



Wrocław  
University  
of Science  
and Technology

# Fizyka

semestr zimowy

2020/2021

**Grupa B: Piątek, 15:00 - 16:30**

**Grupa A: Piątek, 16:40 - 18:10**

**sala wirtualna**

**– zajęcia online**

**Sylwia Majchrowska**

**[sylwia.majchrowska@pwr.edu.pl](mailto:sylwia.majchrowska@pwr.edu.pl)**

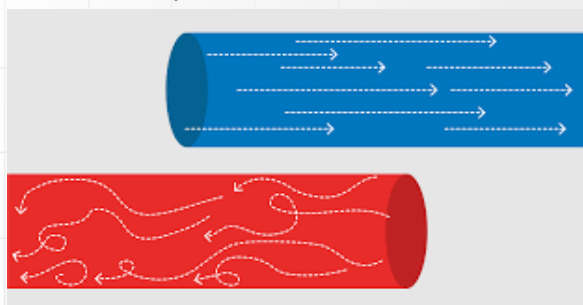
***<https://majsylw.netlify.app/teaching/>***  
**pokój 213, budynek L-1**



# Czym jest fizyka?



Jednym z celów fizyki jest badanie ruchu obiektów - na przykład tego, jak szybko się poruszają i jak daleko się poruszają w określonym czasie. Dla niektórych inżynierów ten aspekt fizyki jest kluczowy, gdyż pozwala na określenie parametrów pojazdu przed wyścigiem i w jego trakcie. Geolodzy wykorzystują tę gałąź fizyki do pomiaru ruchu płyt tektonicznych, próbując przewidzieć trzęsienia ziemi. Medycy diagnozują przepływ krwi u pacjenta, a kierowcy używają jej do określenia, do jakiej prędkości muszą zwolnić, gdy ich wykrywacz radarów wyda ostrzeżenie.





# Ruch

Klasyfikacja i porównywanie rodzajów ruchu = **kinematyka**

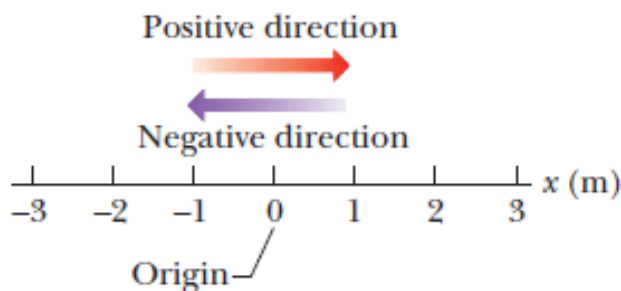
## Niektóre założenia:

1. Ruch odbywa się tylko po linii prostej. Linia może być pionowa, pozioma, ale musi być prosta.
2. Siły powodują ruch, ale nie będą dziś omawiane. Dziś omawiamy tylko sam ruch i zmiany w ruchu. Czy poruszający się obiekt przyspiesza, zwalnia, zatrzymuje się lub zmienia kierunek? Jeśli ruch się zmienia, to w jakim czasie?
3. Poruszający się obiekt to albo **cząstka** (przez co rozumiemy obiekt podobny do punktu), albo obiekt, który porusza się jak cząstka (tak, że każda część porusza się w tym samym kierunku i z tą samą szybkością).



# Położenie, a przemieszczenie

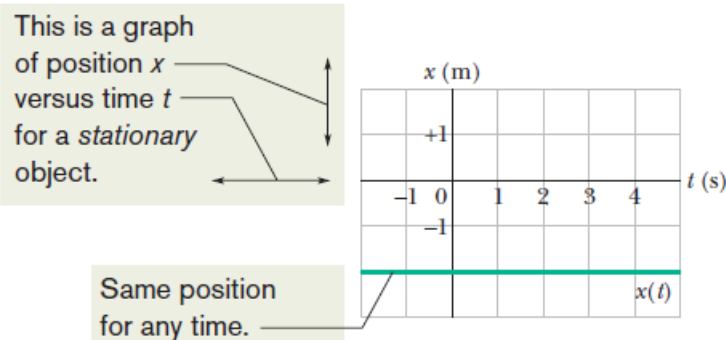
Zmiana pozycji z  $x_1$  do  $x_2$  jest nazywana **przemieszczeniem**  $\Delta x$ .



$$\Delta x = x_2 - x_1$$

Symbol  $\Delta$ , grecka wielka litera delta, przedstawia zmianę wielkości i oznacza końcową wartość pomniejszoną o wartość początkową.

Wykres  $x(t)$  dla obiektu pozostającego w spoczynku. Wartość  $x$  wynosi -2 m dla każdego  $t$ .





# Wielkość wektorowa, a skalarna

Przemieszczenie jest przykładem wielkości wektorowej, która jest wielkością mającą zarówno kierunek, jak i wielkość.

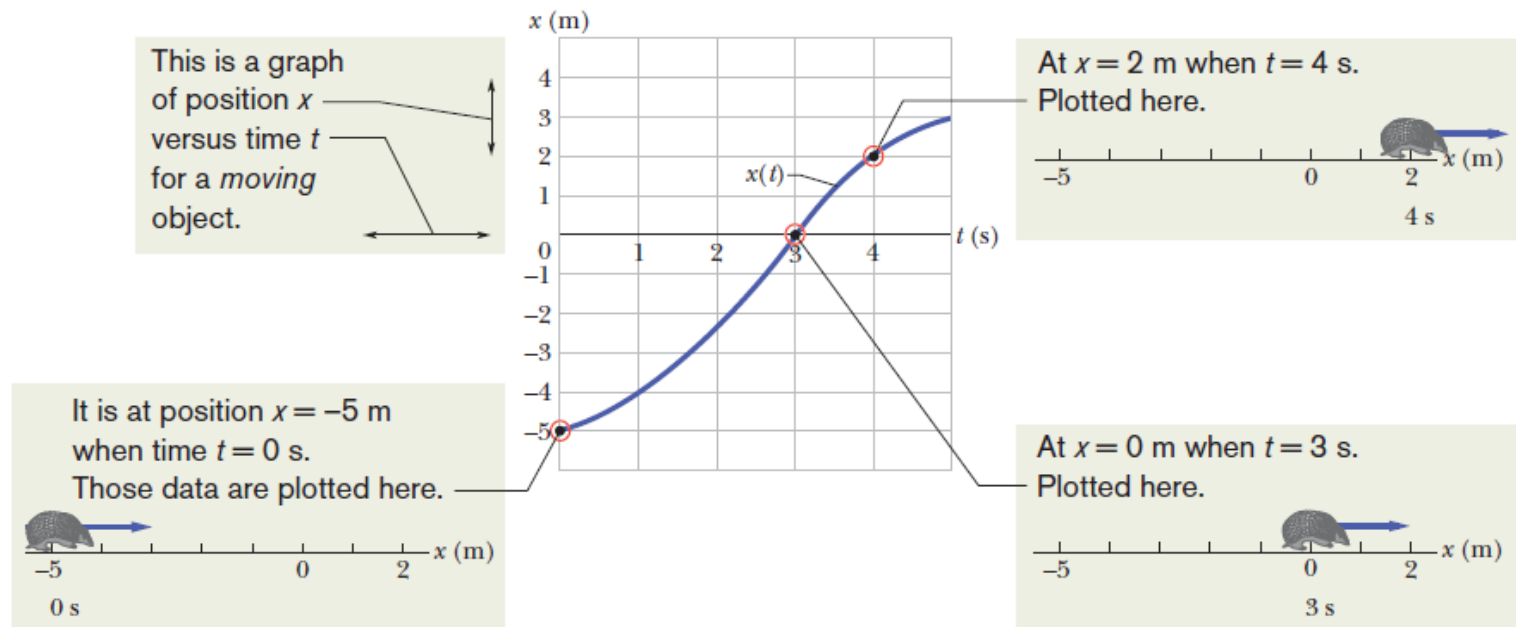
Ilość wektorów ma dwie cechy:

1. Wartość: w przypadku przemieszczenia jest to odległość (na przykład liczba metrów) między położeniem pierwotnym i końcowym.
2. Kierunek i zwrot, od pozycji pierwotnej do pozycji końcowej, można przedstawić za pomocą znaku plus lub minus, jeśli ruch odbywa się wzdłuż pojedynczej osi.

Skalar to wielkość, która jest w pełni opisana tylko przez wartość.



# Wykres ruchu



Pancernika po raz pierwszy zauważono w czasie  $t = 0$  s, kiedy znajdował się w położeniu  $x = -5$  m. Przesunął się w kierunku  $x = 0$  m w czasie  $t = 3$  s, a następnie przesunął się w stronę większych wartości  $x$ .

Wykres ma na celu pokazanie jak szybko poruszał się pancernik.



# Średnia prędkość i szybkość

W rzeczywistości ze zwrotem „jak szybko” jest powiązanych kilka wielkości. Jedną z nich jest **średnia prędkość**  $v_{\text{avg}}$ , którą obliczamy jako iloraz przemieszczenia  $x$  w danym odcinku czasu i tego odcinku czasu  $t$  :

$$v_{\text{avg}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}.$$

Powyższa notacja oznacza, że pozycja  $x_1$  osiągana jest w czasie  $t_1$ , a  $x_2$  w czasie  $t_2$ . Popularną jednostką średniej prędkości  $v_{\text{avg}}$  jest metr na sekundę (m/s). W zadaniach możemy wykorzystywać też inne jednostki, ale zawsze w formacie długość/czas.

**Średnia szybkość**  $s_{\text{avg}}$  jest innym sposobem na określenie “jak szybko” obiekt się posusza. Średnia szybkość zależy od pokonanego dystansu (niezależnie od kierunku poruszania się), czyli

$$s_{\text{avg}} = \frac{\text{total distance}}{\Delta t}.$$

Średnia szybkość będzie zawsze dodatnia. Czasem co do wartości  $s_{\text{avg}}$  wyniesie tyle samo co  $v_{\text{avg}}$ .



# Przykład 1.1

Wyobraź sobie, że podróżujesz samochodem po prostej drodze przez 8.4 km jadąc 70 km/h, po czym zjeżdżasz na stację i zatrzymujesz się. Po czasie 30 min, idziesz spacerem 2.0 km.

- (a) Jakie jest Twoje ogólne przemieszczenie od początku jazdy do przybycia na stację?
- (b) Jaki jest przedział czasu  $\Delta t$  od początku jazdy do przybycia na stację?
- (c) Jaka jest twoja średnia prędkość  $v_{\text{avg}}$  od początku jazdy do przybycia na stację? Rozwiązanie przedstaw w postaci liczbowej i graficznej.
- (d) Załóżmy, że zatankowanie benzyny, zapłacenie za nią i powrót do ciężarówki zajmie Ci kolejne 45 minut. Jaka jest Twoja średnia prędkość od początku jazdy do powrotu do ciężarówki z benzyną?





# Przykład 1.1 - rozwiązanie

Wyobraź sobie, że podróżujesz samochodem po prostej drodze przez 8.4 km jadąc 70 km/h, po czym zjeżdżasz na stację i zatrzymujesz się. Po czasie 30 min, idziesz spacerem 2.0 km.

(a) Jakie jest Twoje ogólne przemieszczenie od początku jazdy do przybycia na stację?

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 10.4 \text{ km} - 0 = 10.4 \text{ km.}$$



# Przykład 1.1 - rozwiązanie

Wyobraź sobie, że podróżujesz samochodem po prostej drodze przez 8.4 km jadąc 70 km/h, po czym zjeżdżasz na stację i zatrzymujesz się. Po czasie 30 min, idziesz spacerem 2.0 km.

- (a) Jakie jest Twoje ogólne przemieszczenie od początku jazdy do przybycia na stację?
- (b) Jaki jest przedział czasu  $\Delta t$  od początku jazdy do przybycia na stację?

$$v_{\text{avg,dr}} = \frac{\Delta x_{\text{dr}}}{\Delta t_{\text{dr}}}$$

Rearranging and substituting data then give us

$$\Delta t_{\text{dr}} = \frac{\Delta x_{\text{dr}}}{v_{\text{avg,dr}}} = \frac{8.4 \text{ km}}{70 \text{ km/h}} = 0.12 \text{ h.}$$

So,

$$\begin{aligned} \Delta t &= \Delta t_{\text{dr}} + \Delta t_{\text{wlk}} \\ &= 0.12 \text{ h} + 0.50 \text{ h} = 0.62 \text{ h.} \end{aligned}$$



# Przykład 1.1 - rozwiązanie

Wyobraź sobie, że podróżujesz samochodem po prostej drodze przez 8.4 km jadąc 70 km/h, po czym zjeżdżasz na stację i zatrzymujesz się. Po czasie 30 min, idziesz spacerem 2.0 km.

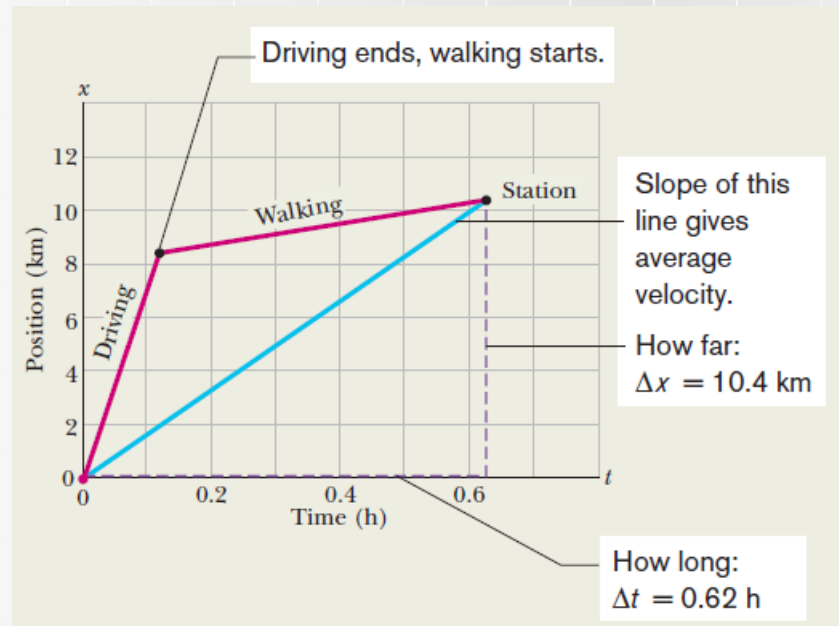
- (a) Jakie jest Twoje ogólne przemieszczenie od początku jazdy do przybycia na stację?
- (b) Jaki jest przedział czasu  $\Delta t$  od początku jazdy do przybycia na stację?
- (c) Jaka jest twoja średnia prędkość  $v_{\text{avg}}$  od początku jazdy do przybycia na stację? Rozwiązanie przedstaw w postaci liczbowej i graficznej.

$$v_{\text{avg}} = 10.4 \text{ km} / 0.62 \text{ h} = 16.8 \text{ km/h}$$



# Przykład 1.1 - rozwiązanie

Aby przedstawić  $v_{\text{avg}}$  graficznie, najpierw wykreśl funkcję  $x(t)$  jak pokazano na poniższym wykresie, gdzie jej początek mieści się w punkcie (0,0), a koniec w punkcie podpisanym jako “Station.” Średnia prędkość to prosta linia łącząca te dwa punkty; stąd,  $v_{\text{avg}}$  jest ilorazem wysokości ( $x = 10.4$  km) i odcinka na osi czasu ( $t = 0.62$  h), co daje nam wartość  $v_{\text{avg}} = 16.8$  km/h.





# Przykład 1.1 - rozwiązanie

Wyobraź sobie, że podróżujesz samochodem po prostej drodze przez 8.4 km jadąc 70 km/h, po czym zjeżdżasz na stację i zatrzymujesz się. Po czasie 30 min, idziesz spacerem 2.0 km.

- (a) Jakie jest Twoje ogólne przemieszczenie od początku jazdy do przybycia na stację?
- (b) Jaki jest przedział czasu  $\Delta t$  od początku jazdy do przybycia na stację?
- (c) Jaka jest twoja średnia prędkość  $v_{\text{avg}}$  od początku jazdy do przybycia na stację? Rozwiązanie przedstaw w postaci liczbowej i graficznej.
- (d) Załóżmy, że zatankowanie benzyny, zapłacenie za nią i powrót do ciężarówki zajmie Ci kolejne 45 minut. Jaka jest Twoja średnia szybkość od początku jazdy do powrotu do ciężarówki z benzyną?

Przebyty dystans:  $8.4 \text{ km} + 2.0 \text{ km} + 2.0 \text{ km} = 12.4 \text{ km}$

Całkowity czas:  $0.12 \text{ h} + 0.50 \text{ h} + 0.75 \text{ h} = 1.37 \text{ h}$

$$s_{\text{avg}} = 12.4 \text{ km} / 1.37 \text{ h} = 9.1 \text{ km/h}$$



# Średnie przyspieszenie

Kiedy prędkość poruszającego się obiektu się zmienia, mówimy, że obiekt uległ **przyspieszeniu** (lub przyspieszył). Dla ruchu wzdłuż osi, **średnie przyspieszenie**  $a_{\text{avg}}$  w czasie  $t$  zadane jest wzorem

$$a_{\text{avg}} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

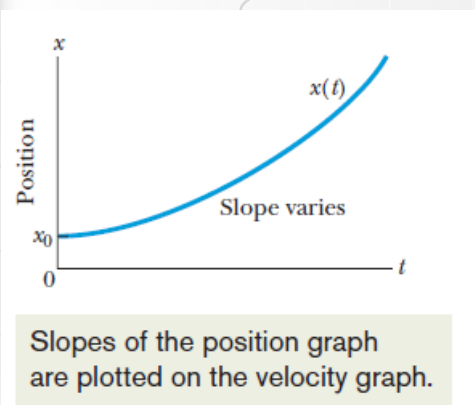
Powszechną jednostką dla przyspieszenia jest:  $\text{m}/(\text{s} \cdot \text{s})$  lub  $\text{m}/\text{s}^2$ . Generalnie jednostka ta jest wyrażana jako długość/czas<sup>2</sup>.



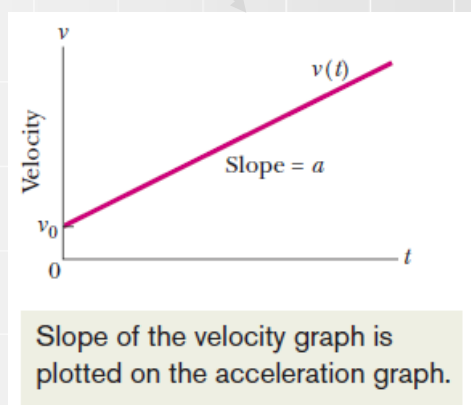
# Stałe przyspieszenie

W większości przypadków mamy do czynienia ze stałym przyspieszeniem. Przykładowo kierowca może poruszać się ze stałym przyspieszeniem gdy światła zmieniają się z czerwonych na zielone.

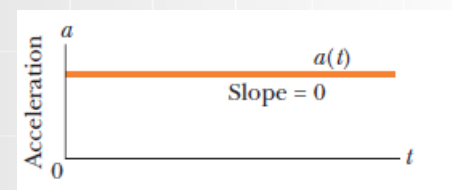
(1)



(2)



(3)



(1) Wykres położenia od czasu  $x(t)$  gdy obiekt porusza się ze stałym przyspieszeniem.

(2) Jego prędkość  $v(t)$ .

(3) Jego przyspieszenie  $a(t)$ .



# Równania ruchu przy stałym przyspieszeniu

Kiedy przyspieszenie jest stałe możemy zapisać

$$a = a_{\text{avg}} = \frac{v - v_0}{t - 0}$$

Tutaj  $v_0$  to prędkość w czasie  $t = 0$  a  $v$  jest prędkością w późniejszym punkcie czasu  $t$ .  
To równanie możemy przepisać jako

$$v = v_0 + at$$

Sprawdź, że dla  $v = v_0$  równanie się redukuje (dla  $t = 0$ ).

$$v_{\text{avg}} = \frac{x - x_0}{t - 0}$$

$$x = x_0 + v_{\text{avg}}t$$

$$v_{\text{avg}} = v_0 + \frac{1}{2}at$$

Przy liniowej zależności dla prędkości, średnia prędkość w odcinku czasu (powiedzmy od  $t = 0$  do późniejszego punktu w czasie  $t$ ) jest średnią prędkością początkowej prędkości  $v_0$  i końcowej  $v$ .

$$v_{\text{avg}} = \frac{1}{2}(v_0 + v)$$

Equation	Missing Quantity
$v = v_0 + at$	$x - x_0$
$x - x_0 = v_0t + \frac{1}{2}at^2$	$v$
$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$	$t$
$x - x_0 = \frac{1}{2}(v_0 + v)t$	$a$
$x - x_0 = vt - \frac{1}{2}at^2$	$v_0$

$$x - x_0 = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

$$x - x_0 = \frac{1}{2}(v_0 + v)t$$

$$x - x_0 = vt - \frac{1}{2}at^2$$





# Spadek swobodny

Gdybyś podrzucił przedmiot w górę lub w dół i mógł w jakiś sposób wyeliminować wpływ powietrza na jego lot, odkryłbyś, że obiekt przyspiesza w dół z pewnym stałym przyspieszeniem. Tę przyspieszenie to przyspieszenie ziemskie, jego wielkość jest oznaczana przez literę  $g$ . Przyspieszenie to nie zależy od rodzaju obiektu, jego masy, gęstości czy kształtu – jest takie same dla wszystkich przedmiotów.

Przyspieszenie ziemskie przy jej powierzchni wynosi  $a = -g = -9.8 \text{ m/s}^2$ , a jego wielkość jest równa  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ .

Pióro i jabłko w próżni spada z tym samym przyspieszeniem  $g$ . Przy braku oporu powietrza jabłko i pióro spadają równocześnie.

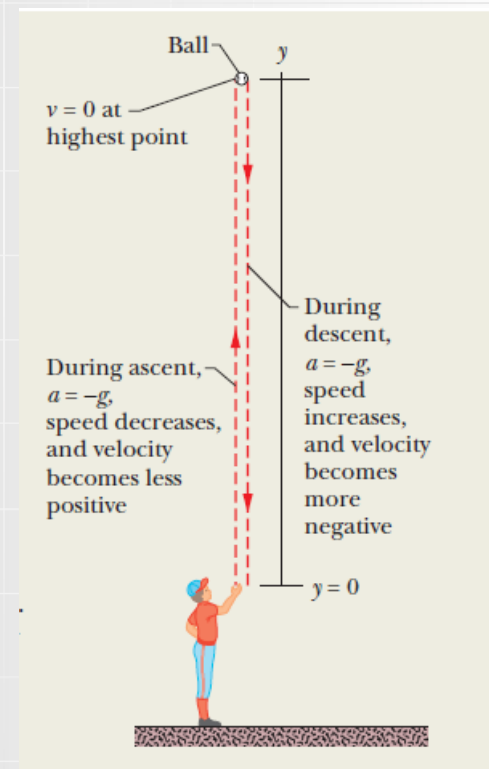




# Przykład 1.2

Na rysunku obok miotacz rzuca piłką baseballową wzdłuż osi  $y$ , z początkową prędkością równą 12 m/s.

- (a) Po jakim czasie piłka osiągnie maksymalną wysokość?
- (b) O ile metrów maksymalnie wzniesie się piłka?
- (c) Ile czasu będzie potrzebować piłka aby wzniesć się o 5.0 m?



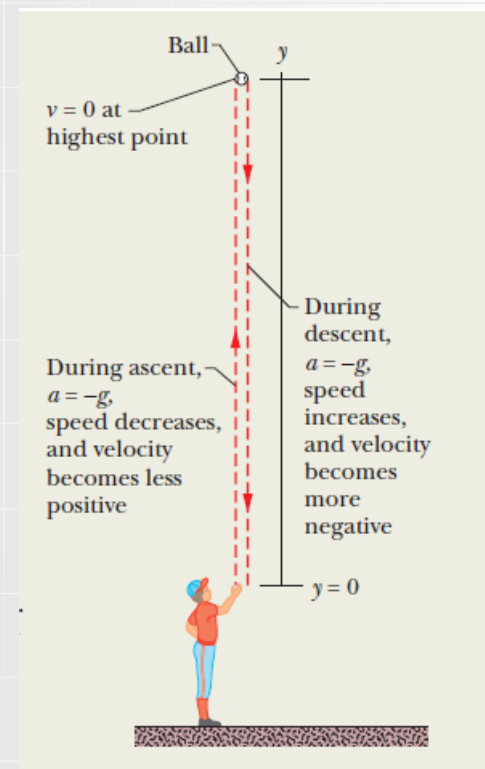


# Przykład 1.2 - rozwiązanie

Na rysunku obok miotacz rzuca piłką baseballową wzdłuż osi  $y$ , z początkową prędkością równą 12 m/s.

(a) Po jakim czasie piłka osiągnie maksymalną wysokość?

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{0 - 12 \text{ m/s}}{-9.8 \text{ m/s}^2} = 1.2 \text{ s}$$



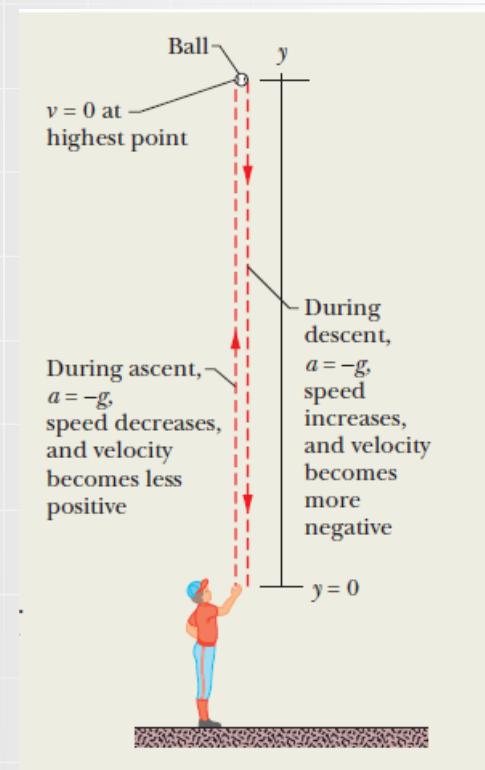


# Przykład 1.2 - rozwiązanie

Na rysunku obok miotacz rzuca piłką baseballową wzdłuż osi  $y$ , z początkową prędkością równą 12 m/s.

- (a) Po jakim czasie piłka osiągnie maksymalną wysokość?
- (b) O ile metrów maksymalnie wzniesie się piłka?

$$y = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - (12 \text{ m/s})^2}{2(-9.8 \text{ m/s}^2)} = 7.3 \text{ m}$$





# Przykład 1.2 - rozwiązanie

Na rysunku obok miotacz rzuca piłką baseballową wzdłuż osi  $y$ , z początkową prędkością równą 12 m/s.

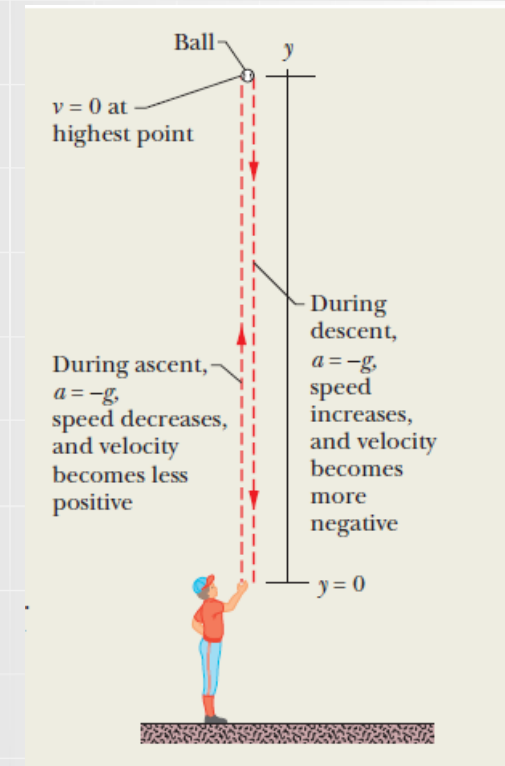
- (a) Po jakim czasie piłka osiągnie maksymalną wysokość?
- (b) O ile metrów maksymalnie wzniesie się piłka?
- (c) Ile czasu będzie potrzebować piłka aby wzniesć się o 5.0 m?

$$y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$5.0 \text{ m} = (12 \text{ m/s})t - \left(\frac{1}{2}\right)(9.8 \text{ m/s}^2)t^2$$

$$4.9t^2 - 12t + 5.0 = 0.$$

$$t = 0.53 \text{ s} \quad \text{and} \quad t = 1.9 \text{ s}$$



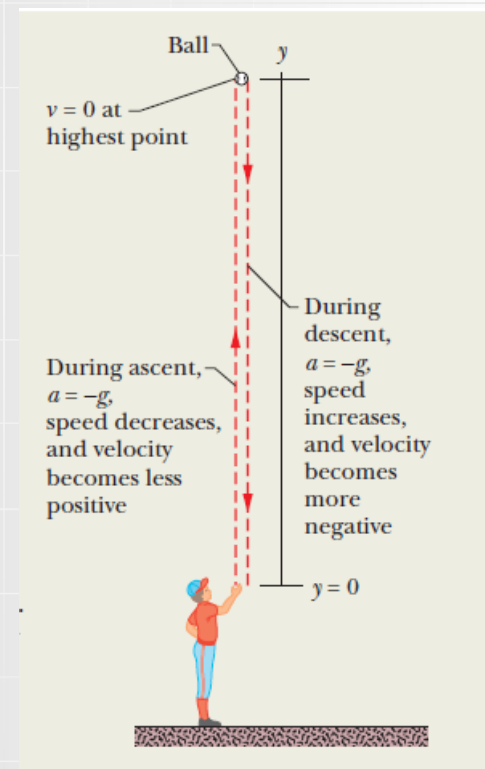


Wrocław  
University  
of Science  
and Technology

# Mechanika klasyczna

## - Kinematyka

To wszystko na dziś. Na naszej stronie są już przygotowane zadania domowe do przygotowania na następny tydzień.





# Praca domowa

## - wytyczne

1. Format: plik pdf lub skan/zdjęcie (upewnij się, że Twoje pismo jest czytelne!)
2. Czytaj uważnie polecenia i wykonuj zawarte w nich zadania.
3. Pamiętaj aby **podpisać** swoją pracę.
4. Do rozwiązania dołącz:
  1. Rysunek – szkic sytuacji przedstawionej w zadaniu lub wykres wraz z danymi z zadania.
  2. Obliczenia – razem z przekształceniami wzorów, jeśli jest to konieczne.
  3. Wnioski sformułowane na podstawie dokonanej analizy.
5. Pamiętaj aby przesłać rozwiązania w terminie na adres email prowadzącej.



Wrocław  
University  
of Science  
and Technology

# Terminy

		PAŹDZIERNIK					LISTOPAD					GRUDZIEŃ				STYCZEŃ				LUTY			
PN	28	5	12	19	26	2	9	16	23	30	7	14	21	28	4	11	18	25	1 Pn N	8	15	22	
WT	29	6	13	20	27	3	10	17	24	1	8	15	22 Śr P	29	5	12	19	26	2	9	16	23	
ŚR	30	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20	27	3	10	17	24	
CZ	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21	28	4	11	18	25	
PT	2 Pn P	9 Śr P	16 H1	23 H2	30 H3	6 H4	13 Śr P	20 TEST	27 H5	4 H6	11 H7	18 H8	25	1	8 H9	15 H10	22 Egzamin	29	5	12	19	26	
SO	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12	19	26	2	9	16	23	30	6	13	20	27	
N	4	11	18	25	1	8	15	22	29	6	13	20	27	3	10	17	24	31	7	14	21	28	
P - PARZYSTY N - NIEPARZYSTY	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	

H1: 16.10.20 godz. 12:00

Email: [sylvia.majchrowska@pwr.edu.pl](mailto:sylvia.majchrowska@pwr.edu.pl)