

Ruch zmienny prostoliniowy. Przyspieszenie. Prędkość średnia i chwilowa

Zasób zawiera: ogólny wstęp do tematu, fotografię, odwołanie do wcześniejszej wiedzy ucznia oraz cele lekcji sformułowane w języku ucznia.

Zasób zawiera: określenie ruchu zmiennego, przyspieszonego, opóźnionego; aplikację do symulacji ruchu zmiennego; polecenie odwołujące się do doświadczenia ucznia.

Zasób zawiera: wprowadzenie do pojęcia przyspieszenia; określenie przyspieszenia wraz ze wzorem i jednostką; przykłady obliczania przyspieszenia i opóźnienia w różnych sytuacjach zobrazowane filmami animowanymi; określenie opóźnienia; dwa polecenia z zadaniami rachunkowymi.

Zasób zawiera: wprowadzenie do tematu, film pt. Prędkość w ruchu zmiennym oraz polecenie dla ucznia.

Zasób zawiera zestawienie informacji dotyczących ruchu zmiennego, przyspieszenia oraz pracę domową składającą się z dwóch poleceń.

Zestaw dwóch zadań interaktywnych sprawdzających umiejętność obliczania zmiany prędkości i przyspieszenia.

Ruch zmienny prostoliniowy. Przyspieszenie. Prędkość średnia i chwilowa

Na co dzień raczej rzadko mamy do czynienia z jazdą ze stałą prędkością. Dużo częściej spotykasz sytuacje, w których jedziesz coraz szybciej (np. podczas ruszania) lub coraz wolniej (np. podczas hamowania). Podczas tej lekcji będziemy opisywać ruch odbywający się po linii prostej, ale ze zmienną prędkością.



Podczas strzelania z łuku najpierw strzała porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym prostoliniowym, następnie jednostajnym, a w końcowej fazie jednostajnie opóźnionym (podczas przebijania tarczy zwalnia)

Źródło: Mikhail Nilov, dostępny w internecie: pexels.com, domena publiczna.

Przed przystąpieniem do zapoznania się z tematem należy znać poniższe zagadnienia

- droga a tor ruchu;
- klasyfikacja ruchów ze względu na tor i wartość prędkości;
- ruch jednostajny i ruch prostoliniowy;
- obliczanie wartości prędkości i wyrażanie jej w różnych jednostkach;
- obliczanie wartości wielkości opisujących ruch jednostajny: drogi, prędkości oraz czasu;
- wykresy zależności drogi od czasu $s(t)$ i prędkości od czasu $v(t)$ dla ruchu jednostajnego prostoliniowego;
- prędkość jest wielkością wektorową.

Ich opracowanie znajdziesz materiałach:

- [Ruch i spoczynek. Względność ruchu,](#)
- [Prędkość i jej jednostki. Odczytywanie prędkości i drogi z wykresów,](#)

- Wyznaczanie prędkości ruchu na podstawie pomiaru czasu i drogi,
- Ruch jednostajny prostoliniowy,
- Rysowanie i analiza wykresów zależności drogi i prędkości od czasu w ruchu jednostajnym prostoliniowym.

Nauczysz się

- podawać definicję ruchu zmiennego;
- odróżniać ruch przyspieszony od opóźnionego;
- podawać definicję przyspieszenia i obliczać jego wartość.

Co to jest ruch zmienny?

Znasz już pojęcie ruchu jednostajnego prostoliniowego. Prędkość w tym ruchu jest stała. W życiu codziennym masz jednak częściej do czynienia z sytuacją, w której zmianie ulegają zarówno wartość samej prędkości, jak i kierunek ruchu ciała. Nasze rozważania w tym materiale ograniczymy do analizy ruchów, w których torem jest linia prosta, a prędkość będzie się zmieniać – rosnąć lub maleć: **ruchu zmiennego**, **ruchu przyspieszonego** i **ruchu opóźnionego**.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/b/Pq6OeyNRI>

Czym charakteryzuje się ruch zmienny?

Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1

Podaj po trzy przykłady ruchu przyspieszonego i opóźnionego, które możesz zaobserwować w otaczającym cię świecie.

Przyspieszenie

W Stanach Zjednoczonych Ameryki popularne są wyścigi samochodowe na dystansie $\frac{1}{4}$ mili, tj. 402,336 m. Kiedy samochody mijają metę, często jadą z prędkością ponad $200 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.



Najlepsze samochody sportowe przebywają dystans $\frac{1}{4}$ mili w czasie krótszym niż 10 s

Źródło: Ben - P1, edycja: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, dostępny w internecie: <http://commons.wikimedia.org/> [dostęp 24.06.2022], licencja: CC BY-SA 2.0.

Wyścigu na $\frac{1}{4}$ mili nie musi koniecznie wygrać samochód o największej prędkości maksymalnej; zwycięży ten, który w najkrótszym czasie osiągnie największą prędkość.

Przyspieszenie jest wielkością fizyczną, opisującą zmianę wartości prędkości ciała w jednostce czasu:

$$\text{przyspieszenie} = \frac{\text{zmiana wartości prędkości}}{\text{przedział czasu}},$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}.$$

Podczas zmiany prędkości mamy do czynienia z dwiema wartościami: początkową i końcową. Przykładowo: samochód jedzie z prędkością $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, kierowca przyspiesza i samochód osiąga prędkość $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Zmiana prędkości zawsze będzie obliczana jako różnica wartości końcowej i początkowej. W tym przypadku zmiana prędkości $\Delta v = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Zmiana jest dodatnia, co oznacza, że wartość prędkości wzrosła, czyli przyspieszenie ciała jest dodatnie.

Zapamiętaj!

W fizyce do oznaczania zmian wielkości fizycznych stosuje się grecką literę Δ (delta), odpowiadającą polskiej literze D . Przykładowo: zmianę prędkości (przyrost lub spadek) oznaczmy jako Δv . Natomiast Δt to przedział czasu, w którym następuje zmiana prędkości.

Uzupełnienie

Jeśli chcesz uzupełnić materiał bieżącej lekcji, rozwiń poniższą zakładkę.

Przyspieszenie jako wielkość wektorowa

W jakich jednostkach wyrażamy przyspieszenie? Jeżeli jednostką zmiany prędkości jest $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ (metr na sekundę), a jednostką czasu – sekunda, to na podstawie wzoru na przyspieszenie:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

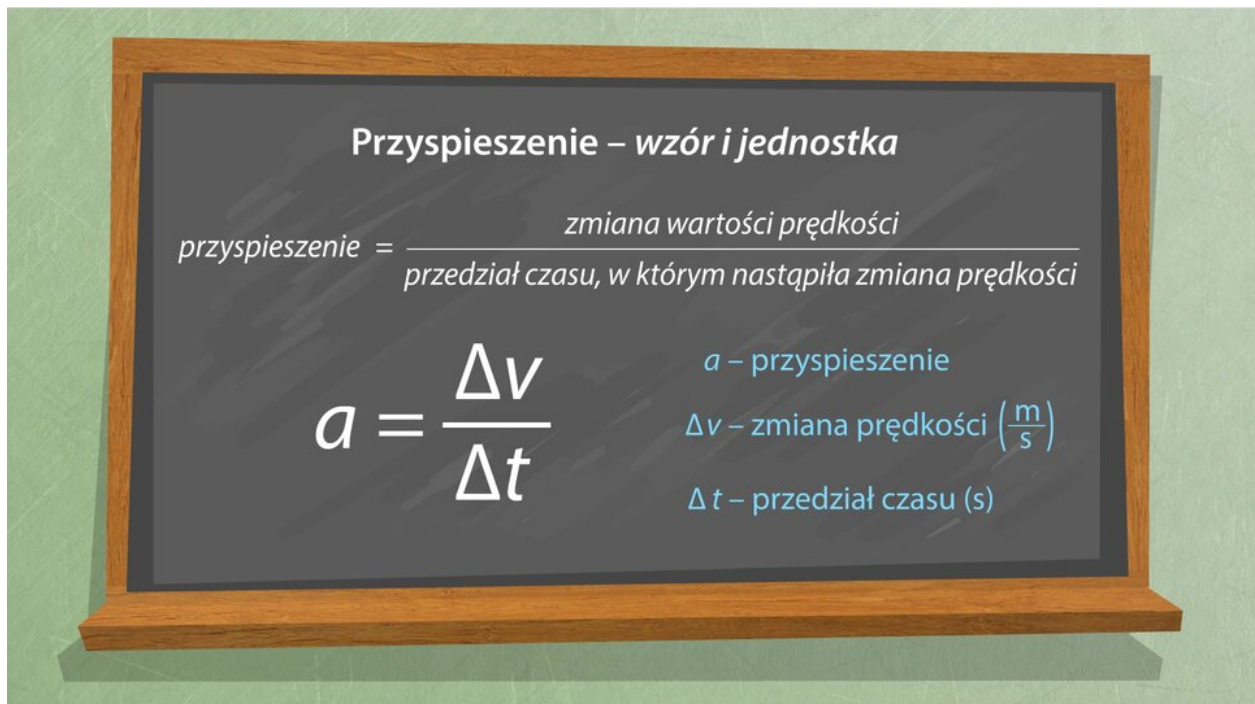
otrzymujemy:

$$\frac{\frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{1}{\text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Z naszych obliczeń wynika, że jednostką przyspieszenia jest $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ (metr na sekundę kwadrat).

Zapamiętaj!

Przyspieszenie jeden metr na sekundę do kwadratu ($1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) informuje nas o tym, że prędkość ciała wzrosła o jeden metr na sekundę w czasie jednej sekundy. Jeżeli przyspieszenie wynosi $3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, prędkość wzrasta o $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ w ciągu każdej sekundy.



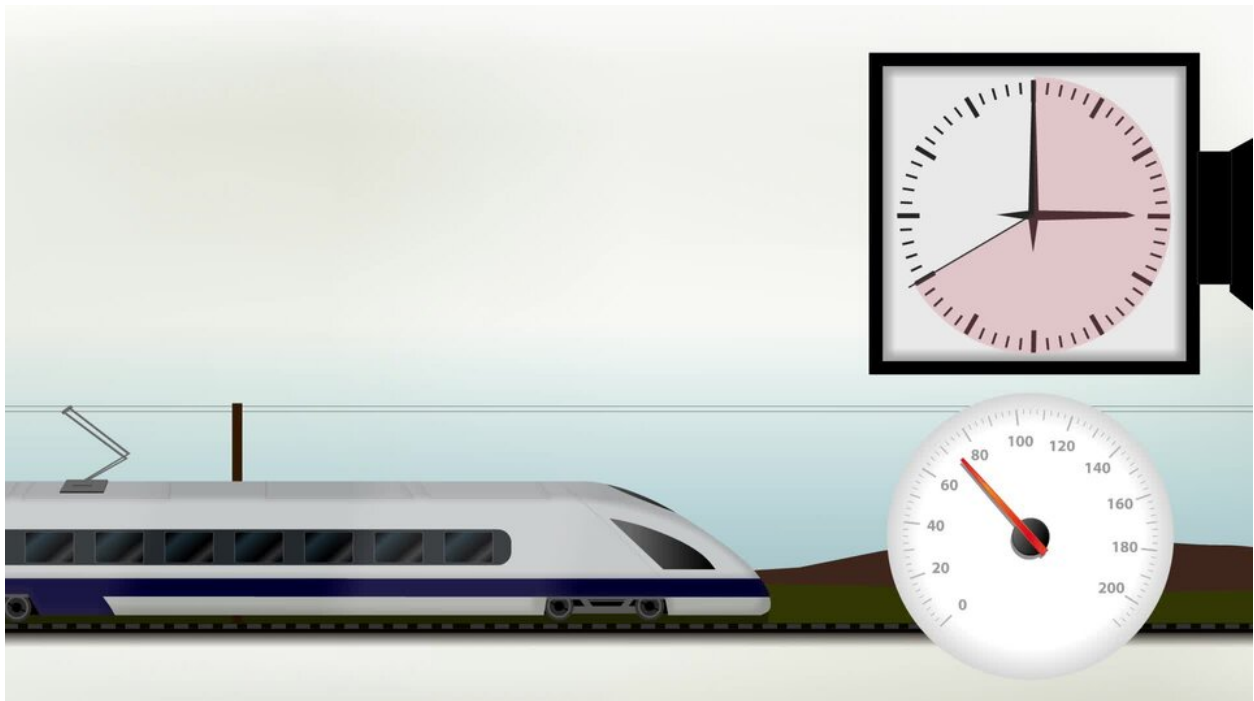
Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1ZbFbGQ2eKJQ>

Jak obliczyć przyspieszenie?

Źródło: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, licencja: CC BY 3.0.

Animacja przedstawiająca wzór na przyspieszenie.

Przykład 1



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1cpLqwIspGLD>

Jak obliczyć wartość przyspieszenia pociągu osobowego?

Źródło: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, licencja: CC BY 3.0.

Animacja przedstawiająca sposób obliczania wartości przyspieszenia.

Przykład 2



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RIIecP6HxqmQs>

Jak obliczyć wartość przyspieszenia, które pocisk uzyskał w lufie karabinu?

Źródło: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, licencja: CC BY 3.0.

Animacja przedstawiająca sposób obliczania wartości przyspieszenia.

Przykład 3

Kiedy podczas wyścigu samochód przejeżdżał przez końcowy punkt kontrolny, jechał z prędkością $211 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Czas przejazdu od startu wyniósł 11,2 s. Oblicz wartość przyspieszenia samochodu.

Rozwiązanie:

Analiza zadania – zjawisko: ruch przyspieszony

Definicja przyspieszenia:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Wymagane wielkości:

$$\Delta v \text{ i } \Delta t$$

$$\Delta v = v_k - v_p$$

Dane:

$$v_p = 0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$v_k = 211 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\Delta t = 11,2 \text{ s}$$

Szukane:

przyspieszenie a

Obliczenia:

$$\Delta v = v_k - v_p = (211 - 0) \frac{\text{km}}{\text{h}} = 211 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 211 \cdot \frac{1000}{3600} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 58,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta t = 11,2 \text{ s}$$

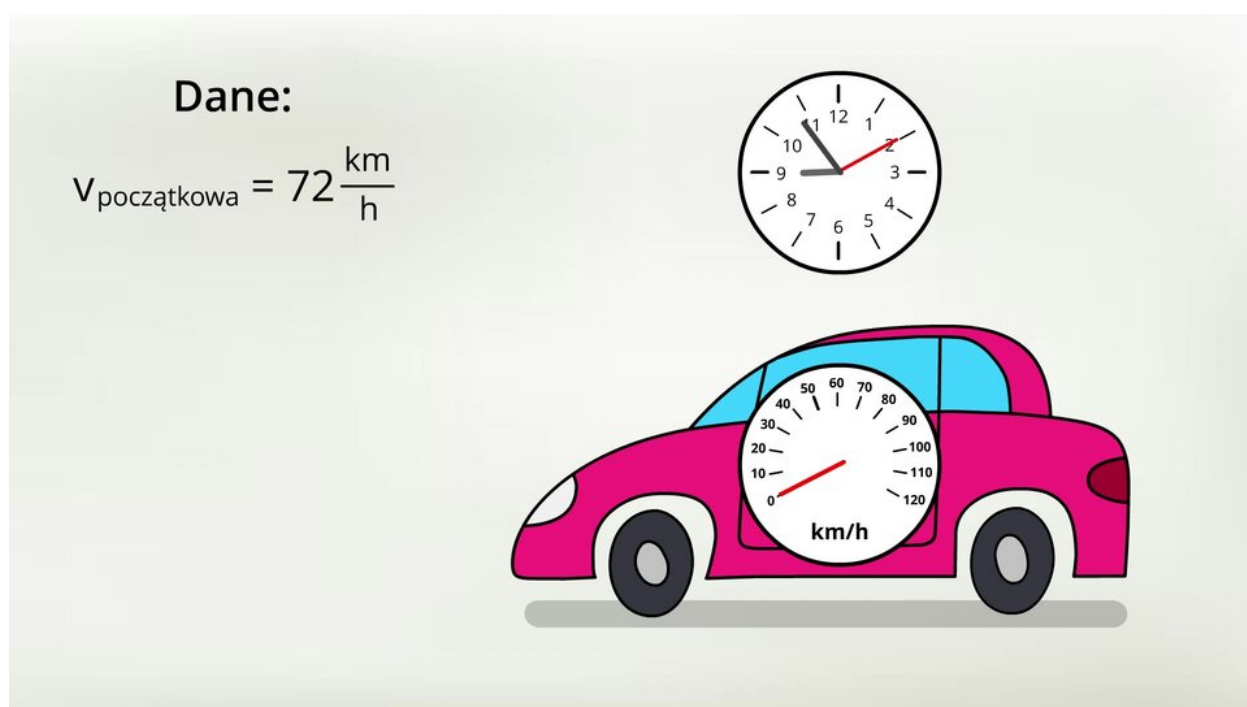
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{58,6}{11,2} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 5,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Odpowiedź:

Przyspieszenie samochodu w czasie wyścigu wynosiło około $5,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Obliczmy wspólnie wartość przyspieszenia ciała, które zmniejsza wartość swojej prędkości z $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ do $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Zmiana prędkości zawsze będzie obliczana jako różnica wartości końcowej i początkowej. W tym przypadku $\Delta v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} = -10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Widzimy, że zmiana jest ujemna, co oznacza, że wartość prędkości zmalała. Wynika z tego również, że wartość przyspieszenia ciała $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ jest **ujemna**.

Przykład 4



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1AmxMedOPFtA>

Jak obliczyć opóźnienie ciała?

Źródło: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, licencja: CC BY 3.0.

Animacja przedstawiająca sposób obliczania wartości opóźnienia.

Polecenie 1

Ile wynosi przyspieszenie ciała, gdy jego prędkość zmalała o $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ w czasie 5 sekund?

Uzupełnienie

Jeśli chcesz uzupełnić materiał bieżącej lekcji, rozwiń poniższą zakładkę.

Spróbuj odpowiedzieć na pytanie

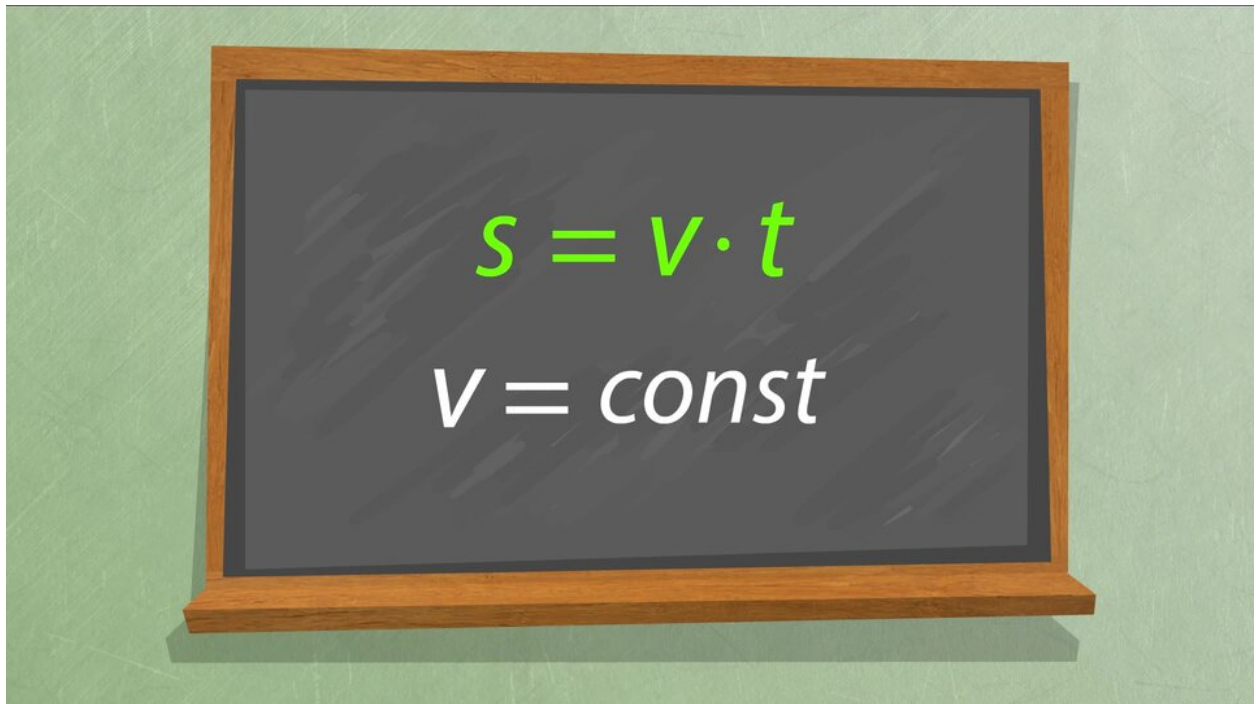
Odpowiedź

Polecenie 2

Cząstka wleciała do przyspieszacza (akceleratora) z prędkością $1000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, która po czasie $5 \cdot 10^{-4} \text{ s}$ zwiększyła się do $8000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Oblicz przyspieszenie, z jakim cząstka poruszała się w akceleratorze.

Prędkość chwilowa i średnia

W ruchu jednostajnym wartość prędkości jest stała i w związku z tym prędkość chwilowa i średnia są sobie równe. Gdy wartość prędkości się zmienia, obie wielkości będą się od siebie różniły. Prędkość chwilowa będzie np. coraz większa – im większe przyspieszenie, tym większa prędkość. A co się stanie z wartością prędkości średniej?



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RLmAnsoib3Si9>

Prędkość chwilowa i średnia w ruchu zmiennym

Źródło: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, licencja: CC BY 3.0.

Animacja przedstawiająca zagadnienie prędkości chwilowej i średniej w ruchu zmiennym.

Średnia prędkość wyraża się wzorem $v = \frac{s}{t}$, gdzie s jest drogą przebytą w czasie t . Jeżeli prędkość chwilowa ciała rośnie, wzrasta również droga przebyta w danym czasie. Jak obliczać prędkość średnią lub chwilową? Ten problem poruszany jest w kolejnych materiałach.

Ćwiczenie 2

Jak obliczyć całkowitą drogę przebytą przez ciało w pewnym czasie t , gdy wykres zależności prędkości od czasu jest linią prostą nachyloną pod pewnym kątem do osi czasu i rozpoczyna się na początku układu współrzędnych?

Podsumowanie

- Ruch, w którym dochodzi do zmian prędkości, nazywamy ruchem zmiennym.

- Jeśli podczas ruchu prędkość ciała rośnie, to mówimy, że jest to ruch przyspieszony, a jeśli ta prędkość maleje – jest to ruch opóźniony.
- Wielkość fizyczną opisującą zmianę prędkości ciała w jednostce czasu nazywamy przyspieszeniem. Obliczamy je ze wzoru

$$\text{przyspieszenie} = \frac{\text{zmiana prędkości}}{\text{przedział czasu}}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

- W fizyce do oznaczania zmian wielkości fizycznych stosuje się grecką literkę Δ . Przykładowo: zmianę prędkości (przyrost lub spadek) oznaczmy jako Δv . Natomiast zmiana czasu to Δt .
- Zmiana prędkości

$$\Delta v = v_k - v_p = \text{prędkość końcowa} - \text{prędkość początkowa}$$

- Zmiana wartości prędkości jest dodatnia w ruchu przyspieszonym, a ujemna – w ruchu opóźnionym.
- Przyspieszenie o wartości jednego metra na sekundę kwadrat ($1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) informuje nas o tym, że prędkość ciała wzrosła o jeden metr na sekundę w czasie jednej sekundy.
- Opóźnienie to przyspieszenie o wartości ujemnej. Pojawia się, gdy ciało zmniejsza prędkość swojego ruchu (hamuje).
- W ruchu zmiennym prędkość chwilowa różni się od prędkości średniej ciała.

Polecenie 3

Oblicz przyspieszenie ciała, którego prędkość zmieniła się w czasie 2 sekund o $15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Zadania podsumowujące

Ćwiczenie 3



Zaznacz wszystkie prawidłowe zakończenia poniższego zdania. W tym zadaniu są trzy poprawne odpowiedzi.

Przyspieszenie o wartości $4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ informuje nas o tym, że:

- ☐ ciało zmieniło wartość swojej prędkości o $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ w czasie 4 s.
- ☐ ciało zmieniło wartość swojej prędkości o $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ w czasie 0,5 s.
- ☐ ciało zmieniło wartość swojej prędkości o $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ w czasie 4 s.
- ☐ ciało zmieniło wartość swojej prędkości o $8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ w czasie 2 s.
- ☐ ciało zmieniło wartość swojej prędkości o $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ w czasie 1 s.

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Samochód wyścigowy zwiększył wartość swojej prędkości ze 130 do $230 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ w czasie 4 sekund. Oblicz przyspieszenie tego samochodu. Odpowiedź podaj w $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, z dokładnością dwóch miejsc po przecinku.

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Słownik

opóźnienie

przyspieszenie o wartości ujemnej. Pojawia się, gdy ciało zmniejsza prędkość swojego ruchu (hamuje).

przyspieszenie

wielkość fizyczna opisująca zmianę wartości prędkości ciała w jednostce czasu.

ruch opóźniony

ruch, w trakcie którego prędkość ciała maleje.

ruch przyspieszony

ruch, w trakcie którego prędkość ciała rośnie.

ruch zmienny

ruch, w którym dochodzi do zmian wartości prędkości.