

Szkolne zadania na przestrzeni ostatnich stu lat

Zofia Gołąb-Meyer

O potrzebie rozwiązywania zadań

W 2003 roku Witalij Łazarewicz Ginzburg został wyróżniony Nagrodą Nobla za wyniki dotyczące nadprzewodnictwa i nadciekłości. Z tej okazji wypowiedział się na temat swoich czasów szkolnych i roli zadań w osiągnięciu biegłości i erudycji naukowej:

„(…) mogę wymienić (…) wymagania wobec szkoły, szczególnie ważne dla przyszłego fizyka (…) – szkoła powinna zapewnić automatyzm w zakresie elementarnej matematyki. Mam na myśli umiejętność szybkiego liczenia, nawyki w zakresie arytmetyki, algebry, trygonometrii, wykorzystania podręcznych komputerów. To osiąga się treningiem plus koniecznością korzystania z nich. Uczniów nudzi odmienianie i koniugowanie, nauka zasad gramatyki, rozwiązywanie wiele razy prawie jednakowych zadań i dokonywanie przekształceń, które już w swej istocie są oczywiste. Dlatego właśnie, gdy w ciągu trzech miesięcy opanowałem materiał trzech lat, rozwiązałem, powiedzmy, 100 zadań zamiast 1000, które rozwiązałbym w szkole. Rezultat tego – brak nawyków automatyzmu – odczuwam przez całe życie. **Dlatego radzę nie oszczędzać czasu przez zmniejszanie liczby zadań, przykładów, ćwiczeń. To fałszywa oszczędność**. Lepiej już byłoby racjonalnie skracać program, nie wprowadzając do niego wielu elementów tego, co i tak będzie wykładane na studiach" (czytaj więcej *Foton* 83, 2003, a także wypowiedzi W. Ginzburga na stronie noblowskiej).

Rozwiazywanie zadań, choć czynność wręcz znienawidzona przez większość uczniów, jest jednak elementem niezbędnym w nauczaniu, w uchwyceniu przez uczniów „metody naukowej", rozumowania odmiennego od tego stosowanego w życiu codziennym. Na szczęście nie wszyscy uczniowie nienawidzą rozwiązywania zadań. Są tacy, którzy jak Feynman pasjonowali się tym. Wystarczy wspomnieć opis szkolnych zawodów z fizyki, w których Feynman brał udział. Opisał jak szybko rozwiązał klasyczne zadanie ze zgubionym przez wioślarzy kapeluszem. Mamy też zachowane listy Ireny Curie do matki, w których raportuje swoje trudności i sukcesy w rozwiązywaniu zadań.

Zadania z pierwszej połowy XX wieku

Typowym zadaniom z tego okresu „przyprawiono gębę", że są abstrakcyjne, że nudne i dotyczące wydarzeń wymyślonych na potrzeby lekcji fizyki, a niemające nic wspólnego z życiem.

Starsi czytelnicy pamiętają zapewne jeszcze przedwojenny zbiór zadań Zillingera. Były to szeregi krótkich zadań z rozmaitych działów fizyki ułożone w porządku wzrastającego stopnia trudności. Na końcu zbioru znajdowały się krótkie liczbowe odpowiedzi. Zamiast zadań z Zyllingera przytoczę zadania z innego popularnego przed II wojną światową zbioru Witolda Rybczyńskiego *Zbiór zadań z fizyki z rozwiązaniami*, 1929, Książnica Atlas. Witold Rybczyński był utalentowanym fizykiem i z powołania nauczycielem.


ZBIORY ĆWICZEŃ Z FIZYKI

W. ZILLINGER

ZBIÓR ĆWICZEŃ Z FIZYKI

dla szkół powszechnych

Cena zł. 3·20

ZBIÓR ĆWICZEŃ I ZADAŃ Z FIZYKI

Cz. I. Cena zł. 3·20. Cz. II. Cena zł. 6·80.

Obfitość materjału, liczne ilustracje, objaśniające tekst, oraz niewielka ilość przyrządów, potrzebnych do prowadzenia ćwiczeń, czynią z tych podręczników aktualne i pożyteczne wydawnictwa.

M. HALAUNBRENNER

ĆWICZENIA PRAKTYCZNE Z FIZYKI W SZKOLE ŚREDNIEJ

Cz. I. Optyka. Cena zł. 4·90.
Cz. II. Magnetyzm i elektryczność. Cena zł. 6·30.
Cz. III. Ciepło. Cena zł. 6·—.

Opisane ćwiczenia są owocem wieloletniej, sumiennej pracy autora. Dodatnią stroną ćwiczeń stanowi łatwość wykonania ich stosunkowo prostemi środkami. Przejrzyste rysunki schematyczne, wykaz przyrządów, potrzebnych do każdego ćwiczenia, oraz szczegółowa bibljografja podnoszą wartość tych podręczników.

E. TENCZYN

WYBÓR ĆWICZEŃ CHEMICZNYCH

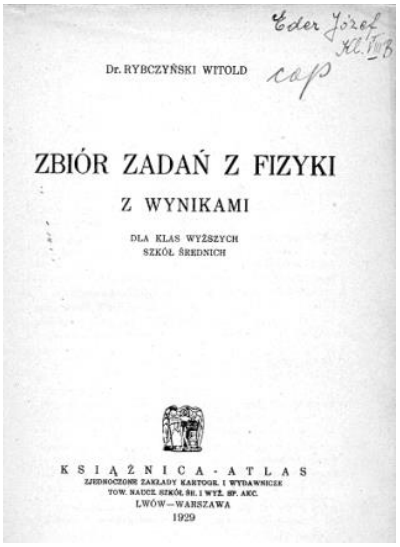
Cena zł. 2·10.

Podręcznik ten ma za cel ułatwić uczniom przeprowadzanie ćwiczeń chemicznych, dokładnie je objaśniając, podając wzory chemiczne, objaśnienia i t. d. Podaje opis wzorowej pracowni chemicznej dla uczniów.

Nakład:

S. A. KSIĄŻNICA-ATLAS T. N. S. W.

LWÓW, UL. CZARNIECKIEGO L. 12 — WARSZAWA, UL. NOWY ŚWIAT L. 59


Eder Józef
XI.1936

Dr. RYBCZYŃSKI WITOLD

ZBIÓR ZADAŃ Z FIZYKI

Z WYNIKAMI

DLA KLAS WYŻSZYCH SZKÓŁ ŚREDNICH

KSIĄŻNICA-ATLAS

ZJEDNOCZONE ZAKŁADY KARTOGR. I WYDAWNICZE TOW. NAUCZ. SZKÓŁ ŚR. I WYŻ. SP. AKC.

LWÓW—WARSZAWA

1929

Zad. 97, s. 11
Jaka jest długość wahadła sekundowego w Warszawie? (g = 981.22 cm/s^2).

Zad. 325, s. 33
Bezwzględna wilgotność powietrza w Polsce w zimie (–4°C) wynosi 3 g/m^3, a w lecie (+18°C) 12 g/m^3. Kiedy powietrze w Polsce jest względnie suchsze, w zimie czy w lecie? (Wilgotność bezwzględna powietrza nasyconego parą wynosi w temp. –4°C 3.7 g/m^3, a w temp. +18°C 15.3 g/m^3).

Zad. 331, s. 33
Zator lodowy wysadzono dynamitem; ktoś, znajdujący się na rzece w odległości 3.6 km, uczuje najpierw wstrząśnienie, a potem usłyszy huk. W jakim odstępie czasu odbierze te wrażenia? (Spółczynnik sprężystości lodu = $3 \cdot 10^{10}$ dyn/cm^2 – w zadaniach zachowano oryginalną pisownię, używano wtedy systemu jednostek cgs).

Zadania są krótkie, jasno sformułowane i trudno dwa ostatnie zadania uznać za niemające odniesienia do sytuacji życiowej (*Foton* 77, 2002, s. 41).

Standardowa metoda rozwiązywania nakazywała wypisanie danych, szukanych, uzgodnienia jednostek i rozwiązania zadania na symbolach. W końcowym wzorze należało wstawić dane. Metoda ta sprowadzała się do rutynowej procedury i w większości przypadków prowadziła do sukcesu, jakim było otrzymanie poprawnego wzoru. Część uczniów lubiła takie zadania, ponieważ trening przynosił pozytywne dla ucznia rezultaty, czyli dobre stopnie.

Skąd brał się „hejt" takich zadań? Powód pierwszy, to trudność dla ucznia z przełożeniem sytuacji fizycznej na język symboli, na wypreparowanie z sytuacji życiowej (wystrzał, huk itp.) „czystego" opisu zjawiska fizycznego (źródło fali akustycznej, rozchodzenie się fali). Następna trudność to interpretacja wyniku. **Te wymienione trudności to istotne trudności poznawcze.** Mogą być pokonane w wyniku przerobienia i przedyskutowania z nauczycielem wielu zadań. Metodą **omijania** tych trudności są zadania dotyczące abstrakcyjnych „ciał o masie *m*", bezmasowych lin, krążków itp. Tego typu zadania są łatwiejsze do bezrefleksyjnego i algorytmicznego rozwiązywania. Dyskusja wyniku to etap, który był, a może i dalej jest, powszechnie zaniedbywany w nauczaniu.

Nie jest przez nauczycieli uwzględniany fakt, że rozmaici uczniowie potrzebują nieraz dużo więcej czasu, niż koledzy, na asymilację, uwewnętrznienie procesu, którego przedmiotem jest zadanie. Dochodzi do braku zrozumienia zadania, do irytacji i zniechęcenia. Pomocne może być wykonywanie na danych liczbowych kolejnych etapów zadania. To ma sens przy rozwiązywaniu zadań z początkującymi uczniami i dyskutowaniu nowych zagadnień. Już prawie od półwiecza w amerykańskich podręcznikach przykładowe zadania tak są rozwiązywane. Jest tu uwzględniony fakt, iż uczący się nie rozumują jeszcze formalnie (według Piageta).

Ale tak, jak pospieszne rozwiązywania zadań w starym stylu (dane, szukane...) okazały się dla większości uczniów nieskuteczne, tak styl prowadzenia ucznia za rękę przez kolejne etapy zadania zabija inicjatywę i nie daje uczniowi szansy na ogląd całości i samodzielnego budowania strategii rozwiązania. Rozbicie zadania na etapy i prowadzenie ucznia za rękę może prowadzić do sytuacji, w której uczeń wykonując kolejne polecania czy pośrednie obliczenia traci z pola widzenia całość problemu. Tym razem dotyczy to dotkliwie zdolniejszych uczniów, sprawnych w myśleniu formalnym.

Przykłady współczesnych zadań

(Małopolski Konkurs z Fizyki dla uczniów gimnazjów województwa małopolskiego w roku szkolnym 2013/2014. Etap wojewódzki)

Zadanie – obraz w zwierciadle

Naprzeciwko zwierciadła wklęsłego, na głównej osi optycznej w odległości 90 cm, ustawiono przedmiot. Promień krzywizny zwierciadła wynosi 40 cm.

a) Wykonaj konstrukcje obrazu przedmiotu otrzymanego w tym zwierciadle w skali 1:10. Nie zapomnij zaznaczyć na rysunku niezbędnych wielkości.
b) Sprawdź wykonując obliczenia, czy obraz otrzymany w tym zwierciadle jest tej samej wielkości, co przedmiot. Wybierz cechy tego obrazu.

prosty	odwrócony	pozorny	rzeczywisty

Punktacja zadania 0–10 pkt

lp.	Treść	Punktacja	Punkty uzyskane
a	Zachowanie skali	1	
	Wyznaczenie ogniska zwierciadła	1	
	Zastosowanie symbolu zwierciadła	1	
	Konstrukcyjne wyznaczenie obrazu w zwierciadle	2	
b	Podanie cech obrazu: rzeczywisty, odwrócony	1	
	Zastosowanie zależności $\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$ dla zwierciadła	1	
	Obliczenie *y* dla zwierciadła	1	
	Zastosowanie zależności $p = \left\|\frac{y}{x}\right\|$	1	
	Wyciągnięcie wniosku z obliczeń i stwierdzenie: obraz jest pomniejszony	1	
	Razem	**10**	

Komentarz: Powyższe zadanie jest w postaci poleceń do kolejnego wykonywania. Wolę sformułowanie, w którym na samym początku podany jest cel opisywanego doświadczenia. W stylu np. „celem zbadania obrazu uzyskiwanego w zwierciadle wklęsłym wykonano doświadczenie... Napisz, jaki obraz uzyskano, to jest podaj jego cechy i miejsce powstania. W tym celu wykonaj stosowne obliczenia oraz konstrukcje powstawania obrazu w skali 1:10”.

Zadanie imitujące pomiar

Uczniowie mieli za zadanie wyznaczyć gęstość ołowiu. Do dyspozycji mieli ołowianą bryłkę, siłomierz oraz naczynie z podziałką objętości, w którym była woda o gęstości ρ_w. Aby wyznaczyć gęstość bryłki skorzystali z prawa Archimedesa.

a) Zapisz w punktach czynności jakie powinni byli wykonać uczniowie w czasie przeprowadzania doświadczenia oraz zaproponuj stosowną tabelkę do zapisywania pomiarów.
b) Wyprowadź wzór, z którego uczniowie obliczą gęstość bryłki w tym doświadczeniu.
c) Wymień czynniki mające wpływ na dokładność wyznaczenia gęstości ołowiu.

Punktacja zadania 0–11 pkt

lp.	Treść	Punktacja	Punkty uzyskane
a	Pomiar objętości bryłki w naczyniu z podziałką	1	
	Zawieszenie bryłki ołowiu na siłomierzu w powietrzu i odczytanie wartości na siłomierzu	1	
	Zanurzenie całej bryłki ołowiu w wodzie i odczytanie wartości na siłomierzu	1	
	Kilkakrotne dokonanie pomiarów i zapisanie ich w tabeli	1	
	Zaproponowanie tabelki z pomiarem objętości i wartości siły	1	
b	Zapisanie $m_b = \rho_b \cdot V_b$ lub $m_b = \frac{F_c}{g}$	1	
	Zapisanie $F_c - F_w = F_s$	1	
	$F_w = \rho_w \cdot V_b \cdot g$	1	
	Połączenie i przekształcenie wzorów $\rho_b = \frac{F_s - \rho_w \cdot V \cdot g}{V \cdot g}$	1	
c	Niedokładność odczytu wartości siły	1	
	Niedokładność odczytu objętości	1	
	Razem	**11**	

Komentarz: W tym zadaniu poleca się uczniom podanie procedury pomiarowej, a dopiero potem wyprowadzenie odpowiedniego wzoru. Powinno być raczej odwrotnie: najpierw uczeń wyprowadza wzór, a następnie zastanawia się, jak zaplanować pomiar, by móc z tego wzoru skorzystać.

Zadanie – nowa dla ucznia sytuacja





Fletnia Pana – instrument muzyczny zaliczany do grupy instrumentów dętych drewnianych. Składa się z drewnianych rurek z jednej strony zamkniętych, ułożonych w jednym lub dwóch rzędach. Dźwięki z tego instrumentu wydobywa się, dmuchając w krawędzie otworów rurek. W Polsce fletnia była popularna w okresie renesansu i nazywano ją multanką.

a) Opisz krótko mechanizm powstawania dźwięku w rurkach oraz wyjaśnij, dlaczego w tym instrumencie rurki mają różną długość.
b) Oblicz częstotliwość fali dźwiękowej powstałej w rurce o długości 20 cm. Wartość prędkości dźwięku w powietrzu wynosi 340 $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

Punktacja zadania 0–6 pkt

lp.	Treść	Punktacja	Punkty uzyskane
a	Na skutek drgania słupa powietrza powstaje fala stojąca	1	
	Rodzaj dźwięku zależy od długości rurki	1	
b	Zastosowanie zależności $v = \lambda \cdot f$	1	
	Zauważenie, że długość fali to 4 długości rurki	1	
	Zamiana cm na m	1	
	Zapisanie pełnej odpowiedzi słownej zawierającej poprawny wynik wraz z jednostką (425 Hz)	1	
Razem		**6**	

Komentarz: Autorzy zadania wykorzystują okazję, by uczniów nauczyć czegoś nowego. Przyznają jeden punkt za zmianę jednostek, czyli tyle samo, ile za istotną uwagę dotyczącą relacji między długością fali a długością rurki.

Przykład błędnego sformułowania zadania

(Konkurs dla uczniów szkół gimnazjalnych, Kielce 2015)

Opór elektryczny przewodu nie zależy od (wskaż poprawne odpowiedzi):
a) długości przewodu, rodzaju materiału, z którego jest wykonany, pola przekroju poprzecznego;
b) kształtu przewodu, długości przewodu, temperatury przewodu;
c) natężenia i napięcia prądu płynącego w przewodniku;
d) długości przewodu, kształtu przewodu, pola przekroju poprzecznego;
e) długości przewodu, temperatury przewodu.

W kluczu odpowiedzi autor wskazuje na poprawność odpowiedzi b), c) i d).

Po interwencji PTF wicekurator przysłał wyjaśnienie: W zadaniu należało wskazać, od czego nie zależy opór elektryczny. Powszechnie przyjęta jest zasada, że jeżeli w zestawie określeń znajduje się jedno określenie, które czyni to zadanie nieprawdziwym to znaczy, że cały podpunkt należy uznać za niepoprawny.

Powyższa uwaga pokazuje ignorancję i arogancję kuratorium, które narzuca własne reguły logiki.

Inne fatalne zadanie z tego samego konkursu: Wskaż błędne opisy prawa Ohma:

a) $I = \frac{U}{R}$, czyli natężenie prądu płynącego przez przewodnik jest wprost proporcjonalne do napięcia między końcami przewodnika, a odwrotnie proporcjonalne do oporu elektrycznego przewodnika.

b) $U = IR$, czyli napięcie między końcami przewodnika jest wprost proporcjonalne do natężenia prądu płynącego przez przewodnik i oporu przewodnika.

c) $R = \frac{U}{I}$, czyli opór elektryczny przewodnika jest wprost proporcjonalny do napięcia między końcami przewodnika, a odwrotnie proporcjonalny do natężenia prądu płynącego przez przewodnik.

Zadania problemowe

Od dawna zauważono, że uczniów nudzą zadania dotyczące ruchów punktów masowych bez tarcia, krążków, dźwigni, rzutów bez tarcia, tłoków z idealnym gazem, obwodów elektrycznych. Uczniowie nie są zainteresowani problemami jako takimi, wynik zadania „nie prosi się o interpretację", ponieważ dotyczy wyidealizowanej, modelowej, (aby była łatwiejsza, czyli możliwa do prostego ilościowego opisu) sytuacji. Tak zwane zadania problemowe to recepta na nudne, zamknięte zadania tradycyjne.

Wiadomo też, że uczniowie nie są biegli w przekształceniach algebraicznych, w prostych rachunkach, nie lubią zmagać się z jednostkami. W rezultacie tego, przeciętni uczniowie (nie o tych najsłabszych mowa) rozwiązują wypreparowane z kontekstu fizycznego zadania, używając często z pozytywnym skutkiem, żonglerki wzorami jako pewnego algorytmu. I nudzą się przy tym, a ich wiedza fizyczna niewiele wzrasta. Słabsi uczniowie nie potrafią dopasować właściwego algorytmu, działają na oślep bez zrozumienia, z nędznym skutkiem, za to ze wzrastającą wrogością do przedmiotu.

Aby temu zaradzić, proponuje się zdania problemowe (kopalnią jest np. znany stary zbiór zadań Kruczka), jakościowe, dotyczące sytuacji wziętych z życia. I tak zadania mogą dotyczyć sytuacji interesujących ucznia, są jakościowe i nie wymagają znajomości algebry, nie wymagają wykonywania rachunków i, co najważniejsze, są zrozumiałe, bo wyrażone językiem codziennym. Trzeba sobie zdać sprawę, że takie zadania nie są równoważne zadaniom klasycznym i nie mogą ich zastąpić. Omówimy parę przykładowych zadań Paula Hewitta (publikowanych w *The Physics Teacher*).

Jak pisze Hewitt we wstępie do swojego podręcznika *Fizyka wokół nas* „fizyka jest nauką o prawach natury i ponadto jest tak elegancka, że potrafi je opisać starannym językiem matematyki". Jak pokazuje praktyka, wielu uczniów i studentów koncentruje wysiłek na opanowaniu trudnego języka matematycznego fizyki tak, iż umyka im sens fizyczny. To błąd. Hewitt chce, by uczniowie i studenci nabywali najpierw wyczucia pojęć fizycznych. To wyczucie Hewitta przedkłada nad stronę rachunkową. Stara się najpierw opisywać zjawiska, pojęcia językiem codziennym.

Długoletnia praktyka podpowiada Hewittowi, jakie są uporczywe „błędne pojęcia" uczniów, powszechne błędy w rozumowaniach; po prostu, Hewitt ma

rozpoznane błędy poznawcze swoich uczniów, którzy nie różnią się przecież od innych uczniów.

Hewitt poprzez język, dobór przykładów i wybór dystraktorów w zadaniach stara się prostować błędne koncepcje, chce uczniom pomóc w wyczuciu, w rozumieniu sedna zjawisk. Chce im wreszcie pomóc w zapamiętywaniu trudniejszych rzeczy. Cały czas chodzi mu o to, by ucznia, czytelnika pobudzić do myślenia. Stosuje w tym celu tricki dydaktyczne. Najczęstszym i najprostszym jest zadawanie intrygujących pytań, często brzmiących jak zagadki.

Zadania proponowane przez Hewitta można podzielić na grupy (a zawsze chodzi też o ułatwienie zapamiętania):

1. zadania informujące;
2. zadania pogłębiające;
3. zadania testujące;
4. zadania pobudzające do własnych badań.

Większość zadań jest pomyślana jako fragmenty scenariuszy lekcji. Hewitt podpowiada nauczycielowi, jakie uczniom przedstawić problemy i jak z nimi następnie je dyskutować.

Zadania informujące

W wielu przypadkach w nauczaniu musimy się ograniczyć do podania uczniom pewnej wiedzy. Mam tu na myśli takie przypadki, gdy nie można odwołać się do uprzedniej wiedzy uczniów, wywieść jej z czego innego. Dotyczy to zarówno praw fenomenologicznych, niełatwo sprawdzalnych w warunkach szkolnych, jak i praw fundamentalnych. Zadania formułuje Hewitt w formie intrygującego pytania, zgadywanki. Oto przykład:

Promieniowanie termiczne (TPT **40**, April 2002, s. 252)

Które z poniższych przedmiotów wysyła ciągłe promieniowanie elektromagnetyczne?:

a) nieświecąca żarówka;
b) gorący kaloryfer;
c) porcja lodów;
d) żaden;
e) wszystkie.



Odpowiedź:

Prawidłowa odpowiedź e).

Wszystkie przedmioty o dowolnej temperaturze wysyłają promieniowanie elektromagnetyczne. Częstość promieniowania zależy od temperatury. Prawo, które ten fakt opisuje to $\overline{f} \sim T$, gdzie $\overline{f}$ jest częstotliwością maksi-

mum emitowanego widma, T temperaturą bezwzględną emitującego ciała. Ciała wyszczególnione mają stosunkowo niską temperaturę, a zatem emitują głównie promieniowanie o niskich częstotliwościach – podczerwone. Gdyby ich temperatura wzrosła emitowane promieniowanie mogłoby stać się nawet światłem widzialnym.



Wszystkie przedmioty, ty i ja, wszystko, zarówno emituje jak i absorbuje promieniowanie elektromagnetyczne. Kiedy ciało emituje (wysyła) więcej promieniowania niż go absorbuje (pochłania), jego temperatura zaczyna spadać. W przypadku odwrotnym – temperatura rośnie.

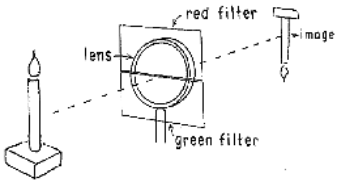
Zadania pogłębiające rozumienie

Połowa soczewki (TPT **37**, February 1999, s. 104)

Na białej ścianie otrzymano obraz świeczki za pomocą soczewki skupiającej. Jak zmieni się obraz, jeśli górną połowę soczewki przysłonimy filtrem czerwonym, a dolną zielonym?

Odpowiedź:

Obraz soczewki będzie żółty. Każdy punkt obrazu powstaje przez promienie przechodzące przez wszystkie części soczewki. Czerwony z zielonym, gdy nachodzą na siebie, uśredniają się do żółtego.



Zadanie ma sprawdzić znajomość mieszania kolorów oraz zrozumienie procesu powstawania obrazu w soczewce skupjającej. Aby oddzielić te dwie rzeczy, proponujemy test w wersji z przysłoniętą do połowy soczewką.

Na ekranie powstaje obraz rzeczywisty utworzony przez soczewkę skupiającą. Gdy przysłonimy dolną połowę soczewki na ekranie powstanie:

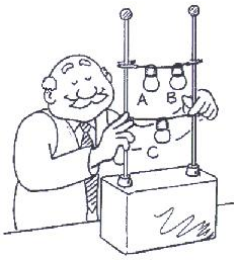
a) dolna część obrazu;
b) górna część obrazu;
c) obraz nieostry;
d) obraz bardziej szary.

Zadania testujące

Trzy żarówki (TPT **40**, March 2002, s. 184)

Trzy identyczne żarówki o oporze 12 Ω są podłączone do 12-voltowego samochodowego akumulatora, tak jak pokazuje ilustracja.

Jakie jest natężenie prądu płynącego przez każdą żarówkę?



1. Jaki jest spadek potencjału (napięcie) na każdej z żarówek?
2. Jaka jest moc rozpraszana przez każdą żarówkę?
3. Czy moc rozpraszana przez żarówkę C zmieni się, jeśli żarówka A jest wykręcona?
4. Co stanie się z mocą rozpraszaną przez żarówkę A jeśli C jest odkręcona?

Tu nie ma żadnego tricku 

Odpowiedź:

1. Z prawa Ohma wynika, że przez żarówkę A I B płynie prąd o natężeniu 0,5 A, zaś przez żarówkę C prąd o natężeniu 1,0 A.
2. Napięcie na żarówkach A i B wynosi 6 V na każdej (na obu razem 12 V), zaś spadek potencjału na żarówce C wynosi 12 V.
3. Moc wydzielana przez żarówki A i B to 3 W, na żarówce C 12 W.
4. Bez zmian.
5. Bez zmian.

Bądź pewny, że rozumiesz wyniki, zanim zabierzesz się dalej do nauki o prądach elektrycznych. 

Komentarz:
Powyższy przykład jest typowym zadaniem testującym. Dzięki zabawnej ilustracji i dobremu sformułowaniu, staje się dla uczniów bardziej akceptowalny, niż równoważny „suchy" problem. Dla uczniów liczy się „opakowanie".

Zadania pobudzające do samodzielnych badań

Dwie świeczki, konwekcja (TPT **39**, January 2001, s. 22)



Krótka i długa świeczka palą się w wysokim otwartym słoiku. Przykrywamy słoik wieczkiem. Która ze świeczek zgaśnie pierwsza?:

a) krótka;
b) długa;
c) zależy od przypadku, 50% – raz jedna, raz druga.

Uzasadnij swoją odpowiedź.

Odpowiedź:
Odpowiedź b), wyższa świeczka zgaśnie pierwsza. Dlaczego? Ponieważ paląca się świeczka zużywa tlen i wydziela dwutlenek węgla CO_2, który to ma większą gęstość niż powietrze i można by sądzić iż opada na dno słoja i zgasi niższą. Ale dwutlenek węgla jest gorący, ma wtedy mniejszą gęstość niż powietrze – zbierze się u góry słoja i zgasi dolną świeczkę.



Czy można sobie wyobrazić większy słój, w którym pierwsza zgaśnie krótsza świeczka?.

Komentarz
Wprawdzie uczeń bez wykonania doświadczenia i wiedzy o gęstości powietrza i dwutlenku węgla oraz wiedzy na temat zależności gęstości od temperatury nie może rozstrzygnąć definitywnie, która odpowiedź jest poprawna, lecz może postawić hipotezy i przewidzieć ich skutki.

Konkluzje
Zadania problemowe typu tych przedstawionych powyżej, powinny być nieodłącznym narzędziem nauczyciela jako problemy wprowadzające w nowe zagadnienia, pogłębiające, utrwalające i również sprawdzające rozumienie i wiedzę.

Wymagają one od nauczyciela znacznie większej wiedzy doświadczenia niż zadania klasyczne. Uczniowie łatwo mogą sprowadzać problem zamiast ku uproszczeniom, ku pełnemu, realnemu problemowi. A ten jest trudniejszy do rozwiązywania. Użycie potocznego języka „co lepiej?", „czy dobry pomysł", a nawet typu „więcej", „nieco więcej" nie jest przez uczniów jednoznacznie zrozumiałe, uczniowie dociekają, co autor miał na myśli.

Zadania problemowe muszą być dyskutowane na lekcji „do dna", inaczej mogą pozostawić po sobie chaos poznawczy. Główne pułapki tkwiące w tych zadaniach to niejednoznaczność interpretacji zadania przez różnych rozwiązujących i autorów zadania. Reakcja uczniów rozwiązujących zadania Hewitta sugeruje, iż otoczka rysunkowo-werbalna uczniom się podoba, zachęca ich do atakowania problemu, ułatwia pamiętanie. Aby to stwierdzić, z pewnością potrzebne są długofalowe badania.

Z Turnieju Młodych Fizyków 2015

2. Pióropusz dymu
Gdy zapaloną świecę nakryjemy przezroczystym szklanym naczyniem w rodzaju zlewki, płomień świecy zgaśnie, a w górę będzie się unosił pióropusz dymu. Zbadaj obserwowany pióropusz dymu stosując różne powiększenia optyczne.

5. Para baloników
Dwa gumowe baloniki, częściowo wypełnione powietrzem, połączono przewodem z zaworem. Stwierdzono, że w zależności od pierwotnych objętości baloników powietrze przepływa w jedną albo w drugą stronę. Zbadaj to zjawisko.

16. Mokry i ciemny
Ubrania, gdy zostaną zmoczone, mogą wyglądać ciemniej lub zmienić kolor. Zbadaj to zjawisko.

17. Filiżanka kawy
Fizycy lubią pić kawę, jednakże przejście między laboratoriami z filiżanką kawy bez jej rozlania nie jest łatwe. Zbadaj jak kształt filiżanki, prędkość poruszania się krokami oraz inne parametry wpływają na możliwość rozlania kawy podczas takiego przejścia.

Niestety niewiele szkół, i to zawsze tych samych, zgłasza drużyny do udziału w turnieju.

Z Ogólnopolskiego Konkursu Nauk Przyrodniczych *Świetlik*, www.swietlik.edu.pl

Przechłodzona woda
W jakiej temperaturze zamarza woda? Na to pytanie zna odpowiedź nawet uczeń szkoły podstawowej. Czy na pewno?

Poniższe doświadczenie najlepiej wykonać w mroźny zimowy dzień, gdy temperatura powietrza nie jest wyższa niż –15°C. Jeśli jednak na zewnątrz nie jest aż tak mroźno, zamiast balkonu lub parapetu można wykorzystać zamrażalnik.

Przygotuj 2 jednakowe plastikowe butelki wody mineralnej niegazowanej, oryginalnie zamknięte

Zadanie
1. Wstaw obie butelki z wodą do zamrażalnika, w którym jest około –18°C, a jeśli na zewnątrz panuje odpowiednio niska temperatura, wystaw je na balkon lub za okno. **Butelki powinny stać pionowo**.
2. Odczekaj co najmniej 2 godziny, jednak nie dłużej niż 4.

Eksperyment
1. **Bardzo ostrożnie** wyjmij jedną butelkę i postaw ją na stole. Uważaj, aby jej nie zgniatać ani nią nie wstrząsać!
2. Nie dotykając butelki, sprawdź czy jest w niej lód.
3. Jeśli w butelce jest lód, zaobserwuj jego strukturę, a do wykonania eksperymentu użyj drugiej butelki z wodą.

4. Jeśli w butelce znajduje się sama woda, podnieś butelkę ponad stół i energicznie uderz nią w blat stołu. Obserwuj, co się stanie w butelce.

Obserwacja

1. Co się stało z wodą w butelce po uderzeniu butelką w stół?
2. Od której strony lód zaczął wypełniać butelkę?

Komentarz

Temperatura wody pozostawionej na kilka godzin w zamrażalniku spada poniżej 0°C, czyli poniżej temperatury krzepnięcia. Jednak w zamkniętej butelce z wodą o temperaturze około 0°C i poniżej lód się nie tworzy. Woda ulega **przechłodzeniu** poniżej temperatury krzepnięcia. Taki stan jest jednak bardzo nietrwały, tzn. wystarczy jakieś zaburzenie (np. uderzenie butelką w stół), aby rozpoczęła się gwałtowna krystalizacja wody – czyli jej krzepnięcie (przemiana w lód).

W idealnych warunkach wodę można przechłodzić nawet do –40°C!

W wypadku bardzo młodych uczniów prowadzenie krok po kroku jest jak najbardziej wskazane. Cieszy fakt, że coraz więcej szkół zgłasza uczniów do udziału w konkursie.

Zadania narracyjne

W celu zainteresowania uczniów zastosowaniem fizyki do problemów życia codziennego wymyśla się zadania narracyjne. Polegają na tym, że pewna narracja wyrażona w języku codziennym opisuje jakieś zjawisko, czy wydarzenie z życia codziennego. Takie jest też zadanie o fletni pana. Takim może być na przykład ruch pociągu *Pendolino*. Do narracji dołącza się ogólnodostępne dane techniczne pociągu i fragmenty rozkładu jazdy. Z narracją wiąże się parę zadań z różnych działów fizyki.

Uczeń powinien sam wyłuskać z narracji i podanych danych, te które są w zadaniu istotne. Tego typu zadania sprawdzają również umiejętność czytania ze zrozumieniem i wybierania z tekstu istotnych wiadomości. Mają uczyć rozróżnienia języka potocznego od naukowego. Czy dzisiejsi uczniowie, którzy mają trudności ze skupieniem uwagi na dłuższym tekście polubią takie zadania?

Zadania testowe

Zadania testowe są już powszechnie stosowane na wszystkich szczeblach nauczania. Mają zapewnić obiektywizm ocen uczniów i ułatwić porównywanie ich osiągnięć. Zostały wymyślone ku wygodzie uczących, poprawiających czasami nawet setki zadań. I choć nie dają możliwości śledzenia toku rozumowania uczniów, to dobrze sformułowane spełniając ważną rolę nie tylko w diagnosty-

ce postępów wiedzy uczniów, ale zastosowane w odpowiednich momentach i w odpowiedniej kolejności budują kolejne kroki w metodzie naprowadzania uczniów na rozumienie nowych pojęć i poznawanie nowych zjawisk. Gdzie tkwią pułapki? Otóż łatwo jest konstruować złe zadania. Główne błędy zwykle tkwią w użyciu niestosownych dystraktorów i braku ścisłości sformułowań. Autorzy zadań z obawy o posądzenie o plagiat zmieniają „nieznacznie" oryginalne czy klasyczne zadania, w czego efekcie powstają błędy, na przykład nieżyciowe dane. Testy to jedno z pól, na których dochodzi do degeneracji słusznych idei. Za przykład niech posłużą cytowane zadania z konkursu w Kielcach. Na szczęście do dyspozycji nauczycieli jest sporo wartościowych banków zadań na wszystkie szczeble nauczania. Jako przykład możemy polecić zadania z konkursu „Lwiątko".

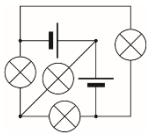
Przykładowe zadania z Polsko-Ukraińskiego Konkursu Fizycznego „Lwiątko – 2015" (klasa 3 gimnazjum)

22. Gdy ruchomy chodnik porusza się w górę bez pasażerów, napędzający go silnik pobiera moc 5 kW. Gdy unosi w górę jednego pasażera, pobiera moc 6 kW. Pasażer przewrócił się i zjeżdża na siedzeniu tak, że jego wysokość jest stała. Jaką moc pobiera teraz silnik?

A. Mniej niż 5 kW. B. 5 kW. C. Pomiędzy 5 kW a 6 kW.
D. 6 kW. E. Powyżej 6 kW.

23. Ile żarówek świeci? Żarówki są jednakowe, baterie też.

A. 0. B. 1. C. 2. D. 3. E. 4.



28. Pociąg stopniowo nabiera szybkości. Ma dwie lokomotywy, na początku i na końcu. Zaczep 1 jest rozciągany siłą 50 kN, a zaczep 3 zgniatany siłą 30 kN. Wszystkie wagony są jednakowe.



Zaczep 2

A. jest rozciągany siłą 20 kN, B. jest rozciągany siłą 10 kN,
C. jest zgniatany siłą 20 kN, D. jest zgniatany siłą 10 kN,
E. nie jest ani rozciągany ani zgniatany.

29. Wyciąg krzesełkowy składa się z 90 ponumerowanych kolejno krzesełek umocowanych co 10 m do stalowej liny (zdjęcie). Na stacji początkowej i końcowej lina opiera się o kręcące się koło o obwodzie 20 m i zawraca wraz z krzesełkami. Janek jadący na krzesełku nr 53 widzi przed sobą



krzesełko nr 52, a mija właśnie krzesełko nr 35. Oznacza to, że do stacji końcowej (styku liny z kołem) zostało mu jeszcze

A. około 18 m, B. około 85 m,
C. około 90 m, D. około 170 m.
E. Takie mijanie się jest niemożliwe.

Podsumowanie

Aby nauczanie fizyki spełniało swój cel, to znaczy uczyło myślenia naukowego, a przynajmniej odróżniania myślenia naukowego od rozumowania potocznego, rozwiązywanie zadań powinno być ważnym jego elementem. Chodzi nie tylko o zadania rachunkowe, ale również ilościowe, doświadczalne, jak i przede wszystkim problemowe. Nie wydaje się właściwą strategia przekonywania uczniów, iż to jest rzecz łatwa. Wręcz przeciwnie. Rozwiązywanie zadań wymaga wysiłku i uprzedniego przygotowania się. W zamian oferuje satysfakcję z rozwiązania. Uczniowie nabierają szacunku dla tych, którzy potrafią lepiej i trudniejsze zadania rozwiązywać. Jednakże nauczyciele powinni wykazać się wyczuciem, by nie oferować uczniom zbyt trudnych dla nich zadań, ponieważ to zniechęca i powoduje „hejt". Zawsze należy pamiętać, by nie pozostawiać zadań nierozwiązanych i nieobjaśnionych do końca. Brak rozumienia jest niesłychanie frustrujący.

Zadania przeszły w XX wieku ewolucję:

- Od klasycznych, z jakimś wyodrębnionym zagadnieniem fizycznym, do wieloetapowych z rozbudowaną sytuacją fizyczną i prowadzących ucznia za rękę przez poszczególne etapy.
- Karierę zrobiły zadania testowe jednokrotnego wyboru. Są powszechnie używane. Ostatnio zaczęto korzystać z zadań wielokrotnego wyboru, one jednak bywają źródłem błędów. Wrzuca się do jednego worka problemy z logiki i zagadnienia z fizyki.
- Dostrzeżono wagę rozwijania nie tylko analitycznego myślenia uczniów, lecz ich kreatywności. Stąd zadania problemowe, to bardzo dobry kierunek.
- Można zaobserwować w praktyce rozdział zadań dla zdolnych i twórczych uczniów i zadań do powszechnego użycia w szkole dla przeciętnych uczniów. W tym wypadków dominuje prowadzenie uczniów za rękę, zadania nie sprawdzają rozumienia wbrew hasłom głoszonym przez reformatorów nauczania. Czy dlatego, że to niemożliwe? Raczej dlatego, że to jest czasochłonne i wymaga bardzo dobrze przygotowanej kadry nauczycielskiej.