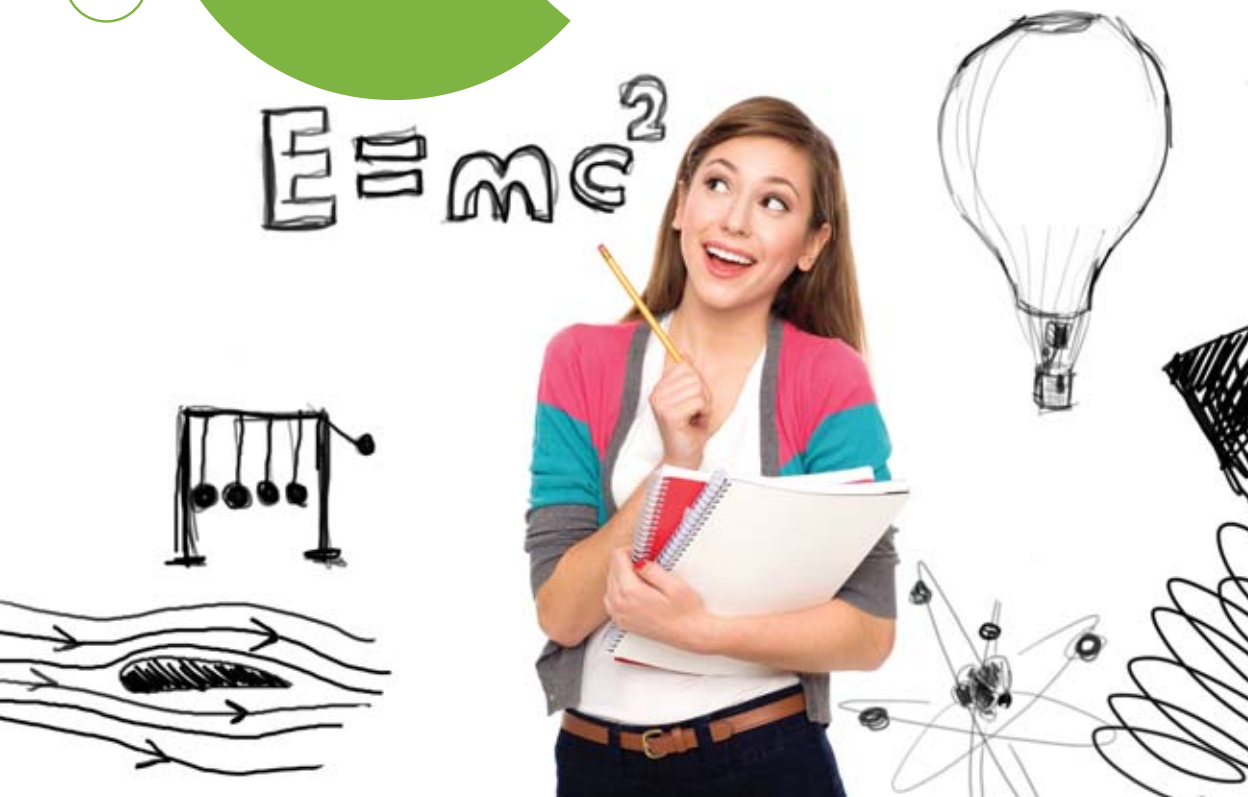


# Poradnik pracy z uczniem zdolnym w zakresie fizyki w szkole ponadgimnazjalnej

Włodzimierz Zielicz

$$E = mc^2$$



# Poradnik pracy z uczniem zdolnym w zakresie fizyki w szkole ponadgimnazjalnej

Włodzimierz Zielić

Warszawa, 2012

**Wydawca:**

Ośrodek Rozwoju Edukacji  
Aleje Ujazdowskie 28  
00-478 Warszawa  
tel. +48 22 345 37 00  
fax +48 22 345 37 70

Publikacja powstała w ramach projektu „Opracowanie i wdrożenie kompleksowego systemu pracy z uczniem zdolnym”

**Autor:**

Włodzimierz Zielicz

**Recenzent:**

Wojciech Śpionek

**Projekt graficzny:**

Agencja Reklamowa FORMS GROUP

Nakład: 6000 egz.

ISBN: 978-83-62360-33-8



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



OŚRODEK  
ROZWOJU  
EDUKACJI

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Publikacja współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

EGZEMPLARZ BEZPŁATNY

Przygotowanie do druku, druk i oprawa:

Agencja Reklamowo-Wydawnicza A. Grzegorzcyk  
[www.grzeg.com.pl](http://www.grzeg.com.pl)



## Spis treści

<b>Zamiast wstępu.....</b>	<b>5</b>
<b>Rozdział I</b>	
<b>Jak dostrzec wybitnie uzdolnionego ucznia? .....</b>	<b>7</b>
<b>Rozdział II</b>	
<b>Jakie wsparcie zewnętrzne jesteśmy w stanie zaproponować uczniowi wybitnie uzdolnionemu i gdzie samemu możemy na ten temat poszukiwać informacji? .....</b>	<b>21</b>
<b>Rozdział III</b>	
<b>Podstawowe rodzaje aktywności preferowane przez uczniów wybitnie uzdolnionych w zakresie fizyki i formy współzawodnictwa oraz programy, w ramach których może je realizować .....</b>	<b>29</b>
<b>Rozdział IV</b>	
<b>Zajęcia pozalekcyjne dla uczniów wybitnie uzdolnionych .....</b>	<b>35</b>
<b>Rozdział V</b>	
<b>Uczeń wybitnie zdolny w klasie – jak wykorzystać jego potencjał do rozwoju i jego, i klasy .....</b>	<b>55</b>
<b>Rozdział VI</b>	
<b>Formy pracy szkoły i nauczyciela z uczniami wybitnie uzdolnionymi w czasie ferii, wakacji, dni wolnych – obozy, warsztaty itd.....</b>	<b>58</b>

<b>Rozdział VII</b>	
<b>Jak rozwijać matematyczne i informatyczne umiejętności ucznia wybitnie uzdolnionego w zakresie fizyki? .....</b>	<b>70</b>
<b>Rozdział VIII</b>	
<b>Indywidualny program i indywidualny tok nauki w przypadku ucznia wybitnie uzdolnionego .....</b>	<b>76</b>
<b>Rozdział IX</b>	
<b>Rozwój społeczny ucznia wybitnie uzdolnionego .....</b>	<b>80</b>
<b>Zamiast zakończenia .....</b>	<b>84</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>85</b>



## Zamiast wstępu

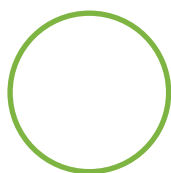
Ludzie wybitnie uzdolnieni stanowią dziś, w epoce gospodarki opartej na wiedzy, największy skarb swoich krajów. Nie przypadkiem Unia Europejska, chcąc dorównać Stanom Zjednoczonym i Azji w gospodarczym i politycznym wyścigu (a przynajmniej nie pozostać w tyle), uznała w deklaracji lizbońskiej, że takich uczniów, na równi z uczniami niepełnosprawnymi czy mającymi rozmaite defekty poznawcze, należy traktować jako posiadających szczególne potrzeby edukacyjne. To zaś oznacza, że powinni otrzymywać dodatkową pomoc w rozwoju swojego potencjału przynajmniej w takim samym zakresie jak ich niepełnosprawni czy mniej zdolni koledzy. Uczniowie wybitnie uzdolnieni w dziedzinie fizyki to przyszła czołówka, zarówno polska, jak i światowa, nie tylko w fizyce, ale również w naukach technicznych. Bez takich jednostek żaden kraj nie może się rozwijać ani nawet samodzielnie wykorzystywać tego, co wymyślili inni, a staje się tylko siedzibą mało zaawansowanych technicznie i dochodowych gałęzi przemysłu i usług.

Mitem jest przekonanie, że wybitnie zdolna osoba poradzi sobie bez pomocy nauczyciela i szkoły. Oczywiście zdarzają się takie przypadki, ale jest ich bardzo niewiele. Najczęściej za ich sukcesem stoi pomocna dłoń podana przez kogoś spoza oficjalnego systemu edukacji szkolnej czy szczególnie korzystne warunki rodzinne. Uczniom wybitnie uzdolnionym trzeba więc pomagać w rozwoju ich potencjału – sprzyjają temu aktualne działania Ministerstwa Edukacji Narodowej, m.in. zainicjowane w szkołach i placówkach działania na rzecz ucznia zdolnego w ramach Dnia Odkrywania Talentów (21 marca).

Żeby uczniowi wybitnie uzdolnionemu pomóc, trzeba go najpierw zidentyfikować. Tymczasem wokół pojęcia wybitnych uzdolnień narosło wiele mitów i stereotypów. W poradniku starałem się przedstawić w sposób praktyczny, na podstawie głównie swoich doświadczeń, jak nauczyciel fizyki w szkole ponadgimnazjalnej może takiego ucznia zidentyfikować i go wesprzeć. Mam świadomość, że każdy pedagog pracuje w innych warunkach, z inną młodzieżą, ma bardzo zróżnicowane możliwości, mocne strony i zainteresowania, toteż rozwiązań i pomysłów zawartych w tej książce nie warto traktować jako gotowych przepisów. Moim celem było raczej zainspirowanie, stworzenie pewnego modelu czy modeli działania, gdyż już same dokładne wskazówki, jak prowadzić koło fizyczne, wraz z zestawami zadań i uwagami metodycznymi na jeden rok szkolny, musiałyby zająć więcej stron niż liczy cały ten poradnik. W dalszej jego części polecam specjalne zbiory zadań, szczególnie olimpijskich, oraz inne przydatne pozycje. Dzięki nim można samodzielnie ułożyć program koła fizycznego. Zwykle jednak treść tych i innych zajęć rodzi się w odpowiedzi na zapotrzebowania uczestników. Oczywiście poradnik ten jest skierowany do bardzo szerokiego grona nauczycieli fizyki o różnych dotychczasowych doświadczeniach, stażu itd. Na uzdolnionego w zakresie fizyki ucznia trafić może każdy nauczyciel tego przedmiotu i byłoby dobrze, gdyby mógł mu pomóc. Dlatego w niniejszej książce można oczywiście znaleźć tematy, które dla wielu nauczycieli nie są nowe czy są wręcz oczywiste. Nie znaczy to jednak, że są oczywiste dla każdego lub nawet większości nauczycieli fizyki w szkołach ponadgimnazjalnych bądź osób prowadzących czy też organizujących zajęcia adresowane do uczniów uzdolnionych z tego przedmiotu.

Życzę Wam więc, drodzy Nauczyciele, interesującej i owocnej lektury, a Waszym uczniom – wielu sukcesów i satysfakcji w rozwoju własnego talentu.





## Rozdział I

# Jak dostrzec wybitnie uzdolnionego ucznia?





*Typy uczniów wybitnie uzdolnionych i problemy pracy z nimi. Nie chodzi o diagnostykę testową i formułowanie definicji wybitnych uzdolnień, ale o stawianie takich zadań, problemów i propozycji, które pozwolą sprawdzić, czy mamy do czynienia z ponadprzeciętnie uzdolnionym i zainteresowanym uczniem. Praktyczna typologia uczniów uzdolnionych w zakresie fizyki oraz specyfika pracy z poszczególnymi ich typami.*

## Kogo w powszechnym odczuciu szkolnym uważamy za ucznia wybitnie zdolnego?

„Od wieków bowiem wiadomo, że zjawiają się w szkołach uczniowie, którym nauka nie sprawia trudności, którzy z łatwością rozwiązują stawiane zarówno przez nauczycieli, jak i przez kolegów zadania i którzy potrafią samodzielnie przyswajać znaczne zasoby ponadprogramowej wiedzy. Mówiąc zatem o uczniach ponadprzeciętnie uzdolnionych, z punktu widzenia szkoły, mamy na myśli różnice indywidualne, które sprawiają, że przy danym zasobie wiedzy i umiejętności niektórzy uczniowie:

- uczą się szybciej,
- zapamiętują trwalej,
- rozumują głębiej,
- działają skuteczniej,
- trafniej wykorzystują zdobywaną wiedzę do rozwiązywania problemów dnia codziennego<sup>1</sup>.

Zakończyły się wakacje, czas zaplanować pracę w nowym roku szkolnym. Zebrania, zmiany w prawie, przygotowania. To wszystko ważne, ale przecież nie wolno nam zapomnieć, że najważniejszy jest uczeń i jemu trzeba, i warto poświęcić na początku dużo uwagi.

Po pierwsze należy przeanalizować, jacy uczniowie przyszli do szkoły, jakie mieli dotychczas sukcesy i zainteresowania.

1. W czasie rekrutacji do liceum na pewno się tym chwalili. Warto poddać te informacje wnikliwej analizie, zwrócić uwagę nie tylko na sukcesy w fizyce. Uczeń wybitnie zdolny przejawia zdolności w różnych momentach na różnych polach, aby ostatecznie zdecydować się na jedną dziedzinę – na przykład fizykę, matematykę (może na jedno i drugie!).

2. Obecny stan prawny (rozporządzenia dotyczące wspomagania uczniów o szczególnych potrzebach edukacyjnych) wymaga, by zespół szkolny opracował karty potrzeb dla uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi. Wśród nich, co bardzo ważne i o czym muszą pamiętać i dyrektor, i nauczyciel, są również uczniowie bardzo zdolni.

3. Może się zdarzyć, że nauczyciel otrzyma informację, że uczeń jeszcze w gimnazjum korzystał z jakichś indywidualnych form nauki i dodatkowego wsparcia. Warto nawiązać kontakt z poprzednimi nauczycielami tego ucznia (choćby e-mailowy), aby zachować ciągłość edukacji. Warto i trzeba rozmawiać też z rodzicami ucznia.

---

<sup>1</sup> Biuletyn Mazowieckiego Stowarzyszenia na rzecz Uzdolnionych, 2008.

4. Nowa klasa, nowi uczniowie zaczynają kolejny etap edukacyjny i niekoniecznie musieli wcześniej ujawnić wszystkie swoje mocne strony. To jest zadanie dla nas i szansa – odszukać tych, których jeszcze nie odszukali inni.

**Żeby uczniowi wybitnie uzdolnionemu pomóc i z nim pracować, trzeba go najpierw rozpoznać, zauważyć. Jak to zrobić samemu?**

Nowy rok szkolny, nowa klasa w szkole ponadgimnazjalnej. Nowa to znaczy pewnie pierwsza. Im wcześniej się zorientujemy, w których uczniach drzemie najprawdopodobniej większy potencjał uzdolnień fizycznych, tym lepiej, przecież nauka w liceum trwa tylko trzy lata.

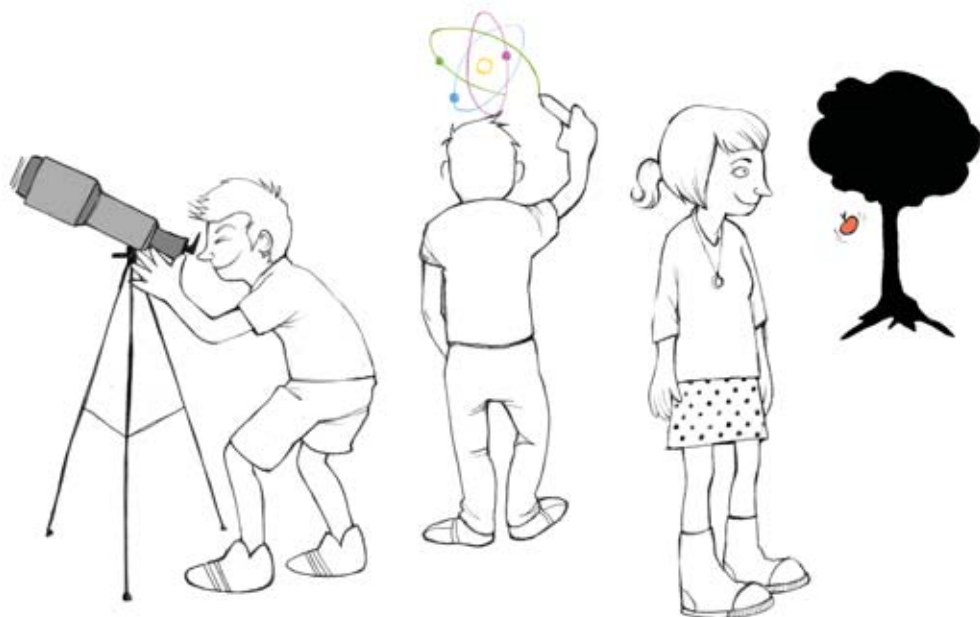
Nie zapomnijmy o rzeczy najprostszej. Na pierwszej czy drugiej lekcji, kiedy nauczyciel zapoznaje się z uczniami, a oni ze sobą, warto poprosić ich, aby się przedstawili i coś o sobie powiedzieli, na przykład o swoich zainteresowaniach szkolnych (jakie lubią przedmioty) i pozaszkolnych. Nie ograniczajmy zainteresowań do związanych ściśle z fizyką. Niech uczniowie mówią swobodnie, a dzięki temu dowiemy się więcej.

**Niektórzy nauczyciele mogą odnosić wrażenie, że w ich szkole uczniów zdolnych – zwłaszcza wybitnie zdolnych – nie ma, ponieważ oni trafiają tylko do liceów renomowanych. Nie jest to prawdą – uczniowie uzdolnieni, również wybitnie, są wszędzie. Tyle że z różnych powodów, najczęściej środowiskowych, ich ponadprzeciętne zdolności nie miały okazji rozbłysnąć.**

Zwróćmy uwagę, że do renomowanych liceów trafiają przede wszystkim ci uczniowie, którzy lepiej niż inni potrafią się dopasować do stereotypu dobrego ucznia. Chcą, a także umieją uzyskać wysoką średnią ocen, dają się dobrze przygotować do egzaminu gimnazjalnego. Mogą być wśród nich uczniowie wybitnie uzdolnieni w zakresie fizyki, ale niekoniecznie. Większość wybitnych talentów fizycznych wcale do takich szkół nie trafia, gdyż fascynacji jednymi przedmiotami często towarzyszy mniejsze zaangażowanie w inne. Poza tym nie każdy uczeń o wybitnych uzdolnieniach z fizyki będzie miał okazję, by pokazać swój talent podczas dość masowego egzaminu gimnazjalnego.

Moje osobiste doświadczenie z nierenomowanej szkoły jest takie: zaczynałem pracę w nierenomowanym liceum w okresie niżu demograficznego. Trafił tu, kto chciał. W klasie matematyczno-fizycznej miałem między innymi ucznia, który zamiast do zasadniczej szkoły elektronicznej przyszedł do liceum, ponieważ... był daltonistą. Inny był laureatem konkursu dla szkół podstawowych, ale... historycznego, tymczasem ojciec, profesor uczelni ekonomicznej, posłał go do klasy matematyczno-fizycznej, doceniając walory ścisłego wykształcenia. Na pierwszym sprawdzianie mającym ocenić poziom wiedzy i posiadanych umiejętności matematycznych (uczniowie nie zdawali egzaminu, a chciałem znać ich możliwości) należeli do najsłabszych w klasie. Ale właśnie oni zostali cztery lata później laureatami olimpiady fizycznej.

**Talenty są więc wszędzie, tylko trzeba ich poszukać.**



Istnieje wiele definicji uzdolnień. Postaram się nie zagłębiać w nie i związane z nimi spory. Tak naprawdę interesuje nas dostrzeżenie takich uczniów, co do których istnieje spora szansa, że są wybitnie uzdolnieni. Reszta przyjdzie z czasem. Nie istnieją niezawodne techniki identyfikowania takich uczniów głównie dlatego, że są wyjątkowi, a więc ich talent może się objawiać w różny sposób. Uczniowie ci bardzo różnią się też między sobą. Lepiej więc wytypować ich więcej, niż któregoś pominąć. (Pamiętajmy jednak, że mamy też innych uczniów, a doba trwa 24 godziny). Dodatkowa pomoc udzielona uczniowi wytypowanemu nieco awansem z pewnością mu nie zaszkodzi. Najwyżej jej nie wykorzysta.

Na pewno zdecydowana większość uczniów wybitnie uzdolnionych nie pasuje do szkolnego stereotypu dobrego ucznia, który charakteryzuje się tym, że jest zawsze przygotowany, uczy się wszystkich przedmiotów i dokładnie tego co zostało zadane, starannie odrabia prace domowe i prowadzi zeszyty, zgadza się we wszystkim z nauczycielem, ma wysoką średnią ocen itp. Chociaż i w tej grupie uczniów miewamy wybitnie zdolnych.

Przyjmijmy zatem, że wskaźnikiem wybitnych uzdolnień mogą być pewne cechy, występujące w różnych kombinacjach i w różnym natężeniu. Im więcej takich cech dostrzeżemy, tym większa szansa, że się nie pomyliliśmy. Oczywiście, najlepiej jest, gdy nasz nowy uczeń już się wykazał sukcesami w różnych olimpiadach i konkursach związanych z fizyką. Warto jednak uważać. Konkursy bywają różne i sukcesy często dowodzą jedynie dobrego „rzemieślniczego” przygotowania, czyli wyuczenia się pewnej porcji wiedzy oraz wyćwiczenia zestawu algorytmów.

Najogólniej, wybitne uzdolnienia w dziedzinie fizyki to umiejętność radzenia sobie z nietypowymi (nowymi) sytuacjami. O tym, że jakiś uczeń jest wybitnie uzdolniony w zakresie fizyki, może świadczyć pewna błyskotliwość w rozwiązywaniu nietypowych problemów fizycznych.

W tym miejscu należy zwrócić uwagę na pewną kwestię. Uczniowie rozpoczynający naukę w liceum przychodzą zwykle z różnych gimnazjów, uczyli ich różni nauczyciele i według różnych programów.

Mają więc zróżnicowane umiejętności matematyczne. Zwróćmy uwagę na to, by ta nietypowość rozwiązań nie wynikała z jakichś czysto matematycznych szczególnych technik, które zastosował uczeń, bądź ze skomplikowanych obliczeń. Inaczej możemy łatwo zgubić kogoś o dużym potencjale, czyj aparat matematyczny nie został odpowiednio doszlifowany na wcześniejszym etapie nauki.

Błyskotliwość jest bardzo ważna, ale często ważniejsza jest zdolność koncentracji na zadaniu, niezrażania się niepowodzeniami i umiejętność długotrwałej pracy nad problemem. W życiu i nauce rzadko startujemy w quizie z ograniczonym czasem odpowiedzi i brakiem dostępu do źródeł. Jeśli uczeń jest skłonny takie próby podejmować i przynosi rozwiązania zadań wymagających dłuższego i głębszego namysłu, z których choćby część jest poprawna, to jest duża szansa, że można w jego przypadku mówić o zdolności długotrwałej walki z problemem.

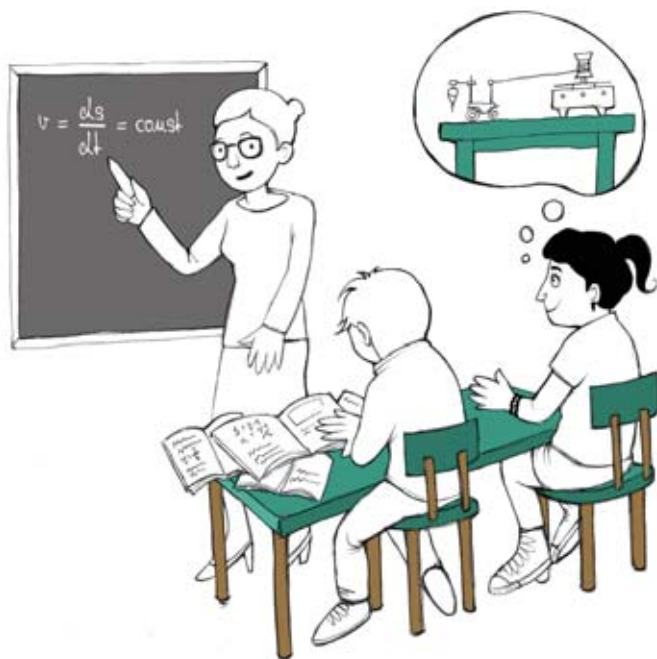
Ważne jest, aby były to rozwiązania przygotowane samodzielnie, a nie przez osoby wspomagające. Można to łatwo sprawdzić, omawiając z uczniem rozwiązania zadań. Nie chodzi tu jednak o egzaminowanie, co raczej o wyrobienie sobie opinii. Zwykle na podstawie wykorzystanych narzędzi fizycznych i matematycznych oraz sposobu, w jaki uczeń wyjaśnia ich użycie, można się przekonać, czy rozwiązał zadanie sam, czy z czyjąś pomocą.

Efektywnym wskaźnikiem wybitnych uzdolnień jest też  
**proponowanie oryginalnych, zaskakujących, nieprzewidywanych**  
 przez autorów podręczników – a choćby w sporej części – skutecznych rozwiązań różnych problemów, dostrzeganie szczególnych przypadków mogących wystąpić w danym zadaniu. Dotyczy to zarówno zwykłych szkolnych zadań rozwiązywanych w klasie, jak i tych przeznaczonych dla chętnych.

Kolejnym wskaźnikiem jest docieklivość. Wybitnie uzdolnieni uczniowie nie zadowolają się przyjęciem do wiadomości wyjaśnień nauczyciela czy notatką w podręczniku. Chcą zgłębić zagadnienie i dlatego starają się uściślić różne kwestie, skonfrontować własny, „roboczy” sposób rozumienia z rozumieniem poprawnym itd.

Bywa to czasem kłopotliwe dla nauczyciela, gdyż może się czuć egzaminowany, i to na forum klasy. Uczniowie wybitnie uzdolnieni zwykle dość chętnie (jako że pokrywa się to z ich doświadczeniami) **akceptują propozycję otrzymania odpowiedzi później, rozumieją bowiem, że trzeba ją przemyśleć czy do niej dotrzeć**. Odpowiedzi nauczyciela: „Ciekawe pytanie – muszę się zastanowić, sprawdzić itd.,” „Na następnej lekcji/kółku odpowiem Ci albo powiem, gdzie szukać odpowiedzi”, są dla takiego ucznia zrozumiałe. Jeśli ze względu na resztę klasy jest to kłopotliwe, można ucznia poprosić, by swoje wątpliwości zapisywał i zgłaszał po lekcji. Część pytań z pewnością wykreśli, gdyż w trakcie dalszych wyjaśnień na lekcji sam sobie udzieli na nie odpowiedzi.

W szkolnej praktyce, z różnych względów, uczniowie nie mają wielu okazji do wykonywania doświadczeń, szczególnie w czasie lekcji. Tymczasem **zdolności manualne** pozwalające w praktyce wymyślić i zbudować jakiś układ, prawidłowo go ustawić, wykonać eksperyment czy dokonać pomiarów, są bardzo ważne. Warto więc poszukać takich uczniów, którzy chętnie i z łatwością ustawią i nastawią różne urządzenia i układy, bawią się modelarstwem czy elektroniką. Co ważne, taki talent zdradza wiel-



kie możliwości intelektualne, czasem ukryte pod brakami w podstawowej wiedzy czy wyniesionym z domu kapitałem kulturowym, a czasem stłumione schematycznym nauczaniem.

Bywają wreszcie uczniowie potrafiący znakomicie organizować pracę swoich kolegów w grupie, często pod innymi względami sprawniejszych. Przydzielić zadania stosownie do predyspozycji, zadbać o warunki do ich wykonania – to także szalenie ważny talent.

Jeszcze jednym wskaźnikiem ponadprzeciętnych uzdolnień są pokrewne zainteresowania. Jeśli ktoś majsterkuje, buduje układy elektroniczne i modele, fascynuje się informatyką czy astronomią, uwielbia rozkosze matematycznego „łamania głowy” itp., to jest duża szansa, że także w zakresie fizyki może wiele osiągnąć. Może nas jednak spotkać rozczarowanie – niewykluczone, że fizyka okaże się dla takiego ucznia jedynie uzupełnieniem podstawowej pasji. Naprawdę bardzo wiele zależy tu od nauczycieli fizyki!

Po przedstawieniu powyższej listy cech, sugerujących, że na danego ucznia powinno się zwrócić szczególną uwagę, warto podkreślić (za Einsteinem) najważniejszą predyspozycję: „Geniusz to 5% talentu i 95% ciężkiej pracy”. Pięknie to ujął nieżyjący już prof. Janusz Zakrzewski na zakończeniu jednej z olimpiad fizycznych: „Sukces, również sukces w rozwoju własnego potencjału, należy do tych, którzy chcą chcieć”.

Po prostu rozwój talentu to ciężka praca. Szczególnie w tak sekwencyjnej dyscyplinie jak fizyka, w której zrozumienie kolejnych rezultatów wynika z opanowania splotu zjawisk i teorii bardziej podstawowych oraz biegłego posługiwania się językiem fizyki, którym jest matematyka (dziś również często narzędziami informatycznymi czy wiedzą o różnych rozwiązaniach technicznych).

Oprócz fascynujących problemów do rozważenia jest wiele czysto technicznych umiejętności, które trzeba opanować i je systematycznie ćwiczyć. Jest określona praca do wykonania (szczególnie w doświadczalnictwie), trzeba się „przegryzać” przez nierzadko naprawdę trudne zagadnienia. Fascynacja niestandardowymi zadaniami, małymi odkryciami, ciekawymi zjawiskami oczywiście pomaga, ale często wystarcza tylko na chwilę. Na dłuższą metę największe sukcesy odnoszą ci, którzy bardzo chcą, czyli mają odpowiedni poziom wewnętrznej motywacji. Dlatego warto dawać kredyt zaufania takim osobom, warto też taką motywację pielęgnować i starać się ją rozbudzić.

W poniższej części rozdziału podaję, za Biuletynem Mazowieckiego Towarzystwa na rzecz Uzdolnionych, kilka zaczerpniętych z różnych źródeł<sup>2</sup> cytatów na temat rozpoznawania zdolności.

### **„CECHY POZYTYWNE I NEGATYWNE, POSTAWY I PRZYMIOTY SZCZEGÓLNIIE UZDOLNIONYCH**

Na podstawie literatury przedmiotu prezentujemy cechy charakteryzujące uczniów szczególnie uzdolnionych (matematycznie, humanistycznie itp.) z zastrzeżeniem, że nie wszystkie z nich i nie w takim samym nasileniu występują u jednostek zdolnych.

#### **A. Pod względem intelektu uczniowie zdolni odznaczają się:**

- łatwością rozumienia złożonych i trudnych treści;
- logiką myślenia;
- trafnością formułowanych uwag, ocen i sądów;
- dużym zakresem uwagi, wnikliwą obserwacją;
- dobrą pamięcią, szybkim tempem pracy.

Na lekcjach uczniowie zdolni zadają wiele pytań, mają bogaty zasób słów, łatwo przyswajają symbolikę naukową i właściwie nią operują; posiadają dużą wiedzę ponadprogramową; chętnie rozwiązują zadania z klas starszych; mają szerokie zainteresowania, dobrą orientację w zagadnieniach współczesnego świata.

#### **B. Pod względem umiejętności uczniowie zdolni przejawiają:**

- inicjatywę, samodzielność i skuteczność w uczeniu się;
- ponadprzeciętną zdolność w dostrzeganiu, formułowaniu i rozwiązywaniu problemów;
- łatwość skupiania się przez długi czas nad danym problemem;
- umiejętność osiągania rozwiązań jasnych, prostych i ekonomicznych;
- inicjatywę i umiejętność organizowania koleżeńskich zespołów samokształceniowych;
- umiejętności dydaktyczne, czyli łatwość i jasność w przekazywaniu wiedzy osobom drugim;
- selektywność i trafność w doborze książek, czasopism, programów telewizyjnych, radiowych, internetowych;
- poczucie obowiązku i pracowitość, zapał do nauki; wewnętrzne zdyscyplinowanie, silną motywację.

#### **C. Pod względem charakteru uczniowie zdolni odznaczają się:**

- rezygnacją z przyjemności na rzecz obowiązku; silnym dążeniem do osiągnięcia postawionego celu;

<sup>2</sup> Biuletyn Mazowieckiego Towarzystwa na rzecz Uzdolnionych, 2008.

- samoakceptacją i poczuciem własnej wartości; odpowiedzialną postawą za kierowanie własnym rozwojem;
- silną wrażliwością emocjonalną; małą skłonnością do chwalenia się i przeceniania swojej wiedzy i umiejętności.

Uczniowie zdolni są często izolowani przez zespoły klasowe, wyśmiewani przez kolegów, niedostrzegani przez nauczycieli, nie znajdują wsparcia u rodziców, samotnie realizują stawiane przed sobą cele poznawcze i dopiero pod koniec nauki szkolnej, na studiach lub w pracy zawodowej ujawniają się ich nieprzeciętne zdolności.

#### **D. Pod względem cech negatywnych możemy u uczniów zdolnych zaobserwować:**

- brak emocjonalnego zrównoważenia; wysoki stopień znerwicowania; łatwość popadania w konflikty z kolegami;
- duże trudności z przystosowaniem społecznym; samotność, skrytość; nadmierną próżność;
- pełną rezerwy postawę względem otoczenia; przyjmowanie roli obserwatora, a nie uczestnika na przykład zdarzeń klasowych;
- skłonność do dominacji; walkę o stopnie; agresywność i skrajny krytycyzm obejmujący kolegów i nauczycieli;
- brak nawyków systematycznej pracy; lenistwo; brak osiągnięć szkolnych.

Jak wiadomo, spośród uczniów wybitnie zdolnych rekrutują się także wychowankowie domów poprawczych. Często bowiem młody, zdolny człowiek, który nie miał innej możliwości rozwoju i wykorzystania swojego potencjału, staje się na przykład przebiegłym i zręcznym szefem gangu.

#### **E. Zdolności organizatorskie i przywódcze**

Uczniowie ze zdolnościami organizatorsko-przywódczymi przejawiają wyjątkowe umiejętności rozumienia procesów zachodzących w grupie rówieśniczej, co daje im możliwość zdobywania uznania i przewodzenia zespołom koleżeńskim. Często cechuje ich charyzma, połączona ze znaczącymi osiągnięciami w którejś z dziedzin wysoko cenionych przez uczniów (np. sport, aktorstwo, muzyka, przedsiębiorczość). Jeśli do tego charakteryzują się empatią, poczuciem sprawiedliwości, bezinteresownością, potrafią skutecznie organizować kolegów do „dobrej roboty” na przykład w zakresie samorządności szkolnej, wspomagania młodszych i słabszych, działalności charytatywnej, a w efekcie cieszą się wśród kolegów mianem prawdziwych autorytetów.”

## **Zadania do wykorzystania na pierwszych spotkaniach „W poszukiwaniu talentów”**

Można zadania te proponować pojedynczo jako formę pewnego lekcyjnego przerywnika na pierwszych lekcjach lub jako zadania dla chętnych do rozwiązania w domu, lub na pierwszych zajęciach koła fizycznego. Warto zwrócić uwagę nie tylko na poprawność rozwiązań – często uczniowie, choć popełniają błędy w rozumowaniu, mają jednocześnie ciekawe pomysły i demonstrować wnikliwe spojrzenie na zjawiska fizyczne. To duży potencjał, który wymaga tylko doszlifowania.

### Zadania

1. Kula wykonana z korka o promieniu 1 m posiada masę:

- A. poniżej 10 kg
- B. około 50 kg
- C. około 100 kg
- D. około 1000 kg

Wybierz i uzasadnij właściwą odpowiedź, nie korzystając z tablic gęstości.

2. Dorosły nosorożec przy długości 320 cm waży około 1600 kg. Ile waży mniej więcej mały nosorożec o długości 80 cm?

- A. około 400 kg
- B. około 200 kg
- C. około 100 kg
- D. około 25 kg

3. W pewnym kraju jednostką mocy jest koperta ( $[P] = K$ ), a jednostką siły – łom ( $[F] = \text{Ł}$ ). W tym samym kraju jednostką czasu jest puszka ( $[t] = P$ ). Są to jednostki podstawowe (Wszelkie podobieństwa opisywanego wyimaginowanego kraju z rzeczywistymi państwami są zupełnie przypadkowe). W tym kraju długość ma wymiar:

- A.  $(K \times \text{Ł})/P$
- B.  $P/(K \times \text{Ł})$
- C.  $(K \times P)/\text{Ł}$
- D.  $(P \times \text{Ł})/K$

4. Ruch obrotowy Ziemi wokół Słońca oraz ruch wokół jej własnej osi odbywają się wokół osi, które są w przybliżeniu równoległe i w tę samą stronę. Gdyby oba ruchy odbywały się w przeciwne strony, to rok liczyłby (z dokładnością do jednego dnia):

- A. 363 dni
- B. 364 dni
- C. 365 dni
- D. 366 dni

5. Jaka siła działa podczas lotu na kamień rzucony przez kosmonautę na Księżycu?

- A. nie działa żadna siła
- B. działa siła, która nadała kamieniowi prędkość początkową
- C. działa tylko siła ciężkości kamienia
- D. działa wypadkowa dwóch sił – siły z jaką kamień został wyrzucony i siły ciężkości

6. W zbiorniku ze słoną wodą pływa duża bryła rzecznej lodu. Jak zmieni się poziom wody w zbiorniku po stopieniu się lodu?

- A. obniży się
- B. pozostanie bez zmian



C. podniesie się

D. nie można rozstrzygnąć bez znajomości temperatury powietrza

7. Dziecko waży 400 N. Objętość jego ciała to około:

A. 20 l

B. 40 l

C. 100 l

D. 400 l

### Odpowiedzi i szkice rozwiązań

1. D. Intuicyjnie bardzo zaskakująca odpowiedź, ponieważ „korek jest lekki”. Korek zanurza się w wodzie na około  $\frac{1}{4}$  swojej objętości. Oznacza to, że jego gęstość jest mniej więcej 4-krotnie mniejsza od gęstości wody. Tymczasem kula o promieniu 1 m ma objętość około  $4 \text{ m}^3$ . Gdyby była wypełniona wodą, miałaby masę rzędu 4 ton. Skoro korek ma 4-krotnie mniejszą gęstość, to masa takiej kuli z korka wyniesie około 1 tony. Takie podejście wymaga wyłącznie przypomnienia sobie i wykorzystania doświadczeń z życia codziennego, bez używania tablic gęstości. W zadaniu chodzi o to, by uczniowie wykazali się tego rodzaju umiejętnościami.

2. D. W zadaniu występuje efekt skalowania. Jeśli liniowe rozmiary jakiegoś obiektu maleją  $k$  razy, to jego objętość maleje  $k^3$  razy, co najlepiej widać na sześcianie. Każde ciało można w coraz lepszym przybliżeniu rozbić myślowo na dowolnie dużą liczbę małych sześcianików. Skoro mały nosorożec jest 4 razy mniejszy od dorosłego, to jego objętość jest 64 razy mniejsza. Ponieważ gęstości nosorożców dużego i małego są mniej więcej jednakowe, to i masa małego nosorożca będzie 64 razy mniejsza.

3. C. Zadanie pozwala przemyśleć, w nietypowej sytuacji, problem konstrukcji dowolnego układu jednostek. Rozwiązanie sprowadza się do znalezienia, na podstawie definicji mocy, jej związku z siłą, odległością i czasem.

$P = W/t = (F \times d)/t$ . Stąd  $d = (P \times t)/F$ . Podstawiając podane w zadaniu jednostki podstawowe, uzyskujemy odpowiedź.

4. A. Rozwiązując to zadanie, warto wykorzystać najprostsze modele (np. moneta obracająca się na kartce wokół szklanki). Jeśli Ziemia nie obracała się wokół swojej osi, to każdy punkt na niej byłby tak samo ustawiony względem Słońca przez cały okres obiegu. Czyli ruch Ziemi wokół Słońca jakby dawał jeden obrót do liczby obrotów wokół własnej osi. Zmiana kierunku obrotu Ziemi wokół własnej osi spowoduje, że ruch Ziemi wokół Słońca będzie odejmować jeden obrót od liczby obrotów wokół własnej osi. Dlatego liczba dni po zmianie kierunku obrotów zmaleje o dwa.

5. C. Jedynym ciałem oddziałującym na kamień w trakcie lotu jest Księżyc. Miarą jego oddziaływania jest ciężar kamienia. Pozostałe odpowiedzi są wynikiem typowych błędów w zrozumieniu dynamiki.

6. C. Słodka woda ma mniejszą gęstość niż słona. Gdy była lodem, wypierała słoną wodę o identycznej masie. Objętość słodkiej wody, powstałej ze stopienia tego lodu, jest większa (bo gęstość mniejsza)

od objętości słonej wody o identycznej objętości, czyli wody wypieranej poprzednio przez lód. Zatem objętość wody w naczyniu (do poziomu cieczy) wzrośnie, wzrośnie też jej poziom.

7. B. W wodzie człowiek zanurza się prawie cały, a głęboki wydech i mocne ściśnięcie klatki piersiowej mogą spowodować całkowite jego zanurzenie. Oznacza to, że gęstość wody i średnia gęstość ludzkiego ciała niewiele się różnią. Ponieważ gęstość wody jest taka, że jeden jej litr ma masę praktycznie równą 1 kg (co odpowiada ciężarowi na Ziemi około 10 N) to dziecko o ciężarze 400 N ma objętość bardzo bliską 40 l.

**Oczywiście w każdym zadaniu mogą istnieć również inne poprawne sposoby rozumowania prowadzące do podanych odpowiedzi.** Niezwykle często wybitne zdolności przejawiają się w postaci zaskakujących rozwiązań zwykłych szkolnych zadań. Warto więc, nie ulegając magii klucza, przemyśleć rozwiązanie i... zapamiętać autora.

Oto z życia wzięty przykład niekonwencjonalnego myślenia w przypadku szkolnego zadania.

Na próbnym egzaminie gimnazjalnym (w pierwszym roczniku tego typu szkoły) pojawiło się zadanie o łódce wypełnionej arbuзами. Autor zadania zapytał, co powinien zrobić człowiek na łódce wypełnionej arbużami, aby po utracie wiosła na środku jeziora doплыnąc do brzegu.



Miał oczywiście gotowe rozwiązanie: *Wyrzucamy arbuzy przeciwnie do zamierzonego kierunku ruchu i dopłyniemy do brzegu.* Autor pytania oczekiwał, że uczeń wybierze i uzasadni to rozwiązanie, opierając się na zasadzie zachowania pędu (wszak tego nauczył się w gimnazjum). Jeden z uczniów swoim pomysłem zaskoczył nauczycieli. Początkowo otrzymał za to rozwiązanie 0 punktów – za nieznaną zasadę zachowania pędu. Jednak po namyśle sprawdzający uznali rozwiązanie za dobre (mimo że niezgodne z kluczem!), choć niekonwencjonalnie. Być może dlatego, że był to egzamin próbny i uczeń miał szansę podjąć dyskusję i obronić swój pomysł.

A oto rozwiązanie ucznia:

Uczeń przejawiał wysoką zdolność myślenia interdyscyplinarnego. Założył, że – skoro nie wiadomo (nie podano tego w treści zadania!), jak daleko jest do brzegu – należy wybrać rozwiązanie dające jak największą szansę dotarcia do niego. Dlatego postanowił nie wyrzucać arbuźów, ale je maksymalnie wykorzystać jako jedzenie i źródło wody. Jednocześnie zaproponował, by wykorzystać skórki arbuźów jako namiastkę wiosła. Namiastkę mającą tę przewagę nad wyrzucanymi arbuźami, że można nimi wiosłować „dopóki sił starczy”. Szczególnie, że można sobie w łodzi zostawić sporo wiosła zapasowych. Jak widać, rozwiązanie to, choć niestandardowe, jest merytorycznie poprawne, a praktycznie zdecydowanie użyteczniejsze i bezpieczniejsze od zaproponowanego w kluczu.

Poza zadaniami dotyczącymi bezpośrednio fizyki dobrą okazją do ujawnienia uczniów potrafiących myśleć głębiej i dostrzegać różne, niewidoczne na pierwszy rzut oka, związki są zadania pochodzące z książek związanych z myśleniem twórczym czy lateralnym (np. *Idziak W., Biznes – Gry, testy i ćwiczenia dla menadżerów od 12 do 107 lat*, Koszalińskie Wydawnictwo Prasowe, Koszalin 1990).

Takie zadania mają tę zaletę, że o ich rozwiązaniu nie decyduje wiedza z danego przedmiotu, zatem wszyscy mają szansę się wykazać. Stanowią czasem dobry przerywnik czy uatrakcyjnienie lekcji lub kółka, mogą też służyć do systematycznego trenowania umiejętności twórczego rozwiązywania problemów.

Oto kilka przykładów tego rodzaju zadań:

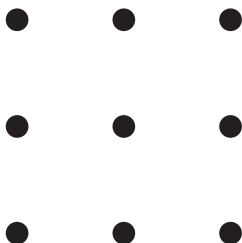
1. Kowal dostał 5 kawałków łańcucha po 3 ogniwa w każdym, które trzeba połączyć w jeden łańcuch bez wykorzystywania dodatkowych ogniwa. Jeśli próbować wykorzystywać po jednym ogniwie w każdym z 4 kawałków (1 rozkuwanie = 1 operacja) i zakuć, przyczepiając do ogniwa drugiego łańcucha (1 zakuwanie = 1 operacja), to wówczas do wykonania zadania potrzeba 8 operacji. Kowal połączył cały łańcuch, wykonując 6 operacji. Jak to zrobić?



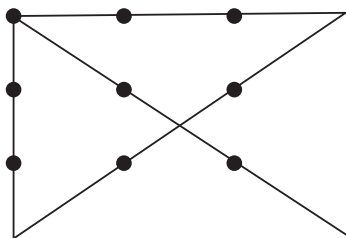
2. Zapytajmy klasę, ile końców ma kij. Gdy usłyszymy „2”, spytajmy szybko, ile końców ma dwa i pół kija. Jaka jest prawidłowa odpowiedź?

3. To zadanie składa się z kilku części. Różnią się nieznacznie treścią, ale w tych nieznacznych różnicach tkwi wielka liczba możliwych rozwiązań. Zadanie dobre do pokazania wagi wnikliwego czytania treści zadania oraz blokad, jakie stawiamy naszemu myśleniu, dopowiadając sobie w nim nieobecne w istocie elementy.

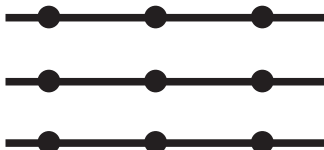
Na kartce jest narysowanych 9 punktów (rys. 1).



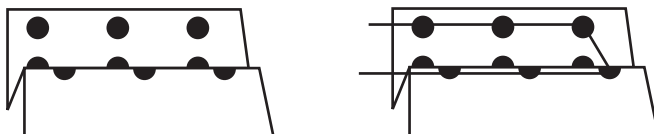
a) Połącz wszystkie 9 punktów za pomocą 4 odcinków linii prostych. Nie odrywaj ołówka od kartki i nie przejeżdżaj dwa razy po tej samej linii.



b) Połącz te punkty trzema liniami prostymi.



c) Połącz te punkty za pomocą jednej linii.



4. Na Dzikim Zachodzie kilku jeźdźców z nudów wpadło na pomysł nietypowego wyścigu – nagrodę miał dostać ten, którego koń przybędzie do mety ostatni. Jak się łatwo domyślić uczestnicy się nie spieszyli i wyścig mógłby trwać w nieskończoność. Z drugiej strony bardzo sobie cenili swój pomysł nagrody dla właściciela ostatniego konia na mecie. Jeden z nich wymyślił taką zmianę reguł wyścigu, by

rzeczywiście nagroda przypadała właścicielowi ostatniego konia na mecie, a jednocześnie wyścig odbył się szybko i sprawnie. Na czym polegał pomysł jeźdźca?

**Podpowiedzi:**

1. Kowal rozkuł jedną z części łańcucha złożoną z 3 ogniwi (3 operacje), a otrzymane ogniwa zużył do połączenia i skucia pozostałych 4 części (3 operacje). W ten sposób wykonał tylko 6 operacji.

2. Ma 6 końców. Połowa kija to też kij o dwóch końcach, tylko krótszy.

3. a) Popatrz na rysunek 2. Zwykle blokuje nas założenie (którego w treści zadania nie ma!), że linie nie mogą wychodzić poza obszar kwadratu zajętego przez nasze punkty.

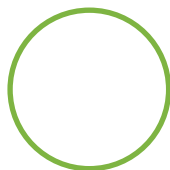
b) Popatrz na rysunek 3. Istnieje kilka rozwiązań. Zapomnij o rozwiązaniu części a).

– Nikt nie powiedział, że każda linia musi łączyć wszystkie punkty.

– Zegnij kartkę w taki sposób, że dolne punkty utworzą ze środkami jedną linię. Połącz teraz górny i dolny rząd kropek. Wystarczy 3 linie.

c) Przyjrzyj się rysunkowi 4. Nikt nie powiedział, jaka to linia. Może to być linia krzywa, a może bardzo gruba linia wykonana na przykład pędzlem. W obu przypadkach połączenie punktów nie następuje żadnych problemów.

4. Sprytny jeździec zaproponował, by wszyscy uczestnicy wyścigu zamienili się końmi, tak by nikt nie jechał na swoim. W ten sposób każdy starał się wyprzedzić własnego konia, a wyścig przebiegł normalnie, czyli w możliwie najkrótszym czasie.



## **Rozdział II**

Jakie wsparcie zewnętrzne jesteście w stanie zaproponować uczniowi wybitnie uzdolnionemu i gdzie samemu możemy na ten temat poszukiwać informacji?



*Jakie wsparcie zewnętrzne (zajęcia pozaszkolne, stypendia, granty, zawody, konkursy i inne formy współzawodnictwa, źródła i materiały itd.) jesteście w stanie uczniowi wybitnie uzdolnionemu zaproponować? Gdzie samemu możemy na ten temat poszukiwać informacji? Zwykle w danej miejscowości lub niezbyt odległej okolicy są miejsca i instytucje, które mogą pomóc uzdolnionemu w zakresie fizyki uczniowi. Zawsze pozostaje też biblioteka i Internet. Problem szczególnie ważny dla nauczycieli, którzy mając wybitnie zdolnego ucznia, nie czują się wystarczająco kompetentni, by mu pomóc, a jednak chcą to zrobić.*

## Współpraca z pobliską uczelnią

Bardzo wiele zależy od miejsca zamieszkania. Uczniowie z niewielkich miejscowości mają trudniejszy zwykle dostęp do różnych instytucji naukowych i ich działań niż uczniowie z dużych ośrodków akademickich. Nie oznacza to jednak, że dla nich i ich nauczycieli nie ma wielu innych rozwiązań. Planując działania i poszukując wsparcia, warto pamiętać, że dziś nie tylko uczeń i nauczyciel szukają pomocy, ale również uczelnie wyższe szukają wybitnie zdolnych. Uczelnie techniczne, wydziały fizyki, proponują szkołom ponadgimnazjalnym wiele ofert współpracy. Z jednej strony – w związku z niżem demograficznym – starają się pozyskać jak najlepszych studentów, z drugiej – często tworzą, finansowane z funduszy europejskich, programy dla uczniów poświęcone popularyzacji fizyki albo mające na celu pomoc uczniom uzdolnionym w tym kierunku. Zatem obie strony są zainteresowane współpracą. Warto w najbliższym otoczeniu poszukać uczelni, w których fizyka jest wykładana w szerszym lub węższym zakresie.

1. Zobaczmy, co pobliskie uczelnie publikują na swoich stronach internetowych.

2. Warto wysłać list do dziekana wydziału, poprosić o spotkanie i przedstawić propozycje współpracy. Być może wśród absolwentów naszej szkoły lub rodziców naszych uczniów są osoby, które taki kontakt z uczelnią mogą ułatwić.

3. Pomyślmy o stworzeniu grupy uczniów i nauczycieli z naszej lub innych szkół, pracujących razem. Zaprośmy do współpracy gimnazjalistów – to nasi potencjalni uczniowie. Nawet jeśli wybiorą potem inną szkołę, to uczniowie zainteresowani fizyką, którym stworzyliśmy płaszczyznę kontaktów, będą nadal współpracować i wzajemnie stymulować swój rozwój, jak również rozwój naszych uczniów.

4. Może udałoby się na przykład raz na miesiąc wybrać się z uczniami na uczelnię, skorzystać z istniejącej oferty wykładów, ćwiczeń. Zaprośmy także przedstawicieli uczelni na wykłady czy pokazy do swojej szkoły.

5. Do swojego planu działań warto przekonać dyrektora szkoły – jemu też zależy na sukcesach szkoły i przyciągnięciu do niej zdolnych uczniów. Podobnie z Radą Rodziców – może wspomóc finansowo to, co robimy.

6. Poszukajmy w ośrodku akademickim, do którego planujemy wyjazd, szkoły, która w zakresie fizyki odnosi sukcesy w pracy ze zdolnymi uczniami (np. zdobywa nagrody w różnych konkursach i olimpiadach fizycznych). Takich szkół jest, niestety, niewiele, ale warto podpatrywać, jak pracują. Nic tak nas nie doskonali, jak sprawdzone metody, które wykorzystują inni. Każda wymiana doświadczeń stymuluje rozwój obu stron, dlatego warto próbować.

Zastanówmy się, czy nasza szkoła nie mogłaby na przykład być w zamian, ze względu na położenie, znakomitym partnerem w organizacji letniego czy zimowego obozu fizycznego (szerzej o tym w rozdziale VI).

7. Są organizacje, które mogą pomóc w nawiązaniu kontaktów z uczelnią czy innymi szkołami. Należą do nich na przykład oddziały Polskiego Towarzystwa Fizycznego i inne organizacje pozarządowe, które pracują w obszarze edukacji.

## Przykład z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego wraz z Polskim Towarzystwem Fizycznym organizuje Letnią Szkołę Fizyki. Program jest skierowany do uczniów szkół ponadgimnazjalnych zainteresowanych naukami przyrodniczymi oraz chcących się zapoznać z najnowszymi osiągnięciami nauki w dziedzinie fizyki i astronomii. Organizuje też wykłady, pokazy oraz zajęcia laboratoryjne dla zainteresowanych uczniów.

Warto poszukać podobnych działań na innych, niezbyt odległych, uczelniach wyższych, korzystając z ich stron internetowych.

## Współpraca z innymi szkołami

Wychodząc z założenia, że razem można więcej, proponuję poszukać w pobliskich szkołach nauczyciela lub nauczycieli fizyki, z którym można by nawiązać współpracę. Każdy z Was może mieć inne umiejętności i inne mocne strony, inny użyteczny sprzęt czy inne pomoce w pracowni. Możecie razem zaplanować zajęcia, wspólne letnie warsztaty, wyjazdy. Jest tylko jeden warunek – musicie chcieć wspierać swoich zdolnych uczniów. Do takiej współpracy warto też przekonać dyrektorów – łatwiej będzie o wsparcie dla wspólnych przedsięwzięć.

## Stypendia, granty

Poza znanymi wszystkim nauczycielom ogólnopolskimi stypendiami, o których co roku informują dyrektorzy szkół (Stypendium Prezesa Rady Ministrów, Stypendium Ministra Edukacji, Krajowego Funduszu na rzecz Dzieci), istnieją również inicjatywy i stypendia lokalne.

Zadbajmy o swoich uczniów i jeżeli odniosą istotne i wymierne sukcesy, starajmy się występować o stypendia dla nich do: marszałka województwa, prezydenta miasta, burmistrza itd. Jeżeli w środowisku lokalnym nie ma takich możliwości, może warto przekonać radnych miasta lub gminy, aby zainteresowali się tym i podjęli stosowną uchwałę. Niech wybitni uczniowie staną się dumą i wizytówką swoich miejscowości. Stypendia są także przyznawane przez coraz aktywniej działające fundacje – informacje o nich można znaleźć w internecie, na stronach wydziałów edukacji w danym mieście, samorządu województwa czy organizacji pozarządowych. Warto pamiętać o inicjatywach Krajowego Funduszu na rzecz Dzieci – <http://www.fundusz.org/> i Towarzystwa Szkół Twórczych – <http://www.szkoletworcze.edu.pl> – prócz wymiernego wsparcia służą też radą i doświadczeniem.



## Internet, biblioteka

Trudno dziś wyobrazić sobie życie bez Internetu. Jest kopalnią wiedzy, również z fizyki, trzeba jednak umiejętnie oddzielić rzeczy wartościowe od mało ważnych. W innym wypadku i nauczyciel, i uczniowie tracą mnóstwo czasu. Z pewnością można polecić strony wydziałów fizyki dużych uczelni, zawierają bowiem rzetelne informacje i propozycje warte wykorzystania. Nie bójmy się stron www uczelni i wydawnictw zagranicznych. Z jednej strony można dzięki nim potrenować język, a z drugiej – są niezwykle cennym źródłem wiedzy. W Internecie można znaleźć cenne archiwalne numery często już zapomnianego u nas wydawnictwa KVANT (również po angielsku) (<http://kvant.mccme.ru/>) i wiele stron oraz książek elektronicznych, z których warto czerpać ciekawe zadania.

Cenną pomoc można też uzyskać w bibliotekach.

Poniżej przedstawiam wybrane pozycje książkowe i strony www do wykorzystania przez nauczyciela i do samodzielnej pracy uczniów (gwiazdka oznacza pozycje, które uważam za szczególnie istotne).

- 1.\* Butikow E., Bykow A., Kondratiew A., *Fizyka*, t. 1–2, PWN, 1987.
- 2.\* Zeldowicz J., *Matematyka wyższa dla początkujących*, WNT, 1976.
3. Blinowski J., Trylski J., *Fizyka dla kandydatów na wyższe uczelnie*, PWN, 1986.
- 4.\* Gorzkowski W., Szymacha A., *Pola i ruch*, WSiP, 1983.
- 5.\* Blinowska A., Blinowski J., Gorzkowski W., *Fale, cząstki, atomy*, WSiP, 1977.
- 6.\* Słobodziecki I., Aślamazow L., *Zadania z fizyki*, PWN, 1986.
7. Gorzkowski W., *Zbiór zadań z olimpiad fizycznych*, WSiP, 1987.
- 8.\* Gorzkowski W., Kotlicki A., *Wybrane zadania doświadczalne z rozwiązaniami*, Wyd. Stowarzyszenia Symetria i Własności Strukturalne, 1994.
9. Ungier W., Hamera M., *Wybrane zadania z 43 Olimpiad Fizycznych*, MAGIPPA, 1995.
10. Gorzkowski W., Kotlicki A., *Zbiór zadań z olimpiad fizycznych*, WSiP, 1984.
11. Gorzkowski W., *Zadania z fizyki z całego świata z rozwiązaniami – 20 lat Międzynarodowych Olimpiad Fizycznych*, WNT, 1994.
12. Janiszewski P., Mostowski J., *50 lat Olimpiad Fizycznych*, PWN, 2002.
13. Tarasow L., Tarasowa A., *Jak rozwiązywać zadania z fizyki?*, PWN, 1990.
14. Kobuszkin W.K., *Metodyka rozwiązywania zadań z fizyki*, PWN, 1986.
- 15.\* Kozieł S. (red.), *Zbiór zadań z fizyki*, PWN, 1989.
16. Halliday D., Resnick R., Walker J., *Podstawy fizyki*, t. 1–5 (oraz zbiór zadań), PWN, 2003.
17. Jaworski B., Piński A., *Elementy fizyki* (oraz zbiór zadań Pińskiego), PWN, 1977.
18. [www.wiley.com/college/hrw/](http://www.wiley.com/college/hrw/)
19. [www.colorado.edu/physics/2000/](http://www.colorado.edu/physics/2000/)
20. [www.scienceworld.wolfram.com/physics](http://www.scienceworld.wolfram.com/physics)
- 21.\* Domański J., Turło J., *Nieobliczeniowe zadania z fizyki*, Prószyński i S-ka, 1997.
- 22.\* Miesięcznik matematyczno-fizyczno-informatyczno-astronomiczny „Delta”.
- 23.\* „Fizyka w Szkole” – czasopismo dla nauczycieli. Szczególnie użyteczne mogą być zadania z turnieju zadaniowego „Zostań mistrzem”.
- 24.\* [www.kgof.edu.pl](http://www.kgof.edu.pl) – strona Komitetu Głównego Olimpiady Fizycznej; zawiera również wiele pożytecznych linków. Szczególnie godny polecenia jest link do strony Komitetu Okręgowego OF w Szczecinie, na której znajduje się m.in. archiwum zadań olimpijskich i zadań z innych zawodów wraz z rozwiązaniami z wielu lat.

25. [www.om.edu.pl](http://www.om.edu.pl) – strona Komitetu Głównego Olimpiady Matematycznej. Wart polecenia jest przede wszystkim ogromny zestaw użytecznych linków zagranicznych, zwykle do stron w języku angielskim.

26. Ginter J., *Nie bój się pochodnej*, WNT, 2010. Książeczka dla początkujących w zakresie analizy matematycznej napisana z punktu widzenia fizyka, przez fizyka i dla przyszłych fizyków i inżynierów.

Część z tych pozycji jest dość trudno dostępna w księgarniach, ale na internetowych serwisach aukcyjnych, w antykwariatach czy bibliotekach – również szkolnych – są osiągalne.

Chciałbym Państwa zainteresować również trochę inną propozycją, którą można podsunąć bezpośrednio swojemu uczniowi. Pisząc wraz z profesorami Janem Blinowskim, Janem Gajem i Andrzejem Szymachą (dwaj pierwsi już, niestety, nie żyją) serię podręczników do fizyki dla poziomu rozszerzonego, staraliśmy się sporą część zadań, przykładów oraz informacji uzupełniających zaadresować do najzdolniejszych uczniów. Poniżej zostały wypisane te fragmenty części 1. i 2. podręczników, które warte są uważnej lektury uczniów chcących samodzielnie rozszerzać i pogłębiać znajomość fizyki. Do każdego podręcznika został opracowany poradnik dla nauczyciela, zawierający rozwiązania zadań z podręcznika (w podręczniku są tylko odpowiedzi) oraz ponad 20 interesujących doświadczeń.

## Coś do rozwiązania i przemyślenia dla zainteresowanych fizyką

- **Blinowski J., Zielicz W., *Fizyka i astronomia, cz. 1, WSiP 2002/2003 (rozwiązania zadań znajdują się w Poradniku dla nauczyciela)***

Rozdział 1. Przykłady 1.6, 1.7 (s. 27).

Rozdział 2. Zadania 6 (s. 48), 4 (s. 78), 11 (s. 95), 20 (s. 96); przykład 2.2 (s. 65).

Rozdział 3. Zadania 2, 3 (s. 119), 11, 12 (s. 129), 1, 3–7, 10 (s. 130).

Rozdział 4. Zadania 1, 3, 4 (s. 144), 1, 3 (s. 153), 1 (s. 162), 1–3 (s. 185), 1 (s. 187), 3–5, 7 (s. 188), 11, 13, 15, 16 (s. 189), 18, 20 (s. 190); przykład 4.2 (s. 150), informacje uzupełniające p. 14 (s. 162, 170, 175), p. 9–12 (s. 180–184).

Rozdział 5. Zadania 3 (s. 215), 1 (s. 226), 2, 7, 9–11 (s. 229), 12, 15, 17–20 (s. 230); przykłady 5.2 (s. 212), 5.3 (s. 217), 5.5 (s. 220–223); informacje uzupełniające s. 202–205, p. 3–4 (s. 210–211), s. 212.

Rozdział 6. Zadania 1, 4 (s. 252), 3 (s. 271), 1, 2 (s. 281), 1–4 (s. 293), 9 (s. 298), 10–12, 14, 17 (s. 299), 18, 19 (s. 300); przykład 6.1 (s. 261); informacje uzupełniające s. 259, 267, 278.

- **Blinowski J., Gaj J., Szymacha A., Zielicz W., *Fizyka i astronomia, cz. 2, WSiP 2003 i wydania późniejsze (rozwiązania zadań znajdują się w Poradniku dla nauczyciela)***

Rozdział 1. Przykłady 2.1 (s. 23), 2.2–2.3 (s. 33), 3.1–3.2 (s. 41); zadania 2.3\*–2.4 (s. 35), 11–12 (s. 69).

Rozdział 2. Zadania 7.2 (s. 105); 1, 3, 4\*, 6, 7, 9, 11–14, 17 (s. 108–109); 19, 20 (s. 110).

Rozdział 3. Zadania 8.1–8.2 (s. 122); 9.1–9.2 (s. 127); 10.1–10.5 (s. 150); 11.1–11.6 (s. 165–166); 12.1–12.4 (s. 179); 7–10 (s. 181); 11–14 (s. 182); informacje uzupełniające s. 129, 146, 155, 169.

Rozdział 4. Zadania 13.1–13.3 (s. 199–200); 14.1 (s. 217); 14.2 (s. 218); 15.1–15.2 (s. 222); 8–11 (s. 224); 13–15 (s. 225); informacje uzupełniające s. 204, 205; przykłady 14.1 (s. 206), 14.2 (s. 217).

Rozdział 5. Zadania 16.2, 16.6 (s. 248), 17.3 (s. 271), 18.2–18.4, 18.6–18.8 (s. 288), 1 (s. 290), 4.6–12 (s. 291), 13–18 (s. 292); przykłady 16.2 (s. 232), 16.6 (s. 240), 16.5 (s. 238), 17.4 (s. 260), 18.2 (s. 287); informacje uzupełniające s. 259, 269.

Rozdział 6. Zadania 20.4 (s. 315), 22.1, 22.4–22.5 (s. 344), 11, 13, 14, 16, 18–20 (s. 348); przykłady 20.3 (s. 312), 20.4 (s. 314), 21.1 (s. 317); informacje uzupełniające s. 303–304, 311, 318, 321, 336.

Na polskim rynku książkowym ukazuje się obecnie niewiele pozycji wspierających uczniów wybitnie uzdolnionych. Szczęśliwie, zdecydowana większość uczniów liceum umie już nienajgorzej czytać w języku angielskim. Byłoby dobrze, gdyby tę umiejętność rozwijali – większość światowej literatury naukowej ukazuje się właśnie w tym języku. Poza tym w języku angielskim można też zwykle znaleźć najlepsze światowe pozycje dla zainteresowanych fizyką – książki popularnonaukowe, zbiory zadań, podręczniki. Nie są już one obecnie bardzo drogie, często ich ceny nie odbiegają od cen polskich pozycji. Ich zakup nie jest też zbyt skomplikowany. Najprościej jest skorzystać z największej światowej księgarni internetowej.

Do dyspozycji jest też sporo polskich księgarni międzynarodowych (w niektórych można zamawiać książki przez Internet). Same książki lepiej wybierać w katalogach największych międzynarodowych księgarni internetowych, ponieważ zawierają zwykle więcej pozycji oraz informacji o nich. Jeśli mieszkasz w dużym mieście warto osobiście odwiedzić księgarnię międzynarodową, a jeszcze lepiej – stosowną hurtownię.

## Duże wsparcie w rozwoju uzdolnień fizycznych i zainteresowań fizyką mogą zaoferować centra nauki, czyli eksploratoria

### Centra nauki (za Wikipedią)

Pierwsze interaktywne centrum nauki założył amerykański fizyk Frank Oppenheimer (znany z wkładu w rozwój broni jądrowej) w San Francisco w 1969 roku. Obecnie na całym świecie działa ponad 2400 centrów nauki, głównie w Europie Zachodniej, Ameryce Północnej i Azji. W ostatnich latach nowe centra powstają także w Europie Środkowo-Wschodniej, w tym w Polsce.

Centrum nauki – inaczej nazywane muzeum edukacyjnym lub muzeum nauki – to instytucja promująca nowoczesną komunikację naukową. Jej celem jest między innymi rozbudzanie zainteresowania nauką w społeczeństwie, inicjowanie debat na tematy związane z nauką, wspomaganie samodzielnego uczenia się oraz wspieranie systemu szkolnictwa.

W odróżnieniu od tradycyjnych muzeów w centrum nauki stanowiska i eksponaty są interaktywne, aby zwiedzający mogli sami, w bezpiecznych warunkach, przeprowadzać doświadczenia i badać zjawiska z różnych dziedzin nauki. Doświadczenia te dotyczą nie tylko nauk przyrodniczych, ale także społecznych i szeroko pojętej humanistyki; obecne są też eksponaty z pogranicza nauki i sztuki.

Poniżej wymieniam niektóre centra nauki i interaktywne wystawy, które powstały w Polsce, a informacje o nich podaję na podstawie stron internetowych danych placówek.

1. **Centrum Nauki „Eksperyment”** (<http://www.experiment.gdynia.pl>) w Gdyni stanowi część Pomorskiego Parku Technologicznego. Prowadzi rozbudowany program zajęć interaktywnych, doświadczeń, pokazów i wykładów dla dzieci i młodzieży w różnym wieku z różnych obszarów fizyki i ekologii.

2. **Dom Eksperymentów „Eureka”** (<http://cnk.home.pl/eureka.php>) – istniejąca od kilku lat „Eureka” ciągle się rozrasta. Po opracowaniu płynu na największe bańki mydlane w Polsce zabrano się za za-

bawy z ciekłym azotem – truskawką wybijane są szyby, bananem wbijane gwoździe... W „Eurece” każdy może aktywnie się włączać w doświadczenia. Celem wystawy jest zwrócenie uwagi na zjawiska, których nie zauważa się, mimo że towarzyszą nam w życiu codziennym.

### 3. Centrum Hewelianum w Gdańsku (<http://hewelianum.pl>).

Odważna próba połączenia nauk przyrodniczych z zabytkami architektury militarnej. Na Górze Gradowej powstało nowoczesne i przyjazne turystom centrum popularyzacji nauki, gdzie oprócz zdobycia wiadomości z fizyki, astronomii, historii czy biologii można po prostu spędzić mile czas z rodziną, spacerując wśród zieleni.

### 4. Pracownia Profesora Ciekawskiego w Family Park w Bydgoszczy (<http://ciekawski.utp.edu.pl/>).

Organizatorami projektu są Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy oraz Centrum Zabaw Rodziny Family Park w Bydgoszczy. Na wystawie są prezentowane widowiskowe zjawiska fizyczne, które w bezpieczny i efektowny sposób mogą zaspokoić ciekawość i dociekliwość dzieci.

5. **Sala Orbitorium** w planetarium w Toruniu (<http://www.planetarium.torun.pl>). W mieście narodzin Kopernika, na starówce znajduje się magiczne przejście do innego świata. Świata wybuchających supernowych, odległych gwiazd, nieodkrytych jeszcze planet czy okazałych mgławic. Kopuła toruńskie planetarium przyciąga wszystkich ciekawych poznania zagadek i tajemnic Wszechświata.

6. **Eksperymentarium w Łodzi (<http://experymentarium.pl>)**. Muzeum powstało na terenie potężnej, dawnej fabryki włókienniczej Izraela Poznańskiego. Dzięki samodzielnie przeprowadzanym doświadczeniom można tu zrozumieć i wyjaśnić prawa nauki i techniki. W skład ekspozycji wchodzi urządzenia, dzięki którym odwiedzający poznają zagadnienia mechaniki, termodynamiki, elektromagnetyzmu, robotyki, budowy atomów, akustyki, optyki, genetyki, astronomii i chemii. Jest też sala luster i złudzeń optycznych. Można tu zagrać melodię światłem, wywołać pioruny i tornado, sprawdzić, czy jest się dobrą baterią, oszukiwać własne zmysły, wypróbować, co się dzieje z kompasem w Trójkącie Bermudzkim, wyprodukować prąd podczas jazdy na rowerze, pobyc w stanie nieważkości, wydmuchać metrowej średnicy bańkę mydlaną, posłuchać rozmowę prowadzoną na drugim końcu sali, zobaczyć płaską żarówkę lub kulę plazmową, posłuchać bicia serca myszy i samodzielnie wykonać wiele innych eksperymentów.

### 7. ExploraPark w Wałbrzychu (<http://explorapark.pl>).

Działalność muzeum nauki i techniki ExploraPark zapoczątkowała w latach 2007–2008 wystawa na zamku Książ. Organizatorem przedsięwzięcia jest Instytut Badań Kompetencji w Wałbrzychu. Główna część wystawy została wypożyczona z muzeum nauki Cité des Sciences & de l'industrie de La Villette w Paryżu, a obecnie jest uzupełniana o nowe eksponaty. Większość stanowisk jest interaktywna, zachęca do eksperymentowania i odkrywania matematycznych i fizycznych prawideł, co ułatwia ich zrozumienie i pokazuje, że nauka i technika są częścią naszego codziennego życia, nawet gdy sobie tego nie uświadamiamy.

8. **Ogród Doświadczeń w Krakowie (<http://www.ogroddoswiadczen.pl>)** to pierwsza w Polsce plenerowa wystawa edukacyjna. Ma przybliżyć zwiedzającym istotę zjawisk fizycznych zachodzących w przyrodzie. W parku można przeprowadzać eksperymenty, które trudno zmieścić na ograniczonej przestrzeni wystaw zamkniętych. Na powierzchni 6 ha znajduje się ponad 60 stanowisk edukacyjnych poświęconych między innymi zagadnieniom ruchu, równowagi, przyspieszenia, rezonansu, doznań wzrokowych i słuchowych. Wśród eksponatów są: zegar słoneczny, kompas, model Układu Słonecznego, model atomu, próbki minerałów, kalejdoskopy, zwierciadła o zmiennej krzywiznie, pryzmat, siatka dyfrakcyjna, dzwo-

ny, rury głosowe, zwierciadła akustyczne, kołyska Newtona, platformy równowagowe, magiczna szpula, kiwaczki, wiry wodne, nurek Kartezjusza i wiele innych. Samodzielnie można więc wywołać wir wodny, rozszczepić światło, wywołać gongiem wyraźnie odczuwalną falę dźwiękową, własnym ciałem tworzyć obrazy w kalejdoskopie lub nadać wiadomość za pomocą akustycznego telegrafu.

**9. Centrum Nauki „Kopernik” w Warszawie (<http://www.kopernik.org.pl>)** to największe i najbardziej znane w Polsce centrum nauki. Zostało założone w 2005 roku, w swojej siedzibie działa od 2010 roku. Zwiedzający mogą poznawać prawa nauki poprzez samodzielnie przeprowadzane doświadczenia na interaktywnych wystawach. Centrum jest wspólną instytucją, powołaną i finansowaną przez Miasto Stołeczne Warszawa, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Ministerstwo Edukacji Narodowej. Centrum Nauki „Kopernik” jest też, wraz z Polskim Radiem, współorganizatorem Pikniku Naukowego.

Należy wspomnieć o najbliższych centrach nauki i ich bazie w Niemczech i Czechach – niektóre mogą być dla części szkół bliżej niż ich polskie odpowiedniki lub znaleźć się na trasie wycieczki do naszych sąsiadów:

Berlin – Muzeum Techniki

<http://www.sdtb.de/Museum-of-Technology.547.0.html>

Berlin – Obserwatorium astronomiczne Archenholda

<http://www.sdtb.de/Archenhold-observatory.466.0.html>

Berlin – Wielkie Planetarium

<http://www.sdtb.de/Zeiss-Grossplanetarium.638.0.html>

Brema – Centrum Nauki Universum

<http://www.universum-bremen.de>

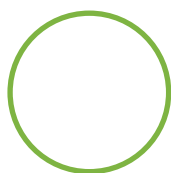
Drezno – Salon Matematyczno-Fizyczny

<http://www.skd-museum.de/de/museen-institutionen/semperbau-mit-zwinger/mathematisch-physikalischer-salon/index.html>

**Liberec** – leży w północnych Czechach, niedaleko granicy z Polską (43 km od przejścia w Jakuszycach i 36 km od Zawidowa). Kilka lat temu na terenie dawnej fabryki tekstylnej powstało tam największe w Czechach centrum rozrywki „Babilon”. Oprócz aqua- i lunaparku jedną z jego atrakcji jest iQpark (<http://www.iqpark.cz/cs>) – muzeum poznawania nauki przez zabawę, realizujące w praktyce zasadę głoszoną przez Jana Amosa Komeńskiego zwanego Comeniusem (czeskiego pedagoga, autora pierwszych podręczników w języku narodowym): „Szkoła ma być zabawą”. Ponad 100 interaktywnych ekspozycji pozwala poprzez rozmaite wrażenia i eksperymenty uświadomić sobie istotę różnych procesów, przyswoić rządzące nimi prawa, zdać sobie sprawę z ich użyteczności w życiu codziennym.

Obecnie kończy się w Polsce, przy wsparciu funduszy unijnych, budowa pierwszych mikroeksploratoriów wzorowanych na programie budowy boisk „Orlik” i o podobnych kosztach jednostkowych. Placówki te mają na celu przybliżyć młodzieży z obszaru mniej więcej powiatu naukę prezentowaną w atrakcyjny sposób. Te pierwsze mikroeksploratoria mają charakter astronomiczny – stąd ich nazwa „Astrobazy”. Istnieją również przykłady obiektów poświęconych nie tylko obserwacji nieba. Dobrze byłoby zainteresować się tym, czy taki ośrodek powstał lub powstaje w stosunkowo bliskim sąsiedztwie – byłaby to kolejna szansa i możliwość rozwoju wybitnie uzdolnionych uczniów.

Warto pamiętać o pozyskaniu do swoich działań i inicjatyw rodziców oraz różnych lokalnych instytucji i organizacji – to naturalni sprzymierzeńcy, a może również potencjalni sponsorzy.



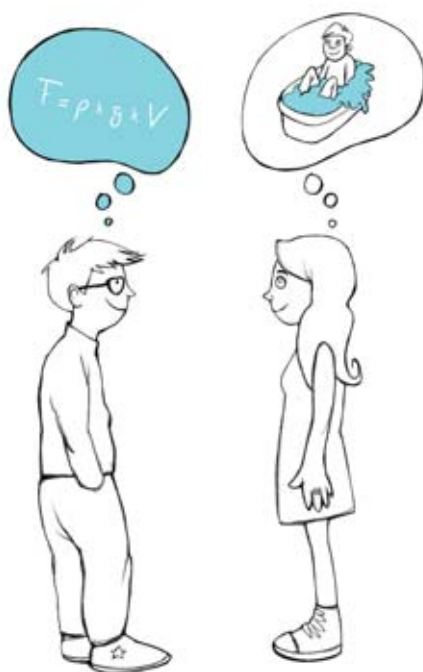
### **Rozdział III**

Podstawowe rodzaje aktywności preferowane przez uczniów wybitnie uzdolnionych w zakresie fizyki i formy współzawodnictwa oraz programy, w ramach których może je realizować



*Podstawowe rodzaje aktywności preferowane przez ucznia wybitnie uzdolnionego w zakresie fizyki. Z każdym z takich rodzajów aktywności wiążą się formy współzawodnictwa oraz programy, w ramach których może je realizować. Nie wszyscy uczniowie wybitnie uzdolnieni czują się dobrze w takich samych formach współzawodnictwa. Niektórzy w ogóle nie lubią rywalizować, a preferują na przykład samodzielne prowadzenie badań.*

Określenie „uczeń wybitnie uzdolniony w zakresie fizyki czy nauk ścisłych” to bardzo pojemna kategoria. Wybitnie uzdolniony lekkoatleta może na przykład świetnie biegać na krótkim dystansie, ale na długim czuć się fatalnie – lub na odwrót, świetnie pchać kulą, ale słabo skakać wzwyż. Podobnie z uczniem uzdolnionym w zakresie fizyki – wcale nie musi być świetny we wszystkim, co dotyczy tej dziedziny. Zwykle jedni lepiej się czują w problemach o charakterze teoretycznym, a inni – w doświadczalnych. Jedni świetnie wypadają w publicznych wystąpieniach przed audytorium, komisją czy egzaminatorem, a inni wolą komfort rozwiązywania samodzielnego rozwiązywania problemów i przedstawiania wyników pracy na piśmie. Jedni lubią w spokoju zagłębiać się w rozbudowane problemy, a inni – błyskawiczny, półintuicyjny wybór właściwej odpowiedzi w licznych niezwiązanych ze sobą zadaniach. Istnieją amatorzy samotnej walki z problemami i uczniowie, którzy lepiej się czują, pracując w grupie. Są wreszcie tacy, którzy chcą po prostu zbadać lub przedstawić jakiś – ich zdaniem – ciekawy problem, a wyniki swojej pracy przedstawić innym.



Stosownie do tych preferencji dany uczeń może osiągać świetne wyniki w olimpiadach fizycznych, a nienajlepsze w Turnieju Młodych Fizyków czy „Lwiątku” i vice versa. To nie znaczy, że nie powinien podejmować aktywności, która mu nie wychodzi lub wychodzi słabiej. Wręcz przeciwnie – o ile tylko nie musi działać wbrew sobie, to każde takie działanie, niezależnie od wyników, jest rozwijające i uczy wielu rzeczy. Trzeba jednak pamiętać, że nawet bardzo duży sukces na jednym polu nie musi oznaczać automatycznie sukcesów na innych polach. Ani więc sam uczeń, ani tym bardziej jego opiekunowie nie powinni tego od niego oczekiwać. Dotyczy to również szkoły i nauczyciela – należy chronić uczniów przed takimi oczekiwaniami i ich skutkami.

**Warto jednak uświadomić uczniowi konieczność dokonania wyboru, na czym zależy mu najbardziej i na czym chce skupić większość swojej energii, oraz konsekwencje tego wyboru w innych obszarach.**

Najbardziej rozwijające i wszechstronne wymagania oraz formy aktywności zapewnia w moim przekonaniu olimpiada fizyczna. Spokojne wielodniowe analizy problemów teoretycznych i doświadczalnych w pierwszym etapie, a na wyższych – rozwiązywanie różnorodnych zadań w dość ograniczonym, ale wystarczająco długim czasie, oraz planowanie i wykonywanie doświadczeń z całego obszaru fizyki elementarnej stymuluje wnikliwe i pełne jej opanowanie. Wymaga i rozwija umiejętność głębokiej analizy niestandardowych problemów oraz przekonującego przedstawienia toku ich rozwiązania. Podobne zalety mają konkursy fizyczne organizowane przez uczelnie (np. Politechnikę Warszawską czy AGH), zwykle są jednak pozbawione części doświadczalnej oraz możliwości długotrwałej, nieograniczonej limitami czasu i dostępu do źródeł informacji, pracy nad problemami teoretycznymi i doświadczalnymi z pierwszego etapu olimpiady. Konkursy te warto traktować jako dobry trening przed zawodami drugiego i trzeciego stopnia olimpiady.

Zupełnie innym rodzajem zawodów jest Polsko-Ukraiński Konkurs Fizyczny „Lwiątko”. Stanowi fizyczny odpowiednik starszego i popularniejszego matematycznego „Kangura” – test wyboru do rozwiązania w krótkim czasie rozwija raczej umiejętności intuicyjnego i półintuicyjnego analizowania problemów fizycznych, bardzo szybkiego dostrzegania kluczowych elementów zadania oraz wyciągania wniosków. Często dobrze wypadają w nim osoby błyskotliwe, które w innych zawodach z powodu braków w systematycznym przygotowaniu matematycznym rzadko osiągają sukces. Przygotowania do konkursu i rozwiązywanie zadań konkursowych sprzyja pogłębieniu rozumienia zjawisk i procesów fizycznych.

Przedstawione wyżej formy współzawodnictwa mają, przy wszystkich zaletach, dwie podstawowe wady. Pierwszą jest indywidualny charakter. Z założenia każdy uczestnik pracuje i powinien pracować samodzielnie, a nie w zespole. Te warunki nieco łagodzi możliwość pracy w zespole w trakcie przygotowań do zawodów, o ile w szkole jest grupa uczniów biorących w nich udział, ale samo rozwiązywanie problemów przebiega już indywidualnie. Drugą wadą jest brak swobodnego dostępu do źródeł informacji (trochę elastyczniejsze podejście obowiązuje na olimpiadzie fizycznej) oraz presja czasu. Obie te cechy wywołują pewną sztuczność sytuacji – w normalnym życiu naukowym nad poważniejszymi problemami pracuje się zespołowo, ze swobodnym dostępem do źródeł informacji, bez presji czasu i konieczności szybkiego czy stosunkowo szybkiego przerzucania się od problemu do proble-



mu. W przypadku olimpiady fizycznej takie możliwości zapewnia pierwszy etap, w którym uczniowie mają swobodny dostęp do źródeł i praktycznie nieograniczony czas na rozwiązanie zadań. Aby jednak w olimpiadzie odnieść sukces, trzeba poradzić sobie w nienaturalnych, egzaminacyjnych warunkach etapów drugiego i trzeciego.

Formą aktywności i współzawodnictwa pozbawioną wad rozwiązań poprzednich jest Turniej Młodych Fizyków. Praktycznie przez cały rok zespoły uczniów pracują tu nad kilkunastoma podanymi na początku roku problemami, starając się uzyskać ich możliwie najpełniejsze zrozumienie. W trakcie zawodów prezentują swoje rozwiązania jury i innym uczestnikom oraz, co równie ważne, starają się znaleźć luki w rozwiązaniach rywali i zadać im możliwie trudne pytania dotyczące tych rozwiązań. Zwykle członkowie poszczególnych drużyn dzielą się zadaniami i każdy staje się ekspertem od kilku z nich. Tryb przygotowań do zawodów w największym stopniu przypomina prawdziwą współczesną naukową pracę zespołową i badawczą z jej długofalową koncentracją na jakimś wąskim zagadnieniu, wokół którego skupia się cała aktywność. Praca i prezentacja wyników mają tak ważny w dzisiejszych czasach zespołowy charakter. Bardzo istotna, tak jak w realnym życiu, jest umiejętność przekonującego prezentowania otrzymanych wyników. Turniej Młodych Fizyków ma jednak dwie słabe strony. Po pierwsze przygotowania i zmagania odbywają się w czasie, gdy uczniowie zapoznają się z systematycznym kursem fizyki elementarnej. Tymczasem rozwiązania zadań wymagają od uczestników koncentracji na wybranych wąskich zagadnieniach oraz zapoznawania się i wykorzystywania wiedzy i umiejętności wybiegających poza dotychczas omówione na zajęciach działy i zagadnienia. Sprzyja to pewnemu chaosowi i tymczasowości w zdobywanej wiedzy. Drugą słabością jest, skądinąd nieunikniony, subiektywizm jury. Rozwiązania zadań olimpiad i konkursów fizycznych czy „Lwiątko” mają charakter pisemny, co stwarza możliwość spokojnej, dość precyzyjnej oceny na podstawie dokładnie ustalonych kryteriów. Charakter Turnieju Młodych Fizyków wiąże się ze zdecydowanie bardziej subiektywnym charakterem ocen oraz wyników rywalizacji.

We wszystkich wymienionych tu formach zawodów główną rolę odgrywa rywalizacja, która stanowi wielką motywację dla uczestników. Warto jednak pamiętać, że niezależnie od osiągniętych wyników uczniowie rozwijają się i zdobywają wiedzę zarówno w trakcie samych zawodów, jak i przygotowań. Warto więc pamiętać o hasle twórców nowożytnych olimpiad sportowych: „Najważniejszy jest udział”.

W związku z konkursami i olimpiadami często pojawia się pytanie o to, kiedy uczeń powinien w nich startować. Według niektórych nauczycieli – w ostatniej klasie szkoły ponadgimnazjalnej, wtedy bowiem uczniowie są już zapoznani niemal z całym materiałem fizyki elementarnej, a zadania rozwiązywane na tychże zawodach wymagają, w założeniu, znajomości jej całego zakresu. W moim przekonaniu na pewno nie należy uczniów powstrzymywać – jeśli chcą i czują się na siłach, niech startują jak najwcześniej, choćby i w gimnazjum. Osobiście zachęcałbym do możliwie wczesnego startu w celu nagromadzenia odpowiednich doświadczeń oraz zmniejszenia presji psychicznej. Uczestnicy przy pierwszym starcie często popełniają błędy wynikające z braku doświadczenia, a jeśli jednocześnie wiedzą, że jest to start ostatni – gdyż kończą szkołę – pojawia się wielka presja. Znacznie lepiej i łatwiej startuje się pierwszy raz ze świadomością (warto o nią zadbać!), że to na razie głównie dla sprawdzenia się i zgromadzenia doświadczeń. No, a jeśli się uda... W każdym razie warto, by uczniowie startowali po raz pierwszy **najpóźniej** w klasie drugiej.

W przypadku Turnieju Młodych Fizyków optymalna na pierwszy start jest klasa pierwsza, tak by ten najważniejszy start wypadł w klasie drugiej. Klasa trzecia jako okres przygotowań maturalnych nie

sprzyja wystarczającej koncentracji na przygotowaniach. Ekipy, które odnoszą sukces, to zwykle dobrze dobrana drużyna „rutyniarzy” drugoklasistów oraz pełnych zapału początkujących pierwszoklasistów.

Wszystkie powyższe uwagi dotyczące optymalnego czasu pierwszego startu nie odnoszą się do Polsko-Ukraińskiego Konkursu Fizycznego „Lwiątko”, tu bowiem współzawodnictwo odbywa się osobno na poziomie każdej klasy.

Jeśli ktoś bardzo nie lubi presji czasu i ograniczonych możliwości dostępu do informacji, a ma ochotę się sprawdzić i zostać publicznie docenionym, ma do dyspozycji również konkursy zadaniowe prowadzone przez czasopisma „Delta” i „Fizyka w Szkole”. Redakcje publikują zadania z fizyki elementarnej na dość wysokim poziomie, a zainteresowani w określonym terminie nadsyłają rozwiązania, które są punktowane, a co ciekawsze i oryginalniejsze – komentowane, z podaniem nazwiska autora rozwiązania.

Jak już wspomniałem, charakter każdego z tych zawodów odpowiada innemu typowi ucznia i sukces w jednych najczęściej nie oznacza sukcesów w innych. Co nie znaczy, że nie należy w nich startować. Warto pamiętać, że sukces w zawodach uczniów szkół ponadgimnazjalnych oznacza zwykle wielki potencjał do odniesienia sukcesów w dorosłej działalności naukowej i badawczej. Nie znaczy to jednak, że brak sukcesu jest równoznaczny z brakiem takiego potencjału. Zawody, niezależnie od tego, jak dobrze są przygotowane i przemyślane, bardzo się jednak różnią od rzeczywistych warunków pracy badawczej. Rzecz jasna występują w niej pewne elementy i wymagania charakterystyczne dla zawodów, ale też pojawia się wiele innych czynników. Dlatego uczeń, który nie odniesie sukcesu w zawodach, może się często znakomicie sprawdzić w pracy naukowej czy popularyzatorskiej.

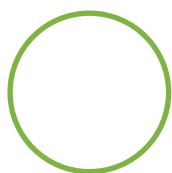
Można się spotkać z ogólnymi zastrzeżeniami co do rywalizacyjnego charakteru zawodów. To prawda – ale współzawodnictwo jest jednocześnie ogromnym źródłem motywacji. Młodzi ludzie lubią się sprawdzać i dowiadywać, ile są warci nie tylko na swoim szkolnym podwórku.

Trzeba jednak pamiętać, że horyzont czasowy nawet bardzo dojrzałego i uzdolnionego nastolatka to zwykle kilka miesięcy, czasem rok czy dwa. Bardzo niewielu młodych ludzi potrafi zaplanować swoje życie na lata i realizować te plany bez dodatkowych bodźców. Ważne, by uczeń zyskał świadomość i poczucie, że walczy głównie ze sobą i problemami naukowymi (oraz umiał czerpać z tej walki przyjemność), a dopiero w drugiej kolejności – z rywalami. Poza tym prawie wszystkie wymienione zawody, to także okazja do poznania się, nawiązania kontaktu i zaprzyjaźnienia z dzisiejszymi rywalami, a jutrzejszymi kolegami ze studiów i współpracownikami. Współczesne środki komunikacji pozwalają na utrzymanie stałego kontaktu, niezależnie od dzielącej uczniów odległości.

Obecnie z różnych powodów pojawiają się także rozmaite inne konkursy związane z fizyką czy naukami matematyczno-przyrodniczymi. Mają bardzo zróżnicowany poziom, a merytoryczna jakość proponowanych zadań także bywa różna, zatem warto uważnie sprawdzać i oceniać napływające do szkoły propozycje. Po pierwsze dlatego, że nie wszystkie są wartościowe. Po drugie każdy, nawet wybitny uczeń ma ograniczone możliwości czasowe, psychiczne i fizyczne.

Jak już wspominałem, nie wszyscy wybitnie uzdolnieni uczniowie lubią zawody i rywalizację. Niektórych fascynuje sam proces badania jakiegoś zagadnienia. Warto poszukać różnych lokalnych syste-

mów małych grantów, które pozwalają pokryć jakąś część kosztów uczniowskich badań. Ludzką rzeczą jest pragnienie, by wyniki badań ktoś poza autorem przeczytał i ocenił. Jeśli uczeń przeprowadził ciekawe badanie, warto go zachęcić do zaprezentowania swojego dzieła przynajmniej w jednym z dwóch konkursów międzynarodowych: Młodzi Naukowcy Unii Europejskiej (EUCYS, *European Union Contest for Young Scientists*) oraz *First Step to Nobel Prize in Physics*. Warto też wysłać taką pracę do czasopism czy portali popularnonaukowych. Czasem taka publikacja może mieć dla zainteresowanego nie mniejsze znaczenie niż czołowe miejsce w olimpiadzie czy konkursie.



## **Rozdział IV**

# Zajęcia pozalekcyjne dla uczniów wybitnie uzdolnionych



*Zajęcia pozalekcyjne – koło (jakie typy, jaki program warto realizować w różnych klasach szkoły ponadgimnazjalnej, uwzględniając preferencje uczestników). Przykładowe scenariusze zajęć koła o charakterze zadaniowym, doświadczalnym, teoretycznym i inne pomysły. Materiały i źródła do tworzenia zajęć autorskich, dopasowanych do potrzeb uczestników i wytyczonych celów.*

Podstawową formą pomocy w rozwoju zainteresowań uczniów wybitnie uzdolnionych z fizyki są koła przedmiotowe. Chodzi o koła poszerzające i pogłębiające szkolną wiedzę oraz służące realnemu rozwojowi uczniów. Tyle, że z organizacją takich kół bywa problem. Przewidzianego na nie czasu – czy to z godzin przewidzianych w ramach Karty Nauczyciela, czy, co rzadkie, organu prowadzącego – jest niewiele. Tymczasem bardzo trudno prowadzić efektywnie jedno koło dla pierwszoklasistów i uczniów klas maturalnych.

Można z tym sobie poradzić na kilka sposobów. Najprostszy to taki, by poszukać w szkole innych nauczycieli fizyki zainteresowanych rozwojem zdolnych uczniów. Wtedy wystarczy się podzielić obowiązkami. Niestety, w rzeczywistości rzadko jest to możliwe. Można też spróbować nawiązać kontakt ze znajomym nauczycielem z innej szkoły, ale taka współpraca to naprawdę niezwykłą rzadkość. Trzecia możliwość to metoda kręgów wtajemniczenia, stosowana przez najlepszych nauczycieli szkół z tradycjami. Metoda ta przypomina stosowany w harcerstwie system zastępowy. Nauczyciel prowadzi zajęcia z grupą najbardziej zaawansowanych, a ci z kolei przekazują wiedzę i umiejętności młodszemu kolegom, prowadząc dla nich różnorodne zajęcia, ćwiczenia, a nawet sprawdziany umiejętności. Swoistą nagrodą dla najlepszych i najbardziej zaawansowanych uczestników „niższego kręgu” jest awans do „grona wtajemniczonych”. Nie dzieje się to automatycznie (na podstawie wieku czy klasy), ale wyłącznie na podstawie umiejętności. Oczywiście rolą nauczyciela jest systematyczne, ale dyskretne monitorowanie działań członków „wyższego kręgu wtajemniczenia”.

Kolejną możliwością to poszukiwanie absolwentów szkoły aktualnie studiujących kierunku ściśle i techniczne. Niektórzy z przyjemnością poprowadzą zajęcia dla młodszych kolegów. Powody mogą mieć różne, wewnętrzne i zewnętrzne (na przykład odbycie i zaliczenie praktyk). Taki były uczeń, a obecnie student ma często umiejętności uzupełniające w stosunku do umiejętności nauczyciela, (np. jako młodszy pewniej porusza się po świecie narzędzi informatycznych czy zna języki obce) więc jego zajęcia mogą być naprawdę cenne. Dla wielu studentów możliwość prowadzenia zajęć, często pierwszych w życiu, może być wielkim wyzwaniem i przygodą, dlatego najczęściej niezwykle się w nie zaangażują. Jednocześnie wciąż jeszcze dobrze pamiętają stan swojej wiedzy sprzed kilku lat i trudności w opanowywaniu różnych zagadnień. Dlatego nierzadko potrafią skuteczniej niż nauczyciel dotrzeć do uczestników koła. Warunkiem przeprowadzenia takich zajęć jest spokojne omówienie i przemyślenie oraz zaplanowanie tego, co taki absolwent mógłby i chciałby z uczestnikami koła zrobić. Jeśli uznamy jego zajęcia za cenne, dobrze byłoby porozmawiać z dyrekcją o jakimś, choćby symbolicznym, wzmocnieniu jego motywacji w postaci honorarium czy nagrody rzeczowej na zakończenie roku.

Innym pomysłem jest poszukiwanie zewnętrznych możliwości zrealizowania choćby części zajęć dla uczestników koła. Niektóre uczelnie i placówki naukowe prowadzą, finansowane przez samorząd czy z innych źródeł, zajęcia laboratoryjne dla uczniów. Czasem się to wiąże z niewielką odpłatnością. Uczelnie ma zwykle lepsze zaplecze laboratoryjne oraz sporo gotowych doświadczeń, przygotowanych przez

wyspecjalizowanych pracowników. Niektóre placówki (np. Instytut Problemów Jądrowych w Świerku k. Otwocka) umożliwiają przyjazd na dłuższą sesję doświadczeń (również pokazów i wykładów z zakresu fizyki i techniki jądrowej), połączone z noclegiem – w ten sposób damy uczniom możliwość rozwoju w obszarze niedostępnym w szkole. Pamiętajmy jednak, że umiejętności laboratoryjne czy teoretyczne prowadzących niekoniecznie idą w parze z umiejętnościami dydaktycznymi, zwłaszcza w stosunku do słuchaczy dużo młodszych niż studenci. Dlatego powinniśmy być przygotowani na to, że czasem będziemy musieli swoim uczniom pomóc się przygotować do zajęć w uczelnianej pracowni.

Niektóre samorządy lokalne organizują międzyszkolne koła olimpijskie dla zainteresowanych fizyką. Planowana jest również organizacja takich kół drogą internetową.

Można wreszcie prowadzić zajęcia tylko z młodszymi uczniami, a starszym podsuwać zadania i problemy do rozwiązania, książki, inne materiały i źródła. No i oczywiście służyć radą i pomocą, gdy napotykają jakieś problemy.

## Co się powinno znaleźć w programie koła?

Oczywiście, może to być koło poświęcone po prostu różnym interesującym grupę obszarom fizyki. Wtedy wszystko zależy od zainteresowań, możliwości i chęci nauczyciela oraz lokalnych uwarunkowań. Ponieważ jednak zadaniem fizyków jest rozwiązywanie problemów zarówno teoretycznych, jak i doświadczalnych, to skoncentruję się na kole zajmującym się poszerzaniem i pogłębianiem umiejętności ucznia dotyczących radzenia sobie z interesującymi i niestandardowymi zadaniami typu olimpijskiego. Rozwiązywanie takich problemów jest kwintesencją wszystkich czy prawie wszystkich rodzajów współzawodnictwa związanego z fizyką. Zresztą przecież sama fizyka jest, w najogólniejszym zarysie, zestawem problemów teoretycznych i doświadczalnych rozwiązanych już przez uczonych lub czekających na rozwiązanie. Czym więc na zajęciach takiego koła powinniśmy się zająć?

Na pewno powinno się tam znaleźć – szczególnie biorąc pod uwagę aktualne programy edukacji matematycznej – rozszerzenie wiedzy i umiejętności matematycznych pod kątem ich wykorzystania do rozwiązywania problemów fizycznych (patrz rozdział VII).

Tematykę koła dzielę na dwie naturalne części – teoretyczną i doświadczalną.

W części teoretycznej powinny się, moim zdaniem, znaleźć następujące zagadnienia:

1. Rozwiązywanie zadań poświęconych szacowaniu rzędu wielkości fizycznych w różnych sytuacjach (tzw. problemy Fermiego). Chodzi tu o taki dobór założeń upraszczających oraz realistycznych danych liczbowych dla danego problemu, aby bez wnikania w szczegóły oraz wykonywania skomplikowanych obliczeń ustalić, jakiego rzędu będzie określona wielkość w danej sytuacji. Pozwala to później w przypadku skomplikowanych problemów decydować o tym, które efekty należy koniecznie brać pod uwagę, a które można pominąć bez szkody dla użyteczności otrzymanych odpowiedzi i ich związku z rzeczywistymi wartościami.

2. Jednostki i tak zwana analiza wymiarowa. Jednostki występujących w problemie wielkości fizycznych mogą być znakomitym narzędziem do osiągnięcia w pierwszej kolejności dwóch celów:

- a) sprawdzania bezbłędności wykonanych obliczeń;
- b) radzenia sobie z problemami, które albo dotyczą procesów wymagających bardzo zaawansowanego aparatu matematycznego lub zbyt skomplikowanych, by można było wnikać w szczegóły

ich przebiegu, lub takich, w wypadku których nasza wiedza o zachodzących w nich zjawiskach fizycznych jest prawie żadna, a w każdym razie bardzo uboga.

Realizacji celu opisanego w punkcie b) służy analiza wymiarowa. Na poziomie szkolnym jest ona, w moim przekonaniu, najlepiej omówiona w książce J.I. Butikowa, A.A. Bykowa i A.S. Kondratiewa pt. *Fizyka*, t. 1 (jest to pozycja wymieniona w zestawie lektur rekomendowanych).

3. Zjawiska w różnych układach odniesienia i dobór właściwego układu odniesienia dla osiągnięcia szczególnie prostego rozwiązania danego problemu.

4. Zastosowanie symetrii do rozwiązywania problemów fizycznych. Szczególnie wiele dobrych przykładów dostarczają zastosowania prawa Gaussa dla pól grawitacyjnego i elektrycznego oraz Ampera dla pola magnetycznego. Nie są to jednak jedyne zastosowania symetrii.

5. Własności środka masy oraz ich zastosowanie do rozwiązywania problemów.

6. Wykorzystanie nieinercjalnych układów odniesienia do analizy układów fizycznych.

7. Maksymalizacja i minimalizacja określonych wielkości w rozwiązywaniu problemów fizycznych.

8. „Reguła przekory” w różnych zjawiskach fizycznych oraz jej zastosowanie do wyjaśniania przebiegu zjawisk.

9. Analogie matematyczne w opisie różnych układów fizycznych, odpowiadające sobie wielkości fizyczne oraz ich zastosowanie do rozwiązywania zadań (np. analogia układów sprzężyn i układów kondensatorów czy ruchu obrotowego i postępowego).

10. Wykresy i metody graficzne jako narzędzie rozwiązywania zadań z fizyki.

11. Zasady zachowania jako narzędzia analizy zjawisk fizycznych.

12. Układy nieskończone w fizyce oraz przykłady rozwiązywania problemów dotyczących takich układów.

13. Metody znajdowania oporów i pojemności zastępczych złożonych układów elektrycznych.

14. Problemy związane z analizą układów oscylacyjnych w różnych obszarach fizyki.

15. Mechanizm równowagi dynamicznej w zjawiskach fizycznych.

16. Kompensacyjne układy pomiarowe i ich wykorzystanie do rozwiązywania zadań oraz dokonywania pomiarów w układach elektrycznych. (Ten punkt jest związany zarówno z problemami teoretycznymi, jak i doświadczalnymi.)

Jeśli chodzi o tematykę koła związaną z doświadczalnictwem, to powinny się w niej znaleźć, w moim przekonaniu, następujące zagadnienia:

1. Dokładność i precyzja wykonywanych pomiarów. Sposób zapisu dokładności.

2. Wpływ dokładności danych na wynik, obliczanie z ich użyciem innych wielkości fizycznych. Dokładność wyniku obliczeń. Reguły obliczeń na wielkościach przybliżonych.

3. Niepewności (błędy) pomiarowe, ich rodzaje i metody analizy.

4. Wyniki pomiarów a wykresy. Graficzna analiza wyników eksperymentu. Przedstawienie różnych skal, papier logarytmiczny i półlogarytmiczny. Różne skale a kalkulatory graficzne i komputerowe programy graficzne. „Prostowanie” funkcji (taki dobór skal na osiach, aby otrzymany wykres wyników eksperymentu miał charakter funkcji liniowej).

5. Co i jak można odczytać z wykresu zawierającego wyniki eksperymentu? Wykorzystanie elektroniki.

6. Narzędzia pomiarowe, ich dokładność oraz sposoby jej oznaczania i powiększania.

7. Przykłady tworzenia narzędzi pomiarowych „z niczego”, rozszerzanie możliwości pomiarowych posiadanych przyrządów (np. bocznikowanie mierników).

8. Przykłady problemów-pokazów, w których zadaniem uczniów jest interpretacja przedstawianych zjawisk fizycznych.

9. Budowa i działanie niektórych narzędzi pomiarowych, szczególnie mierników elektrycznych.

Oczywiście wszystkie opisane tu zagadnienia eksperymentalne powinny zostać przedstawione i zastosowane w praktyce – najpierw do opracowania wyników eksperymentów wykonanych przez kogoś innego, a następnie jako element doświadczeń wykonywanych w grupach i samodzielnie.

Bardzo często słyszy się, że przy obecnym typowym stanie wyposażenia szkolnych pracowni fizycznych trudno o atrakcyjne doświadczenia. Nie jest to prawdą. Po pierwsze wykonanie doświadczenia przy ograniczonych zasobach jest samo w sobie atrakcyjnym wyzwaniem. Jak dowodzi przykład odkrywców grafenu – może ono prowadzić nawet do Nagrody Nobla. Po drugie współczesna cywilizacja dostarcza niezwykłą ilość darmowych lub bardzo niedrogich elementów „z odzysku”, które można wykorzystać do przeprowadzenia doświadczeń. Po trzecie wiele urządzeń kiedyś drogich i „ambitnych” to dziś części sprzętu RTV i AGD albo, jak na przykład lasery, tanie gadżety za kilka złotych. Dobrym przykładem zadań do wykonania „z niczego” są zadania z pierwszych etapów olimpiad fizycznych ostatnich lat. Z powodów organizacyjnych, również zadania na wyższych etapach wymagają bardziej pomysłowości niż zaawansowanego wyposażenia.

Biorąc pod uwagę, że niektóre zagadnienia doświadczalne i teoretyczne wymagają poświęcenia im kilku kolejnych spotkań koła, a część doświadczalna to jednak kilka – kilkanaście wykonanych doświadczeń, myślę, że przedstawiona tu tematyka wypełni zajęcia koła przynajmniej na dwa lata. A przecież każdy nauczyciel z pewnością ma własne pomysły, część zagadnień wyłoni się w trakcie pracy koła, a jeszcze inne zaproponują uczniowie.

Poniżej przedstawiam przykładowe zestawy zadań na koło fizyczne. Stosownie do pory roku, pogody bądź innych okoliczności nadawałem zadaniom żartobliwe nazwy. Uznałem, że warto je pozostawić jako element zwyczajów koła – to istotny element tworzonej na zajęciach atmosfery. Nie podaję rozwiązań – chodzi o pokazanie charakteru oraz poziomu zestawów. Podobne zadania można znaleźć w propozycjach przedstawionych w rozdziale II. W niektórych zestawach znajdują się zadania związane z ćwiczeniem nowo poznanych, przez uczestników koła, matematycznych metod fizyki.

## Zmęczone zadania

1. Dwie jednakowe platformy, na których znajdują się identyczni pasażerowie, poruszają się bezwładnie z jednakowymi prędkościami po równoległych torach. Pogoda jest bezwietrzna. W pewnej chwili zaczyna padać śnieg. Jeden z pasażerów przez cały czas zrzuca śnieg w bok ze swojej platformy. Drugi pasażer w tym czasie śpi. Która platforma prędzej przebędzie daną odległość?

Odp. Platforma ze śpiącym pasażerem.

2. Znajdź sprawność silnika kutra odrzutowego. Otwór wlotu wody ma przekrój  $S = 0,8 \text{ m}^2$ , a wylotu  $s = 0,01 \text{ m}^2$ .

Odp.  $\eta \approx 0,25$



3. Samochód o masie  $m = 500$  kg rusza z miejsca. Jego silnik pracuje ze stałą mocą  $P = 60$  kW, współczynnik tarcia poślizgowego kół o drogę wynosi  $f = 0,5$ . Oszacuj, w jakim minimalnym czasie pojazd osiągnie prędkość 108 km/h. Opór powietrza i tarcie wewnętrznych mechanizmów samochodu możesz zaniedbać.

Odp.  $t_{\min} \approx 6,2$  s

4. Po gładkiej poziomej powierzchni ślizga się bez tarcia sześcian i uderza jedną ze swoich bocznych ścian w pionową ścianę. Współczynnik tarcia sześcianu o ścianę wynosi  $k$ . Pod jakim kątem sześcian odbije się od ściany, jeśli przed zderzeniem kierunek jego ruchu tworzył ze ścianą kąt  $\alpha$ ?

Odp.  $\text{tg}\theta = \text{tga}/(1-2k \text{ tga})$  [ $\text{tga} \leq 1/2k$ ];  $\theta=90^\circ$  [ $\text{tga} > 1/2k$ ]

5. Na jaką maksymalną wysokość można się wspiąć po nieważkiej drabinie o długości  $l$  przystawionej do gładkiej ściany. Kąt pomiędzy drabiną a podłogą wynosi  $\alpha$ , współczynnik tarcia drabiny o podłogę –  $k$ .

Odp.  $h_{\max} = l k \text{ tga} \sin\alpha$  [ $k \text{ tga} \leq 1$ ];  $h_{\max} = l \sin\alpha$  [ $k \text{ tga} > 1$ ]

6. Sześcian jest oparty jedną krawędzią o gładką ścianę, a drugą – o podłogę. Określ, przy jakich kątach  $\alpha$  pomiędzy podłogą i boczną krawędzią sześcianu jest możliwa jego równowaga. Współczynnik tarcia sześcianu o podłogę równy jest  $k$ .

Odp.  $\arctg(1/(2k+1)) \leq \alpha \leq \pi/4$

7. Dziewczyna o wzroście 150 cm oddala się od lampy ulicznej umieszczonej na wysokości 5 m z prędkością 80 m/min. Znajdź prędkość czubka jej cienia. Z jaką szybkością rośnie długość jej cienia?

Odp.  $v \approx 114$  m/min;  $u \approx 34$  m/min

## Wielkanocne zadania z jajkiem

1. Jednorodna deska opiera się jednym końcem na cegle, a drugim – na jajku. Deska ma 10 m długości i ciężar 56 N. Ty ważysz 650 N. Wiadomo, że jajko ulega zgnieceniu pod naciskiem co najmniej 120 N. Jak daleko od końca opartego na cegle możesz przejść po desce, aby jajko nie zostało zgniecione?

Odp.  $x \approx 142$  cm

2. Znajdź moment bezwładności cienkiej sferycznej powłoki o masie  $m$  i promieniu  $r$  względem jej środka, wiedząc że rozmieszczenie masy na niej ma symetrię sferyczną.

Odp.  $I = 2mr^2/3$

3. Na dnie poziomego prostokątnego rowka znajduje się klocek o masie  $M$  i stykający się z nim klin o masie  $m$ , który może się ślizgać po kločku. Prawa ściana kločka jest ścięta pod kątem  $\alpha$ . Klocek może się przemieszczać wzdłuż rowka, którego ścianki mogą mu służyć za prowadnice. Do lewej, prostopadłej do prowadnicy ścianki kločka została pod kątem prostym przyłożona siła o wartości  $F$ . Z jakim przyspieszeniem zacznie się poruszać klocek? Tarcie pomiędzy wszystkimi stykającymi się powierzchniami jest pomijalnie małe.

Odp.  $a = 2F/(m + 2M) - mg \text{ ctga} / (m + 2M)$

4. Ładunek dodatni  $Q$  został rozmieszczony równomiernie na cienkim drucianym pierścieniu o promieniu  $R$ . Mała kulka o masie  $m$  i ujemnym ładunku o wartości  $q$  może się ślizgać swobodnie po cienkim poziomym drucie leżącym na osi pierścienia. Kulkę odsunięto od środka pierścienia na odległość  $x_0 \ll R$  od środka pierścienia i puszczono swobodnie. Znajdź zależność energii kinetycznej kulki od współrzędnej  $x$ .

$$\text{Odp. } E_k = kQq(x_0^2 - x^2)/2R^3$$

## Wychłodzone zadania świąteczne

1. Cztery jachty A, B, C i D płyną w mgłę ze stałymi prędkościami. Jachty A i B o mało się nie zderzyły, nazwijmy to zdarzenie spotkaniem. Wiadomo, że nastąpiły następujące spotkania: A i B, A i C, A i D, B i C oraz B i D. Wiemy też, że jednocześnie następowało spotkanie nie więcej niż dwóch jachtów. Udowodnij, że w tych warunkach również C i D się spotkały, jeśli ich prędkości miały różne wartości.

2. Pasażer stał na peronie przy początku wagonu o numerze  $k$ . Pociąg ruszył i okazało się, że wagon o numerze  $m$  przejeżdżał koło stojącego pasażera  $t$  sekund. Ile czasu zajmie przejazd koło pasażera wagonu o numerze  $n$ ? Ruch pociągu jest jednostajnie przyspieszony, a wagony są jednakowej długości.

$$\text{Odp. } t_n = t[(n+1-k)^{1/2} - (n-k)^{1/2}] / [(m+1-k)^{1/2} - (m-k)^{1/2}]$$

3. Pewien człowiek, pływając w jeziorze o kształcie koła, zauważył goryla stojącego przy brzegu. Zakładając, że człowiek biega szybciej od goryla, który może biec z prędkością co najwyżej  $v = 8$  m/s i że goryl pływa wolniej od człowieka, który może płynąć z prędkością co najwyżej  $u = 2$  m/s, odpowiedz i uzasadnij, czy człowiek ten, znalazłszy się w dowolnym miejscu jeziora, ma możliwość ucieczki przed sprytnym gorylem.

Odp. Tak, człowiek może uciec.

4. Puszka w kształcie walca ma całkowitą powierzchnię ścianek  $300\pi$  cm<sup>2</sup>. Znajdź maksymalną wartość objętości puszek  $V_{\max}$ .

$$\text{Odp. } V_{\max} = \pi 500\sqrt{2}$$

## Świeże wiosenne zadania

1. Balon opada ze stałą prędkością. Jaką masę  $m$  balastu należy wyrzucić, aby zaczął wznosić się z tą samą prędkością? Masa balonu –  $M$  (z balastem), siła wyporu balonu –  $F_A$ .

$$\text{Odp. } m = 2(M - F_A/g)$$

2. Do dna zamkniętego walcowatego naczynia całkowicie wypełnionego wodą przywarł pęcherzyk powietrza pod ciśnieniem  $p_0$ . Jakie będzie ciśnienie na dno naczynia, gdy pęcherzyk oderwie się od dna i przywrze do górnej pokrywy naczynia. Wysokość walca wynosi  $H$ , gęstość wody –  $d$ .

$$\text{Odp. } p = p_0 + dgH$$

3. Na poziomej powierzchni znajduje się klocek o masie  $m = 0,1$  kg przymocowany do pionowej ściany sprężynką o stałej sprężystości  $k = 1,0$  N/m. Współczynnik tarcia klocka o powierzchnię wynosi  $\mu = 0,5$ . Sprężynę rozciągnięto o  $l = 8,3$  cm i puszczono swobodnie. Znajdź końcowe położenie klocka. Ile razy przejdzie przez położenie odpowiadające sytuacji niezdeformowanej sprężyny?

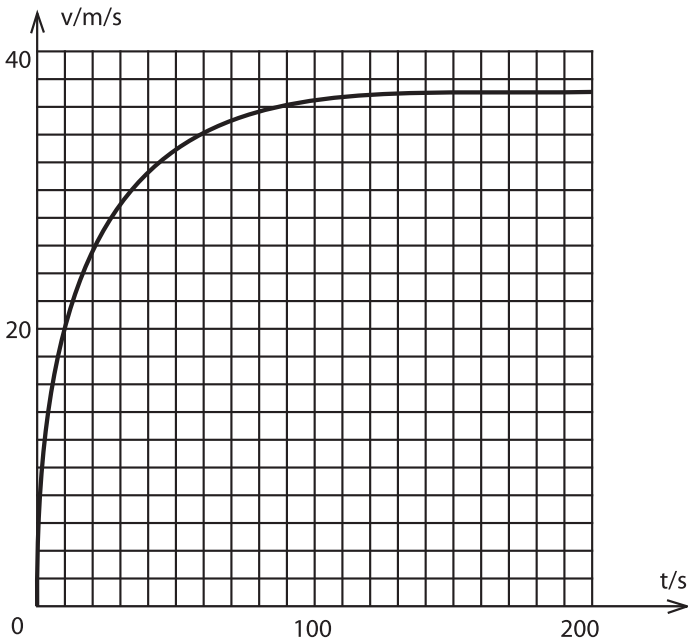
Przyspieszenie swobodnego spadania wynosi  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.

Odp.  $\Delta l = 0,3$  cm na prawo od położenia równowagi;  $N = 8$  razy

4. Taśma transportera porusza się z prędkością  $v_0 = 3$  m/s. Na taśmę położono cegłę o masie  $m = 4,0$  kg. Jaką poziomą siłę należy przyłożyć do cegły, aby poruszała się prostopadle do taśmy transportera w układzie odniesienia związanym z Ziemią z prędkością  $v_1 = 0,10$  m/s. Współczynnik tarcia cegły o taśmę wynosi  $\mu = 0,80$ .

Odp.  $F \approx 31,4$  N

5. Wagon kolejowy stojący na torach zaczęto ładować piaskiem wysypującym się z nieruchomego zbiornika ze stałą szybkością (masą ładowanego piasku na jednostkę czasu). Jednocześnie z rozpoczęciem załadunku na wagon zaczęła działać stała pozioma siła ze strony parowozu o wartości  $F = 4,0$  kN. Na wykresie przedstawiono zależność prędkości wagonu od czasu. Określ masę pustego wagonu i szybkość załadunku piasku.



Odp.  $m_0 \approx 10^3$  kg;  $\Delta m / \Delta t \approx 10^2$  kg/s

## Noworoczne zadania

1. Na rzece w odległości  $L = 60$  m od brzegu zakotwiczona jest tratwa. Prędkość prądu rzeki przy brzegu wynosi  $u_0 = 0$  i rośnie liniowo wraz z odległością od brzegu w taki sposób, że w pobliżu tratwy wynosi  $u_L = 2$  m/s. Od brzegu w kierunku tratwy odbija motorówka, rozwijając względem wody prędkość  $v = 7,2$  km/h. W jaki sposób sternik powinien ją skierować przed wypłynięciem, aby bez żadnych korekt prędkości motorówki przybić do tratwy dokładnie naprzeciwko miejsca odbicia od brzegu? Przez jaki czas  $\tau$  motorówka będzie płynąć?

Odp. Pod kątem  $\alpha = 60^\circ$  do brzegu;  $\tau \approx 35$  s

2. Na brzeg poziomego stołu (tylko jedna z kuleczek hantelki znajduje się nad stołem) z wysokości  $H$  spada poziomo hantelka zbudowana z dwóch jednakowych masywnych małych kuleczek, połączonych nieważką rączką o długości  $l$ . Jaką odległość przeleci hantelka po doskonale sprężystym zderzeniu ze stołem do momentu, kiedy po raz pierwszy przyjmie ponownie pozycję poziomą?

Odp.  $h = \pi l^2/16 H$

3. Miasto planuje budowę nowego parku z torem dla miłośników rolek, mającym długość  $400\pi$  m. Przestrzeń ograniczona torem ma się składać z prostokątnego boiska z dwoma półkolistymi zakończeniami, obsadzonymi kwiatami. Jakie muszą być rozmiary samego boiska, by miało maksymalną powierzchnię? Ile wówczas będzie powierzchni obsadzonej kwiatami?

Odp. Boisko  $200\text{ m} \times 100\pi\text{ m}$ ; powierzchnia obsadzona kwiatami  $10\,000\pi\text{ m}^2$

4. Prostopadłościenna metalowa sztaba o przekroju kwadratu ma taki kształt, że suma jej długości oraz boku kwadratowej podstawy nie przewyższa 18 cm. Jaka jest maksymalna możliwa objętość tej sztaby?

Odp.  $V_{\max} = 864\text{ cm}^3$

## Jesienne „względne” zadania

1. Z portów A i B (odległość między nimi wynosi  $l$ ) jednocześnie wypływają dwa kutry. Prędkość pierwszego wynosi  $v_1$ , a drugiego  $v_2$ . Kierunek ruchu pierwszego tworzy z linią AB kąt  $\alpha$ , a drugiego – kąt  $\beta$ . Znajdź najmniejszą odległość pomiędzy kutrami.

Odp.  $d_{\min} = l \sin(\arctg [(v_2 \sin \beta - v_1 \sin \alpha)/(v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta])$

2. Wyobraźmy sobie rzekę o równoległych brzegach, oddalonych od siebie o odległość wynoszącą 1. Prędkość prądu na całej szerokości rzeki jest jednakowa i równa  $u$ . Z jaką najmniejszą prędkością liczoną względem wody  $v$  powinna płynąć łódka, aby przepłynąć rzekę z punktu A do punktu B leżącego na przeciwległym brzegu o  $d$  poniżej od A wzdłuż nurtu rzeki?

Odp.  $v_{\min} = ul/(l^2 + d^2)^{1/2}$

3. W odległości  $L = 400$  m od semafora włączono hamulce elektrowozu poruszającego się do tej pory z prędkością  $v = 54$  km/h. Określ odległość od elektrowozu do semafora minutę później, jeśli hamulce powodują, że elektrowóz porusza się z przyspieszeniem  $a = -0,3$  m/s<sup>2</sup>.

Odp. 25 m

4. Określ, ile różnych rzeczywistych pierwiastków będzie miało równanie  $x^3 - 3x^2 - a = 0$  w zależności od wartości parametru  $a$ .

Odp.  $a < -4$  i  $a > 0$  – 1 pierwiastek;  $a = 0$  i  $a = -4$  – 2 pierwiastki,  $-4 < a < 0$  – 3 pierwiastki

## Deszczowe zadania

1. Kolumna trenujących biegaczy ma długość  $l$  i porusza się z prędkością  $v$ . Naprzeciw kolumnie biegnie trener z prędkością  $u$  ( $u < v$ ). Po dobiegnięciu do trenera każdy biegacz zawraca i biegnie w przeciwną stronę z prędkością  $v$ . Jaka będzie długość kolumny, gdy trener napotka ostatniego biegacza?

Zadanie spróbuj rozwiązać w układach odniesienia:

a) „trener”;

b) „kolumna”;

c) „ziemia”.

Odp.  $l' = l \frac{v-u}{v+u}$

2. Jednorodny pręt o długości  $L$  i masie  $M$  obraca się jednostajnie ze stałym okresem  $T$  wokół prostopadłej osi przechodzącej przez jego koniec. Znajdź energię kinetyczną pręta. Jaka będzie ta energia, jeśli oś będzie przechodzić przez środek pręta?

Odp.  $E_1 = 2\pi^2 ML^2/3T^2$ ;  $E_2 = \pi^2 ML^2/6T^2$

3. Cienka soczewka skupiająca ma ogniskową  $F$  i daje obraz rzeczywisty przedmiotu. Jaka jest minimalna odległość między przedmiotem a jego obrazem?

Odp.  $d_{\min} = 4F$

4. Jednorodna tarcza o masie  $M$  i promieniu  $R$  wiruje jednostajnie z częstotliwością  $f$  wokół osi prostopadłej do jej płaszczyzny przechodzącej przez jej środek. Znajdź energię kinetyczną tarczy.

Odp.  $E_k = MR^2\pi^2 f^2$

Poniżej propozycja **dwóch zadań z elektromagnetyzmu** dla uczestników finału olimpiady fizycznej

1. Naładowana cząstka trafia do ośrodka, w którym działa na nią siła oporu o wartości proporcjonalnej do jej prędkości. Do pełnego zatrzymania cząstka przebywa drogę  $S = 10$  cm. Jeśli w ośrodku występuje pole magnetyczne prostopadłe do kierunku ruchu cząstki, to przy tej samej prędkości początkowej zatrzymuje się w odległości  $l_1 = 6$  cm od punktu trafienia do ośrodka. W jakiej odległości  $l_2$  od punktu trafienia ośrodka zatrzymałaby się cząstka, gdyby pole magnetyczne było dwa razy mniejsze?

Odp.  $l_2 \approx 8,33$  cm

2. Kwadratowa недеformowalna ramka nadprzewodząca o boku  $a$  jest ustawiona poziomo i znajduje się w niejednorodnym polu magnetycznym. Indukcja pola zmienia się w przestrzeni zgodnie z następującymi zależnościami:  $B_x = -kx$ ,  $B_y = 0$ ,  $B_z = kz + B_0$ .

Masa ramki wynosi  $m$ , jej indukcyjność –  $L$ . W chwili początkowej środek ram znajduje się w początku układu współrzędnych, a jej boki są równoległe do osi  $x$  i  $y$ . Ramkę upuszczono. Jak będzie się poruszać i gdzie znajdzie się po czasie  $t$ ?

$$\text{Odp. } z = \frac{mg}{k} \left[ -1 + \cos \left( \sqrt{\frac{k}{m}} t \right) \right]$$

Poniżej (jako uzupełnienie) przedstawiam kilka zestawów zadań połączonych wspólną tematyką wraz ze szkicami rozwiązań.

## Co tu się dzieje?

1. Nieskończona płaszczyzna z otworem kołowym o średnicy  $d$  jest równomiernie naładowana dodatnio. Płaszczyzna oddziałuje na umieszczony na osi otworu dodatni ładunek punktowy  $q$ . Kiedy siła tego oddziaływania będzie większa – gdy odległość ładunku od płaszczyzny wyniesie  $5d$  czy gdy wyniesie  $50d$ ?

2. Pomiędzy okładkami płaskiego kondensatora powietrznego występuje jednorodne pole elektryczne o natężeniu  $E$ . Wartość ładunków (mają przeciwne znaki) na każdej okładce wynosi  $q$ . Z siłą o jakiej wartości oddziałują na siebie te okładki? Pomiń niejednorodność pola w pobliżu krawędzi okładek.

3. Naładowana metalowa płytką znajduje się w zewnętrznym polu elektrycznym prostopadłym do jej powierzchni. W wyniku superpozycji natężenie całkowitego pola elektrycznego po jednej stronie płytki blisko jej powierzchni wynosi  $\mathbf{E}_1$  i jest skierowane od płytki prostopadle do niej, a po drugiej stronie, też blisko jej powierzchni, wynosi  $\mathbf{E}_2$  i też jest skierowane od płytki prostopadle do niej. Całkowity ładunek płytki wynosi  $q$ . Jaka siła elektrostatyczna działa na płytkę? Pomiń efekty brzegowe w pobliżu krawędzi płytki.

4. Elektron porusza się w kierunku innego nieruchomego i swobodnego elektronu. Bardzo daleko od niego (niektórzy powiedzieliby w nieskończoności) ma prędkość  $v$ . Na jaką minimalną odległość zbliżą się do siebie elektrony? Zaniedbaj efekty związane z promieniowaniem elektromagnetycznym przyspieszających elektronów.

Powyższe zadania dobrze pokazują, że rozwiązywanie problemów fizycznych to przede wszystkim zrozumienie występującej w nich sytuacji fizycznej. Dopiero wówczas wykorzystanie zapamiętanych praw i związków ma sens i prowadzi do pozytywnych efektów. Próba mechanicznego zastosowania podstawowych wzorów bez pełnego zrozumienia przedstawionej w zadaniach sytuacji fizycznej prowadzi do błędnych wyników.

## Szkice rozwiązań

1. Wiadomo, że pole elektryczne nieskończonej równomiernie naładowanej płaszczyzny jest jednorodne. Gdyby nie miała otworu, wytwarzałaby jednorodne pole elektryczne i odpychałaby ładunek  $q$  ze stałą siłą. Myślowo potraktujmy otwór jako nałożenie się na siebie dwóch naładowanych krążków przeciwnych znaków o średnicy  $d$  i wartości gęstości powierzchniowej ładunku identycznej z tą, jaką ma płaszczyzna. W efekcie otrzymujemy pełną nieskończoną naładowaną dodatnio płaszczyznę oraz ujemnie naładowany krążek o średnicy  $d$ . Ładunek  $q$  jest wobec tego odpychany od płaszczyzny ze stałą co do wartości siłą oraz przyciągany przez krążek. Ponieważ krążek jest skończonym obiektem, druga siła maleje wraz z odległością. W efekcie wartość siły wypadkowej działającej na ładunek  $q$  wraz z odległością rośnie. Siła wypadkowa działająca na ten ładunek będzie miała większą wartość w odległości  $50d$  niż w odległości  $5d$ .

2. Pole elektryczne wewnątrz kondensatora jest sumą identycznych pól pochodzących od obu okładek. Z tego wynika, że pole elektryczne wytworzone przez jedną z nich ma wartość  $E/2$ . Na każdą z okładek działa tylko pole wytworzone przez tę drugą. W związku z tym na każdą okładkę działa, ze strony tej drugiej, siła przyciągania o wartości  $qE/2$ .

3. Pole w sąsiedztwie płytki jest wynikiem superpozycji dwóch pól: zewnętrznego pola o wartości natężenia  $E$  oraz pola o wartości natężenia  $E'$  wytworzonego przez samą płytkę. Jeśli za dodatni przyjmiemy zwrot pola  $E_2$ , to zasada superpozycji daje nam:

$$E - E' = -E_1 \text{ i } E + E' = E_2$$

Z tego układu równań otrzymujemy wartość natężenia zewnętrznego pola elektrycznego:  $E = \frac{E_2 - E_1}{2}$

Oczywiście na płytkę oddziałuje wyłącznie zewnętrzne pole elektryczne. Zatem poszukiwana siła

$$F = \frac{q(E_2 - E_1)}{2}$$

4. Elektrony mają ładunek tego samego znaku, a więc będą się odpychać. Oznacza to, że cząstka, która w chwili początkowej spoczywała, będzie się poruszać coraz szybciej, natomiast elektron, który w chwili początkowej miał prędkość o wartości  $v$ , będzie się poruszał coraz wolniej. Elektrony przestaną się do siebie zbliżać i zaczną oddalać (a więc odległość między nimi będzie minimalna) w chwili, gdy wartości ich prędkości zrównają się ze sobą. Oznaczmy wartość prędkości elektronów w tym momencie jako  $u$ , a ich odległość jako  $d$ . Na układ złożony z dwóch rozważanych elektronów nie działają żadne siły zewnętrzne, a w samym układzie – żadne siły niezachowawcze. Zarówno pęd układu, jak i jego energia są więc takie same w chwili początkowej i w chwili, gdy odległość elektronów była minimalna. Porównując pędy układu w obu momentach otrzymujemy  $mv = 2mu$ , a porównując energie  $\frac{mv^2}{2} = \frac{ke^2}{d} + 2\frac{mu^2}{2}$ , gdzie  $m$  – masa elektronu,  $e$  – jego ładunek. Rozwiązując ten układ równań otrzymujemy:

$$d = \frac{4ke^2}{mv^2}$$

## „Względne” zadanka

1. Wzdłuż drogi równoległe do siebie poruszają się dwie kolumny samochodów. Odległości między samochodami w kolumnach wynoszą odpowiednio  $d_1$  i  $d_2$ , a prędkości samochodów –  $v_1$  i  $v_2$ . Nieruchomy obserwator znajdujący się tuż przy drodze zauważa, że czasem mijają go para samochodów. Jak, i z jaką prędkością powinien się poruszać obserwator, aby spotykać samochody tylko parami? Odległości  $d_1$  i  $d_2$  są dużo większe od rozmiarów samochodów.

2. Podczas wietrznej pogody kolarze jadą charakterystycznym „wachlarzykiem”. Tworzy on z brzegiem szosy kąt  $\theta = 30^\circ$ . Kolarze w „wachlarzyku” jadą z jednakowymi prędkościami o wartości  $v = 10$  m/s. Jaka jest wartość minimalnej prędkości wiatru, przy której kolarze właśnie tak będą jechać, i jaki będzie kierunek tej prędkości?

3. Kolumna biegaczy o długości  $l$  porusza się z prędkością o wartości  $v$ . Naprzeciw kolumnie biegnie trener z prędkością  $u$  ( $u < v$ ). Każdy biegacz po dobiegnięciu do trenera natychmiast zawraca, nie zmieniając wartości prędkości. Jaką długość będzie miała kolumna biegaczy, gdy ostatni z nich dobiegnie do trenera? Zastanów się, w jakim układzie odniesienia najwygodniej jest rozwiązać to zadanie.

4. Na idealnie gładkiej poziomej powierzchni znajduje się klocek o masie  $m$ . Do klocka przyczepiono sprężynę o stałej sprężystości  $k$ . W pewnym momencie swobodny koniec sprężyny zaczęto ciągnąć w taki sposób, że poruszał się ze stałą poziomą prędkością o wartości  $u$ , skierowaną wzdłuż sprężyny. Jakie będzie wówczas maksymalne wydłużenie sprężyny  $d$ ?

Jak można zauważyć, zadania łączy to, że odpowiedni dobór układu odniesienia, w którym rozważamy dany problem, znakomicie upraszcza i ułatwia jego rozwiązanie. Uczula to uczniów na potrzebę i wartość pomyślenia o tego rodzaju układzie odniesienia podczas rozwiązywania zadań.

## Wskazówki do rozwiązań i odpowiedzi

1. Wygodnie jest obrócić układ odniesienia związany z obserwatorem. Jeśli względem ziemi obserwator porusza się zgodnie z kierunkiem ruchu kolumn z prędkością o wartości  $u$ , to w układzie odniesienia związanym z obserwatorem kolumny poruszają się względem niego z prędkościami odpowiednio  $v_1 - u$  i  $v_2 - u$ . Jeśli samochody mają mijać obserwatora parami, to odstępy czasu pomiędzy mijającymi go samochodami z obu kolumn muszą być identyczne. A zatem:  $\frac{d_1}{v_1 - u} = \frac{d_2}{v_2 - u}$ . Stąd  $u = \frac{v_1 d_2 - v_2 d_1}{d_2 - d_1}$ . Odpowiedź w przypadku ruchu obserwatora naprzeciw kolumnom różni się jedynie znakiem, a rozwiązanie przeprowadza się w identyczny sposób.

2. Kolarze jadą „wachlarzykiem”, by jadący z przodu osłaniali ich od wiatru – po prostu chowają się za ich plecami. Oznacza to, że w układzie odniesienia związanym z kolarzami wiatr jest skierowany wzdłuż „wachlarzyka”. Prędkość wiatru w tym układzie, na podstawie reguł składania prędkości, jest wektorową sumą prędkości wiatru względem Ziemi  $\mathbf{u}$  oraz prędkości Ziemi względem kolarzy  $\mathbf{v}$  (wektor przeciwny do wektora prędkości kolarzy względem Ziemi ma tę samą wartość, ale przeciwny zwrot).



Minimalna wartość prędkości wiatru względem Ziemi, przy której wiatr wieje wzdłuż „wachlarzyka”, musi być skierowana prostopadle do prostej wyznaczonej przez „wachlarzyk”. Warto, jak w większości przypadków, naszkicować sobie tę sytuację (szczególnie dodawanie wektorów prędkości), inaczej trudno ją będzie zrozumieć i wyciągnąć odpowiednie wnioski. Minimalna prędkość wiatru wynosi  $u = 5 \text{ m/s}$ , gdyż przyprostokątna leżąca naprzeciwko kąta  $30^\circ$  jest równa połowie przeciwprostokątnej.

3. Zadanie najwygodniej rozwiązuje się w układzie odniesienia związanym z trenerem. W tym układzie odniesienia kolumna biegnie do niego z prędkością o wartości  $v + u$ , a następnie oddala się od niego z prędkością o wartości  $v - u$ . Przy początkowej długości kolumny  $l$ , pomiędzy spotkaniem trenera z pierwszym zawodnikiem a jego spotkaniem z ostatnim biegaczem upłyne czas  $\frac{l}{v+u}$ . W tym samym czasie formuje się kolumna biegnąca w przeciwnym kierunku i pierwszy biegacz zdoła przebiegnąć  $l' = \frac{l}{(v+u)(v-u)}$ . Dokładnie taka, czyli  $l' = l \frac{v-u}{v+u}$  jest też długość kolumny biegaczy po spotkaniu ostatniego z nich z trenerem.

4. Zadanie wygodnie jest rozwiązywać w układzie odniesienia związanym z ciągniętym końcem sprężyny. Wtedy sprowadza się ono do typowej sytuacji, w której ten koniec sprężyny spoczywa (tak jakby był przymocowany np. do ściany), a klocek ma w chwili początkowej prędkość o wartości  $u$  i rozciąga sprężynę. W chwili maksymalnego rozciągnięcia sprężyny klocek zatrzymuje się i zawraca.

Porównując (w układzie występują wyłącznie siły zachowawcze) energię układu w chwili początkowej (wyłącznie energia kinetyczna klocka) i końcowej (wyłącznie potencjalna energia sprężystości sprężyny), otrzymujemy równanie:  $\frac{mu^2}{2} = \frac{kd^2}{2}$ . Skąd  $d = u \sqrt{\frac{m}{k}}$ .

Warto zwrócić uwagę, że rozwiązanie tego zadania w sposób dający się uzasadnić z wykorzystaniem praw fizyki w innym układzie odniesienia (np. Ziemia) jest na ogół bardzo skomplikowane.

## Trochę inna fala

W poniższym zadaniu rozpatrujemy efekty związane z ruchem kolumny samochodów. Będziemy zakładać, że wszyscy kierowcy ściśle się trzymają przepisów ruchu drogowego i otrzymanych wskazań oraz mają doskonałe wyczucie tego, co widzą. Wszystkie samochody są jednakowe, przy opisie ruchu można je uważać za punkty materialne. Za odległość między samochodami będziemy uważali odległość pomiędzy ich kierowcami. Rozpatrywana kolumna składa się z  $N = 50$  samochodów.

### 1. Rozpędzanie się kolumny

Niech wszystkie samochody stoją, będąc w tej samej odległości od sąsiadów  $l_0 = 10 \text{ m}$ . Skierujmy oś  $Ox$  wzdłuż drogi w kierunku przyszłego ruchu samochodów. Początek osi umieścimy w miejscu, gdzie się znajduje pierwszy samochód.

Kolumna rusza z miejsca. Każdy samochód rozpędza się ze stałym przyspieszeniem  $a_0 = 2,0 \text{ m/s}^2$ , osiąga prędkość  $v_0 = 20 \text{ m/s}$  i dalej jedzie ze stałą prędkością. Pierwszy samochód rusza z miejsca w chwili  $t = 0 \text{ s}$ , każdy kolejny rusza z miejsca w chwili, gdy poprzedzający samochód oddali się na odległość  $l_1 = 35 \text{ m}$ .

a) Naszkicuj wykres zależności prędkości i współrzędnych pierwszych trzech samochodów dla czasu  $t \in [0s ; 30s]$ .

b) Znajdź odległość  $l_2$  między dwoma sąsiednimi samochodami w trakcie ruchu całej kolumny.

c) Znajdź długość kolumny w chwili, gdy już wszystkie jej pojazdy będą się poruszać ze stałą prędkością.

d) Gdy kolumna rusza z miejsca, przechodzi przez nią „fala rozrzedzenia”. Znajdź prędkość tej fali.

Wyobraź sobie, że samochody stoją dostatecznie blisko siebie. Kiedy rusza kolejny samochód, odległość od niego do kolejnego znacznie się zwiększa (w tym miejscu kolumna zaczyna się wydłużać). Pod nazwą „fala rozrzedzenia” należy rozumieć prędkość, z jaką porusza się ten punkt kolumny, do którego doszła strefa jej wydłużania.

## 2. Zatrzymanie się kolumny.

Padła komenda zatrzymania kolumny. Każdy samochód hamuje z przyspieszeniem  $a_2 = -4,0 \text{ m/s}^2$ . W czasie hamowania z tyłu samochodu zapalają się czerwone lampki stop. Dlatego kierowca samochodu może zacząć hamowanie po pewnym czasie  $\tau_2$ .

a) Czemu powinien być równy odstęp czasu  $\tau_2$  (pomiędzy początkami hamowania kolejnych samochodów), żeby w chwili zatrzymania odległość samochodów wynosiła znów  $l_0 = 10 \text{ m}$ ?

b) W czasie hamowania wzdłuż kolumny przebiega fala „kurczenia się”. Znajdź prędkość tej fali.

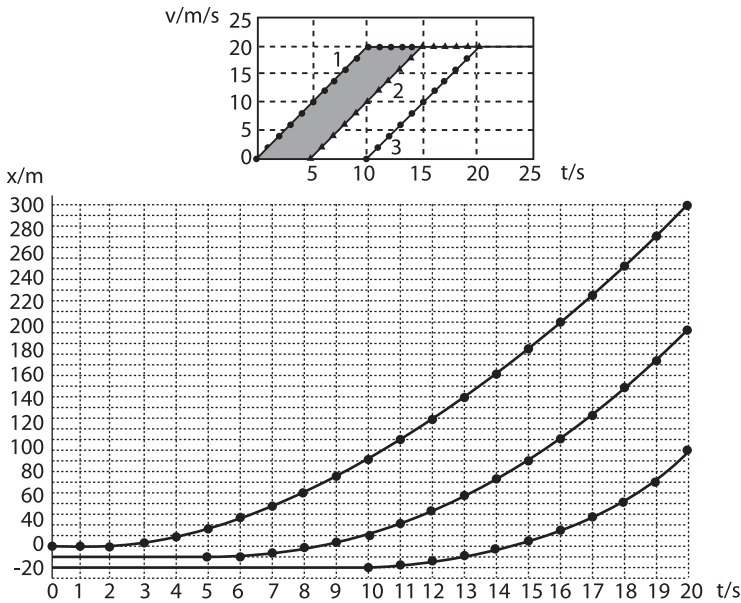
Powyższy zestaw zadań stanowi dobre wprowadzenie do trochę innego spojrzenia na zjawiska falowe jako zjawiska transportu. Jednocześnie pozwala pokazać efektywność zastosowania metod graficznych w kinematyce.

## Szkiełki rozwiązań

1. a) Odstęp czasu  $\tau$ , po którym samochód osiąga wymaganą prędkość ruchu kolumny, możemy określić, korzystając z zależności prędkości od czasu w ruchu jednostajnie zmiennym.

W tym przypadku  $v_0 = a_0 \tau_1$ , skąd  $\tau_1 = \frac{v_0}{a_0} = 10 \text{ s}$ . W tym czasie przebędzie on odległość  $d = \frac{a_0}{2} \tau_1^2 = \frac{v_0^2}{2a_0} = 100 \text{ m} > 35 \text{ m}$ . Odległość ta jest większa niż odległość pojazdów  $l_1 = 35 \text{ m}$ , przy której rusza następny samochód. Tak więc ruszy on, zanim pierwszy osiągnie prędkość  $v_0 = 20 \text{ m/s}$ , a dokładnie w chwili  $\tau$ , którą możemy znaleźć na podstawie zależności współrzędnej od czasu w ruchu jednostajnie zmiennym.

W tym przypadku przybiera ona postać  $l_1 - l_0 = \frac{a_0}{2} \tau^2$ , skąd  $\tau = \sqrt{\frac{2(l_1 - l_0)}{a_0}} = 5,0 \text{ s}$ . Zwróćmy uwagę, że w tej konkretnej sytuacji występuje prosty związek  $\tau_1 = 2\tau$ . Zatem pierwszy samochód w ciągu odstępu czasu  $2\tau$  będzie się poruszał najpierw ruchem jednostajnie zmiennym (na wykresie prędkości – odcinek linii prostej, na wykresie współrzędnej – fragment paraboli), a następnie – jednostajnym (na wykresie prędkości – linia pozioma, na wykresie współrzędnej – odcinek linii prostej). Wykres zależności ruchu drugiego samochodu jest identyczny, tylko przesunięty o odstęp czasu  $\tau$  i odległość  $-l_0$ , trzeciego – przesunięty na osi czasu o  $2\tau$  i o  $-2l_0$  na osi współrzędnych itd. (patrz rys. 1. i 2.).



b) Odległość pomiędzy samochodami w kolumnie (po nabraniu przez nią ustalonej prędkości) najłatwiej jest znaleźć na podstawie zależności prędkości samochodów od czasu. Zauważmy, że pole powierzchni pomiędzy wykresami dla dwóch sąsiednich samochodów (na rysunku zaciemniony równoległobok) liczbowo jest równe przyrostowi odległości między tymi samochodami. Pole tego równoległoboku, o wysokości 20 m/s i podstawie 5 s, wynosi  $\Delta l = 100$  m. Ponieważ początkowa odległość samochodów wynosiła 10 m, to w trakcie ruchu kolumny ze stałą prędkością będzie wynosić  $l_2 = 110$  m.

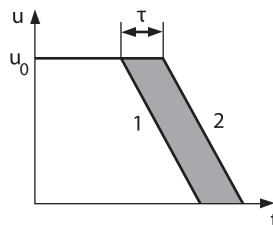
c) Liczba odstępów pomiędzy  $N$  samochodami kolumny wynosi  $N-1$ . Stąd długość kolumny  $L = (N - 1) l_2 = 5,39$  km.

d) Ponieważ samochody ruszają w równych odstępach czasu  $\tau$  i znajdują się w początkowej odległości  $l_0$ , to prędkość, z jaką porusza się (w kierunku tyłu kolumny) „fala rozrzedzenia” wynosi  $v = -\frac{l_0}{\tau} = -2\frac{m}{s}$ .

## 2. Zatrzymanie się kolumny

a) Przedstawmy na wykresie zależność od czasu prędkości dwóch sąsiednich samochodów podczas ich zatrzymywania się (rys. 3.).

Tak jak poprzednio (w 1b) pole powierzchni pomiędzy wykresami równe jest zmianie odległości między samochodami, tzn.  $\Delta x = v_0 \tau$ . Ponieważ odległość powinna ponownie ulec zmianie o  $\Delta l = l_1 - l_0$ , to odstęp czasu pomiędzy początkami hamowania samochodów powinien być równy  $\tau = \frac{\Delta l}{v_0} = 5,0$  s, przy czym wynik ten nie zależy od przyspieszenia.



b) Czas pomiędzy zatrzymaniami samochodów wynosi  $\tau$ , każdy kolejny samochód zatrzymuje się w odległości  $l_0 = 10 \text{ m/s}$  od poprzedniego. Dlatego „fala zgęszczenia” wędruje (do tyłu kolumny) z prędkością  $v = -\frac{l_0}{\tau} = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

## „Ekstremalne” zadania

1. Ciężka jednorodna lina zawieszona na jednym z końców nie zrywa się, gdy jej długość nie przekracza  $l_0$ . Lina ta zsuwa się pod wpływem siły ciężkości w poziomej rurce o zagiętym pionowo w dół końcu. Przy jakiej maksymalnej długości liny ta się zsunie, nie zrywając się? Tarcie można zaniedbać.

2. Hantelka o długości  $l$  złożona z dwóch identycznych małych, masywnych kulek oraz długiego, sztywnego i nieważkiego łączącego je pręta stoi pionowo na gładkiej podłodze przy gładkiej ścianie. Dolną kulkę przesunięto nieco w poziomie, prostopadle do ściany, co spowodowało ruch hantelki. Znajdź prędkość dolnej kulki w chwili, gdy górna kulka odrywa się od ściany. Pomiń opór powietrza.

3. Na naładowane sanie o masie  $m$  poruszające się ruchem jednostajnym po poziomej powierzchni działa siła o wartości  $F$ . Współczynnik tarcia sań o powierzchnię wynosi  $k$ . Znajdź minimalną wartość siły oraz kąt, jaki w tej sytuacji tworzy z kierunkiem poziomym.

4. Do swobodnego końca zwisającej bardzo lekkiej sprężyny o stałej sprężystości  $k$  doczepiono kulkę o masie  $m$ . W pewnym momencie kulkę puszczono. W chwili początkowej sprężyna nie jest rozciągnięta. Jaką największą prędkość osiągnie kulka? Pomiń opór powietrza.

Zadania z tego zestawu pokazują możliwości wykorzystania różnych metod poszukiwania ekstremów funkcji w problemach fizycznych, niekoniecznie za pomocą rachunku różniczkowego. Jednocześnie starałem się unikać sytuacji, w której dominujące staną się, zamiast fizycznych, czysto matematyczne elementy rozwiązania.

## Wskazówki do rozwiązań

1. Niech długość liny wynosi  $l$ . Oznaczmy przez  $T$  siłę jej naprężenia,  $d$  – jej gęstość,  $S$  – pole przekroju poprzecznego,  $x$  – długość jej części pionowej w danym momencie,  $(l - x)$  – długość części poziomej,  $g$  – przyspieszenie swobodnego spadania. Wtedy masa pierwszej części liny wyniesie  $xSd$ , a drugiej to  $(l - x)Sd$ . Oznaczając wartość przyspieszenia liny w danym momencie jako  $a$ , możemy zapisać dla obu kawałków liny równania wynikające z drugiej zasady dynamiki (zakładamy, że lina jest dużo dłuższa od jej fragmentu znajdującego się na zgięciu):

$$Sdxg - T = Sdxa \quad (1)$$

$$T = Sd(l - x)a \quad (2)$$

Dzieląc równania (1) i (2) stronami, otrzymujemy równanie zależności  $T(x)$ .

$$T(x) = x^2 Sdg / l - x Sdg \quad (3)$$

Korzystając z pochodnej lub własności funkcji kwadratowej, stwierdzamy, że  $T$  osiąga maksymalną wartość dla  $x = l/2$ . Z warunków zadania  $T \leq Sdl_0g$ . Stąd z (3)  $l_{max} = 4l_0$ .

2. Niech kąt pomiędzy osią hantelki a pionem w chwili odrywania się górnej kulki od ściany wynosi  $\alpha$ , pionowa prędkość górnej kulki równa jest wtedy  $v$ , a pozioma dolnej kulki –  $u$ .

Na podstawie zasady zachowania energii możemy zapisać:

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{mu^2}{2} = mgl(1 - \cos\alpha), \text{ gdzie } m \text{ jest masą pojedynczej kulki.}$$

$$\text{Stąd } v^2 + u^2 = 2gl(1 - \cos\alpha) \quad (1)$$

Ponieważ pręt jest sztywny, to rzuty prostopadłe obu prędkości na kierunek pręta muszą być równe:

$$v\cos\alpha = u\sin\alpha \quad (2)$$

$$\text{Z (1) i (2) otrzymujemy } u^2 = 2gl(x^2 - x^3), \quad (3)$$

gdzie  $x = \cos\alpha$ .

Pozioma składowa prędkości środka masy hantelki rośnie tylko do momentu oderwania się górnej kulki od ściany, ponieważ tylko do tego momentu pozioma siła działała na cały układ. Zatem w tym momencie zarówno ta składowa, jak i (pozioma) prędkość dolnej hantelki  $u$  (więc i  $u^2$ ) osiągają wartość maksymalną. Wystarczy znaleźć  $x$ , dla którego wyrażenie  $y = x^2 - x^3$  osiąga maksimum (porównaj z (3)). Ponieważ  $y = 2x - 3x^2 = 0$  dla  $x = 2/3$ , więc  $u^2$  jest największe dla  $\cos\alpha = 2/3$ . Wynosi więc  $u_{max} = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{2}{3}}gl$ .

3. Siła o minimalnej wartości, potrzebna do utrzymania ruchu jednostajnego sań w tych warunkach musi być skierowana pod pewnym kątem do kierunku poziomego. Zapisując standardowe warunki równowagi sił dla kierunków pionowego i poziomego, mamy  $N + F\sin\alpha = mg$  i  $Nk = F\cos\alpha$ , gdzie  $N$  – wartość siły nacisku sań na powierzchnię. Stąd  $F = \frac{kmg}{k\sin\alpha + \cos\alpha}$ . Minimalna wartość siły  $F_{min}$  wystąpi przy maksymalnej wartości mianownika tego wyrażenia, licznik nie zależy bowiem od kąta. Oznaczmy  $\tan\varphi = k$ .

$$\text{Wówczas } \sin\varphi = \frac{k}{\sqrt{1+k^2}} \text{ i } \cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+k^2}}.$$

$$\text{Zatem } F = \frac{kmg}{(\sin\alpha\sin\varphi + \cos\alpha\cos\varphi)\sqrt{1+k^2}} = \frac{kmg}{\cos(\alpha-\varphi)\sqrt{1+k^2}}.$$

$$\text{Maksymalna wartość } \cos(\alpha-\varphi) \text{ wynosi 1 dla } \alpha = \varphi. \text{ Stąd } \alpha = \arctg(k) \text{ i } F_{min} = \frac{kmg}{\sqrt{1+k^2}}.$$

4. Z zasady zachowania energii wynika, że

$$\frac{mv^2}{2} = mgx - \frac{kx^2}{2}, \quad (1)$$

gdzie  $x$  – wydłużenie sprężyny w stosunku do stanu początkowego,  $v$  – jej prędkość w danym momencie,  $g$  – przyspieszenie swobodnego spadania. Z równania (1) otrzymujemy funkcję kwadratowej zależności  $v^2(x)$ :  $v^2 = x(2g - x^2k/m)$ . Korzystając z pochodnej lub własności funkcji kwadratowej, stwierdzamy, że funkcja ta osiąga maksimum dla  $x = mg/k$ . Zatem maksymalna wartość kwadratu prędkości, jak i samej prędkości wystąpi dla takiego wydłużenia sprężyny. Stąd  $v_{max} = g\sqrt{\frac{m}{k}}$ .

Oczywiście zadanie to można również rozwiązać, wykorzystując wiedzę o drganiach harmonicznym, jakie będzie wykonywała kulka. Jak widać jednak, nie jest to konieczne i umiejętności fizyczne z klasy pierwszej liceum są tu zupełnie wystarczające.

## Poślizg płyty CD

Przybory i wyposażenie: statyw z łapką lub kółkiem, nitki, papier milimetrowy, linijka z podziałką milimetrową, przezroczysta taśma klejąca, płyta CD o gładkiej powierzchni (bez naklejek itp.), ciężarek w kształcie walca o masie  $M = 100$  g ze standardowego zestawu.

W zadaniu tym należy zbadać siłę oporu działającą na płytę CD podczas jej ruchu po papierze milimetrowym. Podczas ruchu z prędkością  $v$  pomiędzy CD o masie  $m$  a papierem milimetrowym działa zarówno siła tarcia kinetycznego  $F_{kin} = \mu mg$ , jak i siła tarcia lepkiego w warstwie powietrza pomiędzy płytą a papierem  $F_{lep} = \beta v$ . Jeśli nadać płycie prędkość początkową  $v_0$ , to drogę przebytą przez nią do chwili zatrzymania opisuje wzór:

$$s = \frac{mv_0}{\beta} \left[ 1 - \frac{\mu mg}{\beta v_0} \ln \left( 1 + \frac{\beta v_0}{\mu mg} \right) \right], \text{ który upraszcza się przy}$$

$$\frac{\beta v_0}{\mu mg} < 0.75 \text{ do: } s = \frac{v_0^2}{2\mu g} - \frac{\beta v_0^3}{3mg^2\mu^2}.$$

1. Wykorzystując dostępny sprzęt i wyposażenie, określ masę  $m$  płyty CD.

2. Ciało o masie  $M$  poruszające się z prędkością  $v$  uderza w spoczywające ciało o masie  $m$ . Zderzenie jest centralne i idealnie sprężyste. Wykaż, że prędkość, z jaką zacznie się poruszać ciało  $m$ , jest proporcjonalna do prędkości  $v$ :  $v_0 = av$ .

Określ współczynnik proporcjonalności  $a$  dla ciężarka uderzającego w płytę CD.

3. Umocuj ciężarek na nici o maksymalnej możliwej długości, przymocowanej do łapki statywu w taki sposób, by położenie równowagi ciężarka znajdowało się dokładnie przy krawędzi stołu. Przymocuj arkusz papieru milimetrowego do stołu. Umocuj taśmą klejącą linijkę do dolnej powierzchni blatu stołu. Połóż płytę CD gładką stroną na stole i przesun ją o 10 mm od brzegu stołu. Odchylając ciężarek na różne odległości od położenia równowagi na linijce, zmusz go do uderzenia w płytę CD i nadania jej w ten sposób pewnej prędkości początkowej. Uważaj, by zderzenie było centralne.

Zmierz zależność drogi  $s$  przebywanej przez płytę na papierze milimetrowym od początkowego odchylenia ciężarka  $X$ . Narysuj wykres tej zależności. Pomiarzy zaczynaj od takich wartości odchylenia ciężarka, przy których płyta CD przesuwa się po papierze nie mniej niż o 10 mm. Narysuj wykres zależności drogi przebywanej przez płytę po papierze od jej prędkości początkowej. Znajdź współczynnik tarcia kinetycznego  $\mu$  i współczynnik tarcia lepkiego  $\beta$ .

Zadanie to, przy bardzo nieskomplikowanym i łatwo dostępnym w domowych warunkach zestawie sprzętu i materiałów, pozwala na wykazanie się pomysłowością przy pomiarze wielu różnych wielkości oraz interpretacji wyników tych pomiarów. Wymaga połączenia wiedzy teoretycznej z doświadczalną praktyką. Bardziej zaawansowani uczniowie mogą spróbować uzasadnić teoretycznie podany w treści zadania wzór oraz jego przybliżenie.

## Wskazówki do rozwiązania

1. Do pomiaru masy płyty CD wykorzystujemy linijkę leżącą na umocowanej na statywie łapce, która będzie służyć jako dźwignia.

Po jednej stronie wieszamy na nitce płytę CD, a po drugiej – ciężarek o znanej masie, tak aby osiągnąć równowagę. Do pomiaru długości ramion dźwigni używamy skali linijki. W celu zwiększenia dokładności pomiarów płytę należy zawiesić możliwie blisko końca linijki. Aby nie uwzględniać masy samej linijki, jej oś obrotu powinna się znajdować pod środkiem masy – linijkę trzeba zrównoważyć przed rozpoczęciem pomiaru masy płyty CD. Dla typowych płyt CD powinniśmy otrzymać masę  $m$  rzędu 15 g.

2. Rozpatrzmy zderzenie ciał. Niech prędkości ciał o masach  $M$  i  $m$  przed zderzeniem i po zderzeniu wynoszą odpowiednio  $v$  i  $v_0$ . Na podstawie znanych zależności dla zderzeń sprężystych  $v_0 = \frac{2M}{M+m}v$ . Czyli  $\alpha = \frac{2M}{M+m}$ .

Przy masach występujących w zadaniu  $\alpha \approx 1,7$ .

3. Odległość  $X$  (rys.) mierzymy linijką umocowaną taśmą klejącą do spodu stołu czy ławki. Przy przesunięciu ciężarka w poziomie o  $X$  zwiększa on wysokość o  $H = R - \sqrt{R^2 - X^2}$ , gdzie  $R$  – odległość od punktu zawieszenia do środka masy ciężarka. Z zasady zachowania energii prędkość ciężarka tuż przed uderzeniem w płytę CD wynosi  $v = \sqrt{2gH} = \sqrt{2g(R - \sqrt{R^2 - X^2})}$ .

Początkowa prędkość ruchu płyty CD po uderzeniu ciężarka  $v_0 = \alpha v = \alpha \sqrt{2g(R - \sqrt{R^2 - X^2})}$ . To wyrażenie pozwala ustalić prędkość początkową płyty CD na podstawie pomiarów  $X$  i  $R$ .

Związek pomiędzy odległością  $s$  przebywaną po uderzeniu ciężarka przez płytę CD a wielkościami  $v_0$ ,  $\mu$ ,  $\beta$ ,  $m$  i  $g$  został podany w treści zadania:

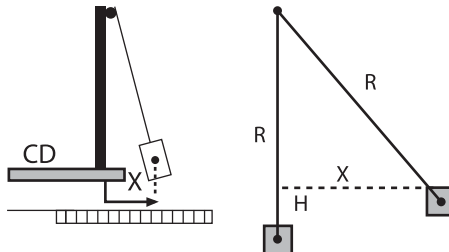
$$s = \frac{v_0^2}{2\mu g} - \frac{\beta v_0^3}{3mg^2\mu^2}.$$

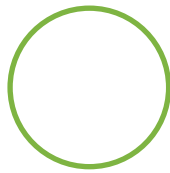
Dzieląc obie strony powyższego równania przez  $v_0^2$ , otrzymujemy:

$$\frac{s}{v_0^2} = A - Bv_0, \text{ gdzie } A = \frac{1}{2\mu g}, B = \frac{\beta}{3mg^2\mu^2}. \text{ Jest to zależność liniowa. Rysując wykres zależności } \frac{s}{v_0^2}$$

od  $v_0$ , jesteśmy w stanie odczytać z niego zarówno  $A$ , jak i  $B$ .  $A$  jest punktem przecięcia przedłużenia uśrednionego wykresu z osią pionową,  $B$  – współczynnikiem kierunkowym tego wykresu. Daje nam to układ dwóch równań z dwiema niewiadomymi  $\mu$  i  $\beta$ , pozwalający wyznaczyć te wielkości. Są one rzędu  $\mu \approx 0,5$ , a  $\beta \approx 0,05$  kg/s.

Opisana metoda wykorzystuje podane w treści zadania przybliżenie, słuszne dla  $\frac{\beta v_0}{\mu mg} < 0,75$ . Po znalezieniu wartości  $\mu$  i  $\beta$  należy sprawdzić, czy występujące w warunkach doświadczenia wielkości spełniają ten warunek oraz ewentualnie odrzucić pomiary odpowiadające zbyt dużym prędkościom początkowym płyty CD.





## **Rozdział V**

Uczeń wybitnie zdolny w klasie  
– jak wykorzystać jego potencjał  
do rozwoju i jego, i klasy





*Uczeń wybitnie zdolny w klasie – jak wykorzystać jego potencjał do rozwoju jego oraz klasy. Uczeń taki może być niezastąpionym asystentem nauczyciela – prowadzenie zajęć lub ich części znakomicie rozwija i motywuje. W rozdziale znajdują się propozycje wykorzystania zdolnego ucznia z wyraźnym zyskiem zarówno dla niego, jak i całej klasy.*

Bardzo rzadko się zdarza, by klasa była złożona tylko z bardzo zdolnych uczniów. Nawet w klasie realizującej program fizyki w zakresie rozszerzonym można spotkać jednego, dwóch, maksymalnie trzech uczniów wybitnie uzdolnionych i zainteresowanych fizyką. Cechują się zwykle docieklivością i sporą, choć nie zawsze uporządkowaną, wiedzą i umiejętnościami. Często wiedza ucznia ma charakter mozaiki – są obszary, gdzie jest bardzo obszerna i szczegółowa, gdzie indziej pojawiają się prawdziwe białe plamy. Wiadomo, że klasy najczęściej liczą ponad 30 osób, w związku z czym mamy bardzo niewiele czasu do dyspozycji. A musimy zadbać o rozwój i wyniki wszystkich uczniów w klasie! Tymczasem ten wybitnie zdolny uczeń zabiera czas, dopytuje bowiem o różne szczegółowe kwestie, wchodzi czasem w nieznanne nauczycielowi obszary, a zadania, które miały klasie zająć pół godziny, on rozwiązuje w 5 minut, ogłaszając tryumfalnie o tym fakcie i samym rozwiązaniu. Niestety, bardzo wielu nauczycieli wybiera wyjście najgorsze, również dla nich – na różne sposoby „uspokajają” takiego ucznia. Jakie mogą być tego efekty? W najmniej dotkliwym wariantcie wybitnie zdolny uczeń będzie siedział znudzony, ale już się nie będzie odzywał. Może się jednak zdarzyć, że poczuje się dotknięty, uzna nauczyciela za wroga i – biorąc pod uwagę wielki potencjał, którym dysponuje – podejmie próby utrudniania mu pracy. Tymczasem przecież taki uczeń jest szansą! Szansą nauczyciela i szkoły na osiągnięcie wymiernego sukcesu, ale i szansą nauczyciela na... ułatwienie sobie realizacji przynajmniej niektórych obowiązków i uzyskanie lepszych wyników całej klasy!

**Najbardziej standardowym sposobem postępowania z uczniem zdolnym i zainteresowanym fizyką jest zapewnienie mu na lekcjach (i po nich) dodatkowych zadań, lektur itp. na odpowiednim, dopasowanym do jego wiedzy poziomie oraz udzielanie mu po lekcji dodatkowych wyjaśnień.**

Ta metoda wymaga od nauczyciela bardzo dużego nakładu czasu, a w zamian ma ewentualnie zdolnego ucznia, który nie burzy mu toku lekcji i niepewną obietnicę jakiegoś sukcesu w kolejnych latach. Jeśli w szkole jest więcej klas z takimi uczniami, a fizyki w danej klasie 2–3 godziny tygodniowo, to nauczyciel ma naprawdę trudną sytuację – może mu nie wystarczyć czasu.

Wszystko zależy oczywiście od konkretnego ucznia, jednakże istnieje lepszy sposób radzenia sobie z uzdolnionymi w klasie oraz wykorzystania ich potencjału. Wiele razy słyszałem narzekania, że w polskiej szkole praktycznie nie ma – dość powszechnej w krajach rozwiniętych – instytucji laboranta. Otóż role te mogą, z wielkim pożytkiem dla siebie i poczuciem docenienia swoich możliwości, wziąć na siebie wybitnie uzdolnieni uczniowie. W szkołach osiągających najlepsze wyniki w kształceniu w ogóle i rozwoju uczniów wybitnie uzdolnionych w szczególności dość popularna jest instytucja asystenta przed-

miotowego. Taki uczeń z wielką satysfakcją przygotowuje pokaz czy doświadczenie, nawet jeśli będzie musiał poświęcić na to sporo czasu. Zwykle chętnie (czasem skuteczniej od nauczyciela, gdyż lepiej rozumie swoich kolegów) wytłumaczy jakieś zadanie, poprowadzi (w obecności nauczyciela!) niektóre lekcje. Może być również pomocny w prowadzeniu koła czy zajęć dla młodszych kolegów. Zdarza się, że uczeń, co dziś zupełnie normalne, będzie miał większe od nauczyciela umiejętności i wiedzę w zakresie narzędzi informatycznych czy obsługi niektórych urządzeń technicznych.

Bardzo wielu nastolatków ma ochotę udowodnić swoją wartość i możliwości. Nauczyciel, umożliwiając swojemu wybitnie uzdolnionemu uczniowi prowadzenie części zajęć, stwarza mu taką szansę. Niewykluczone, że powierzone zadania wypełni w sposób efektowny i pomysłowy – ponieważ są dla niego niezwykle i nowe – a jednocześnie bardzo przemyślane. W końcu nie przypadkiem uznaje się go za wybitnie zdolnego. Co więcej, uczeń doskonale zapozna się z treściami programowymi, wiadomo bowiem, że najpełniej i najgłębiej poznajemy dane zagadnienie, gdy uda nam się wytłumaczyć je innym (oczywiście, nauczyciel przez cały czas musi monitorować pracę swojego asystenta). W ten sposób uczeń zdolny przyzwyczai się do tłumaczenia różnych kwestii fizycznych osobom mniej zdolnym i mniej zainteresowanym. Znakomicie też wejdzie w rolę eksperta w zakresie fizyki czy dyscyplin pokrewnych, którą prawdopodobnie kiedyś, w dorosłym życiu będzie pełnił. Dzięki temu pozostali uczniowie zyskają osobę zwaną dziś modnie tutorem, czyli kimś, kto na bieżąco pomaga w przyswajaniu wiedzy i nadzoruje działania. Z całą pewnością nie zaszkodzi to ich końcowym wynikom. Poza tym zdolny uczeń może służyć kolegom pomocą i inspiracją, tak by efektywnie pomagając swojemu nauczycielowi, jednocześnie w sposób optymalny rozwijał własny potencjał. Warto z nim porozmawiać o tym, co i jak zamierza zrobić, tak by niczego nie narzucając, zwrócić uwagę na istotne problemy czy zasugerować gruntowne przeanalizowanie niektórych pomysłów. Trzeba jednak pamiętać, by odpowiednimi radami chronić swojego asystenta przed konfliktem z klasą czy poszczególnymi kolegami – czasem nowo odkryta przez ucznia rola „uderza do głowy”.

Skoro nasz wybitnie uzdolniony uczeń tak wiele dla kolegów, szkoły i nas robi, należałoby mu się odwdziżyć. Po jakimś czasie bowiem on sam, albo pod wpływem głosów otoczenia, może nabrać destrukcyjnego przekonania, że jest wykorzystywany. Poza tym pomaganie jest bardzo rozwijające, ale nie zaspokaja wszystkich potrzeb. Dlatego należy swoim wybitnie zdolnym uczniom zapewnić coś, co będzie tylko dla nich – jakieś ciekawe i stanowiące wyzwanie zadanie, atrakcyjne lektury czy materiały, udział w interesującym przedsięwzięciu, wycieczce itp. Być może również uda się uzyskać środki na nagrody dla nich na zakończenie roku szkolnego.



## **Rozdział VI**

Formy pracy szkoły i nauczyciela  
z uczniami wybitnie uzdolnionymi  
w czasie ferii, wakacji, dni wolnych  
– obozy, warsztaty itd.

*Formy pracy szkoły i nauczyciela w czasie ferii, wakacji i dni wolnych (np. obozy, warsztaty) zapewniają szczególne warunki wspierania uczniów wybitnie uzdolnionych w zakresie fizyki. Rozdział traktuje o tym, jak organizować takie zajęcia od strony merytorycznej, jak rekrutować uczestników i kadre, jak efektywnie je prowadzić. Zwraca też uwagę na błędy, których należy unikać. Przedstawia możliwości efektywnego wspólnego prowadzenia kilku obozów dla uzdolnionych w różnych dziedzinach.*

Uczeń wykazujący ponadprzeciętne uzdolnienia potrzebuje szczególnej opieki, co nie zawsze może być tylko i wyłącznie oparte na zasobach macierzystej szkoły. Nie każdy nauczyciel ma wystarczająco duże doświadczenie, umiejętności czy dość materiałów, dlatego i nauczyciel, i uczniowie potrzebują wsparcia, a zwłaszcza wymiany doświadczeń. Niezwykle istotne w rozwoju uzdolnionych uczniów są kontakty z osobami o podobnych pasjach. Część przedstawionych poniżej form pracy pokazuje również korzyści płynące ze współpracy nauczycieli różnych szkół (przykłady zostały zaczerpnięte z doświadczeń Mazowieckiego Stowarzyszenia na rzecz Uzdolnionych). Do zajęć odbywających się w czasie ferii dołączyłem warsztaty weekendowe oraz śródroczne obozy – w istocie bardzo zbliżone, jeśli chodzi o formy pracy, i odbywają się w dniach wolnych od nauki.

Wspieranie w rozwoju i rozwijaniu zainteresowań uczniów jest możliwe poprzez udział między innymi w międzyszkolnych warsztatach teoretycznych i badawczych, wykładach i dyskusjach tematycznych organizowanych w czasie ferii i wakacji lub w czasie wolnym. Takie formy są bardzo potrzebne i pozwalają na realizację następujących celów:

1. Wspieranie uczniów w rozwijaniu ich zainteresowań matematyczno-przyrodniczych.
2. Prowadzenie obserwacji i eksperymentów poszerzających wiedzę uczniów z nauk matematyczno-przyrodniczych i wiedzy technicznej w warunkach innych niż szkolne.
3. Nauka pracy w grupie, umiejętności współpracy i współdziałania w zespole, organizacja pracy własnej.
4. Kształtowanie umiejętności interpersonalnych, umiejętności prezentacji zdobytej wiedzy. Wymiana doświadczeń pomiędzy nauczycielami-opiekunami uczniów.
5. Stworzenie możliwości współpracy i poznania się osobom o podobnych zainteresowaniach.
6. Pomoc w przygotowywaniu się uczniów do konkursów i olimpiad przedmiotowych.
7. Kształtowanie umiejętności samodoskonalenia, samodzielnego poszukiwania i zdobywania wiedzy.
8. Poznanie kultury, zabytków i piękna Polski, dbałość o kondycję fizyczną.

## Międzyszkolne warsztaty tematyczne

Jedną z polecanych form zajęć może być cykl piątkowo-sobotnich spotkań. Proponujemy w roku szkolnym organizację cyklu trzech takich spotkań: w listopadzie, grudniu i styczniu. Każdy z dwudniowych warsztatów stanowi osobną całość. Uczestniczyć w nich można niezależnie, chociaż najbardziej efektywny jest udział w pełnym cyklu spotkań.

## Rady dla organizatorów

### Przygotowanie zajęć

Potrzebna jest grupa nauczycieli fizyki i studentów (w sytuacji idealnej – laureatów bądź finalistów olimpiad fizycznych). Zespół współpracowników powinien mieć różne umiejętności i doświadczenia, i oczywiście wspólny cel – chęć wspierania w rozwoju uczniów zainteresowanych fizyką. Dobrze byłoby, aby grupa uczniów liczyła co najmniej 20–25 osób, a zespół prowadzących zajęcia – 6–8 osób. Osoby prowadzące powinny:

1. podzielić się pracą,
2. przygotować zadania teoretyczne,
3. przygotować zadania doświadczalne,
4. przygotować materiały uzupełniające na spotkania z uczniami i nauczycielami,
5. podjąć się wszystkich spraw organizacyjnych.

### Adresaci programu

Uczniowie, którzy przygotowują lub chcieliby zacząć się przygotowywać do startu w olimpiadach i konkursach fizycznych i ich nauczyciele.

### Zasady rekrutacji

Zależą od organizatorów – warto pozyskać jak najwięcej zdolnych, zainteresowanych uczniów i nauczycieli.

Poniżej prezentuję przykładowy program cyklu spotkań, który w Mazowieckim Stowarzyszeniu na rzecz Uzdolnionych nazwaliśmy Szkołą Pasjonatów lub Jesiennie-Zimową Szkołą Fizyki. W spotkaniach uczestniczą nie tylko uczniowie, ale także ich nauczyciele.

## I. Spotkanie z zadaniami teoretycznymi (listopad)

### Piątek

15.00–15.15 Poznajemy się: „Kim jesteśmy i skąd jesteśmy?” Można poprosić o poprowadzenie tej części na przykład pedagoga szkolnego.

15.15–16.00 Niestandardowe zadania z fizyki. Sposoby podejścia do problemów olimpijskich. Rozwiązywanie wybranych zadań w grupach – próba mierzenia się z problemami (zajęcia wspólne dla nauczycieli i uczniów).

16.00–18.30 Zajęcia dla uczniów – prezentacja rozwiązań zadań przez prowadzących lub przez uczniów, którym udało się wykonać zadania poprawnie.

16.00–18.30 Zajęcia dla nauczycieli – nauczyciele otrzymują wzorcowe rozwiązania. Celem tego spotkania jest poznanie się oraz omówienie literatury dla ucznia i dla nauczyciela, przydanej w przygotowaniach olimpijskich; wymiana doświadczeń. Omawiane są również sposoby samodoskonalenia i wspierania ucznia zdolnego w rozwoju, możliwości i potrzeby współpracy.

### **Sobota**

10.00–14.00 Zadania teoretyczne prawie jak olimpijskie.

Pracujemy w dwóch cyklach:

10.00–11.00 Uczestnicy otrzymują zadanie do rozwiązania i przemyślenia. Mogą pracować indywidualnie, w zespołach dwuosobowych, mogą zadawać pytania (odpowiedzi powinny być naprowadzające), korzystać z literatury, konsultować się.

11.00–12.00 Prezentacja rozwiązań przez uczniów. Wspólna analiza problemów.

12.00–14.00 Omówienie wzorcowych rozwiązań.

W spotkaniu sobotnim mogą uczestniczyć również nauczyciele, ale to już zależy od ich planów i czasu, jakim dysponują. Należy zadbać, aby w formie drukowanej lub e-mailowej wszyscy otrzymali zadania i ich wzorcowe rozwiązania.

## **II. Spotkanie z zadaniami teoretycznymi i matematyką (grudzień)**

### **Piątek**

15.00–17.30 Matematyka szkolna a matematyka niezbędna przyszłym olimpijczykom. Przykłady zastosowania matematyki do zadań fizycznych.

17.30–18.30 O olimpiadzie fizycznej oczami laureata lub finalisty.

### **Sobota**

10.00–13.30 Wykorzystanie matematyki w fizyce. Rozwiązywanie zadań – przykłady. Literatura pozwalająca na samodoskonalenie w tym obszarze.

13.30–14.00 Niezbędna literatura i możliwości pozyskiwania wiedzy i wsparcia. Wnioski (dyskusja o potrzebach i możliwościach). Potrzeby nauczycieli i uczniów w zakresie doskonalenia i samodoskonalenia – możliwości wzajemnej pomocy.

## **III. Spotkanie – zajęcia doświadczalne (styczeń)**

### **Piątek**

15.00–18.30 Samodzielnie wykonywanie zadania doświadczalnego.

Nauczyciele: procedury organizacyjne, kalendarium zawodów olimpijskich, uprawnienia laureatów i finalistów, internetowa baza zadań olimpijskich. Ciekawe zadania doświadczalne do wykonania bez zaawansowanej bazy laboratoryjnej.

Uczniowie: zajęcia doświadczalne pod kierunkiem laureatów olimpiady fizycznej, studentów-wolontariuszy.

18.30–19.30 Wstępne omówienie zastosowanej metody doświadczalnej.

### **Sobota**

10.00–12.00 Omówienie rozwiązania zadania doświadczalnego. Zadanie doświadczalne na zawodach olimpijskich – przykłady.

12.00–13.00 Doświadczenia fizyczne prawie jak olimpijskie. Obserwacja, analiza doświadczeń fizycznych (zajęcia wspólne dla uczniów i nauczycieli). Nasze doświadczenia – wymiana doświadczeń wykorzystywanych w pracy w klasie i bank pomysłów na zadania doświadczalne do wykonania w domu.

13.00–14.00 Jak pracować z uczniami zdolnymi, wykorzystując zadania i projekty domowe; jak wykorzystać je do rozwoju uczniów i ich pasji poznawczych – seminarium dla nauczycieli.

## Podsumowanie warsztatów i wnioski organizatorów

Warsztaty w takiej formule zostały przeprowadzone przez grupę nauczycieli i studentów, a także Mazowieckie Stowarzyszenie na rzecz Uzdolnionych w Warszawie dla uczniów z Warszawy oraz niektórych szkół województwa mazowieckiego.

Dały one sporej liczbie uczniów możliwość poznania smaku fizyki odmiennej od tej, którą znają ze szkoły, oraz jej języka – matematyki. Dały im też wiedzę o sposobach dalszego rozwoju swoich zainteresowań oraz dostępnych źródłach wiedzy i problemów do rozwiązania. Dały wreszcie tym uczniom rzecz chyba najcenniejszą – kontakty i więzi z podobnymi sobie pasjonatami, a więc szansę na dyskusje interesujących zagadnień, wymianę opinii, źródeł i informacji oraz czysto ludzkie przyjaźnie. To bardzo ważne, gdyż uczeń o wybitnych uzdolnieniach i zainteresowaniach naukowych bywa często w swojej szkole i w swoim środowisku niezrozumiany i izolowany. Przy obecnych środkach łączności takie kontakty to ogromna dźwignia rozwoju. Na warsztatach uczniowie z przodujących w zakresie rozwoju fizycznych talentów swoich uczniów szkół w Polsce mogli się spotkać i poznać z kolegami z mniej renomowanych placówek. Pozwoliło to wielu z nich podnieść swoją samoocenę i uwierzyć we własne siły. Na zajęcia trafiali uczniowie o bardzo różnych umiejętnościach i potencjale, ale to jest nieuniknione i wcale nie uniemożliwia pracy. Wymierne efekty warsztatów organizatorzy śledzili, porównując w kilku kolejnych latach listę uczestników warsztatów z listami uczestników wojewódzkich i ogólnopolskich etapów olimpiad i konkursów fizycznych.

Nauczyciele uczestniczący w warsztatach mieli okazję wymienić się doświadczeniami z najlepszymi w naszym województwie (tak się złożyło, że czwórka ich uczestników miała w dorobku wychowanie zdobywcy 1. miejsca w ogólnopolskim finale olimpiady fizycznej), a także poznać różne źródła materiałów i nowe sposoby pracy.

## Wybrane materiały wykorzystane przy realizacji programu zajęć dla uczniów uzdolnionych

Same założenia organizacyjno-programowe, tematyka czy rozkłady zajęć nie mówią wszystkiego o tych zajęciach. Poniżej podaję próbkę problemów analizowanych podczas zajęć grupy fizyko-matematycznej – były to zarówno zadania do rozwiązania na zajęciach, jak i do przemyślenia w domu. To te problemy i przyjemność wynikająca ze swoistej walki z nimi stanowią najważniejszą część motywacji do pracy owocującej olimpijskimi i konkursowymi sukcesami, ale także głęboką znajomością nauk matematyczno-przyrodniczych, technicznych czy informatycznych.

## Przykładowe zadania do zajęć teoretycznych

### Zadanie 1.

Do kopyły w kształcie półsfery, leżącej na gładkim stole i na gumowej podkładce wlewamy wodę przez mały otworek na szczycie. Kiedy poziom wody sięga do otworka, kopyła się podnosi, a woda zaczyna wyciekać. Jaka jest masa kopyłki? Promień kopyłki wynosi  $R$ , a gęstość wody –  $d$ .

### Zadanie 2.

Częstość drgań struny zależy od jej długości  $L$ , siły naprężenia  $T$  i gęstości liniowej (masy na jednostkę długości). Korzystając z jednostek wymienionych wielkości, znajdź tę zależność.

### Zadanie 3.

Praktyczna reguła, znana wśród graczy w snookera mówi, że po sprężystym zderzeniu toczącej się bili z bilą nieruchomą poruszają się one po prostopadłych torach.

- Udowodnij, że reguła ta jest konsekwencją zasady zachowania pędu i zasady zachowania energii.
- Jakie jest główne źródło odstępstw tej reguły od rzeczywistości?

### Zadanie 4.

W trakcie pokazu iluzjonista zaprosił ochotników do wirującego pokoju i kazał im stanąć, opierając się plecami o ściany. Pokój ma kształt walca o średnicy  $d = 4$  m i poziomych podstawach. Następnie pokój zaczął się kręcić wokół pionowej osi, aż wreszcie przy odpowiedniej prędkości podłoga została obniżona tak, że uczestnicy doświadczenia utrzymywali się nad nią „przyklejeni” do ścian.

- Jak szybko musi się obracać pokój, aby doświadczenie się powiodło?
- Minimalna prędkość kątowa niezbędna do utrzymania człowieka przy ścianie zależy od jego kształtu (kształtu jego pleców). Wyjaśnij tę zależność. Możesz przyjąć, że współczynnik tarcia pomiędzy ścianą a plecami uczestnika wynosi  $\mu = 1$ .

## Przykładowe zajęcia doświadczalne

### Załamanie światła

Dysponujesz następującymi przyrządami:

- prostopadłościenna płytka,
- papier milimetrowy,
- kalkulator.

**1.** Przedstaw metodę znalezienia biegu promieni światła w przezroczystej prostopadłościennej płytce i zmierz kąt załamania dla różnych kątów padania, wykorzystując tylko papier milimetrowy.

**2.** Eksperymentalnie zbadaj zależność kąta załamania od kąta padania i narysuj odpowiedni wykres.

**3.** Wykorzystując poprzednie wyniki, wyznacz:

- współczynnik załamania światła dla materiału, z którego wykonano płytkę;
- kąt załamania przy kącie padania.

### Zderzenia monet

Dysponujesz następującymi przyrządami:

- 2 monety (pięciozłotówki),
- papier milimetrowy,
- statyw,
- arkusz kartonu,
- kilka kartek białego papieru,
- taśma klejąca.

Sprawdź, czy spełnione są zasady zachowania pędu i energii przy zderzeniu dwóch monet.

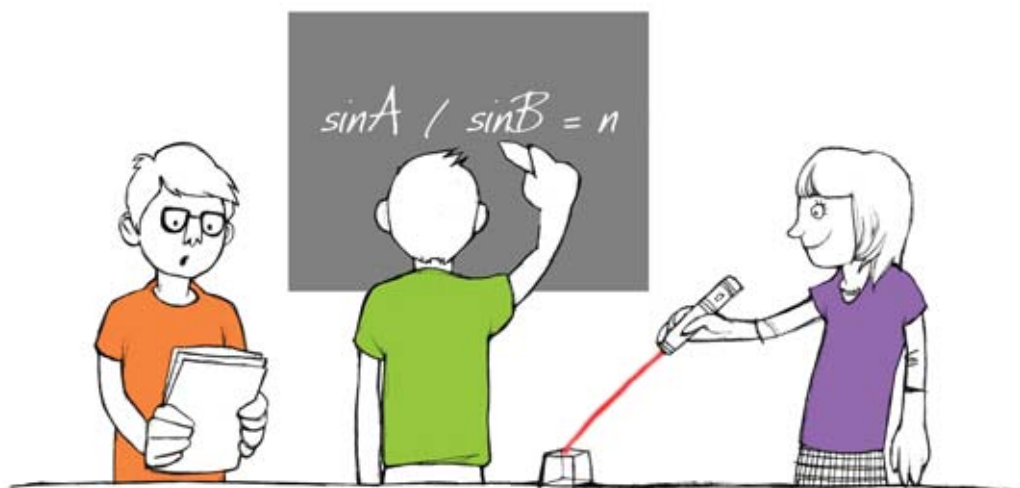


## Letnie warsztaty fizyczne

Stwarzając młodym ludziom możliwość przebywania w gronie rówieśników o podobnych zainteresowaniach, uzdolnieniach i ambicjach, zapewniamy uczniom warunki wszechstronnego rozwoju, kształtowania umiejętności prezentowania własnych osiągnięć oraz dostrzegania swojej własnej wartości, co ważne – mierzonej nie tylko sukcesami w konkursach przedmiotowych.

Projekt polega na corocznym organizowaniu dla młodzieży dwutygodniowych wyjazdowych warsztatów z fizyką i rekreacją. Ich celem jest kształcenie na poziomie zaawansowanym, motywowanie i wychowanie wybitnie uzdolnionych i pracowitych uczniów. Udział w warsztatach zapewnia również lepsze przygotowanie merytorycznie i psychicznie uczniów do udziału w konkursach i olimpiadach fizycznych (również międzynarodowych) i zwiększa ich szansę na sukces, przygotowuje również do dalszego kształcenia w kierunkach ścisłych.

Projekt ma formę warsztatów, dzięki czemu pozwala na samodzielną pracę: wykonywanie doświadczeń, przygotowywanie wykładów, dowodzenie hipotez.



Uczniowie zaciekawieni przedmiotem sami poczują chęć zdobycia dodatkowej wiedzy.

Uczestnikami warsztatów będą uczniowie z różnych szkół, dlatego możemy liczyć na wywiązanie się zdrowej rywalizacji międzyszkolnej, mierzonej nie ocenami z egzaminów, ale możliwością zaprezentowania ciekawego zjawiska.

Program ma również wyjść naprzeciw oczekiwaniom rodziców uczniów wybitnie zdolnych, którzy pragną przygotować dzieci do dalszego kształcenia i zapewnić im rozwój na wysokim poziomie.

## Kilka wskazówek organizacyjnych

1. Najważniejszy jest zespół ludzi z zapałem do pracy, którzy mają do siebie zaufanie, lubią się i potrafią razem pracować. Od dobrego klimatu wśród kadry zależy sukces wyjazdu. Uczestnicy muszą czuć, że opiekuje się nimi grupa dobrze współpracujących ze sobą przyjaciół.

2. W okresie od lutego do marca opracowujemy program zajęć, przygotowujemy zadania i materiały informacyjne.

3. W marcu przekazujemy wstępne informacje adresatom programu: uczniom szkół zaproszonym do współpracy. Wybieramy miejsce i szacujemy koszty wyjazdu. Poszukujemy możliwych form dofinansowania.

4. Informację o planowanych warsztatach umieszczamy na stronach internetowych szkół współpracujących i zaprzyjaźnionych, z prośbą o przekazanie wszystkim zainteresowanym.

5. Nawiązujemy współpracę z laureatami olimpiad przedmiotowych, uczelniami wyższymi, poszukujemy studentów-wolontariuszy chcących współpracować przy realizacji programu (najlepiej naszych byłych uczniów, którzy odnosili sukcesy w fizyce, w tym laureatów i finalistów olimpiad).

6. Organizujemy spotkanie inauguracyjne osób zainteresowanych wyjazdem, w trakcie którego prezentujemy program wyjazdu, omawiamy sprawy organizacyjne.

7. Wyjazd letni może być poprzedzony cyklem trzech dwudniowych spotkań w ciągu roku (Szkoła Pasjonatów – patrz wyżej). Może być kontynuacją lub podsumowaniem naszych całorocznych działań.

8. Przygotowujemy wszystkie niezbędne dokumenty organizacyjne.

## Metody realizacji programu

Fizyka to przede wszystkim mierzenie się z problemami, które można podzielić na cztery kategorie i rozwiązywać różnymi metodami:

1. metoda rachunkowa – dysponujemy opisem jakiegoś zjawiska oraz pewnymi danymi (np. liczbowymi) charakteryzującymi dane zjawisko. Wykorzystując te dane, należy wyliczyć inne wielkości bądź podać zależności funkcyjne pomiędzy wielkościami fizycznymi. Zadanie takie nie powinno się ograniczać do kombinacji na wzorach, lecz również zmuszać ucznia do ich zrozumienia;

2. metoda problemowa – polega na wyjaśnieniu jakiegoś zjawiska fizycznego, obaleniu fałszywych rozumowań. Rozwiązania tego typu zadań zawierają opis słowny, ale także pewne ujęcia matematyczne;

3. metoda doświadczalna – uczeń, dysponując przyrządami, ma za ich pomocą eksperymentalnie wyznaczyć zadane wielkości. Rozwiązanie problemów eksperymentalnych wprowadza ucznia w świat metod badawczych fizyki. Takie zadania muszą być uzupełnione o analizę niepewności (błędów), którymi są obarczone pomiary;

4. metoda obserwacyjna – uczeń, obserwując pewne zjawisko fizyczne zachodzące w przyrodzie, opisuje je i wyjaśnia.

## Zadania projektu i sposób ich realizacji

- Zdobywanie wiedzy i umiejętności rozwiązywania problemów – organizowanie zajęć w formie warsztatów i symulacji zawodów w pracowni fizycznej, a następnie wykładu teoretycznego wyjaśniającego problemy, z którymi przyszło się uczniom mierzyć.
- Indywidualna praca z uczniem zdolnym metodami aktywizującymi – prowadzenie zajęć z wykorzystaniem dynamicznych metod pracy; zajęcia prowadzone przez nauczyciela z udziałem studentów i absolwentów.
- Wychowanie i integrowanie młodzieży – organizacja zajęć integracyjnych, praca wychowawcza nauczycieli.
- Sport i relaks – organizowanie zajęć uczących relaksu, zapewnienie uczniom czasu na odpoczynek, organizacja zajęć sportowych w sali gimnastycznej i na powietrzu, spacerów i wycieczek pieszych.

Metody stosowane na zajęciach powinny angażować uczniów do samodzielnej pracy, rozwijać wiedzę i umiejętności. Spośród szerokiego zestawu metod na zajęciach najodpowiedniejsze będą:

- obserwacje,
- prace laboratoryjne,
- praca w małych grupach,
- praca z tekstem,
- dyskusja – burza mózgów.

## Założenia projektu

- Organizatorzy: grupa nauczycieli i studentów.
- Uczestnicy: zakwalifikowani uczniowie szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych.
- Prowadzący: kierownik obozu, nauczyciele fizyki, nauczyciel WF, psycholog szkolny, studenci Wydziału Fizyki.
- Termin warsztatów: początek wakacji.
- Miejsce pobytu: ośrodek spełniający wymagania obozu odnośnie do zakwaterowania, wyżywienia, bezpieczeństwa i wyposażenia.
- Planowana liczba godzin zajęć. Dzienna liczba godzin zajęć: 3 godziny zajęć warsztatowych w pracowni, 3 godziny zajęć teoretycznych, 2 godziny zajęć sportowych, 1–3 godzin zajęć relaksacyjnych, integracyjnych i wychowawczych, wycieczki.

## Adresaci projektu

Zajęcia warsztatowe są kierowane do uzdolnionych uczniów szkół gimnazjalnych (ostatnia klasa) i ponadgimnazjalnych, wykazujących szczególne uzdolnienia z zakresu nauk ścisłych. W warsztatach mogą uczestniczyć wszyscy uczniowie zainteresowani fizyką i matematyką. Warunkiem uczestnictwa w warsztatach może być rekomendacja nauczyciela uczącego lub (przy dużej liczbie zgłoszeń) rozmowa kwalifikacyjna.

Jest to program dla uczniów:

- przejawiających chęć zgłębiania nowych zagadnień,
- charakteryzujących się wytrwałością w poszukiwaniu rozwiązań,
- wykazujących zainteresowanie rozwiązywaniem zadań o podwyższonym stopniu trudności,
- wykazujących się kreatywnością w rozwiązywaniu zadań, analitycznym myśleniem.

## Oferta programowa dla uczestników

- Opieka wykwalifikowanej kadry wychowawców i nauczycieli prowadzących zajęcia.
- Rozwiązanie zadań o różnym stopniu trudności, w tym zadań na poziomie olimpijskim z symulacją zawodów.
- Zadania doświadczalne, omówienie zadań, wyłonienie problemów do zajęć teoretycznych.
- Zajęcia integracyjne, sportowe i rekreacyjne organizowane w obiektach sportowych, dwie wycieczki.

## Kwalifikacja uczestników

Uczniowie składają ankietę uczestnika wraz z rekomendacją nauczyciela uczącego. Rozmowa kwalifikacyjna może służyć wyłonieniu uczniów w razie dużej liczby zgłoszeń. Informacja o zasadach kwalifi-

kacji musi być wcześniej podana do wiadomości – najlepiej na stronie internetowej szkoły nauczyciela, który jest kierownikiem wyjazdu.

## Szczegółowe cele zajęć – dydaktyczne i wychowawcze

- Wykorzystanie potencjału, zdolności i motywacji uczniów do kształtowania ich rozwoju.
- Rozwijanie fizyczno-matematycznych zainteresowań uczniów.
- Zindywidualizowanie podejścia do ucznia.
- Zapewnienie równych szans w dostępie do wiedzy uczniom, którzy nie mają rozszerzonego programu nauczania informatyki.
- Motywowanie i przygotowanie uczniów do udziału w olimpiadzie fizycznej i konkursach.
- Pomoc uczniom w zrozumieniu trudnych partii planowanego materiału dydaktycznego.
- Wspomaganie samokształcenia.
- Motywowanie i pomoc w poszukiwaniu i tworzeniu własnych zasobów i materiałów.
- Praca wychowawcza – motywowanie do dzielenia się wiedzą, kształtowanie umiejętności pracy w zespole i grupie, integracja z uczniami o podobnych zainteresowaniach.
- Zajęcia relaksujące, integracyjne, sportowe i rekreacyjne, wycieczki.

## Metody oceny zamierzonych celów

- Ocena wzrostu poziomu trudności problemów rozwiązywanych przez uczniów.
- Obserwacja i analiza wyników punktacji rozwiązywanych zadań.
- Wywiady i rozmowy z uczniami na temat ich sukcesów i trudności, potrzeb i oczekiwań.
- Analiza gospodarowania czasem przez uczniów.
- Obserwacja i analiza zachowań uczniów przy rozwiązywaniu trudnych problemów.
- Obserwacja i analiza zachowań uczniów wobec innych uczniów (chęć służenia pomocą, dzielenie się wiedzą, nawiązywanie kontaktów).
- Monitorowanie etyki zachowań uczniów.
- Podsumowanie wyników ankiety ewaluacyjnej.
- Wnioski – ocena realizacji zadań w zestawieniu z celami.

## Oczekiwane umiejętności nabyte przez uczniów podczas zajęć

- Umiejętność rozwiązywania coraz trudniejszych zadań.
- Umiejętność analizy problemu.
- Pogłębione umiejętności doświadczalne.
- Zastosowania różnorodnych narzędzi matematycznych w fizyce.
- Doskonalenie umiejętności samokształcenia i pomocy innym w zakresie rozwiązywania problemów informatycznych.
- Sztuka wystąpień publicznych.
- Współpraca i współdziałanie w grupie.
- Etyka w korzystaniu z zasobów komputerowych i internetu.

## Przewidywane długofalowe efekty wychowawcze po realizacji zajęć

- Przygotowanie uzdolnionej młodzieży do dalszego kształcenia w kierunku fizyki i matematyki stosowanej.

- Otwarcie młodzieży na podejmowanie wyzwań (studia, konkursy, olimpiady, inne projekty).
- Nabycie przez młodzież kompetencji w zakresie wykorzystania różnych źródeł wiedzy do samokształcenia, a także właściwej oceny i selekcji informacji.
- Przestrzeganie prawa i etyczne postępowanie zarówno w grupach koleżeńskich, jak i w internecie.
- Umiejętność współpracy w zespole.
- Chętny udział i dobre przygotowywanie wystąpień publicznych.
- Podejmowanie (na zasadzie modelowania zachowań) aktywności na rzecz środowiska szkolnego i zewnętrznego (ze względu na udział studentów i absolwentów w prowadzeniu zajęć).

## Nowatorstwo zajęć

- Możliwość przekazania znacznie szerszego zakresu zagadnień – nawet bardziej zaawansowanego niż w klasach z rozszerzonym programem nauczania czy na zajęciach pozalekcyjnych.
- Możliwość uczestnictwa uczniów w zajęciach warsztatowych symulujących udział w olimpiadzie fizycznej, z zachowaniem jej reguł.
- Możliwość głębszego zrozumienia przez uczniów trudnych zagadnień dzięki intensyfikacji czasu jednorazowo poświęconego na rozwiązywanie problemu, wymianie poglądów w grupie i możliwości zadawania pytań w ciągu całego czasu rozwiązywania problemu.
- Praktyczne możliwości stosowania metod aktywnych z wykorzystaniem zindywidualizowanego nauczania lub/i pracy w grupie.
- Możliwości realizacji jednej ścieżki problemowej – od samodzielnej próby rozwiązania po obejrzanie rozwiązania wzorcowego.
- Poruszenie i omówienie szerszej tematyki, niż byłoby to możliwe na zajęciach lekcyjnych.
- Współpraca ze studentami i absolwentami wydziałów fizyki i matematyki.

## Staże na uczelni, czyli pierwszy krok do Nobla z fizyki

### *(The First Step to Nobel Prize in Physics)*

Jest to międzynarodowy konkurs projektów badawczych *Physics for High School* dla uczniów liceów, którzy są zainteresowani fizyką i gotowi do prowadzenia własnych prac badawczych w tej dziedzinie. W ostatnich latach ich wyniki są bardzo interesujące i cenne. Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk w roku akademickim 2010/2011 zorganizował 19 konkurencji i zaprosił do udziału w nich, z uwzględnieniem zasad podanych poniżej.

Tytuł konkursu wyraża marzenia wszystkich fizyków – zwłaszcza młodych.

## Zasady ogólne konkursu

1. Do konkursu kwalifikują się wszyscy uczniowie szkoły średniej, niezależnie od kraju, rodzaju szkoły itp. Szkołą w tym rozumieniu nie może być kolegium uniwersyteckie (reguły dotyczą m.in. realiów amerykańskich – w Polsce takich szkół nie ma), a wiek uczestnika nie powinien przekraczać 20 lat (na dzień 31 marca danego roku).

2. Nie ma ograniczeń dotyczących tematyki prac, ich poziomu, stosowanych metod itd. Wszystko to pozostawiono do wyboru uczestnikom. Praca musi mieć jednak charakter badań i poruszać tematy z fizyki lub bezpośrednio związane z fizyką.

3. Każdy uczestnik może złożyć jedną lub więcej publikacji, ale każda praca powinna mieć tylko jednego autora. Dokumenty muszą być złożone w języku angielskim i spełniać określone wymagania.

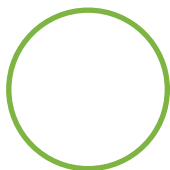
## Cechy charakterystyczne konkursu

1. Kryteria stosowane przy ocenie prac są takie jak przy ocenie prac dorosłych naukowców.
2. Nie ma żadnych nagród, takich jak aparaty fotograficzne, wideo itp.
3. Nie ma nagród finansowych. Zwycięzców zapraszamy do Instytutu Fizyki na miesięczny pobyt badawczy (zwykle w listopadzie). Podczas takich zajęć uczestnicy są zaangażowani w prawdziwe prace badawcze prowadzone w Instytucie.
4. Każdego roku prace są publikowane.

## Główne cele konkursu

1. Promocja zainteresowań naukowych wśród młodych uczniów.
2. Wyłonienie uczniów wybitnych (ten punkt jest szczególnie ważny w przypadku uczniów z krajów lub regionów, w których dostęp do nauki jest utrudniony) i ich promocja (bardzo często nasi laureaci są wysyłani do uczelni wyższych i otrzymują odpowiednią pomoc finansową ze strony władz lokalnych).
3. Aktywowanie szkoły, rodziców, lokalnych ośrodków edukacyjnych itd. do pracy z uczniami zainteresowanymi prowadzeniem badań naukowych.
4. Zawijazywanie przyjaznych stosunków między młodymi fizykami (ostatnio wszystkich zwycięzców zapraszamy do Instytutu w tym samym czasie; są oni zakwaterowani w tym samym miejscu, współpracują ze sobą itp.).

Na koniec przytaczam kilka przydatnych, dających do myślenia refleksji laureata olimpiady fizycznej na temat warsztatów fizycznych organizowanych przez wyższą uczelnię ze środków samorządu w wielkim ośrodku akademickim: „Uważam, że najważniejsze są zajęcia warsztatowe: rozwiązywanie zadań albo przeprowadzenie eksperymentów w grupach. A najlepiej i jedno, i drugie. Uważam, że wykłady nie są najlepszym sposobem przekazywania wiedzy i umiejętności uczniom w wieku 15–18 lat. Są oczywiście potrzebne, ale myślę, że licealista nie jest w stanie wysłuchać w skupieniu dwóch 4-godzinnych sesji wykładów. Zajęcia warsztatowe wymagają od ucznia aktywnego uczestnictwa, co – moim zdaniem – daje lepszy efekt. Gdybym miał jeszcze raz chodzić do liceum i uczestniczyć w warsztatach tego typu, to najbardziej odpowiadałaby mi formuła olimpijska (z warsztatów przygotowujących uczestników Międzynarodowej Olimpiady Fizycznej): po śniadaniu 5 godzin samodzielnego rozwiązywania zadań, po obiedzie omówienie zadań, a następnie wykład i oczywiście zajęcia sportowe”.



## **Rozdział VII**

Jak rozwijać matematyczne  
i informatyczne umiejętności  
ucznia wybitnie uzdolnionego  
w zakresie fizyki?



*Uczeń wybitnie uzdolniony w zakresie fizyki i nią zainteresowany musi dysponować stosunkowo szerokim zestawem narzędzi matematycznych i informatycznych. W rozdziale omówiono owe narzędzia oraz sposoby ich przyswajania. Są też przedstawione źródła (i ich charakterystyki) ułatwiające wprowadzenie oraz świadome stosowanie tych narzędzi.*

Truizmem jest zdanie, że matematyka jest językiem fizyki. Spora część matematyki została wymyślona przez fizyków na potrzeby ich własnej dyscypliny, a dopiero później uściślona przez samych matematyków. Tak było między innymi z rachunkiem różniczkowym i całkowym, wymyślonym przez Isaaca Newtona na potrzeby tworzonej przez niego mechaniki. Trudno jest zrozumieć jakąkolwiek dyscyplinę bez znajomości języka, w którym zapisywane i wykorzystywane są jej prawa. Musimy zapewnić naszym uzdolnionym uczniom umiejętności korzystania z dość zaawansowanego aparatu matematycznego. Da się to zrobić – już nawet bardzo zdolni gimnazjaliści są w stanie bez większych przeszkód zapuścić się w obszary matematyki wybiegające poza licealny program na poziomie rozszerzonym!

Jak wspominałem wcześniej, można poprosić o pomoc byłych uczniów studiujących na kierunkach ścisłych i technicznych i stworzyć odrębne koło o dumnej nazwie „Metody matematyczne fizyki”. Nauczyciel może też takie zajęcia poprowadzić sam. Zastanówmy się, jakie zagadnienia matematyczne warto w pierwszej kolejności przybliżyć uczniom zainteresowanym fizyką, tak by pogłębić zrozumienie przedmiotu oraz poszerzyć zestaw narzędzi ułatwiających rozwiązywanie problemów fizycznych. Zwracam uwagę, że chodzi o zagadnienia wybiegające poza aktualny program nauczania matematyki lub pojawiające się na lekcjach matematyki pod koniec ostatniej klasy szkoły ponadgimnazjalnej. Warto na zajęciach koła, a nawet w klasie, wprowadzić pewne pojęcia matematyczne, które – z punktu widzenia zrozumienia fizyki i rozwiązywania zadań – na lekcjach matematyki pojawiają się zbyt późno – wymienilibym tu przede wszystkim funkcje trygonometryczne (choćby kąta ostrego), rachunek wektorowy czy pojęcie logarytmu. Chyba, że matematyk uczący Twoją klasę zgodzi się tak rozłożyć materiał, aby pojawiły się one możliwie wcześniej. Ogólne uwagi dotyczące sposobu wprowadzania takich pojęć nie różnią się w praktyce od tych dotyczących wprowadzania rozszerzających podstawę programową.

Zacznijmy od kwestii, co wprowadzać. Na podstawie swojego doświadczenia wymieniam następujące zagadnienia:

1. Pochodne – idea, definicja, obliczanie paru pochodnych prostych funkcji z definicji, reguły obliczania pochodnych funkcji bardziej skomplikowanych, pochodne podstawowych funkcji, zastosowania, szczególnie w fizyce.
2. Całki – idea, obliczenie paru całek jako granic sum, związek pochodnej i całki nieoznaczonej, całka oznaczona, podstawowe sposoby całkowania, całki podstawowych funkcji, całki w zastosowaniach fizycznych. Równania różniczkowe i rozwiązywanie najprostszych z nich. Przykłady zastosowania równań różniczkowych do opisu zjawisk fizycznych.
3. Liczby zespolone – idea, definicja, zapis algebraiczny i biegunowy oraz ich związek, działania na liczbach zespolonych, interpretacja geometryczna obu zapisów oraz działań na liczbach zespolonych, wzory de Moivre'a i Eulera, zastosowania w fizyce.



Myślę, że na tym należałoby zakończyć, pamiętajmy bowiem, że dysponujemy wąskimi ramami czasowymi, a lepiej podstawowe umiejętności przedyskutować i porządnie przećwiczyć niż pobieżnie zająć się bardzo wieloma zagadnieniami.

Warto zwrócić uwagę na parę istotnych kwestii związanych z wprowadzaniem pojęć i narzędzi matematycznych do nauki fizyki. Dobrze się przy tym kierować zasadą *Primum non nocere* (Przede wszystkim nie szkodzić).

Przede wszystkim wprowadzenie dodatkowego aparatu matematycznego fizyki nie może się przekształcić, jak to często bywa, w mechaniczne manipulacje symbolami. Same reguły wykonywania operacji bez większej szkody można wprowadzić na zasadzie: „Można udowodnić, że...”, pokazując na paru prostych przykładach, że te reguły działają. Natomiast pojęcia podstawowe (pochodna, całka) trzeba koniecznie wprowadzić tak, by jasna była sama idea i potrzeba ich wprowadzenia. Szczególnie, że zostały wypracowane i wprowadzone (przez Newtona) pierwotnie na potrzeby fizyki. Warto je więc wprowadzać nie abstrakcyjnie, tylko – przynajmniej początkowo – na konkretnych wielkościach fizycznych i to takich, co do których uczniom najłatwiej o pewne intuicyjne zrozumienie, czy, jak mówią niektórzy, wycucie. Dopiero po pewnej liczbie przykładów fizycznych warto je uogólnić na określone pojęcia matematyczne. Bardzo pomocne są interpretacje graficzne wykonywanych operacji. W gestii matematyków zostawmy precyzję w formułowaniu definicji. Dla początkujących fizyków ważne jest intuicyjne zrozumienie pojęć i procesów. Za daleko posunięta matematyczna precyzja może ich tylko odstraszyć i spowodować zagubienie podstawowej idei w gąszczu uściślających założeń i zastrzeżeń. Dobrze jest jedynie, by uczniowie wiedzieli, że w toku dalszej nauki to, z czym oni teraz zapoznali się na poziomie ideowo-intuicyjnym, będzie na kolejnych etapach ich edukacji definiowane precyzyjniej.

Drugą ważną sprawą jest, by uczniowie przekonali się bezpośrednio – podczas obliczeń na prostych przykładach – jak najistotniejsze operacje i pojęcia funkcjonują w praktyce. Dotyczy to szczególnie przejść granicznych. Warto więc na przykład pokazać, co się będzie działo z prędkością średnią, jeśli będziemy rozpatrywali coraz krótsze i krótsze (np. za każdym razem dziesięciokrotnie) odcinki czasu przy zadanej, niezbyt skomplikowanej, zależności współrzędnej od czasu. Warto zobaczyć, jak przebiega proces przechodzenia do granicy przy obliczaniu (z definicji) pochodnej na przykład zależności kwadratowej, sześcienną czy odwrotnej proporcjonalności.

Warto też, dla zależności kwadratowej i sześcienną, przeprowadzić proces szacowania pola pod krzywą z nadmiarem i niedomiarem, przy coraz większej liczbie równych części, na jakie podzielimy przedział, dla którego pole chcemy policzyć. Najlepiej, jeśli to pole będzie reprezentowało jakąś konkretną wielkość fizyczną, na przykład zmianę współrzędnej czy pracę.

Trzecią ważną rzeczą – po wprowadzeniu kolejnych nowych pojęć i operacji matematycznych – jest ich przećwiczenie, czyli rozwiązanie za każdym razem pewnej liczby zadań, w których w toku analizy problemu dochodzimy do konieczności zastosowania nowego narzędzia oraz takiego sformułowania posiadanych informacji, by było to możliwe.

Bardzo użyteczne we wprowadzaniu aparatu matematycznego fizyki mogą być dwie wymienione w rozdziale II pozycje: *Matematyka wyższa dla początkujących* J. Zeldowicza (WNT) oraz *Nie bój się pochodnej* J. Gintera (WNT). Obie zostały napisane przez fizyków dla początkujących fizyków i techników.

Obie starają się nie przerazić czytelnika rozbudowanym formalizmem matematycznym i wychodzić od celu, dla którego stworzono dane narzędzie matematyczne. Z punktu widzenia rozwoju młodych fizyków zdecydowanie polecałbym pierwszą z nich ze względu na wielość przykładów zastosowań przedstawianych narzędzi matematycznych w fizyce. Niestety, ze względu na odległą datę wydania jest to książka trudno dostępna (można jej szukać w zasadzie tylko w bibliotekach, antykwariatach internetowych i na portalach aukcyjnych). Książka J. Gintera została wydana dwa lata temu i bywa jeszcze osiągalna w księgarniach oraz sklepach internetowych. Jej dodatkową zaletą jest dołączona do niej płyta CD z użytecznymi programami matematycznymi.

W rozwoju uczniów wybitnie uzdolnionych i zainteresowanych fizyką na poziomie ponadgimnazjalnym, podobnie jak w innych dziedzinach, ogromne znaczenie mają narzędzia informatyczne, przede wszystkim programy do zapisywania i opracowywania wyników doświadczeń oraz pozwalające na szybkie otrzymywanie wykresów różnych zależności algebraicznych. Dzięki nim można te wyniki zapisać na wykresie, dopasować wykres (dobór współrzędnych) do charakteru zależności, dopasować funkcję najlepiej opisującą przedstawione wyniki eksperymentu (szczególnie liniową), określić parametry tej funkcji, obliczać niepewności pomiarowe itd. Takie programy są dostępne w internecie lub dołączane na płytach CD do niektórych podręczników (np. J. Blinowski, W. Zielicz, *Fizyka i astronomia. Kształcenie w zakresie rozszerzonym*, cz. 1, WSiP 2002/2003; J. Mostowski, W. Natorf, N. Tomaszewska, *Fizyka i astronomia. Kształcenie w zakresie podstawowym*, cz. 1, WSiP 2002). Podobne możliwości mają kalkulatory graficzne, szczególnie jeśli wykorzystuje się je po podłączeniu do komputera. Do innych użytecznych programów należą też takie, które pozwalają tworzyć w komputerze symulacje określonych przyrządów fizycznych. Na przykład na płytach CD dołączonych do wspomnianych wyżej podręczników znajduje się między innymi program pozwalający przekształcić komputer w nienajgorszy oscyloskop, co pozwoli na wykonywanie szerokiej gamy eksperymentów.

Na koniec jeszcze jedna istotna uwaga. Warto przez cały czas uzmysławiać, szczególnie uzdolnionym uczniom, że aparat matematyczny jest tylko narzędziem fizyki. Narzędziem, nad którym trzeba panować.

Oznacza to potrzebę systematycznego sprawdzania, jakie wartości poszczególnych wielkości fizycznych mają swój fizyczny sens, które rozwiązania równań matematycznych pojawiających się przy analizie problemu spełniają warunki zadania, czy są realne z fizycznego punktu widzenia itd.

## Szkic wprowadzenia pojęcia pochodnej w klasie I liceum

1. Przypomnienie definicji prędkości chwilowej wraz z podkreśleniem intuicyjnie zrozumiałego faktu, że w bardzo krótkim czasie prędkość ciała nie może znacząco się zmieniać. (Można to uzasadnić za pomocą II zasady dynamiki – duże zmiany prędkości w krótkim czasie oznaczają bardzo duże przyspieszenia. Te zaś wymagają ogromnych sił.) Można więc za miarę tego, jak ciało się poruszało w danej chwili, przyjąć prędkość średnią w krótkim odcinku czasu zawierającym tę chwilę. Im krótszy odcinek czasu, tym większa pewność, że popełniany błąd jest mały.

2. Ze względu na prostotę matematyczną wybieramy zależność współrzędnej jakiegoś ciała od czasu  $x(t) = A t^3$ , gdzie np.  $A = 1 \text{ m/s}^3$  (chodzi o uwzględnienie, że  $x$  i  $t^3$  mają różne jednostki).

Następnie obliczamy prędkość średnią dla odcinka czasu pomiędzy momentami  $t_0 = 2,0000 \text{ s}$  i  $t_1 = t_0 + \Delta t$ , gdzie  $\Delta t$  przybiera kolejno wartości:

- a) 1,0000 s
- b) 0,1000 s
- c) 0,0100 s
- d) 0,0010 s
- e) 0,0001 s

Kolejne wyniki zapisujemy (od początku z dużą dokładnością). Widać, jak w miarę obliczeń kolejne cyfry wyniku przestają się zmieniać. Widać w praktyce, co oznacza przejście graniczne  $\Delta t \rightarrow 0$ . Wystarczy wziąć odpowiednio małą wartość  $\Delta t$ , aby kolejne wyniki przy dalszym jej zmniejszaniu i ustalonej dokładności nie ulegały zmianie.

3. Podając przykłady, przypominamy na podstawie własności funkcji liniowej, jak za pomocą współczynnika kierunkowego można łatwo ustalić, czy dana funkcja rośnie lub maleje oraz jak szybko.

4. Rysujemy fragment wykresu niezbyt skomplikowanej funkcji nieliniowej (np. wykorzystywanej już funkcji  $x(t) = At^3$ ). Pokazujemy, że dla niewielkich odstępów czasu odpowiednie fragmenty wykresu można przybliżyć odcinkami prostej, przy czym im odstęp czasu są mniejsze, tym przybliżenie lepsze.

5. Znajdujemy ogólne wyrażenie na współczynnik kierunkowy odcinka na przykład siecznej do krzywej, przybliżającego dany jej niewielki fragment. Zwracamy uwagę, że skoro im krótszy rozpatrywany odstęp czasu, tym przybliżenie lepsze, to w granicznym przypadku mamy do czynienia ze styczną. W ten sposób dochodzimy do granicznego przejścia  $\Delta t \rightarrow 0$ , gdy chcemy znaleźć współczynnik kierunkowy tej stycznej.

6. Przeprowadzamy ogólną procedurę graniczną przejścia dla  $\Delta t \rightarrow 0$  z otrzymanym w (5) wyrażeniem na współczynnik kierunkowy siecznej (ilorazem różnicowym) dla funkcji  $x(t) = At^3$  w chwili  $t_0$ , aby otrzymać ten współczynnik dla stycznej. Wskazujemy, że otrzymany wynik jest zgodny z uzyskanym w punkcie (2).

7. Podobną procedurę przeprowadzamy dla funkcji  $x_1(t) = Bt^2$  ( $B = 1 \text{ m/s}^2$ ) oraz  $x_2(t) = C/t$  (gdzie  $C = 1 \text{ m}\cdot\text{s}$ ).

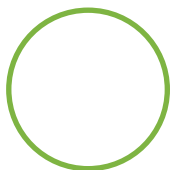
8. Na wykresie przedstawiamy uczniom możliwości, jakie dla określenia przebiegu funkcji dają styczna do jej wykresu w różnych punktach oraz jej współczynnik kierunkowy. Zwracamy uwagę, że używaliśmy liter  $x$  i  $t$  na oznaczenie współrzędnej i czasu, ale mogą one oznaczać także inne wielkości, a wykres i jego przebieg nie ulegną zmianie. Podobnie po zmianie używanych oznaczeń literowych wykres się nie zmieni. Tak więc dysponujemy narzędziem badania praktycznie wszystkich funkcji.

Warto uspokoić uczniów, że takie skomplikowane sposoby obliczania współczynnika kierunkowego stycznej do wykresu funkcji służyły tylko pokazaniu, co się w tej operacji tak naprawdę dzieje.

Takie współczynniki oblicza się, szczególnie dla bardziej skomplikowanych funkcji, efektywniejszymi metodami. Teraz dopiero, by dowartościować uczniów, możemy powiedzieć, że obliczyliśmy pochodne wymienionych wyżej funkcji. W trakcie zajęć koła staramy się unikać matematycznego żargonu, stosując raczej język zbliżony do potocznego i podstawowe pojęcia matematyczne dobrze uczniom znane z dotychczasowej nauki.

Takie wprowadzenie pochodnej pogłębi odpowiednią intuicję uczniów związaną z tym pojęciem. Stanowi też dobry punkt wyjścia do rozszerzania umiejętności jego wykorzystania. Warto zaznaczyć, uprzedzając przyszłe problemy, że na kolejnych etapach edukacyjnych matematycy doprecyzowują definicję tego pojęcia i takiego obrotu sprawy powinni się spodziewać uczestnicy koła. Można nawet uprzedzić, że o ile w opisie zjawisk fizyki elementarnej występują na ogół funkcje ciągłe, to matematycy rozpatrują bardziej wyrafinowane przypadki, do tego zaś potrzebują precyzyjniejszych definicji. W ten sposób nie przeszkodzisz matematykom, a nawet im pomożesz, gdy pod koniec licealnej edukacji będą uczniów zapoznawać z tym pojęciem „z matematyczną precyzją”. Pochodna nie będzie wówczas dla uczniów abstrakcyjnym tworem, tylko pojęciem znajomym i użytecznym.

W podobny sposób wprowadzam na zajęciach koła klas pierwszych w liceum inne podstawowe narzędzia matematyczne fizyki. Mam nadzieję, że ten przykład zainspiruje nauczycieli do własnych rozwiązań zarówno dla wprowadzania tego, jak i innych pojęć.



## **Rozdział VIII**

# Indywidualny program i indywidualny tok nauki w przypadku ucznia wybitnie uzdolnionego



*Indywidualny program i indywidualny tok nauki w przypadku ucznia wybitnie uzdolnionego to ważna szansa dla jego rozwoju. W rozdziale przedstawiono sposoby planowania indywidualnego toku nauki i indywidualnego programu nauki. Opisane zostały sposoby długofalowej pracy z uczniem, niezależnie od jego udziału w kołach i innych zbiorowych formach wsparcia.*

Na początek krótkie informacje dotyczące kwestii formalnych indywidualnego programu nauki bądź indywidualnego toku nauki. Indywidualny program nauczania lub indywidualny tok nauki mogą być realizowane na każdym etapie edukacyjnym i w każdym typie szkoły. Mogą dotyczyć jednego, kilku lub wszystkich obowiązkowych zajęć edukacyjnych przewidzianych w szkolnym planie nauczania dla danej klasy. Z wyjątkiem uczniów klas I–III szkoły podstawowej przy realizacji indywidualnego toku nauczania klasyfikacja następuje na podstawie egzaminu klasyfikacyjnego.

Głównym celem indywidualnego programu nauki jest ułatwienie uczniowi zdobywania poszerzonej i pogłębionej wiedzy w interesujących go dziedzinach, do których ma szczególne predyspozycje, według programu dostosowanego do jego uzdolnień, zainteresowań i możliwości edukacyjnych. Indywidualny program jest realizowany pod kierunkiem wskazanego nauczyciela, który ten program opracowuje lub wybiera spośród programów opracowanych poza szkołą. W pracy nad indywidualnym programem nauki może uczestniczyć oprócz nauczyciela prowadzącego zajęcia także nauczyciel ze szkoły wyższego stopnia, doradca metodyczny, psycholog, pedagog i sam uczeń.

Indywidualny tok nauki to proces kształcenia ucznia w sposób dostosowany do jego potrzeb i możliwości w systemie innym niż udział w obowiązkowych zajęciach edukacyjnych. Uczeń objęty indywidualnym tokiem nauki może realizować w ciągu jednego roku szkolnego program nauczania paru klas oraz może być klasyfikowany i promowany w czasie całego roku szkolnego. Może uczęszczać na wybrane zajęcia edukacyjne do danej klasy lub do klasy programowo wyższej w swojej lub innej szkole (również w szkole wyższego stopnia) albo realizować program w całości lub w części we własnym zakresie. Indywidualny tok nauki danego przedmiotu może być realizowany według standardowego szkolnego programu nauczania lub indywidualnego programu nauki.

Po tym formalnym wstępie zajmijmy się praktyką.

Warto zwrócić uwagę, że w typowych warunkach nauczyciel ma na indywidualny tok nauki z danym uczniem bardzo niewielki przydział godzin – najbardziej prawdopodobne jest, że decydując się na pracę z uczniem zdolnym skorzysta on z 19 godzin z Karty Nauczyciela. Najczęściej jednak jest to czas zbyt krótki, niewystarczający, aby odpowiedzieć na specjalne potrzeby edukacyjne ucznia zdolnego. Przy tak niewielkiej ilości czasu przeznaczanego na te zajęcia należy się nastawić na to, że zasadniczą część pracy nasz podopieczny będzie wykonywał samodzielnie. Zatem dość rzadkie i krótkie spotkania nauczyciela z takim uczniem będą miały raczej charakter konsultacji. W tej sytuacji zadaniem nauczyciela jest przede wszystkim planowanie i przygotowywanie zadań, które uczeń będzie wykonywał, wraz ze stosownymi ćwiczeniami oraz materiałami. Najważniejszym i chyba najtrudniejszym zadaniem jest konsultowanie tych zagadnień, problemów, zadań i ćwiczeń, w wypadku których uczeń napotkał kłopoty w ich pełnym zrozumieniu i rozwiązaniu. Jeśli uczeń ma się rozwijać, to zadania, które mu proponuje nauczyciel, nie powinny być zbyt łatwe! O ile część może być potraktowana jako ćwiczenie poznanych umiejętności,

o tyle przynajmniej niektóre powinny go zmuszać do dużego wysiłku. Wbrew pozorom, nie te zadania są cenne, które uczeń wykonuje szybko i bez wysiłku. Takie zadania praktycznie niczego nie uczą. Niezmiernie ważne jest, by uczeń zdawał sobie sprawę (uświadomienie mu tego to zadanie nauczyciela!), że największy pożytek jest z tych zadań, których uczeń albo nie był w stanie sam rozwiązać, albo popełnił błąd czy błędy przy ich rozwiązaniu. Oznacza to bowiem, że ma jakieś luki w zrozumieniu tego, czego się uczy, bądź opanowaniu niektórych umiejętności. Ta wiedza pozwala owe luki dostrzec i usunąć, i to jest podstawową zaletą takich zadań.

Ponieważ mamy do czynienia z uczniem wybitnie uzdolnionym, jego pytania mogą być bardzo wnikliwe i szczegółowe, a błędy i pomyłki – niebanalne. Nauczyciel może się więc znaleźć w niezręcznej sytuacji, próbując od razu na nie odpowiedzieć lub je wskazać. Dlatego pozwalam sobie na dobrą radę – poprośmy ucznia, by pytania i rozwiązania zadań, w których się pojawiły problemy, przysyłał nam wcześniej drogą e-mailową. W ten sposób będziemy mieli czas przygotować się do rozmowy, przemyśleć problemy. Jeśli uczeń rozwiązuje zadania na kartce, zawsze można poprosić o skan. Alternatywnym sposobem jest odbieranie zestawu problematycznych zadań na jednym spotkaniu, by móc się nimi zająć na następnym.

Ponieważ to sam uczeń podjął decyzję i jest zainteresowany fizyką oraz jej możliwie głębokim poznaniem, nie warto poświęcać zbyt dużo czasu i energii na czynności kontrolne. Dobrze jest, jeśli relacje między uczniem a nauczycielem nabiorą charakteru partnerskiego – wszak obie strony mają ten sam cel. Zdecydowanie łatwiej i efektywniej będzie się omawiało problemy, jeśli nie będzie za tym stała kwestia oceny. Uczeń wybitnie uzdolniony i zainteresowany fizyką to nie jest ktoś, kogo trzeba poganiać i przymuszać. Omawiając z uczniem to, co udało mu się zrobić, i to, co nie wyszło, nauczyciel i tak ma doskonały wgląd w jego pracę. Niech wszystko, co uczeń robi, traktuje jako możliwość uzyskania informacji zwrotnej o postępach w poznawaniu ulubionego przedmiotu, a nie jako podstawę do uzyskania takich czy innych zapisów w dzienniku. Jeśli pracujemy indywidualnie z uczniem wybitnie uzdolnionym, to i tak rozwiązuje on problemy trudniejsze od tych stawianych w klasie.

Jeśli celem realizacji indywidualnego toku nauki nie jest tylko przyspieszenie tempa realizacji materiału, tak by uczeń mógł w rok zaliczyć kilka lat nauki i zrealizować tylko podstawę programową paru klas, to warto się zastanowić, co dodatkowego powinno się znaleźć w programie jego edukacji. Osobiście nie jestem za tym, by nauka odbywała się w sposób nadmiernie przyspieszony. **Sądzę, że uczniowi wybitnie uzdolnionemu potrzebne jest przede wszystkim pogłębione przestudiowanie podstawowych zagadnień – więcej niuansów i paradoksów, szczególnych przypadków, skomplikowanych układów i sytuacji fizycznych, zadań z wykorzystaniem bardziej zaawansowanego aparatu matematycznego oraz problemów związanych z zastosowaniami praktycznymi omawianych zagadnień. Taki trening pozwoli mu samodzielnie radzić sobie z nowymi obszarami fizyki, jeśli będzie chciał je poznać.**

Podobny pogląd mam na temat konstruowania indywidualnego programu nauki. O ile uczeń nie ma jakiegos szczególnego pola zainteresowań, o które chciałby rozszerzyć swoją edukację, to warto skoncentrować się na możliwie głębokim i pełnym rozumieniu oraz umiejętności rozwiązywania złożonych problemów. To dużo efektywniejsze od często dość pobieżnej realizacji możliwie szerokiego zakresu materiału. Jeśli uczeń ma jakiś szczególny obszar zainteresowań, to poza nim warto zadbać przede wszystkim o pogłębione zrozumienie podstawowych zagadnień. Można zresztą te podstawowe zagadnienia, o ile to możliwe, realizować w kontekście zainteresowań naszego ucznia.

Głęboka i pozbawiona luk znajomość podstawowych narzędzi, praw i zasad fizyki oraz umiejętność sprawnego ich wykorzystania do rozwiązywania problemów, jak również dobrze opanowany aparat matematyczny pozwalają wybitnie uzdolnionemu uczniowi już samodzielnie i bez przeszkód poszerzać swoją znajomość fizyki o nowe obszary.





## **Rozdział IX**

# Rozwój społeczny ucznia wybitnie uzdolnionego



*Rozwój społeczny (w ramach rozwoju kierunkowych uzdolnień) ucznia wybitnie uzdolnionego – współpraca z innymi, wolontariat w zakresie popularyzacji nauki itd. Relacje nauczyciel – uczeń wybitnie uzdolniony w zakresie fizyki. Przykłady, źródła.*

Warto by uczeń wybitnie uzdolniony w zakresie fizyki rozwijał nie tylko swoje umiejętności i wiedzę w zakresie wąsko rozumianej fizyki, ale również umiejętności społeczne z nią związane czy przy jej uprawianiu użyteczne. Jest to ważne z kilku powodów.

Nierzadko zdarza się, że wybitnie uzdolnieni nie są akceptowani przez swoją grupę (klasę, szkołę), a czasem wręcz pozostają z nimi w konflikcie. Te same cechy charakterystyczne wybitnie uzdolnionych, które tak dobrze służą ich rozwojowi w zakresie samej fizyki, mogą skutecznie popsuć relacje takich jednostek z otoczeniem. W tych warunkach uczeń wybitnie uzdolniony nie rozwinię w pełni swojego potencjału.

Obecnie w naukach ścisłych, przyrodniczych i technicznych pracuje się zwykle w grupach badawczych. Przynajmniej połowa sukcesu naukowca zależy od dobrej umiejętności współpracy w takim zespole. Co więcej – dziś życie naukowe toczy się nie na poziomie publikacji (one są tylko formalnym finałem badań), ale na płaszczyźnie różnorodnych indywidualnych kontaktów z przedstawicielami naukowego środowiska danej dziedziny czy poddziedziny.

Kluczowym dziś, w epoce drogiej na ogół fizyki, czynnikiem powodzenia jakichkolwiek zamierzeń badawczych, a często i dydaktycznych jest umiejętność zdobywania środków, by móc je sfinansować. To zaś można osiągnąć, wyłącznie nadając im odpowiedni rozgłos oraz pokazując, czasem ludziom kompletnie niezorientowanym, że dotychczasowe badania były, a planowane badania będą, użyteczne i ciekawe dla innych.

Wreszcie uczeń uzdolniony, również wybitnie, nie jest i nie powinien być jednostką jednowymiarową. Jego powodzenie w życiu osobistym i towarzyskim przełoży się na dłuższą metę na sukces naukowy. Tym samym brak takiego powodzenia nie sprzyja sukcesom naukowym.

Wymienione wyżej powody sprawiają, że troska o rozwój społeczny ucznia szczególnie uzdolnionego nie jest tylko kwiatkiem do kożucha. Dlatego warto o tym pomyśleć i stworzyć uczniowi warunki do takiego rozwoju. Szczególnie wtedy, gdy tego rodzaju umiejętności nie są jego najmocniejszą stroną.

Jak więc sprawić, by wybitnie uzdolniony fizyk rozwijał się również w sferze społecznej?

Jak wiadomo, zwykle zdecydowanie lepiej funkcjonujemy i rozwijamy się, robiąc rzeczy, w których czujemy się dobrzy i kompetentni, i które sprawiają nam przyjemność.

Pierwszą okazją do poprawienia relacji z otoczeniem jest pomoc innym w nauce fizyki (a może także matematyki). Może to być bieżąca pomoc koleżankom i kolegom mającym chwilowe trudności, albo w starszych klasach pomoc w przygotowaniu do matury. Pomoc ta może mieć formy mniej lub bardziej usystematyzowane. Ważne jest, by nie oznaczało to robienia czegoś za innych czy zmuszania do nauki. Taka sytuacja może te relacje tylko pogorszyć. To koledzy powinni chcieć się nauczyć i zrozumieć (tu ważna rola nauczyciela), a zdolny uczeń – nieść im w tym pomoc.

Druga okazja to wspólne wykonywanie wspólnych zadań w ramach pracy w klasie – doświadczeń, projektów itd. Tu kompetencje naszego bohatera również mogą znaleźć zastosowanie, a jednocześnie musi się on porozumieć z innymi chociażby co do sposobu i podziału obowiązków. Wcale nie musi on, niezależnie

od kompetencji, przewodzić. Umiejętność podporządkowania się sprawnemu organizatorowi całości to też ważna umiejętność.

Wspominałem już o wielopoziomowych kołach, w których najbardziej zaawansowani dzielą się wiedzą z młodszymi oraz kontrolują ich postępy. Rola tutora to też ważne i kształcące doświadczenie.

Kolejną możliwością jest prowadzenie, już bardziej samodzielnie, koła związanego z jakimiś umiejętnościami użytecznymi dla młodszych kolegów zainteresowanych fizyką. Wspominałem o kole metod matematycznych fizyki, ale mogą być też inne. Znam przypadki prowadzenia przez uzdolnionego młodego fizyka (z pomocą licealnego nauczyciela) zajęć na obozach naukowych czy kółkach w macierzystym gimnazjum. Są też przypadki prowadzenia zajęć na obozach naukowych czy też kółkach prowadzonych, z pewną pomocą licealnego nauczyciela, przez uzdolnionego fizycznie licealistę w macierzystym gimnazjum. Taka sytuacja z jednej strony pozwala uczniowi poczuć się ważnym i potrzebnym, a z drugiej – stwarza okazję do poszukania i wypróbowania swoich własnych twórczych pomysłów na tego rodzaju przedsięwzięcie, poza tym wymaga od młodego prowadzącego wykazania się odpowiedzialnością i sprawnością organizacyjną. Efekty i opinie uczestników pozwolą ocenić, czy i na ile to się powiodło. Przy okazji sam uczeń będzie musiał zweryfikować to, jak dobrze rozumie poszczególne zagadnienia, głębiej wniknąć w to, co jemu wydaje się oczywiste, ale sprawia kłopot uczestnikom koła. W pełni bowiem rozumiemy tylko coś, co potrafimy wytłumaczyć innym. Dlatego ucząc innych, tak wiele uczymy się sami.

Z szansą rozwoju społecznego wiążą się różne przedsięwzięcia popularyzujące naukę, w tym fizykę. Może to być udział w jakiejś wielkiej imprezie typu: Festiwal Nauki, Piknik Naukowy, Dzień Wydziału Fizyki albo rola społecznego asystenta w jakimś eksploratorium – tu bierze się udział w różnych pokazach, ustawionych czy wymyślonych przez organizatorów.

Znam przypadki, kiedy uczniowie, nawet niekoniecznie wybitnie uzdolnieni, sami organizowali publiczne pokazy różnych widowiskowych doświadczeń fizycznych. Nauczyciel im pomagał, wspierał radą i sprzętem, ale to oni decydowali o tym, które doświadczenia chcieliby pokazać, oraz je przygotowywali. I to oni kierowali całym przedsięwzięciem. Z takimi pokazami trafiali między innymi do niepełnosprawnych dzieci czy hospicjów dziecięcych, robili pokazy dla tysięcy rówieśników i osób dorosłych, często z odległych miejscowości. Do najbardziej znanych tego rodzaju przedsięwzięć należą inicjatywy prowadzone pod egidą radomskiego Gimnazjum Publicznego nr 5 przez najbardziej chyba zasłużonego dla olimpiad fizycznych byłego nauczyciela radomskiego VI LO im. Jana Kochanowskiego prof. Marka Golkę. Przy okazji można się naprawdę wiele nauczyć, a jednocześnie nawiązują się różnorodne więzi pomiędzy uczestnikami.

Wreszcie, bardzo wiele dla społecznego rozwoju uczniów wybitnie uzdolnionych robią obozy naukowe. Jeśli są międzyszkolne, to uczeń wybitnie uzdolniony uczy się na nich kontaktu i współpracy z osobami o podobnym potencjale. Takie kontakty, szczególnie przy dzisiejszych środkach łączności, mogą być początkiem długotrwałej i owocnej współpracy sięgającej okresu studiów, a nawet późniejszego. Jeśli jeszcze uda się zorganizować obóz naukowy ukierunkowany na jeszcze inne dyscypliny, to mamy okazję ćwiczyć i rozwijać umiejętności współpracy interdyscyplinarnej. W przypadku szkolnego obozu naukowego wiele możliwości społecznego rozwoju ucznia stwarza udział w pracy nad przygotowaniem tego obozu. Dotyczy to zarówno kwestii organizacyjnych i logistycznych, jak i merytorycznych. Ważne jest, by życie obozów nie koncentrowało się wyłącznie wokół problematyki naukowej. Im większy będzie wkład uczestników w przygotowanie i przebieg obozu, tym lepiej będą go oceniać oraz tym więcej pożytecznych doświadczeń i umiejętności z niego wyniosą.

Również koło fizyczne jest, wbrew stereotypom, znakomitą okazją do rozwoju społecznego. Pod warunkiem, że się zadba właśnie o jego społeczny charakter – wybór autentycznego lidera, odpowiedzialnego za sprawy organizacyjne, wspólne celebrowanie świąt i sukcesów uczestników, inspirowanie do tworzenia i kultywowania specyficznych kółkowych zwyczajów i obrzędów.

Jak już wspomniałem, z różnych form współzawodnictwa w zakresie fizyki rozwojowi umiejętności społecznych najbardziej sprzyjają turnieje zespołowe i konkursy prac badawczych.

Warto wreszcie pamiętać o jeszcze jednej istotnej sprawie. Istotnej przede wszystkim dla nauczycieli. Jeśli nauczymy swoich wybitnie uzdolnionych uczniów robić coś dla szkoły i młodszych oraz mniej zaawansowanych kolegów, to nauczymy ich czerpać z tego satysfakcję i przyjemność, a sami będziemy mieć z tego pożytek w przyszłości.

Przyzwyczajeni do takiej aktywności zdolni uczniowie będą ją kontynuować również w okresie studiów, dysponując zdecydowanie większym potencjałem. Niektórzy będą to robić również po ich ukończeniu. Znam przypadki nauczycieli fizyki, którym w prowadzeniu kół oraz przygotowaniach ekip do Turnieju Młodych Fizyków i innych przedsięwzięciach pomagają do dziś byli uczniowie. Uczniowie, którzy są już niekiedy uniwersyteckimi profesorami, dyrektorami instytutów, kierownikami katedr, uznanymi uczonymi!

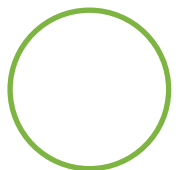
Ogólną wiedzę o pracy z uczniem zdolnym i jej problemach można wzbogacić dzięki poniższym pozycjom z literatury przedmiotu:

1. Eby J.W., Smutny, J.F., *Jak kształcić uzdolnienia dzieci i młodzieży*, WSiP, Warszawa 1998.
2. Karwowski M. (red.), *Identyfikacja potencjału twórczego. Teoria. Metodologia. Diagnostyka*, Wydawnictwo APS, Warszawa 2009.
3. Nęcka E., *Psychologia twórczości*, GWP, Gdańsk 2003.
4. Paitner F., *Kim są wybitni?*, WSiP, Warszawa 1993.
5. Partyka M. (red.), *Modele opieki nad dzieckiem zdolnym*, CMPP-P MEN, Warszawa 2000.
6. Partyka M., *Zdolni, utalentowani, twórczy*, CMPP-P MEN, Warszawa 1999.
7. Rimn S.B., *Bariery szkolnej kariery. Dlaczego dzieci zdolne mają słabe stopnie?*, WSiP, Warszawa 1994.
8. Nakoneczna D., *Kształcenie wielostronne stymulujące rozwój uzdolnień*, WSiP, Warszawa 1998.
9. Nakoneczna D., *Uczniowie zdolni i ich nauczyciele*, TST, Warszawa 2003.
10. Raport EURIDICE, *Wspieranie rozwoju uczniów zdolnych: specjalne rozwiązania stosowane w szkołach w Europie*, 2008, <http://www.eurydice.org.pl/files/zdolny.pdf>

## Zamiast zakończenia

Niniejszy poradnik to nie recepta na wychowanie i wykształcenie uczniów wybitnie zdolnych. To zbiór propozycji, pomysłów i doświadczeń, z których można i warto zbudować coś swojego. Każdy nauczyciel pracuje w innych warunkach, ma inne doświadczenia, inne mocne strony, inne zainteresowania, które chciałby i potrafi wykorzystać. Wreszcie uczniowie wybitnie zdolni bardzo się między sobą różnią, a to oni są przecież punktem odniesienia dla naszych działań. Co jednak najważniejsze, praca z nimi może dać ogromną satysfakcję – tak w czasie, gdy są pod naszą opieką, jak i gdy kończą już szkołę. Pozwala też na bardzo twórcze podejście do własnej pracy.

Tego wszystkiego pragnę Wam, drodzy Nauczyciele, życzyć. Mam nadzieję, że lektura tego poradnika Wam w tym pomoże.



## Bibliografia



1. Cahn S.B., Nadgorny B.E., *A guide to physics problems, part 1&2*, Plenum Press, New York 1994.
2. Szapiro A.I., Bodik B.A., *Originalnyje metody reszenija fizycznych zadacz*, „Magistr – S”, Kijów 1996.
3. Gnadig P., Honyek G., Riley K., *200 Puzzling Physics Problems With Hints and Solutions*, Cambridge University Press, Cambridge 2001.
4. Belikov B.S., *General methods for solving physics problems*, Mir Publishers, Moscow 1989.
5. Meledin G.V., *Fizika w zadaczach*, Nauka, Moskwa 1985.
6. Slobodianiuk A.I., Markowicz L.G., Lavrinienko A.V. *Olimpiady po fizikie*, „Aversev”, Mińsk 2003.
7. Gorlova L.A., *Olimpiady po fizikie*, „VAKO”, Moskwa 2007.
8. Holics L., *300 Creative Physics Problems with Solutions*, ANTHEM PRESS, Londyn 2011.
9. Burger E.B., Starbird M., *The Heart Of Mathematics. An invitation to effective thinking.*, Key College Publishing & Springer, Emeryville, CA, 2005.
10. Krotov S.S. (ed.), *Aptitude Test Problems in Physics*, Mir Publishers, Moscow 1990.
11. Buzdin A.I., Zilberman A.R., Krotov S.S. *Raz zadacza, dwa zadacza ...*, Nauka, Moskwa 1990.
12. Partyka M. (red.), *Modele opieki nad dzieckiem zdolnym*, CMPP-P MEN, Warszawa 2000.
13. Nakoneczna D., *Kształcenie wielostronne stymulujące rozwój uzdolnień*, WSiP, Warszawa 1998.
14. Nakoneczna D., *Uczniowie zdolni i ich nauczyciele*, TST, Warszawa 2003.
15. Słobodiecki I., Aslamazow L., *Zadania z fizyki*, PWN, Warszawa 1986.
16. Janiszewski P., Mostowski J., *50 lat Olimpiad Fizycznych*, PWN, Warszawa 2002.
17. Kozieł S. (red.), *Zbiór zadań z fizyki*, PWN, Warszawa 1989.
18. Partyka M., *Zdolni, utalentowani, twórczy*, CMPP-P MEN, Warszawa 1999.
19. Raport EURIDICE, *Wspieranie rozwoju uczniów zdolnych: specjalne rozwiązania stosowane w szkołach w Europie*, 2008, <http://www.eurydice.org.pl/files/zdolny.pdf>
20. Huntley E.H., *Dimensional Analysis*, Dover, New York 1967.







„Poradnik nie narzuca sposobu postępowania, nie zawiera gotowych scenariuszy postępowania nauczyciela a jedynie sugeruje działania, jakie nauczyciel powinien podjąć dla wspierania ucznia wybitnie uzdolnionego w rozwoju i rozwijaniu zainteresowań oraz prawidłowego rozwoju społecznych umiejętności ucznia w ramach jego zainteresowań, podpowiada jakie można preferować typy aktywności, w jakich konkursach, olimpiadach czy turniejach proponować udział. W treści samego poradnika przytoczono kilkadziesiąt różnych zadań, które mogą posłużyć nauczycielowi do rozpoznania ucznia wybitnie uzdolnionego oraz do pracy indywidualnej z nim na lekcjach, kołach zainteresowań, do samodzielnej pracy ucznia czy podczas jego przygotowywania się do różnorodnych konkursów, turniejów lub olimpiad.”

Wojciech Śpionek,  
fragment recenzji

## OŚRODEK ROZWOJU EDUKACJI

Aleje Ujazdowskie 28

00-478 Warszawa

tel. 22 345 37 00, fax 22 345 37 70

mail: sekretariat@ore.edu.pl

www.ore.edu.pl

egzemplarz bezpłatny

