

3.5. Ruch jednostajnie przyspieszony

W poprzednim rozdziale został omówiony najprostszy przypadek ruchu. Dobrze wiesz, że w życiu codziennym bardzo trudno poruszać się z taką samą prędkością. Jeśli jedziesz do szkoły autobusem, to nie porusza się on cały czas ze stałą prędkością. Kiedy wsiadasz na przystanku, autobus stoi – koła się nie toczą, a prędkościomierz wskazuje zero. Gdy autobus włącza się do ruchu, to jego prędkość wzrasta do około 50 km/h (jeśli jest to autobus miejski). Jeśli prędkość jakiegoś ciała – w naszym przykładzie autobusu, wzrasta, to mówimy, że autobus *przyspiesza*. Natomiast ruch takiego autobusu nazywamy ruchem przyspieszonym.

Przykład 3.10.

Często w programach motoryzacyjnych podawana jest informacja o „przyspieszeniu do setki”. Porównywany jest czas potrzebny do osiągnięcia prędkości 100 km/h. W tabeli zebrano dane dotyczące kilku modeli samochodów.

Tab. 3.6. Dane w tabeli na podstawie: <http://ikm.net.pl/statystyki/maxprz.php> oraz <http://ikm.net.pl/statystyki/minprz.php>

Samochód	Czas potrzebny na osiągnięcie prędkości 100 km/h
Fiat 126 p (maluch)	51 s
Fiat cinquecento	30 s
Volkswagen Polo III	21,4 s
Skoda Fabia	19,5 s
Ferrari 575 Maranello	4,3 s
Lamborghini Murcielago	3,8 s
Mc Laren F1	3,4 s

Korzystając z tabeli, odpowiedz na pytania:

1. Który z samochodów wykazuje największe przyspieszenie?
2. Które modele samochodów mogłyby konkurować w wyścigach Formuły 1?
3. Który z samochodów często spotykanych na polskich drogach ma największe przyspieszenie?

Zapiszemy definicję przyspieszenia:

Przyspieszenie „a” definiujemy jako stosunek zmiany prędkości Δv do czasu Δt , w jakim ta zmiana nastąpiła.

Sprawdzimy, jaka jest jednostka przyspieszenia. Prędkość mierzymy w metrach na sekundę, a czas w sekundach. Wstawiamy jednostki do definicji:

$$\left[\frac{\Delta v}{\Delta t} \right] = \frac{\frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{1}{\text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s} \cdot \text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Jednostką przyspieszenia jest **stosunek przyrostu prędkości** (mierzonej w m/s) **do czasu** (mierzonego w sekundach), czyli $\frac{\text{m/s}}{\text{s}}$, w skrócie m/s².

Przykład 3.11.

Samochód ruszył z parkingu i po czasie 10 sekund osiągnął prędkość 20 m/s (czyli 72 km/h). Jakie było jego przyspieszenie?

Rozwiązanie:

Aby obliczyć przyspieszenie, wstawiamy dane do definicji. Zmiana prędkości wynosi 20 m/s (ponieważ prędkość początkowa była równa zero):

$$\text{przyspieszenie} = \frac{20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10 \text{ s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Słowo przyspieszenie zastępowane jest literą „a”. Symbol ten pochodzi od włoskiego słowa *accelerazione*, które oznacza przyspieszenie. Jak zapisać zmianę prędkości? To proste. W poprzednim przykładzie obliczyliśmy ją, odejmując początkową prędkość od końcowej. Symbolicznie zapisana definicja przyspieszenia ma postać:

$$a = \frac{v_k - v_p}{\Delta t} \quad (3.6.)$$

We wzorze (3.6.) prędkość końcowa oznaczona jest v_k , prędkość początkowa v_p , Δt oznacza zaś przedział czasu.

W wielu przypadkach, na przykład spadających kamieni lub kulek staczających się po pochylonym stole, przyrosty prędkości w równych odcinkach czasu pozostają stałe – innymi słowy *przyspieszenie* pozostaje *stałe*. Taki rodzaj ruchu ma swoją (zarezerwowaną) nazwę – nazywamy go ruchem *jednostajnie przyspieszonym*.

Jeżeli przyspieszenie w ruchu pozostaje stałe,
to taki ruch nazywamy **jednostajnie przyspieszonym**.

Przypomnij sobie, co oznacza słowo jednostajny. Możesz zajrzeć do poprzedniego tematu.

W tym temacie słowo „jednostajnie” nie odnosi się do prędkości, ale do przyspieszenia. Sformułowanie „jednostajnie przyspieszony” oznacza, że w ustalonym przedziale czasu (np. w każdej sekundzie) prędkość będzie wzrastała o tę samą wartość.

Przykład 3.12.

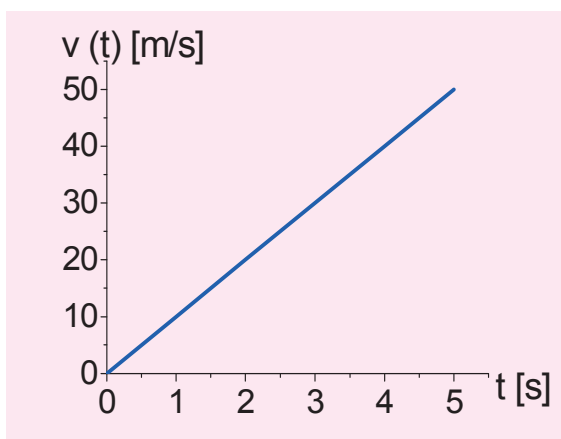
Galileo Galilei¹³, jak głosi legenda¹⁴, badał zmiany prędkości różnych ciał spadających z wieży w Pizie. Dzisiejsze, znacznie dokładniejsze doświadczenia wykazują, że w czasie każdej sekundy ciało spadające zwiększa swoją prędkość o około 10 metrów na sekundę (dokładniej np. 9,81 m/s w Toruniu). Skoro prędkość zmienia się w każdej sekundzie o 10 m/s, to przyspieszenie wynosi 10 m/s².

Ciała swobodnie spadające poruszają się ruchem jednostajnie przyspieszonym.

Przedstawmy na wykresie, jak zmienia się prędkość w spadku swobodnym. Jeżeli przyspieszenie wynosi 10 m/s², to po pierwszej sekundzie prędkość wyniesie 10 m/s, po drugiej 20 m/s, a po trzeciej 30 m/s. Punkty na wykresie prędkości w zależności od czasu układają się na linii prostej.

¹³ Galileusz odkrył satelity Jowisza, góry na Księżycu, jako pierwszy opisał prawa ruchu.

¹⁴ Legenda legendą, ale Galileusz mógł badać spadek ciał z Krzywej Wieży, która już wówczas była znacznie pochylona. Postawiona na bagnistym gruncie w XIII wieku zaczęła się chylić po zbudowaniu trzeciej kondygnacji. Wyprostował ją (ale nie do końca, tak aby pozostała „krzywa”) dopiero Polak, profesor Andrzej Jamiołkowski z Politechniki w Turynie, w 1999 roku.



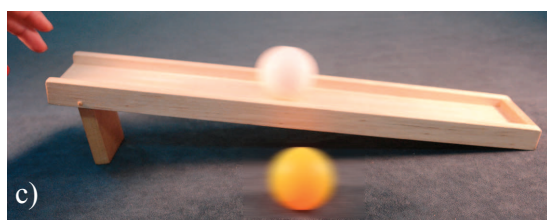
Rys. 3.12. Zależność prędkości od czasu w spadku swobodnym (zakładamy wartość przyspieszenia równą 10 m/s^2). Prędkość jest *wprost proporcjonalna* do czasu ruchu. Zwróć uwagę na inną skalę niż na rys. 3.6.

Oczywiście, każdy ruch jest inny, a ruch *jednostajny* i *jednostajnie przyspieszony* to tylko uproszczone modele. I tak na przykład ciała spadają ruchem jednostajnie przyspieszonym jedynie w warunkach braku oporu powietrza. Skoczek na spadochronie porusza się ruchem (prawie dokładnie) jednostajnie przyspieszonym, dopóki nie otworzy spadochronu. Później, ze spadochronem otwartym, porusza się (prawie dokładnie) ruchem jednostajnym.



Fot. 3.13. a) Krzywa wieża w Pizie – wysoka na 55 metrów, przekrzywiła się już w trakcie budowy, w XII wieku; Galileusz mógł więc badać ruch spadających z niej kamieni; b) spadanie ciał w rurce opróżnionej z powietrza – gwóźdź i piórko spadają w tym samym czasie

Galileusz, profesor matematyki w Pizie, zauważył jeszcze inną cechę ruchu jednostajnie przyspieszonego. Ale zanim o tym opowiemy, zastanówmy się, jak zmienia się prędkość i jaką drogę (w określonym czasie) przebywa ciało poruszające się ruchem jednostajnie przyspieszonym.



Fot. 3.13. c) Kulka poruszająca się po poziomym stole to przykład ruchu jednostajnego; kulka staczająca się po równi to przykład ruchu jednostajnie przyspieszonego