

Ruch i spoczynek ciała a układ odniesienia, czyli skąd wiemy, że ciało się porusza?

Ciało jest w ruchu, jeśli zmienia swoje położenia względem przyjętego układu odniesienia.

Układ odniesienia stanowi punkt lub układ punktów w przestrzeni, względem którego określa się położenie lub zmianę położenia (ruch) danego ciała. Wybrany punkt często wskazuje się poprzez wskazanie ciała, z którym związany jest układ współrzędnych kartezjańskich.

Wybór układu odniesienia jest koniecznym warunkiem opisu ruchu lub spoczynku. Układ odniesienia można wybrać dowolnie, tak, by wygodnie opisać ruch.

Określanie ruchu ciała względem układu odniesienia, czyli ruchu wobec innego ciała, nazywany względnością ruchu.

Układu odniesienia - cóż to takiego?

Układ odniesienia najczęściej wiąże się z jakimś obiektem materialnym, ciałem fizycznym i definiuje nam, co rozumiemy przez **stan spoczynku**, bo swoim układzie odniesienia sam układ pozostaje oczywiście w spoczynku – jako, że nic nie porusza się względem samego siebie.

Przykładowo układ odniesienia można związać z Ziemią. W tym układzie Ziemia znajduje się w spoczynku, a wszystkie obiekty poruszające się względem niej – w ruchu. W ruchu będzie więc lecący samolot (i fotele zamontowane do tego samolotu), hamujący samochód, lecąca mucha. W spoczynku względem Ziemi będzie dom, albo góra, która się na



tej Ziemi znajduje. Jednak układ odniesienia możemy związać z czymś innym – np. właśnie z lecącym samolotem. W układzie odniesienia związanym z samolotem w ruchu jest Ziemia, dom, góra; ale teraz sam samolot oraz jego fotele, kokpit, kadłub i śpiący pasażerowi pozostają w



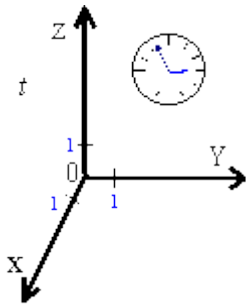
spoczynku.

Tu trzeba się wyzbyć pewnego przyzwyczajenia umysłu, aby zaakceptować **ważny fakt**, że na przykład:

w sensie fizycznym bez sensu jest stwierdzenie, że „tak naprawdę” przecież dom się nie porusza, bo stoi na Ziemi. Nie porusza się względem Ziemi i wszystkich innych przedmiotów, które nie poruszają się względem naszego globu. Jednak poruszają się względem lecącego samolotu, a także Księżyca, Słońca (które jest znacznie większe i cięższe od Ziemi), Galaktyki oraz miliardów innych obiektów znacznie masywniejszych i „ważnych” z kosmicznego punktu widzenia niż stosunkowo niewielka planeta Ziemia.

Kartezjański układ współrzędnych

Na schematach układ odniesienia rysuje się najczęściej jako układ



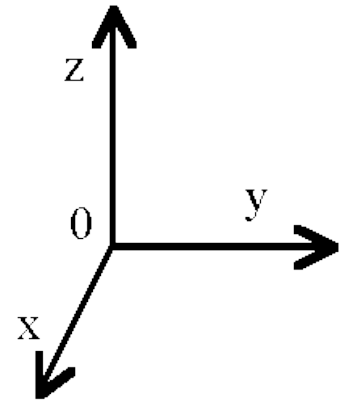
dwoch osi XY, lub trzech osi XYZ. Jest to tzw. **układ współrzędnych kartezjańskich** (nazwany od nazwiska słynnego uczonego francuskiego **Rene Descartes**, zwanego też **Kartezjuszem**).

Jeśli układ współrzędnych jest używany do opisu ruchu, to istotnym staje się podanie jeszcze jednej zmiennej charakteryzującej sytuację - czasu t .

Poza tym, aby układ był kompletny, określa się

jednostki na osiach (i ew. jednostkę czasu). Najczęściej więc położenie wyrażane jest metrach, czas w sekundach. Stąd wynikają w sposób naturalny jednostki prędkości - m/s.

Jednak w razie potrzeby jednostki można zmienić na bardziej wygodne.



Przykłady ruchu i spoczynku ciała oraz układy odniesienia, względem których:

a) ciało jest w ruchu

b) ciało jest w spoczynku

Względem ławki leżąca na niej książka jest w spoczynku.

Względem kota kanapa na której siedzi kot jest w spoczynku.

Względem biurka lampka, która stoi na biurku jest w spoczynku.

Względem regału książki na nim leżące są w spoczynku.

Względem lodówki produkty znajdujące się w niej na półkach są w spoczynku.

Względem przejeżdżającego rowerzysty mijana przez niego ławka jest w ruchu.

Względem Księżyca dom stojący na Ziemi znajduje się w ruchu.

Względem przejeżdżającego samochodu, drugi stojący samochód jest w ruchu.

Względem pieszego drzewa są w ruchu

Względem jadącego pociągu mijane pola są w ruchu.

Względność ruchu i układy odniesienia



Analiza obrazka:

Przy brzegach rzeki płynącej w kierunku zaznaczonym strzałką "Nurt" znajdują się dwaj wędkarze oznaczeni A i C. W dwóch gumowych kołach płynie dwoje dzieci (D i E); ponieważ nie wiosłują, płyną z prądem rzeki. Pytanie: czy dzieci D i E poruszają się względem wędkarzy? Oczywiście tak, gdyż poruszają się z nurtem rzeki. Czy poruszają się względem siebie? Nie, ponieważ nurt jest dla nich obu taki sam, a więc ani nie przybliżają się do siebie, ani się nie oddalają. Nie poruszają się także względem wody.

Co powiemy o wioslarzu B, który mocno pracuje wiosłami? Łatwo zauważyć, że ten porusza się zarówno względem wody, względem dzieci jak i wędkarzy. Pozostał jeszcze wioslarz oznaczony literą F. Ten oczywiście porusza się względem wody (a więc także dzieci D i E), porusza się względem wioslarza B. Natomiast, aby odpowiedzieć na pytanie, czy porusza się względem wędkarzy A i C (czyli tym samym wobec brzegu), musielibyśmy wiedzieć, jak mocno wiosłuje płynąc pod prąd. Z doświadczenia bowiem wiemy, że są możliwe trzy przypadki: porusza się w górę rzeki (pod prąd), jeśli niezbyt przykłada się do wiosłowania, wówczas prąd może go znosić w dół rzeki, ale może także stać w miejscu (w stosunku do brzegu).

Na podstawie powyższych przykładów widać więc, że jedno i to samo ciało może poruszać się względem jednego obserwatora (np. wędkarza na powyższym rysunku), zaś względem innego obserwatora - nie! Zadajmy więc pytanie: jak to możliwe, że jeden obserwator stwierdzi coś innego niż drugi? Może któryś z nich nie mówi prawdy? Otóż nie! Obaj mówią prawdę, a ta rozbieżność obserwacji wynika z faktu, że w fizyce **nie istnieje bezwzględny ruch ani bezwzględny spoczynek. Wszystko zależy od wyboru układu odniesienia.** Co to oznacza? Jedno i to samo ciało dla jednego obserwatora może być nieruchome, dla innego - porusza się, jak na ryнку. Jeżeli np. stwierdzamy, że poruszamy się względem jakiegoś innego ciała A, to nie ma ani potrzeby, ani możliwości rozstrzygnięcia, co się porusza, to ciało, czy my. Powiemy właśnie, że poruszamy się względem tego ciała albo też - co jest równoznaczne, że to ciało porusza się względem nas.

Czy możemy powiedzieć, siedząc na krześle i czytając książkę, że w ogóle nie poruszamy się? Nie, gdyż rzeczywiście nie poruszamy się **względem** krzesła, stołu, pieca itd., ale poruszamy się, choćby wraz z Ziemią, **względem** Słońca. Tak należy rozumieć zasadę względności ruchu.