

Mechaniczny równoważnik ciepła: James Prescott Joule

Elementem nauczania fizyki powinno być przedstawienie możliwej zamiany ciepła w pracę oraz pracy w ciepło jako specjalny przypadek zachowania energii. Aby to zrealizować, można przyjąć różne scenariusze lekcji, które zostały opisane poniżej. Fragmenty opisanych scenariuszy mogą być wymieszane w zależności od sytuacji oraz prekoncepcji grupy uczniów. Temat lekcji dotyczący równoważnika ciepła jest zazwyczaj elementem całego tematu dotyczącego energii.

Podejście fenomenologiczne

Uczniowie wiedzą, że jeśli przedmioty mają się poruszać, to potrzebna jest energia. Zatem muszą zużyć energię, aby jechać na rowerze. Potrzebują również energii, aby przeskoczyć przez przeszkodę oraz gdy wbiegają po schodach. Zaznaczenie tego w dyskusji na początku lekcji prowadzi do poniższego pytania:

Czy energia kinetyczna może być zamieniona w energię cieplną?

Można uznać, że uczniowie zasugerują odpowiedzi na podstawie doświadczeń z otaczającego ich środowiska, na przykład:

- hamulce w rowerze nagrzewają się.
- dłonie ogrzewają się przy pocieraniu,
- przy zsuwaniu się po linie można poparzyć dłonie.

Jednakże, aby uczniowie mogli sami przedstawić zjawisko zachowania energii, można zaproponować poniższe doświadczenia:

1. Patek z twardego drewna wciśnięty w podstawę zrobioną również z drewna, jest obracany dłońmi tak szybko, jak to jest możliwe. Po pewnym czasie można odczuć wzrost temperatury.
2. Można ten test nieco zmodyfikować: krótkie, drewniane kołki wcisnąć do wiertła. Kotwica jest również dociśnięta do drewnianej podstawy, a wiertło jest w ruchu. W tym przypadku zjawisko zachowania energii pojawia się na dużo większą skalę niż w pierwszym doświadczeniu.
3. Jeśli przy przeprowadzaniu drugiego eksperymentu jednocześnie ochładza się wodą miejsce tarcia - pomiędzy drewnianą tablicą a zatyczką z wodą, wzrost temperatury może być dość łatwo określony przy pomocy termometru.

To podejście fenomenologiczne może być motywacją do zaobserwowania w szkole procesu przemiany pracy w ciepło, dzięki dokonaniu odpowiednich pomiarów.

Standardowy eksperyment

W wielu szkołach używa się tzw. „Schürholzversuch” jako standardowego eksperymentu mającego na celu oszacowanie mechanicznego równoważnika ciepła. Zarówno wykonanie doświadczenia, jak i jego ocena zajmują sporo czasu. Tylko szczególnie zainteresowani tematem i dobrzy uczniowie podejmą się tego eksperymentu bez pomocy nauczyciela. „Schürholzversuch” wygląda następująco: współzależność pomiędzy pracą mechaniczną a wzrostem energii wewnętrznej cylindrów może być określona dzięki zmierzeniu pracy tarcia oraz zmian temperatury cylindra. Dzięki wyliczeniu masy cylindrów ta współzależność może być wyrażona matematycznie. Przy wybraniu tej metody do omówienia tematu „Mechaniczny równoważnik ciepła”, należy podjąć odpowiednie kroki, aby upewnić się, że eksperyment i jego teoretyczna analiza to nie wszystko, lecz że zostały one osadzone w zrozumiałym dla uczniów kontekście.

Eksperyment przy użyciu przedmiotów codziennego użytku (urządzeń kuchennych) oraz podejście historyczno-genetyczne (opowiadanie i film)

Bardziej obiecujące niż wykonywanie standardowego eksperymentu jest możliwość przyjrzenia się zagadnieniu przemiany ciepła w pracę w sposób historyczno-genetyczny.

Tak jak w podejściu fenomenologicznym, uczniowie wiedzą, że aby poruszyć przedmioty lub ogrzać jakąś masę, potrzebna jest energia. Do tych wniosków może doprowadzić klasowa dyskusja, będąca motywującym wstępem do tematu.

Dzięki zwróceniu uwagi u uczniów na kontekst historyczny tego zagadnienia nie czują się oni „ignorantami”, którzy nie rozumieją, co już zostało odkryte w tym temacie. W „historycznej obserwacji” są na tym samym poziomie co osoba przeprowadzająca eksperyment. Czują, że mają takie same umiejętności jak badacz i mogą nauczyć się jak polepszać swoje kompetencje, tak jak to zrobił pierwszy odkrywca.

Przy odpowiednio motywującym opowiadaniu uczniowie mogą postawić sobie te same pytania co J.P. Joule. Doświadczają okoliczności i warunków, w których Joule próbował znaleźć odpowiedź na pytanie o zależności między pracą a ciepłem.

W celu przedstawienia uczniom eksperymentu J.P. Joule’a, należy wypełnić miskę wyposażoną w urządzenie miksujące, konkretną ilością wody. Jednym z takich urządzeń jest trzepaczka mechaniczna używana do robienia bitej śmietany. Takie trzepaczki są ogólnodostępne.

Do naczynia wlewa się konkretną ilość wody (o temperaturze pokojowej) i używa się mieszadła. Obracanie mieszadła wprawia go w ruch i po 100, 300, 500 oraz 1000 obrotach na minutę mierzy się wzrost temperatury. Fakt, że można zmierzyć jedynie małe zmiany temperatury w przeciwieństwie do zauważalnie większej pracy mechanicznej, która została włożona w ten układ przy obracaniu, może prowadzić do ciekawych, twórczych dyskusji.

Lekcję kończy film pt. „Mechaniczny odpowiednik ciepła: James Prescott Joule”. Na koniec aktywne zaangażowanie uczniów jest potwierdzone procesem historyczno-genetycznym.

Scenariusz został napisany przez Partnera z Uniwersytetu w Flensburgu, w ramach Europejskiego Programu Lifelong Learning.