

Stanisław Plebański, III LO, ul. Kościuszki 10, 62-800 Kalisz, splebanski@poczta.fm,
Stanisław Jakubowicz, Instytut Fizyki Doświadczalnej, Uniwersytet Wrocławski, Plac Maksy
Borna 9, 50204 Wrocław, sjakub@ifd.uni.wroc.pl

Makroskopowe właściwości materii a jej mikroskopowa budowa.

W prezentowanym artykule przedstawiamy kolejne (po zawartych w [1]) przykłady wykorzystania wątków literackich na lekcjach fizyki.

Zadanie – Fizyka i literatura

Przeczytaj fragment *Lalki*:

"Podbiegł do żelaznej szafy, otworzył ją w sposób bardzo skomplikowany i po kolei począł wydobywać sztabki metalu cięższego od platyny, lżejszego od wody, to znowu przezroczystego... Wokulski oglądał je, ważył, ogrzewał, kuł, przepuszczał przez nie prąd elektryczny, ciął nożycami."

Bolesław Prus *Lalka*

Uporządkujcie tabelę, tak żeby wystąpiła zgodność w każdym wierszu tabeli. Dopiszcie własne sposoby, które zastosowałibyście mając do zbadania takie materiały.

Czynności badawcze	Badane właściwości	Wielkości lub cechy charakteryzujące
oglądał	mechaniczne	przenikalność magnetyczna
ważył	cieplne	opór właściwy
ogrzewał	optyczne	twardość
kuł	magnetyczne	przezroczystość, barwa
przepuszczał prąd	mechaniczne	łupliwość
ciął nożycami	elektryczne	gęstość
	mechaniczne	przewodnictwo cieplne

Zadanie – Fizyka i literatura

Przeczytaj fragment *Lalki*

"[...] lokaj w błękitnym fraku zameldował:

– Profesor Geist.

– Geist?... – powtórzył Wokulski i doznał szczególnego uczucia. Przyszło mu na myśl, że żelazo za zbliżeniem się magnesu musi doznawać podobnych wrażeń."

Opisz, co dzieje się z żelazem przy zbliżaniu magnesu. Postaraj się zinterpretować działania i uczucia Wokulskiego wykorzystując opis zarówno makroskopowy jak i mikroskopowy przytoczonego przez pisarza zjawiska fizycznego.

Interpretacja uczucia Wokulskiego bez znajomości mikroskopowych zmian zachodzących w żelazie wydaje się powierzchowna. Podaj i uzasadnij swoje zdanie na ten temat.

Zadanie – Fizyka i literatura

Przeczytaj słowa Geista, który podał Wokulskiemu najpierw sześcian odlany ze stali, później stalowy sześcian w środku pusty, a na samym końcu sześcienną klatkę ze stalowego drutu.

"– Oto widzisz – przerwał Geist. – Mamy trzy sześciany tej samej wielkości i z tego samego materiału, które jednak są nierównej wagi. A dlaczego? Gdyż w pełnym sześcianie jest najwięcej cząstek stali, w pustym mniej, a w drucianym najmniej. Wyobraź więc sobie, że udało mi się zamiast pełnych cząstek budować klatkowe cząstki ciała, a zrozumiesz tajemnicę wynalazku. Polega on na zmianie budowy wewnętrznej materiałów, [...]"

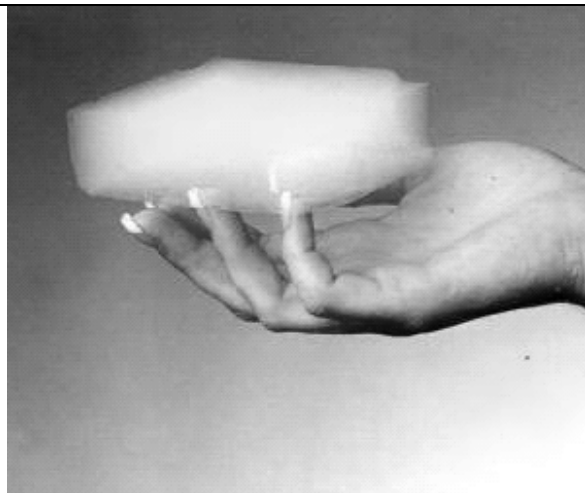
Bolesław Prus *Lalka*

Porównajcie literacki pomysł Geista ze strukturami tworzonymi przez atomy węgla – diament, grafit, fulereny. Znajdźcie w dostępnej literaturze i Internecie opisy budowy oraz właściwości tych odmian węgla. Weźcie pod uwagę gęstości tych odmian.

Odmiana węgla	Gęstość [kg/m ³]
Diament	3500
Grafit	2250
Fulereny	1650

Przeczytajcie fragment doniesienia prasowego z 9 maja 2002 roku i opiszcie budowę aerożelu na podstawie słów Geista. Obliczcie, ile razy aerożel jest lżejszy od wody (gęstość wody 1 g/cm³)

„Księga Rekordów Guinnessa uznała aerożel, wyprodukowany w Jet Propulsion Laboratory w Pasadenie, za ciało stałe o najmniejszej gęstości. Rzeczywiście, materiał ten przypomina zamrożony dym.



Aerożel to przede wszystkim dwutlenek krzemu - tyle że 99,8% jego objętości stanowi... powietrze. Przygotowywany jest jak żelatyna: poprzez mieszanie ciepłego krzemu z szybko parującym rozpuszczalnikiem; otrzymywany w tym procesie żel jest następnie suszony pod ciśnieniem, poddawany obróbce termicznej, aż wreszcie uzyskuje się substancję stałą

o gęstości 3 miligramów na centymetr sześcienny (podczas gdy gęstość powietrza to 1,2 miligrama na centymetr sześcienny)."

Przy rozstrzelonym piśmie powyższego fragmentu *Lalki* redaktor wydania (1964 rok) dopisał odnośnik – "oczywiście pomysł fantastyczny". Określenie *fantastyczny* ma, wg. słownika wyrazów obcych, dwa znaczenia: 1. będący wytworem fantazji, nie mający oparcia w rzeczywistości, 2. niezwykle, nadzwyczajny. Którego znaczenia użył autor odnośnika, a które wybralibyście dzisiaj. Odpowiedź uzasadnijcie.

Zadanie – Fizyka i literatura

Przeczytaj fragment powieści *Lalka*:

"Bo jużci jest faktem, że każdy nowy a ważny materiał, każda nowa siła to nowe piętro cywilizacji. Brąz stworzył cywilizację klasyczną, żelazo wieki średnie; proch zakończył wieki średnie, a węgiel kamienny rozpoczął wiek dziewiętnasty. Co się tu wahać: metale Geista dadzą początek takiej cywilizacji, o jakiej nie marzono i kto wie, czy wprost nie uszlachetnią gatunku ludzkiego..."

Bolesław Prus *Lalka*

Wypisz materiały, które twoim zdaniem spowodowały przełom cywilizacyjny w latach nie wymienionych już przez Bolesława Prusa, aż do czasów dzisiejszych. Zastanów się czy wpłynęły one na "uszlachetnienie gatunku ludzkiego". Wykorzystaj informacje o ciekawych materiałach znalezione w czasopiśmie, książkach i Internecie. Uzasadnij swój

wybór. Weź pod uwagę fakt, że powieść pisana była w drugiej połowie dziewiętnastego wieku. Przedstaw swoje refleksje na plakacie.

Zadanie – Fizyka i literatura

Przeczytaj fragment rozmowy Wokulskiego z Geistem:

- **To jest chyba dwa razy cięższe od platyny?... – szepnął.**
- **A tak... tak! – śmiał się Geist. – Nawet jeden z moich przyjaciół akademików nazwał to "komprymowaną platyną"... Dobry wyraz, co? Na oznaczenie metalu, którego ciężar gatunkowy wynosi 30,7...**

Bolesław Prus *Lalka*

Znajdź w tablicach fizycznych gęstość platyny. Oblicz, ile razy "komprymowana platyna" miała większą gęstość od platyny. Znajdź w książkach, Internecie informacje czy istnieją substancje o takiej gęstości dostępne dzisiaj człowiekowi w normalnych warunkach.

Zadanie - Fizyka i literatura

Przeczytaj fragment listu Bolesława Prusa z 8 lutego 1897 roku:

Otóż gdy autor obmyśla powieść, może mieć w głowie wszystkie powyższe elementy: materiał, temat, plan – i mimo to czuć, że całość mu się jakoś nie skleila!

W tej epoce "niesklejenia się całości" umysł autora podobny jest do wody, która pomimo że stoi w temperaturze niższej od zera, jednakże nie zamarza. I dopiero trzeba jakiegoś choćby niewielkiego wstrząśnienia, ażeby owa woda zamarzła w jednej chwili i od razu, w całej masie.

W powieści *Lalka* znajduje się rozdział poświęcony procesowi o kradzież lalki, rzeczywiście lalki dziecinnej. Otóż taki proces miał miejsce w Wiedniu. A ponieważ fakt ten wywołał w moim umyśle skryształizowanie się, sklejenie całej powieści, więc – przez wdzięczność – użyłem wyrazu *Lalka* za tytuł.

Bolesław Prus

Ochłodzenie cieczy poniżej temperatury krzepnięcia nazwano zjawiskiem przechłodzenia. Ciecz przechłodzona znajduje się w stanie termodynamicznie nietrwałym. Opisz procesy zachodzące w chwili "niewielkiego wstrząśnienia". Oblicz jaką co najmniej temperaturę musiałyby mieć woda przechłodzona, żeby "zamarzła w jednej chwili i od razu, w całej masie".

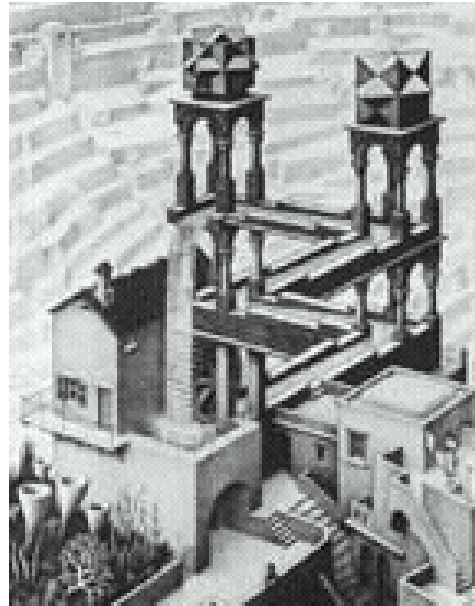
Zadanie

Przeczytaj fragment *Lalki*

"Ale mechanik!... Zbudował taką maszynę, co pompuje wodę z dołu do góry, a z góry wylewa ją na koło, które właśnie porusza pompę. Taka maszyna może poruszać się i pompować do końca świata; ale coś się w niej skrzywiło, więc ruszała się tylko kwadrans."

Bolesław Prus *Lalka*

Odpowiedz na pytanie jak nazywa się taka maszyna. Czy możesz podać jeszcze inne powody (oprócz skrzywienie czegoś) tak krótkiego czasu działania maszyny. Podaj różne rodzaje tego typu maszyn. Przeanalizuj działanie takiej maszyny przedstawionej na litografii (M. C. Escher 1961 r.)



Fizyka jądra atomowego

Przykład

Oblicz gęstość jądra atomu

Znajomość promienia jądra atomowego umożliwia oszacowanie jego gęstości. Już bez obliczeń mogliśmy przewidzieć, że musi być ona olbrzymia, gdyż prawie cała masa atomu skupiona jest w jądrze, które z kolei stanowi mało znaczący ułamek objętości całego atomu.

$$\text{gestosc} = \frac{\text{masa jądra}}{\text{objetosc jądra}}$$

$$\rho = \frac{A \cdot m_p}{\frac{4}{3} \pi \cdot r^3} = \frac{A \cdot m_p}{\frac{4}{3} \pi \cdot \left(r_o \cdot A^{\frac{1}{3}} \right)^3} = \frac{3m_p}{4\pi \cdot r_o^3} = 2,3 \cdot 10^{17} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Gęstość materii jądra atomowego wynosi $23000000000000000000 \text{ kg/m}^3$

Zadanie

Przeczytaj fragment wiersza Wisławy Szymborskiej oraz fragment tekstu Jerzego Pilcha

*Cztery miliardy ludzi na tej ziemi,
A moja wyobraźnia jest jak była.
Źle sobie radzi z wielkimi liczbami.
[...]*

Wisława Szymborska *Wielka liczba*

„ Podkoszulek na wystawie nie kosztował – jak mi się zdawało – *nieco zbyt wiele, bo aż sto czterdzieści nowych złotych, on zwyczajnie kosztował tysiąc czterysta dziewięćdziesiąt, a może sto czterdzieści dziewięć tysięcy, a może sto czterdzieści dziewięć milionów dolarów – nie pamiętam, od pewnego momentu jest to w końcu bez znaczenia.*”

Jerzy Pilch *Miasto utrapienia*

Jaką wspólną cechę posiadają obiekty opisywane przez fizyka (przykład), poetkę i pisarza? Zastanów się, przy jakiej liczbie wartość gęstości umyka już twojej wyobraźni, czyli od jakiego „momentu jest to w końcu bez znaczenia”. Znajdź sposób na przedstawienie dużych gęstości tak, aby poradziła sobie z tym twoja wyobraźnia. Podziel się swoimi spostrzeżeniami na forum klasy.

Zadanie

Fragment z intymnego dziennika Marii Curie - Skłodowskiej pisanego po śmierci męża w latach 1906-1907. Piotr Curie zginął tragicznie 19 kwietnia 1906 r.

30 kwietnia 1906 roku (z opisu dnia poprzedzającego śmierć Piotra Curie)

Wróciliśmy do domu i pamiętam, że jeszcze przed wejściem dyskutowaliśmy na temat nauczania, a więc o tym, co tak bardzo nas obydwoje interesowało. Powiedziałam Ci, że ludzie, z którymi rozmawialiśmy, nie zrozumieli naszej idei, że oni w nauczaniu nauk przyrodniczych dostrzegają wyłącznie przedstawianie powszechnie znanych faktów. Nie pojęli, że chodziło nam o to, by dzieci nauczyły się prawdziwie kochać przyrodę i życie, a

zarazem pragnęły je poznać. Byłeś tego samego zdania i poczuliśmy, że istnieje między nami wzajemne porozumienie - rzadkie i godne podziwu.

Wymień zjawiska fizyczne, które wzbudziły Twoją fascynację, a może tylko zainteresowanie. Zastanów się czy pobudziły cię one do dalszego i głębszego poznawania tajemnic przyrody.

Zadanie

Fragment z intymnego dziennika Marii Curie - Skłodowskiej pisanego po śmierci męża w latach 1906-1907. Piotr Curie zginął tragicznie 19 kwietnia 1906 r.

1 maja

W niedzielę rano, po raz pierwszy od Twojej śmierci, poszłam z Jakubem do laboratorium. Usiłowałam zrobić jeden pomiar do krzywej, nad którą wspólnie pracowaliśmy. Ale po jakimś czasie poczułam, że nie jestem w stanie tego zrobić. W laboratorium panował przeraźliwy smutek, to miejsce wydało mi się pustynią. Poszłam tam jednak ponownie i wykonałam z pomocą asystentów Piotra najpilniejsze pomiary. Zrobiłam też kilka obliczeń, żeby rozszyfrować ostatnie notatki w Twoim dzienniku laboratoryjnym, związane z oznaczaniem promieniowania, i zajęłam się krzywą rozpadu promieniotwórczego.

Rozwiąż podobny problem, związany z wyznaczaniem krzywej rozpadu:

Zmiany w czasie masy izotopu promieniotwórczego wapnia ^{45}Ca zapisano w tabeli

Czas obserwacji w dobach	0	20	40	60	80	100
Masa Ca w gramach	1,0000	0,9126	0,8398	0,7704	0,7112	0,6500

Wykonaj w Excelu wykres zależności masy Ca od czasu. Wyznacz z wykresu czas połowicznego rozpadu. Wykorzystaj w tym celu takie opcje jak: linia trendu (jaka?), prognoza.

Zadanie -Fizyka i malarstwo

Przypatrz się obrazowi Salvadora Dali. Mając na uwadze okres powstania dzieła – po zrzuceniu bomb atomowych na Hiroszimę i Nagasaki – opisz refleksje związane z wykorzystaniem energii jądrowej przez człowieka.



Idylla atomowa i uraniczno-melancholijna

Zadanie

Fizyka i literatura

Przeczytaj fragment żartobliwej rozmowy z powieści Jachyma Topola oraz fragment z powieści Jerzego Pilcha:

"Wasył, ale naprawdę, mnie to nie rusza. Jeśli rośnie ci trąba, twoja rzecz, kurde. Każdy jest inny. Co z tego.

Da?

Ty czechu czarnobyłski..."

Jachym Topol, *Siostra*, Warszawa 2002

„Jak w czwartej klasie wybuchł Czarnobył, pani higienistka z płynem lugola przyszła do nas do pracowni biologicznej. Pamiętam dobrze, bo było to pierwszego maja po pochodzie.”

Jerzy Pilch *Miasto utrapienia*, Warszawa 2004

Znajdź w prasie, książkach, Internecie informacje na temat wypadku w Czarnobylu. Na podstawie przeczytanych fragmentów omów wpływ promieniotwórczości na żywe organizmy oraz jego znaczenie dla przyszłych pokoleń. Dowiedz się, co to jest płyn lugola i jakie jest jego działanie w walce z promieniotwórczością. Wyniki swoich rozważań przedstaw na plakacie.

Laser

Zadanie

Fizyka i literatura

A/ Przeczytaj cytat z *Siostry* czeskiego pisarza Jachyma Topola

„Doktor Hradil naświetlał nas laserem. Trochę to pomogło. David to wykombinował, a Kocur załatwił: przeszwarcowaliśmy na chwilę ten szczególny, tak popularny nóż atomowy.”

Jachym Topol, *Siostra*

Badania natury światła i struktury materii doprowadziły do skonstruowania lasera. Uzasadnij nazwanie lasera nożem atomowym.

B/ Przeczytaj cytat z *Lśnienia nad głębiną* polskiego pisarza Arkadiusza Pacholskiego

„Co chwila migaly między nami sylwetki przechodzących notabli, ale już nam nie przeszkadzali, tak jakby nasze zakochane spojrzenia nabrały mocy lasera i przenikały na wylot wszystkich obecnych, znajdujących się między nami.”

Arkadiusz Pacholski, *Lśnienie nad głębiną*

Zdając sobie sprawę z literackiej przenośni zastanów się nad jej fizycznym aspektem. Odpowiedz, dla jakich długości fal elektromagnetycznych byłoby możliwe przeniknięcie „na wylot wszystkich obecnych”. Czy spotkałeś się już z tak przenikliwym promieniowaniem? Poszukaj w prasie lub Internecie informacji dotyczących lasera wysyłającego wiązkę promieni rentgenowskich i odpowiedz na pytanie: Czy są to plany zrealizowane czy do zrealizowania?

Porównując te dwa cytaty odpowiedz na pytanie: Dla którego z pisarzy inspiracją pisarską były fakty naukowe, a dla którego bardziej filmy science-fiction? Odpowiedź uzasadnij.

1. Plebański S., Jakubowicz S., *Fizyka 1*, Wiking, Wrocław 2002.