



Jak wykorzystać zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Jak wykorzystać zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał?

Czy to nie ciekawe?

Zdarza się, że stajemy przed sytuacją, w której chcemy przewidzieć zachowanie się ciała pod wpływem działających na nie sił. W tym celu musimy wykorzystać najczęściej jedną z trzech zasad dynamiki Newtona. Pojawia się jednak pytanie, którą z nich wykorzystać i w jaki sposób? W tym materiale przedstawimy schemat postępowania, który zapewni poprawne rozwiązanie.

Twoje cele

- poznasz sposób opisu zachowania ciał z wykorzystaniem zasad dynamiki;
- dowiesz się, jak poprawnie określić, która z zasad dynamiki jest spełniona;
- zrozumiesz, jak ważne dla poprawnego rozwiązania zagadnienia bywa wykonanie rysunku pomocniczego;
- zastosujesz zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał.

Przeczytaj

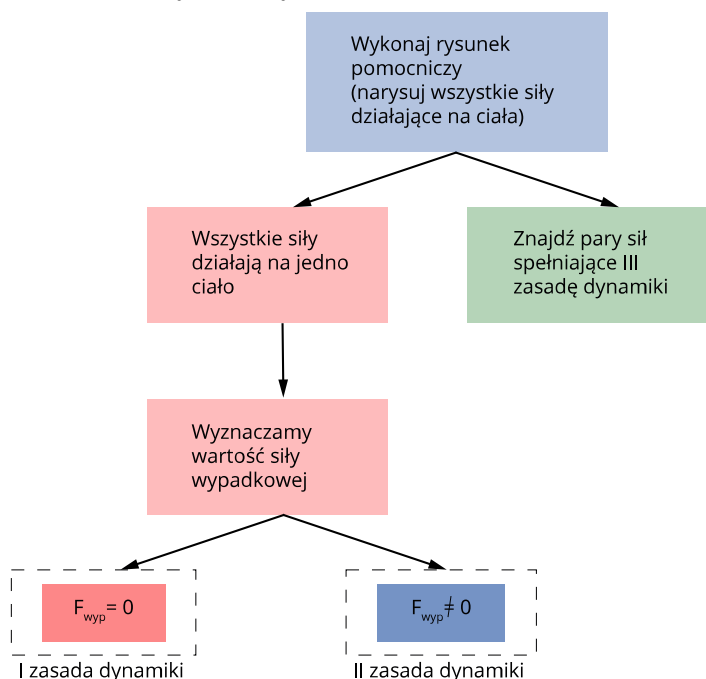
Warto przeczytać

Poprawne przewidzenie skutków działania na ciało sił w dużej mierze uzależnione jest od tego, założenia której z zasad dynamiki Newtona są spełnione. Możemy mieć do czynienia z dwoma różnymi przypadkami:

- Siły działające na ciało równoważą się, zatem możemy zastosować I zasadę dynamiki.
- Wypadkowa siła działająca na ciało jest niezerowa, zatem możemy zastosować II zasadę dynamiki.

Należy też pamiętać, że siły działające na ciało wywołują reakcję tego ciała, zatem zawsze możemy korzystać z III zasady dynamiki.

Spróbujmy przedstawić schemat postępowania, który pomoże nam zdecydować, z którym z powyższych przypadków mamy do czynienia:



Schemat postępowania

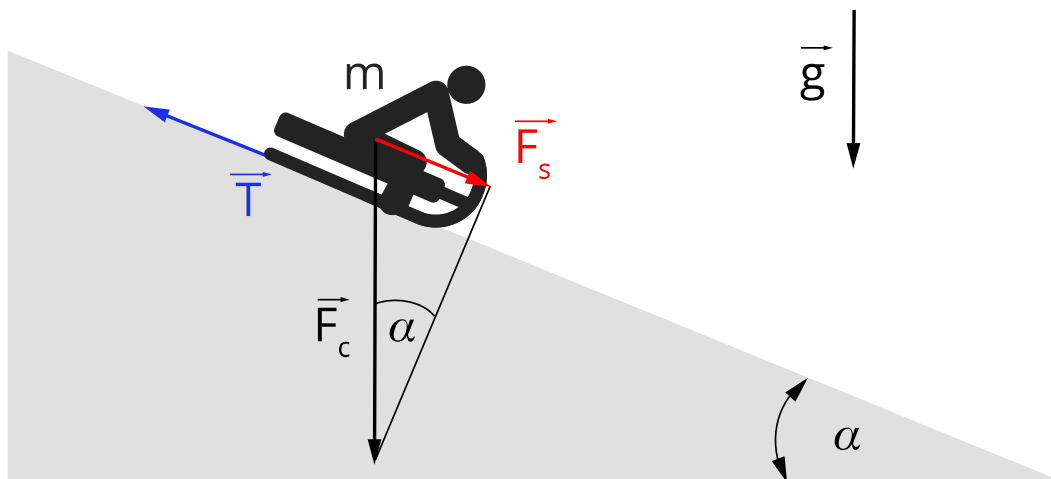
Przechodząc przez kolejne etapy zaprezentowanego schematu otrzymujemy jednoznaczną informację, która z zasad dynamiki Newtona może być zastosowana. Wszystkie dalsze etapy uzależnione są od konkretnego przypadku, który analizujemy. Rozpatrzmy każdy z możliwych scenariuszy na podstawie trzech przykładów.

Przykład 1.

Po ośnieżonym zboczu góry zjeżdża na sankach dziecko. Masa sanek wraz z siedzącym na nich dzieckiem jest równa $m = 30 \text{ kg}$. Zbocze góry, po którym porusza się saneczkarz,

nachylone jest względem kierunku poziomego pod kątem $\alpha = 30^\circ$. Pomiędzy płozami sanek a śniegiem występuje **siła tarcia** o wartości $T = 150 \text{ N}$. Wyznacz prędkość dziecka u podstawy góry, jeżeli wiadomo, że prędkość początkowa wynosi $v_p = 10 \text{ m/s}$.

Rozwiązanie:



Rys. 1. Analiza ruchu saneczkarza zjeżdżającego z góry

W analizowanym przypadku zarówno siła wywołująca ruch, $\vec{F}_s$, jak i **siła tarcia** $\vec{T}$, która mu przeciwdziała, przyłożone są do sanek, na których zjeżdża dziecko (Rys. 1.). Zgodnie z zaproponowanym przez nas schematem przechodzimy do lewej gałęzi i przystępujemy do wyznaczenia wartości siły wypadkowej. Wymaga to wyznaczenia wartości siły $\vec{F}_s$, będącej składową siły ciężkości, działającej na sanki i zjeżdżające dziecko. Wyznaczamy ją wykorzystując funkcję trygonometryczną sinus.

$$F_s = F_c \sin \alpha = mg \sin \alpha = 30 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot \frac{1}{2} = 150 \text{ N} ,$$

zatem, ponieważ siły te mają przeciwne zwroty, siła wypadkowa działająca na sanki i dziecko ma wartość będącą różnicą ich wartości:

$$F_{wyp} = F_s - T = 150 \text{ N} - 150 \text{ N} = 0 \text{ N}.$$

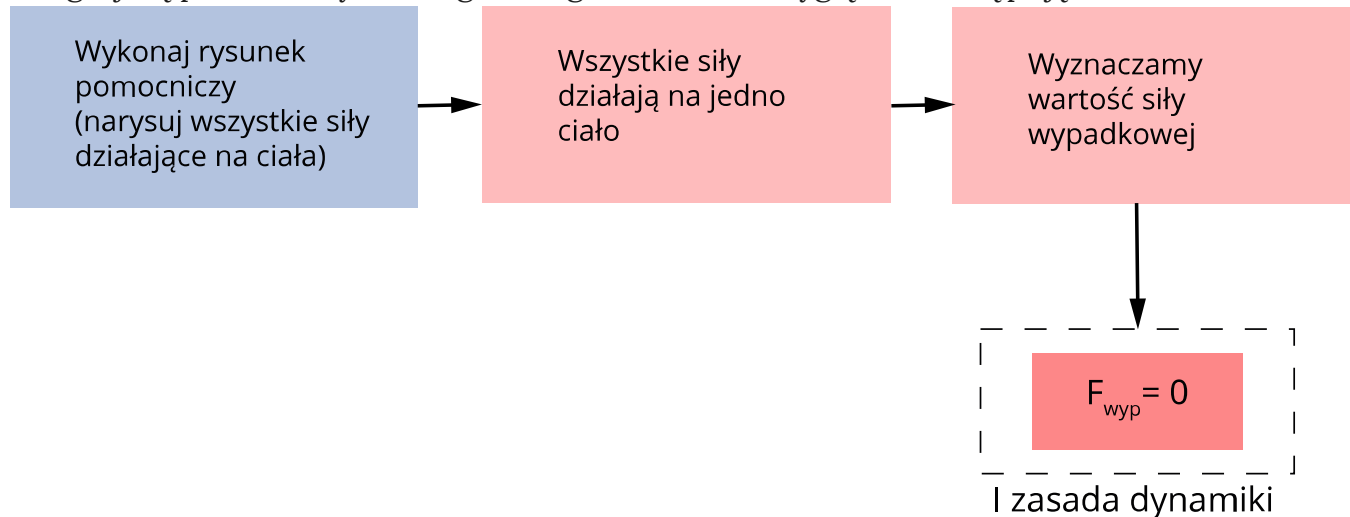
Wartość siły wypadkowej jest równa 0, zatem dziecko na sankach porusza się ruchem jednostajnym, co wynika z I zasady dynamiki, którą przypominamy:

Jeśli na ciało nie działa żadna siła lub siły działające równoważą się, to ciało pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym.

Prędkość ciała nie zmienia się, a więc prędkość u podstawy górki będzie równa

$$v_k = v_p = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

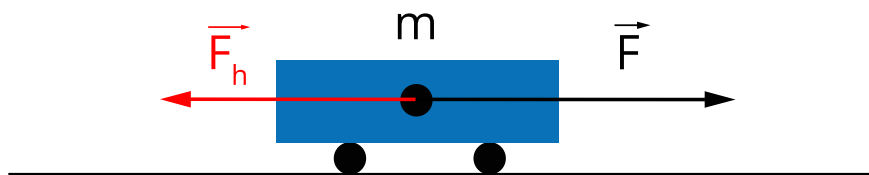
Droga, jaką przeszliśmy według naszego schematu, wyglądała następująco:



Przykład 2.

Przed stojącym na skrzyżowaniu samochodem o masie $m = 1600 \text{ kg}$ zapala się zielone światło. Silnik samochodu zaczyna działać, generując siłę równą $F = 1000 \text{ N}$. Na samochód działają siły hamujące $F_h = 800 \text{ N}$. Spróbujmy przewidzieć, co będzie działo się z samochodem po upływie czasu $t = 120 \text{ s}$.

Rozwiązanie:



Rys. 2. Na ciało o masie m działa niezerównoważona siła wypadkowa

W rozpatrywanym przypadku siły $\vec{F}$ oraz $\vec{F}_h$ przyłożone są do samochodu (Rys. 2.). W zaproponowanym przez nas schemacie przechodzimy do lewej gałęzi i przystępujemy do wyznaczenia wartości siły wypadkowej działającej na samochód.

$$F_{wyp} = F - F_h = 1000 \text{ N} - 800 \text{ N} = 200 \text{ N}.$$

Wartość siły wypadkowej nie jest równa zero, można więc wykorzystać II zasadę dynamiki Newtona, której brzmienie również przytaczamy:

Jeśli na ciało działa siła wypadkowa, której wartość jest różna od zera, to ciało to porusza się z przyspieszeniem, które jest proporcjonalne do siły wypadkowej oraz odwrotnie proporcjonalne do masy ciała.

Samochód poruszać się będzie ruchem jednostajnie przyspieszonym. Możemy wyznaczyć wartość przyspieszenia a :

$$a = \frac{F_{wyp}}{m} = \frac{200 \text{ N}}{1600 \text{ kg}} = \frac{1}{8} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,125 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Zwrot wektora przyspieszenia jest zgodny ze zwrotem prędkości, zatem samochód będzie przyspieszał. Korzystając ze wzoru opisującego prędkość ciała poruszającego się ruchem jednostajnie przyspieszonym bez prędkości początkowej, wyznaczymy prędkość samochodu po upływie czasu t :

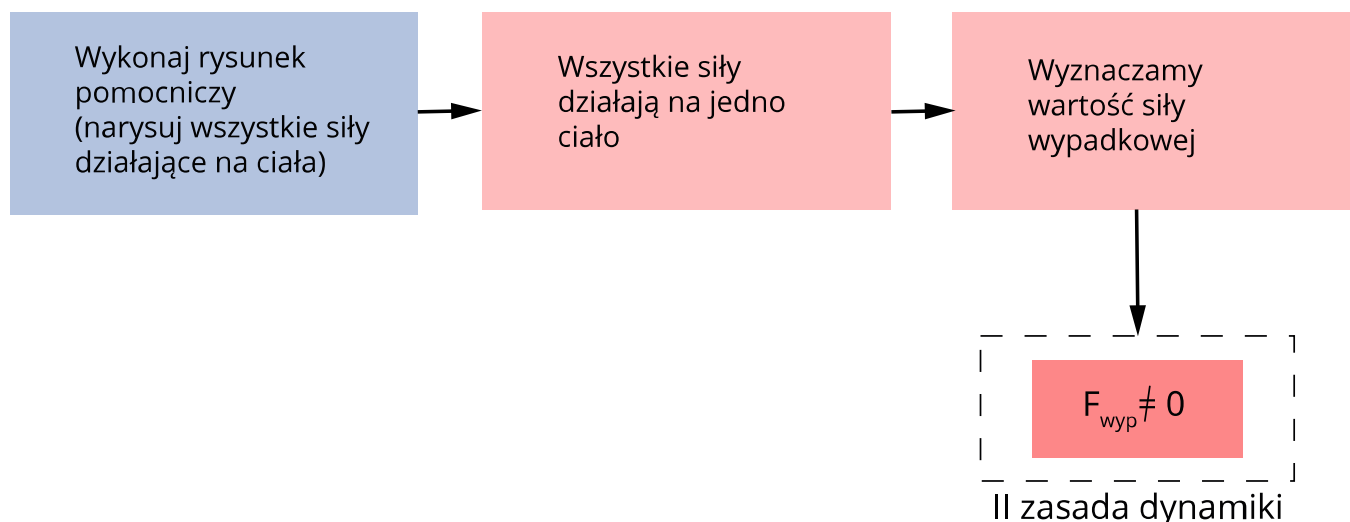
$$v_k = at = 0,125 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 120 \text{ s} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Droga, którą samochód przebędzie w tym czasie, wynosi wobec tego

$$s = \frac{at^2}{2} = \frac{0,125 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (120 \text{ s})^2}{2} = 900 \text{ m}.$$

Możemy zatem podać wynik naszych przewidywań: Po upływie 120 s samochód osiągnie prędkość 15 m/s, a odległość, jaką w tym czasie przejedzie, jest równa 900 m.

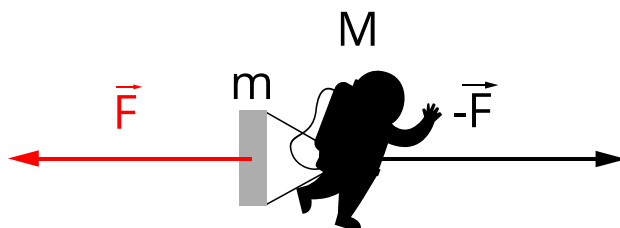
Postępowanie, według naszego schematu, wyglądało następująco:



Przykład 3.

Na stacji kosmicznej przypięty do niej linką astronauta dokonuje naprawy poszycia zewnętrznego. W pewnej chwili linka, która utrzymywała go w pobliżu stacji pęka, a astronauta zaczyna powoli oddalać się od stacji. Astronauta o masie $M = 80 \text{ kg}$ wpadł na pomysł, by wyrzucić plecak z narzędziami o masie $m = 20 \text{ kg}$ w stronę „od stacji”. Plecak wyrzucił, stosując siłę $F = 200 \text{ N}$. Jaki będzie skutek tego działania?

Rozwiązanie:



Rys. 3. Siły akcji i reakcji

Wyrzucenie plecaka nadało mu pewne przyspieszenie, ponieważ zadziałała nań niezrównoważona siła. Jednocześnie działaniu temu towarzyszy siła reakcji, formalnie równa $-\vec{F}$, ale zaczepiona w ręce astronauty. Tą siłą astronauta został odepchnięty przez plecak (Rys. 3.). Siły te są równe co do wartości i mają przeciwne zwroty. Przyłożone są do różnych ciał, zatem nie można mówić o ich równoważeniu się, zgodnie z treścią III zasady dynamiki:

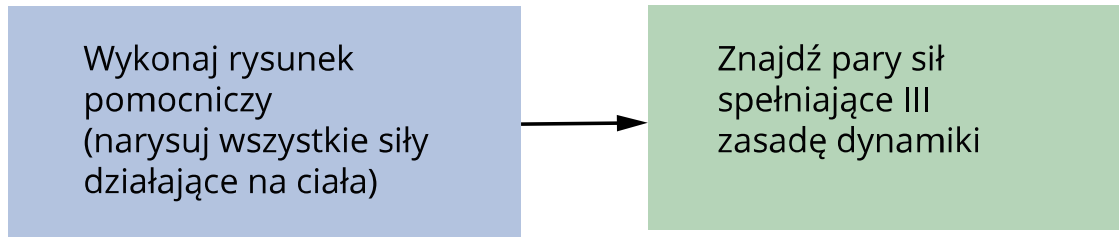
Każdej akcji towarzyszy zawsze równa co do wartości, lecz przeciwnie skierowana reakcja.

Z zasady tej wiemy, że na astronautę zadziałała pewna niezrównoważona siła o zwrocie skierowanym ku stacji kosmicznej. Znając wartość tej siły, możemy wyznaczyć wartość

przyspieszenia astronauty w momencie wyrzucenia plecaka. W tym celu wykorzystamy II zasadę dynamiki Newtona.

$$a = \frac{F}{M} = \frac{200 \text{ N}}{80 \text{ kg}} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Na naszym schemacie nasze postępowanie wygląda następująco:



Podsumowując: Opis zachowania się ciał poprzez wykorzystanie zasad dynamiki wymaga wyznaczenia siły wypadkowej działającej na rozpatrywane ciało bądź układ ciał. Siła ta wiąże się z ewentualnym przyspieszeniem, jakiego to ciało doznaje. Znajomość wartości przyspieszenia pozwala natomiast na wyznaczenie wszystkich pozostałych parametrów ruchu takich jak: prędkość ciała, czas ruchu czy droga, którą przebędzie.

Słowniczek

Siła tarcia

(ang.: *friction force*) siła, która powstaje na styku powierzchni dwóch ciał i przeciwdziała ich względnemu ruchowi.

Siła tarcia statycznego

(ang.: *static friction force*) siła tarcia zewnętrznego występująca pomiędzy dwoma ciałami, w sytuacji, w której ciała te nie przemieszczają się względem siebie.

Maksymalna wartość siły tarcia statycznego jest proporcjonalna do siły nacisku, jaką jedno ciało wywiera na drugie.

Siła tarcia kinetycznego

(ang.: *kinetic friction force*) siła tarcia zewnętrznego występująca na styku dwóch ciał, w sytuacji kiedy ciała te przesuwają się względem siebie. Wartość siły tarcia kinetycznego nie jest stała w czasie i w najprostszym ujęciu może być proporcjonalna do prędkości względnej ciał, pomiędzy którymi występuje.

CIEKAWOSTKA: Tarcie kinetyczne dzielimy na tarcie ślizgowe oraz tarcie toczne,

w zależności od tego, w jaki sposób ciała pomiędzy którymi występuje przemieszczają się względem siebie.

Film samouczek

Jak wykorzystać zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał?

Polecenie 1

Obejrzyj samouczek, w którym przeanalizowano siły działające na sanki zjeżdżające z pochyłej góry. Zwróć uwagę, które siły (składowe sił) decydują o rodzaju ruchu.

Polecenie 2

Jakim ruchem poruszałaby się popchnięte z góry sanki, gdyby wartość składowej stycznej siły ciężkości była mniejsza od wartości siły tarcia?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Po pochyłym zboczu góry zjeżdża rowerzysta. Siły, które na niego działają, równoważą się. Zaznacz zdanie prawdziwe:

☐ Prędkość rowerzysty będzie stała w czasie.

☐ Prędkość rowerzysty będzie malała.

☐ Prędkość rowerzysty będzie rosła.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij zdania:



Jeżeli ciało porusza się ze stałą prędkością, to do opisu jego zachowania najczęściej stosuje się

(I zasadę dynamiki ☐ / II zasadę dynamiki ☐ / III zasadę dynamiki ☐). II zasada dynamiki wykorzystywana jest do opisu ciał poruszających się (ze stałą prędkością ☐ / ze stałym przyspieszeniem ☐ / ze zmiennym przyspieszeniem ☐).

Ćwiczenie 3



Na jadący po poziomej drodze samochód o masie m działa siła $\vec{F}$ generowana przez silnik oraz siła oporu powietrza $\vec{F}_o$. Wartości tych sił spełniają warunek $F > F_o$. Droga przebyta w czasie t wynosi

☐ $s(t) = v_0 t + at$

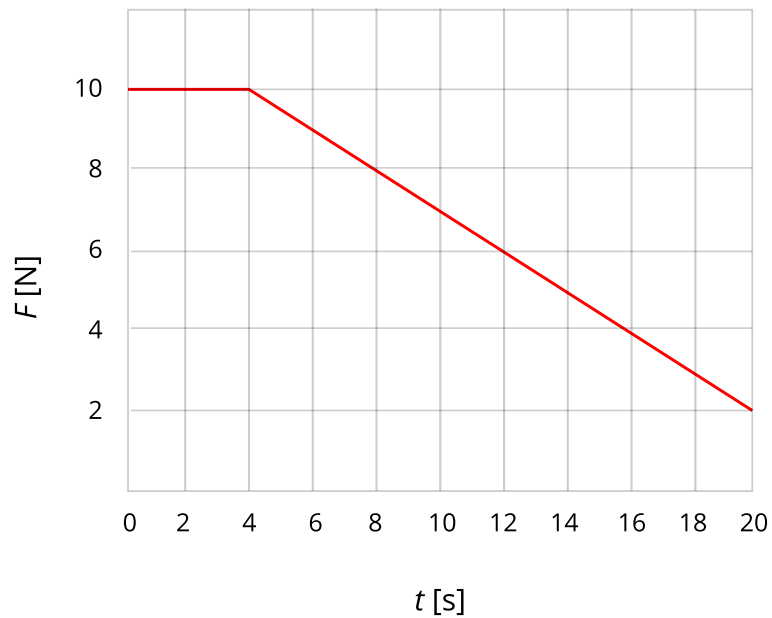
☐ $s(t) = v_0 t + \frac{F - F_o}{2m} t^2$

☐ $s(t) = v_0 t - \frac{F - F_o}{2m} t^2$

Ćwiczenie 4



Na poniższym wykresie zaprezentowano zależność wartości siły $\vec{F}$ od czasu dla klocka przesuwanego po poziomej powierzchni. Zaznacz zdania prawdziwe:



☐ Przyspieszenie ciała pomiędzy 4-tą a 20-tą sekundą maleje.

☐ Przyspieszenie ciała pomiędzy 4-tą a 20-tą sekundą rośnie.

☐ Przyspieszenie ciała w ciągu pierwszych 4 s jest stałe.

Ćwiczenie 5



Wybierz poprawne zakończenie historii:

Nad nieważkim i nieruchomym bloczkiem zawieszonym wysoko nad ziemią umieszczono kiść bananów. Przez bloczek przewieszono linę w taki sposób, że jej końce dotykają do ziemi. Lina może przesuwać się po bloczku bez tarcia. Obok dwóch zwisających końców liny znajdują się dwie małpy o takiej samej masie. Obie małpy chcą zjeść banany, zatem łapią za linę i zaczynają się wspinać. Małpa pierwsza wspina się używając w tym celu siły o wartości F . Druga małpa ma większą motywację do zjedzenia bananów i dlatego wspina się, wykorzystując dwukrotnie większą siłę, tj. $2F$. Finałem tej historii jest zjedzenie bananów przez...

- ☐ Banany nie zostaną zjedzone, ponieważ obie małpy mają tę samą masę, zatem działające na nie siły grawitacji będą się równoważyć.
- ☐ Małpę drugą, ponieważ wspina się ona z dwa razy większą siłą.
- ☐ Małpę pierwszą, ponieważ małpa druga wspinając się z dwa razy większą siłą wciągnie ją na górę.

Ćwiczenie 6



Do podanych poniżej sytuacji przyporządkuj zasadę – jedną z trzech zasad dynamiki, która jest spełniona.

Po pochyłym zboczach górki zjeżdża na sankach dziecko. Prędkość saneczkarza rośnie wraz z pokonaną drogą.

I zasada dynamiki Newtona

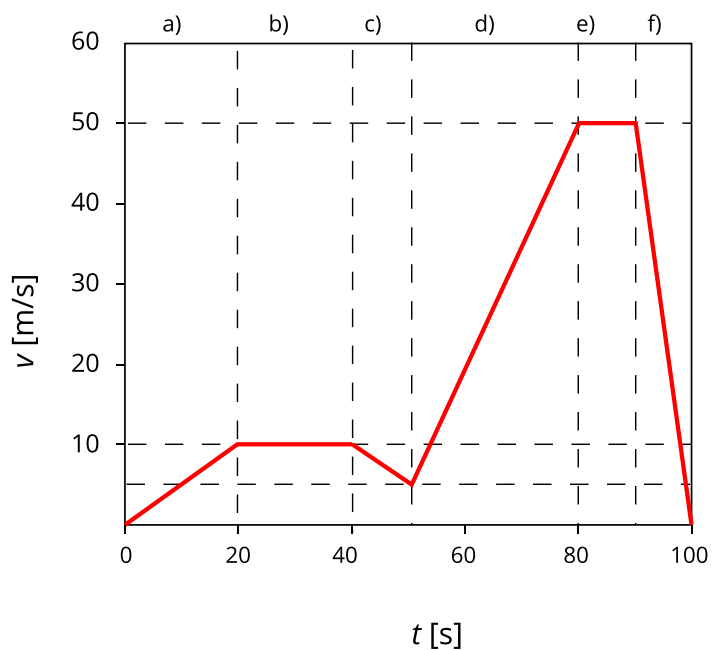
Otwierający drzwi Krzyś odczuwa opór, jaki one stawiają.

II zasada dynamiki Newtona

Na opadającą ze stałą prędkością w wodzie gumową kulkę działa siła wyporu, równa co do wartości sile ciężkości kulki oraz siła oporu ośrodka

III zasada dynamiki Newtona

Ćwiczenie 7



Na wykresie przedstawiono prędkość, z jaką porusza się rowerzysta po poziomej trasie. Wybierz przedziały, w których siły działające na rowerzystę równoważą się.

☐ a)

☐ b)

☐ c)

☐ d)

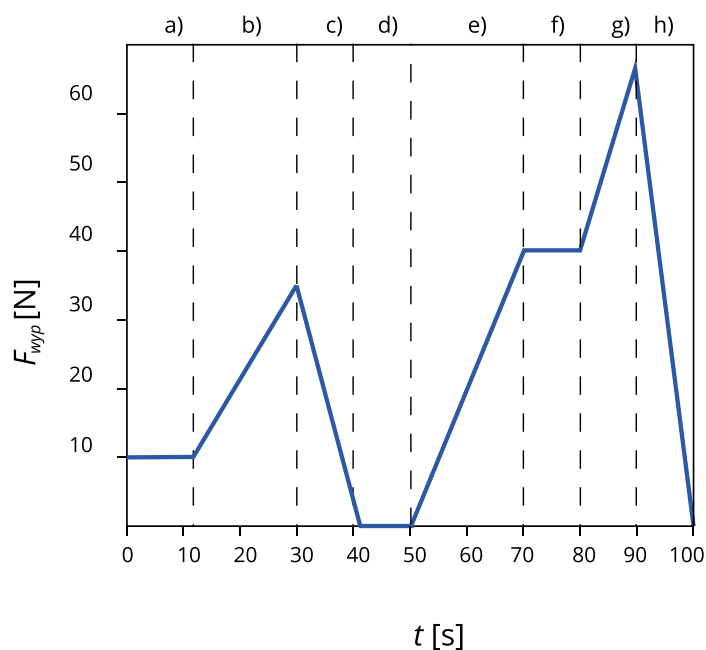
☐ e)

☐ f)

Ćwiczenie 8



Na wykresie poniżej przedstawiono wartość siły wypadkowej działającej na skrzynię przesuwaną po poziomej powierzchni. Wybierz przedział lub przedziały czasowe, w których prędkość skrzyni będzie stała.



☐ c), h)

☐ a), d), f)

☐ b), e), g)

☐ d)

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Bartłomiej Klus
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Jak wykorzystać zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. Zakres podstawowy Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. II. Mechanika. Uczeń: 6) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. II. Mechanika. Uczeń: 13) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał.
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:	Uczeń: 1. omówi sposób opisu zachowania ciał z wykorzystaniem zasad dynamiki. 2. wyjaśni, jak poprawnie określić, która z zasad dynamiki jest spełniona. 3. wykona rysunki pomocnicze, potrzebne do poprawnego rozwiązania zagadnienia. 4. zastosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał.
Strategie nauczania:	IBSE (Inquiry-Based Science Education - nauczanie/uczenie się przez odkrywanie/dociekanie naukowe)
Metody nauczania:	- burza mózgów, - pokaz multimedialny, - analiza pomysłów.
Formy zajęć:	- praca w grupach, - praca indywidualna.
Środki dydaktyczne:	- film samouczek opisujący zachowanie się ciała z wykorzystaniem zasad dynamiki, - zestaw zadań.
Materiały pomocnicze:	e-materiał: Jak wykorzystać zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
- Uczniowie przypominają sobie sens trzech zasad dynamiki Newtona. - Uczniowie w grupach zapoznają się z algorytmem odpowiedniej zasady dynamiki spełnionej w zadaniu, a następnie - w grupie, w formie burzy mózgów - dyskutują nad zastosowaniem zasad dynamiki do opisu zachowania się ciał. - Uczniowie w grupach zapoznają się z filmem samouczkiem i analizują zaprezentowany przypadek.	
Faza realizacyjna:	
-Uczniowie samodzielnie trenują sposób prawidłowego wykonania rysunku pomocniczego. -Uczniowie samodzielnie trenują posługiwanie się algorytmem doboru odpowiedniej zasady dynamiki do opisu zachowania się ciała pod wpływem działających na nie sił. Uczniowie ćwiczą na podstawie otrzymanego zestawu zadań - rozwiązują zadania 1-4 oraz 6-7 z części „Sprawdź się”.	
Faza podsumowująca:	

Uczniowie odnoszą się do postawionych sobie celów lekcji, ustalają które osiągnęli, a które wymagają jeszcze pracy, jakiej i kiedy. W razie potrzeby nauczyciel dostarcza im informację zwrotną kształtującą.

Praca domowa:

Uczniowie utrwalają wiedzę i poszerzają rozumienie, czytając tekst e-materiału oraz ponownie oglądając film samouczek, oraz rozwiązując zadanie 5 i 8 z zestawu ćwiczeń.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania danego
multimedium:**

Uczniowie mogą obejrzeć film samouczek przed lekcją lub po lekcji w celu powtórzenia i utrwalenia wiadomości.