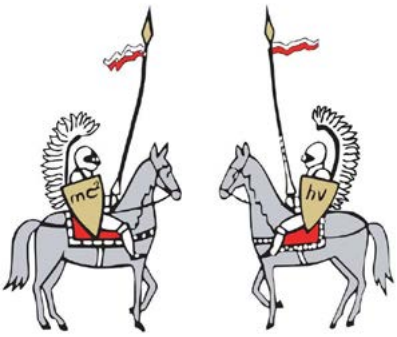
ŁUKASZ GŁADCZUK

SZKOŁA FIZYKI, KTÓREJ NIE DA SIĘ ZASTĄPIĆ PODRĘCZNIKIEM

Pasja do fizyki nie bierze się z opanowywania kolejnych wzorów ani rozwiązywania wielu zadań. Pojawia się dopiero wtedy, gdy uczeń samodzielnie przeprowadza doświadczenie, o którym dotąd czytał jedynie w podręcznikach. Może wówczas zweryfikować, czy w rzeczywistości przebiega ono tak, jak opisuje teoria. Bardzo często okazuje się, że właśnie nie. To tworzy swego rodzaju zagadkę. Uczeń zaczyna zastanawiać się, skąd biorą się niezgodności i jakie dodatkowe efekty nie zostały uwzględnione w modelu teoretycznym. Często są one bardzo nieoczywiste. Jeśli po wielu próbach uda się dojść do sedna problemu, daje to ogromną satysfakcję i motywuje do dalszego zajmowania się fizyką. Taki właśnie model pracy proponuje Turniej Młodych Fizyków.

Od wielu lat wspieram zawodników Klubu Naukowego Fenix w przygotowaniach do Turnieju, a od 2025 roku wykorzystuję to doświadczenie jako sekretarz, współtworząc jego organizację. Ta podwójna perspektywa pozwala mi patrzeć na zawody zarówno z punktu widzenia pracy z uczniami, jak i od strony organizacyjnej.



Logo Turnieju Młodych Fizyków

STRUKTURA ZAWODÓW

Turniej Młodych Fizyków (TMF) jest konkursem, który co roku stawia uczniów liceum przed siedemnastoma otwartymi problemami z fizyki. Wszystkie zadania dobrane są tak, aby badane zjawisko można było odtworzyć bez specjalistycznego wyposażenia laboratoryjnego. Jednocześnie każdy z problemów można analizować na różnych poziomach zaawansowania, a nawet przekształcić w rzeczywistą pracę badawczą. Dobrym przykładem jest zadanie z 2022 roku:

Niezatapialny dysk

Metalowy dysk z otworem na środku tonie w pojemniku wypełnionym wodą. Jednak gdy na środek dysku skieruje się pionowy strumień wody, dysk może się utrzymywać na powierzchni wody. Wyjaśnij to zjawisko i zbadaj istotne parametry.

Do wykonania doświadczenia wystarczy metalowy dysk i kran z wodą. Problem jest otwarty, a uczeń sam musi zdecydować, co powoduje obserwowany efekt, jakie prawa fizyki mają tu zastosowanie i jakie wielkości należy mierzyć. Zadanie to było analizowane przez uczniów z całego świata. Jedno z rozwiązań zostało ostatecznie opublikowane w recenzowanym czasopiśmie naukowym[1].

Polska edycja TMF stanowi eliminacje do zawodów międzynarodowych — International Young Physicists' Tournament (IYPT). Organizowana jest przez Polskie Towarzystwo Fizyczne we współpracy z ośrodkami akademickimi: Instytutem Fizyki PAN, Wydziałem Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, Wydziałem Fizyki Politechniki Warszawskiej oraz Uniwersytetem Wrocławskim i Politechniką Wrocławską

Zawody składają się z trzech etapów: etapu korespondencyjnego (zwykle w styczniu), półfinałów (marzec) oraz finałów krajowych (kwiecień), które wyłaniają laureatów i reprezentację Polski na turniej międzynarodowy. W każdym z etapów uczestniczą pięcioosobowe drużyny prowadzone przez jednego lub dwóch opiekunów. Na przygotowania uczniowie mają czas od sierpnia i mogą korzystać z wszelkich dostępnych źródeł: książek, artykułów naukowych, konsultacji z nauczycielami oraz ekspertami.

1 J. Turczynowicz, et al. "Preventing sinking of a disk by leveraging the boundary jump phenomenon" Phys. Rev. Fluids 10, L062801,(2025) DOI: 10.1103/jwmb-pvyz

Same zawody przypominają konferencję naukową. Uczniowie przyjmują jedną z trzech ról. Drużyna referenta prezentuje wyniki pracy w formie dziesięciominutowego referatu podczas tzw. potyczek fizycznych. Drużyna oponenta wybiera zagadnienie i wyzywa referenta do jego przedstawienia (referent może odrzucić ograniczoną liczbę zadań bez straty punktów). Po referacie oponent zadaje pytania oraz wygłasza krytyczną ocenę pracy. Następnie odbywa się dyskusja merytoryczna, w której referent odpowiada na szczegółowe zarzuty i broni swojej pracy oraz wyników. Trzecia drużyna pełni rolę recenzenta i podsumowuje dyskusję.

Całości przygląda się jury, złożone z pracowników naukowych oraz nauczycieli fizyki. Po zakończeniu wystąpień ocenia ono zarówno poprawność fizyczną argumentacji, jak i sposób prowadzenia dyskusji naukowej. Każda z drużyn otrzymuje ocenę punktową w skali od 1 do 10.

PRZYGOTOWANIE DO ZAWODÓW

Nasuwa się pytanie, jak przygotować uczniów do tak złożonych zawodów. Każda drużyna robi to inaczej, mogę jednak opisać, jak wygląda to w przypadku drużyny Klubu Naukowego Fenix, od wielu lat zajmującej czołowe miejsca w eliminacjach krajowych.

Praca zaczyna się w sierpniu, kiedy zarówno uczniowie, jak i opiekunowie po raz pierwszy zapoznają się z treścią zadań. Pierwsze tygodnie polegają przede wszystkim na próbach odtworzenia opisanego zjawiska. Uczniowie budują prowizoryczne układy doświadczalne z tego, co jest pod ręką: szklanek, gumek recepturek, sprężyn z długopisów, laserów wskaźnikowych czy wag kuchennych. Bardzo często pierwsze doświadczenia w ogóle nie działają.

Dla uczniów jest to jeden z najważniejszych momentów, zaczynają zauważać, które elementy układu są rzeczywiście istotne dla przebiegu doświadczenia. Pojawiają się pierwsze hipotezy wyjaśniające mechanizm zjawiska i to właśnie one stają się punktem wyjścia do dalszej pracy.

Następnie, uczniowie próbują opisać zjawisko matematycznie, początkowo przy użyciu prostych praw fizyki znanych ze szkoły, ale także bardziej zaawansowanych modeli jak na przykład równania ruchu cieczy czy drgań nieliniowych. Przewidywane zależności muszą zostać zweryfikowane pomiarem, co wymaga budowy odpowiednich układów i wielokrotnego powtarzania doświadczeń przy kontrolowanej zmianie parametrów.

Przy okazji młodzież poznaje rzeczywiste metody doświadczalne. Do analizy ruchu wykorzystuje się nagrania z kamer (często telefonów komórkowych) oraz programy do śledzenia położenia punktów w czasie, takie jak *Tracker*, pozwalające wyznaczać prędkości i przyspieszenia. Do analizy dźwięku stosowane są spektrogramy, a w układach z wirującymi elementami proste tachometry lub czujniki magnetyczne. Wykonują też pomiary pomocnicze: współczynnika tarcia, lepkości cieczy, stałej sprężystości sprężyny czy momentu bezwładności elementów układu.

Jednak Turniej nie jest wyłącznie projektem badawczym. Równolegle uczniowie opracowują referaty. Każdy problem musi zostać przedstawiony w dziesięciominutowej prezentacji, która nie polega na pokazaniu wszystkiego, co wykonano, lecz na zbudowaniu logicznej argumentacji: od obserwacji, przez model, po weryfikację eksperymentalną i ocenę zgodności z teorią. Uczniowie uczą się prezentacji danych, konstrukcji wykresów oraz jasnego formułowania wniosków.

Większym wyzwaniem okazuje się rola oponenta, którego zadaniem jest rzetelna ocena pracy innej drużyny i wskazanie jej ograniczeń: założenia modelu, możliwe błędy systematyczne, brakujące pomiary lub nieuprawnione wnioski. Wymaga to rzeczywistego zrozumienia fizyki problemu, a nie tylko własnego rozwiązania. W trakcie przygotowań prowadzone są zatem symulowane potyczki fizyczne — uczniowie prezentują prace przed kolegami, a pozostali pełnią rolę oponentów i recenzentów. W ten sposób uczą się dyskusji naukowej opartej na argumentach.

Pełne zrozumienie zjawiska oraz zgodność hipotez z mierzonymi wartościami przychodzi dopiero po wielu miesiącach pracy. Ten moment daje uczniom bardzo dużo satysfakcji, a poczucie sukcesu osiągają prezentując te wyniki przed gronem ekspertów podczas turnieju.

Zdobywcy złotego medalu International Young Physicists' Tournament IYPT'2024 z Klubu Naukowego Fenix

SUKCESY

Polscy uczestnicy Turnieju od wielu lat należą do ścisłej światowej czołówki, regularnie zdobywając medale na zawodach międzynarodowych. W ostatnich latach reprezentacja Polski zdobyła srebrny medal w 2025 roku oraz złote medale w 2024 roku na Węgrzech, w 2023 roku w Pakistanie, w 2022 roku w Rumunii i w 2021 roku w Gruzji. Także we wcześniejszych edycjach Polska wielokrotnie stawała na podium, sięgając po złoto między innymi w latach 2017, 2015 i 2014.

Wielu absolwentów Turnieju podejmuje następnie studia na najbardziej wymagających uczelniach w kraju i za granicą: m.in. w Oksfordzie i Cambridge, a swoją dalszą drogę zawodową wiąże z fizyką, matematyką lub inżynierią. Turniej staje się dla wielu z nich pierwszym realnym kontaktem ze wspólnotą naukową.

AUTOR

Dr **Łukasz Gładczuk** (ORCID: 0000-0001-7252-7619) jest doktorem fizyki Uniwersytetu Oksfordzkiego, założycielem Klubu Naukowego Fenix oraz mentorem młodzieży zaangażowanej w projekty badawcze i międzynarodowe turnieje naukowe. Od 15 lat zajmuje się przygotowaniem reprezentacji Polski do Turnieju Młodych Fizyków. Jego zainteresowania obejmują także rynki finansowe i analizę ilościową.