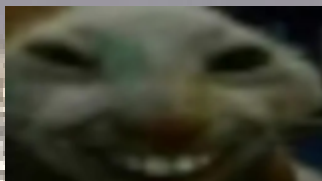


OFICJALNIE NIEOFICJALNE MATERIAŁY EDUKACYJNE

Wielka Księga Odrabiamy.pl

*Kompletny zbiór notatek z Fizyka
Stan na dzień 15.03.2026*



WYDAWNICTWO SZCZUR

Wulkanowo 2026

OFICJALNIE NIEOFICJALNE MATERIAŁY EDUKACYJNE

Gęstość | Fizyka | Notatka



Powered by

Szczur Platform

Gęstość

- teoria, przykłady

Masa – wielkość, która określa **ilość substancji w danym ciele**.
Ważną właściwością masy jest niezmienność, czyli jest taka sama na Ziemi, jak i na Księżycu, czy Marsie – **masa jest stała!**

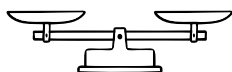
OZNACZENIE WIELKOŚCI FIZYCZNEJ

m – masa danej substancji
(z ang. *mass*)

TEORIA

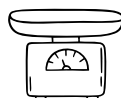
Do mierzenia masy służą:

Waga dwustronna (szalkowa)



Działa na zasadzie porównywania dwóch mas. Jest więc niezależna od przyspieszenia ziemskiego – mierzy masę.

Waga sprężynowa (np. waga łazienkowa, kuchenna)



Mierzy wartość siły (sprężyna rozciąga się proporcjonalnie do siły) – ciężar ciała. Wagi kalibrowane są tak, by pokazywały wynik w kilogramach. Zmierzone wartości są dzielone przez wartość przyspieszenia ziemskiego, dlatego waga wskazuje kilogramy, chociaż fizycznie mierzy wartość ciężaru.

JEDNOSTKA

Nazwa kilogram

Oznaczenie **kg**

Rozwinięcie

1 kg = 1000 g (gramy)

1 kg = 100 dag (dekagramy)

1 kg = 0,001 t (tony)

!!!

Uwaga! **Masa i ciężar** to nie są równoznaczne pojęcia!

Gęstość – wielkość fizyczna, która określa, **ile masy znajduje się w określonej objętości danego ciała**.

TEORIA

Gęstość jest stosunkiem masy pewnej substancji do objętości tego ciała, czyli jest to masa substancji w jednostce objętości:

$$d = \frac{m}{V} \quad \text{gdzie: } d - \text{gęstość ciała} \quad m - \text{masa} \quad V - \text{objętość}$$

OZNACZENIE WIELKOŚCI FIZYCZNEJ

d – gęstość danej substancji

ρ – gęstość substancji, czyt. „ro”
(to oznaczenie było kiedyś popularne w literaturze)

TABELE GĘSTOŚCI

CIAŁA STAŁE		CIECZE		GAZY	
Nazwa substancji	$d \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$	Nazwa substancji	$d \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$	Nazwa substancji	$d \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$
ciało ludzkie	1 050	benzyna	720	azot	1,146
miedź	8 950	gliceryna	1 258,2	hel	0,164
ołów	11 340	ciężka woda	1104,4	powietrze	1,185
złoto	19 280	terpentyna	860	tlen	1,309
lód (w temp. 0°C)	916	rtęć	13 534	wodór	0,0823

JEDNOSTKA

Nazwa kilogram na metr sześcienny

Oznaczenie $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Rozwinięcie

$$1 \frac{\text{g}}{\text{ml}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{0,001 \text{ kg}}{0,000001 \text{ m}^3} = 1 000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Zależność gęstości od stanu skupienia

Należy pamiętać, że omawiane zależności dotyczą tego samego materiału w różnych stanach skupienia. Dla dwóch różnych substancji nie muszą być one zachowane.

ZALEŻNOŚĆ GĘSTOŚCI OD STANU SKUPIENIA CIAŁ		
Stan skupienia	Budowa cząsteczkowa	Gęstość ciała
ciała stałe	Cząsteczki są ściśle ułożone i tworzą regularną strukturę.	NAJWIĘKSZA GĘSTOŚĆ Ciała stałe mają największą gęstość ze wszystkich trzech stanów skupienia. Zmiana gęstości jest niewielka. Następuje przy zmianie temperatury.
ciecze	Cząsteczki cieczy są osadzone bardzo blisko siebie, ale mogą się przemieszczać.	POŚREDNIA GĘSTOŚĆ Ciecze mają mniejszą gęstość od ciał stałych, ale większą od gęstości gazów. Ogrzewanie cieczy powoduje niewielkie zmniejszenie gęstości.
gazy	Cząsteczki są osadzone bardzo daleko od siebie, poruszają się swobodnie.	NAJMNIEJSZA GĘSTOŚĆ Gazy mają najmniejszą gęstość ze wszystkich trzech stanów skupienia, ale silnie zależy on od temperatury gazu – łatwo się zmienia.



Uwaga! **Gęstość wody** nie jest zgodna z powyższą tabelą. Woda ma największą gęstość w temperaturze **4°C**, czyli gdy znajduje się w stanie ciekłym.

Zależność gęstości ciała od jego stanu skupienia możemy matematycznie zapisać za pomocą nierówności:

$$d_{\text{ciała stałego}} \geq d_{\text{cieczy}} \geq d_{\text{gazu}}$$

gdzie:

$d_{\text{ciała stałego}}$ – gęstość ciała stałego

d_{cieczy} – gęstość cieczy

d_{gazu} – gęstość gazu

PRZYKŁAD

Drewniany klocek ma wymiary: $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$. Natomiast jego masa wynosi 750 g . Oblicz gęstość drewna, z którego wykonano klocek.

Wynik podaj w $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ oraz w $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Rozwiązanie:

Dane:

$$a = 20 \text{ cm}$$

$$b = 10 \text{ cm}$$

$$c = 5 \text{ cm}$$

$$m = 750 \text{ g}$$

Szukane:

$$d = ?$$

Rozwiązanie:

Objętość prostopadłościanu:

$$V = a b c$$

gdzie:

a, b, c - długości krawędzi prostopadłościanu.

Otrzymujemy:

$$d = \frac{m}{V}$$

$$d = \frac{m}{a b c}$$

Obliczamy:

$$d = \frac{750 \text{ g}}{20 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm} \cdot 5 \text{ cm}} = \frac{750 \text{ g}}{1000 \text{ cm}^3} = 0,75 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Przekształćmy jednostkę z $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ na $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$:

$$0,75 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 0,75 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Odpowiedź: Gęstość drewnianego klocka wynosiła $0,75 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, czyli $750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

OFICJALNIE NIEOFICJALNE MATERIAŁY EDUKACYJNE

Praca, moc, energia | Fizyka | Notatka



Powered by

Szczur Platform

Praca, moc, energia

- teoria, przykłady

PRACA



Praca jest ściśle związana z ruchem ciała i siłami działającymi na to ciało. Wyróżniamy różne rodzaje pracy:

- **praca mechaniczna** (np. przesuwanie ciężkiej skrzyni pod wpływem siły)
- **praca termodynamiczna** (np. para wodna wykonująca pracę w silniku lokomotywy)
- **praca objętościowa** (np. rozszerzanie się gazu w balonie pod wpływem ciepła)
- **praca prądu elektrycznego** (np. świecenie żarówki, gdy przepływa przez nią prąd).

Praca mechaniczna

OZNACZENIE WIELKOŚCI FIZYCZNEJ

W — praca wykonana przez siłę działającą na ciało (z ang. *work*).

JEDNOSTKA

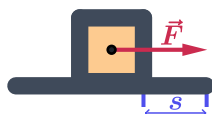
Nazwa	dżul
Oznaczenie	J
Rozwinięcie	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$

(od **Jamesa Prescottta Joule'a**, angielskiego fizyka
- badał zależność między pracą a energią)

TEORIA

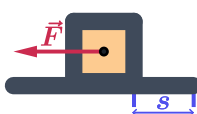
Praca zostaje wykonana, gdy siła działająca na ciało powoduje jego ruch. Siła jako wielkość wektorowa ma kierunek, zwrot i wartość. W zależności od kierunku i zwrotu działającej siły oraz przemieszczenia ciała można wyróżnić trzy szczególne przypadki:

- 1) siła powoduje ruch ciała zgodny ze swoim zwrotem:



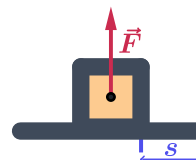
$$W = F \cdot s$$

- 2) siła powoduje ruch ciała przeciwnie do swojego zwrotu:



$$W = -F \cdot s$$

- 3) siła działa prostopadłe do możliwego kierunku ruchu:



$$W = 0$$

gdzie:

F — wartość siły działającej na ciało (z ang. *force*)
s — droga przebyta przez ciało w czasie ruchu

PRZYKŁADY

Pchanie wózka sklepowego
- wózek pchany siłą mięśni do przodu porusza się do przodu. **Praca wykonana przez siłę mięśni jest dodatnia.**

Hamowanie samochodu - siła tarcia opon o podłoże zwrócona jest przeciwnie do kierunku ruchu samochodu. **Praca wykonana przez siłę tarcia jest ujemna.**

Zakupy w wózku sklepowym
- pchany wózek się porusza, a na zakupy działa siła ciężkości prostopadła do kierunku ruchu wózka. **Praca wykonana przez siłę ciężkości jest zerowa.**

ENERGIA

Wielkość fizyczna, która charakteryzuje stan układu.
Rozróżniamy wiele form energii, takich jak:

mechaniczna (np. rowerzysta jadący pod górę)

chemiczna (np. spalanie drewna)

jądrowa (np. reakcja rozszczepienia w reaktorze jądrowym)

elektryczna (np. świecąca żarówka)



Energia mechaniczna

OZNACZENIE WIELKOŚCI FIZYCZNEJ

W przypadku **energii mechanicznej**,
w zależności od jej rodzaju i sytuacji,
można spotkać następujące oznaczenia:

E	energia (najbardziej ogólne oznaczenie tej wielkości z ang. <i>energy</i>)
E_k	energia kinetyczna
E_p	energia potencjalna grawitacji
$E_{p.s}$	energia potencjalna sprężystości
ΔE	zmiana energii, symbol Δ (czyt. delta) wskazuje na różnicę lub zmianę wielkości fizycznej

JEDNOSTKA

Nazwa	dżul
Oznaczenie	J
Rozwinięcie	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$

TEORIA

Wykonanie pracy w układzie powoduje **zmianę jego energii mechanicznej**, co oznacza, że zmienia się stan układu:

$$W = \Delta E$$

Mamy do czynienia ze zmianą, czyli różnicą pomiędzy stanem końcowym a początkowym układu:

$$\Delta E = E_{\text{końcowa}} - E_{\text{początkowa}}$$

gdzie:

$E_{\text{końcowa}}$ – energia początkowa układu

$E_{\text{początkowa}}$ – energia końcowa układu

PRZYKŁAD

Uczeń pcha sanki pod górę, zwiększając ich szybkość. Działa siłą o wartości 10 N i przesuwa sanki na odcinku 10 m.
Jaką pracę wykonał uczeń? O ile zwiększyła się energia mechaniczna układu?

Dane:	Szukane:	Rozwiązanie:	Zmiana energii mechanicznej układu:
$F = 10 \text{ N}$	$\Delta E = ?$	$W = F \cdot s$	$\Delta E = W$
$s = 10 \text{ m}$	$W = ?$	$W = 10 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 100 \text{ N} \cdot \text{m} = 100 \text{ J}$	$\Delta E = 100 \text{ J}$

Odpowiedź: Uczeń wykonał pracę równą 100 J, co oznacza, że energia mechaniczna sanek wzrosła o 100 J.

ENERGIA POTENCJALNA CIĘŻKOŚCI

PRZYKŁAD

TEORIA

Na każde ciało przy powierzchni Ziemi działa **siła ciężkości**. Oznacza to, że jeżeli chcemy podnieść pewne ciało na dowolną wysokość, to musimy wykonać **pracę**, która będzie przeciwdziałać sile ciężkości tego ciała. Zmiana wysokości ciała powoduje **zmianę jego energii potencjalnej**, przy czym energię potencjalną na konkretnej wysokości obliczamy wzorem:

$$E_p = m g h$$

gdzie:

m – masa ciała, które znajduje się na danej wysokości

g – wartość przyspieszenia ziemskiego $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

h – wysokość, na jakiej znajduje się ciało

Uczeń podnosi plecak o masie **5 kg** na wysokość **2 m**. Jaką energię potencjalną ma plecak na tej wysokości?

Dane:

$$m = 5 \text{ kg}$$

$$h = 2 \text{ m}$$

$$\text{wiemy, że } g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Szukane:

$$E_p = ?$$

Rozwiązanie:

$$E_p = m g h$$

$$E_p = 5 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2 \text{ m} = 100 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 100 \text{ J}$$

Odpowiedź:

Plecak na wysokości **2 m** ma energię potencjalną równą **100 J**.

ENERGIA POTENCJALNA SPRĘŻYSTOŚCI

PRZYKŁAD

TEORIA

Zmiana energii potencjalnej może wynikać nie tylko ze **zmiany wysokości**, ale także z **odkształcenia ciała**, np. rozciągnięcia sprężyny. W takim przypadku mówimy o **energii potencjalnej sprężystości**:

$$E_{p.s} = \frac{1}{2} k x^2$$

gdzie:

k – współczynnik sprężystości sprężyny (z niem. *konstante*)

x – długość o jaką wydłużono sprężynę

Uczeń rozciąga sprężynę zamocowaną do stołu o **20 cm**.

Sprężyna ma współczynnik sprężystości $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

Ile energii potencjalnej sprężystości zgromadzi się w sprężynie?

Dane:

$$x = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Szukane:

$$E_{p.s} = ?$$

Rozwiązanie:

$$E_{p.s} = \frac{1}{2} k x^2$$

$$E_{p.s} = \frac{1}{2} \cdot 100 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0,2 \text{ m})^2 = 50 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0,04 \text{ m}^2 = 2 \text{ N} \cdot \text{m} = 2 \text{ J}$$

Odpowiedź: Energia potencjalna sprężystości dla tej sprężyny będzie wynosiła **2 J**.

ENERGIA KINETYCZNA

PRZYKŁAD

TEORIA

Energia kinetyczna jest energią związaną z **ruchem ciała**. Skoro ciało się porusza, to posiada pewną szybkość, którą nada mu działająca na nie **siła wypadkowa**, dlatego:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

gdzie:

m – masa ciała

v – szybkość

Uczeń rozpędza hulajnogę do prędkości o wartości $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Masa ucznia wraz z hulajnogą wynosi **50 kg**. Ile energii

kinetycznej ma ten układ podczas jazdy?

Dane:

$$v = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$m = 50 \text{ kg}$$

Szukane:

$$E_k = ?$$

Rozwiązanie:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 50 \text{ kg} \cdot \left(3 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 25 \text{ kg} \cdot 9 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 225 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 225 \text{ J}$$

Odpowiedź: Energia kinetyczna ucznia wynosi **225 J**.

ZASADA ZACHOWANIA ENERGII

TEORIA

Energia nie znika i nie powstaje z niczego. Może tylko zmieniać formę albo przechodzić z jednego ciała na inne. Jeśli na układ **nie działają siły zewnętrzne wykonujące pracę** (np. tarcie, opór powietrza), to jego całkowita **energia mechaniczna pozostaje stała**. Zmianie mogą ulegać energia kinetyczna i potencjalna, ale **ich suma się nie zmienia**.

Rozwiązanie:

Na podanej wysokości, z której piłka spada swobodnie ma zerową szybkość, czyli jego energia potencjalna i kinetyczna mają postać:

$$E_{p,1} = m g h$$

$$E_{k,1} = 0$$

W chwili uderzenia w podłogę piłka znajdzie się na zerowej wysokości, dlatego:

$$E_{p,2} = 0$$

$$E_{k,2} = \frac{1}{2} m v^2$$

Z zasady zachowania energii wiemy, że suma energii na wysokości, z której piłka spada, a suma energii piłki przy podłodze jest taka sama:

$$E_{p,1} + E_{k,1} = E_{p,2} + E_{k,2}$$

PRZYKŁAD

Piłka spada swobodnie z wysokości **5 m**. Z jaką szybkością uderzy w podłogę? Przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego wynosi $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, a opory powietrza pomini.

Dane:

$$h = 5 \text{ m}$$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Szukane:

$$v = ?$$

Dlatego:

$$m g h + 0 = 0 + \frac{1}{2} m v^2$$

$$m g h = \frac{1}{2} m v^2 \quad | : m$$

$$g h = \frac{1}{2} v^2 \quad | \cdot 2$$

$$2 g h = v^2$$

$$v^2 = 2 g h$$

$$v = \sqrt{2 g h}$$

Obliczamy:

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5 \text{ m}} = \sqrt{100 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Odpowiedź: Szybkość piłki tuż przed uderzeniem w podłogę wynosi $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

MOC

OZNACZENIE WIELKOŚCI FIZYCZNEJ

P — moc rozwijana przez ciało lub urządzenie (z ang. *power*).

TEORIA

Moc mówi nam, jak szybko wykonywana jest praca albo jak szybko przekazywana jest energia. To wielkość fizyczna, która informuje, ile pracy wykonano w danym czasie:

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

gdzie:

W – praca wykonana przez ciało lub urządzenie

t – czas, w jakim ciało lub urządzenie wykonało pracę



UWAGA! Litera **W** może oznaczać pracę albo jednostkę mocy, w zależności od kontekstu.

JEDNOSTKA

Nazwa	wat
Oznaczenie	W
Rozwinięcie	$1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}} = \frac{1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}}{1 \text{ s}} = \frac{1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m}}{1 \text{ s}} = \frac{1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{1 \text{ s}} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^3}$

(od nazwiska **Jamesa Watta**, szkockiego inżyniera, który badał działanie maszyn parowych i wprowadził pojęcie mocy jako miary tempa wykonywanej pracy)

PRZYKŁAD

Z jaką mocą uczeń wnosi plecak po schodach, jeśli wykonuje pracę 100 J w 10 sekund?

Dane:

$$W = 100 \text{ J}$$

$$t = 10 \text{ s}$$

Szukane:

$$P = ?$$

Rozwiązanie:

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

$$P = \frac{100 \text{ J}}{10 \text{ s}} = 10 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 10 \text{ W}$$

Odpowiedź: Moc ucznia wynosi 10 W.

OFICJALNIE NIEOFICJALNE MATERIAŁY EDUKACYJNE

Ruch jednostajnie przyspieszony | Fizyka | Notatka



Powered by

Szczur Platform



Ruch jednostajnie przyspieszony

Ruch jednostajnie zmienny

TEORIA

Ruch opisujący sytuację, w której prędkość ciała się zmienia, nazywamy ruchem zmiennym.

Jeśli wartość prędkości rośnie, mamy do czynienia z **ruchem przyspieszonym**.

Jeśli wartość prędkości maleje, mówimy o **ruchu opóźnionym**.

Szczególnym przypadkiem jest ruch, w którym **wartość prędkości zmienia się w równych odstępach czasu o tę samą wartość**:

- Jeśli wartość prędkości rośnie, mamy do czynienia z **ruchem jednostajnie przyspieszonym**.
- Jeśli wartość prędkości maleje, mówimy o **ruchu jednostajnie opóźnionym**.

PRZYKŁADY

Pociąg ruszający ze stacji



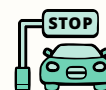
Podczas startu pociąg zwiększa swoją szybkość. Pociąg porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym.

Piłka rzucona do góry



Piłka rzucona pionowo w górę porusza się ruchem jednostajnie opóźnionym aż do osiągnięcia najwyższego punktu.

Samochód hamujący do zatrzymania



Kiedy kierowca naciska hamulec, prędkość samochodu maleje, co jest przykładem ruchu jednostajnie opóźnionego.

Przyspieszenie w ruchu zmiennym

TEORIA

Zmianę wartości prędkości w ruchu zmiennym podzieloną przez czas, w którym ta zmiana nastąpiła, nazywamy **wartością przyspieszenia**.

gdzie:

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

Δv – zmiana wartości prędkości ciała, symbol Δ (grecka wielka delta) wskazuje na różnicę lub zmianę wielkości fizycznej

Δt – czas, w którym ta zmiana nastąpiła

Zmiana wartości prędkości jest różnicą wartości prędkości końcowej i wartości prędkości początkowej.

gdzie:

$$\Delta v = v_k - v_p$$

v_k – wartość prędkości końcowej ciała

v_p – wartość prędkości początkowej ciała

OZNACZENIE WIELKOŚCI FIZYCZNEJ

a – wartość przyspieszenia (z ang. *acceleration*)

JEDNOSTKA

Nazwa	metr na sekundę kwadrat
Oznaczenie	$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Zamiana jednostki

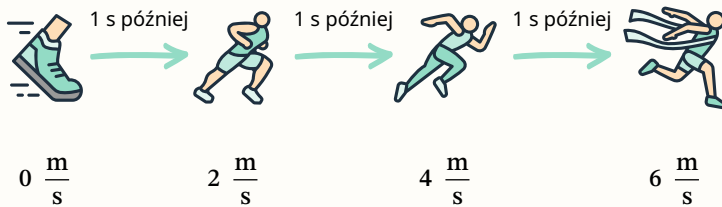
$$\frac{1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1 \text{ s}} = \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ s}} \cdot \frac{1}{1 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



Uwaga! Wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie opóźnionym często nazywana jest **opóźnieniem**. Oznaczenie oraz jednostka pozostają takie same.

PRZYKŁAD

Sprinter zaczyna swój bieg na bieżni. Przeanalizujmy poniższy schemat:



W każdej sekundzie wartość prędkości sprintera wzrasta o $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Sprinter przyspiesza jednostajnie, a jego wartość przyspieszenia jest stała i wynosi $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad a = \frac{2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1 \text{ s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

PRZYKŁAD

Aby zatrzymać się na przystanku, tramwaj zwalnia z $15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ do $0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Maszynista wykonuje hamowanie w ciągu 5 s. Wyznaczmy opóźnienie tramwaju.

Dane:

$$v_p = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_k = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta t = 5 \text{ s}$$

Szukane:

$$a = ?$$

Rozwiązanie:

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

$$\Delta v = v_k - v_p$$

$$a = \frac{v_k - v_p}{\Delta t}$$

$$a = \frac{0 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \text{ s}} = \frac{-15 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \text{ s}} = -3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Odpowiedź: Opóźnienie tramwaju wynosi $-3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Spadek swobodny

Ciała spadające na Ziemię z niewielkiej wysokości spadają ruchem jednostajnie przyspieszonym. Ruch ten nazywamy **spadkiem swobodnym** i występuje on przy stałej **wartości przyspieszenia, nazywanej przyspieszeniem ziemskim**.

OZNACZENIE WIELKOŚCI FIZYCZNEJ

g

— wartość przyspieszenia ziemskiego (z gr. *geo* – ziemia)

WARTOŚĆ STAŁEJ FIZYCZNEJ

Dla Polski wartość przyspieszenia ziemskiego wynosi $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Dla ułatwienia obliczeń stosuje się przybliżoną wartość $g \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

PRZYKŁAD

Czapka spada z dachu na ziemię. Ile wynosi wartość przyspieszenia czapki, jeśli pominiemy opór powietrza?

Uzasadnienie

Czapka spada, bo działa na nią siła przyciągania Ziemi. W każdej sekundzie spadku prędkość zwiększa się o tę samą wartość. Jeżeli pomijamy opór powietrza, przyspieszenie, z jakim spada czapka, jest równe przyspieszeniu ziemskiemu.

Wartość przyspieszenia ziemskiego w przybliżeniu wynosi $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Odpowiedź: Wartość przyspieszenia, z jakim spada czapka, wynosi $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

JEDNOSTKA

Nazwa	metr na sekundę kwadrat
Oznaczenie	$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Zamiana jednostki

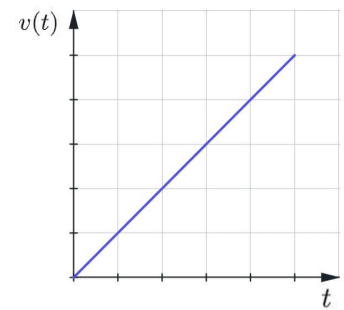
$$\frac{1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1 \text{ s}} = \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ s}} \cdot \frac{1}{1 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

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

Wykres v od t

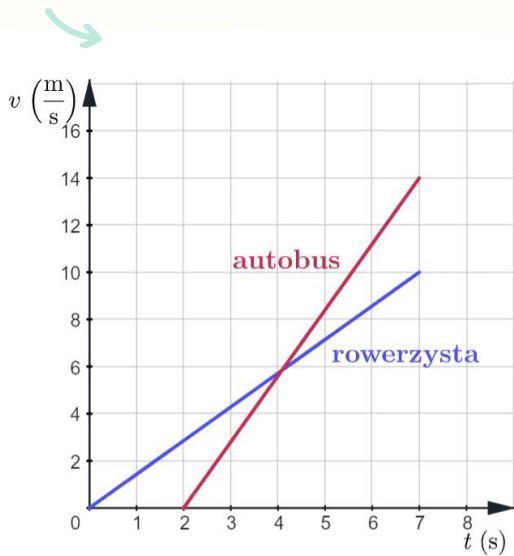
TEORIA

Zmiany wartości prędkości ciała w czasie możemy graficznie przedstawiać na wykresie wartości prędkości od czasu. Dla ruchu jednostajnie przyspieszonego wykres v od t jest **rosnącą linią prostą**; wykres jest bardziej stromy, jeżeli wartość przyspieszenia ciała jest większa. Dla ruchu jednostajnie opóźnionego wykres v od t jest **malejącą linią prostą**.



PRZYKŁAD

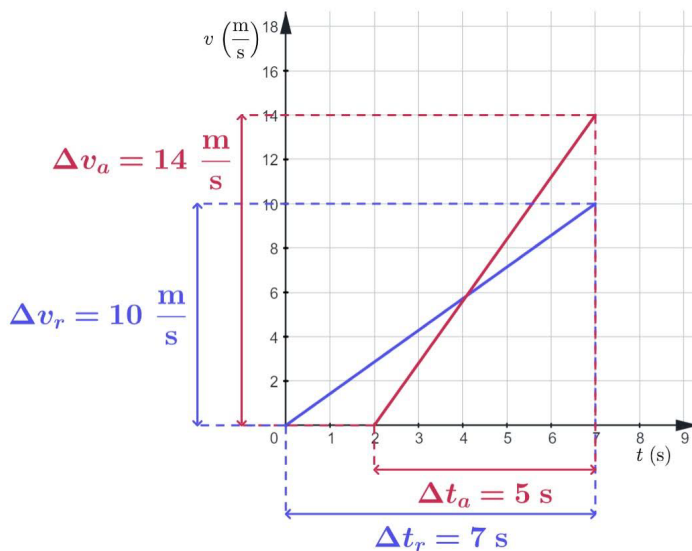
Autobus oraz rowerzysta ruszyli z miejsca gdy sygnalizacja świetlna zmieniła kolor na zielony. Wykres przedstawia zależności wartości prędkości od czasu podczas ruchu pojazdów. Na podstawie wykresów wyznacz wartości przyspieszenia autobusu i rowerzysty.



Rozwiązanie:

Na początku rowerzysta miał wartość prędkości $0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Po 7 s osiągnął wartość prędkości $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Zatem zmiana jego wartości prędkości wynosi $\Delta v_r = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Na początku autobus miał wartość prędkości $0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Ruch rozpoczął w 2 s ruchu, a zakończył w 7 s. Zatem po $\Delta t_a = 5 \text{ s}$ osiągnął wartość prędkości $14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Zmiana jego wartości prędkości wyniosła $\Delta v_a = 14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.



Korzystamy ze wzoru:

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

$$a_r = \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{7 \text{ s}} \approx 1,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_a = \frac{14 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \text{ s}} \approx 2,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Odpowiedź: Wartość przyspieszenia autobusu wynosiła $2,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, a rowerzysty $1,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

OFICJALNIE NIEOFICJALNE MATERIAŁY EDUKACYJNE

Elektrostatyka | Fizyka | Notatka



Powered by

Szczur Platform



Elektrostatyka

- teoria, przykłady

Ładunek elektryczny

OZNACZENIE WIELKOŚCI FIZYCZNEJ

Q — wartość ładunku

JEDNOSTKA

Nazwa kulomb
(od nazwiska francuskiego fizyka
– Charlesa Culomba, który badał
elektrostatykę i magnetyzm)

Oznaczenie **C**

Rozwinięcie $1\text{ C} = 1\text{ A} \cdot \text{s}$

TEORIA

Ciała mogą być naładowane dodatnio, ujemnie lub być obojętne elektrycznie. Nie jest to właściwość ciała, lecz wynika z ładunków zgromadzonych na jego powierzchni.

Wyróżniamy dwa rodzaje ładunków:

- + **dodatnie**, których nośnikami są protony oraz dodatnie jony (kationy)
- **ujemne**, których nośnikami są elektrony oraz ujemne jony (aniony).

Naładowanie ciała wynika z nadmiaru któregoś z ładunków. Ciała obojętne elektrycznie mają tyle samo ładunków dodatnich, co ujemnych.

Dodatni ładunek ciała nie wynika z tego, że uzyskało dodatkowe protony, ale z tego, że elektrony odpłynęły.

Ładunek elementarny

STAŁA FIZYCZNA

e — wartość ładunku elementarnego

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

TEORIA

Elektron i proton mają jednakową wartość ładunku (różnią się jedynie znakiem), dlatego ładunek dowolnego ciała zawsze jest wielokrotnością ładunku pojedynczego elektronu. Ładunek takiego elektronu nazywamy ładunkiem elementarnym i jest on jedną ze stałych fizycznych.

PRZYKŁAD

Ile elektronów brakuje kuli o ładunku $Q = 16 \text{ C}$?

Dane:
 $Q = 16 \text{ C}$

Szukane:
 $n = ?$

Przekształcamy:
 $Q = n e \quad | : e$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$\frac{Q}{e} = n$$

Rozwiązanie:
Wszystkie naładowane ciała mają ładunek, który jest wielokrotnością ładunku elementarnego, więc możemy zapisać:

$$n = \frac{Q}{e}$$

$$Q = n e$$

Obliczamy:

gdzie:

$$n = \frac{16 \cancel{\text{C}}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cancel{\text{C}}} = 10 \cdot 10^{19} = 10^{20}$$

n - liczba brakujących elektronów.

Odpowiedź: Kuli brakuje 10^{20} elektronów.

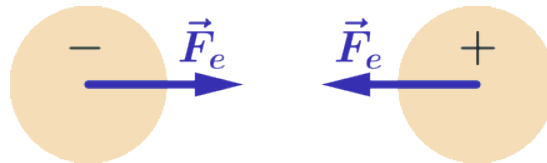
Oddziaływania między ładunkami

TEORIA

Spoczywające ładunki oddziałują ze sobą siłami elektrostatycznymi. Te siły działają na oba ładunki i mają takie same wartości oraz kierunki, ale przeciwne zwroty. Zgodnie z prawem Coulomba wartość tej siły **jest wprost proporcjonalna do iloczynu ładunków** oraz **odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości** między nimi. Gdy obok siebie znajdują się dwa ładunki lub naładowane ciała o **tym samym znaku**, mówimy, że są **jednoimienne** i **odpychają się od siebie** siłą elektrostatyczną.



W przypadku, gdy naładowane ciała lub ładunki mają **różne znaki ładunków**, mówimy, że są **różnoimienne** i **przyciągają się do siebie** siłą elektrostatyczną.



PRZYKŁAD

Na poniższych grafikach pokazano naładowane kulki na sznurkach. Na podstawie rysunku określ, czy kulki mają ładunki jednoimienne, czy różnoimienne.



Rozwiązanie:

W przypadku **a)** kulki odchyliły się, a odległość między nimi zwiększyła się. Oznacza to, że kulki się odpychają, a więc muszą mieć ładunki jednoimienne.

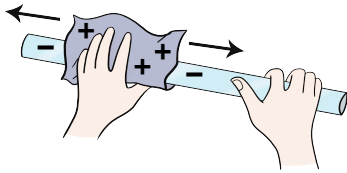
W przypadku **b)** kulki zbliżyły się do siebie, co oznacza, że się przyciągają, a więc muszą mieć ładunki różnoimienne.

Odpowiedź: W przypadku **a)** ładunki są jednoimienne, a w przypadku **b)** różnoimienne.

Elektryzowanie ciał

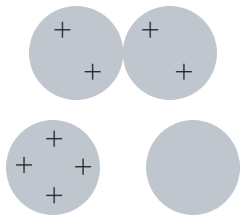
TEORIA

Ciała obojętne elektrycznie zawierają tyle samo ładunków dodatnich (protonów), co ujemnych (elektronów). Przesunięcie części elektronów powoduje naładowanie ciała. Elektrony mogą zostać przesunięte na kilka sposobów.



Pocieranie

Elektrony mogą przemieścić się z jednego ciała na drugie, gdy je o siebie pocieramy. W efekcie jedno ciało oddaje część elektronów i jest naładowane dodatnio, a drugie pobiera te elektrony i jest naładowane ujemnie.



Dotyk

Jeżeli jedno ciało jest naładowane, to po zetknięciu z ciałem obojętnym elektrycznie przekazuje mu część nadmiarowych elektronów lub je od niego pobiera.



Indukcja

Gdy naładowane ciało umieścimy w pobliżu ciała obojętnego, ale ich nie zetkniemy, to ładunek zgromadzony na naładowanym ciele zaczyna przyciągać lub odpychać elektrony w ciele obojętnym. W efekcie elektrony gromadzą się na jednym z jego końców, przez co jeden koniec staje się naładowany dodatnio, a drugi – ujemnie.

PRZYKŁAD 1

Ebonitową pałeczkę potarto ściereczką, a następnie tą samą pałeczką dotknięto obojętnej elektrycznie kulki. Czy i jak kulka będzie naładowana pod koniec tego procesu?

Uzasadnienie:

Gdy pocieramy ebonitową pałeczkę ściereczką, elektrony przepływają ze ściereczki na powierzchnię pałeczki i uzyskuje ona ładunek ujemny. Gdy tak naładowaną pałeczką dotkniemy kulki, część nadmiarowych elektronów przepływa na nią. W efekcie kulka również staje się naładowana ujemnie.

Odpowiedź:

Kulka będzie naładowana ujemnie.

PRZYKŁAD 2

Przysuwamy dodatnio naładowany pręt do spoczywającego, obojętnego pręta na ziemi. Dodatni ładunek zgromadzony na pręcie przyciąga elektrony w spoczywającym pręcie. W efekcie na końcu pręta bliżej naładowanego ciała zbiera się ujemny ładunek, a na drugim pozostają atomy pozbawione części swoich elektronów - czyli mające ładunek dodatni.

Zasada zachowania ładunku

TEORIA

Ładunek elektryczny nie może zostać stworzony ani zniszczony – może tylko przemieszczać się między obiektami w układzie. Dlatego w izolowanym układzie całkowity ładunek pozostaje stały.

PRZYKŁAD

Kulę o ładunku $Q_1 = -2 \text{ C}$ zetknięto z taką samą, ale nienaładowaną kulą. Jak będą naładowane kule po zetknięciu?

Dane:

$$Q_1 = -2 \text{ C}$$

Szukane:

$$Q_2 = ?$$

Rozwiązanie:

Przed zetknięciem jedynie pierwsza kula miała ładunek, więc jest to ładunek całego układu. Skoro obie kulki są takie same to po zetknięciu ich, na każdej zgromadzi się ten sam ładunek:

$$Q' = Q_1 + Q_2$$

gdzie: Q' – ładunek całkowity układu po zetknięciu

$$Q' = 2Q_2$$

Q_2 – ładunek pojedynczej kuli po zetknięciu

Zgodnie z zasadą zachowania ładunku jego wartość musi być taka sama przed jak i po zetknięciu kul.

$$Q' = Q_1$$

Obliczamy:

$$2Q_2 = Q_1 \quad |:2$$

$$Q_2 = \frac{-2 \text{ C}}{2} = -1 \text{ C}$$

$$Q_2 = \frac{Q_1}{2}$$

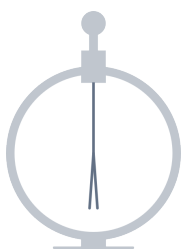
Odpowiedź: Po zetknięciu obie kulki uzyskały ładunek -1 C .

Elektroskop

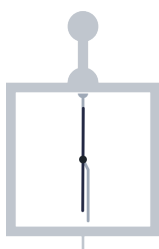
TEORIA

Elektroskop to urządzenie służące do wykrywania ładunku elektrycznego. Składa się z trzech głównych elementów:

- szklanego pojemnika, który chroni wnętrze przed wiatrem
- metalowego pręta, który wystaje z pojemnika
- listków lub wskazówki, które reagują na obecność ładunku.



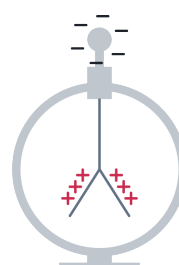
Elektroskop listkowy



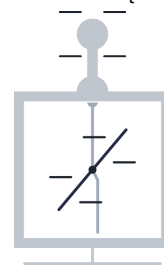
Elektroskop ze wskazówką

Po dotknięciu pręta naładowanym ciałem (lub przez indukcję) pręt się elektryzuje, a na jego powierzchni, w pojemniku oraz na listkach (lub wskazówce) gromadzi się ładunek, tak jak pokazano na rysunku.

Na skutek indukcji



Po dotknięciu



Jak już mówiliśmy, ładunki jednoimienne się odpychają, co powoduje, że wskazówka elektroskopu się odchyła, a listki odpychają się od siebie.

Właściwości elektryczne materiałów

TEORIA

Materiały możemy podzielić ze względu na ich właściwości elektryczne. Wyróżniamy dwa główne typy:

➔ **przewodniki** – materiały, które łatwo przewodzą prąd elektryczny, ponieważ mają dużo swobodnych elektronów. Takimi materiałami są np. miedź, żelazo, srebro.

➔ **izolatory** – materiały, które prawie nie przewodzą prądu, ponieważ mają bardzo mało swobodnych elektronów. Takimi materiałami są np. guma, plastik, drewno.

OFICJALNIE NIEOFICJALNE MATERIAŁY EDUKACYJNE

Fizyka | Szkoła podstawowa | Tablica edukacyjna



Powered by

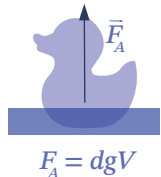
Szczur Platform

FIZYKA

MECHANIKA

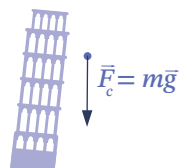
ok. 250 r. p.n.e.
Archimedes

Prawo Archimedesesa
- siła wyporu



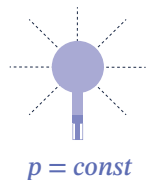
1592 r.
Galileusz

Bezwładność ciał
Spadek swobodny ciał



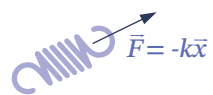
1652 r.
Pascal

Prawo Pascala



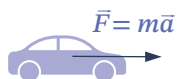
1676 r.
Hooke

Prawo Hooke'a



1687 r.
Newton

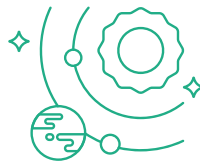
I zasada dynamiki
II zasada dynamiki
III zasada dynamiki



GRAWITACJA I ASTRONOMIA

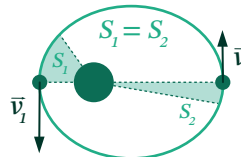
1543 r.
Kopernik

Heliocentryczna budowa
Układu Słonecznego



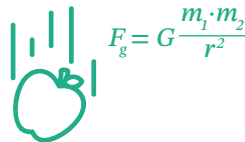
1609 r.
Kepler

I prawo Keplera
II prawo Keplera
III prawo Keplera



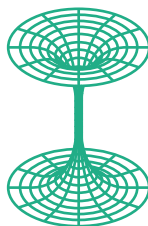
1687 r.
Newton

Prawo powszechnego
ciężenia



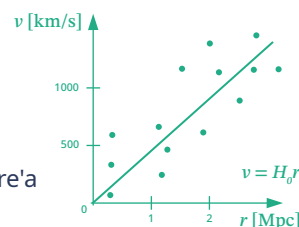
1915 r.
Einstein

Ogólna teoria
względności



1929 r.
Hubble

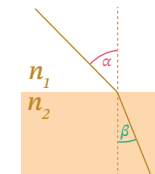
Prawo
Hubble'a - Lemaître'a



OPTYKA I FALE

1621 r.
Snell

Prawo załamania
światła



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

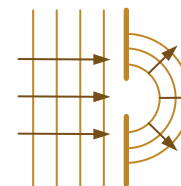
1672 r.
Newton

Rozszczepienie
światła w pryzmacie



1678 r.
Huygens

Zasada Huygensa



1803 r.
Young

Doświadczenie Younga



1887 r.
Michelson

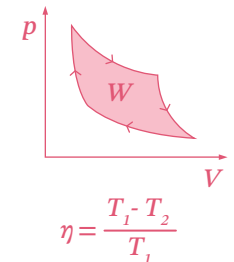
Doświadczenie
Michelsona-Morleya

$$c \approx 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

TERMODYNAMIKA

1824 r.
Carnot

Cykl Carnota



1843 r.
Clapeyron

Równanie stanu
gazu doskonałego



$$pV = nRT$$

1850 r.
Clausius

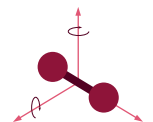
Pierwsza zasada
termodynamiki



$$\Delta U = Q - W$$

1868 r.
Boltzmann

Zasada
ekwipartycji energii

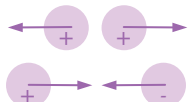


$$\bar{E}_k = \frac{i}{2} kT$$

ELEKTROMAGNETYZM

1785 r.
Coulomb

Prawo Coulomba



$$F_c = \frac{kq_1 \cdot q_2}{r^2}$$

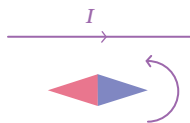
1800 r.
Volta

Stos Volty



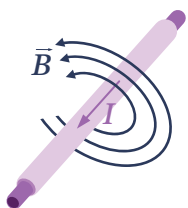
1820 r.
Ørsted

Doświadczenie
Ørsteda



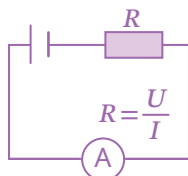
1820 r.
Ampère

Prawo Ampère'a



1826 r.
Ohm

Prawo Ohma



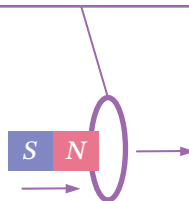
1831 r.
Faraday

Prawo indukcji
Faradaya



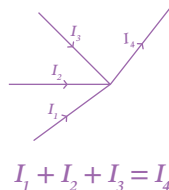
1834 r.
Lenz

Reguła (przekory)
Lenza



1845 r.
Kirchhoff

I prawo Kirchhoffa
II prawo Kirchhoffa



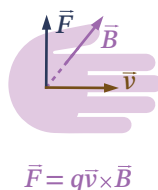
1887 r.
Hertz

Przesył fali
elektromagnetycznej



1892 r.
Lorentz

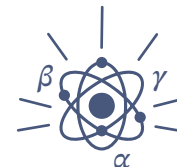
Siła
elektrodynamiczna



FIZYKA JĄDROWA I ATOMOWA

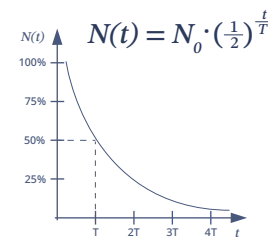
1896 r.
Becquerel

Odkrycie
promieniotwórczości



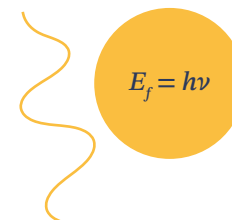
1900 r.
Rutherford

Prawo rozpadu
promieniotwórczego



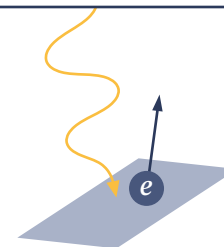
1900 r.
Planck

Kwanty energii -
początek mechaniki
kwantowej



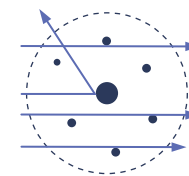
1905 r.
Einstein

Zjawisko
fotoelektryczne



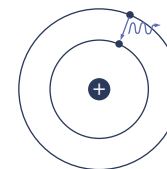
1911 r.
Rutherford

Eksperyment
Rutherforda - odkrycie
jądra atomowego



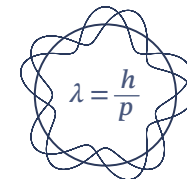
1913 r.
Bohr

Model atomu
wodoru



1923 r.
de Broglie

Fale materii



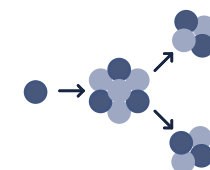
1927 r.
Heisenberg

Zasada
nieoznaczoności



1942 r.
Fermi

Pierwszy reaktor
jądrowy



OFICJALNIE NIEOFICJALNE MATERIAŁY EDUKACYJNE

Magnesy i kompas | Fizyka | Notatka



Powered by

Szczur Platform

Magnesy i kompas

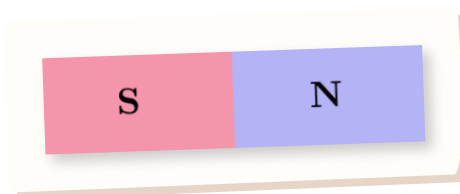
- teoria, przykłady

Bieguny magnetyczne

TEORIA

Każdy magnes ma dwa bieguny magnetyczne – niemożliwe jest stworzenie magnesu tylko z jednym biegunem. Nazwy tych biegunów to:

- **północny** – oznaczany literą N oraz kolorem niebieskim
- **południowy** – oznaczany literą S oraz kolorem czerwonym



Oddziaływanie magnetyczne

TEORIA

Bieguny magnetyczne oddziałują ze sobą podobnie jak ładunki elektryczne – jednoimienne się odpychają, a różnoimienne przyciągają.

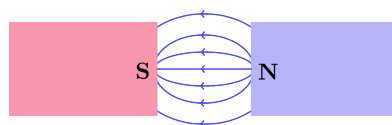
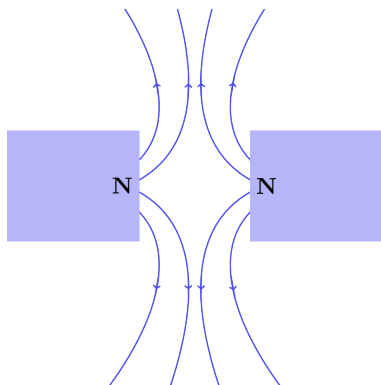


Pole magnetyczne i jego linie

TEORIA

Pole magnetyczne – niewidzialne pole, w którym na umieszczony magnes lub poruszający się ładunek elektryczny działa siła.

Pole to możemy zobrazować, rysując tak zwane **linie pola magnetycznego**. Są to linie, które ustawiają się w kształcie tego pola oraz obrazują jego intensywność. Jeśli pole jest silniejsze, to w tym obszarze rysujemy więcej linii, a jeśli słabsze – mniej. Pokazują też, jak zwrócone jest to pole.



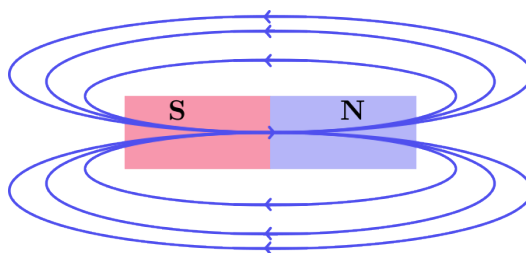
Linie pola magnetycznego wytwarzane przez magnesy

TEORIA

Magnesy są źródłami pola magnetycznego, więc wokół nich możemy narysować linie pola magnetycznego. Te linie **zawsze wychodzą z północnego bieguna magnetycznego, a wchodzi do południowego**.



Linie pola magnetycznego zawsze tworzą zamknięte pętle. Na rysunkach mogą wyglądać na otwarte, ale w rzeczywistości wewnątrz magnesu biegną one od bieguna południowego do północnego, dzięki czemu całość się zamyka.



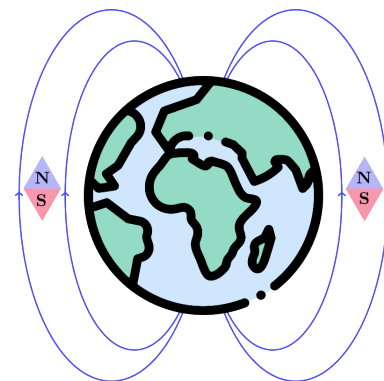
KOMPAS

TEORIA

Kompas – proste urządzenie zbudowane z podstawki i namagnesowanej igły. Działa dzięki temu, że:

- Ziemia wytwarza własne pole magnetyczne, więc można ją traktować
 - jak ogromny magnes, którego południowy biegun magnetyczny znajduje się na północnym biegunie geograficznym, a północny biegun magnetyczny
 - – na południowym biegunie geograficznym.
- Linie pola magnetycznego wychodzą z północnego bieguna magnetycznego i wchodzi do południowego.

Igła magnetyczna ustawia się wzdłuż linii pola, więc jej północny biegun magnetyczny wskazuje na północny biegun geograficzny.



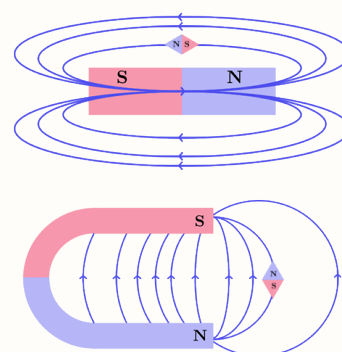
PRZYKŁAD

Narysuj ustawienie igły kompasu umieszczonej w polu magnetycznym wytwarzanym przez magnes słabkowy i w kształcie podkowy.

Uzasadnienie:

Każdy magnes wytwarza pole magnetyczne, którego linie wychodzą z bieguna północnego i wchodzi do bieguna południowego. Igła kompasu sama jest magnesem, dlatego ustawia się zgodnie ze zwrotem linii pola wytworzonych przez magnes słabkowy lub w kształcie podkowy - jej południowy biegun magnetyczny ustawiony jest tak, aby linie pola w niego wchodziły.

Odpowiedź:



Magnesowanie materiałów

TEORIA

Materiały takie jak stal czy żelazo **ulegają namagnesowaniu**, gdy znajdują się w polu magnetycznym – same stają się magnesami i zyskują bieguny magnetyczne. Biegun południowy tworzy się w miejscu, gdzie linie pola wchodzą do elementu, a biegun północny tam, gdzie z niego wychodzą.

PRZYKŁAD

Żelazny gwóźdź umieszczono w pobliżu północnego bieguna magnetycznego magnesu sztabkowego. Zaznacz bieguny magnetyczne gwóźdźa. Czy magnes będzie przyciągał gwóźdź?

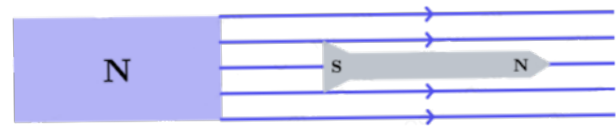
Uzasadnienie:

Z północnego bieguna magnesu wychodzą linie pola magnetycznego i docierają do gwóźdźa. Ponieważ gwóźdź jest z żelaza, ulega namagnesowaniu. Po stronie bliższej magnesowi linie pola wchodzą do gwóźdźa, dlatego tam powstaje biegun południowy. Na dalszym końcu gwóźdźa linie pola wychodzą, więc pojawia się biegun północny.

W efekcie bliższy koniec gwóźdźa ma przeciwny biegun niż magnes, co powoduje, że gwóźdź jest przyciągany.

Odpowiedź:

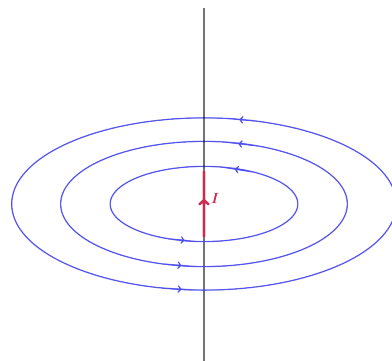
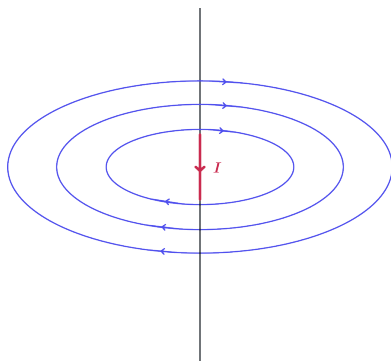
Gwóźdź i magnes się przyciągają.



Przewodnik z prądem

TEORIA

Nie tylko magnes jest źródłem pola magnetycznego – może je również wytworzyć prąd płynący w przewodniku. Linie tego pola nie wychodzą bezpośrednio z przewodu, ale tworzą wokół niego okręgi, o środku w przewodzie.



Igła kompasu umieszczona przy takim przewodzie będzie ustawiała się zgodnie ze zwrotem linii pola wytworzonych przez przewód, zupełnie tak samo jak to robiła w przypadku magnesu.

