपूर्ण है, क्योंकि नए शिक्षण के लिए मौजूदा ज्ञान और बोध एक आधार के रूप में काम करता है।

छात्र-छात्राओं के बोध के बारे में पता लगाने के लिए उपयोगी रणनीतियों में शामिल है केंद्रित रूप से सवाल करना, सामूहिक चर्चा और पोस्टर प्रस्तुतीकरण, साथ ही, निम्नलिखित दृष्टिकोण, जिनकी संभवतः आपको कम जानकारी हो:

- **'पूर्वानुमान लगाएँ और समझाएँ':** छात्र-छात्राओं 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:** छात्र-छात्राओं 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। छात्र-छात्रा कार्डों को छाँट कर 'सही', 'गलत' और 'अनिश्चित' के रूप में अलग-अलग ढेर लगाते हैं।

- **‘ट्रैफिक लाइट’:** छात्र-छात्राओं का प्रत्येक समूह कथन के बारे में अपना निर्णय हरे (सही), लाल (गलत) या पीले (अनिश्चित) वोटिंग कार्ड को थाम कर देता है।
- **संकल्पना कार्टून:** कार्टून जो किसी स्थिति को दो या तीन कथनों के साथ दिखाते हैं कि क्या हो रहा है। छात्र-छात्राओं को निर्णय करना होता है कि कौन से कथन(नों) से वे सहमत या असहमत हैं, और क्यों।
- **व्याख्यात्मक रेखाचित्र:** छात्र-छात्राओं को ऊर्जा और कार्य के बारे में अपने विचारों का उपयोग करते हुए, किसी प्रणाली या स्थिति 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 में समझ दिखाना

सुश्री सरोज कार्य और ऊर्जा के बारे में अपने छात्र-छात्राओं की समझ को परखने के लिए कुछ रणनीतियाँ आजमा कर देखती हैं।

जब भी मैंने अपनी नौवीं कक्षा को कार्य और ऊर्जा पढ़ाया है, वे हमेशा कुछ गणनाएँ करते नजर आते हैं, लेकिन अक्सर उन प्रश्नों में जहाँ उन्हें वर्णन करना होता है या कुछ व्याख्या करनी होती है वहाँ गलतियाँ करते प्रतीत होते हैं। शायद अगर मुझे पता होता कि मेरे छात्र-छात्राओं को कौन-सी बात परेशान कर रही है, तो मैं उनकी मदद कर पाती!

इस वर्ष, मैंने इस बारे में और जानकारी प्राप्त करने की कोशिश की कि मेरी 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 सुंदर चित्र 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।] छात्र-छात्राओं 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 छात्र-छात्राओं द्वारा उत्तर दिए जाने से पहले उन्हें भिन्न संभावनाओं पर विचार करने के लिए प्रोत्साहित करते हैं।

सबसे पहले, मैंने अपने छात्र-छात्राओं 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 सर्वश्रेष्ठ 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 छात्र-छात्रा चर्चा करने में दिलचस्पी ले रहे थे।

मैंने दस मिनट के बाद चर्चा रोक दी और अपने छात्र-छात्राओं 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, ताकि 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 छात्र 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 सकें, 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 ताकि फिर से सुनिश्चित कर सकूँ कि उन्होंने वही चुना था जो मेरे विचार में सर्वश्रेष्ठ उत्तर था। मेरे छात्र-छात्रा 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 छात्र-छात्राओं को सुनने से मुझे उनके लिए अपने अगले सीखने 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 जरिये उनका परिचय स्वीकार्य वैज्ञानिक संकल्पनाओं से कराया जा सके।

वीडियो: अनुश्रवण करना और फीडबैक देना



गतिविधि 2: कक्षा में 'कार्य' के बारे में छात्र-छात्राओं के ज्ञान का परीक्षण

यह गतिविधि आपको कक्षा में किए जाने वाले अपने अभ्यास को तैयार करने में सहायता करेगी। आप कार्य और ऊर्जा की अपने छात्र-छात्राओं की समझ को परखने के लिए संसाधन 2 में वर्णित रणनीतियों में से एक का उपयोग करने जा रहे हैं। (यह गतिविधि नौवीं कक्षा की पाठ्यपुस्तक (राष्ट्रीय शिक्षा और प्रशिक्षण परिषद् संस्करण) की गतिविधि 11.2 और 11.3 पर आधारित है।)

- अपने छात्र-छात्राओं से दैनिक जीवन की ऐसी स्थितियों के बारे में विचार करने के लिए कहें जिनमें 'कार्य' शामिल होता है। हर मामले में, उनसे यह पूछें 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 नोट 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।)
- उनसे ऐसी स्थिति पर विचार करने को कहें जिसमें वस्तु विस्थापित नहीं होती है यद्यपि इस पर बल काम करता है।
- उनसे ऐसी स्थिति पर विचार करने को कहें जिसमें वस्तु पर बल न लगने के बावजूद भी विस्थापित हो जाती है।
- समूहों द्वारा भिन्न स्थितियों पर चर्चा करने के दौरान चक्कर लगाएँ। सहज रूप से, प्रत्येक समूह जो पूर्वानुमान लगाता है और उसके लिए वे जो कारण देते हैं, उन्हें नोट कर लें।
- आपको जिन उत्तरों की उम्मीद थी उनके बारे में चर्चा करें और प्रत्येक पूर्वानुमान के लिए कारण बताएँ।
- पाठ के बाद, इन प्रश्नों के बारे में विचार करें:
 - छात्र-छात्राओं 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?



ज़रा सोचिए

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



चित्र 2: जब आपके छात्र-छात्रा 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 छात्र-छात्राओं को बेहतर समझ प्रदान करने में सहायता करना

जब छात्र-छात्रा 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 छात्र अंशतः '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:

- छात्र-छात्राओं को अपने विचार पर दूसरे छात्र-छात्राओं के साथ समर्थनकारी वातावरण में चर्चा करने के अवसर दें।
- छात्र-छात्राओं 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।
- छात्र-छात्राओं को चुनौती देने के अवसर प्रदान करें और उनके विचारों में सुधार 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 तीव्र और निम्न दर्जे के निरूपण तथा व्यावहारिक अनुभव भी उसे प्रदान कर सकते हैं जिसकी आवश्यकता होती है। आप जो भी करें, याद रखने लायक 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 छात्र-छात्रा 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 छात्र-छात्राओं 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 निरूपण नौवीं कक्षा की गतिविधि 11.6 पर आधारित है और गतिक ऊर्जा से संबंधित कई गतिविधियों में से एक है।) निरूपण 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 बरतन 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 छात्र-छात्राओं का इस बात पर ध्यान जाना चाहिए कि बढ़ती ऊँचाई से गेंद को फँकने 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।

- **किसे बनाने में अधिकांश ऊर्जा की जरूरत होती है – गहरा गड्ढा या कम गहराछिछला गड्ढा? क्यों?**
छात्र-छात्रा कहेंगे कि गहरा गड्ढा, और यह भी कह सकते हैं कि गहरे छिद्र को तैयार करने में कम गहरा 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 से आपको बढ़ती ऊँचाई से गिरती गेंद द्वारा आपूरित ऊर्जा के बारे में क्या पता चलता है?**
जब गेंद को अधिक ऊँचाई से गिराया जाता है तब गेंद रेत पर अधिक ऊर्जा लगाती देती है जब इसे अधिक ऊँचाई से गिराया जाता है।
- **इसलिए, जब गेंद ज़मीन से टकराती है तो कौन सी गेंद में सर्वाधिक ऊर्जा थी? उस गेंद में जिससे गहरा गड्ढा बना था।**
- **तो, 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 छात्र-छात्रा 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 छात्र-छात्राओं 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, और फिर जब यह गिरती है, फिर 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 पाठ्यपुस्तक से कुछ काम कर सकते हैं। प्रश्नों को पहले से ही सावधानीपूर्वक तैयार करने से आप निरूपण का अच्छा उपयोग करने में समर्थ होंगे। बेशक, वे आपकी अपेक्षानुसार जवाब नहीं देंगे, लेकिन अगर आपको निरूपण का उद्देश्य स्पष्ट है तो आपके लिए उनकी प्रतिक्रिया का जवाब देना आसान होगा।



गतिविधि 3 का उपयोग कक्षा IX NCERT book पाठ: ऊर्जा 11.2, पृष्ठ 165 में किया जा सकता है।

सावधानीपूर्वक प्रश्न करना यह पता लगाने का बेहद अच्छा तरीका है कि आपके छात्र-छात्रा 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 को बढ़ावा देने के लिए प्रश्न पूछना



4 सारांश

इस इकाई में आपने कुछ गलतफ़हमियों के बारे में सीखा जो छात्र-छात्राओं को है और अपने छात्र-छात्राओं की समझ के बारे में पता लगाने की कुछ रणनीतियाँ सीखीं। आपके पास अपने छात्र-छात्राओं 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 छात्र-छात्रा दोहरा रहे हैं तो क्यों न संकल्पना कार्टून या कार्ड छाँटने का उपयोग करके देखें? जब भी आप तीव्रता 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 छात्र-छात्राओं 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, छात्र-छात्राओं के पास विज्ञान के पाठ्यक्रम 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 शिक्षकों 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।

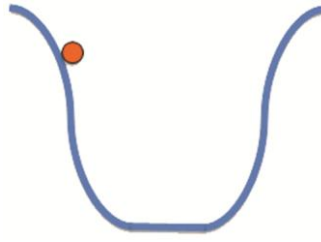
संसाधन 2: ऊर्जा और कार्य के बारे में अपने छात्र-छात्राओं के विचारों को सामने लाने के कुछ तरीके

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

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

पूर्वानुमान और व्याख्या

छात्र-छात्राओं 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 छात्र-छात्रा 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 खो देती है लेकिन गतिज ऊर्जा पा लेती है, इसलिए यह वक्र रेखा के तल पर सर्वाधिक तेजी से चलती है (अर्थात् सर्वाधिक गतिज ऊर्जा का उपयोग करते हुए) जहाँ इसकी स्थितिज ऊर्जा कम होती है।

यदि (और केवल यदि) वायु गतिरोध या ट्रैक से घर्षण के कारण इसके आसपास कोई ऊर्जा स्थानांतरित नहीं होती है तो गेंद का ट्रैक पर अनिश्चितकाल के लिए ऊपर और नीचे आना तथा हर बार उसी ऊँचाई को छूना जारी रहना चाहिए। यदि आस-पास कोई ऊर्जा स्थानांतरित होती है, तो हर बार गेंद जब ट्रैक पर चढ़ती है तो यह पहले से कम ऊँचाई तक चढ़ेगी। इसकी अधिकतम स्थितिज ऊर्जा हर 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, छात्र-छात्राओं 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 छात्र-छात्राओं 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 छात्र-छात्राओं 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'। छात्र-छात्राओं को निर्णय करना चाहिए कि हर एक कथन सही या गलत है, या वे अनिश्चित हैं। उन्हें प्रत्येक श्रेणी के लिए अलग-अलग कार्ड छँटने 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 छात्र-छात्राओं के पास कौन से विचार हैं। वे 'कम आशंका' वाली गतिविधि भी हैं क्योंकि विकल्पों का कोई स्थायी रिकॉर्ड नहीं होता है।

'ट्रैफिक लाइट'

'ट्रैफिक 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 छात्र-छात्राओं 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 छँटने के बजाय छात्र-छात्राओं को आपके द्वारा पढ़े जाने वाले या उन्हें प्रत्युत्तर कार्ड में दिखाए गए प्रत्येक कथन का जवाब देना होगा। 'ट्रैफिक 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

'ट्रैफिक लाइट' आपको बेहद तेजी से छात्र-छात्राओं के विचार देखने और यह समझने में सहायक होते हैं कि क्या कोई ऐसे विचार हैं जो अनेक या केवल कुछ छात्र-छात्राओं को भ्रामक लगते 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।

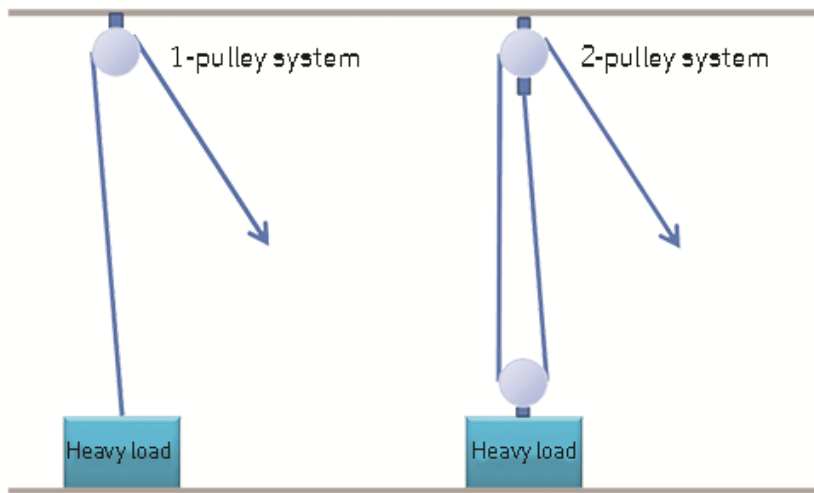


चित्र R2.2 संकल्पना कार्टून का एक उदाहरण।

आप कक्षा को चित्र R2.3 दिखा सकते हैं और निम्नलिखित कथन पढ़ सकते हैं: चक्के ईंधन से ऊर्जा बनाते 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 छात्र-छात्राओं से पूछें कि उनका क्या विचार है।



चित्र R2.3 संकल्पना कार्टून का एक उदाहरण।

टिप्पणी

यह अलग-अलग छात्र-छात्राओं या एक समूह के लिए गृह-कार्य की गतिविधि या कक्षा की एक गतिविधि हो सकती है। टिप्पणी आपके छात्र-छात्राओं की अपनी व्याख्या या वर्णन होनी चाहिए। उन्हें संक्षिप्त रखना चाहिए और पाठ्यपुस्तक 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 छात्र-छात्राओं को ऊर्जा और कार्य के संबंध में प्रश्नों के उत्तर देने के लिए जरूरत है, वह है कि काम करने में एक दूरी तक बल प्रयोग शामिल है। यदि कुछ उठाया जा रहा है तो बल वस्तु का भार है और जिस ऊँचाई तक उठाया जाना है वह दूरी है और 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। छात्र-छात्राओं 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	काम केतली पर होता है। बल केतली का भार है और विस्थापन वह ऊँचाई है जिस तक इसे उठाया गया है
विद्यालय जाना	तकनीकी रूप से, यदि आप समतल मार्ग पर चल कर विद्यालय जाते हैं, तो काम नहीं हुआ है: बल (छात्र का भार) चला नहीं है। तथापि, विद्यालय 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 विद्यालय जाना	पुनः, यदि साइकिल से विद्यालय का मार्ग समतल है तो काम छात्र के 'भार के केंद्र' पर नहीं हुआ है। अपितु काम पैडलों को धकेलने पर किया जा रहा है
किताबों से भरे बैग को डेस्क पर उठाना	काम किताबों के बैग पर होता है। बल बैग का भार है और विस्थापन वह दूरी जिस तक इसे उठाया जाता है
अभ्यास पुस्तिका में लिखना	इस मामले में बल घर्षण से पार पाना है। विस्थापन वह दूरी है जिस तक बल लगाया जा रहा है
फुटबॉल को किक मारना	यदि बॉल को हवा में किक मारा जाता है तो बल बॉल का भार है और विस्थापन वह ऊँचाई जिस तक बॉल जाती है
बस पकड़ने के लिए दौड़ना	तकनीकी रूप से, जब समतल मार्ग पर दौड़ रहे हैं तो वस्तु (छात्र) 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 छात्र-छात्राओं को प्रोत्साहित किया जा रहा है, इन मामलों में कोई काम नहीं हो रहा है। लेकिन अगर आप बड़ी वस्तु को धकेल रहे हैं 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 हैं: 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 को बढ़ावा देने के लिए प्रश्न पूछना

शिक्षक अपने छात्र-छात्राओं से हर समय प्रश्न पूछते हैं; प्रश्नों का तात्पर्य होता है कि शिक्षक सीखने, और अधिक सीखने में अपने छात्र-छात्राओं की मदद कर सकें। एक अध्ययन (हेस्टिंग्स, 2003) के अनुसार, शिक्षक औसत रूप से अपना एक तिहाई समय छात्र-छात्राओं से प्रश्न पूछने में बिताते हैं। पूछे गए प्रश्नों में से, 60 प्रतिशत ने तथ्यों का स्मरण दिलवाया और 20 प्रतिशत प्रक्रियागत थे (हेटी, 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 छात्र-छात्राओं 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 छात्र-छात्राओं से आमतौर पर इसलिए प्रश्न पूछते हैं ताकि:

- जब कोई नया विषय या सामग्री प्रस्तुत की जाती है, तब उसे समझने की दिशा में छात्र-छात्राओं का मार्गदर्शन कर सकें
- और अधिक चिंतन करने के लिए छात्र के ऊपर जोर डाल सकें
- ग़लती सुधार सकें
- छात्र-छात्राओं में बौद्धिक स्तर विस्तारित करना
- समझ की जाँच-परख कर सकें।

प्रश्न पूछने का उपयोग आमतौर पर यह पता लगाने के लिए किया जाता है कि छात्र-छात्रा क्या जानते हैं, इसलिए उनकी प्रगति के आकलन के लिए यह महत्वपूर्ण है। प्रश्नों का उपयोग प्रेरित करने, छात्र-छात्राओं के विचार-कौशल को बढ़ाने और जिज्ञासु मस्तिष्क विकसित करने के लिए भी किया जा सकता है। इन्हें दो वृहद श्रेणियों में बाँटा जा सकता है:

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

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

छात्र-छात्राओं 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 (हेस्टिंग्स, 2003)। छात्र-छात्राओं 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 छात्र-छात्राओं को सोचने का समय मिल जाएगा। इसका छात्र-छात्राओं की उपलब्धि पर सकारात्मक प्रभाव पड़ता है। प्रश्न पूछने के बाद प्रतीक्षा करने से बढ़ती है:

- छात्र-छात्राओं के उत्तरों की लंबाई

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

आपकी प्रतिक्रिया का महत्व है

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

- उत्तरों के उन अंशों को चुनकर निकालिए जो सही हैं, और मददगार ढंग से उस छात्र 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 छात्र-छात्राओं की मदद करता है। नीचे लिखी टिप्पणी दर्शाती है कि एक गलत उत्तर पर आप मददगार ढंग से प्रतिक्रिया किस प्रकार दे सकते हैं: 'भाप से बादल बनते हैं यह तो तुमने सही कहा, लेकिन बारिश के बारे में तुमने जो कहा उसके बारे में मुझे लगता है हमें कुछ और खोजबीन की जरूरत है। क्या कोई और कुछ विचार दे सकता है?'
- छात्र-छात्राओं द्वारा दिए गए सभी उत्तरों को ब्लैकबोर्ड पर लिखें, और फिर छात्र-छात्राओं 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 छात्र-छात्रा किस ढंग से सोच रहे हैं और आपके छात्र-छात्राओं 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 छात्र-छात्राओं को और अधिक समझाने के लिए कहकर सम्मान दें। यदि आप सभी उत्तरों को, चाहे वे सही हों या गलत, और अधिक समझाने के लिए कहेंगे, तो कोई गलती होने पर छात्र-छात्रा स्वयं ही उसे सुधार लेंगे। इस तरह आप एक सोचने वाली कक्षा का विकास करेंगे और आप वास्तव में जान सकेंगे कि आपके छात्र-छात्राओं ने क्या सीखा है और इससे आगे कैसे बढ़ना है। यदि गलत उत्तरों के परिणामस्वरूप अपमान और दंड मिलता है, तो आपके छात्र 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 न होता हो। सही उत्तरों का पुरस्कार ऐसे फॉलो-अप प्रश्नों के रूप में देना चाहिए जो ज्ञान को बढ़ाएं और छात्र-छात्राओं को शिक्षक के साथ जुड़ने का अवसर प्रदान करें। आप ऐसा यह पूछकर कर सकते हैं:

- एक *कैसे* या एक *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 छात्र-छात्राओं की मदद करना (और इस तरह उत्तरों की गुणवत्ता को बेहतर बनाना) आपकी भूमिका का महत्वपूर्ण हिस्सा है। नीचे लिखे कौशल छात्र-छात्राओं की और अधिक उपलब्धि प्राप्त करने में मदद करेंगे:

- **अनुबोधन (बात स्मरण करने की क्रिया)** में संकेत देने की आवश्यकता होती है – ऐसे संकेत जो छात्र-छात्राओं 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, छात्र-छात्रा जो कहना चाह रहे हैं उसे स्पष्ट करने में उनकी मदद की जाती है, ताकि 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?')
- **पुनर्संक्रेंद्रण** या फिर से ध्यान केंद्रित करने में सही उत्तरों को आगे बढ़ाया जाता है, ताकि छात्र-छात्राओं के ज्ञान को उनके द्वारा पूर्व में सीखे गए ज्ञान से जोड़ा जा सके। यह उनकी समझ को विकसित करता है। ('तुमने 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 सोच को आगे बढ़ाने के लिए बनाया गया हो। प्रश्नों को इस तरह क्रमबद्ध होना चाहिए कि वे छात्र-छात्राओं को संक्षेपण करने, तुलना करने, व्याख्या करने या विश्लेषण करने की ओर ले जाएँ। प्रश्न ऐसे तैयार करें जिनसे छात्र-छात्राओं 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 की हो सकती है। इससे यह भी प्रदर्शित होता है कि आप छात्र-छात्राओं की विचारशीलता को महत्व देते हैं और इससे उनके अधिक विचारपूर्ण उत्तर देने की संभावना बढ़ जाती है। इस प्रकार के उत्तर उन भ्रातियों 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 छात्र-छात्राओं 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 छात्र-छात्रा 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 छात्र-छात्रा जानते हैं। यह याद रखना महत्वपूर्ण है कि आपको कभी भी स्वयं अपने प्रश्नों का उत्तर नहीं देना चाहिए! आखिरकार, यदि छात्र-छात्रा 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 अक्सर 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):

तथ्य यह 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। नियम को ऊर्जा संरक्षण कहा जाता है। यह कहता है कि कुछ निश्चित 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 निश्चित 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 और जब हम प्रकृति को देखना बंद कर देते हैं तो 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 दिए हैं जो सामान्य हो सकते हैं। आप इन विचारों पर किस प्रकार प्रतिक्रिया करेंगे?

1. भोजन में ऊर्जा है। जब हम खाना खाते हैं तो ऊर्जा हमारे शरीर में जाती है ताकि हम कार्य कर सकें।
2. ऊर्जा भिन्न प्रकार की हो सकती है। इनमें से कुछ प्रकार ध्वनि, प्रकाश, रसायन और गतिक 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 में भंडारित होती है। यह ऊर्जा हमारे शरीर में स्थानांतरित की जाती है ताकि रासायनिक अभिक्रियाओं का उपयोग करके काम कर सकें।
2. विचार करने की यह सामान्य प्रक्रिया है लेकिन हाल के वर्षों में शिक्षकों 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, लेकिन 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 विद्यालयों में बढ़ावा दिया जा रहा है।
5. यह अच्छा विचार है और उन वर्तमान अध्यापन विचारों को परिलक्षित करता है जिन्हें विद्यालयों 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 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।