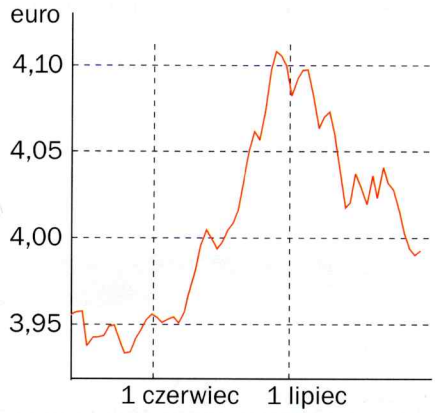
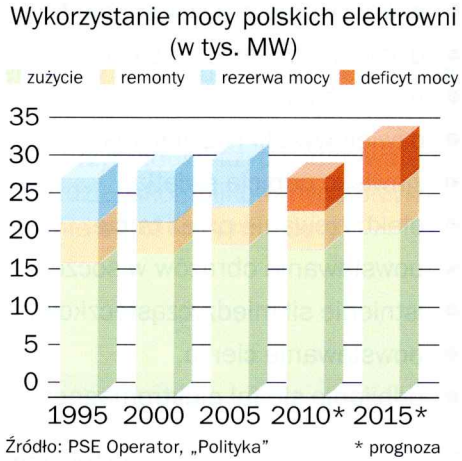
13.7. Tabele, diagramy i wykresy

Wiele ważnych informacji dotyczących wszystkich dziedzin życia dociera do nas w postaci tabel, diagramów i wykresów. Ich odczytywanie to ważna umiejętność, niezależnie od wykształcenia i wykonywanego zawodu.

Planujący zagraniczne wakacje będą śledzić kurs euro (rys. 13.12), a energetycy dokładnie przestudiują prognozy zużycia energii w Polsce w następnych latach (rys. 13.13).



Rys. 13.12



Rys. 13.13

Jeśli zdobędziesz dobre wykształcenie, dzięki któremu twoje zarobki będą przewyższać codzienne potrzeby, nadwyżkę możesz zainwestować. Zapewne z zainteresowaniem prześledzisz tabele cen jednostek udziałowych w funduszach inwestycyjnych i ceny akcji spółek giełdowych.

W tabelach, diagramach i na wykresach podaje się także informacje dotyczące wartości wielkości fizycznych i astronomicznych oraz przebiegu zjawisk i procesów. Wydawane są nawet specjalne książki pod nazwą *Tablice fizyczne i astronomiczne*, w których zgromadzono wielkie ilości danych. Można je znaleźć także w Internecie.

W dotychczasowej nauce fizyki korzystaliśmy np. z danych zgromadzonych w tabelach temperatur topnienia i wrzenia różnych substancji, gęstości, ciepła właściwego, poziomu natężenia dźwięku, napięcia z różnych źródeł prądu elektrycznego. Za pomocą diagramów pokazywaliśmy zmiany długości i objętości ciał wykonanych z różnych substancji, towarzyszące zmianom temperatury.

Jak wiesz z poprzedniego paragrafu, tabele mają w fizyce jeszcze jedno zastosowanie. Zapisuje się w nich wyniki wykonywanych pomiarów, na podstawie których sporządza się wykresy zależności jednych wielkości fizycznych od innych.

Korzystanie z wykresów

Wykres to w fizyce bardzo ważne źródło informacji. Uczeń kończący gimnazjum powinien sprawnie odczytywać informacje z różnych wykresów.

Kiedy przeglądamy gimnazjalne podręczniki fizyki, możemy zauważyć, że najczęściej sporządzane w nich wykresy obrazują zależności typu:

$$y = ax$$

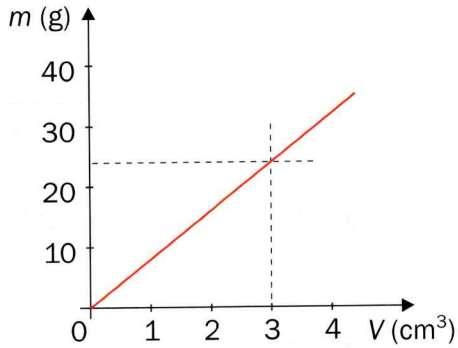
gdzie:
x – to zmienna niezależna,
y – zmienna zależna,
a – stały współczynnik proporcjonalności $\left(a = \frac{y}{x} = \text{const}\right)$.

Zmienna zależna jest wprost proporcjonalna do zmiennej niezależnej x (ile razy wzrośnie x, tyle samo razy wzrasta y).

Na przykład: z wykresu zależności masy ($y = m$) nieznanej substancji od objętości ($x = V$) można obliczyć gęstość tej substancji, a następnie sprawdzić w tabeli gęstości, dla jakiej substancji sporządzono wykres (rys. 13.14).

Dla $V = 3\ \text{cm}^3$, $m = 24\ \text{g}$,

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{24\ \text{g}}{3\ \text{cm}^3} = 8\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$



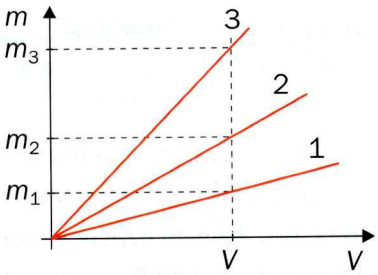
Rys. 13.14

a więc to może być żelazo.

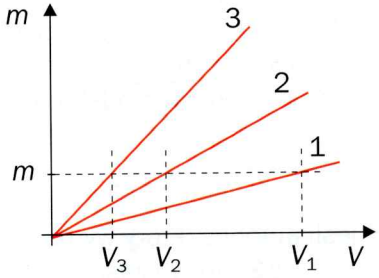
Porównując wykresy $m(V)$ dla kilku substancji, możemy natychmiast stwierdzić, która ma największą, a która najmniejszą gęstość.

Na rysunku 13.15 widzimy, że ciała mające tę samą objętość V mogą mieć różne masy, gdy są wykonane z różnych substancji. Największą masę (w tej samej objętości) ma substancja 3 i to ona ma także największą gęstość.

$$\rho_3 = \frac{m_3}{V} > \rho_2 = \frac{m_2}{V} > \rho_1 = \frac{m_1}{V}$$



Rys. 13.15

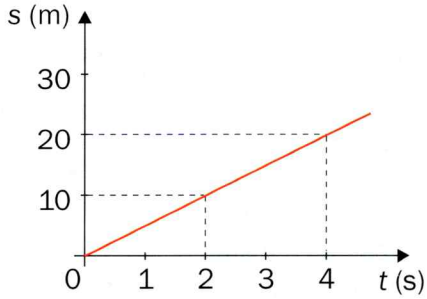


Rys. 13.16

Tę samą informację możemy odczytać w inny sposób. Różne substancje o takiej samej masie (rys. 13.16) zajmują różne objętości. Najmniejszą zajmuje substancja 3, więc ma największą gęstość.

$$\rho_3 = \frac{m}{V_3} > \rho_2 = \frac{m}{V_2} > \rho_1 = \frac{m}{V_1}$$

Z nauki o ruchu znasz wykres zależności s(*t*) dla ciała poruszającego się ze stałą szybkością, czyli ruchem jednostajnym (rys. 13.17). W tym przypadku zmienną niezależną jest czas, a zmienną zależną przebyta droga.



Rys. 13.17

W ciągu 2 sekund ciało przebyło drogę 10 m, więc porusza się z szybkością:

$$v = \frac{10\,\text{m}}{2\,\text{s}} = 5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Taką samą szybkość otrzymamy, kiedy do obliczeń wybierzemy inny dowolny punkt na wykresie, np.:

$$v = \frac{5\,\text{m}}{1\,\text{s}} = 5\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \qquad \text{lub} \qquad v = \frac{20\,\text{m}}{4\,\text{s}} = 5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

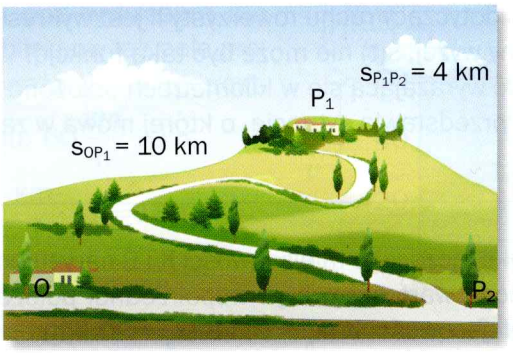
Nie ma w tym nic dziwnego: iloraz $\frac{s}{t} = \frac{y}{x}$ to przecież stały współczynnik w funkcji liniowej, jest nim szybkość ruchu ciała v = const.

Ruch, który jest opisany powyższym wykresem, może się odbywać po dowolnym torze krzywoliniowym. Ważne jest tylko to, że w kolejnych jednostkach czasu są przebywane jednakowe drogi.

Ruch jednostajny rzadko występuje w codziennym życiu. Znacznie częściej spotykamy się z ruchami zmiennymi, dla których wykres s(*t*) nie jest prostą, bo drogi przebywane w jednakowych odstępach czasu są różne. Zawsze jednak

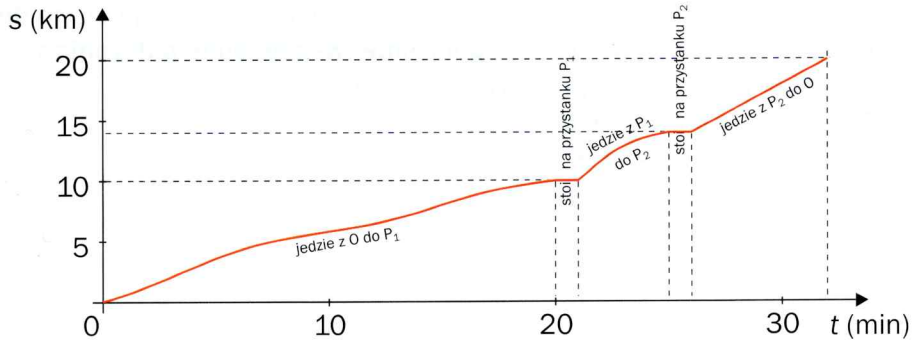
te wykresy są funkcjami rosnącymi, bo niezależnie od tego, jak się ciało porusza, przebywana droga zawsze rośnie!

Nawet jeśli autobus, który wyruszy z punktu O, po pewnym czasie wróci do tego punktu (rys. 13.18), to w czasie ruchu przebywana przez niego droga wzrasta, co można odczytać na liczniku kilometrów.



Rys. 13.18

Autobus wyjeżdża na wzniesienie, na którym jest przystanek P_1, następnie zjeżdża z drugiej strony góry do przystanku P_2 i doliną wraca do przystanku O. Wykres zależności mógłby wyglądać następująco:



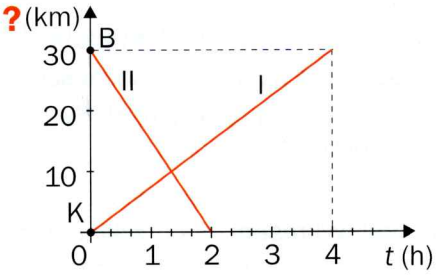
Rys. 13.19

Jak widać, wraz z upływem czasu droga przebyta przez autobus nie maleje. Iloraz $\frac{s}{t} = \frac{20\,\text{km}}{32\,\text{min}} \approx \frac{20\,\text{km}}{0{,}53\,\text{h}} \approx 37{,}7\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ to szybkość średnia $v_{śr}$ autobusu.

Być może udało ci się kiedyś napotkać zadanie fizyczne podobne do poniższego.

Z miejscowości K wyruszył rowerzysta I i jechał prostoliniowym odcinkiem pobocza autostrady do miejscowości B. W tej samej chwili inny rowerzysta (II) wyruszył z miejscowości B w stronę K. Odczytaj z wykresu zamieszczonego na rys. 13.20.

- jaka była odległość między miejscowościami K i B,
- jak długo jechał rowerzysta I,
- jak długo jechał rowerzysta II,
- w jakiej odległości od K rowerzyści się minęli,
- po jakim czasie od rozpoczęcia ruchu się spotkali.

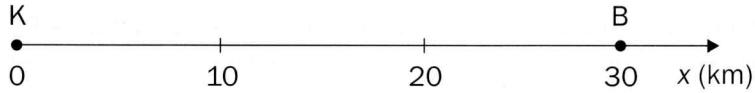


Rys. 13.20

Jak widać, wykres dotyczący ruchu rowerzysty II jest wykresem funkcji malejącej. Ale jak powiedzieliśmy wyżej, $s(t)$ nie może być taką funkcją!

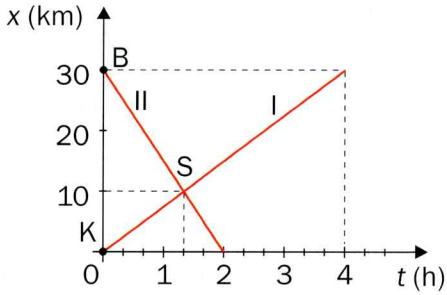
Jaką więc wielkość wyrażającą się w kilometrach odłożono na osi pionowej? Poniższy rysunek przedstawia sytuację, o której mowa w zadaniu.

Jeśli wzdłuż odcinka łączącego miejscowości K i B narysujemy oś x układu współrzędnych, to za pomocą wartości x, czyli współrzędnej położenia, będziemy mogli określić położenie miejscowości K ($x_K = 0$) i B ($x_B = 30$ km) oraz położenia rowerzystów w każdej chwili.



Tak więc na osi pionowej wykresu z rysunku 13.20 odłożono nie przebytą drogę, lecz odległość od miejscowości K, czyli **położenie** (**współrzędne położenia** x) rowerzystów, a wykresy przedstawiają zależności $x(t)$, a nie $s(t)$.

Teraz możemy rozwiązać zadanie (rys. 13.21).



Rys. 13.21

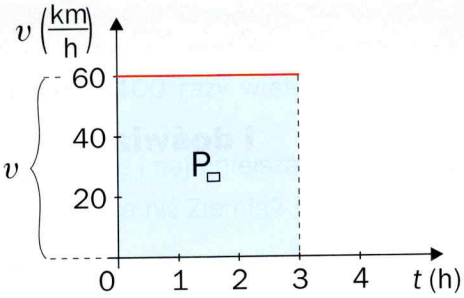
- Odległość między miejscowością K i B to $x_B - x_K = 30$ km.
- Rowerzysta I na jej przebycie potrzebował 4 godzin.
- Rowerzysta II potrzebował tylko 2 godzin.
- Rowerzyści minęli się w odległości $x_S = 10$ km od K.
- Rowerzyści spotkali się po 1 h i 20 min od rozpoczęcia ruchu.

Jak widzisz, wykres zależności $x(t)$ to nie to samo, co wykres zależności $s(t)$. W gimnazjum sporządza się wykresy zależności położenia od czasu tylko dla ruchów odbywających się po prostej.

Wartości niektórych wielkości fizycznych można obliczać tak, jak pole powierzchni pod wykresem. Na przykład w ruchu jednostajnym wartość prędkości (szybkość) jest stała (v = const). Przedstawia to wykres na rysunku 13.22.

Pole powierzchni pod wykresem dla określonego czasu obliczamy jak pole prostokąta o bokach wyrażonych w jednostkach szybkości i czasu: $60\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ i 3 h.

$$P_{prostokąta} = vt = 60\,\frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 3\,\text{h} = 180\,\text{km}$$



Rys. 13.22

Tak obliczone pole jest równe drodze przebytej ruchem jednostajnym.

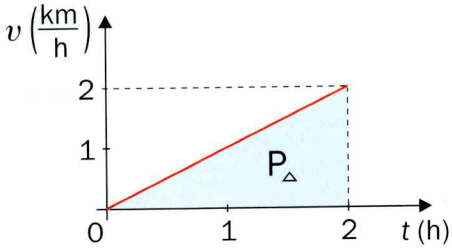
$$P_{prostokąta} = vt = s$$

Podobnie dla każdego innego ruchu przebytą drogę możemy obliczyć z wykresu $v(t)$ tak, jak pole powierzchni odpowiedniej figury.

Na przykład w ruchu jednostajnie przyspieszonym (rys. 12.23):

$$s = P_{trójkąta} = \frac{1}{2}t \cdot v$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot 2\,\text{h} \cdot 2\,\frac{\text{km}}{\text{h}} = 2\,\text{km}$$

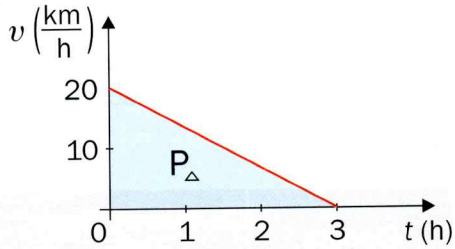


Rys. 13.23

Można także obliczyć drogę w ruchu jednostajnie opóźnionym przebytą do chwili zatrzymania się ciała (rys. 13.24).

$$s = P_{trójkąta} = \frac{1}{2}t \cdot v$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot 3\,\text{h} \cdot 20\,\frac{\text{km}}{\text{h}} = 30\,\text{km}$$



Rys. 13.24

Tak jak pole powierzchni pod wykresem, możemy także obliczać np.:

- pracę wykonaną przez urządzenie o mocy P w czasie t z wykresu $P(t)$,
- masę ciała z wykresu zależności (stałej) gęstości $\rho(V)$,
- ładunek przepływający przez poprzeczny przekrój przewodnika, w którym płynie prąd o natężeniu I (z wykresu $I(t)$).

Sposób sporządzania wykresów omówiliśmy dokładnie w pierwszej części podręcznika.