



Jak definiuje się popęd siły?

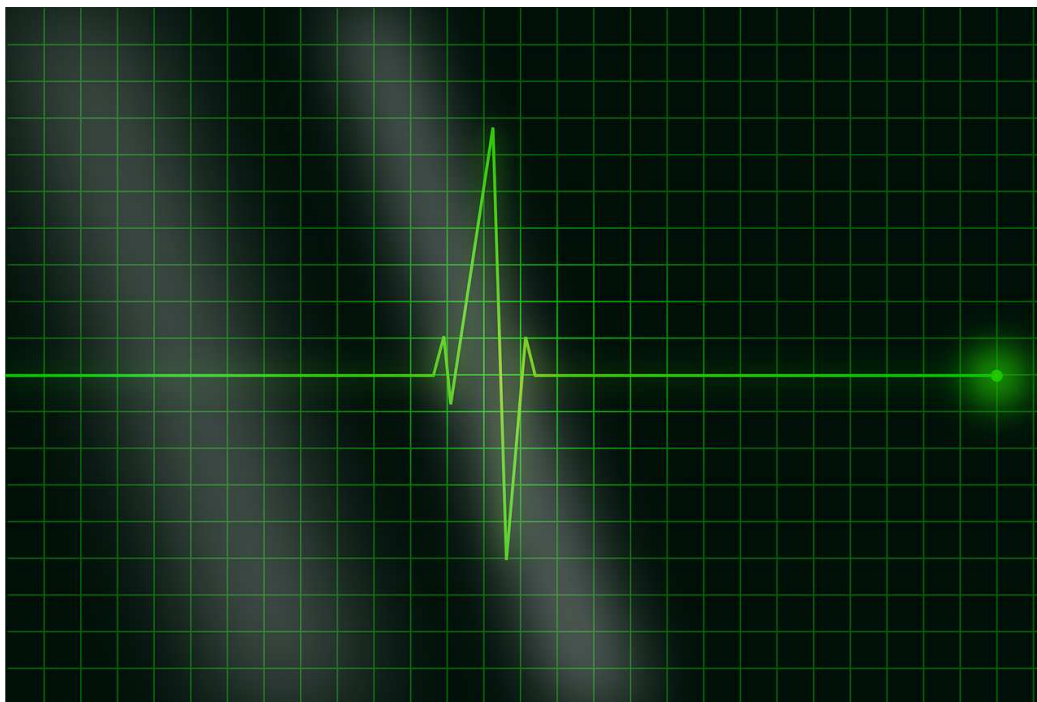
- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Grafika interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Jak definiuje się popęd siły?

Czy to nie ciekawe?

Działanie na ciało siły może powodować różnorodne skutki, tym większe, im dłuższy jest czas jej działania. W tym materiale dowiesz się, w jaki sposób opisać tego rodzaju oddziaływanie przy pomocy wielkości fizycznej, jaką jest popęd siły zwany również impulsem. Zgodnie ze słownikiem języka polskiego, impuls to coś, co pobudza do działania. Choć kojarzy nam się z czymś krótkotrwałym, w fizyce jego znaczenie jest inne. Możemy pobudzić ciało do ruchu działając na nie dużą siłą przez krótki czas, lub małą siłą, ale znacznie dłużej. W obu wypadkach skutek tego impulsu będzie taki sam.



Rys. a. Impuls to zwykle krótkotrwałe pobudzenie do działania. Znaczenie fizyczne impulsu jest nieco szersze.

Twoje cele

- zapoznasz się z pojęciem popędu,
- określisz skutki działania na ciało siły w zadanym przedziale czasu,
- wyznaczysz wartość popędu siły działającej na ciało.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Popęd siły jest wielkością wektorową, wykorzystywaną do opisu działania siły w zadanym przedziale czasu. Wielkość ta jest równa iloczynowi siły i czasu, w którym oddziałuje ona na ciało.

Jednostką popędu siły w układzie SI (z francuskiego *Système international d'unités*) jest $kg \cdot \frac{m}{s}$, co wynika z definicji :

$$\vec{\sigma} = \vec{F} \Delta t$$

$$[\sigma] = N \cdot s = \frac{kg \cdot m}{s^2} \cdot s = kg \cdot \frac{m}{s}$$

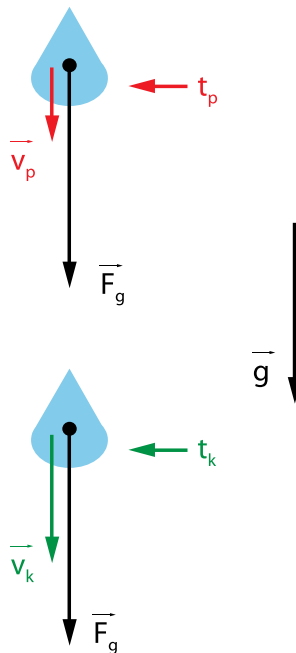
gdzie:

$\vec{\sigma}$ to popęd nazywany w niektórych opracowaniach [impulsem](#),

$\vec{F}$ jest siłą działającą na ciało, często rozumianą jako średnia wartość siły,

Δt oznacza przedział czasowy, w którym siła $\vec{F}$ oddziałuje na ciało.

Przykładem zjawiska, w którym do opisu działania siły może zostać wykorzystane pojęcie popędu jest spadająca kropla deszczu.



Rys. 1. Spadająca kropla deszczu.

Pod wpływem działania na kroplę deszczu siły grawitacji $\vec{F}_g$, w czasie $\Delta t = t_k - t_p$, kropla zmienia - zwiększa prędkość, z którą opada od $\vec{v}_p$ do $\vec{v}_k$. Popęd siły działającej na ciało jest w tym przypadku równy:

$$\vec{\sigma} = \vec{F}_g \Delta t = \vec{F}_g (t_k - t_p)$$

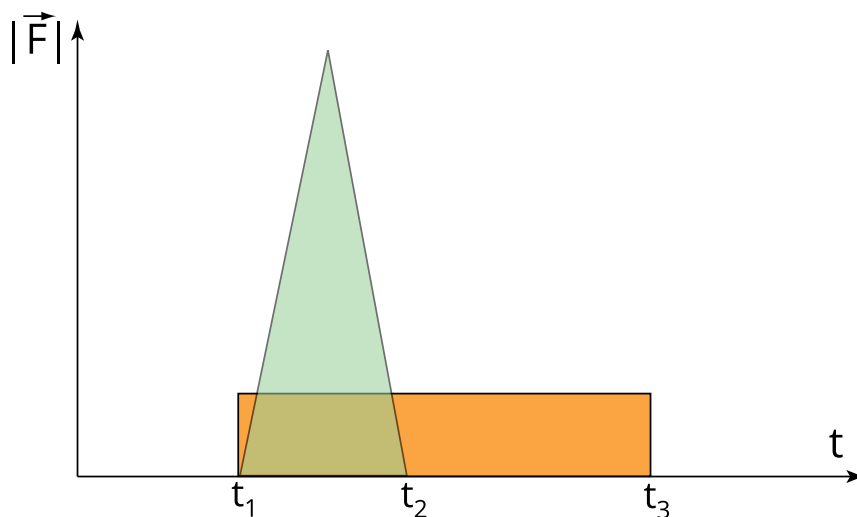
CIEKAWOSTKA:

Skutkiem popędu siły (działania na ciało siły w określonym przedziale czasowym) może być:

- zwiększenie prędkości, z jaką porusza się ciało, np. opisana w materiale spadająca kropla wody,
- zmniejszenie prędkości, z jaką porusza się ciało, np. pociąg, który w czasie Δt zwalnia pod wpływem działania siły hamowania.

Więcej na temat relacji między popędem siły a zmianą prędkości możesz dowiedzieć się w e-materiale „Jaki jest związek między zmianą pędu i popędem siły?”.

Warto wspomnieć, że popęd siły działającej na ciało równy jest polu powierzchni pod wykresem siły w funkcji czasu tak, jak to pokazano na Rys. 2.



Rys. 2. Popęd siły równy jest polu pod wykresem zależności siły od czasu.

Tę ideę wykorzystano w budowie poduszki powietrznej, która chroni kierowcę przez zbyt dużymi siłami działającymi na niego podczas zderzenia. Ten sam popęd cechuje uderzenie w kierownicę w krótkim czasie, jak i uderzenie w poduszkę powietrzną, ale w czasie znacznie dłuższym.

Słowniczek

impuls siły

(ang. *impulse*) – termin niekiedy używany zamiennie z popędem siły.

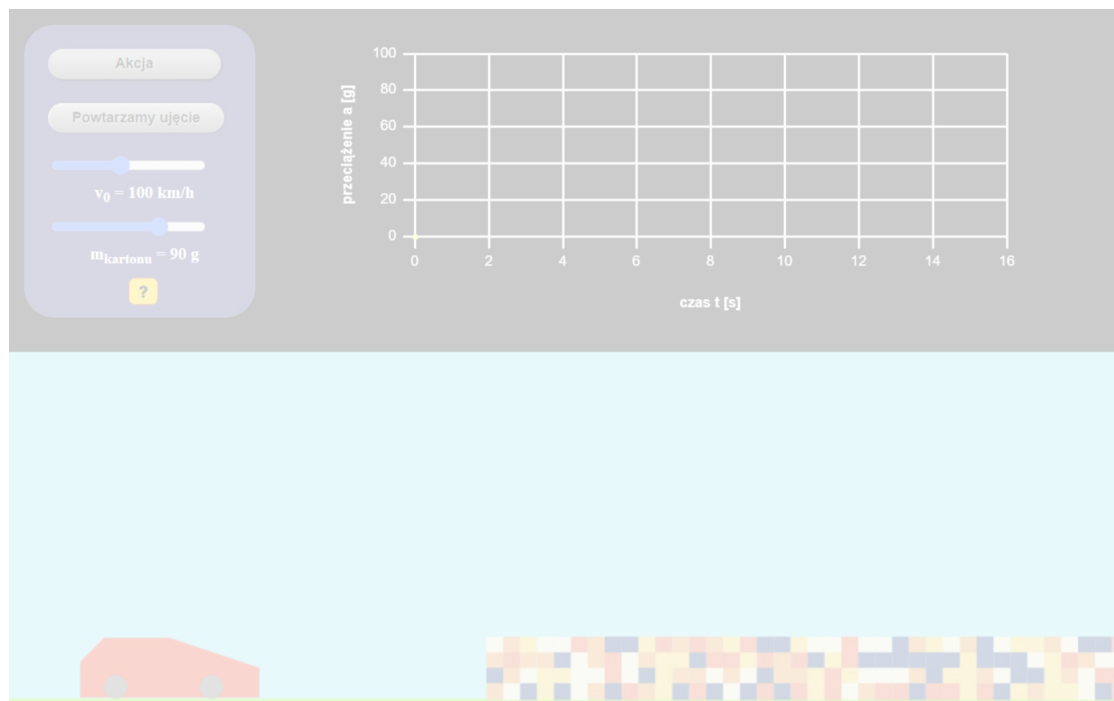
Grafika interaktywna

Jak definiuje się popęd siły

Wyobraź sobie, że reżyserujesz scenę mającą przedstawiać wypadek samochodowy głównej bohaterki. Prowadzony przez dublera-kaskadera pojazd uderza w stos kartonów. Twoim zadaniem jest takie nakręcenie sceny wypadku, by była ona najbardziej efektowna (czyli, by samochód uderzył w kartony z jak największą prędkością). Nie jest to jednak takie proste zadanie. Największe przeciążenie podczas zderzenia, jakie może bezpiecznie przeżyć kaskader wynosi 20 g (g jest wartością przyspieszenia ziemskiego). Ponadto, samochód musi zatrzymać się tak, by cały pozostać w polu widzenia kamery.

Zanim zbierze się ekipa, przećwicz na poniższej symulacji zachowanie się samochodu podczas wypadku. Dobierz dostępne parametry (prędkość początkową samochodu oraz masę pojedynczego kartonu) tak, by widzowie na długo zapamiętali tę scenę. Zadbaj o to, by:

1. prędkość samochodu podczas uderzenia była jak największa,
2. samochód zatrzymał się w kadrze,
3. maksymalne przeciążenie nie przekroczyło 20 g.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DJu6sHsh4>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Polecenie 1

Popęd siły działającej na ciało równy jest iloczynowi tej siły i czasu, przez który ona działa, $\sigma = F \cdot \Delta t$. Gdy siła nie jest stała, lecz zmienia się w czasie, możemy łatwo określić wartość tego popędu wykreślając zależność siły od czasu. Pole pod wykresem będzie równe temu popędowi. Choć na naszej symulacji widzisz zależność przyspieszenia od czasu, to ponieważ siła i przyspieszenie związane są relacją liniową, możemy oczekiwać, że zależność siły od czasu będzie wyglądać podobnie. Zbadaj, dla ustalonej wartości prędkości początkowej, jak pole pod wykresem zależy od masy kartonu, a przez to również od czasu hamowania (możesz przyjąć, że pole pod wykresem ma kształt trójkąta). Jaki wniosek możesz wysnuć na tej podstawie?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij zdanie.

Popęd jest wielkością ☐ skalarną ☐ / ☐ wektorową ☐ , będącą ☐ iloczynem ☐ / ☐ ilorazem ☐ czasu oraz ☐ pędu ☐ / ☐ siły ☐ .

Ćwiczenie 2



Jednostką popędu jest:

☐ $kg \cdot \frac{m}{s}$ - kilogram pomnożony przez metr i podzielony przez sekundę

☐ $kg \cdot \frac{s}{m}$ - kilogram pomnożony przez sekundę i podzielony przez metr

☐ $\frac{N}{s}$ - niuton podzielony przez sekundę

☐ $N \cdot s$ - niuton pomnożony przez sekundę

Ćwiczenie 3



Wyznacz wartość popędu, hamującego pod wpływem siły $F=400kN$ pociągu, który zatrzymał się po upływie czasu $\Delta t = 75s$.

Odpowiedź: $\frac{kgm}{s}$

Ćwiczenie 4



Rowerzysta działając siłą $F=500N$, rozpędził się od prędkości $v_p = 1\frac{m}{s}$ do $v_k = 5\frac{m}{s}$, w czasie $\Delta t = 10s$. Jakiej siły musiałby użyć rowerzysta, aby ten sam efekt uzyskać w czasie dwukrotnie krótszym?

Odpowiedź: N

Ćwiczenie 5



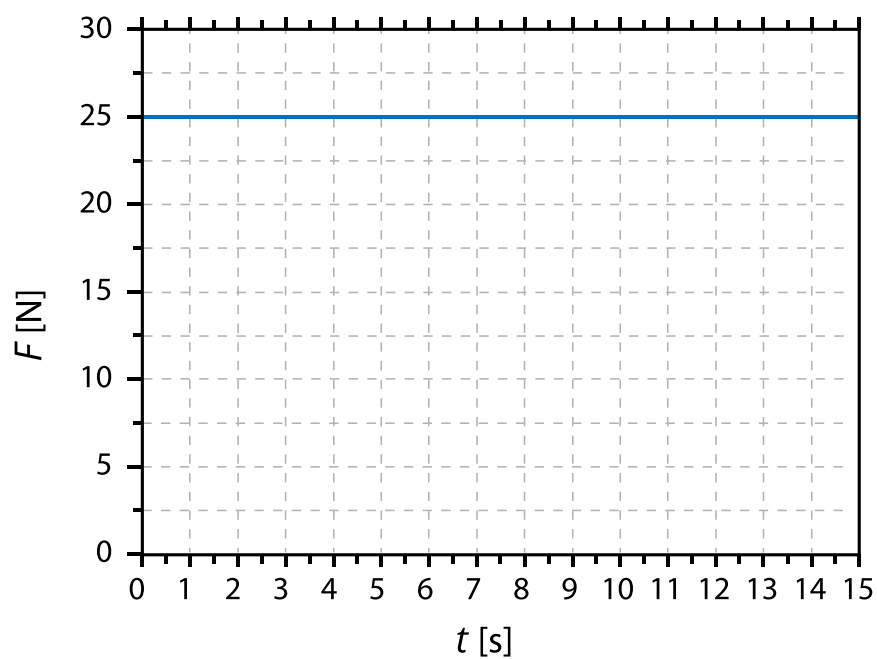
Skutkiem działania popędu może być:

☐ zwiększenie prędkości

☐ zmniejszenie prędkości

☐ obie powyższe

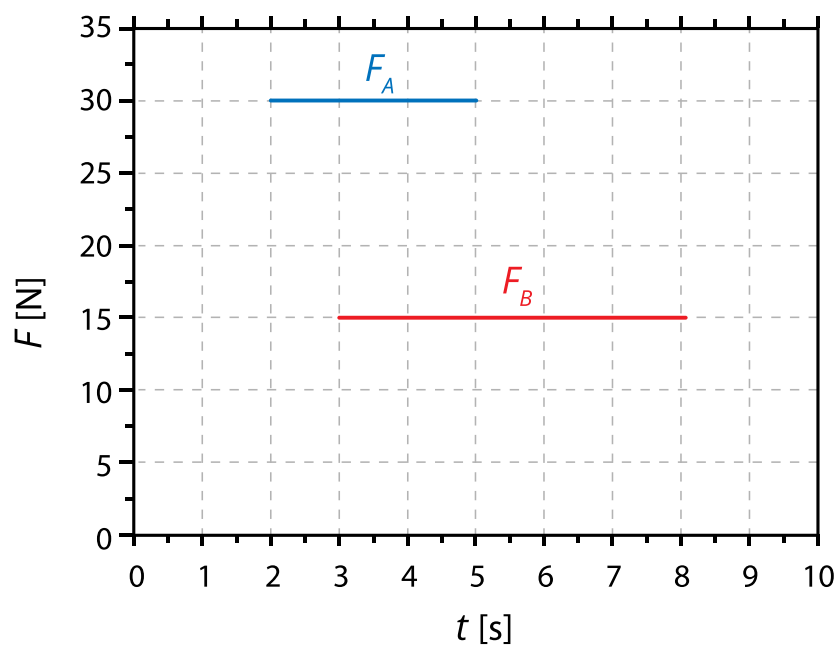
Ćwiczenie 6



Na podstawie powyższego wykresu, wyznacz wartość popędu siły działającej na ciało pomiędzy drugą i dwunastą sekundą.

Odpowiedź: $\frac{\text{kgm}}{\text{s}}$

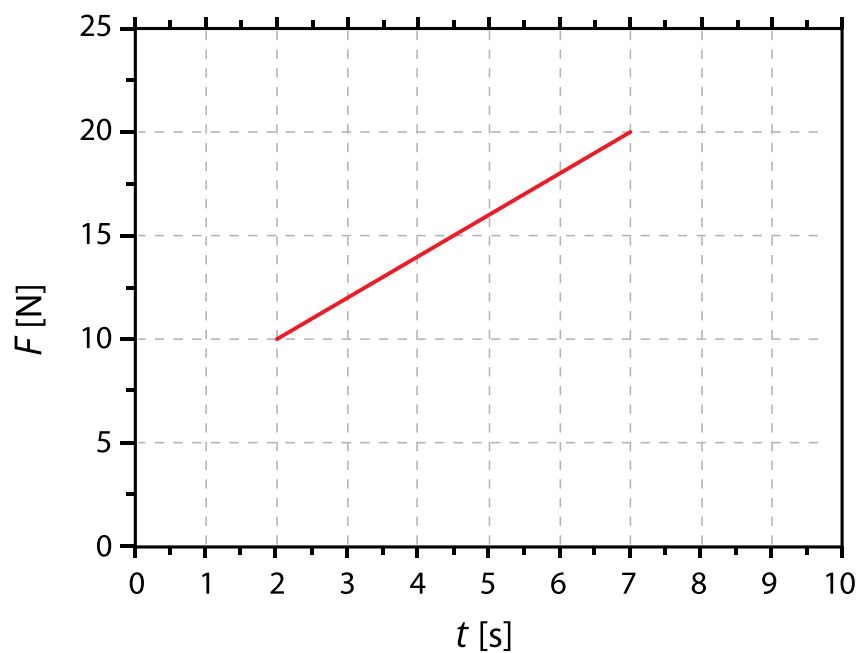
Ćwiczenie 7



Na wykresie powyżej zaprezentowane zostały dwie siły o różnych wartościach F_A i F_B działające w różnych przedziałach czasu. Popęd której z tych sił jest większy?

Popęd siły ☐ A ☐ / ☐ B ☐ jest większy.

Ćwiczenie 8



Na wykresie przedstawiającym wartość siły działającej na ciało w funkcji czasu, popęd reprezentowany jest jako pole powierzchni pod krzywą, w zadanym przedziale czasu. Na podstawie tej informacji wyznacz wartość popędu siły zaprezentowanej na powyższym wykresie.

Odpowiedź: $\frac{kgm}{s}$

Dla nauczyciela

Konspekt (scenariusz) lekcji

Imię i nazwisko autora:	Bartłomiej Klus
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Jak definiuje się popęd siły?
Grupa docelowa:	II etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 5) rozróżnia wielkości wektorowe i skalarne, wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe); 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: 14) posługuje się pojęciem pędu i jego jednostką; interpretuje II zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu i popędem siły.
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. zdefiniuje pojęcie popędu, 2. określi, jakie mogą być skutki działania na ciało siły, w zadanym przedziale czasu, 3. obliczy popęd siły działającej na ciało.
Strategie nauczania:	IBSE (Inquiry-Based Science Education - nauczanie/uczenie się przez odkrywanie/dociekanie naukowe)
Metody nauczania:	- burza mózgów, - analiza pomysłów.
Formy zajęć:	- praca w parach, - praca indywidualna.
Środki dydaktyczne:	- grafika interaktywna prezentująca pojęcie pędu, - zestaw zadań.
Materiały pomocnicze:	e-materiał: Jak definiuje się popęd siły?
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
- Uczniowie zapoznają się z pojęciem i jednostką popędu. - Uczniowie w formie burzy mózgów dyskutują nad przykładami sytuacji, w których do opisu skutków działania na ciało siły, przez zadany przedział czasowy możliwym jest wykorzystanie pojęcia popędu.	
Faza realizacyjna:	
- Uczniowie samodzielnie zapoznają się z tekstem e-materiału. Uczniowie zapoznają się z grafiką interaktywną dołączoną do e-materiału. - Uczniowie samodzielnie przystępują do rozwiązania zadań 1-6 dołączonych do e-materiału. - Nauczyciel pełni rolę doradcy, obserwuje i kontroluje pracę uczniów.	
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. Uczniowie rozwiązują samodzielnie w domu zadania 7-8 z dołączonego zestawu zadań.	

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:	Multimedium bazowe może zostać wykorzystane przez uczniów po lekcji. Zadania z zestawu ćwiczeń od 1 do 6 powinny zostać rozwiązane w trakcie lekcji. Zadanie 7-8 z zestawu może stanowić pracę domową.
--	---