



Kliker – mały gadżet, który zrewolucjonizował wykłady

Teresa Wrześniewski

University of British Columbia – Okanagan

Wstęp

Kurs fizyki pierwszego roku w szkole wyższej stanowi wyzwanie dla każdego wykładowcy, niezależnie od jego doświadczenia, znajomości przedmiotu i talentu dydaktycznego. Składa się na to kilka powodów. Studenci zapisują się na kurs mając wiele błędnych wyobrażeń na temat fizyki i często zapisują się na kurs wyłącznie dlatego, że jest to przedmiot obowiązkowy dla ich wybranego kierunku studiów (np. medycyna, biologia, chemia itp.). Problem staje się jeszcze trudniejszy, gdy kurs liczy powyżej 100 studentów i osobisty kontakt z pojedynczym studentem staje się prawie niemożliwy.

W celu zwiększenia intelektualnej aktywności studentów w czasie wykładu na uczelniach północnoamerykańskich zaczęto w ostatniej dekadzie stosować urządzenia służące do indywidualnego udzielania odpowiedzi (PRS – *Personal Response Systems*), powszechnie nazywane „klikerami”. Umożliwiają one wykładowcy elektroniczne komunikowanie się ze studentami w trakcie wykładu. Pytania wielokrotnego wyboru wyświetlane są na ekranie w formacie Power Point, studenci odpowiadają używając klikerów, a ich odpowiedzi są natychmiast podliczane i wyświetlane w postaci diagramu (histogramu). Rozkład odpowiedzi pozwala zarówno wykładowcy, jak i studentom śledzić stopień zrozumienia nowego materiału i na bieżąco wyjaśnić wszelkie niejasności. Daje to również wykładowcy możliwość regulowania poziomu wykładu w zależności od stopnia percepcji studentów. Można powiedzieć, że klikery podbiły już Północną Amerykę, trudno tam znaleźć obecnie jakiś college lub uniwersytet, w którym nie byłyby używane przynajmniej w kilku kursach. Klikery są wprowadzane również w Australii, Japonii i Zachodniej Europie. Duże zainteresowanie klikerami pojawiło się ostatnio w Polsce. Są one szczególnie przydatne w dużych kursach pierwszego roku fizyki. Niewątpliwie byłyby też bardzo przydatne na lekcjach fizyki prowadzonych w szkole średniej.

Poniżej omówiona zostanie ogólna zasada działania klikerów oraz ich zastosowania we wstępnym kursie fizyki.

Wykład interaktywny

Wyniki szeregu badań przeprowadzonych w ostatnich latach wykazały, że tradycyjna metoda uczenia fizyki, z profesorem wykładającym przy tablicy i studentami robiącymi notatki z wykładu, nie jest dydaktycznie efektywna. Badania te prowadzone w środowisku wykładowców fizyki koncentrowały się na pyta-

niu: „w jaki sposób metoda nauczania wpływa na stopień przyswajania przez studentów przekazywanej wiedzy”. Tabela 1 ilustruje wyniki tych badań.

Tabela 1. Zależność stopnia przyswojenia wiedzy od metody nauczania

Metoda nauczania	% przyswojonego materiału
Wykład	5
Samodzielne czytanie	10
Środki audiowizualne	15
Demonstracje	30
Grupy dyskusyjne	50
Samodzielne eksperymenty	75
Uczenie innych	90

Biorąc pod uwagę powyższe dane proponuje się zastąpienie klasycznego wykładu przez nauczanie interaktywne, w którym student odgrywa najważniejszą rolę (*student centered teaching*).

Eric Mazur, profesor uniwersytetu Harvarda i znakomity fizyk doświadczalny, zaproponował nową metodę zwaną „instrukcją koleżeńską” (*Peer Instruction*), w której niemal całkowicie eliminuje wykład (Eric Mazur, *Peer Instruction: User's Manual*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ: 1997). Ostatni rząd powyższej tabeli mocno popiera metodę Mazura. Metoda ta została szeroko przyjęta przez środowisko fizyków i jej skuteczność była wielokrotnie udokumentowana. Zdecydowanym adwokatem zmiany formy uczenia fizyki na wyższych uczelniach, poprzez zmniejszenie czasu wykładania, wprowadzenie animacji komputerowych i aktywizację samych studentów jest Carl Wieman, laureat nagrody Nobla (2001), który obecnie z pasją zajął się reformą początkowych kursów z fizyki na University of British Columbia. Więcej informacji na ten temat można znaleźć na stronie internetowej <http://www.cwsei.ubc.ca/resources/>.

Interaktywny wykład, korzystający z klikierów, umożliwia prowadzenie ciągłego dialogu ze studentami oraz bieżącą ocenę stopnia zrozumienia i przyswojenia materiału.

Typowy układ PRS składa się z radiowych nadajników (klikierów), odbiornika, który rejestruje odpowiedzi oraz z software'u, który jest wbudowany w Microsoft Power Point.



Kliker



Odbiornik

Nowoczesne klikery są układami zwrotnymi, które nie tylko wysyłają odpowiedź, ale także odbierają sygnał zwrotny potwierdzający ich otrzymanie.

Większość klikerów dostępnych obecnie na rynku jest bardzo prosta w obsłudze, wykładowca może się więc w pełni koncentrować na dydaktyce, a nie na technicznej obsłudze komputera. Software kontroluje przyjmowanie, statystyczną obróbkę i wyświetlanie odpowiedzi do pytań, przygotowanych w formacie Power Point.

Na początku kursu student używający klikera wprowadza do pamięci swój numer identyfikacyjny; zazwyczaj jest to jego numer studencki. Każdy kliker ma inny sygnał (identyfikator), co zezwala na automatyczne przypisywanie odpowiedzi (i ocen) poszczególnym studentom. Wykładowca może zadawać pytania bez oceniania odpowiedzi lub, w zależności od potrzeb, ustalić dowolną liczbę punktów za prawidłową odpowiedź. Jeśli odpowiedzi są oceniane (w czasie testów), oceny są natychmiast przypisywane poszczególnym studentom i mogą być eksportowane do takich systemów zarządzania jak Blackboard, WebCT czy Vista.

Zastosowanie klikerów podczas wykładu.

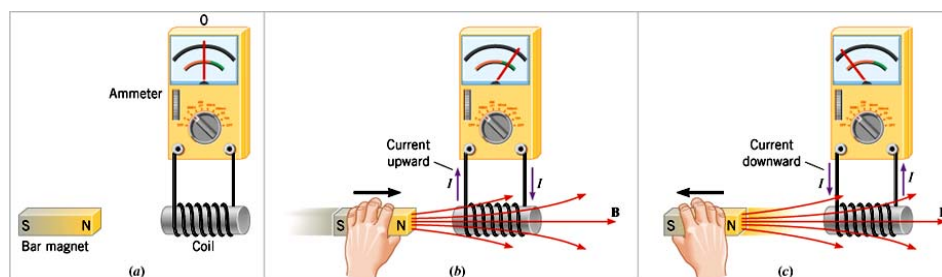
Klikery wprowadzono po raz pierwszy do kursu 1-go roku fizyki na University of British Columbia – Okanagan (UBCO) w roku akademickim 2005/2006. Użycie klikerów, pozytywnie zmieniło nastawienie studentów do fizyki, poprawiło frekwencję i zaangażowanie na wykładach oraz poziom zrozumienia materiału. Należy wyraźnie podkreślić, że sam kliker to tylko bardzo użyteczny instrument, a od wykładowcy, a raczej od charakteru dobranych pytań, zaś zależy, w jakim stopniu użycie klikerów wpłynie na wyniki nauczania. Struktura wykładu musi być głęboko przemyślana, a użyte pytania koncepcyjne powinny stymulować myślenie i pogłębiać zrozumienie omawianych zagadnień. Każdy wykładowca musi sobie sam wypracować optymalny sposób używania klikerów dla danego wykładu (lekcji). Niektórzy wykładowcy używają klikerów głównie do testowania studentów pozostawiając format klasycznego wykładu. W omawianym tutaj kursie klikery używane były w trakcie całego wykładu, aby umożliwić interakcje ze studentami, zmniejszyć czas wykładania i stymulować dyskusję. Do poniższego formatu doszliśmy metodą „prób i błędów” w ciągłym dialogu ze studentami. Dodatkowo klikery używano do cotygodniowych testów. Udział oceny z testów klikerowych w całkowitej ocenie z kursu wynosił tylko 5%. Należy podkreślić, że pomimo stosunkowo małego wpływu na końcową ocenę, rola klikerów w procesie dydaktycznym była ogromna.

Typowy 1 godz. 20 min wykład zaczynał się krótkim przypomnieniem problemów omawianych na poprzednim wykładzie i kilku koncepcyjnych pytań klikerowych sprawdzających stopień zrozumienia tych zagadnień. Ujawnione niejasności od razu wyjaśniano. Następnie wprowadzono nowe zagadnienia, zazwyczaj ilustrowane animacjami komputerowymi oraz rysunkami i wykresami.

mi w Power Point. Jeśli to było możliwe, pokazywano również demonstracje. Wszystkie nowe wzory związane z omawianym tematem były wyprowadzane w klasie i zazwyczaj ilustrowane prostymi obliczeniami. Cały formalny wykład z reguły nie trwał dłużej niż 20 min. Następnie studenci byli zachęceni do zadawania pytań. Na dużych kursach pierwszego roku studenci byli raczej nieśmiali. Zwykle tylko kilku odważniejszych zadawało jakieś pytania, a większość pozostawała pasywna, udając, że wszystko jest jasne. W tym momencie pomoc klikarów okazywała się niezastąpiona do wciągnięcia studentów w dyskusję nad konkretnymi pytaniami koncepcyjnymi. Pytania klikarowe powinny być uszeregowane pod względem rosnącej trudności tak, by w miarę wyjaśniania kolejnych odpowiedzi móc przechodzić do zagadnień bardziej zaawansowanych. Czasem dobrze jest na koniec zaskoczyć studentów pytaniem z „innej beczki”, na przykład wiążącym kilka pojęć jednocześnie.

Klikary pozwalają na dwie opcje. Można wyświetlając wyniki ujawnić prawidłową odpowiedź lub też wyświetlić tylko statystykę odpowiedzi bez ujawniania, która odpowiedź jest prawidłowa. W tym drugim przypadku studenci po zobaczeniu rozkładu odpowiedzi, mają okazję raz jeszcze przemyśleć problem, czasem także przedyskutować z kolegami, a następnie głosować ponownie. Na ogół wśród odpowiedzi udzielonych w „drugiej próbie” jest wyraźnie mniej odpowiedzi błędnych. Zdarzało się jednak, że studenci, którzy za pierwszym razem odpowiedzieli poprawnie, dali się przekonać kolegom i za drugim razem wybierali złą odpowiedź. Wprowadzało to element humoru do wykładu i w sumie wpływało dodatnio na proces uczenia. Z reguły za drugim razem poprawna odpowiedź była ujawniana i dyskutowana.

Poniżej przedstawiony jest zestaw pytań koncepcyjnych do klikarów, jaki był użyty w trakcie wykładu na temat „Indukcja Elektromagnetyczna i Reguła Lenza”.



$$\mathcal{E}_{ind} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Po wprowadzeniu pojęcia strumienia magnetycznego i wyjaśnieniu przytoczonego powyżej wzoru na siłę elektromotoryczną indukcji, studenci ćwiczyli

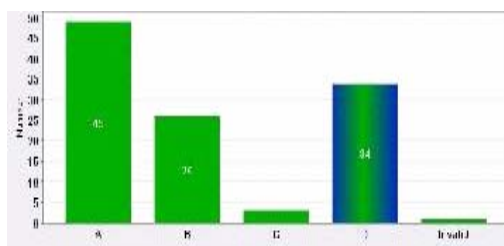
samodzielnie na specjalnym arkuszu ćwiczeniowym określanie kierunku prądu indukcyjnego w różnych wariantach zmiany pola magnetycznego. Po tych ćwiczeniach i po omówieniu poprawnych rozwiązań, mieli oni dodatkową okazję zadawania pytań dotyczących omawianego tematu (niewielu studentów zdecydowało się zadać jakieś pytanie). Dopiero w tym momencie wprowadzono pytania klikerowe, które wraz z grafiką odpowiedzi studenckich przedstawione są poniżej. Poprawne odpowiedzi zaznaczone są **grubym** drukiem.

P1: Przewodząca pętla znajduje się w pewnej wysokości ponad identyczną pętlą, przez którą płynie stały prąd o zaznaczonym kierunku. Jeśli patrzemy z góry, prąd indukcyjny przez górną pętlę popłynie:



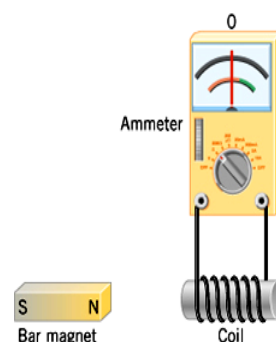
- A. W kierunku wskazówek zegara.
- B. Przeciwnie do kierunku wskazówek zegara.
- C. Zależy to od odległości pomiędzy pętlami.
- D. Nie będzie żadnego prądu w pętli.**

Jak widać, tylko ~30% odpowiedzi było poprawnych, czym wykładowca, włożywszy wiele wysiłku w wyjaśnienia i ćwiczenia, mógł czuć się rozczarowany. Jednakże, bez tego pytania kontrolnego wykładowca pozostałby w błogim przekonaniu, że studenci wszystko dobrze zrozumieli i niemiłym zaskoczeniem stałby się dopiero najbliższy test. Po dyskusji i ponownym podkreśleniu, że ważna jest **zmiana** strumienia magnetycznego, wyświetlono drugie pytanie, nawiązujące do pierwszego.



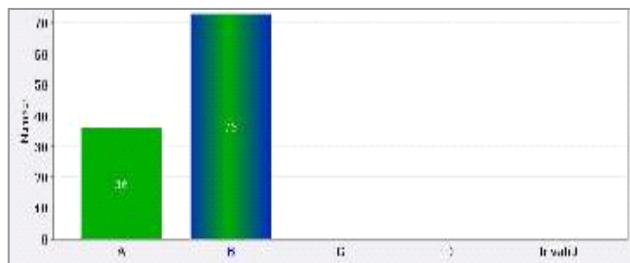
P2: Załóżmy, że cewka i magnes jednocześnie poruszają się z tą samą prędkością w stosunku do ziemi. Zaniedbajmy pole magnetyczne ziemskie. Czy pojawi się prąd magnetyczny w cewce?

- A. Tak.
- B. Nie.**
- C. Tylko, jeśli poruszają się poziomo.
- D. Tylko, jeśli poruszają się pionowo.

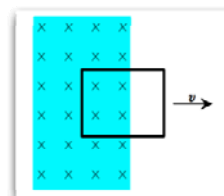


Po dyskusji nad odpowiedzią na pierwsze pytanie, liczba poprawnych odpowiedzi wzrosła dwukrotnie, ale nadal nie jest to wynik zadowalający. Po drugim

pytaniu wywiązała się dalsza dyskusja i w końcu posypały się pytania ze strony studentów. Widząc, że wielu ich kolegów również ma trudności ze zrozumieniem, ośmielili się zadać pytanie. Po zakończeniu wyjaśnień wyświetlono kolejne pytanie:

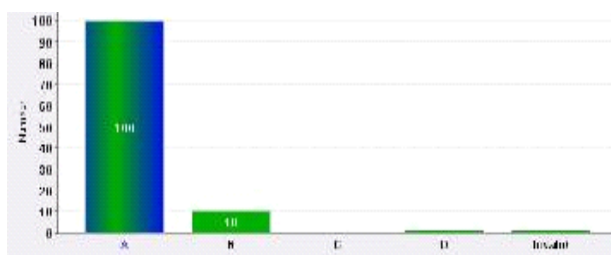


P3: Rozważ pętlę przewodzącą poruszającą się w kierunku poziomym w stałym polu magnetycznym skierowanym w głąb płaszczyzny. Pole magnetyczne wypełnia tylko połowę pętli. W jakim kierunku popłynie prąd?



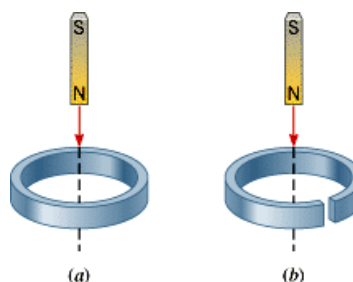
- A. W kierunku wskazówek zegara.
 B. Przeciwnie do kierunku wskazówek zegara.
 C. W różnych kierunkach w różnych częściach pętli.
 D. Nie będzie prądu w pętli.

Prawie 90% studentów odpowiedziało tym razem poprawnie. Kolejne wyświetlone pytanie było już dużo trudniejsze i wymagało połączenia kilku faktów.



P4: Dwa identyczne magnesy sztabkowe (A) i (B) upuszczono z jednakowej wysokości. W sytuacji (a) metalowy pierścień jest ciągły, a w sytuacji (b) ma usunięty kawałek obwodu. Który magnes pierwszy uderzy w ziemię?

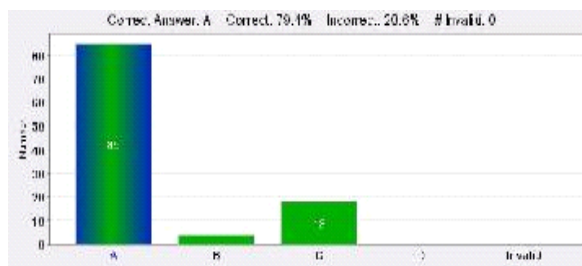
- A. Magnes B.
 B. Magnes A.
 C. Oba uderzą jednocześnie.



Z rozkładu odpowiedzi na pytania P1–P4 widać, jak pojęcia prądu indukcyjnego i reguła Lenza zostały stopniowo rozumiane przez studentów. Wykładowca fizyki nie musi, na szczęście, sam opracowywać klikerowych pytań do wszyst-

kich swoich wykładów. Obecnie jest wiele dostępnych źródeł z pytaniami koncepcyjnymi z fizyki. Pytanie Nr 1 było wzięte z pracy Mazura. Kanadyjscy wykładowcy fizyki dzielą się swoimi pytaniami na stronie internetowej: <http://cinqdb.physics.utoronto.ca/>.

Większość podręczników z fizyki wydawanych ostatnio posiada również zestawy pytań (Test Banks), które są udostępniane wykładowcom przez wydawcę na dyskietkach CD lub specjalnych stronach internetowych.



Na koniec kursu przebadano opinie studentów oceniające wpływ użycia klikerów na stopień opanowania materiału. Używając metody wielokrotnego wyboru studenci oceniali trafność poniższych stwierdzeń:

1. Klikery pomagają mi zrozumieć pojęcia i zagadnienia dyskutowane na wykładzie.
2. Największa wartość klikerów polega na tym, że informują mnie natychmiast czy właściwie rozumiem problemy omawiane na wykładzie.
3. Uważam, że 5% jest właściwą oceną przypisaną do testów z użyciem klikerów.
4. Uważam, że klikery powinny być używane podczas każdego wykładu.
5. Klikery pomagają mi w skupieniu uwagi na problemach omawianych w czasie wykładu.
6. Klikery uczą mnie myślenia hipotetycznego, zastępującego pamięciowe opanowanie materiału.
7. Lubię klikery.

Odpowiedzi były anonimowe, udzielane za pomocą klikerów z usunięciem identyfikatora. Opinie studentów były z reguły bardzo pozytywne. Suma odpowiedzi pozytywnych i bardzo pozytywnych przekraczała w niektórych przypadkach 90%.

Użycie klikerów w omawianym kursie poprawiło również efektywność nauczania. Studenci lepiej rozumieli materiał i dzięki temu wyższe były ich końcowe oceny z kursu. Spadła też liczba studentów wypisujących się z kursu i niezaliczających go. Tabela 2 przedstawia porównawcze dane wyników studenckich w roku 2005 (bez klikerów) i w latach 2006–2007 (po wprowadzeniu klikerów).

Wyniki dydaktyczne – dane liczbowe

Tabela 2. Wpływ klikerów na oceny z końcowego egzaminu i na ilość studentów niezaliczających kursu

	N Liczba studentów	Średnia ocena %	Mediana %	Odchylenie standardowe	% studentów, którzy nie zaliczyli kursu
2005 bez klikerów	159	60,7	58,5	11,9	27
2006	182	66,5	65,5	13,8	19
2007	188	67,4	66,0	14,1	17

Podsumowanie

Wprowadzenie klikerów do początkowego kursu fizyki zmieniło zasadniczo dynamikę sali wykładowej. Zwiększył się poziom zaangażowania studentów podczas wykładu i wyraźnie poprawiło się ich nastawienie do przedmiotu. Studenci zaczęli lepiej rozumieć wykładany materiał, co znalazło odbicie w poprawie ocen końcowych z kursu średnio o 10%. Z odpowiedzi studenckich na kwestionariusz dotyczący klikerów i z ich ustnych komentarzy w czasie trwania kursu wynika, że studenci z entuzjazmem przyjęli klikery, które, w ich opinii, nie tylko ułatwiają zrozumienie i przyswajanie materiału, lecz także uatrakcyjnają wykład.

Studenci na uniwersytetach kanadyjskich pod koniec semestru oceniają każdy kurs, poprzez anonimową ankietę. Zazwyczaj kurs pierwszego roku Fizyki uzyskiwał stosunkowo niskie oceny, niezależnie od osoby wykładowcy. Wprowadzenie klikerów i zmiana formy wykładu z klasycznego na interaktywny znacznie poprawiła wyniki studenckich ankiet. Wykład stał się popularny i lubiany. W drugim roku stosowania klikerów wszystkie wykłady były otwarte dla kolegów – wykładowców, aby mieli możliwość zapoznania się z tą nową techniką nauczania. Ich opinie były również bardzo pozytywne i coraz więcej wykładowców wprowadza klikery do swoich wykładów. W roku 2008/2009 w UBCO klikery użyto w kilkunastu kursach.