



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**



# Analiza wymiarowa

## - zadanie 4 (H1) - rozwiązanie

Okres ( $T$ ) wahadła zależy jedynie od długości wahadła  $d$  ( $L$ ) i przyspieszenia ziemskiego  $g$  ( $L/T^2$ ).

Która z formuł **może być** prawdziwa?

(a)  $T = 2\pi (dg)^2$     (b)  $T = 2\pi \frac{d}{g}$     (c)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{d}{g}}$

Sprawdź (a).

~~$\left(L \cdot \frac{L}{T^2}\right)^2 = \frac{L^4}{T^4} \neq T$~~

(a)  $T = 2\pi (dg)^2$

Sprawdź (b).

~~$\frac{L}{\frac{L}{T^2}} = T^2 \neq T$~~

(b)  $T = 2\pi \frac{d}{g}$

Sprawdź (c).

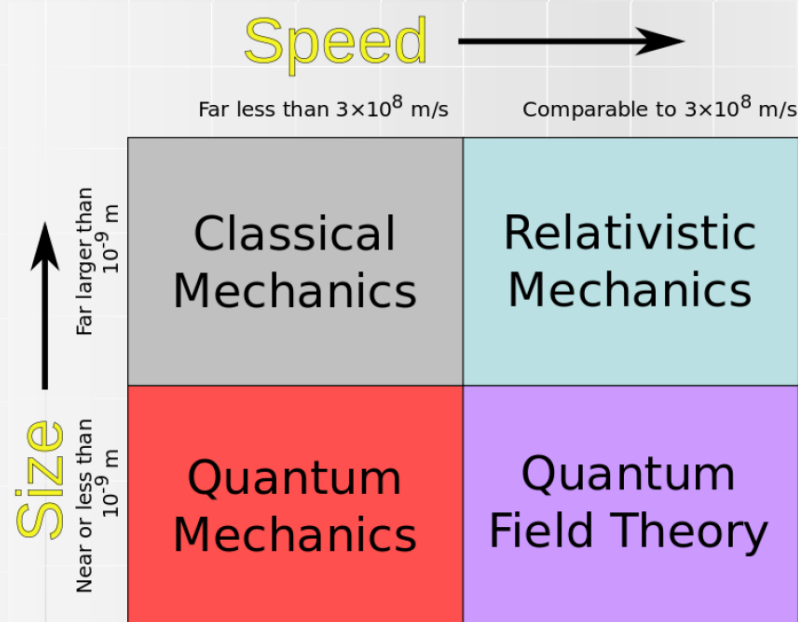
$\sqrt{\frac{L}{\frac{L}{T^2}}} = \sqrt{T^2} = T$  ✓

(c)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{d}{g}}$



# Fizyka klasyczna

Mechanika klasyczna, nazywana też mechaniką Newtonowską, nie dotyczy wszystkich sytuacji. Jeśli prędkości oddziałujących ciał są bardzo duże (stanowią pewną część prędkości światła) musimy zastąpić mechanikę klasyczną mechaniką relatywistyczną (specjalną teorią względności Einsteina), która obowiązuje przy dowolnej dużej prędkości, łącznie z prędkością bliską prędkości światła. Podczas gdy rozważane oddziałujące ciała mieszczą się w skali struktury atomowej (na przykład mogą to być elektrony w atomie), zamiast mechaniki klasycznej będziemy stosować mechanikę kwantową.





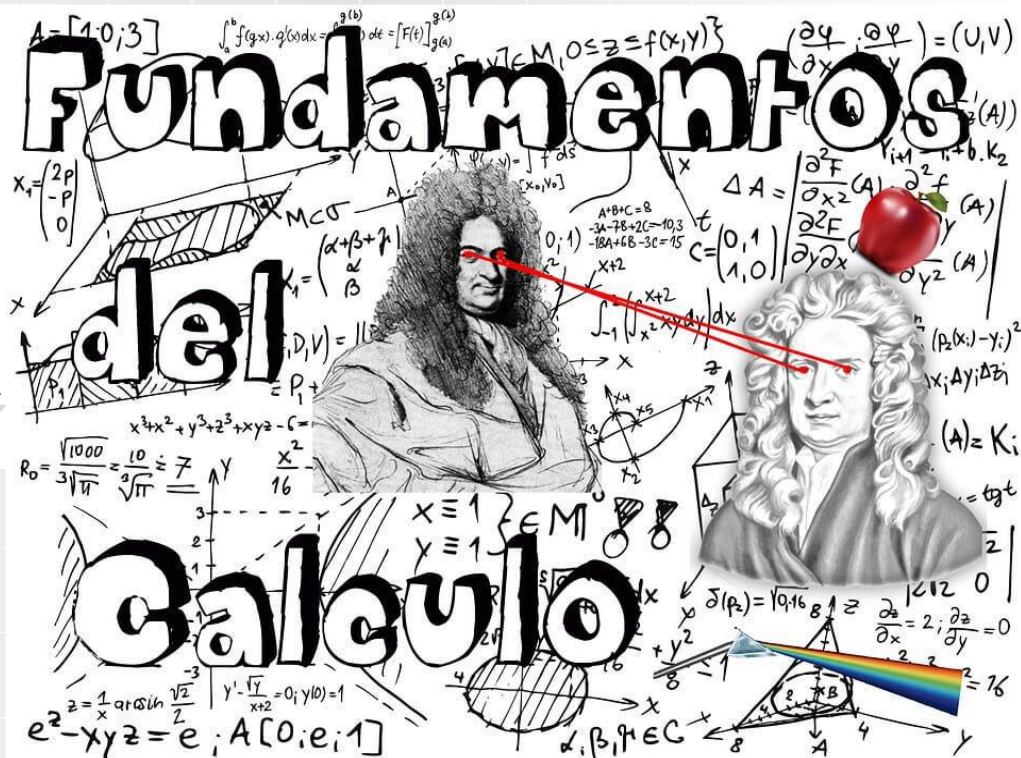
# Co wprawia ciała w ruch?

Dynamika jest takim działem fizyki, który opisuje dlaczego pewne obiekty się poruszają, w opozycji do kinematyki, która jest skoncentrowana na opisie samego ruchu. Ruch obiektu zwyczajowo opisywany jest na podstawie Praw Newtona.



## Zapamiętaj!

Przyczyną zmian prędkości ciała względem nieruchomego układu odniesienia jest działanie niezrównoważonej siły na to ciało.

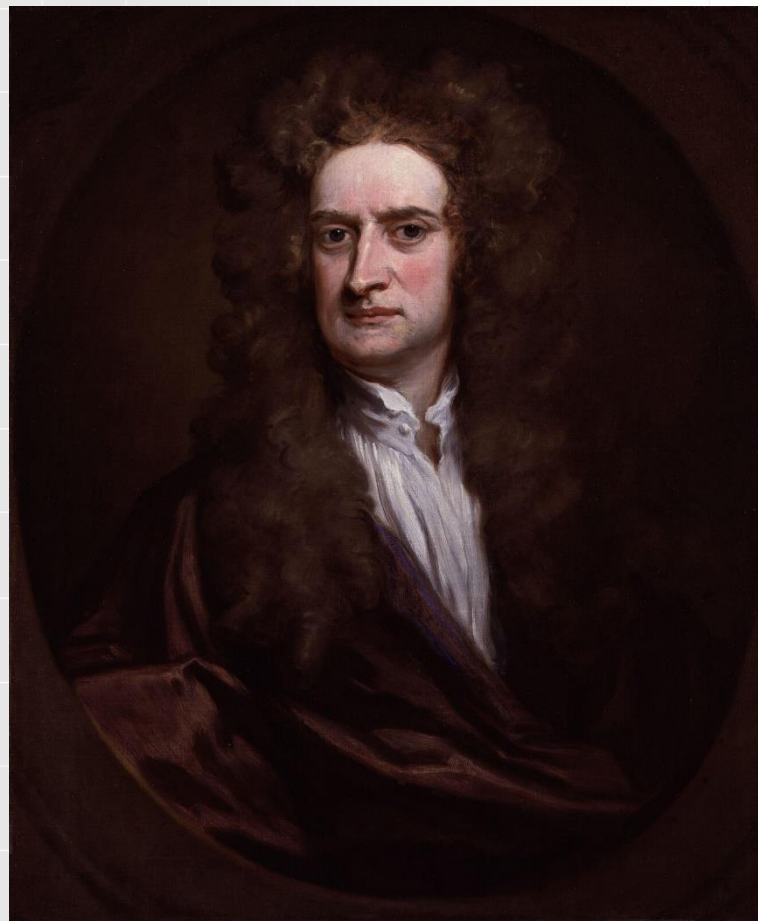




Wrocław  
University  
of Science  
and Technology

# Ojciec fizyki klasycznej – Izaak Newton

Fizyk, astronom i matematyk angielski, profesor uniwersytetu w Cambridge. Sformułował podstawy mechaniki klasycznej (trzy zasady dynamiki). Innymi epokowymi odkryciami Newtona są prawo powszechnego ciążenia i uzasadnienie praw Keplera. Był zwolennikiem korpuskularnej teorii światła (zgodnie z którą światło ma postać cząstek). Jest wraz z Leibnizem twórcą rachunku różniczkowego i całkowego.







# Pierwsze prawo dynamiki

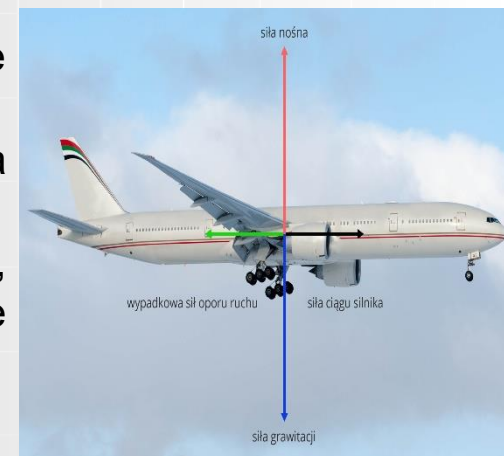
Jeżeli na ciało nie działa żadna siła lub działające siły się równoważą, to ciało pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym względem nieruchomego układu odniesienia.

Dlaczego lecący po linii prostej samolot może poruszać się ze stałą prędkością?

Na lecący samolot działają łącznie cztery siły, które muszą parami się równoważyć:

- siła grawitacji (skierowana pionowo w dół) i siła nośna (skierowana pionowo w górę);
- siła ciągu silników (zwrócona w tę stronę, w którą leci samolot) i siły oporu ruchu, zwrócone przeciwnie do zwrotu prędkości samolotu.

Gdy zostanie spełniony warunek ich równowagi, tzn. siła wypadkowa działająca na samolot wyniesie zero, to będzie on się poruszał z prędkością o stałej wartości, kierunku i zwrocie.





# Ćwiczenie 2.1 - rozwiązanie

Oceń prawdziwość poniższych zdań.

1. Jadący samochód porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym, gdy siła grawitacji równoważy siłę tarcia. **Fałsz**
2. Jadący samochód porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym, gdy siłę tarcia równoważy siła napędzająca samochód. **Prawda**
3. Stojący na parkingu samochód nie porusza się ponieważ działające na niego siły równoważą się. **Prawda**



# Bezwładność ciał

Bezwładność jest siłą pojawiającą się w układach odniesienia, które przyspieszają, zwalniają lub zmieniają kierunek ruchu względem nieruchomego układu odniesienia

Ciała pasażerów ruszającego z miejsca pojazdu przejawiają tendencję do pozostania w stanie, w którym znajdowały się dotąd. Jednak stopy na skutek występowania siły tarcia między podłogą a podeszwami obuwi „odjeżdżają” wraz z autobusem. Pasażerowie przewracają się do tyłu pojazdu.







# Ćwiczenie 2.2 - rozwiązanie

W którą stronę przechylą się pasażerowie autobusu przy jego skręcie w lewo i przyspieszeniu?

- a) w prawo i do przodu,
- b) w lewo i do przodu,
- c) w prawo i do tyłu,
- d) w lewo i do tyłu.





# Pęd

Pęd jest powszechnie używanym terminem w sporcie. Drużyna z rozpędem (będąc w ruchu) podejmuje pewien wysiłek aby zatrzymać przeciwnika. W fizyce pęd jest równy iloczynowi masy i prędkości obiektu. Pęd jest wielkością wektorową; kierunek i zwrot pędu jest zgodny z kierunkiem i zwrotem prędkości.

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Ruch ciała, a tym samym i jego prędkość określana jest względem wybranego układu odniesienia, dlatego też pęd jest określany względem tego układu odniesienia.

W układzie SI jednostka pędu nie ma odrębnej nazwy, a jest określana za pomocą innych jednostek - kilogram·metr/sekunda [kg·m/s].





# Zasada zachowania pędu

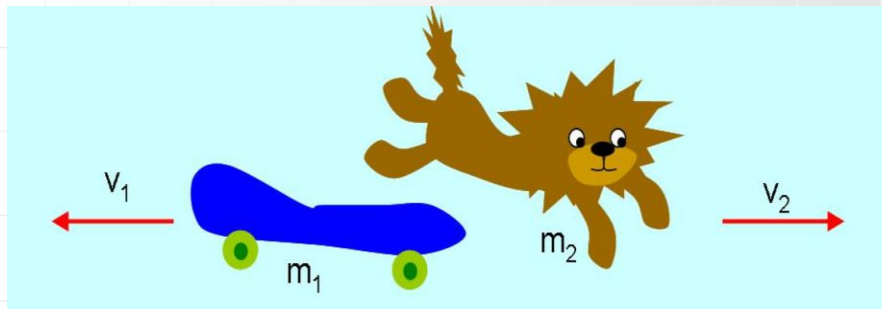
Jeżeli na jakiś układ ciał nie działają siły (oddziaływania) zewnętrzne, wtedy układ ten ma stały pęd.

Czyli, zapisując to wzorami:

jeżeli  $F_w = 0$ , to  $p = \text{const.}$

Lub jeszcze inaczej:

Zmienić pęd układu może tylko siła działająca z zewnątrz układu.



Przy pominięciu sił tarcia i oporów powietrza:

$$|p_{\text{pocz}}| = |p_{\text{końc}}|$$
$$|m_1 v_1| = |m_2 v_2|$$



# Przykład 2.1 - rozwiązanie

Łyżwiarz o masie 62.1 kg stoi naprzeciwko łyżwiarki o masie 42.8 kg. Odpychają się i odjeżdżają od siebie w przeciwnych kierunkach. Kobieta jedzie do tyłu z prędkością 3.11 m/s. Oblicz prędkość mężczyzny.

	Pęd pocz.	Pęd koń.
Mężczyzna	0	$62.1 \text{ kg} * v$
Kobieta	0	$42.8 \text{ kg} * (-3.11 \text{ m/s})$ $= -133.11 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
Suma	0	0



$$42.8 \text{ kg} * (-3.11 \text{ m/s}) + 62.1 \text{ kg} * v = 0$$
$$v = (133.11 \text{ kg} \cdot \text{m/s}) / 62.1 \text{ kg} = 2.14 \text{ m/s}$$



# Druga zasada dynamiki

Jakim ruchem będzie poruszało się ciało pod wpływem zewnętrznej siły niezrównoważonej?

Jeśli na ciało działa stała niezrównoważona siła (siła wypadkowa), to ciało porusza się ruchem jednostajnie zmiennym z przyspieszeniem wprost proporcjonalnym do działającej siły i odwrotnie proporcjonalnym do masy ciała.

Drugą zasadę dynamiki Newtona zapisujemy tak:

$$a = \frac{F}{m}$$

lub

$$F = m * a,$$

gdzie  $a[\text{m/s}^2]$  - przyspieszenie;  $F[\text{N}]$  - siła;  $m[\text{kg}]$  - masa ciała.



# Jednostka siły

## 1 N (niuton)

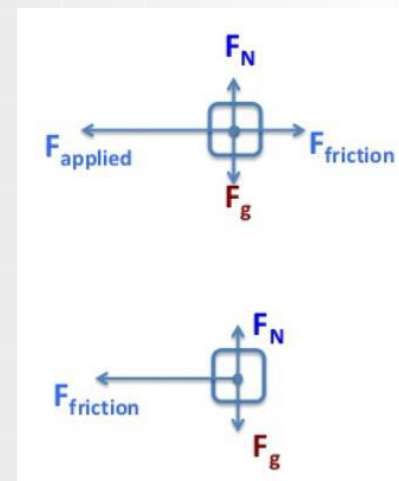
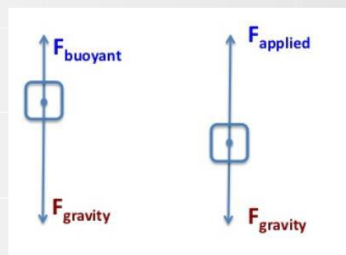
– 1 niuton jest wartością siły, która ciału o masie 1 kg nadaje przyspieszenie  $1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

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

Unit	Abbreviation	Equivalent Newton unit
Dyne	dyn	$10^{-5} \text{ N}$
Gram-force	gf	9.806 65 mN
Poundal	pdl	138.255 0 mN
Pound-Force	lbf	4.448 222 N
Kilogram-Force	Kgf	9.806 65 N

## Wykres rozkładu sił

– ilustracja ciała wraz ze wszystkimi siłami, jakie na nie działają







# Przykład 2.2 - rozwiązanie

Samochód o masie 1t przyspiesza z przyspieszeniem  $a = 0.5 \text{ m/s}^2$ .  
Oblicz siłę, która pozwoliła na ten ruch.

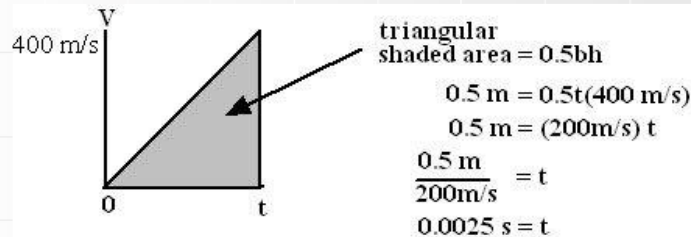
$$\begin{aligned} F &= ma \\ &= 1000\text{kg} \times 0.5\text{m/s}^2 \\ &= 500\text{kg} \cdot \text{m/s}^2 \\ &= 500\text{N} \end{aligned}$$





# Przykład 2.3 - rozwiązanie

Pocisk o masie 0.085kg wystrzelono z armaty z prędkością 400m/s. Zakładając, że pocisk dostał stałego przyspieszenia na długości 0.5 m, oblicz jaka siła została do niego przyłożona.



$$\begin{aligned} F &= ma \\ &= m \frac{\Delta v}{\Delta t} \\ &= 0.085 \frac{400}{0.0025} \\ &= 13600 \text{ N} \end{aligned}$$



# Trzecia zasada dynamiki

Trzecia zasada dynamiki Newtona mówi, że gdy ciało A działa na ciało B pewną siłą, to ciało B działa na ciało A siłą o tej samej wartości, tym samym kierunku, lecz przeciwnym zwrocie. Siły te nie mogą się równoważyć, ponieważ przyłożone są do dwóch różnych ciał.

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

Lub co do wartości

$$|\vec{F}_{AB}| = |-\vec{F}_{BA}|$$

Trzecią zasadę dynamiki Newtona nazywamy też zasadą akcji i reakcji. Każdej akcji towarzyszy reakcja równa co do wartości i kierunku, lecz przeciwnie zwrócona.



# Akcja = Reakcja

W przyrodzie występuje wiele rodzajów oddziaływań, ale wszystkie mogą zostać opisane i zmierzone przy pomocy sił. Siła jest miarą oddziaływania. Oddziaływania są wzajemne, to znaczy wywołując pewną akcję za pomocą działającej siły, musimy spodziewać się reakcji układu, na który działamy.

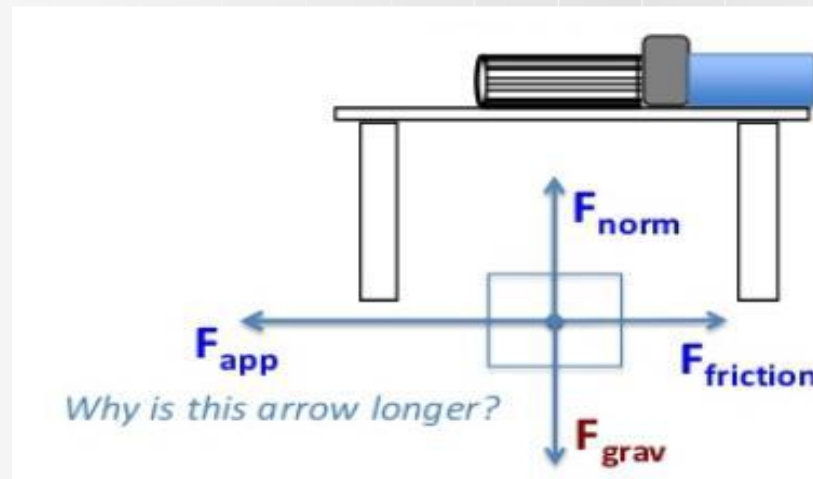




# Ćwiczenie 2.3 - rozwiązanie

Co jest źródłem siły?

Przykład książki przesuwanej po blacie stołu.

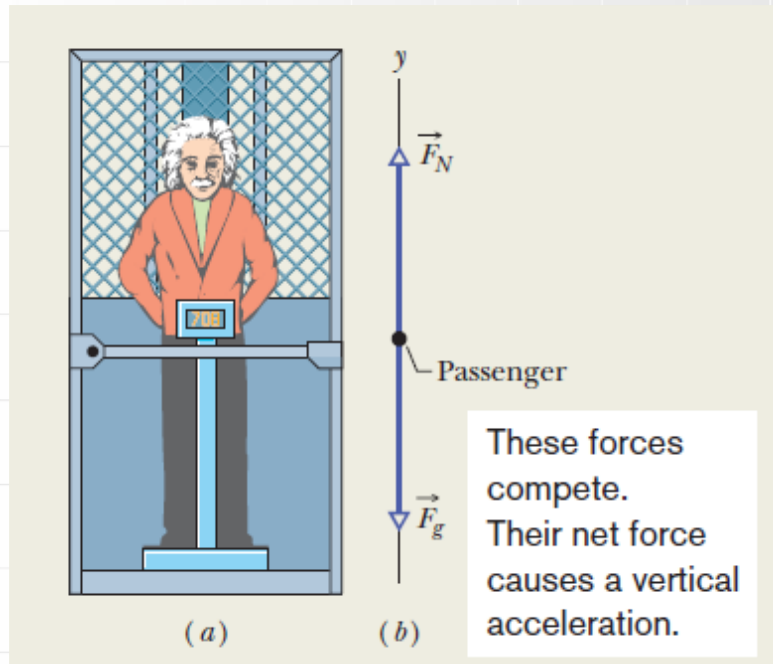


Rodzaj siły	Czynnik	Zwrot
Ciężar (grawitacja)	Ziemia	W dół
Normalna	Stół	W górę
Siła ciągu	My	W lewo
Tarcie	Blat	W prawo



# Przykład 2.4 - rozwiązanie

Założmy, że zechciałeś/-aś się zważyć w windzie. Będiesz ważył/-a mniej czy więcej?



$$F_N - F_g = ma$$

$$F_N = F_g + ma.$$

$$F_N = m(g + a)$$

$$N/g = m(g + a)/g = m(1 + a/g) = m + ma/g$$

Jazda w dół: waga--

Jazda w górę: waga++



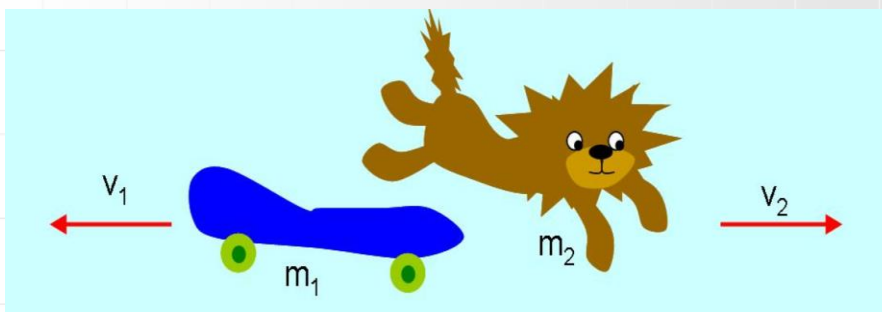


# Zasada zachowania pędu

Jeżeli na jakiś układ ciał nie działają siły (oddziaływania) zewnętrzne, wtedy układ ten ma stały pęd.

Czyli, zapisując to wzorami:  
jeżeli  $F_w = 0$ , to  $p = \text{const.}$

Wyjaśnienie:



Przy pominięciu sił tarcia  
i oporów powietrza:

$$|p_{\text{pocz}}| = |p_{\text{końc}}|$$
$$|m_1 v_1| = |m_2 v_2|$$



# Zasada zachowania pędu

Jeżeli na jakiś układ ciał nie działają siły (oddziaływania) zewnętrzne, wtedy układ ten ma stały pęd.

Czyli, zapisując to wzorami:  
jeżeli  $F_w = 0$ , to  $p = \text{const.}$

Wyjaśnienie:

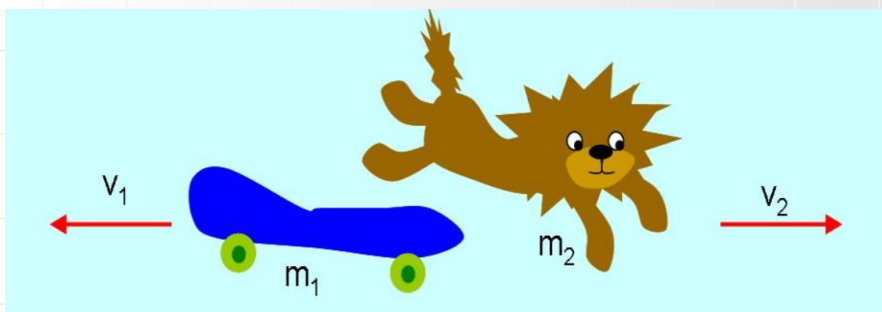
$F_1 = -F_2$  i działają w tym samym czasie  $t_1 = t_2$ .

Stąd  $F_1 * t_1 = -F_2 * t_2$

Wiedząc że  $F = ma$  oraz  $a = v/t$  mamy

$m_1 v_1 / t_1 * t_1 = m_2 v_2 / t_2 * t_2$ , czyli

$m_1 v_1 = -m_2 v_2$



Przy pominięciu sił tarcia  
i oporów powietrza:

$$|p_{\text{pocz}}| = |p_{\text{końc}}|$$
$$|m_1 v_1| = |m_2 v_2|$$



# Praca jako wielkość fizyczna

Praca - wielkość fizyczna, która jest iloczynem siły i przemieszczenia ciała w kierunku równoległym do kierunku działania siły; pracę oznaczamy literą  $[W]$  od angielskiego słowa work - praca.

praca = siła · przemieszczenie

lub

$$W = F \cdot x,$$

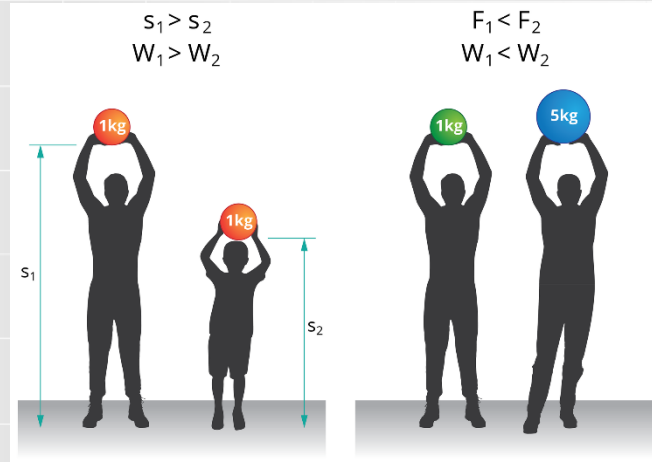
gdzie  $W[J]$  - praca;  $F[N]$  - siła;  $x[m]$  - przemieszczenie ciała.

$1 \text{ J (dżul)} = 1 \text{ N (niuton)} \cdot 1 \text{ m (metr)}$

## Zapamiętaj!

Praca nie jest wykonywana, gdy:

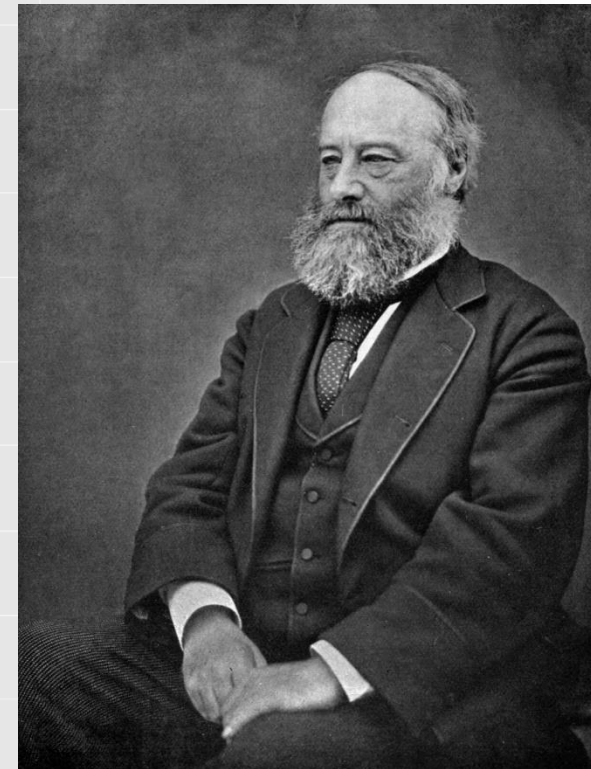
- nie ma przemieszczenia;
- siła ma wartość zero;
- siła skierowana jest prostopadle do przemieszczenia.





# James Prescott Joule

Joule urodził się w rodzinie piwowara. Ze względu na słabe zdrowie naukę w szkole rozpoczął dopiero w wieku 15 lat, pracując jednocześnie w browarze, gdzie zorganizował sobie pracownię fizyczną. Gdy miał 19 lat, ogłosił pierwszą samodzielną pracę naukową opisującą silnik elektryczny własnego pomysłu. Początkowo interesował się zagadnieniem ciepła, a szczególnie zamianą energii mechanicznej na ciepło – wyznaczył mechaniczny równoważnik ciepła. Następnie zajął się badaniem termicznych skutków przepływu prądu, co doprowadziło do powstania znanego dziś prawa Joule'a, według którego ilość ciepła wytworzonego przez prąd jest proporcjonalna do kwadratu natężenia prądu, czasu jego przepływu i oporu przewodnika. J.P. Joule za swoje dokonania otrzymał od królowej angielskiej nagrodę w postaci dożywotniej pensji.





# Moc miarą szybkości wykonywania pracy

Moc - wielkość fizyczna wyrażona liczbowo jako iloraz pracy i czasu jej wykonania:

$\text{moc} = \frac{\text{praca}}{\text{czas wykonania tej pracy}}$

lub

$$P = \frac{W}{t},$$

gdzie  $P[\text{W}]$  - moc;  $W[\text{J}]$  - praca;  $t[\text{s}]$  - czas wykonania pracy.

1 W (wat) = 1 J (dżul) / 1 s (sekunda)

Moc informuje nas, ile pracy może wykonać dane urządzenie lub osoba w określonej jednostce czasu, np. w ciągu sekundy. Jeżeli w poszczególnych sekundach wykonana praca jest różna, to z powyższej zależności obliczymy średnią moc.



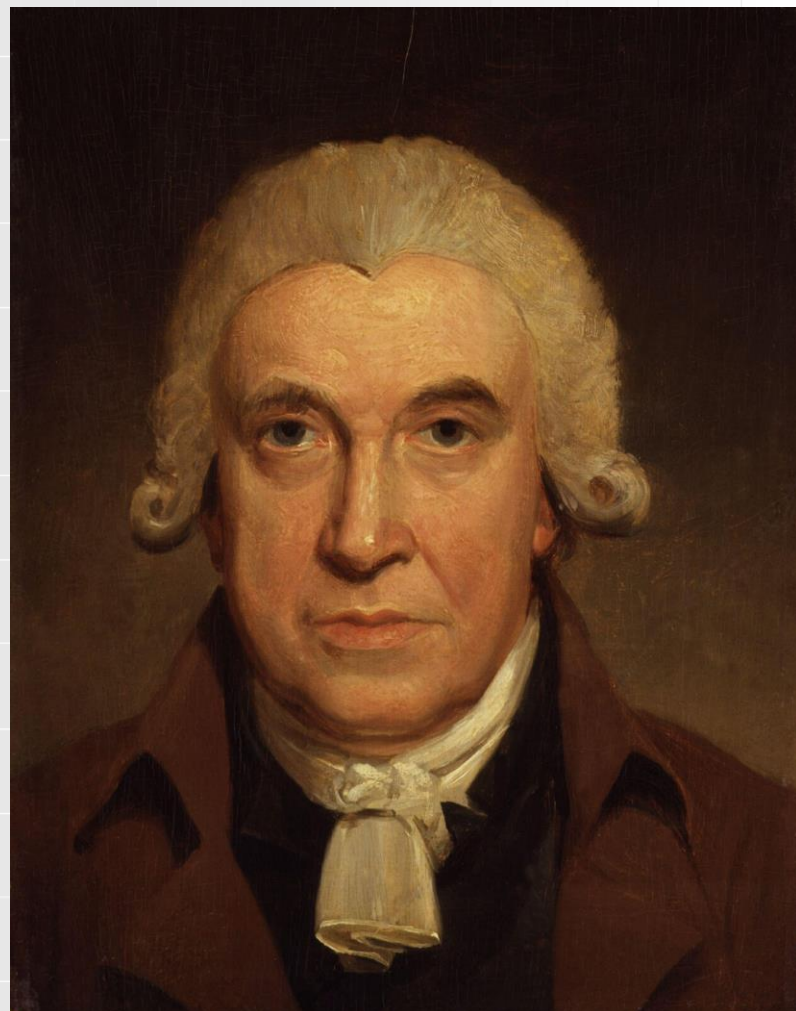
1 KM = 735,49875 W





# James Watt

James Watt urodził się w rodzinie cieśli i już w szkole ujawniły się jego wielkie zdolności matematyczne oraz techniczne. Pracował jako wytwórca i konstruktor przyrządów precyzyjnych najpierw w Londynie, a następnie na Uniwersytecie w Glasgow. Zasłynął jako twórca znaczących ulepszeń maszyny parowej: wydzielił komorę kondensacji pary, opracował zespół przekładni umożliwiających zastosowanie silnika parowego w pojazdach, zbudował regulator prędkości obrotowej silnika parowego (zwany regulatorem Watta).

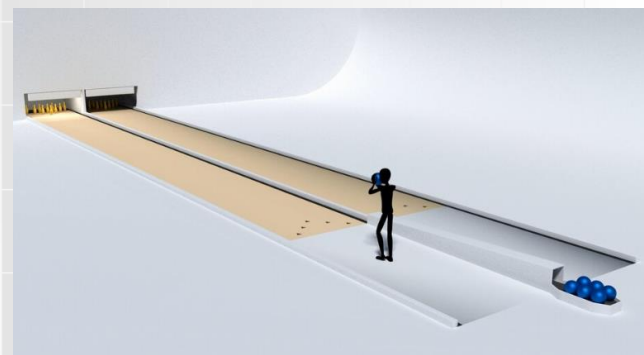






# Energia mechaniczna i jej rodzaje

Mówimy, że wykonanie jednej pracy i zmiana położenia ciała spowodowały zgromadzenie pewnej energii, dzięki której ciało to zyskało możliwość wykonania innej pracy.



Rodzaje **energii mechanicznej**:

- Zależną od wzajemnego położenia oddziałujących ciał – tę kategorię nazywamy **energią potencjalną**. Zmiana położenia ciał jest czynnikiem umożliwiającym wykonanie przez nie pracy. Przykładowo: wiszący nad wbijanym słupem młot kafara może wykonać pracę dopiero wtedy, gdy spadnie i uderzy w słup.
- Zależną od ruchu ciała – tę postać energii nazywamy **energią kinetyczną**. Ciało będące w ruchu może wykonać pracę.

energia mechaniczna = energia potencjalna + energia kinetyczna

$$E_{\text{mech}} = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}}$$



# Energia potencjalna

## energia potencjalna

- jedna z form energii mechanicznej, którą ma układ oddziałujących ze sobą ciał (przyciągających się lub odpychających), a jej wartość zależy od położenia tych ciał względem siebie. Jest to zatem energia układu ciał.

## energia potencjalna grawitacji

- energia układu ciał oddziałujących siłami grawitacyjnymi. Wartość tej energii zależy od masy ciał oraz od odległości między nimi. Rośnie, gdy zwiększa się odległość między oddziałującymi ciałami, oraz jest większa w przypadku ciał o większej masie.

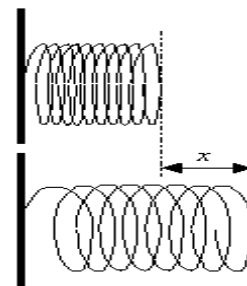
$$E_{pot.g.} = mgh$$

## energią potencjalną sprężystości

- energia odkształconego ciała (bądź układu ciał) oddziałujących siłami sprężystości (np. sprężyna). Zależy od wzajemnego położenia cząsteczek bądź atomów, z których zbudowana jest nasza sprężyna, które się przyciągają lub odpychają.

wielkości rozciągnięcia -  $x$   
stała sprężystości sprężyny –  $k$   
(czyli wielkości określającej  
jak dużej siły potrzeba, aby rozciągnąć sprężynę)

$$E_{pot.s.} = \frac{kx^2}{2}$$





# Energia kinetyczna

Energia kinetyczna – jedna z form energii mechanicznej, którą posiadają ciała będące w ruchu. Energia kinetyczna zależy od masy ciała oraz wartości jego prędkości. Energia ta równa jest pracy, jaką trzeba wykonać, aby ciało o masie  $m$  rozpędzić do prędkości  $v$  (lub zatrzymać ciało będące w ruchu). Jednostką energii kinetycznej, tak jak wszystkich innych form energii, jest dżul.

Wartość energii kinetycznej ciała jest równa iloczynowi połowy masy ciała i kwadratu wartości prędkości ciała:

energia kinetyczna =  $1/2 \cdot \text{masa} \cdot \text{prędkość}^2$

$$E_{kin} = \frac{mv^2}{2}$$



# Energia kinetyczna - wyjaśnienie

Obliczmy pracę wykonaną przez siłę  $F$  przy rozpędzaniu samochodu:

$$W = F \cdot s$$

gdzie siła  $F$  zgodnie z drugą zasadą dynamiki jest równa  $F = m \cdot a$ , a drogę w ruchu jednostajnie przyspieszonym można wyrazić wzorem:

$$s = \frac{at^2}{2}$$

Zatem po podstawieniu do wzoru na pracę wyrażen na siłę i drogę otrzymujemy zależność:

$$W = F \cdot s = m \cdot a \cdot \frac{at^2}{2} = m \cdot \frac{(at)^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

Skorzystaliśmy tutaj z przemienności mnożenia oraz ze wzoru na prędkość w ruchu jednostajnie przyspieszonym:  $v = (a \cdot t)$ .

Zgodnie z przyjętą wcześniej definicją praca sił zewnętrznych jest równa przyrostowi energii ciała – w tym wypadku energii kinetycznej.

$$E_{kin} = \frac{mv^2}{2}$$



# Zasada zachowania energii

Spadające ciało traci na wysokości, a zyskuje na prędkości. Dochodzi w nim do zamiany energii potencjalnej na kinetyczną.



Zasada zachowania energii mechanicznej głosi, że jeśli siły zewnętrzne nie wykonują pracy nad układem ciał i na składniki układu nie działają siły tarcia lub oporu ośrodka, to energia mechaniczna układu pozostaje stała. To znaczy, że energia kinetyczna i potencjalna składników układu mogą się zmieniać, ale ich suma pozostaje niezmienną. Można to zapisać równaniem:

$$(E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}})_{\text{pocz}} = (E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}})_{\text{końc}}$$



Wrocław  
University  
of Science  
and Technology

# Mechanika klasyczna - Dynamika

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







# Słowniczek

## **bezwładność**

– inercja; właściwość materii polegająca na zachowaniu przez ciało swojego stanu: ruchu lub spoczynku, dopóki nie działają niezrównoważone siły.

## **siła nośna**

– jedna z sił działających w ośrodku (powietrzu, cieczy) na poruszające się w tym ośrodku ciało. Siła ta jest zależna od kształtu ciała i wartości prędkości ciała.

## **siły oporu ruchu**

– wszystkie siły, które przeciwdziałają ruchowi poruszającego się ciała, np. tarcie lub opór powietrza.

## **wykres rozkładu sił**

– ilustracja ciała wraz ze wszystkimi siłami, jakie na nie działają

## **siły wewnętrzne**

– siły hipotetyczne występujące pomiędzy sąsiadującymi ze sobą elementami pewnego układu ciał, np. normalna – prostopadła do przekroju obiektu.



# Słowniczek

## **pęd**

– wektorowa wielkość fizyczna wyrażona liczbowo jako iloczyn masy oraz prędkości obiektu.

## **niuton**

– jednostka siły, która oznaczana jest literą N.

## **praca**

– wielkość fizyczna, która jest iloczynem siły i przemieszczenia ciała w kierunku równoległym do kierunku działania siły.

## **dżul**

– jednostka pracy, która oznaczana jest literą J.

## **moc**

– wielkość fizyczna wyrażona liczbowo jako iloraz pracy i czasu jej wykonania.

## **wat**

– jednostka mocy (W); urządzenie ma moc 1 wata [W] jeśli w ciągu 1 sekundy [s] wykona pracę 1 dżula [J].



# Słowniczek

## **energia**

– wielkość fizyczna charakteryzująca ciało lub układ ciał i związana z pracą, którą to ciało jest w stanie wykonać. Ciało (układ ciał) posiada energię, jeśli jest zdolne do wykonania pracy.

## **energia mechaniczna**

– występuje w dwóch postaciach: energii potencjalnej i energii kinetycznej, a jej całkowita wartość jest ich sumą, czyli:

$\text{energia mechaniczna} = \text{energia potencjalna} + \text{energia kinetyczna}$

## **energia potencjalna**

– jedna z form energii mechanicznej, którą ma układ oddziałujących ze sobą ciał (przyciągających się lub odpychających), a jej wartość zależy od położenia tych ciał względem siebie. Jest to zatem energia układu ciał.

## **energia kinetyczna**

– jedna z form energii mechanicznej, którą posiadają ciała będące w ruchu. Energia kinetyczna zależy od masy ciała oraz wartości jego prędkości. Energia ta równa jest pracy, jaką trzeba wykonać, aby ciało o masie  $m$  rozpędzić do prędkości  $v$  (lub zatrzymać ciało będące w ruchu).



# 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	9 Wt 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

H2: 23.10.20 godz. 12:00

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