

# SZKOLENIE KADRY CENTRUM NAUCZYCIELSKIEGO

## Wizja

Wynikiem niniejszego dwuletniego projektu ma być utworzenie Centrum Nauczycielskiego i wystąpienie do Ministerstwa Edukacji Narodowej o jego akredytację, z podaniem listy nauczycieli i pracowników nauki stanowiących jego kadre.

## Misja Centrum Nauczycielskiego

Centrum Nauczycielskie ma służyć rozwijaniu i wspieraniu długotrwałych kontaktów i trwałej współpracy pomiędzy nauczycielami przyrody, fizyki i chemii a pracownikami nauki. Współpraca dotyczyć będzie konkretnych zagadnień z zakresu nauk fizycznych i metodyki ich nauczania, a jej celem ma być stworzenie uczniom w szkole warunków do kształcenia umiejętności skutecznego uczenia się.

U podstaw misji Centrum leży przekonanie, że do osiągnięcia pożądaných zmian w systemie edukacji szkolnej niezbędne jest połączenie sił pracowników nauki i nauczycieli szkolnych. Uczni wniosą swoją wiedzę i zrozumienie nauki oraz umiejętności kształcenia akademickiego, a nauczyciele swoje doświadczenie pedagogiczne oraz znajomość realiów szkolnych i potrzeb uczniów.

Współpraca taka, oparta na akademickich doświadczeniach kształcenia poprzez własne badania naukowe, może pomóc w ukierunkowaniu naturalnego zainteresowania dzieci i młodzieży przyrodą w taki sposób, aby wykonując samodzielnie doświadczenia poznawały i pogłębiały rozumowania typowe dla nauk ścisłych, a dzięki temu nabywały umiejętności krytycznego myślenia, niezbędnej do osiągnięcia sukcesów zawodowych w społeczeństwie XXI wieku.

Centrum będzie miejscem, gdzie nauczyciele z całego kraju znajdą pomoc w zakresie:

- projektowania i przeprowadzania doświadczeń z fizyki i chemii, możliwych do samodzielnego wykonania przez uczniów podczas lekcji szkolnych,
- stosowania opracowanych przez pracowników Centrum przykładowych modułów tematycznych w zakresie przyrody, fizyki i chemii (w tym konspektów lekcji, kart pracy ucznia i zestawów doświadczalnych) oraz tworzenia własnych modułów,
- odpowiedzi na pytania z dziedziny fizyki i chemii,
- pogłębiania własnej wiedzy w zakresie nauk przyrodniczych,
- doskonalenia metod kształcenia poprzez wymianę doświadczeń i poznawanie wyników badań naukowych nad dydaktyką,
- oceny skuteczności systemu i metod nauczania.

Struktura działań Centrum powinna być na bieżąco dopasowywana do potrzeb nauczycieli i ulegać zmianom w zależności od wyników osiąganych przez ich uczniów dzięki wprowadzaniu do szkół innowacji dydaktycznych wypracowywanych w Centrum. Akredytacja przez Ministerstwo Edukacji Narodowej jest niezbędnym warunkiem sprawnego funkcjonowania Centrum w systemie szkolnym, a w szczególności wsparcia przez władze lokalne udziału nauczycieli w pracach Centrum.

## Patronat Polskiego Towarzystwa Fizycznego

Realizacja projektu przez członków Polskiego Towarzystwa Fizycznego będzie naturalną kontynuacją tradycji Towarzystwa, które powstało w 1920 roku i jako zrzeszenie narodowe jest częścią Europejskiego Towarzystwa Fizycznego. Polskie Towarzystwo Fizyczne ma około 1800 członków (3/4 to pracownicy nauki, w tym nalepsi polscy fizycy). Misją Towarzystwa jest wspieranie rozwoju fizyki

w Polsce, upowszechnianie fizyki i nauk pokrewnych oraz rozwijanie więzi między fizykami zatrudnionymi w oświacie, nauce i gospodarce, a także reprezentowanie środowiska fizyków.

## Autorzy a jednocześnie wykonawcy projektu

dr hab. Maria Ekiel-Jeżewska, Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, mekiel@ippt.gov.pl

prof. dr hab. Stanisław Głazek, Instytut Fizyki Teoretycznej UW, stglazek@fuw.edu.pl

dr hab. Magdalena Skompska, Wydział Chemii UW, mskomps@chem.uw.edu.pl

dr Adam Smólski, nauczyciel matematyki i fizyki w I Społecznym Gimnazjum i Liceum Ogólnokształcącym w Warszawie, organizator polsko-ukraińskiego konkursu fizycznego *Lwiątko*, adams7@polbox.com

Wszyscy czworo byli instruktorami *Klubu Odkrywców*. Ekiel-Jeżewska, Głazek i Skompska przetłumaczyli na polski po 1/5 podręcznika L. C. McDermott *W poszukiwaniu praw fizyki*.

## Podstawy projektu

*Rozumieć – to znaczy odkrywać lub odtwarzać przez ponowne odkrycie.*

Jean Piaget [1]

## Tradycje Komisji Edukacji Narodowej i osiągnięcia współczesnej dydaktyki fizyki

W Centrum Nauczycielskim nauka ma służyć rozwojowi metod skutecznego uczenia się. Zasada ścisłego związku sposobu kształcenia z umiejętnością krytycznego myślenia i poznania naukowego wydaje się oczywista. Znacznie trudniej jednak stosować ją w praktyce szkolnej i dlatego warto sięgnąć po sprawdzone wzorce.

Korzeni takiego kształcenia szukać można już w słynnych dialogach sokratejskich, których istotę Platon określił słowami: „nie będzie ci się zdawało, że wiesz coś, czego nie wiesz. Tyle tylko moja sztuka potrafi – więcej nic” [2], oraz w filozofii poznania Arystotelesa: „... stawiamy cztery rodzaje pytań: (1) czy jakaś rzecz posiada pewien atrybut; (2) dlaczego rzecz posiada ten atrybut; (3) czy pewna rzecz istnieje; (4) jaka jest natura rzeczy. [...] Twierdzimy, że znać naturę jakiejś rzeczy, to tyle, co znać przyczynę, dzięki której ta rzecz istnieje [...], np. gdy wiemy, że Słońce podlega zaćmieniom [...], pytamy wtedy, dlaczego Słońce się zaciemnia” [3].

Pierwszy w Europie państwowy system nauczania oparty na samodzielnym, twórczym myśleniu został wprowadzony w Polsce przez Komisję Edukacji Narodowej, która zagwarantowała w *Ustawach* [4], że uczniowie „nic na pamięć mówić nie będą, czegoby dobrze na rozum nie umieli”.

Te same zasady przyświecają współczesnej pedagogice; w szczególności, łatwo je odnaleźć w dydaktyce fizyki szkoły A. Aronsa [5]. Uważa on, że krytyczne myślenie rozpoczyna się wtedy, gdy „studiując jakieś zagadnienie lub rozwiązując problem nieustannie zadajemy pytania «Co wiemy...? W jaki sposób się tego dowiadujemy...? Dlaczego to akceptujemy lub w to wierzymy...? Jakie są na to dowody ...?»” [5]. Kontynuatorami tego kierunku pedagogicznego są L.C. McDermott i Zesół Dydaktyki Fizyki Uniwersytetu Stanu Waszyngton. Przygotowany przez tę grupę 800-stronicowy podręcznik dla nauczycieli pt. *W poszukiwaniu praw fizyki* [6] jest wynikiem 20 lat badań naukowych i związanej z nimi pracy pedagogicznej około 40 osób [7]. Książka ta pokazuje, że proces skutecznego uczenia się polega na posługiwaniu się tymi samymi metodami, które stosują uczeni: „Moduły są tak zbudowane, by rozwijać umiejętności naukowego rozumowania i dostrzegania związku pojęć, opisów i modeli naukowych ze zjawiskami, jakie występują w otaczającym nas świecie [...] Procesu tworzenia nauki nie można poznać przez czytanie o nim, słuchanie, zapamiętywanie informacji albo rozwiązywanie zadań. Skuteczne uczenie się wymaga aktywnego zaangażowania umysłu” [6].

Podręcznik *W poszukiwaniu praw fizyki* stał się podstawą nowatorskiego programu o nazwie *Discovery*, który w latach 1992-1996 przeszkolił około 5 tysięcy nauczycieli w stanie Ohio w USA i istot-

nie pomógł im w prowadzeniu lekcji szkolnych. Ich uczniowie nie tylko zdawali testy z matematyki i fizyki lepiej niż ich rówieśnicy kształceni przez nauczycieli nie uczestniczących w *Discovery*, ale także znacznie więcej dyskutowali z kolegami jak rozwiązać zadania, częściej uzasadniali wyniki i opisywali, w jaki sposób je otrzymali, i to na różne sposoby [8]. Twórcą tego programu od strony fizyki i zasad systemowych był K.G. Wilson [9], laureat nagrody Nobla z fizyki. Projekt *Discovery* unaocnił, jak skuteczna może być współpraca nauczycieli ze środowiskiem naukowym, a jednocześnie wskazał na potrzebę utworzenia instytucji, w ramach której kontakty takie byłyby kontynuowane i rozwijane przez lata, a towarzysząca im reforma systemu edukacji stale udoskonalana. Celem polskiego Centrum Nauczycielskiego jest zaspokojenie tej potrzeby.

– *Uczniowie nie umieją czytać, rozmawiać i precyzować myśli* – powiedziała nauczycielka fizyki z Warszawy. – *Jak to zrobić, żeby dziecko odczuwało przyjemność ucząc się w szkole?*

## Działalność Klubu Odkrywców

Projekt Centrum Nauczycielskiego został przygotowany przez instruktorów *Klubu Odkrywców* na podstawie pięciu lat działalności *Klubu* [10] – zajęć dla młodzieży szkolnej i nauczycieli, którzy pracując w małych zespołach mieli zrozumieć niektóre podstawowe pojęcia fizyki na podstawie własnoręcznie wykonanych doświadczeń, dyskusji występujących w nich prawidłowości oraz wnioskowania naukowego. Eksperymenty wiązały się ściśle z życiem codziennym, a do ich wykonania potrzebne były bardzo proste, niekosztowne przyrządy, w większości przygotowane przez instruktorów *Klubu*. Instruktorzy badali, w jaki sposób wzbudzić i utrzymać zainteresowanie uczniów nauką fizyki i chemii oraz jak pomagać nauczycielom w rozwoju ich własnych umiejętności naukowych, tak aby mogli w szkole skutecznie uczyć dzieci krytycznego rozumowania.

Treść zajęć oparta była na podręczniku L.C. McDermott *W poszukiwaniu praw fizyki* [6], przełożonym na polski przez instruktorów *Klubu Odkrywców*. W przedmowie do tej książki tłumacze przytaczają opinie dzieci uczestniczących w *Klubie*, świadczące o tym, że udział w zajęciach wpłynął na zmianę ich podejścia do nauki:

- *Ważne było odkrywanie różnych rzeczy, a nie dowiadywanie się o nich od razu.*
- *Dochodzenie do czegoś samemu jest trudne, ale bardzo satysfakcjonujące.*
- *Zabawnie jest pracować w grupie* – oceniały dzieci.

Nauczyciele starali się określić, jaki pożytek przyniósł im udział w *Klubie Odkrywców*:

- *Najważniejsze było to, że zajęcia pozwoliły mi na uniknięcie strachu przed niepowodzeniami, dodały odwagi i wiary we własne siły, a dzięki temu mogłam skupić się na właściwym zagadnieniu.*
- *Zajęcia uświadomiły mi, w jak niedoskonały sposób do tej pory uczyłem swoich uczniów. Pokazały mi, że naukę można uczynić ciekawszą i barwniejszą, niż to na ogół dzieje się w szkołach. Tu uczeń uczy się sam, a to bardzo ważna sprawa.*

Działalność *Klubu Odkrywców* w latach 1995–2000 podsumowana jest w tabeli poniżej. W ciągu 5 lat 7 instruktorów przeprowadziło około 400 godzin zajęć z fizyki dla 100 dzieci i 23 dorosłych oraz przygotowało konspekty, które mogą służyć pomocą nauczycielom szkolnym. Między innymi są to zestawy kart pracy z pytaniami i rysunkami pomagającymi zrozumieć podstawowe pojęcia i prawa w niektórych z wymienionych w tabeli działów fizyki. Ponadto instruktorzy stali się także autorami innych modułów, wykorzystywanych przez nich w pracy zawodowej, oraz tekstów dotyczących skutecznego uczenia się [11]–[24]. Przykład ten pokazuje, że kadra naukowa Centrum Nauczycielskiego może z udziału w projekcie wyciągnąć korzyści dotyczące ulepszenia własnych metod kształcenia na poziomie uniwersyteckim.

Doświadczenia zebrane przez instruktorów *Klubu Odkrywców* pozwalają stwierdzić, że istnieje zapotrzebowanie na tego typu zajęcia, gdyż było wielu chętnych. Z drugiej strony, znaczna część uczestników rezygnowała. Główną tego przyczyną wydaje się trudność pogodzenia zasad rozumowa-

nia naukowego z nawykami uczniów. Uczniowie w szkole nie mają bowiem czasu ani warunków do zrozumienia materiału i często ograniczają się do zapamiętywania go przed klasówką czy egzaminem. Szkoła nie wyrabia umiejętności skutecznego uczenia się. Zajęcia *Klubu Odkrywców* były próbą odpowiedzi na pytanie, jak zmienić ten stan rzeczy. W ten sposób powstał projekt Centrum Nauczycielskiego.

Moduły z fizyki Klubu Odkrywców w latach 1995-2000					
rok	temat	liczba godzin	liczba dorosłych uczestników	liczba dzieci	liczba prowadzących
1995/1996	Właściwości materii Temperatura i termometry Astronomia na letnim obozie	83	–	32	3
1996/1997	Obwody elektryczne Astronomia na zimowym obozie Astronomia gołym okiem	84	20	26	2
1997/1998	Optyka	24	5	–	1
1998/1999	Obwody elektryczne Temperatura i termometry Magnezy	68	–	17	5
1999/2000	Obwody elektryczne Masa i równoważenie Optyka Prawo Archimedesesa $E = mc^2$	136	3	35	6
<b>1995 – 2000</b>		<b>395</b>	<b>23</b>	<b>100</b>	<b>7</b>

### Co może zaoferować Centrum Nauczycielskie?

- Jednolite tematycznie cykle zajęć, które ilustrują w jaki sposób poprzez ciąg prostych doświadczeń można zrozumieć podstawowe pojęcia i prawa fizyki. Podstawę stanowi podręcznik L.C. McDermott i in. *W poszukiwaniu praw fizyki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2000. Przykłady tematów takich kursów znajdują się w tabeli.
- Pomoc przy wprowadzaniu tych samych metod do pracy na lekcji w szkole. Centrum może zapewnić materiały (broszury i wzory prostych zestawów doświadczalnych) oraz konsultacje, które ułatwią nauczycielom zorganizowanie zajęć, podczas których uczniowie będą w małych grupach samodzielnie wykonywać eksperymenty i odkrywać rządzące nimi prawa.
- Cykle zajęć poszerzających wiedzę z fizyki i jej metodologii. Taki cykl zajęć może być np. oparty na przetestowanym już module poświęconym pochodzeniu i treści wzoru  $E = mc^2$ .

### Cel projektu „Szkolenie kadry Centrum Nauczycielskiego”

Celem projektu jest wyłonienie przyszłej kadry Centrum Nauczycielskiego oraz przygotowanie jej do realizacji misji Centrum.

### Opis projektu i harmonogram

Cel projektu realizowany będzie głównie poprzez prowadzenie zajęć dla nauczycieli i pracowników nauki. Program projektu polega na kształceniu umiejętności skutecznego uczenia się i nauczania innych, zwłaszcza poprzez doskonalenie posługiwania się rozumowaniem naukowym. Szczególnie ważne

jest mierzenie efektywności na podstawie specjalnie przygotowanych testów. Podobnie jak w projekcie *Discovery*, podstawę naszych zajęć stanowi podręcznik McDermott *W poszukiwaniu praw fizyki*. Z doświadczeń projektu *Discovery* i *Klubu Odkrywców* wynika, że aby zrozumieć istotę nauczania według takich materiałów jak moduły McDermott, nauczyciele muszą pracować z nimi co najmniej około 150 godzin. Nasz projekt zakłada, że kadra Centrum potrzebuje około 180 godzin takich zajęć. Ponadto przewidziane jest czytanie i dyskutowanie literatury związanej z misją Centrum, na takie tematy jak krytyczne myślenie, psychologia uczenia się, źródła zmian w systemach społecznych.

W PIERWSZYM ROKU projekt koordynowany będzie przez czteroosobowy zespół jego autorów, instruktorów *Klubu Odkrywców*. Zaplanują oni proces rekrutacji 24 nauczycieli i pracowników nauki i poprowadzą dla nich zajęcia podobne jak w *Klubie Odkrywców* (3 godz. tygodniowo). Pod koniec pierwszego roku wyłoniona zostanie grupa założycielska Centrum. Musi ona składać się ze znacznie większej liczby osób niż tylko zespół instruktorów *Klubu Odkrywców*, a mianowicie około 12 pracowników nauki i nauczycieli, którzy mają za sobą doświadczenia wspólnej pracy w niniejszym projekcie. Początkowa liczba uczestników (24) powinna być 3 razy większa niż minimalna liczebność dodatkowej kadry (8) w grupie założycielskiej. Są ku temu dwa powody. Po pierwsze, statystyki *Klubu Odkrywców* wskazują na to, że tylko około 1/3 uczestników naprawdę identyfikuje się z misją Centrum i jest gotowa angażować się w jej realizację. Po drugie, pozytywnie nastawieni do misji, ale mniej zaangażowani uczestnicy naocznie przekonają się, jak wiele Centrum może dać nauczycielom, a dzięki temu także i ich uczniom. Ważne jest, aby jak największa liczba takich osób pomagała przy organizacji działań Centrum oraz propagowała misję Centrum na uczelniach wyższych, w ośrodkach dydaktycznych i szkołach. Nie możemy jednak zaprosić od razu zbyt wielu osób. Aby zapewnić bardzo wysoką jakość kształcenia kadry, każdy instruktor nie może służyć pomocą większej liczbie osób niż 6, np. 2 zespołom po 3 osoby.

Uczestnicy programu pracować będą wykorzystując materiały edukacyjne już wcześniej przetestowane w *Klubie Odkrywców*, tj. *Właściwości materii*, *Obwody elektryczne* i *Astronomia gołym okiem*. Ponadto przygotowują swoje własne moduły przeznaczone dla uczniów i przetestują je w praktyce. Moduły takie będą potem częścią ich dydaktycznego portfolio.

PODCZAS WAKACJI jeden instruktor i 8 przyszłych członków nowej kadry Centrum wspólnie zorganizują 10-dniowy letni obóz naukowy dla około 30 dzieci. Codzinnie poprowadzą po 2 godz. zajęć dla uczniów. Przewidziana jest także 1 godzina dziennie dyskusji instruktorów na temat procesu uczenia, trudności dzieci i osiągniętych przez nie postępów. Ponadto uczniowie zbudują zegar słoneczny i przeprowadzą obserwacje ruchu gwiazd i Księżyca po niebie.

DRUGI ROK PROGRAMU rozpocznie się od utworzenia Centrum Nauczycielskiego. Poświęcony zostanie organizacji Centrum i jego akredytacji, a także przygotowaniu kadry i projektowaniu jej dalszych działań. Podobnie jak w projekcie *Discovery* i *Klubie Odkrywców*, dalsze szkolenie 8 nowych członków kadry polegać będzie na prowadzeniu przez nich 3 godz. zajęć tygodniowo dla nowej grupy 32 nauczycieli, pracowników nauki, doktorantów i studentów. Teraz oni zostaną instruktorami kursów opartych na modułach McDermott, pod opieką autorów projektu.

Każdy uczestnik dwuletniego programu szkolenia pozna jako uczeń przynajmniej trzy cykle tematyczne modułów McDermott [6], poprowadzi jako instruktor przynajmniej jeden taki cykl lub cykl własnego autorstwa o podobnej skuteczności. Ponadto wszyscy uczestnicy programu wezmą udział w przygotowaniu planu działań Centrum na najbliższe lata. Przygotowane zostaną nowe materiały do samodzielnej pracy uczniów oraz strona internetowa Centrum. W miarę potrzeb wykorzystane być także mogą przygotowane przez autorów projektu moduły na wyższym poziomie, np. dotyczące szczególnej teorii względności lub mechaniki kwantowej, gdzie dorośli muszą pokonać trudności porównywalne z tymi, na jakie uczniowie napotykają w szkole. Taka nauka zmienia podejście dorosłych do problemu skutecznej edukacji.

Planowane są także dwa krótkie szkolenia nauczycieli-liderów kadry w wiodących ośrodkach uniwersyteckich USA zajmujących się profesjonalizacją nauczania.



<b>KOSZTORYS PROJEKTU drugi rok</b>	<b>październik</b>	<b>listopad</b>	<b>grudzień</b>	<b>styczeń</b>	<b>luty</b>	<b>marzec</b>	<b>kwiecień</b>	<b>maj</b>	<b>czerwiec</b>	<b>suma USD</b>
<b>1. Wynagrodzenia</b>										
8 instruktorów										
-przygotowanie materiałów do zajęć (12USD/godz.)	960	960	672	480	480	960	672	960	480	<b>6624</b>
-prowadzenie zajęć godz. (8 USD/godz.)	768	768	576	384	384	768	576	768	384	<b>5376</b>
4 koordynatorów (organizacja Centrum: 20USD/godz.)	960	960	720	480	480	960	720	960	480	<b>6720</b>
księgowy (10 USD/godz.)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	<b>720</b>
sekretarka (10 USD/godz.)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	<b>720</b>
<b>2. Dodatkowe świadczenia</b>										
Ubezpieczenie 8 instruktorów	24	24	24	24	24	24	24	24	24	<b>216</b>
<b>3. Konsultanci</b>										
prawnik		450								<b>450</b>
konsultant od reklamy	200						200			<b>400</b>
<b>4. Koszty druku i publikacji</b>										
podręczniki (40 x 5 USD)	200									<b>200</b>
ulotki reklamowe (100 sztuk x 2 USD)	200									<b>200</b>
<b>5. Koszt mediów</b>										
ogłoszenia w gazetach	100									<b>100</b>
uaktualnienie strony internetowej (10 USD/godz.)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	<b>450</b>
<b>6. Telefon</b>	20	20	20	20	20	20	20	20	20	<b>180</b>
<b>7. Zakup książek</b>		100				50				<b>150</b>
<b>8. Listy</b>		20	10					20		<b>50</b>
<b>9. Inne</b>										
stypendia dla 32 uczestników (5USD/godz.)	1920	1920	1440	960	960	1920	1440	1920	960	<b>13440</b>
koszt wynajęcia sali	90	90	90	90	90	90	90	90	90	<b>810</b>
wyposażenie potrzebne podczas zajęć	60	60	45	30	30	60	45	60	30	<b>420</b>
dwa wyjazdy instruktorów na szkolenie w USA	5000									<b>5000</b>
Drugi rok KOSZT CAŁKOWITY										<b>42226</b>
<b>CAŁKOWITY KOSZT PROGRAMU (dwa lata)</b>										<b>70861</b>

**Podręcznik** (około 120 stron): skrypt z instrukcjami do wykonania przez uczestników kursu, z miejscem do zapisania wyników eksperymentów, obserwacji i rozumowań.

**Ulotki reklamowe:** przygotowane w celu rozpowszechniania informacji o działalności Centrum Nauczycielskiego poprzez rozesłanie ich do szkół.

**Strona internetowa:** z informacją o działalności Centrum i przykładowymi materiałami do prowadzenia zajęć, aby pomóc nauczycielom w stosowaniu nowych metod nauczania.

## Bibliografia

- [1] J. Piaget, *Dokąd zmierza edukacja*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1977.
- [2] Platon, *Dialogi*, Wydawnictwo ANTYK, Kęty 1999, tom II, Teajtet, str. 429.
- [3] Arystoteles, *Dzieła wszystkie*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1990, tom 1, *Analityki wtóre*, księga II.
- [4] *Ustawy Komisji Edukacji Narodowej dla stanu akademickiego i na szkoły w krajach Rzeczypospolitej*, przedruk Nakładem Polskiego Towarzystwa Pedagogicznego, Lwów 1917.
- [5] A. Arons, *A Guide to Introductory Physics Teaching*, Wiley, New York, 1990.
- [6] L. C. McDermott, *W poszukiwaniu praw fizyki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2000.
- [7] <http://www.phys.washington.edu/groups/peg/>
- [8] C. Barsky, <http://www.ippt.gov.pl/~mekiel/EDU/CN/Barsky.html>
- [9] K. G. Wilson, B. Daviss, *Redesigning Education*, Teachers College Press, New York 1996.
- [10] A. Smólski, "W poszukiwaniu praw fizyki" L.C. McDermott i Klub Odkrywców, Foton **70**, 23 (2000).
- [11] S. D. Głazek, T. Masłowski, M. Więckowski, *Renormalizacja w mechanice kwantowej*, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski, 1997.
- [12] M. L. Ekiel-Jeżewska, *Hydrodynamic interactions between two spheres, with lubrication and solid friction phenomena*, Ecole Superieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris, 1997/98.
- [13] M. L. Ekiel-Jeżewska, *Hydrodynamic interactions between many spheres*, Ecole Superieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris, 1997/98, <http://xxx.lanl.gov/abs/physics/9811042>.
- [14] S. D. Głazek, *The Living Network of Schools Owned by Teachers and Students*, 1998, <http://xxx.lanl.gov/abs/physics/9804005>.
- [15] S. D. Głazek, T. Masłowski, M. Więckowski, *Test studentów II roku fizyki*, raport Instytutu Fizyki Teoretycznej IFT/02/98, Uniwersytet Warszawski, 1998.
- [16] A. Smólski, *Matematyka - Księga maturzysty*, Muza S.A., 2000.
- [17] M. L. Ekiel-Jeżewska, *Metody matematyczne nauk przyrodniczych*, Szkoła Nauk Ścisłych Polskiej Akademii Nauk, Warszawa 2001.
- [18] S. D. Głazek, J. Młynik, M. Kisiel, *Kopernik*, internetowy interakcyjny katalog podręczników szkolnych, 2001, <http://kopernik.fuw.edu.pl>.
- [19] S. D. Głazek, *Kartki na temat  $E = mc^2$* , 1999, dostępne od autora w formacie pdf.
- [20] M. L. Ekiel-Jeżewska, *Czego brakuje dobrym podręcznikom fizyki?* Fizyka w szkole, **4**, 209 (2002).
- [21] S. D. Głazek, *Skrypt do ćwiczeń z wybranych zagadnień fizyki teoretycznej (IV NKF)*, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski, 2003.
- [22] A. Smólski, Polsko-ukraiński konkurs fizyczny *Lwiątko*, 2003, <http://www.lwiatko.org>
- [23] S. D. Głazek, M. Kulik, *Transformacja Lorentza - szczególna teoria względności - interakcyjny program do nauki*, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski 2003, <http://www.fuw.edu.pl/~stglazek/Lorentz-transformation-transformacja/P/>
- [24] S. D. Głazek, S. B. Sarason, *Productive Learning: Science, Art, and Einstein's Relativity in Educational Reform*, Corwin Press, California, 2006.