

Joanna Gondek
Bogusław Pranszke

DLA GIMNAZJUM

Fizyka 2

ZBIÓR ZADAŃ

Struktura materii



GDAŃSKIE WYDAWNICTWO
OŚWIATOWE

Spis treści

Od redakcji 5

Teoria i zadania

Struktura materii 14

Gazy, ciecze i ciała stałe: zadanie 1

Gęstość substancji: zadania 2-13

Temperatura: zadania 14-22

Rozszerzalność termiczna: zadania 23-30

Rozwiązania

Struktura materii 58

Odpowiedzi

Struktura materii 102

Od redakcji

Niniejszy zbiór zadań powstał z myślą o tych wszystkich, dla których rozwiązanie zadania z fizyki nie polega wyłącznie na mechanicznym przekształceniu wzorów i podstawieniu do nich danych. Dla autorów książki istotne było skupienie się na tym, co w fizyce najważniejsze, czyli na ukazaniu zjawiska fizycznego i przekonaniu, że można je wyjaśnić, logicznie rozumując i posługując się podstawowymi prawami fizyki.

Wiele osób potrafi rozwiązać typowe zadania z fizyki, a mimo to ma poczucie, że tak naprawdę fizyki nie rozumie. Dlatego zamieszczone w książce rozwiązania ukazują krok po kroku każdy etap rozumowania i uczą świadomego stosowania wzorów. Nie przypominają uczniowskich rozwiązań z zeszytu czy tablicy, więc raczej nie posłużą jako gotowe wzorce do przepisywania. Aby zapisać rozwiązanie zadania w typowy sposób, uczeń będzie zmuszony do zrozumienia podanego w zbiorze rozwiązania.

Książka została podzielona na trzy części. W pierwszej zamieszczono **wstępy teoretyczne i treści zadań** do poszczególnych działów. Są wśród nich krótkie pytania testowe oraz zadania otwarte. Kolejna część zawiera **szczegółowe rozwiązania** do wszystkich zadań otwartych. Na końcu zamieszczono **odpowiedzi** do wszystkich zadań.

Symbolem \circ oznaczono zadania wykraczające poza zakres materiału omówionego w podręczniku *Fizyka z plusem cz. 2*.

STRUKTURA MATERII

Stan stały, ciało stałe – stan skupienia substancji charakteryzujący się tym, że substancja w tym stanie ma określoną objętość i kształt. Atomy lub cząsteczki substancji w stanie stałym są silnie ze sobą powiązane, dlatego nie mogą się swobodnie poruszać względem siebie, a jedynie drgać wokół tzw. położeń równowagi.

Stan ciekły, ciecz – stan skupienia substancji charakteryzujący się tym, że substancja w tym stanie ma określoną objętość, natomiast nie ma określonego kształtu (przyjmuje kształt naczynia, w którym się znajduje). Atomy lub cząsteczki substancji w stanie ciekłym są ze sobą powiązane, ale nie na tyle silnie, by nie mogły przemieszczać się względem siebie – atomy czy cząsteczki ciągle zmieniają położenie w substancji (ciągle zmieniają swoich „sąsiadów”).

Stan gazowy, gaz – stan skupienia substancji charakteryzujący się tym, że substancja w tym stanie nie ma określonej objętości ani kształtu (przyjmuje kształt naczynia, w którym się znajduje, i wypełnia je całkowicie). Atomy lub cząsteczki substancji w stanie gazowym są bardzo słabo powiązane ze sobą, dlatego w zasadzie swobodnie przemieszczają się względem siebie (ich ruch jest określany jako chaotyczny).

Energia wewnętrzna – łączna energia atomów lub cząsteczek danej substancji, związana z ich ruchem względem siebie i oddziaływaniem ze sobą.

Energia atomów lub cząsteczek danej substancji związana z ich ruchem względem siebie, czyli ich energia kinetyczna jest też nazywana energią ruchów cieplnych (termicznych) atomów lub cząsteczek substancji. Gdy rozważa się ruch cieplny, nie bierze się pod uwagę tego, czy substancja jako całość się porusza.

Temperatura – parametr określający stopień nagrzania ciała. Określenie temperatury ciała jest możliwe przez porównanie z temperaturą pewnego wzorcowego ciała. Istnieją różne skale temperatur: Celsjusza, Fahrenheita i Kelvina.

Jednostką temperatury w skali Kelvina i zarazem obowiązującą w układzie jednostek SI jest kelwin (w skrócie K). Jednostkami temperatury w skali Celsjusza i Fahrenheita są odpowiednio stopień Celsjusza (w skrócie °C) i stopień Fahrenheita (w skrócie °F).

20. Aby porównać wartości prędkości, obliczymy najpierw ich stosunek:

$$\frac{v_{\text{wodór}}}{v_{\text{bolid}}} = \frac{1921 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{360 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = \frac{1921 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{360 \frac{1000\text{m}}{3600\text{s}}} = 19,21,$$

tzn. że średnia wartość prędkości, z jaką poruszają się cząsteczki wodoru, jest 19,21 razy większa od wartości prędkości bolidów.

21. Temperatura gazu jest wprost proporcjonalna do średniej energii kinetycznej (ruchów cieplnych) cząsteczek gazu. Zatem temperatura gazu zmienia się (wzrasta lub maleje) tyle razy, ile razy zmienia się (wzrasta lub maleje) średnia energia kinetyczna cząsteczek gazu. Ponieważ temperatura 300 K jest dwa razy mniejsza od temperatury 600 K, to znaczy, że średnia energia kinetyczna cząsteczek gazu mającego temperaturę 300 K jest dwa razy mniejsza od średniej energii kinetycznej cząsteczek, gdy gaz ma temperaturę 600 K.

22. Temperatura gazu jest wprost proporcjonalna do średniej energii kinetycznej cząsteczek gazu. Średnia energia kinetyczna cząsteczek gazu jest wprost proporcjonalna do podniesionej do kwadratu średniej wartości prędkości cząsteczek (odzwierciedla to zależność $E_k = \frac{mv^2}{2}$). Wynika z tego, że temperatura gazu jest wprost proporcjonalna do podniesionej do kwadratu średniej wartości prędkości cząsteczek gazu.

Wielkości wprost proporcjonalne zmieniają się tak samo, tzn. jeśli jedna wielkość wzrasta (maleje), to także druga wzrasta (maleje) i to tyle samo razy.

Założmy, że średnia wartość prędkości cząsteczek gazu wynosi v .

a) Jeśli średnia wartość prędkości cząsteczek gazu zmniejszy się 2-krotnie, czyli wyniesie $\frac{1}{2}v$, to jej kwadrat wyniesie $(\frac{1}{2}v)^2 = \frac{1}{4}v^2$, a więc zmniejszy się 4-krotnie. Zatem także temperatura gazu zmniejszy się 4-krotnie.

b) Jeśli średnia wartość prędkości cząsteczek gazu zwiększy się 2-krotnie, czyli wyniesie $2v$, to jej kwadrat wyniesie $(2v)^2 = 4v^2$, a więc zwiększy się 4-krotnie. Zatem także temperatura gazu zwiększy się 4-krotnie.

c) Jeśli średnia wartość prędkości cząsteczek gazu zmniejszy się 5-krotnie, czyli wyniesie $\frac{1}{5}v$, to jej kwadrat wyniesie $(\frac{1}{5}v)^2 = \frac{1}{25}v^2$, a więc zmniejszy się 25-krotnie. Zatem także temperatura gazu zmniejszy się 25-krotnie.

23. Zmiana temperatury wody oznacza zmianę objętości wody, a więc także zmianę gęstości wody (co wynika z definicji gęstości substancji $d = \frac{m}{V}$).

Skoro gęstość wody jest największa, gdy woda ma temperaturę 4°C, to dana ilość wody (czyli woda o danej masie) ma najmniejszą objętość wtedy, gdy woda ma temperaturę 4°C. Zatem gdy po wstawieniu butelki z wodą do zamrażalnika temperatura wody się obniżała do 4°C, to objętość wody się zmniejszała (woda nie wypełniała już butelki po brzegi). Dalsze ochładzanie się wody oznaczało wzrost jej objętości. Gdy woda osiągnęła temperaturę 0°C, zaczęła zamarzać. Gęstość lodu o temperaturze 0°C jest mniejsza od gęstości wody-cieczy o dowolnej temperaturze wyższej od 0°C. Zatem po zamarznięciu woda miała objętość większą niż w chwili wiania do butelki, dlatego butelka prawdopodobnie pękła.

24. Po wlaniu wrzącej wody do chłodniejszego szklanego naczynia temperatura szkła stopniowo się zmienia. Jeśli ścianki naczynia są grube, to zanim wszystkie warstwy ścianek będą miały taką samą temperaturę, musi upłynąć pewien czas. Dlatego w którymś mo-