



KATEDRA MECHANIKI STOSOWANEJ
Wydział Mechaniczny
POLITECHNIKA LUBELSKA

INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA NR 3

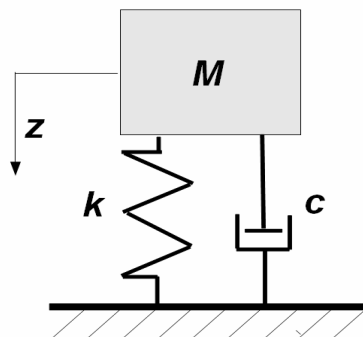
PRZEDMIOT	Modelowanie w biomechanice
TEMAT	<i>Modelowanie fizyczne układu o jednym stopniu swobody w programie Adams.</i>

CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest wykonanie modelu układu o jednym stopniu swobody w środowisku ADAMS. Wyznaczenie maksymalnej reakcji podłoża na organizm ludzki podczas zeskoku.

PODSTAWY TEORETYCZNE

Program MSC Adams służy do symulacji ruchu układów wielocłonowych, tzw. MultiBody Dynamics. Pracując w tym środowisku wykonujemy model fizyczny badanego układu. Wizualizacją układu o jednym stopniu swobody będzie obiekt graficzny 3D, który zachowuje najbardziej istotne cechy układu rzeczywistego. W trakcie realizacji ćwiczenia studenci nie będą wykorzystywali równania różniczkowego ruchu układu przedstawionego na rysunku 1. Podczas tworzenia modelu fizycznego, będą musieli przeanalizować wszystkie oddziaływania współistniejących elementów układu, tj. wykazać się wiedzą z zakresu mechaniki ogólnej oraz drgań mechanicznych.

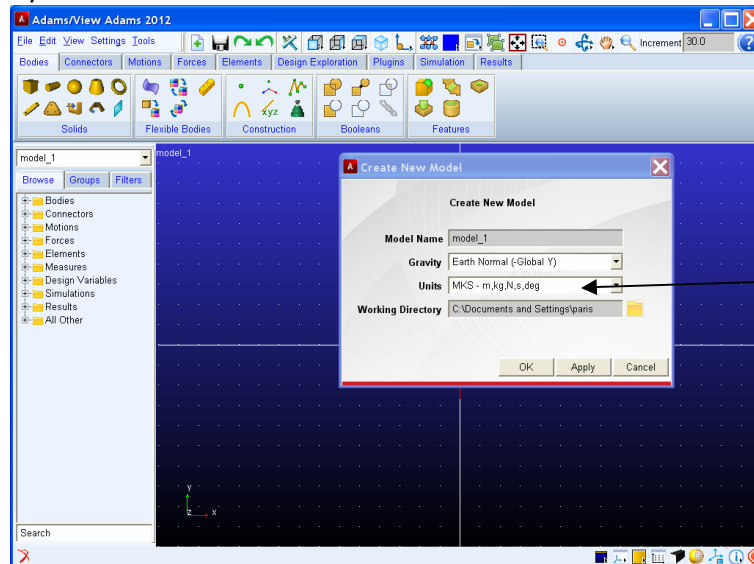


Rys.1. Model fizyczny układu o jednym stopniu swobody

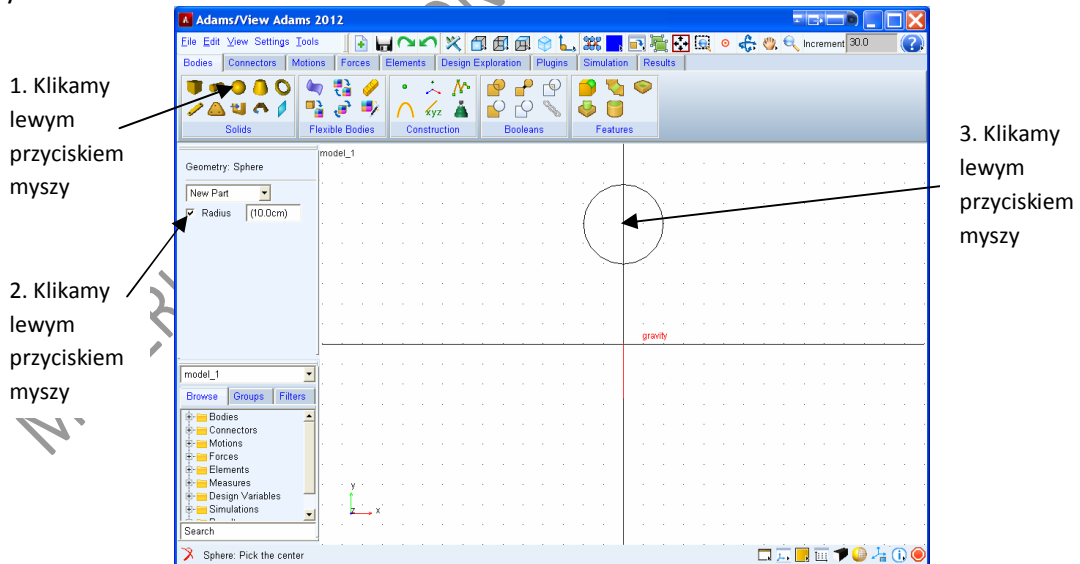
PRZEBIEG ĆWICZENIA

W tej sekcji przedstawiono krok po kroku wszystkie czynności niezbędne do wykonania modelu fizycznego układu o jednym stopniu swobody.

1. Korzystając z menu „Wszystkie programy” uruchomić **MSC Software/ADAMS 2012/AView/Adams-View**
2. Utworzyć nowy model

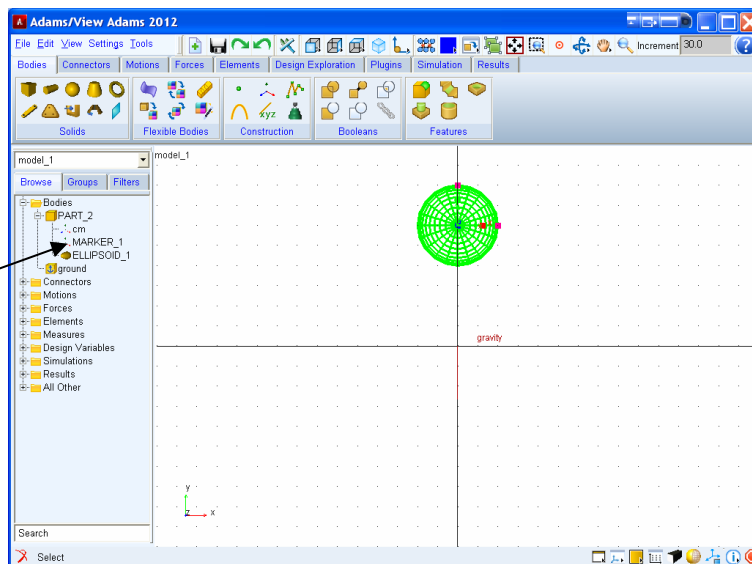


3. W modelu organizm ludzki przedstawimy za pomocą kilku brył prostych połączonych ze sobą na „sztywno”. Elementy te wykonamy wykorzystując zakładkę **Bodies/ Solids**. Najpierw tworzymy kulę za pomocą zakładki **RigibBody: Shere**, powtarzając kroki z poniższego rysunku.

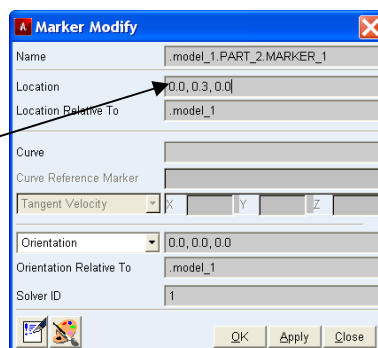


Właściwości powstałej bryły, tj. geometrię, położenie lub masę można modyfikować. W wykonywanym ćwiczeniu zmienimy położenie kuli (**PART_2**). Jest to możliwe poprzez zmianę położenie markera **Marker_1**, który określa położenie środka kuli. Nowe współrzędne położenia środka kuli to $x=0$, $y=0.3$, $z=0$.

1. Klikamy prawym przyciskiem myszy i wybieramy opcję **Modify**



2. Podajemy nowe współrzędne oraz zatwierdzamy przyciskiem **OK**

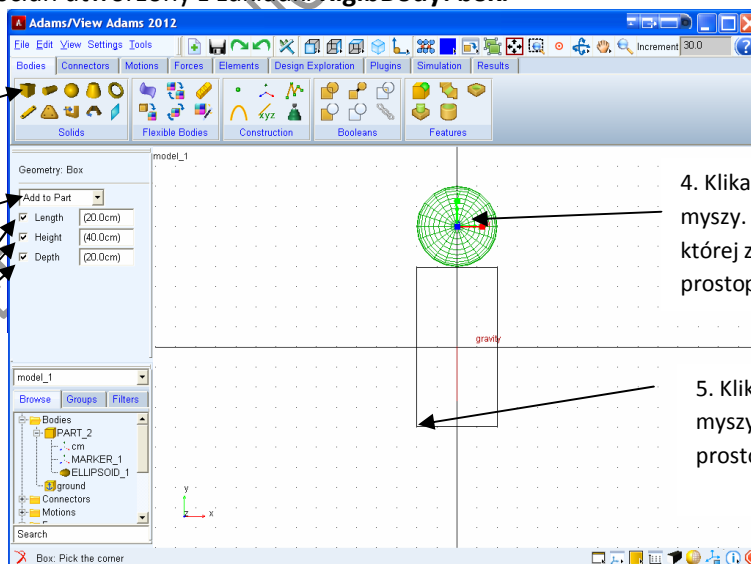


4. Tworzymy kolejny element geometrii modelu człowieka. Tym elementem jest prostopadłościan utworzony z zakładki **RigidBody: box**.

1. Klikamy lewym przyciskiem myszy

2. Wybieramy opcję **Add to Part**

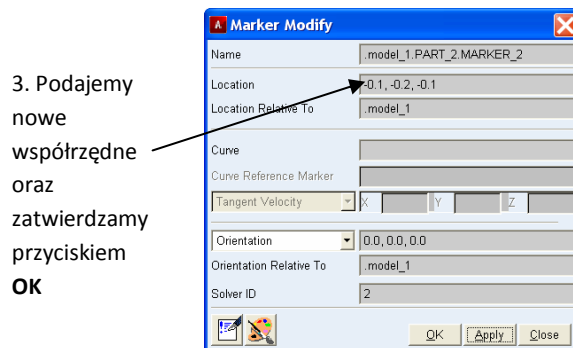
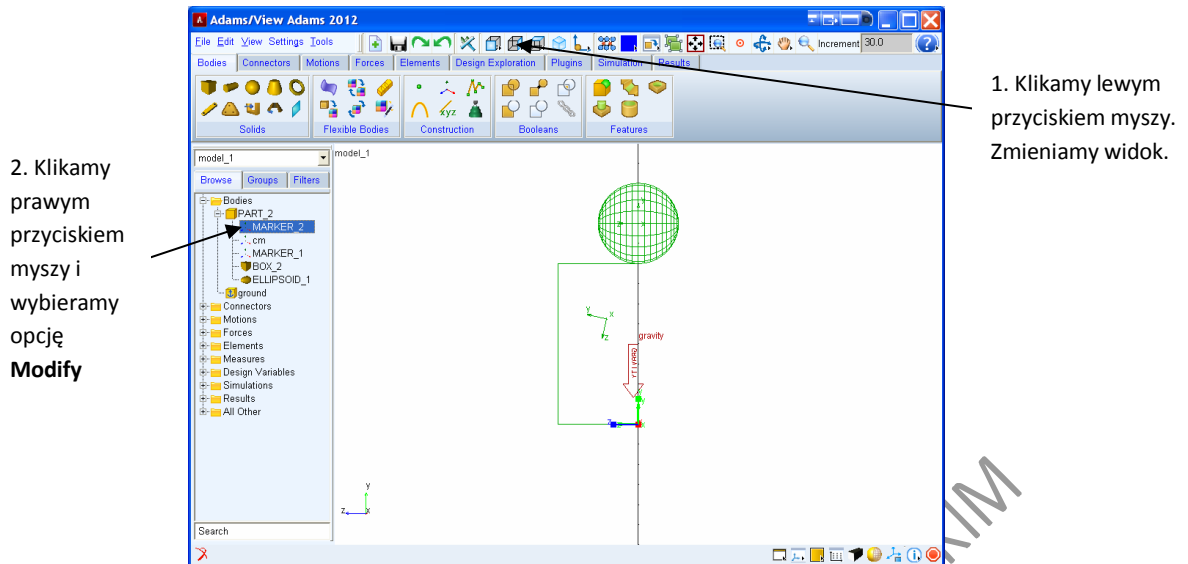
3. Lewym przyciskiem myszy zaznaczamy kolejne opcje: długość, szerokość, wysokość oraz podajemy wartości liczbowe.



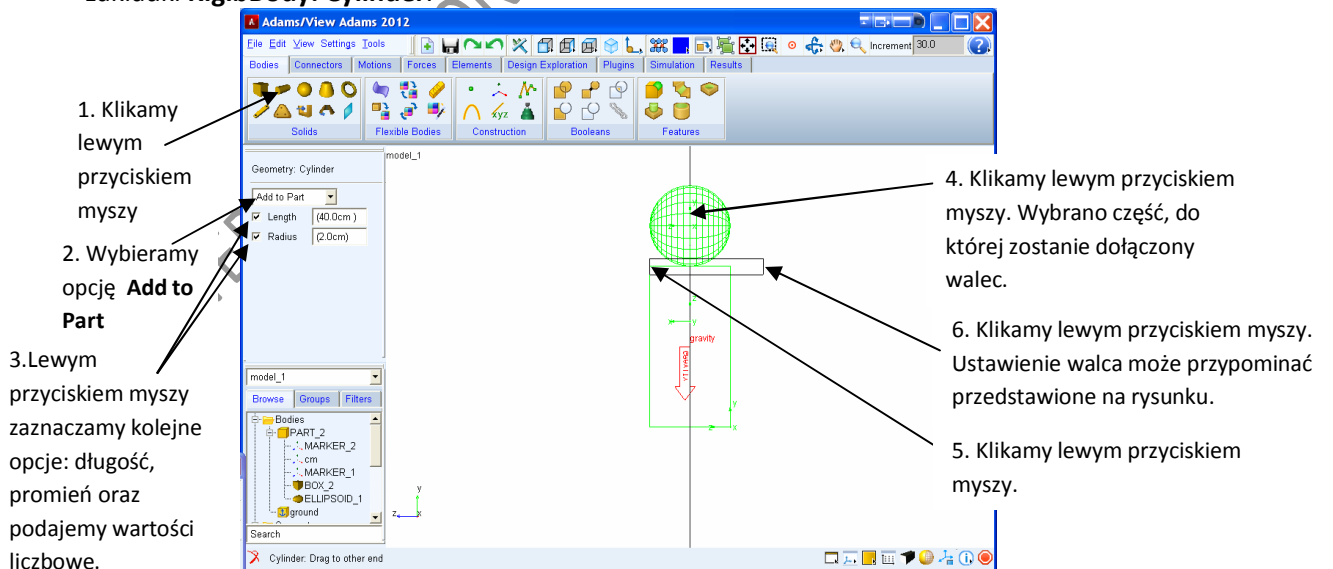
4. Klikamy lewym przyciskiem myszy. Wybrano część, do której zostanie dołączony prostopadłościan.

5. Klikamy lewym przyciskiem myszy. Najlepiej, aby widoczny prostokąt stykał się z kulką.

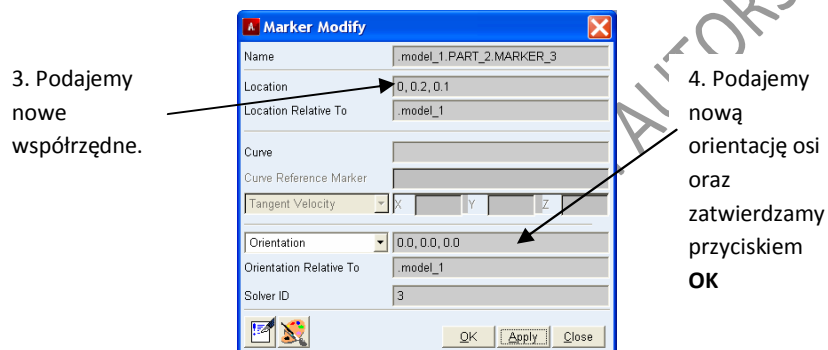
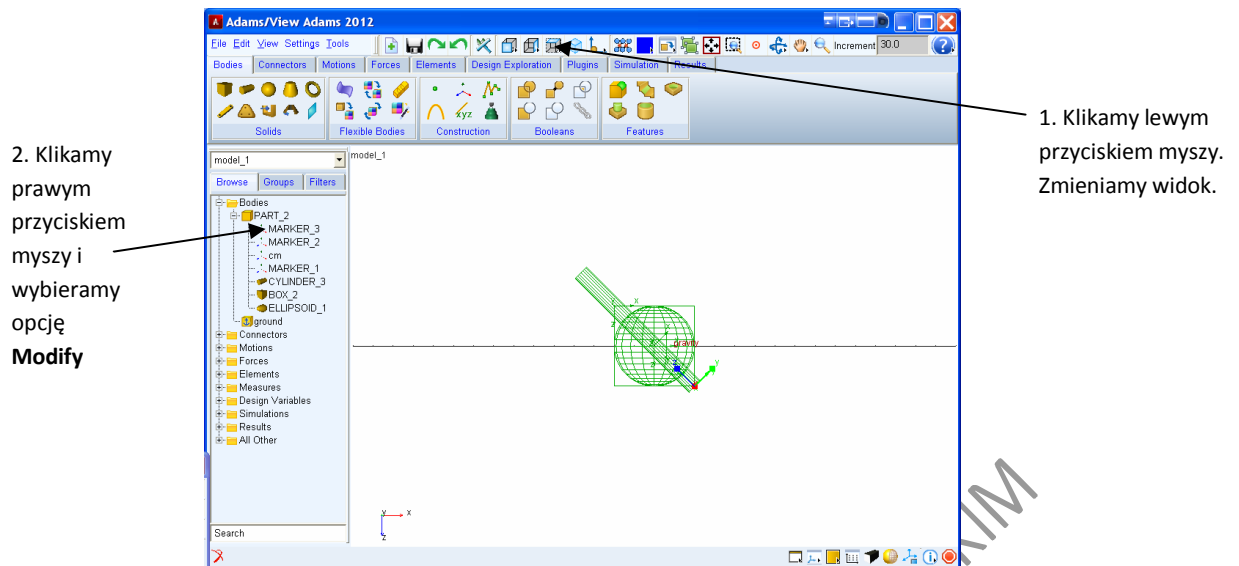
Odpowiednie ustawienie części względem siebie uzyskamy zmieniając współrzędne **Marker_2**, który definiuje położenie jednego z naroży prostopadłościanu.



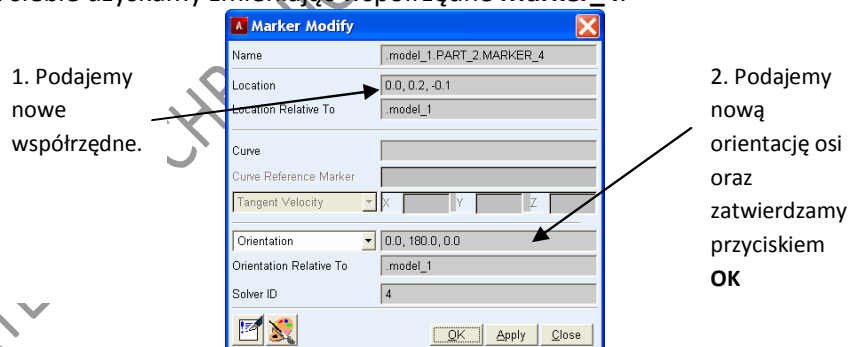
5. Na tym etapie utworzony model (kula oraz prostopadłościan) w dużym przybliżeniu zaczyna kształtem przypominać zarys ciała ludzkiego. Teraz dodamy kolejne elementy, tj. walce z zakładki **RigidBody: Cylinder**.



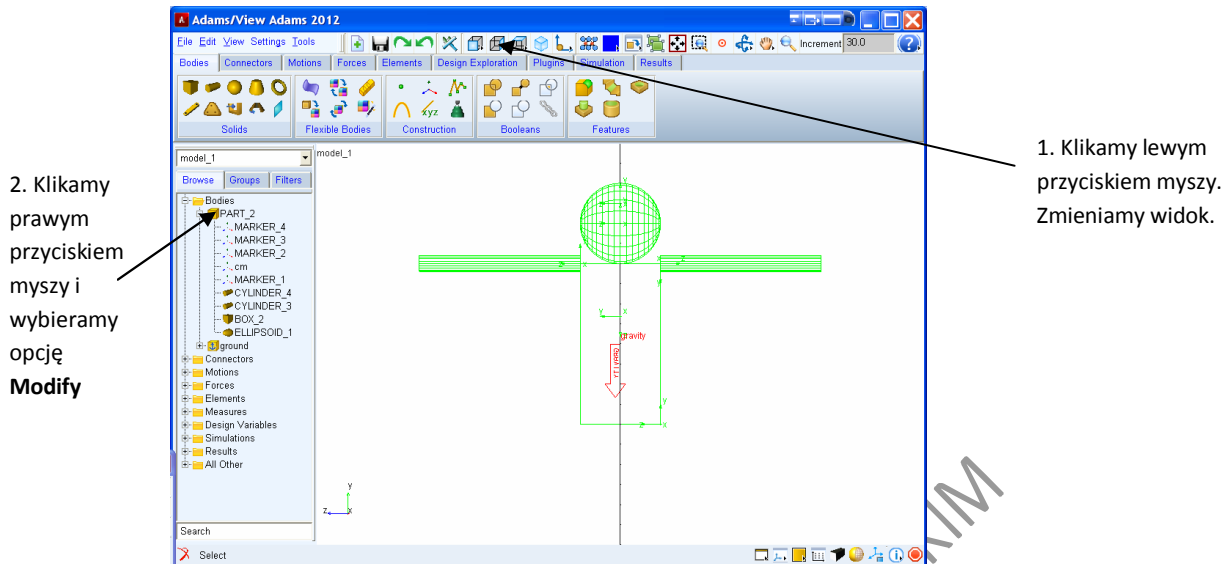
Odpowiednie ustawienie części względem siebie uzyskamy zmieniając współrzędne **Marker_3**. Studenci na swoich stanowiskach pracy mogą mieć inny rysunek niż poniższy (inna orientacja walca). Wynika to z punktów, które zostały zaznaczone lewym przyciskiem myszy.



6. Dodajemy kolejny wałek powtarzając czynności z Pkt.5. Odpowiednie ustawienie części względem siebie uzyskamy zmieniając współrzędne **Marker_4**.



7. Model człowieka jest bryłą sztywną, której należy nadać odpowiednią masę.

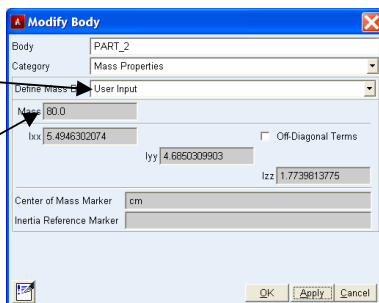


2. Klikamy prawym przyciskiem myszy i wybieramy opcję **Modify**

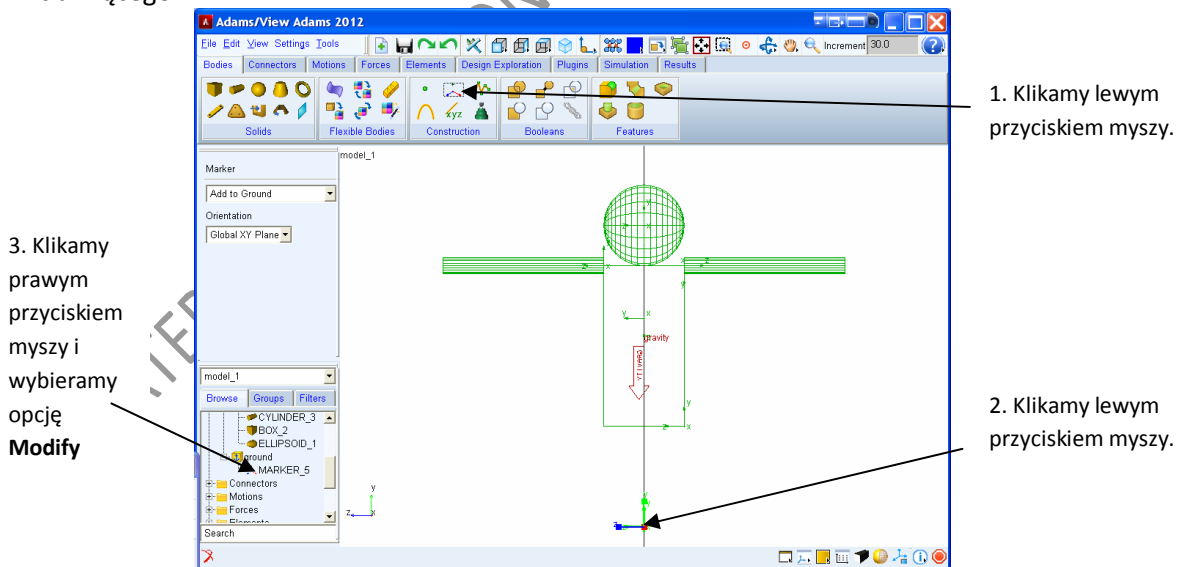
1. Klikamy lewym przyciskiem myszy. Zmieniamy widok.

3. Wybieramy opcję **User Input**

4. Wpisujemy masę człowieka i zatwierdzamy przyciskiem **OK**



8. Następnie dodajemy kończyny dolne, które opisane są za pomocą elementu sprężysto-tłumiącego.

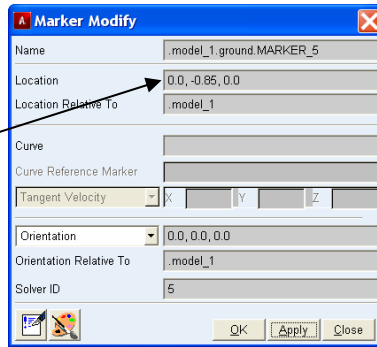


3. Klikamy prawym przyciskiem myszy i wybieramy opcję **Modify**

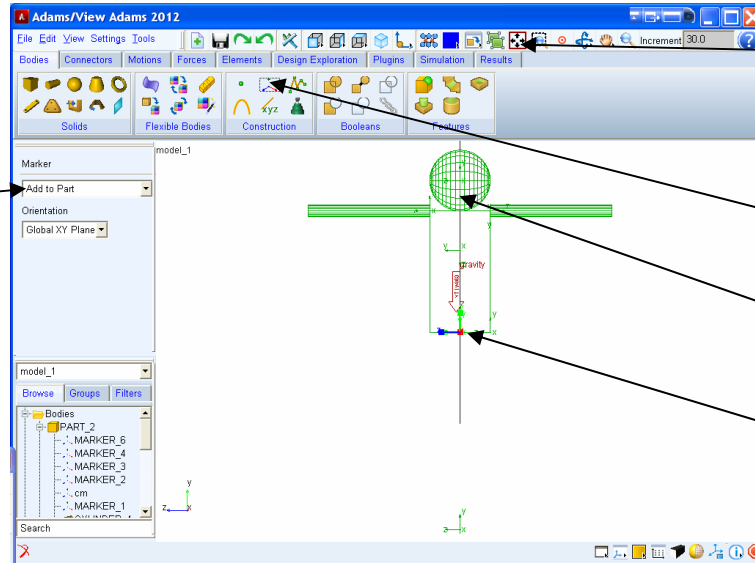
1. Klikamy lewym przyciskiem myszy.

2. Klikamy lewym przyciskiem myszy.

4. Podajemy nowe współrzędne oraz zatwierdzamy przyciskiem OK



3. Zmieniamy opcje na Add to Part



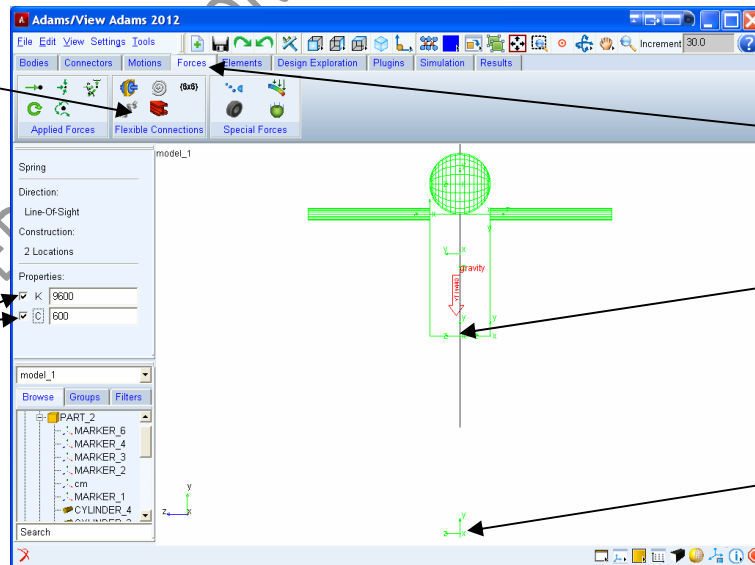
1. Klikamy lewym przyciskiem myszy. Wyśrodkowanie widoku.

2. Klikamy lewym przyciskiem myszy.

4. Klikamy lewym przyciskiem myszy.

5. Klikamy lewym przyciskiem myszy.

2. Klikamy lewym przyciskiem myszy.



3. Lewym przyciskiem myszy zaznaczamy kolejne opcje: K, C oraz podajemy wartości liczbowe.

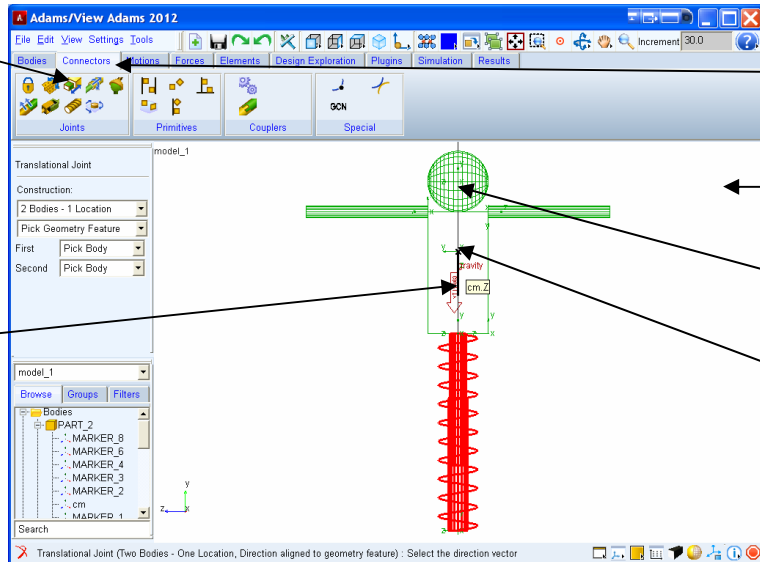
1. Klikamy lewym przyciskiem myszy.

5. Klikamy lewym przyciskiem myszy w Marker_6.

4. Klikamy lewym przyciskiem myszy w Marker_5.

9. Ostatnim etapem modelowania jest ograniczenie możliwości poruszania się człowieka tylko w jednym pionowym kierunku.

2. Klikamy lewym przyciskiem myszy.



1. Klikamy lewym przyciskiem myszy.

3. Klikamy lewym przyciskiem myszy poza obiektem.

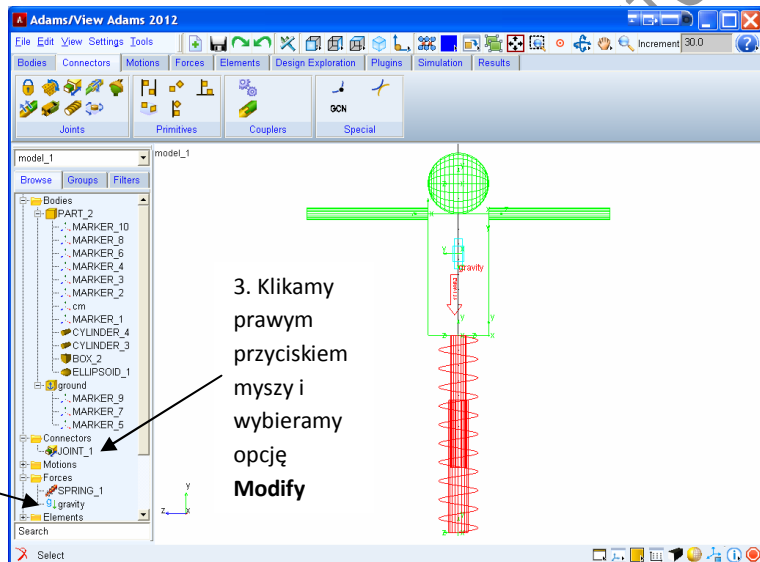
4. Klikamy lewym przyciskiem myszy.

5. Klikamy lewym przyciskiem myszy w marker cm.

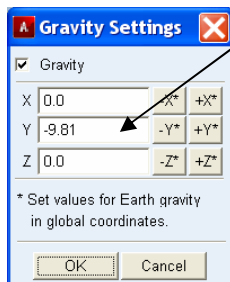
6. Klikamy lewym przyciskiem myszy, wybierając kierunek cm.Z.

10. Przed wykonaniem symulacji należy narzucić warunek początkowy.

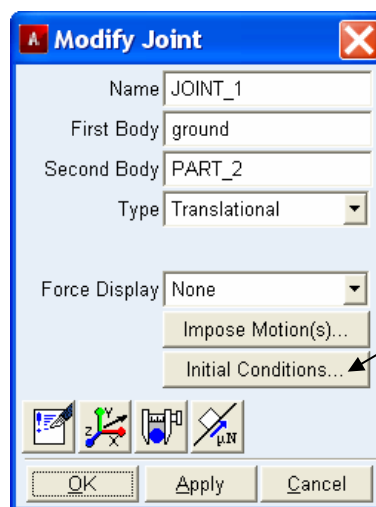
1. Klikamy prawym przyciskiem myszy i wybieramy opcję **Modify**



3. Klikamy prawym przyciskiem myszy i wybieramy opcję **Modify**

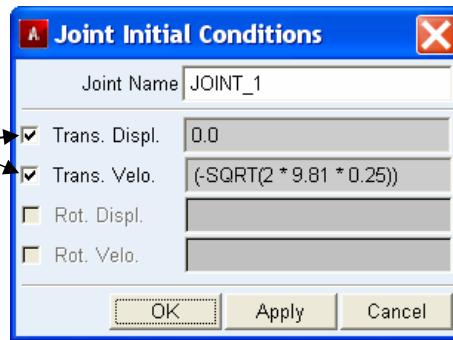


2. Podajemy nową wartość oraz zatwierdzamy przyciskiem **OK**

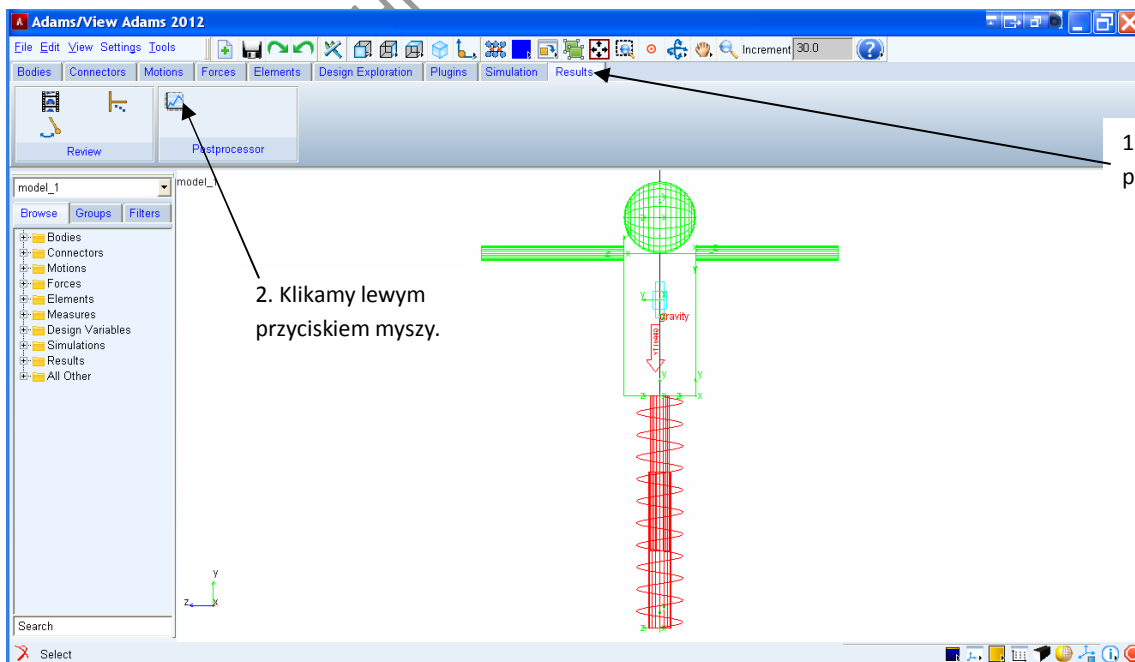
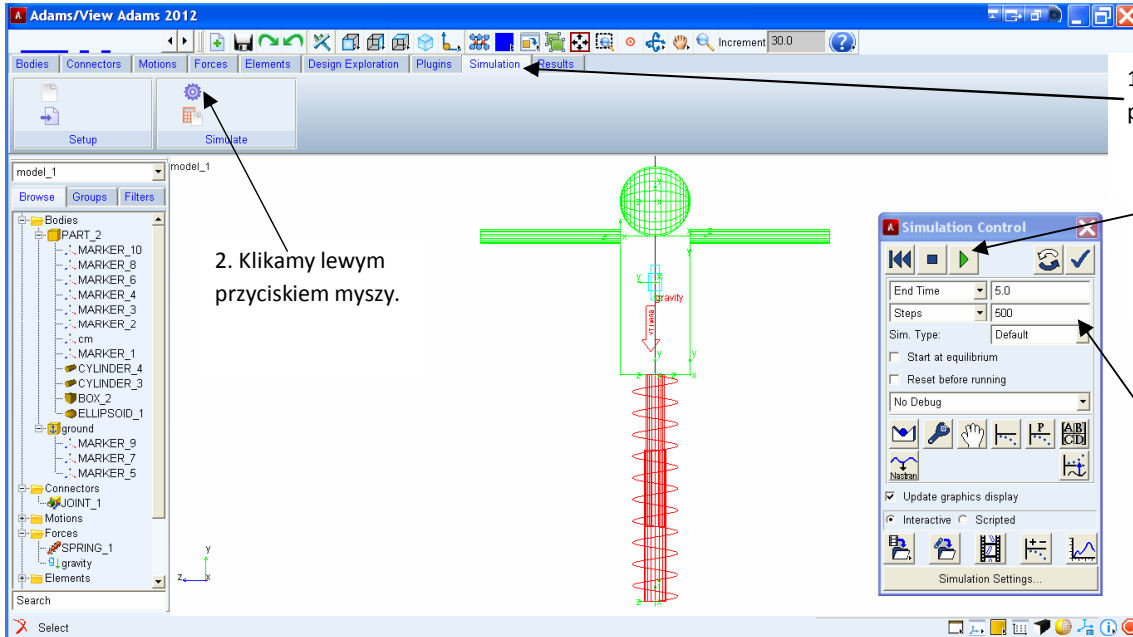


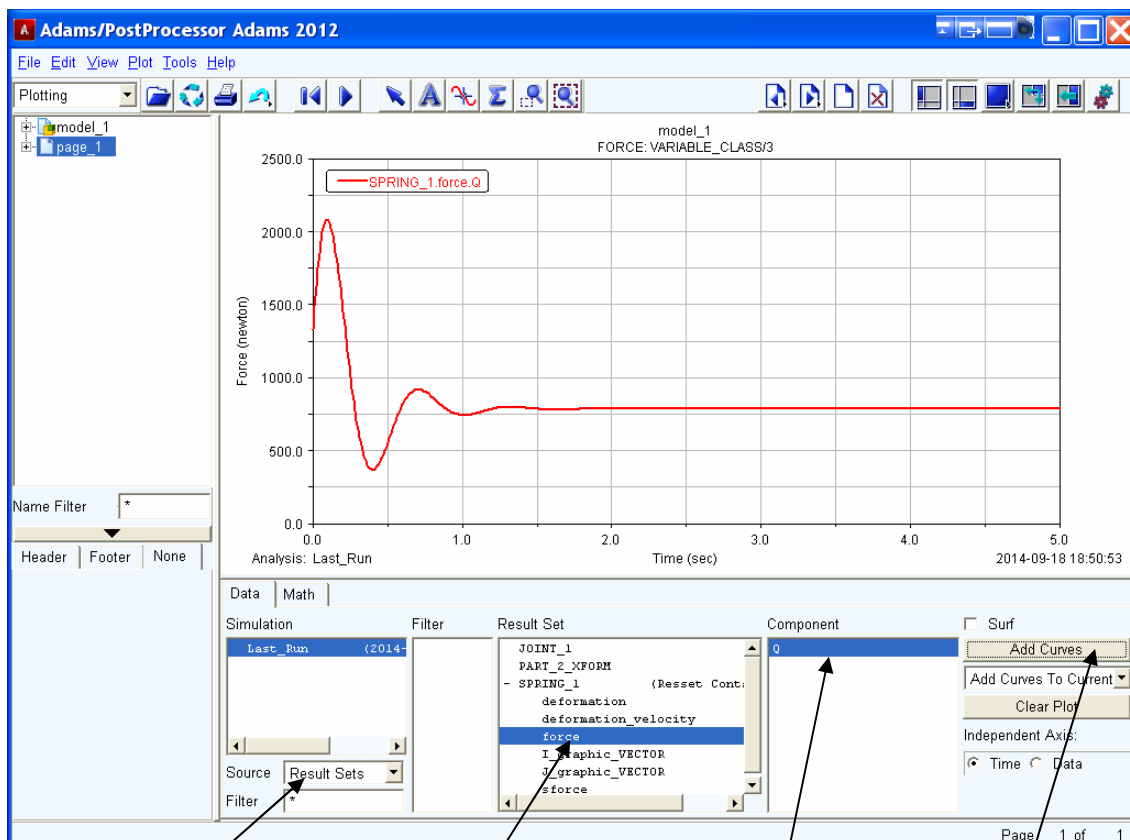
4. Klikamy lewym przyciskiem myszy.

5. Lewym przyciskiem myszy zaznaczamy kolejne opcje, podajemy wartości liczbowe oraz zatwierdzamy przyciskiem OK.



11. Wykonanie symulacji i analiza wyników.





1. Zmieniamy
opcję na **Results**
Sets

2. Wybieramy
force

3. Wybieramy **Q**

4. Klikamy

Z otrzymanego przebiegu siły odczytujemy wartość maksymalną. Zmieniamy warunek początkowy oraz powtarzamy symulację.

OPRACOWANIE WYNIKÓW

Po przeprowadzeniu symulacji należy zapisać w tabeli pomiarowej wartości maksymalnej siły w kończynach dolnych. Następnie należy przeprowadzić analizę porównawczą otrzymanych wartości z wyliczonymi metodą analityczną. Analizę wykonać wykorzystując ocenę błędów względnych:

$$\delta = \frac{|F_{\max,ADAMS} - F_{\max,ANALITYCZNE}|}{|F_{\max,ANALITYCZNE}|} \cdot 100\%$$

Nr próby	h (m)	F _{max,ADAMS} (N) z symulacji	F _{max,ANALITYCZNE} (N) z obliczeń	Błąd względny (%)
1				
2				
3				
4				

SPRAWOZDANIE

Sprawozdanie z ćwiczenia powinno zawierać:

1. Tabelkę identyfikacyjną.
2. Cel ćwiczenia.
3. Schemat modelu układu w programie Adams.
4. Tabelę pomiarów i wyników.
5. Obliczenia i wykresy $F(t)$.
6. Wnioski.

Uwaga.

Studenci przystępujący do odrobienia ćwiczenia laboratoryjnego powinni posiadać odręcznie przygotowany protokół, który musi zawierać tabelę pomiarów i wyników.

MATERIAŁY CHRONIONE PRAWEM AUTORSKIM