

To nasz świat. **Fizyka 7**

Uwagi i komentarze dla nauczyciela

Oddziaływania i materia

Ciśnienie i siła wyporu

Pierwszy Festiwal Fizyki

Ruch i siły

Praca, energia, moc

Drugi Festiwal Fizyki

ODDZIAŁYWANIA I MATERIA

1. Fizyka – poszukiwanie zrozumienia

str. 10 **F** Dlaczego helikopter unosi się w powietrzu?

Śmigła helikoptera odpychają powietrze w dół (widoczny na zdjęciu skutek to fale na wodzie), równocześnie helikopter jest odpychany przez powietrze w górę.

F Czy helikopter mógłby się wznosić w próżni, czyli gdyby nie było powietrza? Jak to sprawdzić?

W próżni śmigła nie miałyby się od czego odepchnąć. Aby sprawdzić, czy helikopter mógłby się wznosić, gdyby nie było powietrza, można próbować: wlecieć wysoko, gdzie powietrza jest już niewiele, albo poruszać się helikopterem na Księżycu lub w przestrzeni kosmicznej, albo latać modelem helikoptera w komorze próżniowej.

str. 11 **DOŚWIADCZENIE.** Uczniowie mogą sformułować i zbadać prawdziwość własnej hipotezy, na przykład: czy liczba wahań zależy od masy wahadła.

str. 12 **PRZYKŁAD 1.** Można również sprawdzić, czy magnes przyciąga lub odpycha kamień.

DOŚWIADCZENIE. Najmniejsza podziałka na linijce to 1 mm. W zależności od wyboru jednostki zapis pomiaru długości krótszej krawędzi podręcznika powinien mieć postać: (165 ± 1) mm lub $(16,5 \pm 0,1)$ cm.

str. 14 **Zadanie 12.** Często oprócz pojedynczego zdjęcia system robi wiele zdjęć i tworzy obraz 3D (tomografia komputerowa, CT, wykorzystująca promieniowanie rentgenowskie). Inne metody: USG (ultrasonografia), rezonans magnetyczny (MRI), pozytonowa tomografia emisyjna (PET), tomografia emisyjna pojedynczych fotonów (SPECT), endoskopia (gastroskopia, kolonoskopia itd.). Każda z metod ma wady i zalety. Zdjęcie rentgenowskie może być szkodliwe dla organizmu (tej wady nie ma np. USG), jest mniej dokładne w przypadku miękkich tkanek (lepsze: MRI, USG), nie jest w stanie śledzić drogi znacznika w organizmie (PET, SPECT), nie pokazuje wyglądu powierzchni w świetle widzialnym (endoskopia).

JAK MYŚLISZ?

- Czy prawa fizyki dotyczą też żywych istot?

Tak, oddziaływania nie odróżniają istot żywych od przedmiotów. Wszystko, co nas otacza — również my sami — jest zbudowane z takich samych atomów.

- Dlaczego Ziemia krąży wokół Słońca i nie odlatuje w przestrzeń kosmiczną?

Słońce przyciąga Ziemię siłą grawitacji. Gdyby ta siła zanikła, Ziemia odleciałaby w dal, podobnie jak rozkręcony na sznurku kamień, gdy sznurek się zerwie.

- Dzięki jakim zjawiskom coś słyszymy i widzimy?

Słyszymy, bo docierają do nas fale dźwiękowe, czyli wędrujące zgęszczenia powietrza. Wprawiają one w drgania błonę bębenkową w naszym uchu (a czasami też inne części ciała), drgania przekazywane są kolejnym elementom ucha, aż nerwami, dzięki zjawiskom elektrycznym, przesyłana jest informacja do mózgu. Widzimy, bo dociera do nas światło, czyli promieniowanie elektromagnetyczne. Trafia ono do elementów czułych na światło w siatkówce, która znajduje się w gałce ocznej. Tam światło wywołuje powstanie impulsów, które nerwami wzrokowymi są przesyłane do mózgu dzięki zjawiskom elektrycznym.

- Dlaczego nie przelatujemy przez podłogę?

Podłoga działa na nas siłą, która sprzeciwia się naszemu ruchowi w dół. Na poziomie atomowym: atomy naszych stóp napierają na atomy podłogi, ale atomy podłogi odpychają atomy naszych stóp.

str. 15 INFOGRAFIKA – RENTGEN. Promieniowanie zamiast na błonę fotograficzną może też padać na matrycę światłoczułą.

2. Rodzaje oddziaływań

str. 16 Czyje ręce muszą być silniejsze: akrobatki, która znajduje się na górze, czy akrobata, który ją podtrzymuje?

Ręce akrobatki i akrobata muszą być tak samo silne. Siła, jaką akrobatka działa rękoma na akrobatę, ma taką samą wartość jak siła, którą akrobata działa na akrobatkę.

DOŚWIADCZENIE. Zamiast balonu można użyć plastikowej linijki.

str. 17 FOTOGRAFIA – MAGNES I SPINACZE. Uczniowie często twierdzą, że magnesy przyciągają metale. Warto podczas tej lekcji sprawdzić to dla srebra, miedzi czy aluminium.

str. 18 ODDZIAŁYWANIE GRAWITACYJNE. Można przeprowadzić z uczniami krótką dyskusję, dlaczego nie obserwujemy skutków oddziaływania grawitacyjnego na przykład między naszym ciałem a jabłkiem. Bardziej dociekliwym można podać prawo powszechnego ciążenia.

str. 19 DOŚWIADCZENIE. Wzajemność oddziaływań można też pokazać na wiele innych sposobów, na przykład odpychanie się naelektryzowanych balonów zawieszonych na nitkach, odpychanie się lub przyciąganie magnesów umieszczonych na wózkach, zderzenia kul lub monet.

Doświadczenia umieszczone na stronach 19, 41 i 43 ilustrują III zasadę dynamiki. Przeprowadzenie przynajmniej jednego z nich jest obowiązkowe zgodnie z wymaganiami podstawy programowej (uczeń ilustruje III zasadę dynamiki).

WZAJEMNOŚĆ ODDZIAŁYWAŃ. Zwróćmy uwagę uczniów na fakt, że skutki oddziaływania zależą nie tylko od tego, jak silne jest oddziaływanie, ale również od mas oddziałujących ciał. Dlatego obserwujemy spadanie jabłka na Ziemię, a nie Ziemi na jabłko, chociaż oddziałują na siebie tak samo.

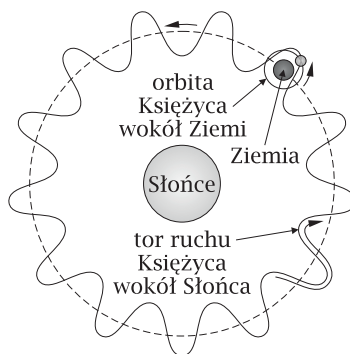
str. 20 Zadanie 7. Warto zwrócić uwagę, że stacja kosmiczna okrążająca Ziemię znajduje się w zasięgu ziemskiej grawitacji. Stan nieważkości panujący na takiej stacji nie wynika z braku sił grawitacji.

JAK MYŚLISZ?

- Czy gdyby Księżyc „urósł” i miał masę większą niż Ziemia, to dalej krążyłby dookoła naszej planety tak, jak obecnie?

Nie, Ziemia i Księżyc poruszałyby się inaczej. Zmiana masy Księżyca zmieniłaby siły grawitacji w tym układzie. Obecnie to Księżyc bardziej „tańczy” przy statecznie sunącej Ziemi, a tor Księżyca przypomina węża (zob. schemat obok).

Gdyby Księżyc miał znacznie większą masę od Ziemi, to Ziemia „wiłaby” się wokół niego. Kształty torów (orbit), ruch obu ciał też byłyby inne i zależałyby od prędkości i położenia w chwili zwiększenia masy Księżyca.



- Jak opisać oddziaływanie? Jak je mierzyć?

Jest wiele sposobów opisywania oddziaływań. Można na przykład opisać zmiany kształtu i ruchu ciał, efekty świetlne, cieplne, prawdopodobieństwo wystąpienia czegoś, itp. Na razie będziemy posługiwać się głównie pojęciem siły. Na przykład oddziaływanie Ziemi na jabłko wiszące na drzewie opiszemy za pomocą siły grawitacji/ciężkości. Do wyznaczenia wartości siły użyjemy siłomierza.

Lekcja dodatkowa. Atomy

str. 21 Oto powierzchnia próbki złota w bardzo dużym powiększeniu. Fotografię wykonano skaningowym mikroskopem tunelowym. Zaznaczono na niej długość jednego nanometra, $1\text{ m} = 1000\,000\,000\text{ nm}$. Wskaż najmniejszy powtarzający się fragment. Dlaczego te fragmenty trzymają się razem?

Na fotografii widoczne są rozmyte „koła”, oddzielone od siebie ciemniejszymi granicami. Te ciemniejsze pasy są efektem skanowania, nie ma ich na tej próbce. Te „koła” to atomy złota i one są najmniejszymi powtarzającymi się fragmentami.

Atomy oddziałują ze sobą głównie elektrycznie. To oddziaływanie jest przyczyną istnienia sił spójności, o których mowa będzie później. Te siły są odpowiedzialne za trzymanie się atomów razem.

Skaningowy mikroskop tunelowy (STM) został skonstruowany w 1982 roku przez Gerda Binniga i Heinricha Rohrera. Cztery lata później wynalazcy zostali uhonorowani Nagrodą Nobla w dziedzinie fizyki. STM umożliwia uzyskanie obrazu powierzchni materiałów przewodzących z rozdzielczością rzędu pojedynczego atomu. Działanie urządzenia opiera się na zjawisku tunelowym.

str. 23 ODDZIAŁYWANIE MAGNETYCZNE. W rzeczywistości wszystkie substancje wykazują właściwości magnetyczne, ale różnią się siłą oddziaływania z polem magnetycznym. Żelazo, stal, nikiel, kobalt oraz wiele stopów zaliczamy do ferromagnetyków, czyli substancji wykazujących silne właściwości magnetyczne. Cynk, miedź, złoto, woda, gazy szlachetne należą do grupy diamagnetyków. Diamagnetyki są (słabo) odpychane przez bieguny magnesów. Paramagnetyki (np. tlen, aluminium, platyna) są przyciągane przez bieguny magnesów znacznie słabiej niż ferromagnetyki.

str. 24 JAK MYŚLISZ?

- Dzięki jakiemu oddziaływaniu most nie załamuje się pod przejeżdżającym pociągiem?

Dzięki oddziaływaniu elektrycznemu między atomami mostu.

- Dzięki jakiemu oddziaływaniu dane są zapamiętywane w komputerach i smartfonach?

W ogólności dzięki oddziaływaniu elektromagnetycznemu. W dyskach magnetycznych (HDD) dane zapisywane są przez magnesowanie fragmentu talerza dysku — kluczowe jest oddziaływanie magnetyczne. W dyskach

półprzewodnikowych (Flash, SSD) dane są zapisywane poprzez umieszczenie w komórkach pamięci ładunku elektrycznego — czyli najważniejsze jest oddziaływanie elektryczne.

- *Jakie oddziaływanie jest odpowiedzialne za pracę naszych mięśni?*

Mięśnie pracują dzięki kurczeniu się włókien mięśniowych, a te kurczą się dzięki przesuwaniu się względem siebie wyspecjalizowanych białek. Białka to zbiory atomów. Praca mięśni wynika z oddziaływania elektrycznego między atomami.

- *Skoro i w jabłku, i w stole są atomy, to dlaczego jabłko i stół nie łączą się trwale?*

Jest wiele rodzajów atomów (tzw. pierwiastków). Chęć wzajemnego połączenia się atomów zależy od ich rodzaju i ułożenia. Atomy w jabłku są znacznie silniej połączone ze sobą niż z atomami w stole. Podobnie jest z atomami w stole — trzymają się siebie. Atomy w skórce jabłka przylegają do atomów w powierzchni stołu, lecz połączeń nie jest tak dużo i nie są tak silne, by połączyły się trwale. Można to zmienić za pomocą kleju (też składającego się z atomów).

- *Czym się różnią atomy?*

Atomy różnią się składem oraz właściwościami. Najprostszy — atom wodoru zbudowany jest tylko z jednego protonu w jądrze i jednego elektronu poruszającego się w pobliżu jądra. Atom helu ma w jądrze dwa protony i dwa neutrony (przeważnie), a w okolicy poruszają się dwa elektrony. Atom helu ma większą masę niż atom wodoru. Atomy wodoru chętnie łączą się w pary, a atomy helu — nie.

- *Woda i lód składają się z takich samych atomów. Co różni wodę od lodu?*

W obu substancjach podstawowym budulcem jest cząsteczka wody H_2O . Woda i lód różnią się jednak ustawieniem i zachowaniem atomów. W wodzie (cieczy) cząsteczki są rozmieszczone i ustawione chaotycznie, mogą się przemieszczać względem siebie. W lodzie (ciele stałym) cząsteczki połączone są ze sobą w regularną sieć, drgają, ale nie przemieszczają się względem siebie.

3. Siła i jej cechy

str. 25 **☞** *Dlaczego ciała zawieszona na linie zwisają pionowo?*

Ciała zawieszona na linie zwisają pionowo, bo wzdłuż kierunku pionowego działa siła grawitacji/ciężkości. Kierunek pionowy wyznaczamy za pomocą przyrządu o nazwie „pion”, czyli ciężarka zawieszona na sznurku.

☞ *Dlaczego budynki przeważnie są pionowe?*

Budynki przeważnie są pionowe, a nie przechylone, głównie dlatego, że w pionowych ścianach (i ich łączeniach) jest mniej naprężeń groźnych dla konstrukcji. Gdy ściany (łączenia) nie wytrzymują naprężeń budynek się zawala. Przechylony blok musiałby mieć dużo bardziej rozbudowane fundamenty i mocowanie ścian niż blok pionowy. Pionowe ściany umożliwiają też lepsze wykorzystanie przestrzeni wewnątrz budynku.

☞ *Jak wyznaczyć poziom?*

Poziom najprościej jest wyznaczyć powierzchnią wody w naczyniu.

Siłomierz. Można zaproponować uczniom zaprojektowanie i zbudowanie własnego siłomierza.

str. 26 **DOŚWIADCZENIE.** Można użyć siłomierzy o mniejszym zakresie. Wtedy zamiast kilogramowych torebek z cukrem warto wykorzystać 50-gramowe ciężarki lub inne przedmioty o znanej masie.

Przeprowadzenie tego doświadczenia jest obowiązkowe zgodnie z wymaganiami podstawy programowej (uczeń wyznacza wartość siły za pomocą siłomierza).

str. 27 **DOŚWIADCZENIE.** Zależność skutków działania siły od punktu jej przyłożenia można też zbadać, naciskając palcem lekki przedmiot w kształcie prostopadłościanu, np. pudełko, w różnych jego punktach (środek ściany, w pobliżu jednej z krawędzi itd.).

str. 29 JAK MYŚLISZ?

- Czy można przewidzieć, jaką wartość wskaże siłomierz, gdy zawiesimy na nim jakieś ciało? Co musielibyśmy wiedzieć o tym ciele?

Można przewidzieć, jaką wartość wskaże siłomierz, gdy zawiesimy na nim jakieś ciało. Trzeba znać jego ciężar lub masę i przyspieszenie grawitacyjne.

- Czy niuton jest związany z innymi jednostkami takimi jak metr lub kilogram?

Siła wpływa na ruch ciała, więc niuton jest związany z metrem i sekundą. Zmiana prędkości ciała na skutek działania siły zależy też od masy tego ciała, więc niuton jest związany z kilogramem; $N = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$.

- Co wskazywałby na Księżycu lub na Marsie siłomierz, na którym wisi 1 kg cukru?

Przyspieszenie grawitacyjne na Księżycu to $1,6 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, a na Marsie $3,7 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. Na Księżycu siłomierz wskazałby 1,6 N, a na Marsie 3,7 N.

- Co mierzy siłomierz, na który działa inny siłomierz?

Siłomierz, mierzy wartość siły, którą działa na niego ten inny siłomierz.

- Dlaczego wskazanie siłomierza, na którym wisi ciężarek, zmienia się, gdy machamy siłomierzem w górę i w dół?

Gdy trzymamy nieruchomo ciężarek, działamy na niego pewną ustaloną siłą (w trakcie kolejnych lekcji uczniowie dowiedzą się, że równoważymy siłę ciężkości). Gdy podrywamy ciężarek w górę, musimy zadziałać siłą o większej wartości. Gdy nagle opuścimy siłomierz w dół, ciężarek będzie mniej naciskać na hak siłomierza (hak mu „ucieka”), więc wskazanie siłomierza będzie mniejsze.

4. Rodzaje sił

- str. 30** *Burj Khalifa (czyt. burdż chalifa) to najwyższy budynek świata. Ma wysokość 828 m. Jego szczyt odchyła się o około 2 m od pionu na skutek wiatru. Dlaczego budynek się nie łamie?*

Wysokościowiec jest wykonany głównie z betonu i stali. Oba te materiały można trochę odkształcić bez ich zniszczenia. Przy niewielkich odkształceniach zachowują się sprężyste, czyli przeciwstawiają się odkształceniu. Im bardziej budynek się odchyła, tym bardziej przeciwstawia się dalszemu odchyłaniu (w pewnych granicach) jak sprężyna.

- str. 31 SIŁA NACISKU.** Omawiając siły przedstawione na rysunku, przypomnijmy uczniom o wzajemności oddziaływań. Zwróćmy uwagę na długości wektorów, kierunki, zwroty i punkty przyłożenia.

- str. 32 SIŁA OPORÓW RUCHU.** Wartość siły oporów ruchu zależy od prędkości ciała, jego wielkości, kształtu oraz rodzaju ośrodka, w którym się porusza. Przyjmuje się, że dla dużych obiektów (takich jak samochody czy rowery) wartość siły oporów ruchu jest proporcjonalna do kwadratu prędkości ciała. Dlatego obiekty spadające w powietrzu rozpędzają się tylko do pewnej prędkości granicznej. Po jej osiągnięciu siła oporów równoważy ciężar i prędkość przestaje wzrastać. Konstruktorzy samochodów wyścigowych dążą do zminimalizowania sił oporów poprzez nadanie pojazdom opływowych kształtów. Z kolei sportowcy (pływacy, rowerzyści, biegacze) zakładają specjalnie zaprojektowane kombinezony.

str. 34 JAK MYŚLISZ?

- Czy można zepsuć sprężynę?

Aby zepsuć sprężynę, wystarczy rozciągnąć ją na tyle mocno, by nie wróciła już do początkowego stanu.

- Jak się zwiększa wartość siły sprężystości przy rozciąganiu sprężyny?

Wartość siły sprężystości rośnie proporcjonalnie do rozciągnięcia sprężyny, w pewnych granicach. Dwa razy większe rozciągnięcie, to dwa razy większa wartość siły.

- Czy można pozbyć się oporów ruchu?


Oporo ruchu można prawie wyeliminować. Na przykład spadająca w komorze próżniowej kulka, będzie poruszać się bez oporów ruchu, o ile z niczym się nie zetknie i w komorze jest idealna próżnia. Jednak nawet w przestrzeni kosmicznej nie panuje idealna próżnia (a jest ona lepsza od wytwarzanej w komorach próżniowych na Ziemi). Spadająca kulka może więc trafić na pozostały atom powietrza.

- Jak siła ciężkości kubka stojącego na blacie jest związana z siłą nacisku blatu na kubek?


Siła nacisku blatu na kubek jest zwrócona przeciwnie do siły ciężkości kubka. Obie te siły mają taką samą wartość.

str. 35 INFOGRAFIKA – SPADOCHRONIARZ. Prędkość graniczna człowieka spadającego w powietrzu jest znacznie większa od takiej prędkości dla spadającego żuka. Ciało spada z prędkością graniczną (czyli maksymalną w spadku), gdy opory powietrza działające na to ciało równoważą siłę ciężkości. Ciężar człowieka jest znacznie większy od ciężaru żuka. Aby opory powietrza zrównoważyły ciężar człowieka, musi on spadać znacznie szybciej niż żuk.

5. Równoważenie się sił

str. 36  *Jakie powinny być szczęki nożyc, żeby mogły przeciąć ogniwo łańcucha?*

Szczęki nożyc powinny być twardsze od ogniwa i odporne na pęknięcie (sprężyste jak silna sprężyna — duże odkształcenie wymaga siły o bardzo dużej wartości). Powinny być także ostre.

 *Co można powiedzieć o wartościach sił, którymi szczęki działają na ogniwo? Jak są zwrócone te siły?*

Jeśli ogniwo spoczywa, to wartość siły, którą jedna szczeka działa na ogniwo, jest równa wartości siły, którą działa na ogniwo druga szczeka. Na dodatek siły te są przeciwnie zwrócone.

 *Jakimi siłami działają ręce na uchwyty nożyc?*

Jeżeli nożyce są nieruchome, to siły, jakimi ręce działają na uchwyty nożyc, się równoważą. Wartość każdej z tych sił jest mniejsza niż wartość siły, którą szczeka działa na ogniwo — wynika to z zasady działania dźwigni (dźwignie omawiamy w lekcji dodatkowej *Maszyny proste* str. 242-245).

str. 37 DOŚWIADCZENIE. Klocek z dwoma uchwytami można zastąpić na przykład prostokątem z grubej tektury o wymiarach 10 cm × 5 cm z otworami przy środku każdego z krótszych boków.

Można polecić uczniom wykonanie schematycznego rysunku ilustrującego działające siły.

str. 38 RÓWNOWAŻĄCE SIĘ SIŁY. Pełną treść pierwszej zasady dynamiki uczniowie poznają w lekcji 26. str. 186-191.

str. 40 Zadanie 8. Warto zwrócić uwagę uczniów na fakt, że tłok jest nieruchomy, więc działające na niego siły równoważą się. Ustalamy, które siły działają w górę koryta, a które w dół. Zapisujemy równanie, na przykład w postaci: $100\text{ N} + x = 3200\text{ N}$ i obliczamy wartość szukanej siły.

JAK MYŚLISZ?

- Jak sprawdzić, czy siły działające na ciało wzdłuż tej samej prostej i o tym samym zwrocie można zastąpić jedną siłą o wartości równej sumie wartości tych dwóch sił?

Aby to sprawdzić, można zastąpić początkowo działające na ciało dwie siły, jedną siłą o wartości równej sumie wartości tych dwóch sił (można do tego użyć siłomierzy) i obserwować, czy ciało zachowuje się tak samo.

- Czy na wiszący na siłomierzu ciężarek działa tylko siła ciężkości i hak siłomierza? A jak by było, gdyby ciężarek umieścić w wodzie?

Na ciężarek wiszący na siłomierzu oprócz siły ciężkości i haka siłomierza działa zwykle jeszcze powietrze. Cząsteczki powietrza napierają na ścianki ciężarka. Działają więc na nie siły parcia powietrza (ciśnienie atmosferyczne), skutkiem tego jest siła wyporu w powietrzu. W wodzie również

działyby siły parcia (ciśnienie hydrostatyczne) i ich wypadkowa, czyli siła wyporu w wodzie. Dodatkowo, skoro widzimy ciężarek, to działa na niego światło i bardzo, bardzo mała siła wynikająca z oddziaływania światła z ciężarkiem.

- *Jeśli działasz pewną siłą na krzesło, to jaką siłą krzesło działa na ciebie?*

Jeśli działasz pewną siłą na krzesło, to krzesło działa na ciebie siłą o takiej samej wartości, ale przeciwnie zwróconą.

- *Co się dzieje z ciałem, gdy działają na nie dwie siły o tych samych wartościach, w przeciwnie strony, ale nie wzdłuż tej samej prostej?*

Przyjmijmy, że przed zadziałaniem tych dwóch sił ciało spoczywało. Gdy zadziałają dwie opisane siły, ciało zacznie się obracać. Środek masy ciała pozostanie w spoczynku. Łatwa demonstracja: książka leżąca na blacie; popchnięcie jej przeciwnych rogów siłami o tej samej wartości w przeciwnie strony.

6. Zasada akcji i reakcji

str. 41 *Jakie są skutki zderzenia auta ze ścianą?*

Skutki zderzenia auta ze ścianą to zatrzymanie i uszkodzenie samochodu, odpalenie poduszki powietrznej oraz przemieszczenie się manekina.

Czy ściana działa na auto większą siłą niż auto na ścianę?

Wartości sił, z jaką ściana działa na auto i auto działa na ścianę są równe.

Dlaczego przeprowadza się takie doświadczenia?

Takie doświadczenia przeprowadza się po to, aby badać wpływ zderzenia na bezpieczeństwo osób w aucie. Sprawdzane jest m.in.: czy coś nie zgniata, nie wbija się w manekiny, jak się wyginają, w co i czym uderzają manekiny, jak działają pasy bezpieczeństwa i poduszki powietrzne, jakie jest ryzyko wycieku paliwa (prawdopodobieństwo pożaru).

DOŚWIADCZENIE. Doświadczenia umieszczone na stronach 19, 41 i 43 ilustrują III zasadę dynamiki. Przeprowadzenie przynajmniej jednego z nich jest obowiązkowe zgodnie z wymaganiami podstawy programowej (uczeń ilustruje III zasadę dynamiki).

WZAJEMNOŚĆ ODDZIAŁYWAŃ. Uczniowie badali już jakościowo wzajemność oddziaływań w czasie lekcji 2. (doświadczenie z deskorolkami). Teraz będą dokonywali pomiarów sił.

str. 43 **DOŚWIADCZENIE.** Doświadczenia umieszczone na stronach 19, 41 i 43 ilustrują III zasadę dynamiki. Przeprowadzenie przynajmniej jednego z nich jest obowiązkowe zgodnie z wymaganiami podstawy programowej (uczeń ilustruje III zasadę dynamiki).

str. 45 **Zadanie 8.** Warto wykonać rysunek przedstawiający sytuację z zadania.

JAK MYŚLISZ?

- *Czy siła nacisku występuje zawsze w parze z siłą ciężkości?*

Siła nacisku nie zawsze występuje w parze z siłą ciężkości. Na spadające w komorze próżniowej jabłko działa siła ciężkości, ale ani jabłko nie naciska na nic, ani żadne ciało nie naciska na jabłko. Podobnie nożyce naciskają na ogniwo łańcucha, ale nie musi to mieć związku z grawitacją (bez siły ciężkości można ścisnąć szczęki nożyc).

- *Pchasz wózek z zakupami: działasz na wózek, a wózek na ciebie. Skoro obie siły mają tę samą wartość, to dlaczego wózek jedzie do przodu, a nie przesuwa ciebie do tyłu?*

Istotna jest siła wypadkowa działająca na ciało. Gdy początkowo nieruchomy wózek zostanie popchnięty, działająca na wózek siła wypadkowa będzie zwrócona w tę stronę, w którą go popchnięto i w tę stronę wózek się poruszy. Przyjmijmy, że człowiek tuż przed popchnięciem wózka również stoi nieruchomo. Gdy popycha wózek, w poziomie działają na niego dwie siły: do przodu siła, którą działa podłoga (człowiek odepchnął się od niej stopami), do tyłu siła, którą działa wózek. Siły te mogą się równoważyć — wtedy człowiek pozostanie w miejscu.

7. Masa a siła ciężkości

str. 46 **Na zdjęciu widać astronautkę oraz kroplę wody w stacji kosmicznej. Jak zwrócona jest siła ciężkości działająca na kroplę?**

Siła ciężkości działająca na kroplę jest zwrócona w stronę środka Ziemi.

Czy siła ciężkości działająca na astronautkę ma taką samą wartość jak na powierzchni Ziemi?

Siła ciężkości działająca na astronautkę ma inną wartość niż na Ziemi. Na powierzchni Ziemi ciężar 1 kg to ok. 9,8 N. W Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ok. 420 km nad powierzchnią Ziemi) ciężar 1 kg to ok. 9,2 N. Ciężar ten byłby odczuwalny dopiero, gdyby stacja się zatrzymała. Ponieważ stacja porusza się, „spada” swobodnie, to wydaje się, że na nią i lecące razem z nią przedmioty, nie działa siła ciężkości. Gdyby tak rzeczywiście było, stacja odleciałaby w kosmos.

Jak daleko sięga grawitacja Ziemi?

Teoretycznie grawitacja Ziemi sięga nieskończenie daleko. Jednak wartość siły ciężkości działającej na ciało szybko maleje, gdy ciało oddala się od Ziemi. Ciało oddalone od środka Ziemi o długość 10 razy większą niż jej promień ma ciężar 100 razy mniejszy niż na powierzchni Ziemi. Oddalone o długość 1000 razy większą niż promień Ziemi, ma ciężar 1 000 000 razy mniejszy.

str. 47 **SIŁA GRAWITACJI.** Mierzony na Ziemi ciężar ciała nie jest równy wartości siły grawitacji działającej na to ciało. Jest to spowodowane ruchem obrotowym Ziemi. Na każde ciało na powierzchni Ziemi, oprócz siły grawitacji, działa siła odśrodkowa (w nieinercjalnym układzie odniesienia). Wartość tej siły jest największa dla ciał znajdujących się na równiku, a najmniejsza — równa zero — na biegunach. Zatem to samo ciało będzie miało najmniejszy ciężar na równiku, a największy na biegunach. Dodatkowo Ziemia nie jest idealnie kulista. Dlatego siła grawitacji w różnych miejscach na Ziemi ma różną wartość.

str. 48 **PRZYKŁAD 1.** Rozwiązując zadania, należy od samego początku wdrażać uczniów do stosowania symboli literowych, zapisywania danych, szukanych oraz obliczeń wraz z jednostkami.

PRZYKŁAD 2. Zwróćmy uczniom jeszcze raz uwagę na fakt, że jednostki możemy przy skracaniu traktować podobnie jak liczby.

str. 50 **MIĘDZYNARODOWY UKŁAD JEDNOSTEK MIAR.** Skrócona nazwa: układ SI, pochodzi od francuskiej nazwy *ystème international d'unités* (czyt. system międzynarodowy jednostek).

str. 51 **Zadanie 7.** Uczeń znajdzie wskazówkę w podrozdziale *Wzorzec kilograma*.

str. 52 **JAK MYŚLISZ?**

• *Dlaczego Narodowy Bank Polski precyzyjnie określa masy monet?*

Dzięki standaryzacji masy monet trudniej jest je podrobić. Dodatkowo pozwala to na automatyczne zliczanie monet przez urządzenia.

• *Jaki jest ciężar łazika o masie 1070 kg na Marsie?*

Ciężar łazika o masie 1070 kg na Marsie to około $1070 \text{ kg} \cdot 3,7 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

• *Jaka jest wartość siły, którą 1 kg cukru działa grawitacyjnie na Ziemię?*

Wartość siły, którą 1 kg cukru działa grawitacyjnie na Ziemię jest taka sama, jak wartość siły, którą Ziemia działa na 1 kg cukru, czyli równa ciężarowi cukru (III zasada dynamiki).

• *Jak daleko trzeba oddalić ciało od Ziemi, by jego ciężar zmniejszył się o połowę?*

Aby ciężar ciała zmniejszył się o połowę, trzeba je oddalić od Ziemi o około 2600 km (czyli około 41% promienia Ziemi) ponad jej powierzchnię.

• *Czy można zmierzyć masę ciała, gdy nie działa na nie siła ciężkości?*

Tak. Gdy na ciało nie działa siła ciężkości, do pomiaru masy ciała można wykorzystać to, że masywne ciało trudniej wprawić w ruch (II zasada dynamiki, omawiana w lekcji 27. str. 192–197).

8. Stany skupienia

str. 53 **Na zdjęciu jest widoczna woda w formie płynnej i w postaci lodu. W powietrzu znajduje się niewidoczna para wodna.**

Widoczne na zdjęciu chmury składają się z drobniutkich kropelek wody i kryształków lodu.

Czy każda substancja występuje w takich trzech postaciach?

Każda substancja występuje w trzech stanach skupienia. Czasami wymaga to ekstremalnie niskich lub wysokich temperatur i ciśnień. Czasami cząsteczki w substancji mogą się zmienić lub rozpaść, ale to, co zostaje, nadal może osiągnąć kolejny stan skupienia.

Czy szybę można zamienić w ciecz, a kamień — w gaz?

Szkło można stopić i przelewać. Kamień (skałę) można „odparować”.

DOŚWIADCZENIE. W tym doświadczeniu pokazujemy, że gazy są ściśliwe oraz rozprężliwe.

str. 55 **PRZYKŁAD 1.** Gąbka ma porowatą strukturę, znajduje się w niej dużo powietrza. Dlatego łatwo zmienić jej objętość i wcisnąć do szklanki.

PARA WODNA. „Zaparowane” szyby i lustra pokryte są wodą w stanie ciekłym. Zwróćmy uwagę uczniom na fakt, że w powietrzu zawsze jest obecna pewna ilość pary wodnej — mogą sprawdzić w aplikacji pogodowej aktualną wilgotność powietrza.

OBJĘTOŚĆ I JEJ JEDNOSTKI. Przypominamy uczniom, co oznaczają przedrostki: *mili-, centy-, decy-*. Warto rozwiązać kilka przykładów rachunkowych.

str. 56 **PRZYKŁAD 2.** Pozwólmy uczniom na wybór takiego sposobu rozwiązania, który odpowiada ich możliwościom.

str. 58 **Zadanie 10.**

$V_o = 20 \text{ l} = 20\,000 \text{ cm}^3$ — objętość oleju

$P = 400 \text{ cm}^2$ — pole podstawy

$h_o = ?$ — wysokość słupa oleju

$V_o = P \cdot h_o$

$h_o = \frac{20\,000 \text{ cm}^3}{400 \text{ cm}^2} = 50 \text{ cm}$

Zadanie 12.

$P_a = 3000 \text{ m}^2$ — pole podstawy akwarium

$h_a = 20 \text{ cm}$ — wysokość słupa wody w akwarium

$P_n = 1500 \text{ m}^2$ — pole podstawy naczynia

$h_n = ?$ — wysokość słupa wody w naczyniu

Objętość wody się nie zmieniła, więc zachodzi równość $P_a \cdot h_a = P_n \cdot h_n$, stąd $h_n = \frac{3000 \text{ m}^2 \cdot 20 \text{ cm}}{1500 \text{ m}^2} = 40 \text{ cm}$.

Inaczej: Skoro pole podstawy jest dwa razy mniejsze, to wysokość słupa wody musi być dwa razy większa.

JAK MYŚLISZ?

- *Ani gazy, ani ciecze nie mają swojego kształtu (przyjmują kształt naczynia, w którym się znajdują). Dlaczego ciecze mają określoną objętość, a gazy — nie?*

Cząsteczki (atomy) w cieczy są blisko siebie. W gazie średnie odległości między cząsteczkami są znacznie większe: cząsteczki odbijają się od siebie jak kule bilardowe, więc rozlatują się po całej dostępnej przestrzeni.

- *Gdzie na Ziemi można spotkać skałę w stanie ciekłym?*

Lawa w wulkanach, czyli magma wydobywająca się na powierzchnię Ziemi, to skała w stanie ciekłym.

- *Kałuże powstające podczas deszczu w końcu wysychają. Podobnie jest z wilgotnym praniem. Dlaczego tak się dzieje?*

Woda z kałuży i z wilgotnych ubrań z postaci ciekłej zamienia się w postać gazową i ulatuje. Cząsteczki „wyrrywają” się ponad powierzchnię cieczy i odlatują.

9. Budowa ciał stałych, cieczy i gazów

str. 59 **Na zdjęciu widoczne są kryształy soli z kopalni w Wieliczce. Dlaczego fragmenty ich ścian są równe? Dlaczego krawędzie są ostre? Jak to możliwe, że naturalny twór ma takie gładkie ściany?**

Kryształ soli składa się z regularnie ustawionych, połączonych ze sobą atomów sodu (Na) i chloru (Cl). Regularność tę widać też na poziomie kryształu. W dużym układzie identycznych atomów, które oddziałują na siebie w ustalony sposób, często pojawiają się regularności, wzory, symetrie.

Czy kryształ soli można zamienić w ciecz lub gaz?

Kryształ soli można zamienić w ciecz lub gaz. NaCl topi się w temperaturze około 800°C, a wrze w około 1450°C.

str. 62 **DOWIEDZ SIĘ WIĘCEJ O CIAŁACH STAŁYCH.** Ciała o budowie krystalicznej dzielą się na monokryształy i polikryształy. Metale należą do polikryształów.

str. 64 **Zadanie 9.** Warto przedyskutować z uczniami otrzymane wyniki liczbowe, aby uświadomić im skalę wielkości cząsteczek.

Zadanie 11.

a) $\frac{10^{24}}{40} = 25 \cdot 10^{21}$

b) $\frac{25 \cdot 10^{21}}{1000} = 25 \cdot 10^{18}$

c) $\frac{25 \cdot 10^{18}}{1000} = 25 \cdot 10^{15}$

Zadanie 12. Ilość cząsteczek azotu w strzykawce pozostanie taka sama. Rozprzestrzenia się one po całej dostępnej objętości.

JAK MYŚLISZ?

• *Czy są włosy o znacznie mniejszej średnicy niż 0,1 mm?*

Ludzkie włosy mają średnice od około 0,02 mm do około 0,2 mm.

• *Co się stanie, jeśli zwiększymy drgania atomów w ciele stałym?*

Zwiększenie drgań atomów w ciele stałym powyżej pewnej prędkości sprawi, że atomy zaczną opuszczać swoje zwykłe położenia. Ciało stałe zamieni się w ciecz (a czasami od razu w gaz).

• *Dlaczego wszystkie ramiona w płatku śniegu są bardzo podobne? Dlaczego nie są identyczne?*

Wszystkie ramiona w płatku śniegu są bardzo podobne dlatego, że powstają z takich samych cząsteczek (wody), w bardzo zbliżonych warunkach: przy podobnej temperaturze, wilgotności, ciśnieniu. Różnią się, bo w różnych miejscach płatka, podczas jego formowania, warunki nieznacznie różnią się (inna temperatura, obecność cząsteczek itd.). Dodatkowo, cząsteczki wody mogą ustawiać się w różny sposób, gdy dołączają do kryształu, nie tylko w ten najbardziej prawdopodobny — wtedy powstają nieregularności w sieci krystalicznej.

• *Czym są ciekłe kryształy?*

Ciekły kryształ to stan pośredni między krystalicznym ciałem stałym a cieczą. Cząsteczki mogą się przemieszczać, ale są częściowo uporządkowane (np. długie cząsteczki są ustawione w jednym kierunku).

• *W jakich warunkach cząsteczki gazu łączą się ze sobą, tworząc ciecz?*

Gdy będziemy zmniejszać prędkość cząsteczek gazu (spadek temperatury), to podczas zderzeń zaczną się one łączyć ze sobą (a nie tylko odbijać), tworząc ciecz. Jeśli będziemy zwiększać liczbę cząsteczek gazu w jednostce objętości (ściśnięcie, zwiększenie ciśnienia), to mimo dużych prędkości cząsteczki będą przylegać do siebie, tworząc ciecz.

10. Siły międzycząsteczkowe

str. 65 **Na zdjęciu pokazano nartnika — owada, który potrafi stać na wodzie. Dlaczego odnóża nartnika się nie zanurzają?**

Odnóża nartnika nie zanurzają się w wodzie, ponieważ siła nacisku cząsteczek wody zwrócona w górę równoważy ciężar nartnika. Siła ta jest

kombinacją dwóch zjawisk: napięcia powierzchniowego i siły wyporu (we włoskach odnóży nartnika znajdują się pęcherzyki powietrza).

Dlaczego powierzchnia wody zagina się przy odnóżach?

Powierzchnia wody ugina się, by cząsteczki wody podtrzymujące nogi nartnika były podtrzymywane ukośnie w górę przez sąsiednie cząsteczki. Podobnie ugina się lina, gdy stanie na niej linoskoczek.

Jak ciężki bagaż mógłby mieć nartnik stojący na wodzie?

Obserwuje się nartniki niosące innego nartnika. Teoretycznie nartnik mógłby unieść masę równą kilkunastu swoim masom.

Jakie oddziaływania są ważne w tym zjawisku?

W zjawisku przedstawionym na fotografii ważne są oddziaływania między atomami (elektryczne) i oddziaływanie grawitacyjne.

SIŁY SPÓJNOŚCI. Ilustrowanie przez ucznia istnienia sił spójności i w tym kontekście tłumaczenie formowania się kropli jest wymaganiem zapisanym w podstawie programowej.

str. 66 DOŚWIADCZENIE – SPINACZ NA WODZIE. Spinacz można zastąpić szpilką. Woda powinna być zimna, szklanka i dłonie dobrze opłukane z detergentów.

Zgodnie z wymaganiami podstawy programowej uczeń powinien potrafić demonstrować zjawisko napięcia powierzchniowego.

DOŚWIADCZENIE – WODA Z „GÓRKĄ”. Można podzielić uczniów na grupy i zrobić zawody, która grupa uzyska najwyższą „górkę”. Szklankę warto wstawić do dużego, płaskiego naczynia.

Zgodnie z wymaganiami podstawy programowej uczeń powinien potrafić demonstrować zjawisko napięcia powierzchniowego.

str. 68 SIŁY PRZYLEGANIA. Siły przylegania nie są wymienione w podstawie programowej, jednak warto je omówić ze względu na rolę, jaką odgrywają w przyrodzie.

DOŚWIADCZENIE. Można najpierw przyłożyć do siebie suche szkiełka, lepiej wtedy widać różnicę.

str. 69 JAK MYŚLISZ?

• *Jaki kształt przybiera kropla wody, gdy spada w powietrzu?*

Gdyby kropla wody spadała w próżni przybrałaby kształt kuli. W powietrzu spłaszczy się na dole, a nawet wklęśnie. Duża kropla podzieli się na dwie mniejsze. Nigdy nie przyjmie kształtu łyżki.

• *Co oprócz mniejszego napięcia powierzchniowego powoduje szybsze moknięcie nitki leżącej na powierzchni gorącej wody?*

Gorąca woda paruje, a następnie skrapla się na włóknach nitki, więc nić dosyć szybko moknie na całej powierzchni.



11. Gęstość. Jednostki gęstości

str. 70 **Na zdjęciu widać rtęć — jedyny metal, który w normalnych warunkach jest cieczą. Jaką masę ma litr rtęci? A dwa litry?**

Litr rtęci ma masę 13,5 kg, a dwa litry rtęci — 27 kg.

Od czego zależy masa litra substancji?

Masa ustalonej objętości substancji zależy od tego, z ilu i z jakich atomów składa się ta porcja.

str. 72 PRZYKŁAD 4. Można skorzystać z równości $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

str. 73 DOŚWIADCZENIE. Warto porównać otrzymany wynik z danymi tablicowymi.

str. 74 **Zadanie 5.** Gęstość czystego srebra to $10,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. W zadaniu przedstawiono przybliżony wykres zależności masy srebra od jej objętości. Dokładną zależność opisuje wzór $m = 10,5 \cdot V$.

Zadanie 10. Objętość 300 sztabek złota to $300 \cdot 0,7 \text{ dm}^3 = 210 \text{ dm}^3$. Masa takiej ilości złota jest równa $210 \text{ dm}^3 \cdot 19,3 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 4053 \text{ kg}$. Pod takim obciążeniem dach samochodu najprawdopodobniej by się zarwał.

JAK MYŚLISZ?

- *Dlaczego gęstość ludzkiego ciała jest bliska gęstości wody?*

Ciało człowieka w większości składa się z wody. W zależności od wieku i masy człowieka, woda stanowi od 50% do 80% jego masy ciała (średnio w ciele dorosłego człowieka woda to 60% masy). Różne substancje w organizmie człowieka mają różną gęstość, na przykład gęstość kości jest większa niż gęstość tłuszczu czy powietrza w płucach. Jednak średnia gęstość człowieka jest bliska gęstości wody.

- *Jak dosypywanie soli lub cukru do wody zmienia jej gęstość?*

Dosypanie soli lub cukru do wody zwiększa jej gęstość.

- *Co należy dodać do wody, by mieszanina miała mniejszą gęstość niż woda?*

Dodając do wody substancję o mniejszej gęstości: benzynę, alkohol (etanol), rozdrobniony styropian, plastik, otrzymamy mieszaninę o gęstości mniejszej niż woda.

- *Jak zmierzyć gęstość złotego łańcuszka?*

Gęstość złotego łańcuszka można zmierzyć tak, jak gęstość ciała o nieregularnym kształcie. Do pomiaru objętości drobnego łańcuszka potrzebny jest bardzo dokładny cylinder miarowy. Najlepiej wziąć 10 takich samych łańcuszków i na podstawie ich wagi i objętości obliczyć gęstość.

12. Wyznaczanie gęstości

str. 75 **☞** *Dlaczego góra lodowa nie tonie?*

Góra lodowa nie tonie, ponieważ siła wyporu, którą woda działa na górę, równoważy siłę ciężkości. Gęstość lodu jest mniejsza niż gęstość wody.

☞ *O ile obniżyłby się poziom oceanu, gdyby wyciągnąć tę górę z wody?*

Gdyby wyciągnąć górę lodową z wody, poziom oceanu obniżyłby się niezauważalnie. Zanurzona część dużej góry ma masę około 10 mln ton. Wypiera blisko $10 \text{ mln m}^3 = 0,01 \text{ km}^3$ wody. Powierzchnia oceanów to około $360\,000\,000 \text{ km}^2$. Po wyjęciu góry z wody poziom oceanów obniżyłby się o około 30 nm.

☞ *Co oznacza określenie „wierzchołek góry lodowej”?*

Określenie „wierzchołek góry lodowej” oznacza, że zauważono tylko małą część jakiegoś problemu. Większość jest niewidoczna „pod wodą”.

DOŚWIADCZENIE. Zamiast cegły można użyć prostopadłościennych brył wykonanych z różnych substancji.

Przeprowadzenie tego doświadczenia jest obowiązkowe zgodnie z wymaganiami podstawy programowej (uczeń wyznacza gęstość substancji, z jakiej wykonany jest przedmiot o kształcie regularnym za pomocą wagi i przymiaru).

str. 76 **DOŚWIADCZENIE.** Przeprowadzenie tego doświadczenia jest obowiązkowe zgodnie z wymaganiami podstawy programowej (uczeń wyznacza gęstość substancji, z jakiej wykonany jest przedmiot o nieregularnym kształcie za pomocą wagi, cieczy i cylindra miarowego).

str. 77 **WZÓR NA OBJĘTOŚĆ.** Warto wykonać wspólnie z uczniami przekształcenia wzoru na gęstość na tablicy.

str. 78 **Zadanie 5.** Masa waty pozostała niezmienną, więc $0,2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot V = d \cdot \frac{V}{4}$, gdzie d to szukana gęstość ściśniętej waty, a V to początkowa objętość waty (jej wartość jest nieistotna, ale w przypadku problemów ze zrozumieniem zadania można wstawić zamiast V np. 4 cm^3).

str. 79 **Zadanie 12.**

a) 810 kg

b) $V = 9 \cdot 9 \cdot 9 \text{ m}^3$, $d_g = \frac{810 \text{ kg}}{9 \cdot 9 \cdot 9 \text{ m}^3} = \frac{10 \text{ kg}}{9 \text{ m}^3} \approx 1,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

c) Obliczona gęstość jest bliska mierzonej gęstości gazowego azotu, więc informacja była poprawna.

JAK MYŚLISZ?

- *Dlaczego gęstość wody zależy od jej temperatury?*

Gęstość wody zależy od liczby cząsteczek, które mieszczą się w jednostce objętości. Oddziaływania między cząsteczkami oraz ich wzrastająca wraz ze wzrostem temperatury prędkość powodują bardzo ciekawe zachowanie. Gęstość wody jest największa w 4°C. Chłodniejsza i cieplejsza woda jest mniej gęsta.

- *Dlaczego gęstość powietrza atmosferycznego zmienia się wraz z wysokością?*

Przyciąganie grawitacyjne Ziemi sprawia, że wyższe warstwy powietrza ścisną niższe, więc niżej jest więcej cząsteczek powietrza w jednostce objętości.

- *Dlaczego olej wypływa na powierzchnię wody?*

Siła, którą woda działa w górę (siła wyporu) na zanurzoną kroplę oleju, jest większa niż ciężar kropli. Kropla wypływa więc na powierzchnię i troszeczkę się wynurza, aż siły zrównoważą się. Gęstość oleju jest mniejsza niż gęstość wody.

- *Skoro gaz nie zachowuje objętości i wypełnia dostępną przestrzeń, to dlaczego powietrze nie uciekło z Ziemi w przestrzeń kosmiczną?*

Ziemia przyciąga powietrze grawitacyjnie, dlatego nie uciekło ono z Ziemi w przestrzeń kosmiczną. Dodatkowo ziemskie pole magnetyczne chroni przed wymiataniem atmosfery przez wiatr słoneczny.

- *Dlaczego porcja wody zwiększa objętość, gdy zamarza?*

Cząsteczki wody ustawiają się w sieć krystaliczną lodu tak, że odległości między nimi są większe, niż gdy są ustawione chaotycznie w cieczy. Trochę podobnie: większą powierzchnię zajmą zapałki poukładane na stole w regularną siatkę kwadratową, niż gdy będą leżeć w nieładzie obok siebie. Dlatego porcja wody zwiększa objętość, gdy zamarza.

Dalsze działy w przygotowaniu.