

## Przyspieszenie ziemskie i metody jego wyznaczenia

Na lekcjach fizyki często spotykamy we wzorach związanych z siłą grawitacji literkę "g". Większość pamięta, że jest to pewna stała, którą trzeba podstawić do wzoru. Znajdą się też tacy, którzy będą pamiętać, że ta literka to przyspieszenie ziemskie, lecz gdyby zapytać o znaczenie tego terminu opierając się na definicji, sprawa nie byłaby tak łatwa.

Ziemskie przyspieszenie grawitacyjne jest to przyspieszenie ciał swobodnie spadających na Ziemię, pomijając opory ruchu. Przyspieszenie ziemskie jest spowodowane działaniem siły grawitacji. Na niewielkich wysokościach zmiany siły grawitacji są niewielkie, dlatego nie będzie to wpływać znacząco na przyspieszenie, zatem w obliczeniach przyjmuje się, że jest ono stałe i wynosi:  $9,81\text{m/s}^2$  dla mniej dokładnych obliczeń lub  $9,80665\text{m/s}^2$  dla bardziej precyzyjnych obliczeń. Przyspieszenie grawitacyjne Ziemi jest zazwyczaj oznaczane g lub  $\gamma$ .

W obliczeniach przyjmuje się, że wartość przyspieszenia ziemskiego jest stała na całej planecie, lecz jego rzeczywista wartość ulega niewielkim zmianom. Przyspieszenie grawitacyjne Ziemi zależy od:

1. szerokości geograficznej
2. wysokości nad poziomem morza (odległości od środka Ziemi)
3. rzeźby terenu, gęstości skał podłoża, rozkładu tej gęstości w skorupie ziemskiej
4. oddziaływania innych ciał Układu Słonecznego

Przyjrzyjmy się teraz mniej lub bardziej dokładnie każdemu z tych podpunktów.

### 1. Szerokość geograficzna

Wartość przyspieszenia ziemskiego maleje wraz ze zmniejszaniem się szerokości geograficznej. Jest to spowodowane działaniem pozornej siły odśrodkowej, która powstaje na skutek ruchu obrotowego Ziemi. Na równiku przyspieszenie ziemskie i wyżej wymieniona siła mają przeciwne zwroty. Na równiku wartość przyspieszenia grawitacyjnego Ziemi jest najmniejsza.

### 2. Wysokość nad poziomem morza (odległość od środka Ziemi)

Wraz ze wzrostem wysokości wartość przyspieszenia ziemskiego maleje odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości od środka Ziemi. Wynika to ze wzoru na siłę przyciągania grawitacyjnego. Dlatego wysokość nad poziomem morza ma wpływ na wartość przyspieszenia ziemskiego. Ponadto Ziemia nie ma kształtu idealnej kuli, lecz geoidy (Ziemia spłaszczona przy biegunach), dlatego na równiku przyspieszenie ziemskie jest mniejsze - większa odległość od środka Ziemi.

### 3. Rzeźba terenu, gęstość skał podłoża, rozkład tej gęstości w skorupie ziemskiej

Złoża lekkich i ciężkich minerałów mogą lokalnie zaburzać działanie siły grawitacyjnej (delikatne zmiany), co ma wpływ w danych miejscach na wartość przyspieszenia grawitacyjnego Ziemi.

### 4. Oddziaływanie innych ciał Układu Słonecznego

Inne ciała Układu Słonecznego (przede wszystkim Słońce i Księżyc) powodują pewną zmienność przyspieszenia grawitacyjnego w czasie.

Metody wyznaczania przyspieszenia ziemskiego:

#### 1. Swobodny spadek

Spadek ciała o odpowiedniej gęstości i kształcie z niewielkiej wysokości można traktować jako ruch jednostajnie przyspieszony, dlatego:

$$s = gt^2/2$$

gdzie  $s$  - wysokość z której puszczono ciało,  $g$  - przyspieszenie ziemskie,  $t$  - czas spadku

Po przekształceniu wzoru i podstawieniu zmierzonych wartości jesteśmy w stanie obliczyć przybliżoną wartość przyspieszenia ziemskiego.

#### 2. Wahadło matematyczne

Wahadło matematyczne jest to punkt materialny zawieszony na nieważkiej i nierozciągliwej nici. W domowych warunkach jesteśmy w stanie stworzyć wahadło bardzo zbliżone do matematycznego. Dla drgań o małej amplitudzie okres drgań zależy tylko od długości wahadła i wyrażony jest wzorem:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

gdzie  $T$  - okres drgań,  $l$  - długość wahadła,  $g$  - przyspieszenie ziemskie

Po przekształceniu wzoru i podstawieniu zmierzonych wartości jesteśmy w stanie obliczyć przybliżoną wartość przyspieszenia ziemskiego.

#### 3. Wahadło rewersyjne

Wahadło rewersyjne jest to przyrząd będący rodzajem wahadła fizycznego o dwóch równoległych osiach zawieszenia i regulowanym rozkładzie masy, używany do wyznaczania przyspieszenia ziemskiego. Chcąc zmierzyć wartość przyspieszenia ziemskiego należy odpowiednio dobrać położenie masy, co będzie skutkowało jednakowym okresem drgań na obu zawieszeniach. Okres ten jest równy okresowi drgań wahadła matematycznego o

długości równej odległości między osiami obrotu (długości zredukowanej wahadła). Korzystamy ze wzoru na okres drgań wahadła matematycznego który po przekształceniu względem 'g' ma postać:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

gdzie l - długość zredukowana wahadła, T - okres drgań

Po podstawieniu wyznaczonych wartości jesteśmy w stanie obliczyć przyspieszoną wartość przyspieszenia ziemskiego.