

## Temat: Ruch satelitów (1h)

## Wykład

<https://www.youtube.com/watch?v=HnWh35ffQ5o>

<https://epodreczniki.pl/a/predkosci-kosmiczne/DWfNHXUxB>

Notatka

- Na planetę krążącą wokół Słońca lub innej gwiazdy działa siła grawitacji, która jest siłą dośrodkową.
- Prędkość, z jaką planeta, księżyc planety lub sztuczny satelita Ziemi się porusza po orbicie o promieniu  $r$  wokół ciała centralnego, wyraża się wzorem:  

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$
- Masa  $M$  to masa ciała centralnego, wokół którego krąży drugie ciało, które jest mniejsze od ciała centralnego.
- Znajomość okresu obiegu satelity wokół ciała centralnego i odległości satelity tego ciała pozwala wyznaczyć masę ciała centralnego: Słońca, planety czy nawet planetoidy (wiele z nich ma księżyce mniejsze od siebie).
- Obecnie tylko rakieta wielostopniowa osiąga odpowiednie prędkości, które pozwalają umieścić statek kosmiczny na orbicie lub polecieć na Księżyc.

1. Zależność opisująca prędkość satelity na orbicie o promieniu  $r \geq R$   
gdzie  $R$  – promień Ziemi

$r = R + h$  – promień orbity satelity

$a_r = \frac{v^2}{r}$  – przyspieszenie dośrodkowe

$F_r = m \cdot a_r$  – siła dośrodkowa

$F_g = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$  – siła grawitacji

$F_r = F_g$  – źródłem siły dośrodkowej jest siła grawitacji

$a_r = \frac{F_r}{m} = G \cdot \frac{M}{r^2}$  – wartość przyspieszenia dośrodkowego

$v^2 = G \cdot \frac{M}{r}$  – obliczony kwadrat prędkości satelity

$v = \sqrt{G \cdot \frac{M}{r}} = \sqrt{G \cdot \frac{M}{R+h}}$  – wartość prędkości satelity na wysokości  $h$

dla  $h=0$  jest  $r=R$  i wtedy  $v_1 = \sqrt{G \cdot \frac{M}{R}}$   
– pierwsza prędkość kosmiczna

$\frac{v^2}{r} = G \cdot \frac{M}{r^2}$  – porównanie dwóch wyrażeń na przyspieszenie dośrodkowe

$v^2 = G \cdot \frac{M}{r}$  – obliczony kwadrat prędkości satelity

Temat: Ciężar i nieważkość (1h)

## Wykład

<https://epodreczniki.pl/a/masa-i-ciezar-ciala/DEsbw1kwB>

<https://www.youtube.com/watch?v=T4xytG--A2Q>

## Notatka

### Nieważkość i przeciążenie

**Nieważkość i przeciążenie** są zjawiskami występującymi w **układach nieinercjalnych** i są one związane z działaniem **pozornych sił bezwładności**.

Wyobraźmy sobie odważnik o masie 10kg znajdujący się na wadze sprężynowej, która z kolei znajduje się w windzie. Waga jest wyskalowana w niutonach, a więc pokazuje ona wartość **siły** wywieranej na sprężynę wagi.

1. Jeżeli winda znajduje się w stanie spoczynku lub porusza się ze stałą **prędkością** to jedyną siłą działającą na wagę jest **ciężar** odważnika ( $Q$ )

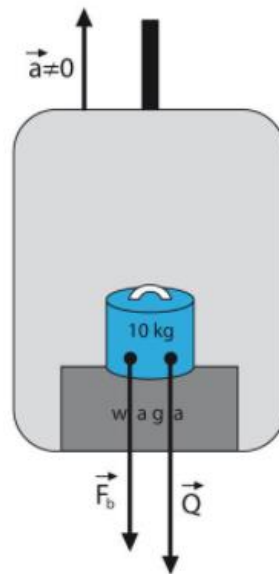


Rys. Monika Pilch

$$Q = mg = 10 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 100 \text{ N}$$

$m$  – masa ciała,  $g$  – przyspieszenie ziemskie.

2. Jeżeli winda porusza się z **przyspieszeniem** ( $a$ ) skierowanym pionowo do góry, to obok ciężaru na wagę będzie wywierana siła bezwładności, równa  $F_b = ma$



Rys. Monika Pilch

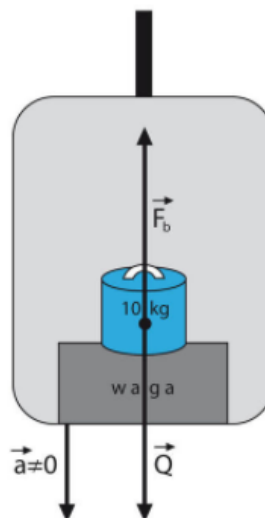
W tym przypadku wskazania wagi będą większe niż 100N, gdyż **wypadkowa siła** wywierana na wagę będzie równa:

$$F_w = Q + F_b$$

$$F_w = mg + ma = m(g + a)$$

Taki stan nazywany jest **przeciążeniem**. Przeciążenie jest tym większe, im przyspieszenie układu jest większe.

3. Jeżeli winda porusza się z **przyspieszeniem** ( $a$ ) skierowanym pionowo do dołu to **siła bezwładności** będzie działać do góry.



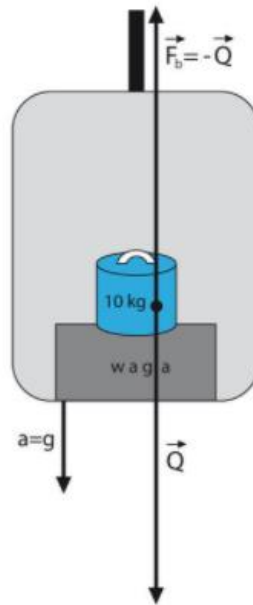
Rys. Monika Pilch

W tym przypadku wskazania wagi będą mniejsze niż 100N, gdyż wypadkowa siła wywierana na wagę będzie równa:

$$F_w = Q - F_b$$

Taki stan nazywany jest **niedoważkością**.

4. Jeżeli winda będzie się poruszać z przyspieszeniem skierowanym do dołu i równym co do wartości przyspieszeniu ziemskiemu, to **siła bezwładności** będzie równa ciężarowi ciała.



Rys. Monika Pilch

**Wypadkowa siła** działająca na wagę, w tym przypadku będzie równa zero:

$$F_w = Q - F_b$$

**Wypadkowa siła** działająca na wagę, w tym przypadku będzie równa zero:

$$F_w = Q - F_b$$

$$F_w = mg - mg = 0$$

Stan, w którym waga pokazuje zero nazywany jest **stanem nieważkości**.