

Fizyka dla zerówki

dr Krzysztof Rochowicz
pokój nr B. 2.07 (II piętro)

skrzydło od ul. Legionów (przeciwnie niż AAJ)

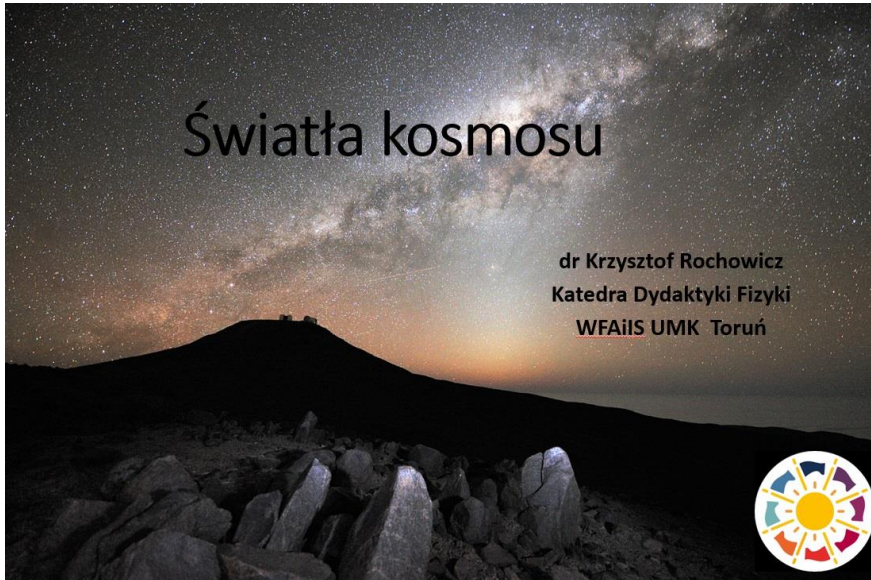
Konsultacje (po umówieniu się):

wtorki, godz. 11:00-12:00

środy, godz. 14:00 – 15:00

e-mail: kroch@umk.pl

Prezentacje z zajęć (pdf)



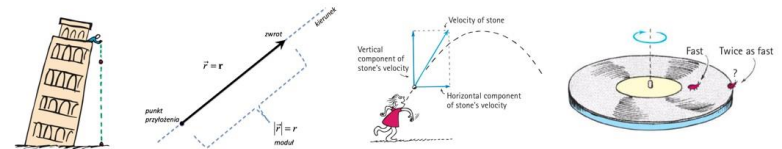
Fizyka klasyczna

ruch prostoliniowy

wektory

ruch na płaszczyźnie (rzuty ukośne)

ruch po okręgu



siły i zasady dynamiki Newtona

ciężar, stan nieważkości

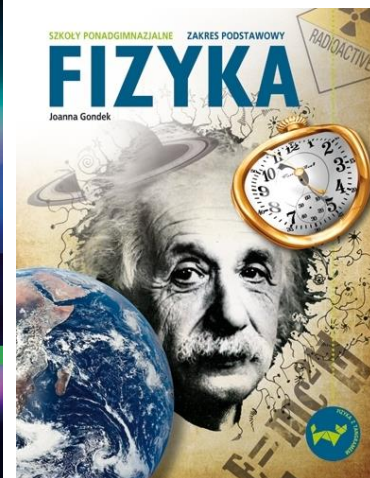
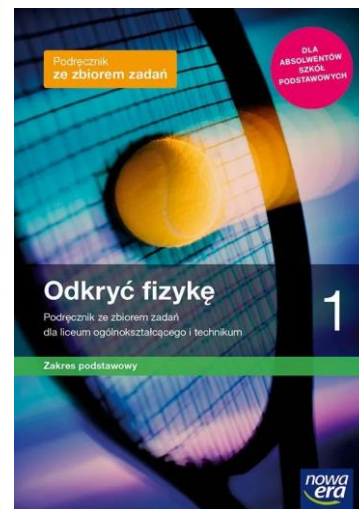
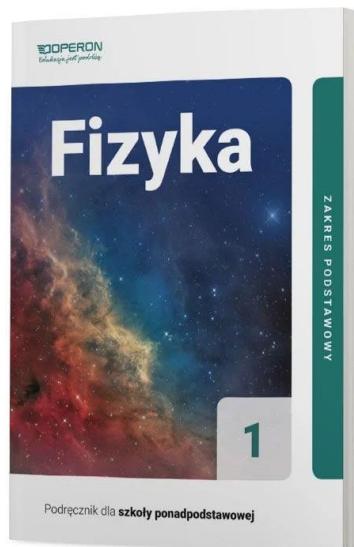
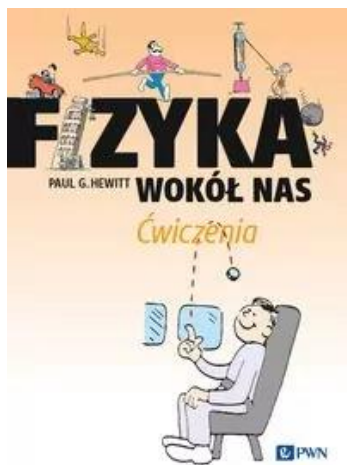
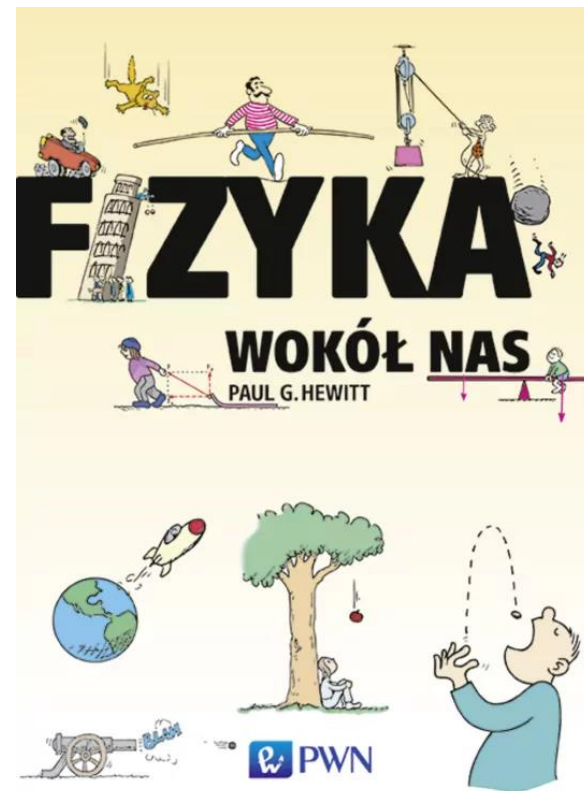
różne rodzaje sił: tarcia i oporów



<http://fizyka.umk.pl/~kroch/materialy%20dla%20studentow.html>

Literatura/materiały

- 1) P.G. Hewitt – „Fizyka wokół nas”, wydawnictwo PWN
- 2) [Zintegrowana Platforma Edukacyjna](#)
[ZPE MEN](#)
- 3) [Fizyka dla każdego UMK](#)
- 4) Podręczniki szkolne (WSiP, Operon, Nowa Era, GWO itd.)



Program zajęć

Zgodny z [podstawą programową nauczania w szkole ponadpodstawowej \(2024\)](#): (str. 301-323)

1. Mechanika (ruch i siły wokół nas). (28.02.2025)
2. Mechanika bryły sztywnej (tylko w wersji rozszerzonej). (14.03.25)
3. Grawitacja i elementy astronomii. (21.03.2025)
4. Drgania. (28.03.2025)
5. Termodynamika. (04.04.2025)
6. Elektrostatyka. (11.04.2025)
7. Prąd elektryczny. (25.04.2025)
8. Magnetyzm. (09.05.2025)
9. Fale i optyka. (23.05.2025)
10. Fizyka atomowa. (06.06.2025)
11. Fizyka jądrowa. (13.06.2025)
12. Elementy fizyki relatywistycznej. (16.06.2025 – poniedziałek!)
13. Egzamin końcowy: [arkusze maturalne CKE](#). (27.06.2025)

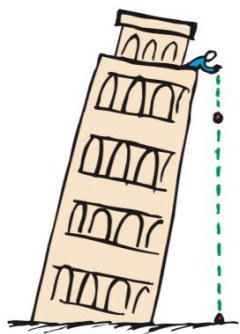


Zasady zaliczenia

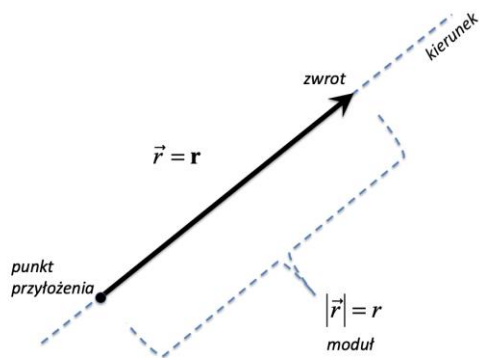
- Dopuszczalne są dwie nieusprawiedliwione nieobecności. Nieobecność usprawiedliwia zwolnienie lekarskie.
- Podstawą zaliczenia na ocenę dostateczną (3) jest obecność na zajęciach.
- Aktywność i poprawność w wykonywaniu zadanych w trakcie zajęć poleceń i ćwiczeń zadecyduje o uzyskaniu oceny wyższej – 3,5/4/4,5/5.

Fizyka klasyczna

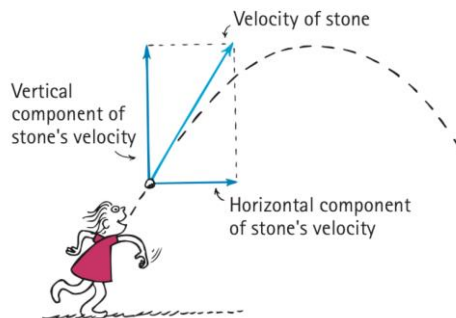
ruch prostoliniowy



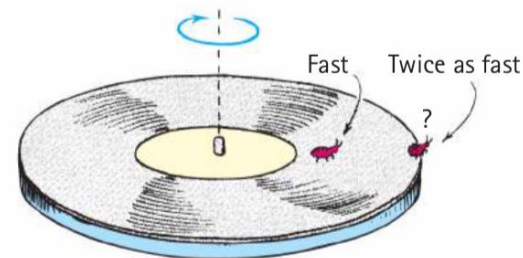
wektory



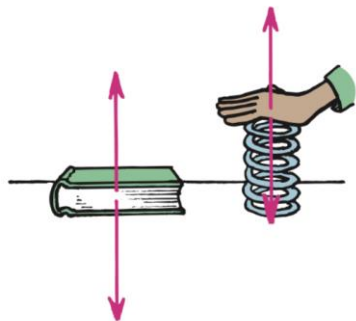
ruch na płaszczyźnie (rzuty ukośne)



ruch po okręgu



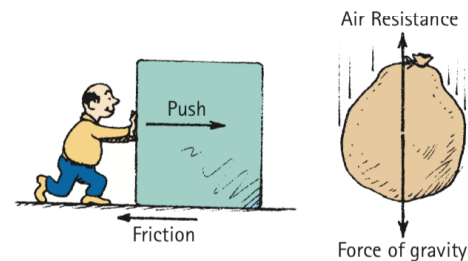
siły i zasady dynamiki Newtona



ciężar, stan nieważkości



różne rodzaje sił: tarcia i oporów

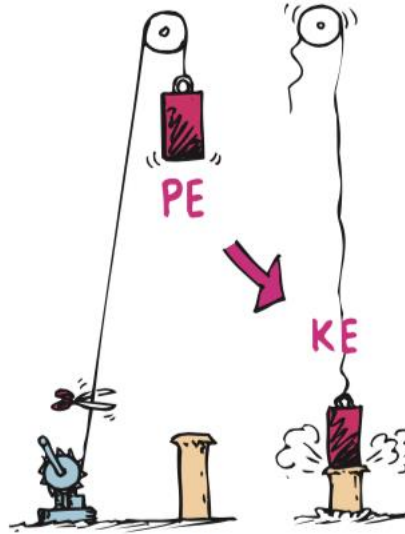


Fizyka klasyczna

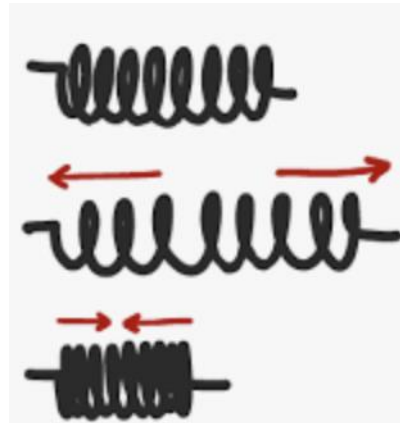
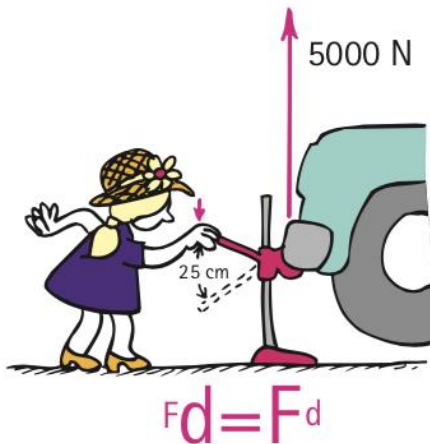
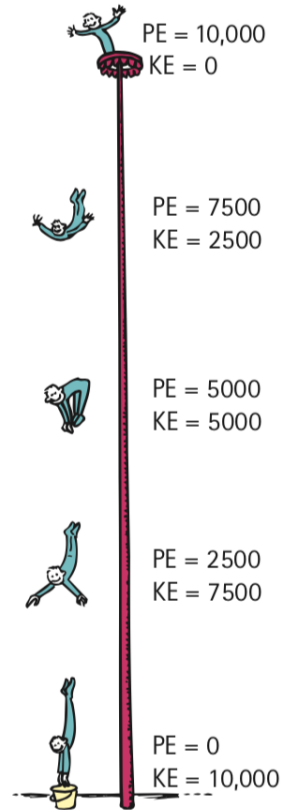
praca



energia kinetyczna i potencjalna (grawitacji i sprężystości)



zasada zachowania energii

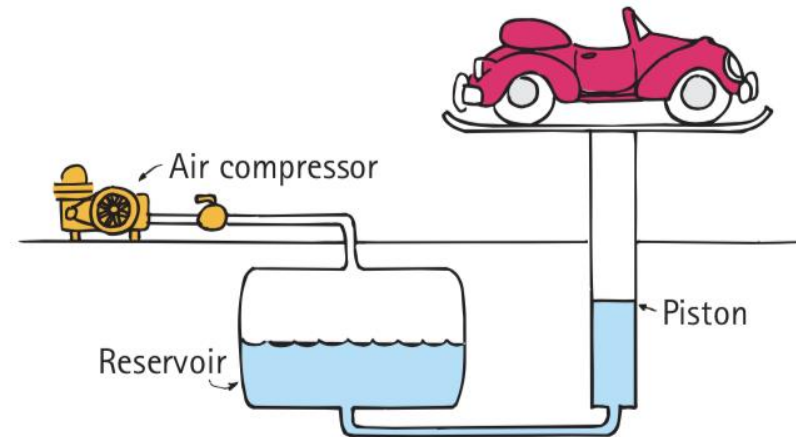


Fizyka klasyczna

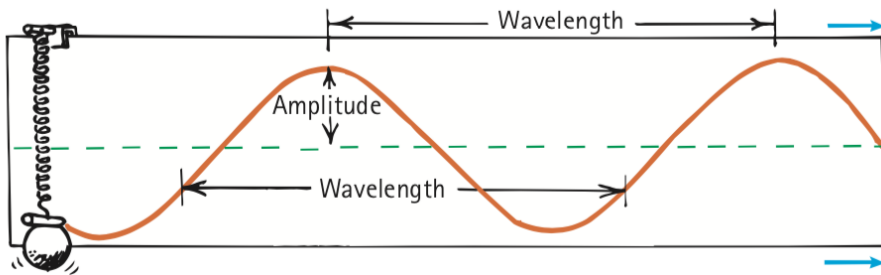
Pęd, zasada zachowania pędu



hydrostatyka i hydrodynamika



Ruch harmoniczny

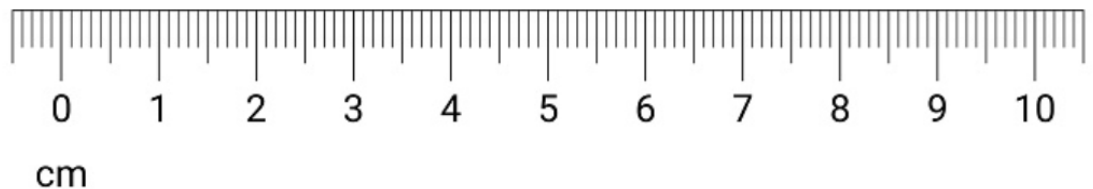
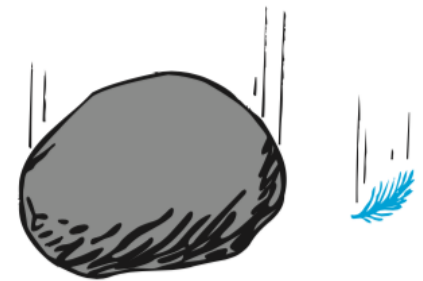
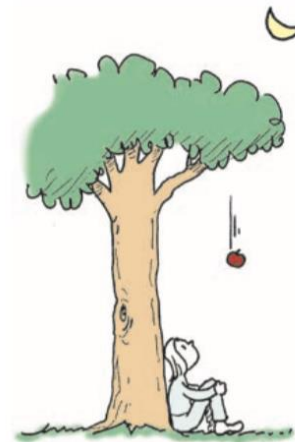
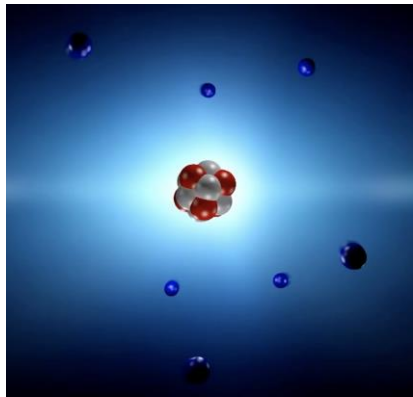


Rezonans

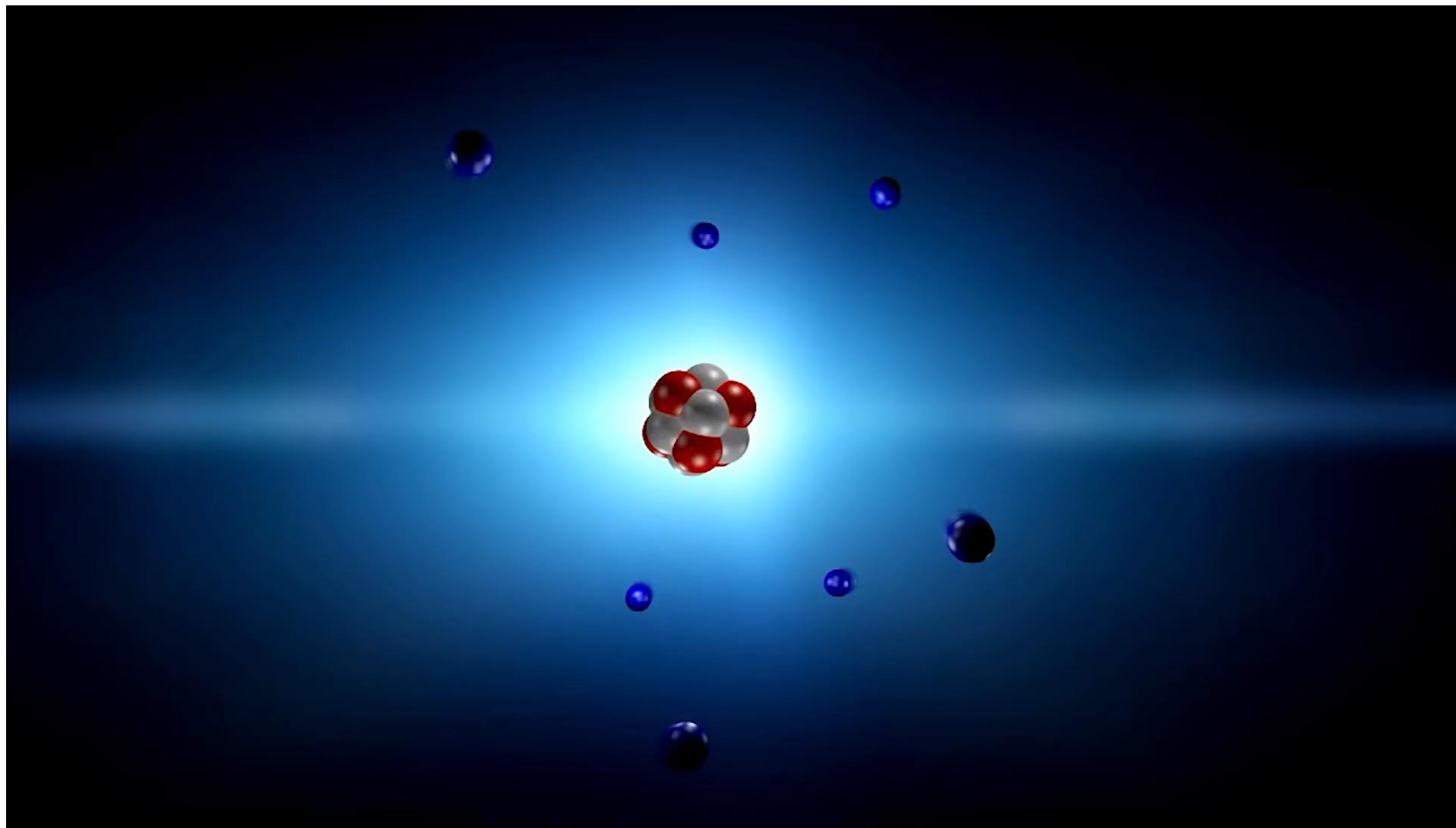


Wstęp

Zjawiska i wielkości fizyczne, jednostki, pomiary fizyczne



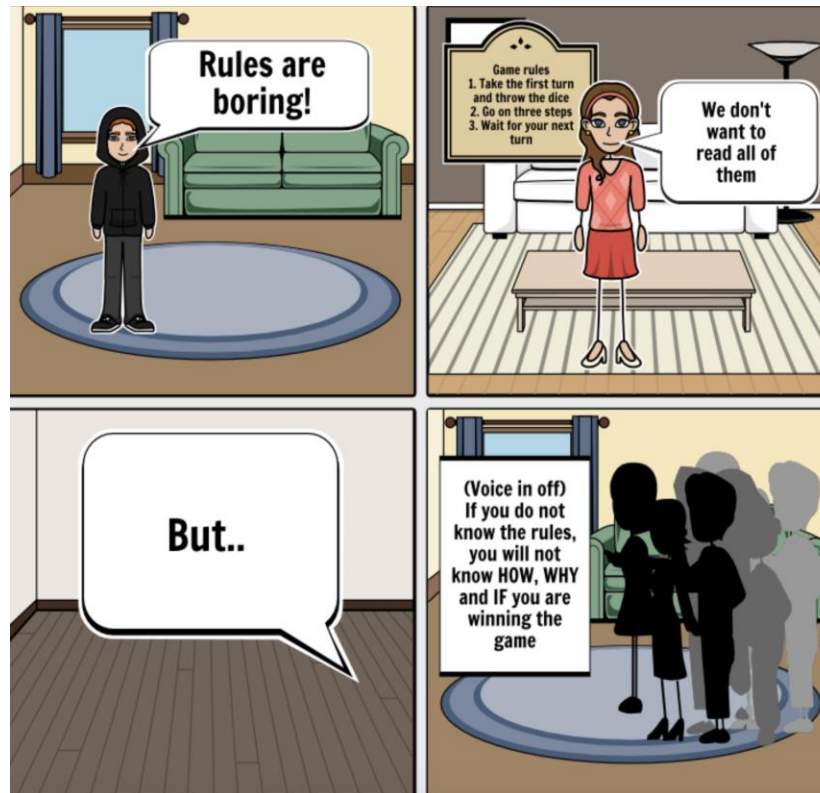
Fizyka jest wszędzie



<https://www.youtube.com/watch?v=8YGbhLReg1M>

Fizyka jest jak zasady gry

- Fizyka pozwala nam zrozumieć jak działa świat oraz jaki wpływ na świat mają działania człowieka (przykład: naukaoklimacie.pl)
- Fizyka leży u podstaw inżynierii i technologii. Żaden inżynier nie zaprojektuje jakiegokolwiek praktycznego urządzenia bez znajomości praw fizyki. Intuicja fizyczna to bardzo ważny element pracy każdego inżyniera.
- Nauka fizyki to jak poznawanie zasad gry, którą prowadzi z nami natura.



Fizyka jest nauką eksperymentalną i zajmuje się pomiarem wielkości fizycznych (będących miarą różnych cech natury). Pomiar wielkości fizycznej polega na jej porównaniu w określony sposób ze wzorcem, czyli wielkością tego samego rodzaju przyjętą za jednostkę.

Jednostki układu SI

JEDNOSTKI PODSTAWOWE		
Długość	metr	m
Masa	kilogram	kg
Czas	sekunda	s
Natężenie prądu elektrycznego	amper	A
Temperatura	kelwin	K
Światłość	kandela	cd
Ilość materii	mol	mol

Jednostki jako sposób sprawdzenia równań i dedukcji zależności

1. Jabłko nie może równać się gruszcze!

Kiedy wykonujesz skomplikowane obliczenia z trudnymi równaniami łączącymi kilka wielkości fizycznych, musisz rutynowo sprawdzać czy jednostki obu stron równania są takie same!

Przykład:

- czy okres drgań wahadła może być równy $T = 2\pi\sqrt{l/g}$, gdzie l to długość wahadła, g to przyspieszenie grawitacyjne (w pobliżu powierzchni Ziemi)?
- czy energię kinetyczną można wyrazić za pomocą wzoru: $E_k = mv^2 / 2$?

Nie jesteś pewny wyniku, sprawdź najpierw czy jednostki się zgadzają.

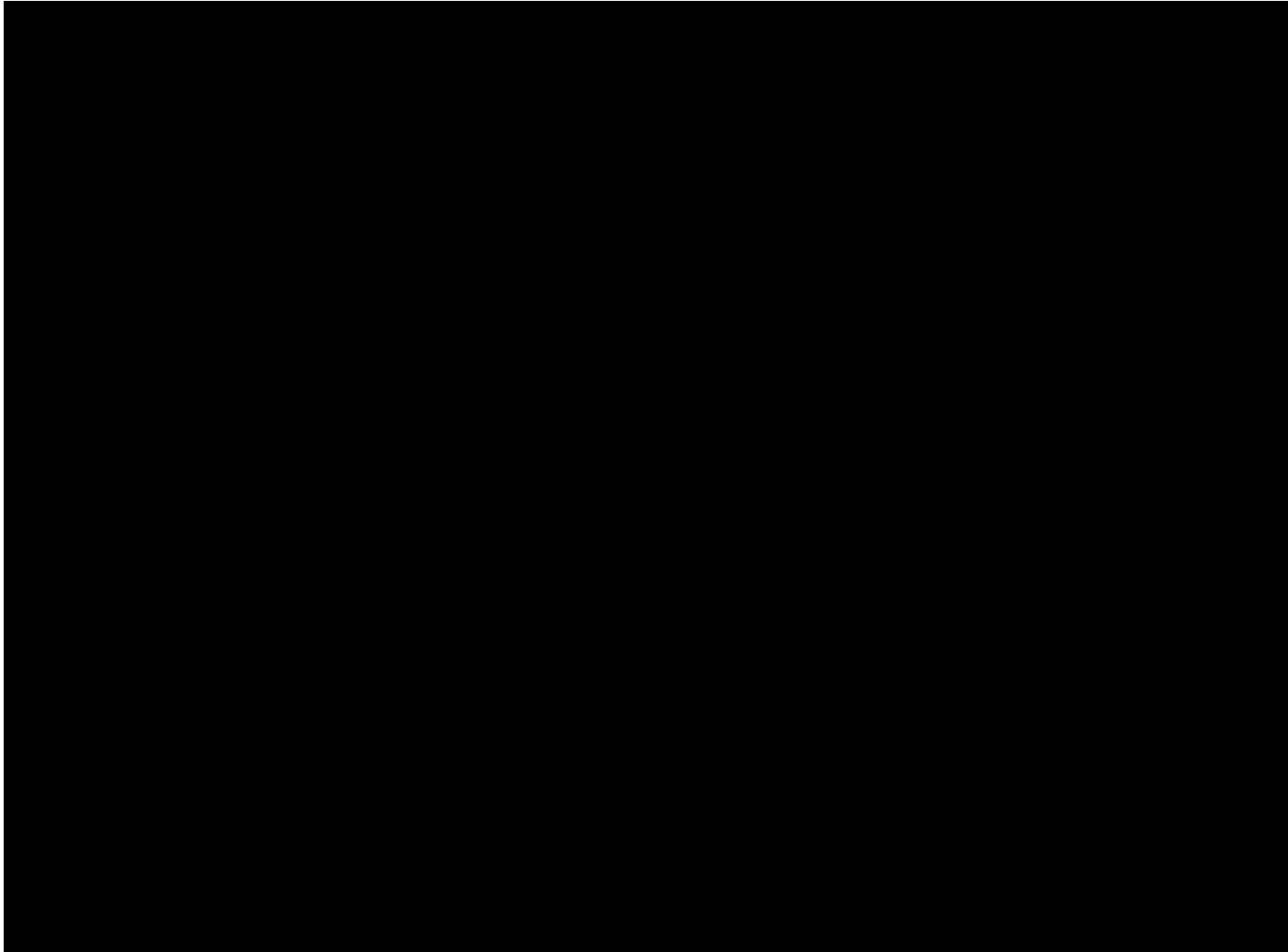
2. Jednostki można wykorzystać do dedukcji zależności fizycznych.

Np. zgadnijmy od czego zależy czas spadku swobodnego?

Podwielokrotności/wielokrotności	Przedrostek	Symbol
10^{-18}	atto	a
10^{-15}	femto	f
10^{-12}	piko	p
10^{-9}	nano	n
10^{-6}	mikro	μ
10^{-3}	mili	m
10^{-2}	centy	c
10^1	deka	da
10^2	hekto	h
10^3	kilo	k
10^6	mega	M
10^9	giga	G
10^{12}	tera	T
10^{15}	peta	P
10^{18}	eksa	E

zauważ, że w przypadku masy to kilogram (kg) jest jednostką podstawową, a nie gram (g)

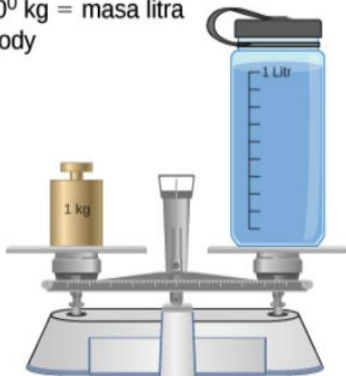
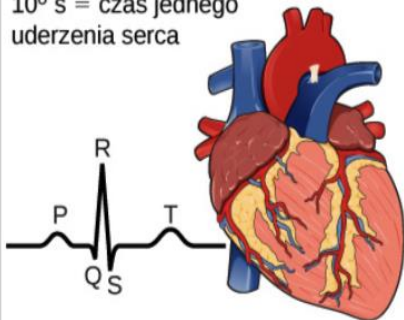
„Powers of ten”



<https://www.youtube.com/watch?v=0fKBhvDjuy0>

<https://www.youtube.com/watch?v=44cv416bKP4>

Skala w fizyce

Długość w metrach (m)	Masa w kilogramach (kg)	Czas w sekundach (s)
10^{-15} m = średnica protonu	10^{-30} kg = masa elektronu	10^{-22} s = czas życia bardzo niestabilnego jądra atomu
10^{-14} m = średnica dużego jądra atomowego	10^{-27} kg = masa protonu	10^{-17} s = czas wykonania przez superkomputer pojedynczej operacji zmiennoprzecinkowej
10^{-10} m = średnica atomu wodoru	10^{-15} kg = masa bakterii	10^{-15} s = czas pojedynczego drgania fali światła w zakresie widzialnym
10^{-7} m = średnica przeciętnego wirusa	10^{-5} kg = masa komara	10^{-13} s = czas pojedynczego drgania atomu w cieple stałym
10^{-2} m = szerokość paznokcia małego palca	10^{-2} kg = masa kolibra	10^{-3} s = czas przesyłu impulsu nerwowego
10^0 m = wzrost czteroletka 	10^0 kg = masa litra wody 	10^0 s = czas jednego uderzenia serca 
10^2 m = długość boiska do piłki nożnej	10^2 kg = masa człowieka	10^5 s = jeden dzień
10^7 m = średnica kuli ziemskiej	10^{19} kg = masa atmosfery	10^7 s = jeden rok
10^{13} m = średnica Układu Słonecznego	10^{22} kg = masa Księżyca	10^9 s = czas życia człowieka
10^{16} m = rok świetlny (droga jaką przebywa światło w ciągu roku)	10^{25} kg = masa Ziemi	10^{11} s = udokumentowana historia ludzkości
10^{21} m = średnica Drogi Mlecznej	10^{30} kg = masa Słońca	10^{17} s = wiek Ziemi
10^{26} m = odległość do granicy widzialnego Wszechświata	10^{53} kg = maksymalna masa znanego Wszechświata	10^{18} s = wiek Wszechświata

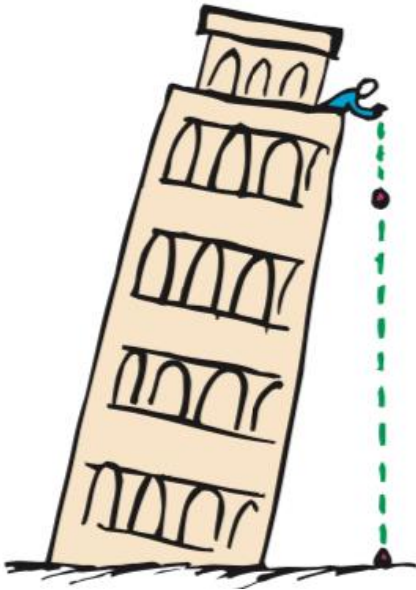
Fizyka dla szkół wyższych
Tom 1 by OpenStax

<https://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkół-wyższych-tom-1>

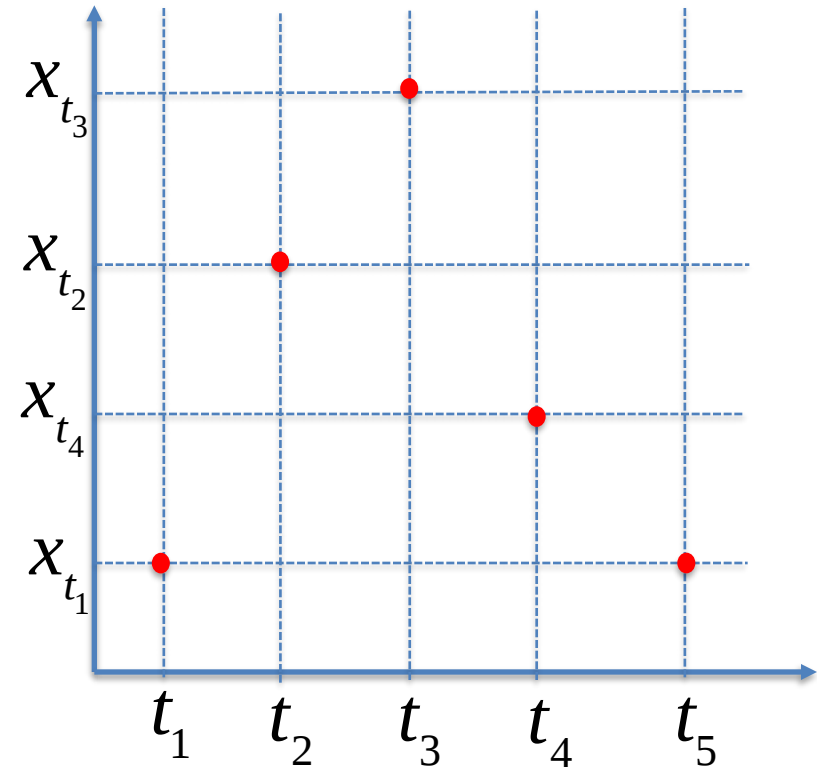
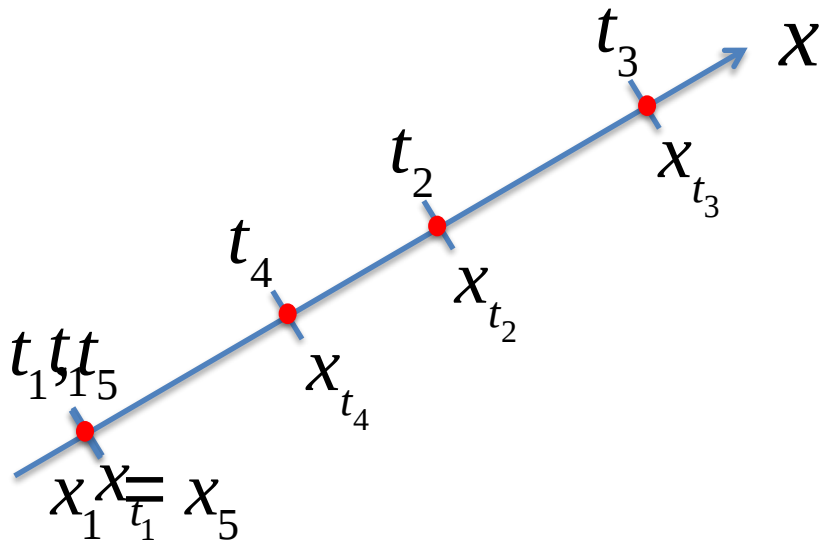
<http://htwins.net/scale2/>

Wykład 1

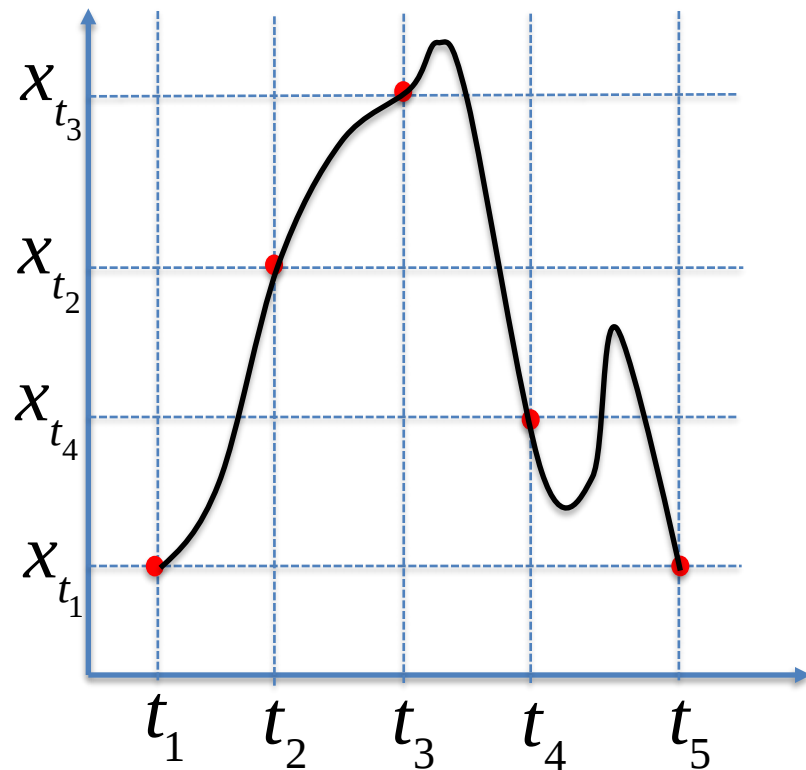
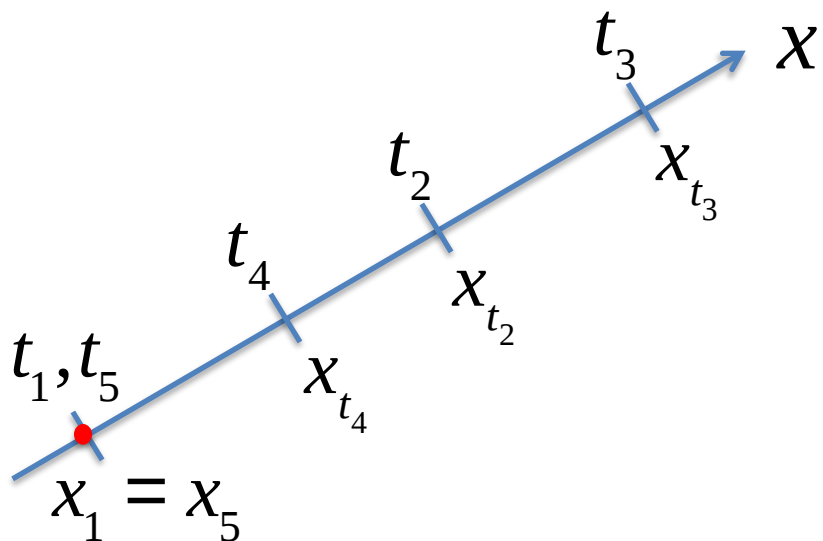
Ruch prostoliniowy, prędkość, przyspieszenie, spadek swobodny,



Rozważania ogólne



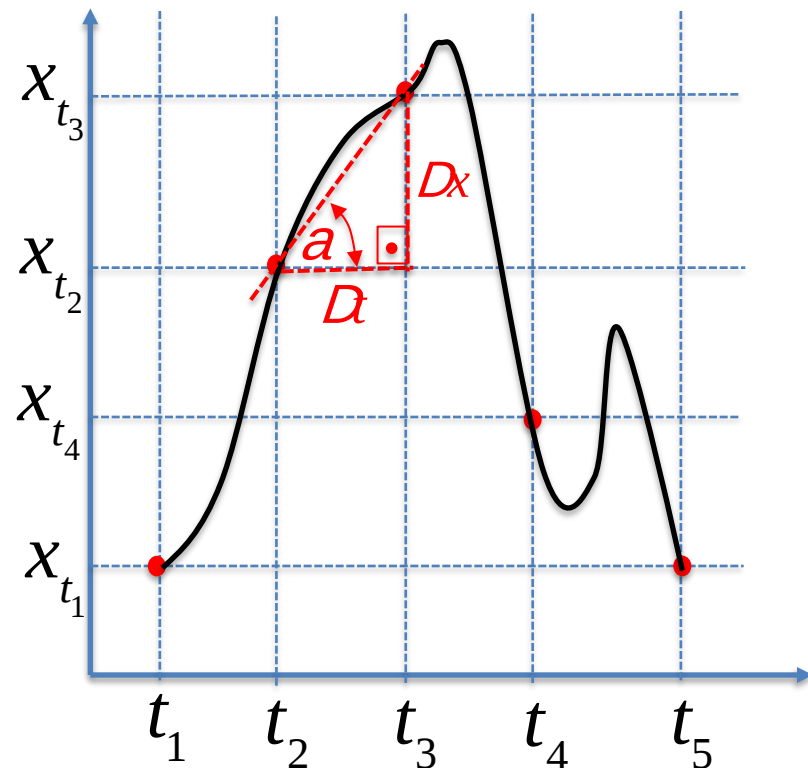
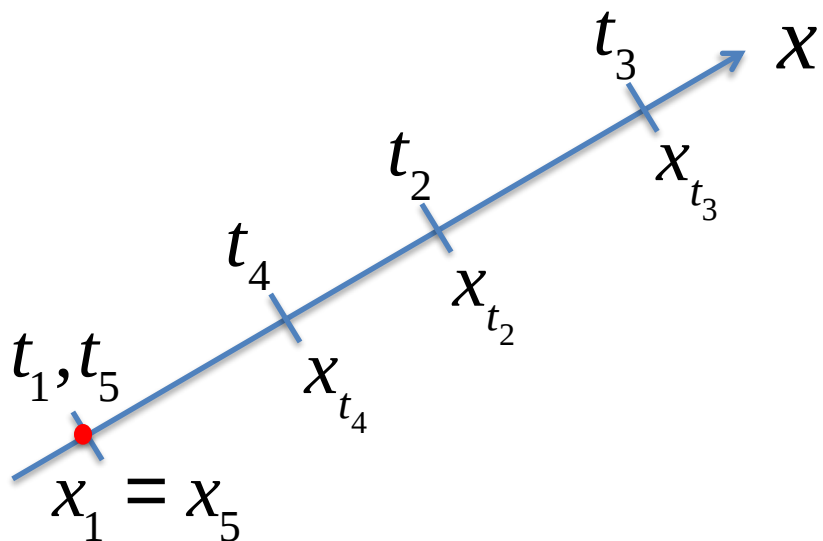
Rozważania ogólne



Nie mylić położenia (x) z drogą przebytą przez ciało.
Droga = długość toru.

Prędkość średnia w przedziale czasu (t_2, t_3) :
$$\bar{v}_{t_2, t_3} = \frac{x_{t_3} - x_{t_2}}{t_3 - t_2}$$

Rozważania ogólne



Interpretacja graficzna prędkości średniej:

$$\bar{v}_{t_2, t_3} = \frac{x_{t_3} - x_{t_2}}{t_3 - t_2} = \frac{Dx}{Dt} = \tan a$$

tangens nachylenia siecznej, przechodzącej przez punkty $\{t_2, x_{t_2}\}$ i $\{t_3, x_{t_3}\}$, do osi czasu

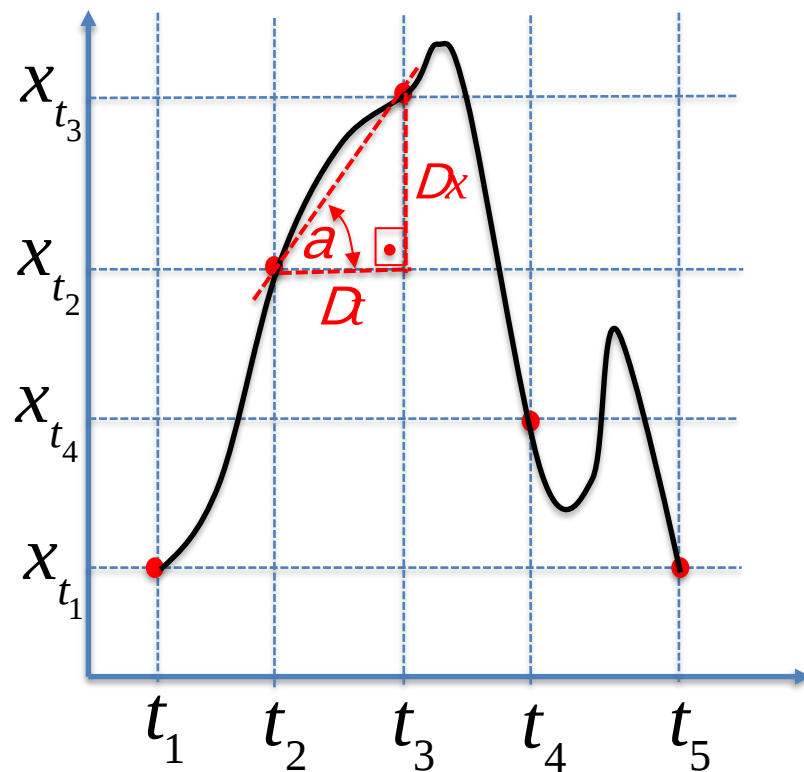
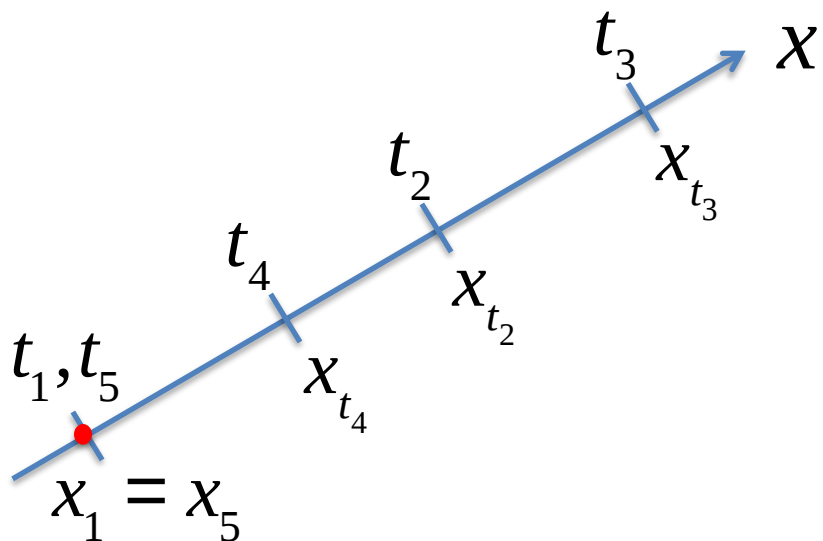
Jaką prędkość pokazuje prędkościomierz w samochodzie?



Prędkość chwilową!

Jak zdefiniować prędkość chwilową?

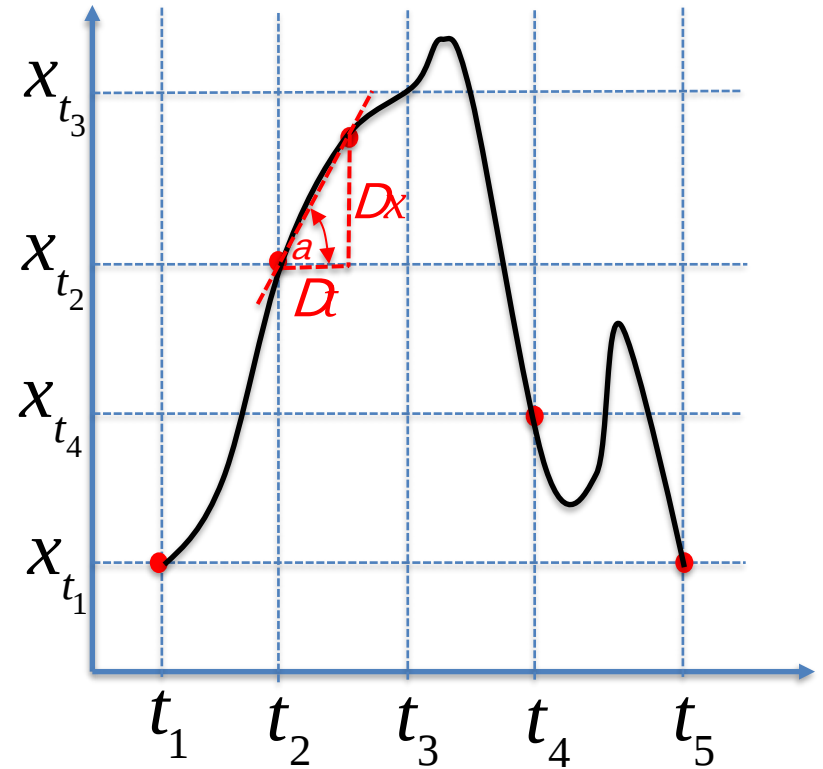
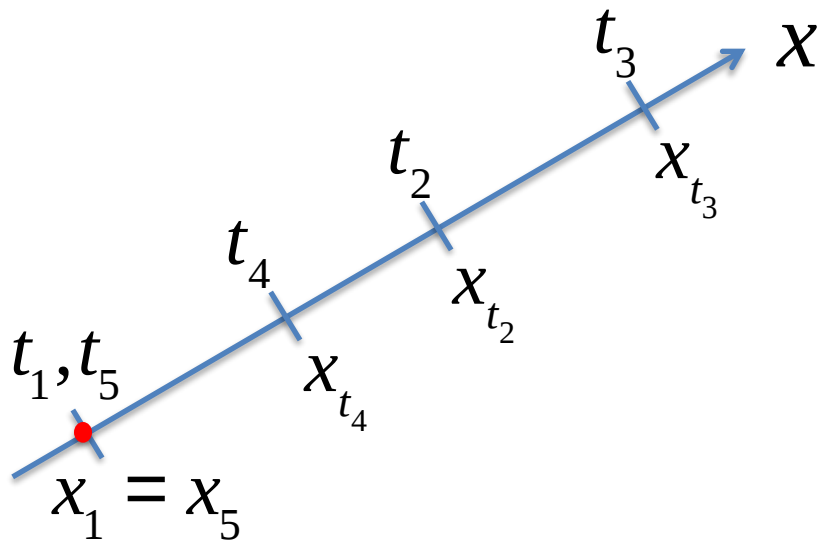
Jak zdefiniować prędkość chwilową?



Ile wynosi prędkość w chwili t_2 ? – trzeba policzyć prędkość średnią w chwili t_2 .

$$v_{t_2} = \lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{Dx}{\Delta t}$$

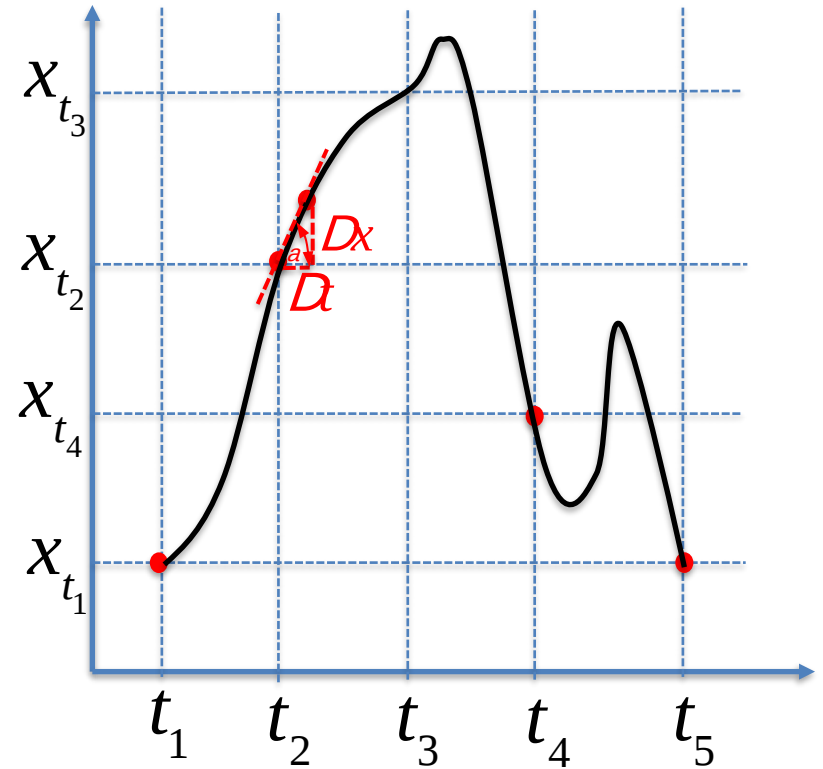
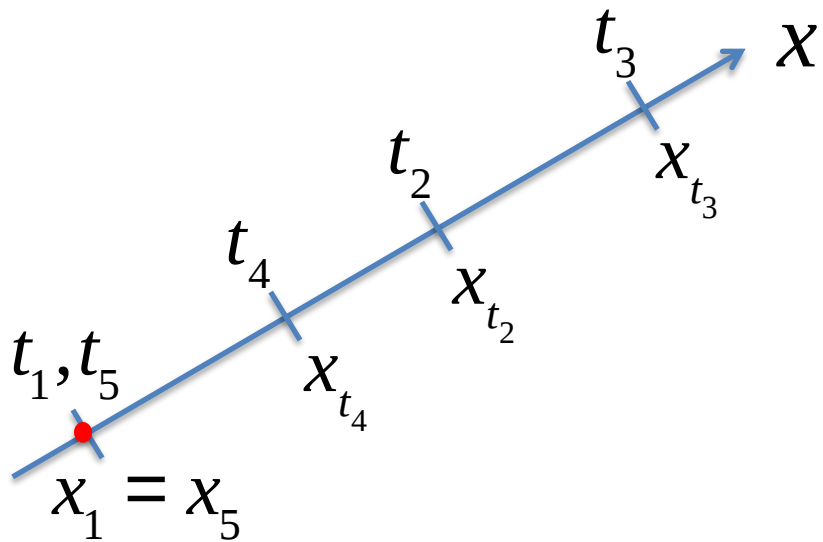
Jak zdefiniować prędkość chwilową?



Ile wynosi prędkość w chwili t_2 ? – trzeba policzyć prędkość średnią w chwili t_2 .

$$v_{t_2} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

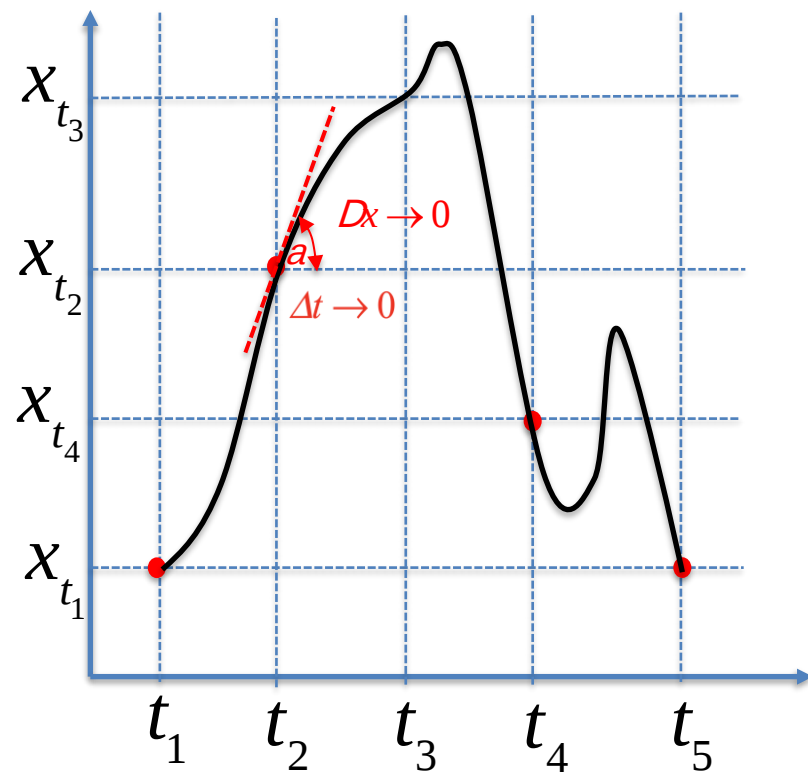
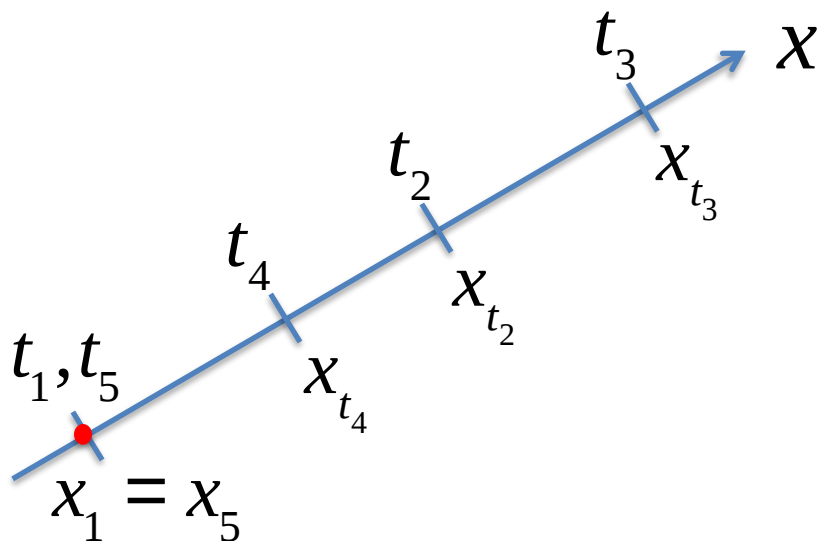
Jak zdefiniować prędkość chwilową?



Ile wynosi prędkość w chwili t_2 ? – trzeba policzyć prędkość średnią w chwili t_2 .

$$v_{t_2} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Jak zdefiniować prędkość chwilową?



Ile wynosi prędkość w chwili t_2 ? – trzeba policzyć prędkość średnią w „chwili” t_2 .

$$v_{t_2} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \tan a$$

tangens nachylenia stycznej w punkcie $\{t_2, x_{t_2}\}$
do osi czasu

Prędkość chwilowa - obliczenia analityczne

$$v_t = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx(t)}{dt}$$

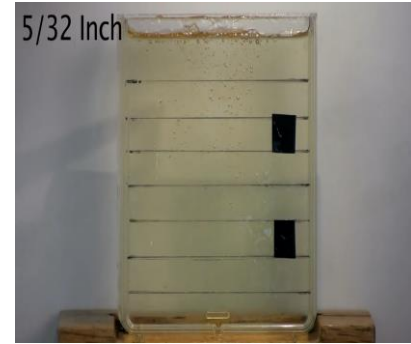
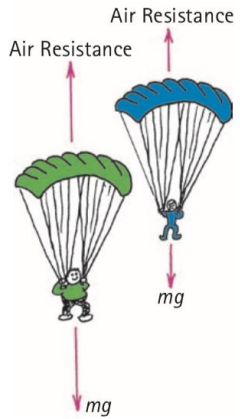
Prędkość chwilowa to pochodna położenia po czasie!

Przykład:

$$x(t) = \beta t^n; \beta, n \in \mathbb{R} \quad (\text{beta oraz } n \text{ to dowolne liczby rzeczywiste})$$

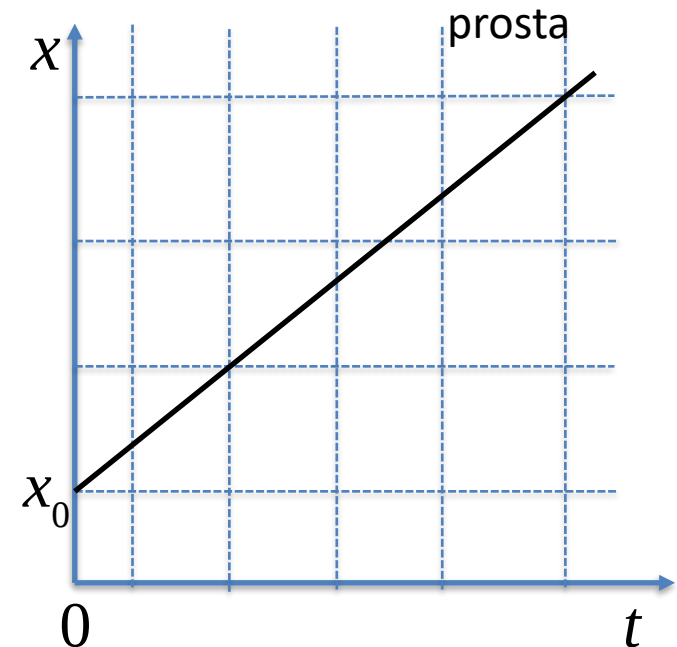
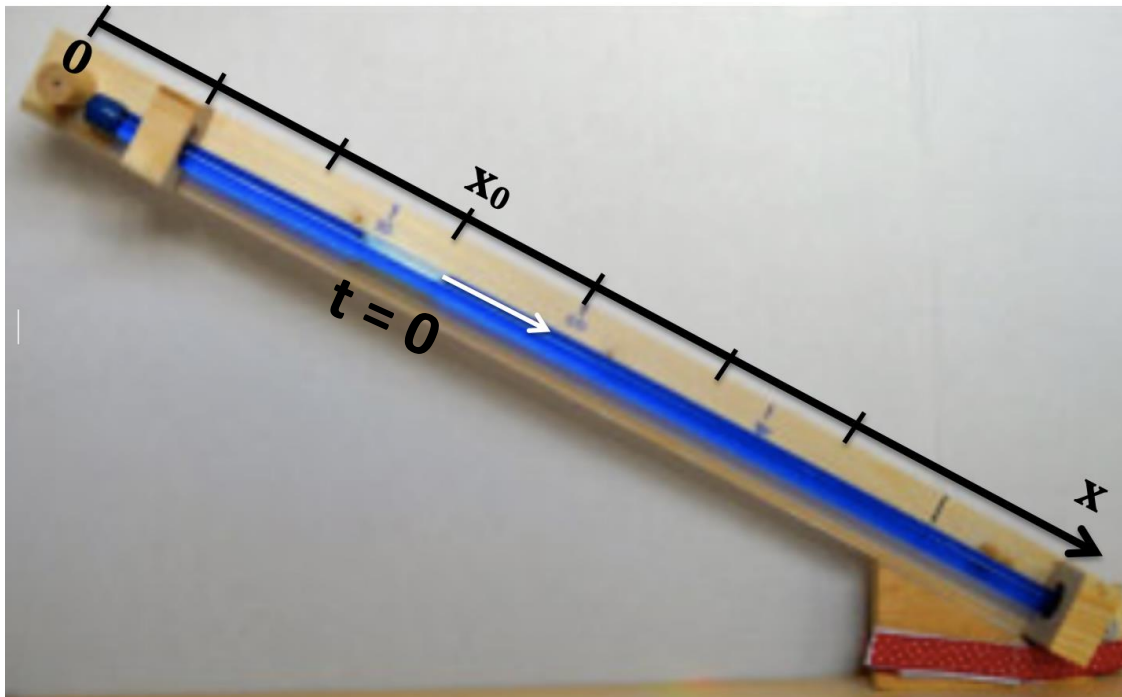
$$v_t = \frac{dx(t)}{dt} = b \times n \times t^{n-1}$$

Ruch jednostajny prostoliniowy



<https://www.youtube.com/watch?v=K389Fw2U5sk>

Pomiar prędkości pęcherzyka powietrza w cieczy



Ruch jednostajny prostoliniowy - pokaz z wózkiem Pasco



<https://www.youtube.com/watch?v=Qf4dKQfZHbk>

Ruch jednostajny prostoliniowy

Położenie ciała (x) jest liniową funkcją czasu:

$$x = x_0 + vt$$

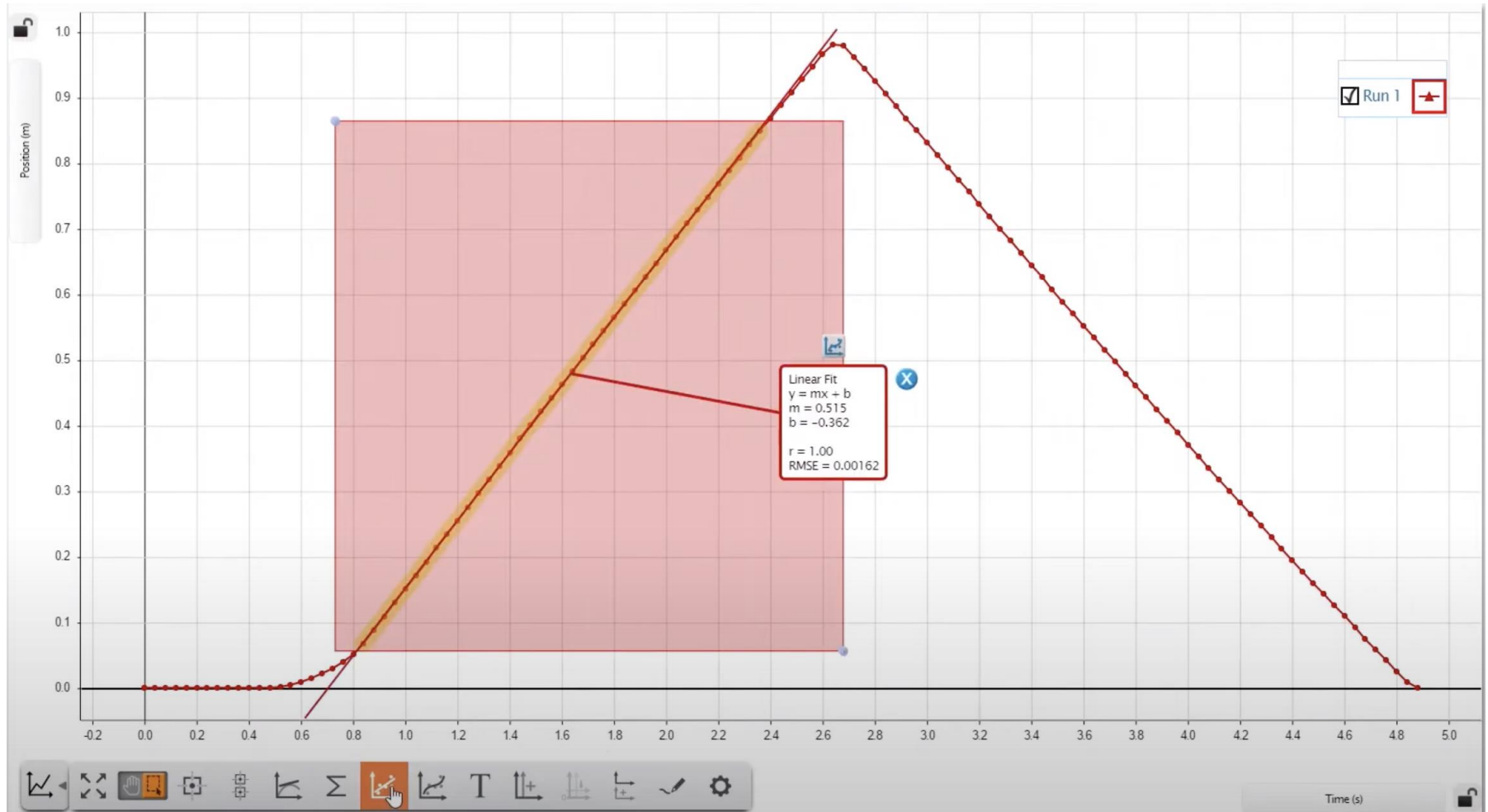
Prędkość chwilowa jest stała:

$$v = \text{const}$$

Powyższe wzory są słuszne, gdy chwila (czas) początkowa wynosi 0.

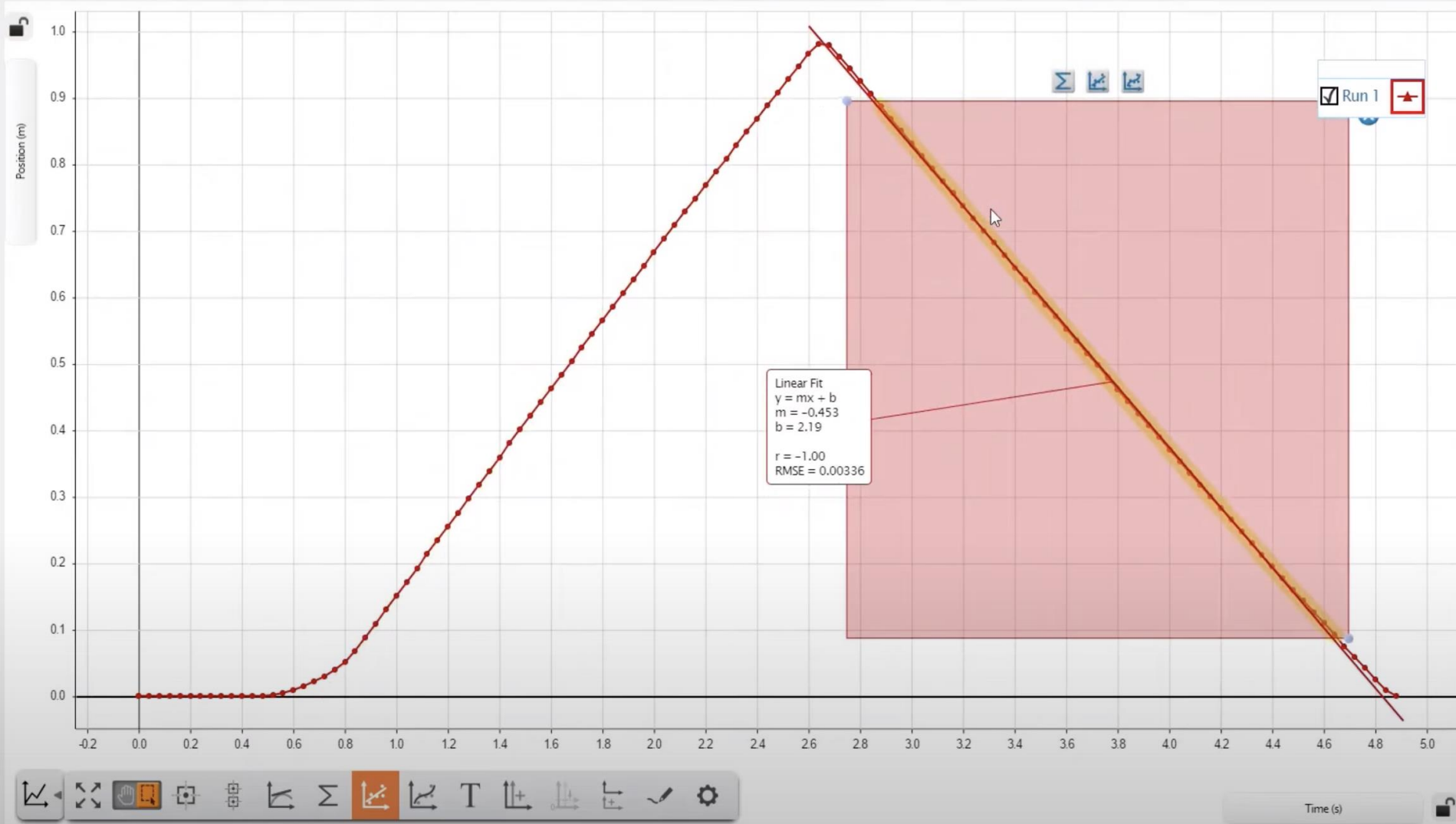
Ruch jednostajny prostoliniowy

Jaki sens ma znak prędkości chwilowej?



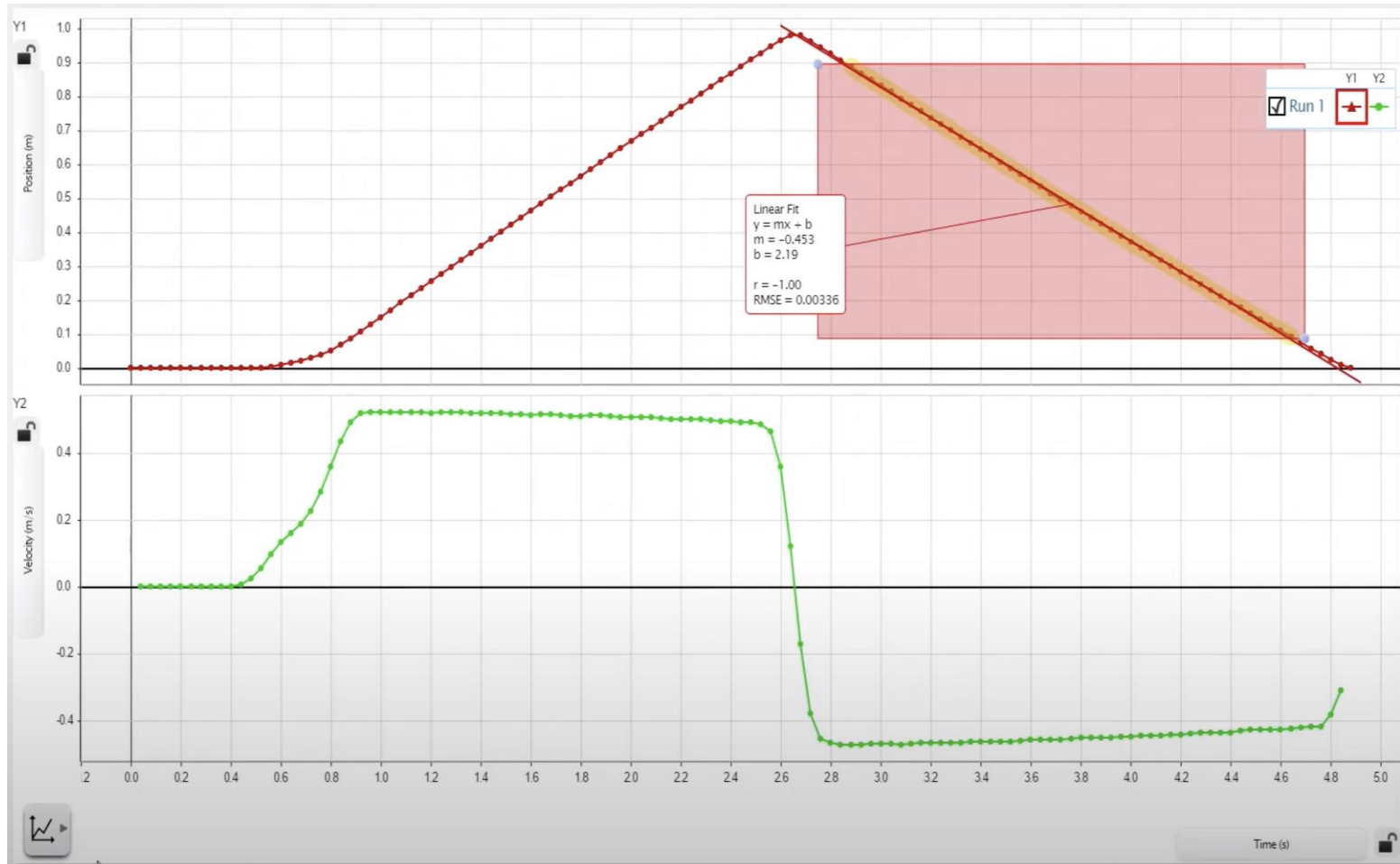
Ruch jednostajny prostoliniowy

Jaki sens ma znak prędkości chwilowej?



Ruch jednostajny prostoliniowy

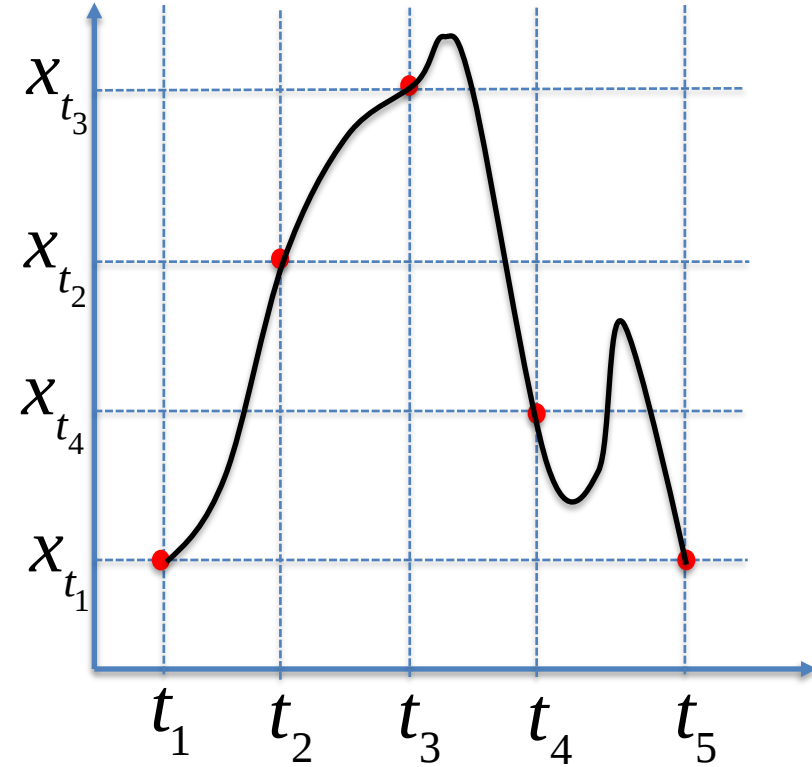
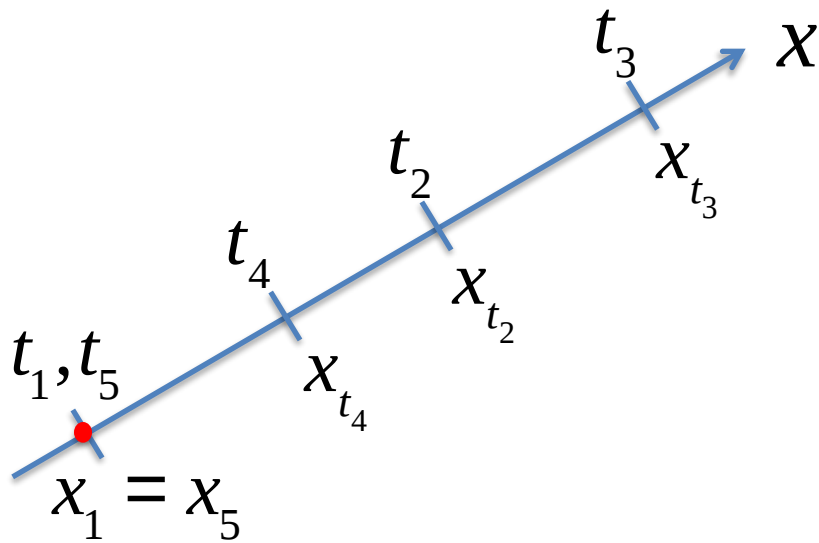
Jaki sens ma znak prędkości chwilowej?



Znak prędkości mówi nam czy ciało porusza się zgodnie ($v > 0$) czy przeciwnie ($v < 0$) do zwrotu osi „x”.

Przyspieszenie średnie

(szybkość zmian prędkości)

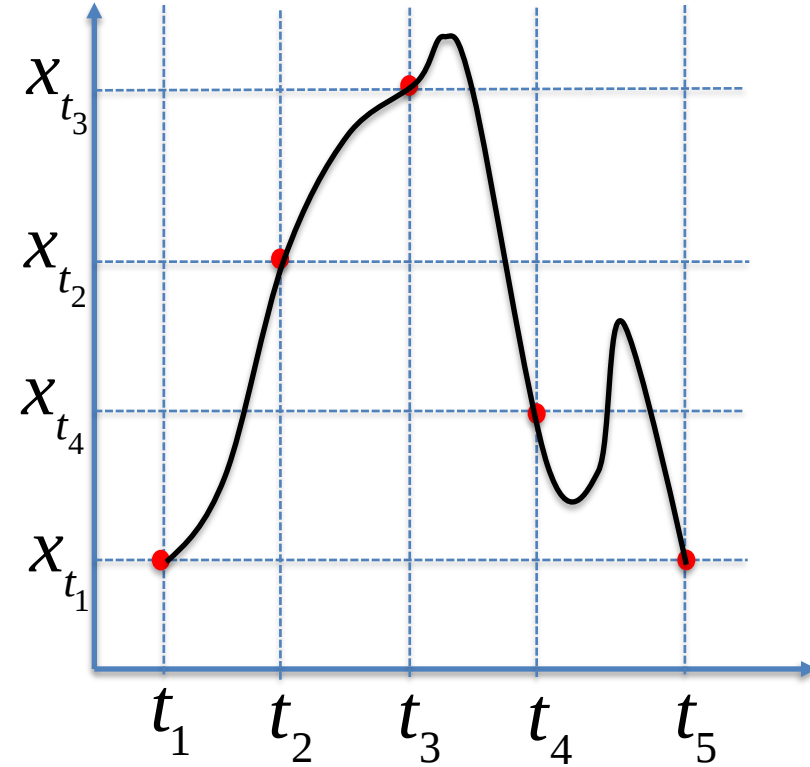
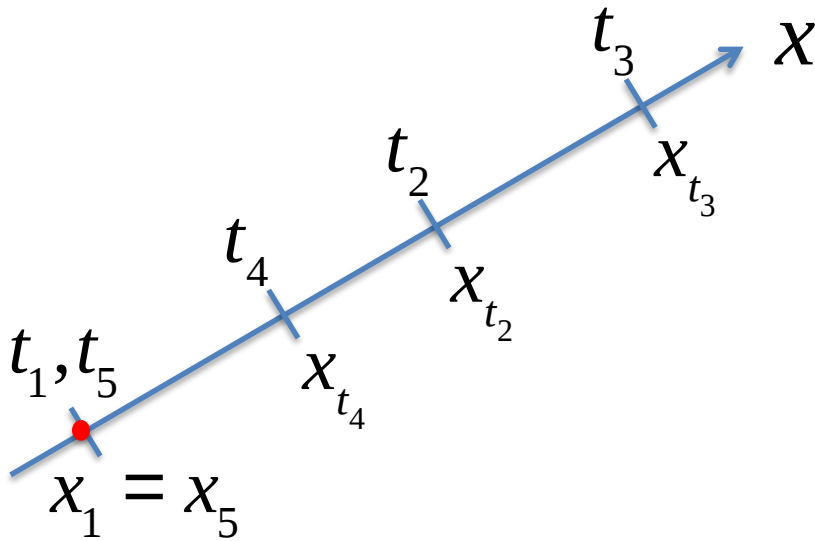


Przyspieszenie średnie w przedziale czasu (t_2, t_3) :

$$\bar{a}_{t_2, t_3} = \frac{v_{t_3} - v_{t_2}}{t_3 - t_2}$$

Przyspieszenie chwilowe

(szybkość zmian prędkości)

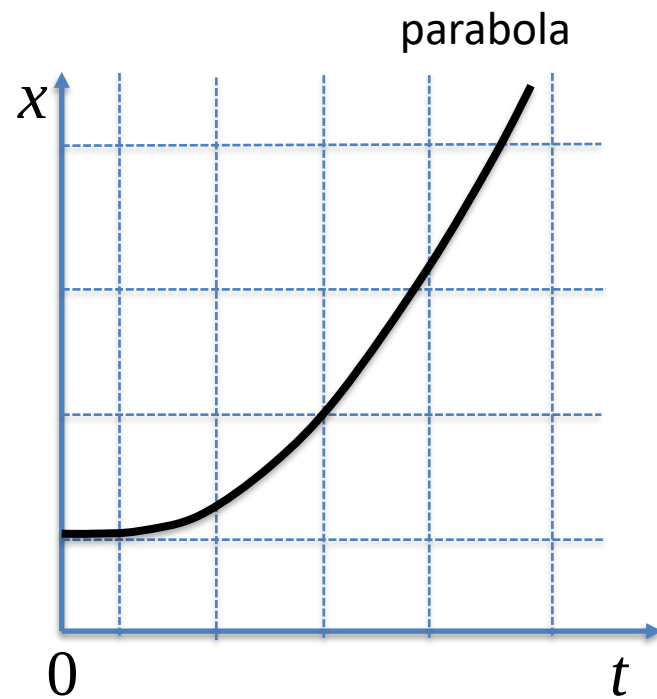


Przyspieszenie chwilowe (w dowolnej chwili czasu):

$$a_t = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 x}{dt^2}$$

Ruch jednostajnie przyspieszony

(tzn. ze stałym w czasie przyspieszeniem)



Ruch jednostajnie przyspieszony

Położenie ciała (x) jest kwadratową funkcją czasu:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Prędkość jest liniową funkcją czasu:

$$v = v_0 + at$$

Przyspieszenie jest stałe:

$$a = \text{const}$$

Ruch po równi pochyłej

- przykład ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego

$$a = 2$$

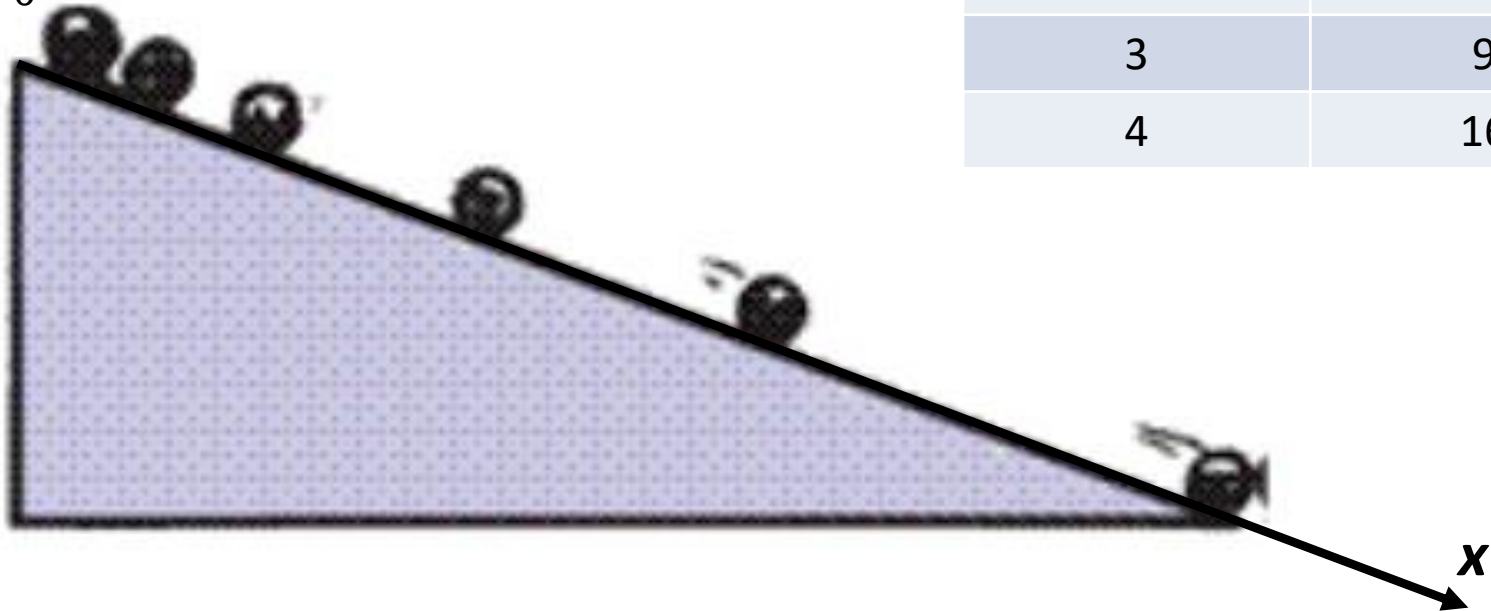
$$v_0 = 0$$

$$x_0 = 0$$



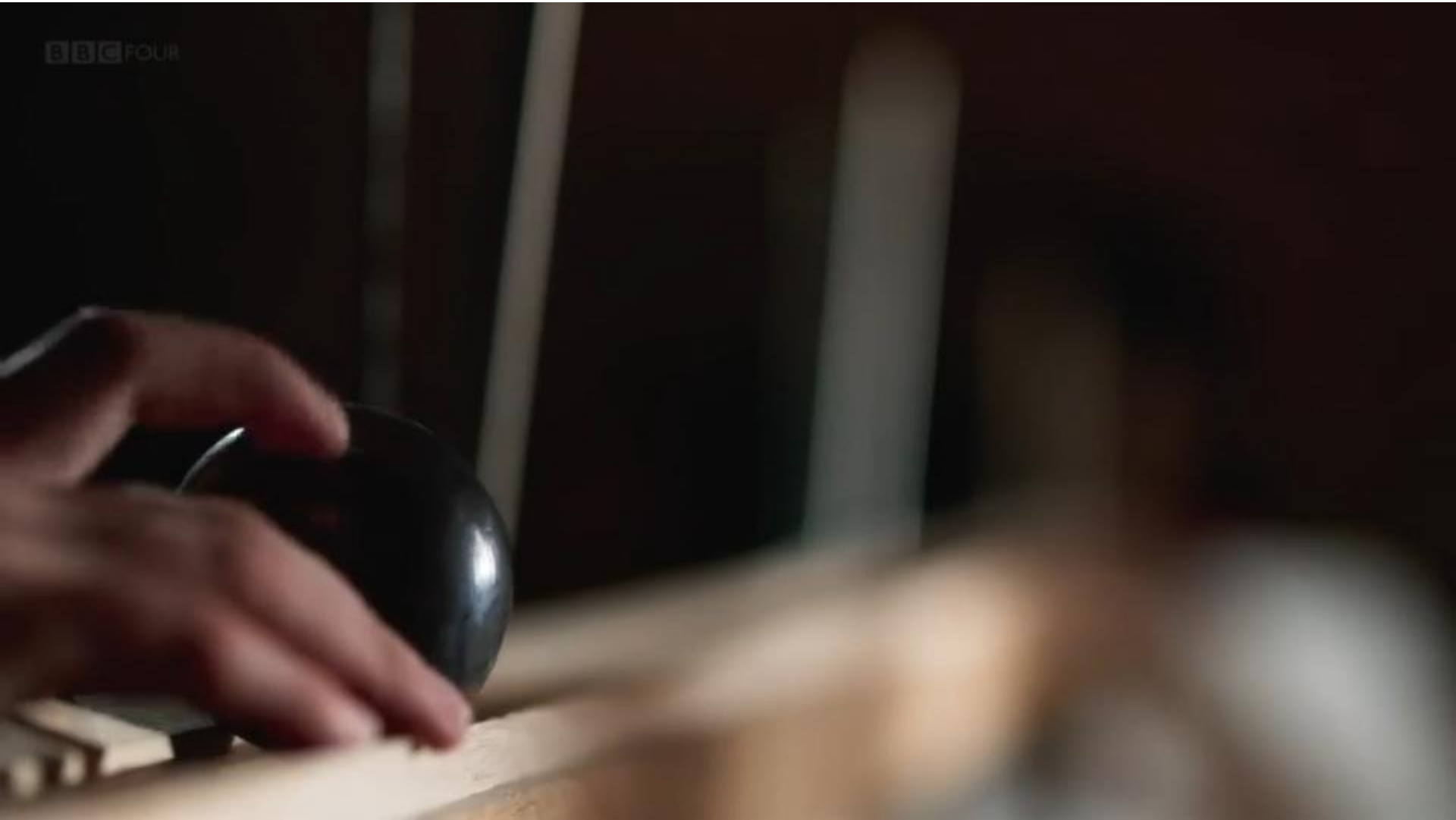
$$x = \frac{1}{2}at^2$$

t	x
1	1
2	4
3	9
4	16



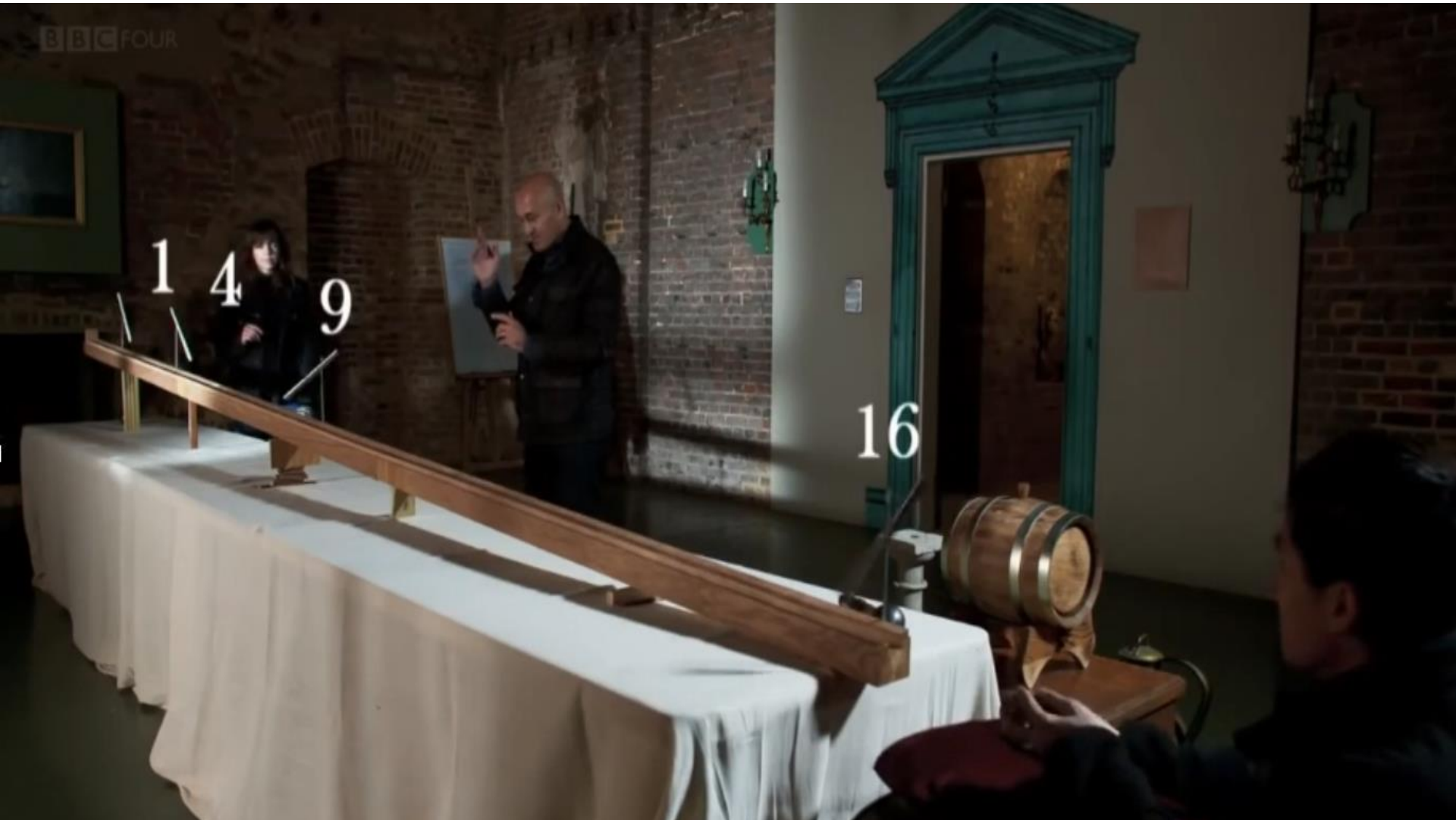
Ruch po równi pochyłej

Równia Galileusza: https://www.youtube.com/watch?v=aNeR_fHcQSs



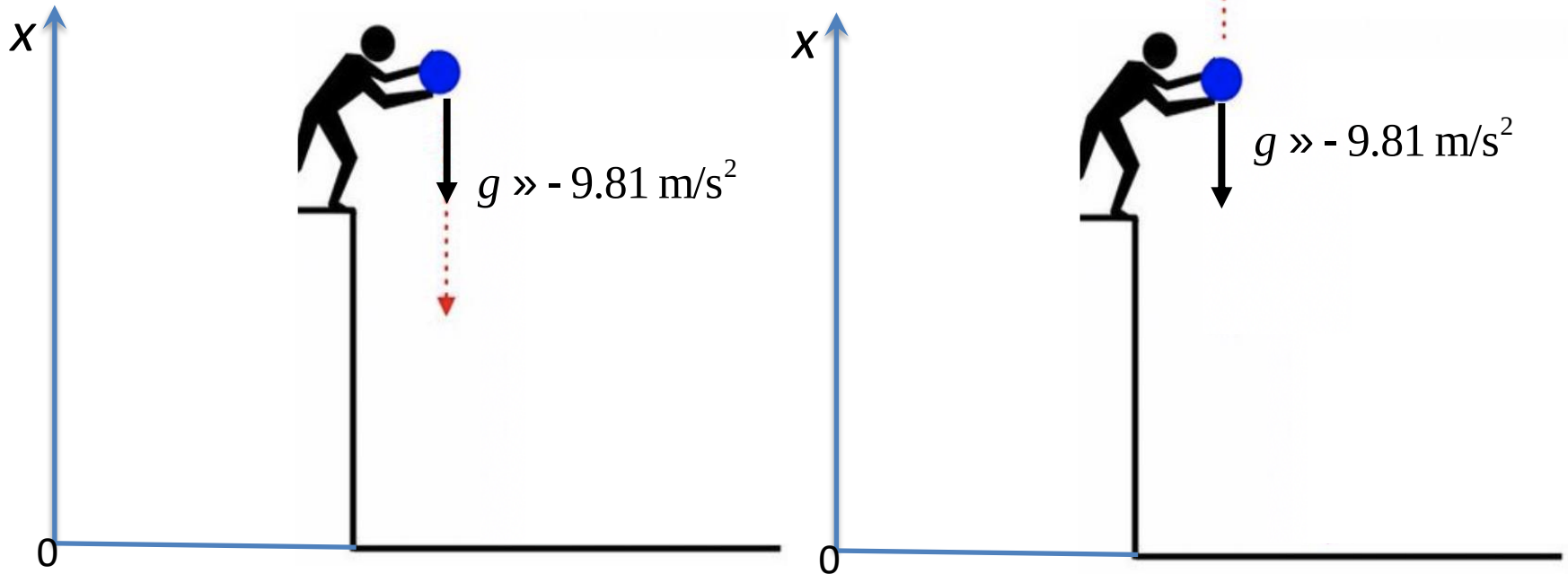
Ruch po równi pochyłej

Równia Galileusza: https://www.youtube.com/watch?v=aNeR_fHcQSs



Spadek swobodny – przykład ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego

Jaki sens ma znak przyspieszenia chwilowego?



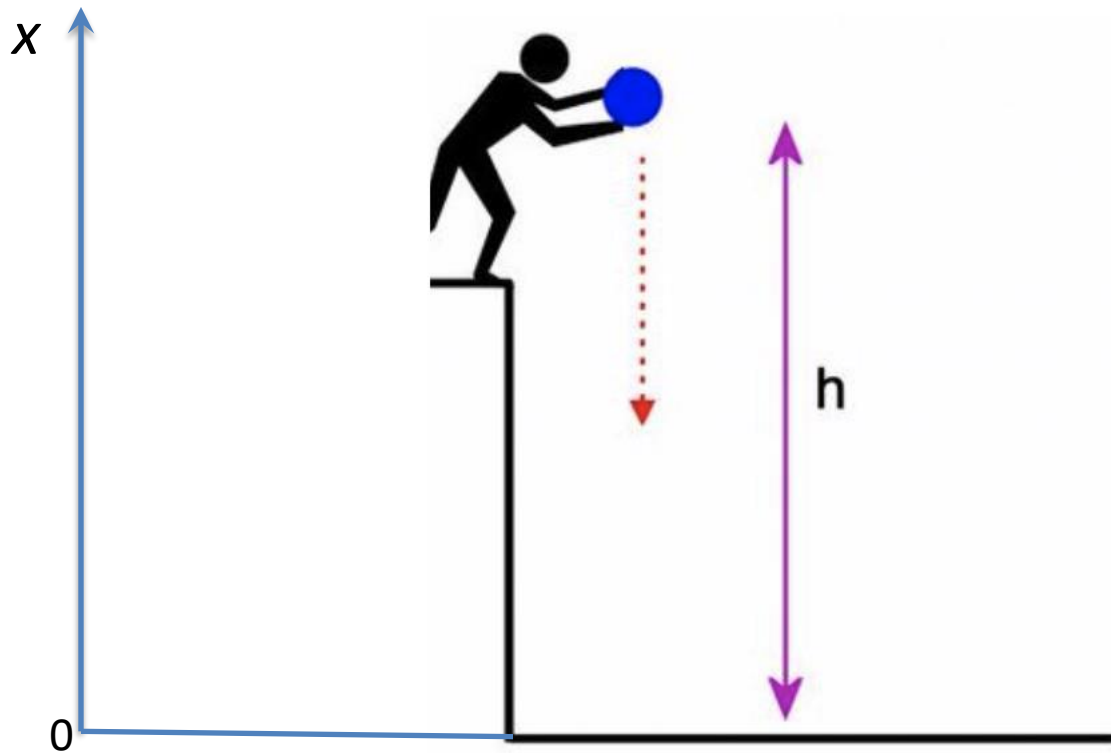
Znak przyspieszenia informuje, w którą stronę ciało poruszając się będzie zwiększało swoją prędkość:

- $a > 0$ – ciało zwiększa wartość bezwzględną prędkości, gdy porusza się zgodnie ze zwrotem osi x
- $a < 0$ – ciało zwiększa wartość bezwzględną prędkości, gdy porusza się przeciwnie do zwrotu osi x

Analiza ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego

Czas spadku swobodnego z wysokości h ?

Prędkość końcowa ciała?



Czas spadku swobodnego nie zależy od masy



<https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs>

NASA Glenn Research Center's Plum Brook Station in Sandusky, Ohio

Czas spadku swobodnego nie zależy od masy



Dziesięć najpiękniejszych eksperymentów z fizyki

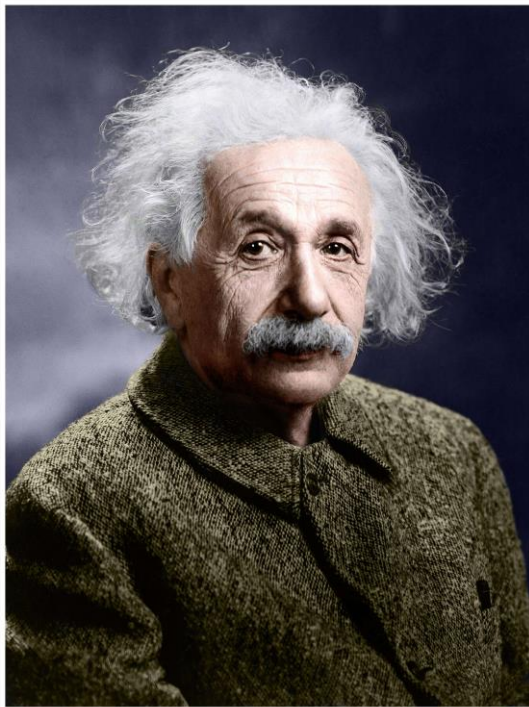
10 najpiękniejszych eksperymentów z fizyki (ang. *The Prism and the Pendulum: The Ten Most Beautiful Experiments in Science*) – książka historyka nauki Roberta P. Crease wydana w 2003 roku. Została sporządzona na podstawie ankiety przeprowadzonej wśród fizyków z całego świata^[1]. Prezentuje najsłynniejsze i **najpiękniejsze** eksperymenty z fizyki:

- 1. Pomiar **Eratostenesa** (ok. roku 230 p.n.e.) – pomiar obwodu **Ziemi**
- 2. Eksperyment **Galileusza** (rok 1600) – **spadek swobodny** ciał o różnej masie
- 3. Eksperyment **Galileusza** (rok 1600) – obserwacja ruchu **ciał** staczających się z **równi pochyłej**
- 4. Eksperyment **Newtona** (lata 1665–1666) – **rozszczepienie światła** za pomocą **pryzmatu**
- 5. Eksperyment **Cavendisha** (rok 1798) – wyznaczenie **stałej grawitacji G** za pomocą **wagi skręceń**
- 6. **Doświadczenie Younga** (rok 1801) – **interferencja światła** na dwóch szczelinach
- 7. **Wahadło Foucaulta** (rok 1851) – doświadczalne potwierdzenie **ruchu obrotowego Ziemi**
- 8. Eksperyment **Millikana** (rok 1909) – wyznaczenie ładunku **elektronu** za pomocą spadającej w **polu elektrycznym** kropli oleju
- 9. Eksperyment **Rutherforda** (rok 1911) – odkrycie **jądra atomowego**
- 10. **Doświadczenie Davissona i Germera** (rok 1927) – **dyfrakcja elektronów** na kryształach niklu

Inne brane pod uwagę doświadczenia to:

- 11. Eksperyment **Archimedesesa** z **hydrostatyki** – **wyporność** ciała stałego przez ciecz (III w. p.n.e.) – **prawo Archimedesesa**
- 12. Obserwacje **Rømera** dotyczące **prędkości światła** (rok 1676)
- 13. Eksperymenty **Joule'a** z aparatem do pomiaru mechanicznego odpowiednika ciepła (rok 1843) – **zasada zachowania energii**
- 14. Eksperyment **Reynoldsa** – przepływ cieczy przez rurkę (**hydrodynamika**, podobieństwo dynamicznego przepływu płynów w przewodach rurowych, rok 1883)
- 15. Eksperymenty **Macha** i **Salchera** z akustyczną **falą uderzeniową** (rok 1886)

Pierwsze lekcje nie powinny zawierać niczego poza tym, co jest eksperymentalne i interesujące do zobaczenia. Ładny eksperyment jest sam w sobie bardziej wartościowy niż dwadzieścia wzorów wydobytych z naszych umysłów.



Do zobaczenia
w dniu moich
146 urodzin!!!

Dziękuję
za uwagę! 😊