

SPIIS TREŚCI

Kinematyka

| | |
|---|----|
| Zjawisko ruchu i jego cechy | 9 |
| Ruch jednostajny prostoliniowy i jego charakterystyka | 10 |
| Szybkość średnia i szybkość chwilowa..... | 13 |
| Ruchy jednostajnie zmienne prostoliniowe | 16 |
| Ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony..... | 18 |
| Ruch jednostajnie opóźniony prostoliniowy..... | 21 |

Dynamika

| | |
|---|----|
| Przypomnienie najważniejszych wiadomości o oddziaływaniach ciał i o sile..... | 26 |
| Oddziaływania | 26 |
| Siła i jej cechy | 26 |
| Siła wypadkowa i siła równoważąca..... | 27 |
| I zasada dynamiki – zasada bezwładności..... | 29 |
| II zasada dynamiki..... | 30 |
| Siła ciężkości (siła grawitacji)..... | 32 |
| Swobodne spadanie ciał..... | 33 |
| Pęd ciała, zasada zachowania pędu | 35 |
| III zasada dynamiki – zasada akcji i reakcji..... | 37 |
| Tarcie i siła tarcia | 38 |

Elementy astronomii

| | |
|--|----|
| Ruch jednostajny po okręgu | 39 |
| Siły w ruchu jednostajnym po okręgu..... | 41 |
| Ciążenie powszechne | 41 |
| Układ Słoneczny | 42 |
| Prędkości kosmiczne, loty kosmiczne..... | 43 |

Praca, moc, energia mechaniczna

| | |
|--|----|
| Praca mechaniczna | 44 |
| Moc i jej jednostka | 46 |
| Energia mechaniczna..... | 48 |
| Zasada zachowania energii mechanicznej | 53 |

| | |
|---|-----|
| Maszyny proste..... | 56 |
| Właściwości i budowa materii | |
| Właściwości ciał stałych, cieczy i gazów..... | 60 |
| Różnice w budowie ciał stałych, cieczy i gazów..... | 61 |
| Gęstość substancji..... | 61 |
| Przemiany energii w zjawiskach cieplnych | |
| Energia wewnętrzna ciała..... | 63 |
| Temperatura i ciepło. Ciepły przepływ energii. Rozszerzalność cieplna ciał..... | 63 |
| Pierwsza zasada termodynamiki..... | 64 |
| Ciepło właściwe..... | 64 |
| Zmiany stanu skupienia substancji..... | 66 |
| Bilans energii wewnętrznej – bilans cieplny..... | 71 |
| Drgania i fale sprężyste | |
| Ruch drgający. Drgania gasnące i drgania wymuszone..... | 73 |
| Wahadło..... | 73 |
| Fala sprężysta..... | 75 |
| Odbicie i ugięcie fali, nakładanie się fal..... | 77 |
| Fale głosowe (akustyczne)..... | 77 |
| Echo i pogłos..... | 79 |
| Aerostatyka i hydrostatyka | |
| Ciśnienie i jego jednostka..... | 81 |
| Ciśnienie gazu w zbiorniku zamkniętym. Prawo Pascala..... | 83 |
| Ciśnienie atmosferyczne..... | 83 |
| Ciśnienie hydrostatyczne..... | 83 |
| Naczynia połączone..... | 85 |
| Prawo Archimedesasa..... | 85 |
| Warunki pływania ciał..... | 87 |
| Elektrostatyka | |
| Przypomnienie podstawowych wiadomości..... | 90 |
| Prawo Coulomba..... | 91 |
| Przewodniki i izolatory. Budowa wewnętrzna metali..... | 93 |
| Sposoby elektryzowania ciał..... | 93 |
| Zasada zachowania ładunku elektrycznego..... | 97 |
| Pole elektrostatyczne..... | 99 |
| Prąd elektryczny | |
| Zjawisko przepływu prądu elektrycznego i jego skutki..... | 101 |
| Obwody elektryczne..... | 101 |
| Natężenie prądu elektrycznego..... | 102 |
| Prawo Ohma..... | 103 |
| Opór elektryczny przewodnika..... | 104 |
| Praca i moc prądu elektrycznego..... | 106 |
| Łączenie odbiorników..... | 110 |

| | |
|---|-----|
| Łączenie równoległe odbiorników. I prawo Kirchhoffa | 111 |
| Domowa instalacja elektryczna | 115 |

Magnetyzm i elektromagnetyzm

| | |
|---|-----|
| Pole magnetyczne magnesów stałych i Ziemi | 116 |
| Pole magnetyczne Ziemi | 117 |
| Pole magnetyczne przewodników z prądem | 117 |
| Elektromagnesy | 121 |
| Siła elektrodynamiczna i jej zastosowanie. Oddziaływanie wzajemne przewodników z prądem | 122 |
| Oddziaływanie wzajemne przewodników z prądem | 124 |
| Zjawisko indukcji elektromagnetycznej | 124 |
| Zastosowanie zjawiska indukcji elektromagnetycznej | 126 |
| Fale elektromagnetyczne | 129 |

Optyka

| | |
|---|-----|
| Źródła światła. Prostoliniowe rozchodzenie się światła | 131 |
| Odbicie światła. Prawo odbicia. Rozproszenie światła | 132 |
| Zwierciadło płaskie | 134 |
| Zwierciadło kuliste | 135 |
| Równanie zwierciadła kulistego | 141 |
| Przejsięcie światła jednobarwnego i białego przez pryzmat. Rozszczepienie światła białego | 143 |
| Soczewki | 144 |
| Oko. Wady wzroku | 151 |
| Dwoista natura światła | 151 |

Elementy fizyki współczesnej

| | |
|---|-----|
| Przypomnienie wiadomości o budowie atomu. Siły jądrowe. Izotopy | 152 |
| Energia wiązania. Jądrowy niedobór (defekt) masy | 153 |
| Promieniotwórczość naturalna | 153 |
| Promieniotwórczość sztuczna. Jądrowe reakcje syntezy i rozszczepienia | 153 |

| | |
|---------------------|-----|
| Indeks | 155 |
|---------------------|-----|

DYNAMIKA

Dynamika odpowiada na pytanie o przyczyny ruchu, a więc informuje, jakie warunki muszą być spełnione, by dane ciało było w spoczynku lub poruszało się w określony sposób. O tym, czy ciało pozostanie w spoczynku, czy w ruchu i jaki to będzie ruch, **decydują siły działające na to ciało.**

PRZYPOMNIENIE NAJWAŻNIEJSZYCH WIADOMOŚCI O ODDZIAŁYWANIACH CIAŁ I O SILE

Oddziaływania

O oddziaływaniu ciał mówimy wtedy, gdy wywierają one na siebie pewien wpływ. W naszym otoczeniu obserwujemy różne **rodzaje oddziaływania**:

- ✓ grawitacyjne - np. przyciąganie ciał przez Ziemię,
- ✓ magnetyczne - np. oddziaływanie między stalowym przedmiotem i magnesem,
- ✓ elektrostatyczne - np. przyciąganie skrawków papieru przez potarty o sukno kawałek bursztynu,
- ✓ sprężyste - np. rozciągnięta sprężyna utrzymuje zawieszony na niej odważnik.

Cechy oddziaływań ciał:

- mogą być silne lub słabe,
- mogą polegać na przyciąganiu lub odpychaniu,
- mogą być „na odległość” lub wymagać kontaktu oddziałujących ciał,
- są **zawsze wzajemne.**

Oddziaływanie ciał poznajemy po **skutkach**, które możemy podzielić na:

- dynamiczne - gdy w wyniku oddziaływania zmieniają się prędkości ciał,
- statyczne - gdy w wyniku oddziaływania ciała ulegają odkształceniu.

Siła i jej cechy

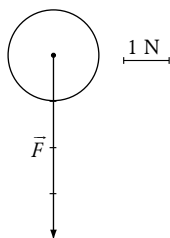
Miarą oddziaływań ciał jest **siła**, oznaczana najczęściej symbolem \vec{F} .

Siła jest wielkością wektorową, posiada więc:

- **kierunek** - to prosta, wzdłuż której działa siła,
- **zwrot** - pokazuje, w którą stronę prostej działa siła,
- **wartość** - określa, jak duża jest siła. Wartość siły możemy zmierzyć siłomierzem, a **podajemy ją w niutonach (N).**

O skutkach działania siły decydują nie tylko wartość, kierunek i zwrot, lecz także **punkt jej zaczepienia**. Graficznie siłę przedstawiamy w postaci wektora.

Pamiętaj, by wektor siły „przyczepić” do ciała, na które działa dana siła!



Przedstawiona na rysunku siła \vec{F} działająca na kulkę ma kierunek pionowy, zwrot w dół, a jej wartość, zgodnie z przyjętą skalą, wynosi 4 N, co zapisujemy: $F = 4 \text{ N}$.

Uwaga:

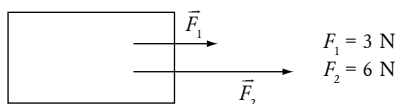
Nie myl kierunku siły (np. pionowy, poziomy itp.) z jej zwrotem (np. w dół, w górę, w prawo itp.).

SIŁA WYPADKOWA I SIŁA RÓWNOWAŻĄCA

Siła wypadkowa to siła, która z takim samym skutkiem **zastępuje siły** działające na ciało. Siły, które zastępuje wypadkowa, nazywamy siłami składowymi.

Zajmiemy się wypadkową dwóch sił o takich samych kierunkach. Może się zdarzyć, że:

a) zwroty tych sił są zgodne:



Siły \vec{F}_1 i \vec{F}_2 mają te same kierunki (poziome) i te same zwroty (w prawo).

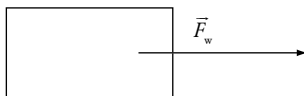
Siły te, z takim samym skutkiem, zastąpi ich wypadkowa \vec{F}_w , której wartość równa jest sumie wartości sił składowych:

$$F_w = F_1 + F_2$$

$$F_w = 3 \text{ N} + 6 \text{ N}$$

$$F_w = 9 \text{ N}$$

Kierunek i zwrot siły wypadkowej są zgodne z kierunkiem i zwrotem sił składowych.



b) zwroty tych sił są przeciwne:



Siły \vec{F}_1 i \vec{F}_2 zastąpi z takim samym skutkiem ich wypadkowa \vec{F}_w , której wartość równa jest różnicy wartości sił składowych:

$$F_w = F_1 - F_2$$

$$F_w = 11 \text{ N} - 5 \text{ N}$$

$$F_w = 6 \text{ N}$$

Kierunek siły wypadkowej jest taki sam, jak kierunek sił składowych, a zwrot - zgodny ze zwrotem siły o większej wartości.

WŁAŚCIWOŚCI I BUDOWA MATERII

Substancje, z których zbudowane są ciała fizyczne mogą, zależnie od warunków zewnętrznych (np. od temperatury), występować w trzech stanach skupienia:

- stałym,
- ciekłym,
- gazowym (lotnym).

Ciała fizyczne występujące kolejno w tych stanach skupienia nazywamy ciałami stałymi, cieciami i gazami.

WŁAŚCIWOŚCI CIAŁ STAŁYCH, CIECZY I GAZÓW

✓ Właściwości ciał stałych:

- mają określony kształt, który najczęściej trudno zmienić, mówimy, że **zachowują kształt**,
- mają określoną objętość, zmiana kształtu ciała stałego nie powoduje zmiany jego objętości, ciała stałe **są nieściśliwe**,
- ze względu na właściwości mechaniczne ciała stałe dzieli się na:
 - a) **sprężyste** - poddane oddziaływaniu odkształcają się, lecz po ustaniu oddziaływań odzyskują pierwotne rozmiary i kształt,
 - b) **plastyczne** - poddane oddziaływaniu odkształcają się trwale, ale nie ulegają zniszczeniu,
 - c) **krucho** - poddane oddziaływaniu łatwo ulegają zniszczeniu (skruszeniu, złamaniu).

✓ Właściwości cieczy:

- nie posiadają określonych kształtów, przyjmują kształt naczyń, w których się znajdują, mówimy, że **nie zachowują kształtu**,
- praktycznie **są nieściśliwe**,
- samorzutnie **tworzą** tzw. **powierzchnię swobodną** w miejscach, w których nie stykają się z naczyniem; powierzchnia ta jest zawsze pozioma.

✓ Właściwości gazów:

- a) wypełniają całą dostępną przestrzeń czyli **są rozprężliwe**,
- b) łatwo zmniejszyć ich objętość, bo **są ściśliwe**.

Właściwości ciał stałych, cieczy i gazów wynikają z ich budowy wewnętrznej.

Materia ma budowę nieciągłą (ziarnistą), mówimy: cząsteczkową. Cząsteczki materii są małe, ich rozmiary podajemy w nanometrach (nm)

$$1\text{ nm} = \frac{1}{1000000000}\text{ m}$$

Cząsteczki oddziałują ze sobą siłami, które nazywamy **siłami międzycząsteczkowymi**. Są to siły o krótkim zasięgu i są najczęściej siłami przyciągania. Jednak przy próbie zmniejszenia objętości ciał stałych lub cieczy pojawiają się siły odpychania międzycząsteczkowego.

Siły oddziaływania między drobinami tej samej substancji nazywamy **siłami spójności**, a siły oddziaływania między cząsteczkami różnych substancji to **siły przylegania**. Najsilniej oddziałują ze sobą drobinami ciał stałych, a najsłabiej – gazów.

Cząsteczki są w ciągłym, chaotycznym ruchu. Dowodem na to jest zjawisko **dyfuzji**, czyli samorzutnego przemieszczania się drobin jednej substancji do drugiej, przy bezpośrednim zetknięciu tych substancji. Zjawisku dyfuzji podlegają zarówno ciała stałe (bardzo wolno), ciecze (nieco szybciej) i gazy (najszybciej). Dzięki zjawisku dyfuzji wyczuwamy np. zapach potraw, perfum itp. Szybkość dyfuzji rośnie ze wzrostem temperatury, gdyż w wyższej temperaturze cząsteczki poruszają się szybciej. Ponadto dyfuzja zachodzi szybciej w gazach rozrzedzonych, a wolniej w gazach sprężonych. Gazy mogą dyfundować do cieczy, np. tlen z powietrza dyfunduje do wody, co ma znaczenie dla oddychania ryb w stawach i jeziorach.

RÓŻNICE W BUDOWIE CIAŁ STAŁYCH, CIECZY I GAZÓW

Ciała stałe, ciecze i gazy zbudowane są z cząsteczek. W ciałach stałych cząsteczki znajdują się najbliżej siebie (dlatego ciała stałe są nieściśliwe) i najsilniej ze sobą oddziałują (ciała stałe zachowują swe kształty). Jeżeli cząsteczki ciała stałego ułożone są w sposób uporządkowany, tworząc regularną strukturę, to ciało takie nazywamy kryształem. Gdy budowa wewnętrzna ciała stałego jest nieuporządkowana, to takie ciało nazywamy bezpostaciowym.

Cząsteczki cieczy są również blisko siebie (dlatego ciecze są praktycznie nieściśliwe), lecz odległości między nimi są nieco większe niż w ciałach stałych. Oddziaływanie między cząsteczkami cieczy jest na tyle silne, że ciecze zachowują objętość, ale za słabe na to, by zachowały kształt.

Odległości między cząsteczkami gazów są tak duże (dowodzi tego duża ściśliwość gazów), że cząsteczki praktycznie nie oddziałują ze sobą poza momentami zderzeń (dlatego gazy są rozprężliwe, zajmują całą dostępną przestrzeń).

GĘSTOŚĆ SUBSTANCJI

Gęstością ρ danej substancji nazywamy iloraz masy m i objętości V ciała wykonanego z tej substancji.

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

Jednostką gęstości jest:

$$[\rho] = \frac{[m]}{[V]} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{lub} \quad 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Gęstość informuje nas o tym, jaka jest masa jednostki objętości (czyli 1 m^3 lub 1 cm^3) danej substancji. Gęstości ciał stałych i cieczy są do siebie zbliżone, natomiast gęstości gazów są znacznie mniejsze. Gęstość substancji na ogół maleje ze wzrostem temperatury, gdyż wtedy rośnie objętość ciał. Jednym z wyjątków jest woda, która ogrzewana od 0°C do 4°C zmniejsza swą objętość, a tym samym jej gęstość rośnie i w temperaturze 4°C przyjmuje największą wartość. Woda o tej temperaturze opada na dno zbiornika (np. jeziora), co umożliwia życie roślinom i zwierzętom wodnym przez cały okres zimy.

PRZYKŁAD 1

Hel, wypełniający balon, waży 21,6 kg. Oblicz objętość tego balonu wiedząc, że gęstość helu wynosi $0,18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

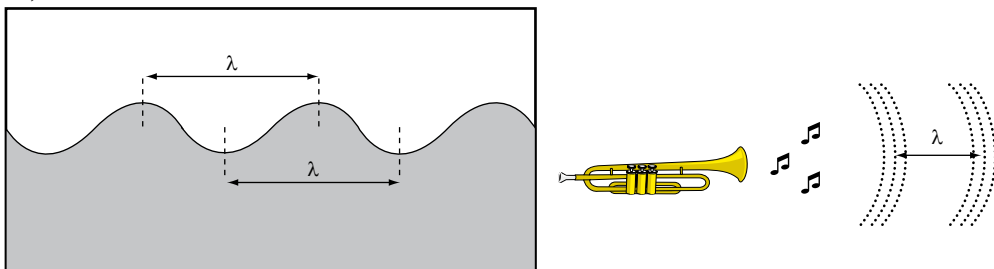
Falę charakteryzują:

- szybkość fali v - fala rozchodzi się ruchem jednostajnym z szybkością zależną od rodzaju ośrodka,
- długość fali λ - to droga, którą fala przebywa w czasie, gdy dowolna cząsteczka ośrodka wykona jedno drganie (czas ten jest więc okresem T drgań cząsteczek).

Długość fali obliczamy więc tak, jak drogę w ruchu jednostajnym ($s = v \cdot t$), gdy: $s = \lambda$, $t = T$

$$\lambda = v \cdot T$$

Długości fali odpowiada odległość między dwoma najbliższymi grzbietami (lub dwiema najbliższymi dolinami) fali poprzecznej albo między sąsiednimi zagęszczeniami cząsteczek w przypadku fali podłużnej.



- amplituda fali - równa jest amplitudzie drgań cząsteczek ośrodka.

PRZYKŁAD 3

Kawałek drewna unosi się na wodzie od najniższego do najwyższego położenia w czasie 1 s. Odległość między dwoma sąsiednimi grzbietami fali wynosi 6 m. Oblicz szybkość rozchodzenia się fali na wodzie.

DANE:

$$t = 1 \text{ s}$$

$\lambda = 6 \text{ m}$, bo odległość między sąsiednimi grzbietami fali odpowiada jej długości

SZUKANE:

$$v = ?$$

ROZWIĄZANIE:

$$t = \frac{1}{2} T$$

$$T = 2 \cdot t = 2 \cdot 1 \text{ s} = 2 \text{ s}$$

$$\lambda = v \cdot T / 2$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{6 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ODPOWIEDZ: Szybkość rozchodzenia się fali na wodzie wynosi $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Podany w treści zadania czas odpowiada połowie okresu fali T (drugą połowę okresu zajmie kawałkowi drewna powrót do początkowego, czyli najniższego położenia), więc:

PRZYKŁAD 4

W celu obserwacji fali poprzecznej uderzano ostrym końcem pręta w powierzchnię wody 60 razy w ciągu minuty. Szybkość rozchodzenia się fali na powierzchni wody wynosiła $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Oblicz odległość między najbliższymi grzbietami fali.

DANE:

$$t = 1 \text{ min.} = 60 \text{ s}$$

$$n = 60$$

$$v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

SZUKANE:

$$\lambda = ?$$

ROZWIĄZANIE:

$$T = \frac{t}{n} = \frac{60 \text{ s}}{60} = 1 \text{ s}$$

$$\lambda = v \cdot T$$

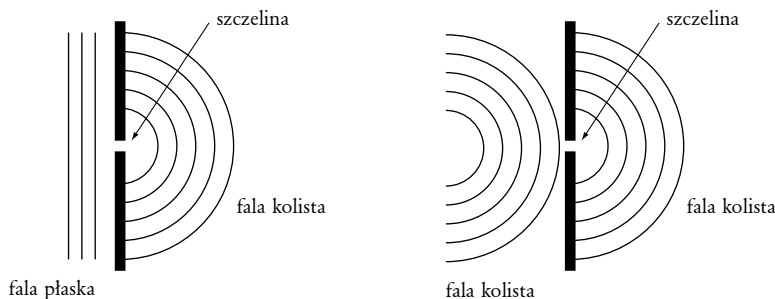
$$\lambda = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ s} = 2 \text{ m}$$

ODPOWIEDZ: Odległość między sąsiednimi grzbietami (czyli długość fali) wynosiła 2 m.

Obliczamy okres fali:

ODBICIE I UGIĘCIE FALI, NAKŁADANIE SIĘ FAL

Gdy fala napotyka na przeszkodę, ulega **odbiciu**, zmieniając przy tym swój kierunek rozchodzenia się. Gdy fala trafi na przeszkodę z wąską szczeliną, wtedy ulega **ugięciu (dyfrakcji)**. Jeśli szerokość szczeliny jest porównywalna z długością fali, to po przejściu przez szczelinę fala staje się kolista, czyli rozchodzi się we wszystkich kierunkach. Fala ulega też ugięciu na krawędziach przeszkody.



Gdy fale rozchodzą się w tym samym ośrodku i pochodzą z różnych, np. dwóch źródeł, to **nakładają się** na siebie (**interferują ze sobą**). Jeśli w danym punkcie ośrodka spotkają się np. grzbiety obu fal lub doliny obu fal (mówimy wtedy, że fale spotkały się fazami zgodnymi), to w tym punkcie ośrodka nastąpi maksymalne wzmocnienie fal. Jeśli natomiast w pewnym punkcie ośrodka spotkają się grzbiet jednej fali z doliną drugiej fali (mówimy wtedy, że fale spotkały się fazami przeciwnymi), to w tym punkcie ośrodka nastąpi maksymalne osłabienie fal (może w tym punkcie ośrodka nastąpić nawet całkowite wygaszenie fal, gdy spotykające się fale będą mieć jednakowe amplitudy).

Dyfrakcja i interferencja to zjawiska typowe tylko dla fal.

FALE GŁOSOWE (AKUSTYCZNE)

Źródłem **fal głosowych**, słyszalnych przez człowieka, jest ciało drgające z częstotliwością od 20 Hz do 20 000 Hz; w takich też granicach zawiera się częstotliwość fal głosowych. Niesłyszalne dla człowieka są infradźwięki, czyli fale akustyczne o częstotliwości mniejszej niż 20 Hz (powstają np. podczas trzęsień ziemi) oraz ultradźwięki o częstotliwości powyżej 20 000 Hz.

Fale głosowe w gazach i w cieczech są falami podłużnymi. W ciałach stałych fale głosowe mogą być zarówno podłużne jak i poprzeczne. **Fale głosowe nie rozchodzą się w próżni.**

Fale głosowe możemy słyszeć jako:

- ✓ **tony** - jest to fala o jednej tylko, określonej częstotliwości. Źródłem takiej fali są np. pobudzone do drgań widełki stroikowe zwane też kamertonem.

MAGNETYZM I ELEKTROMAGNETYZM

POLE MAGNETYCZNE MAGNESÓW STAŁYCH I ZIEMI

Magnesy stałe możemy podzielić na:

- ✓ naturalne – np. ruda żelaza – magnetyt – jej szczególne właściwości znane były już w czasach starożytnych,
- ✓ sztuczne – np. **namagnesowana stal** miękka (magnesuje się łatwo w polu magnetycznym, ale po usunięciu jej z tego pola szybko traci swe namagnesowanie) lub twarda (magnesuje się trudniej, za to zachowuje swe namagnesowanie przez długi czas).

Ze stali miękkiej wykonuje się rdzenie elektromagnesów, transformatorów i stosuje się ją tam, gdzie chcemy mieć jedynie przejściowe namagnesowanie. Ze stali twardej wykonuje się magnesy trwałe, np. takie, których używamy do przeprowadzania doświadczeń z magnetyzmu w szkolnych pracowniach fizyki, są to magnesy sztabkowe, podkowiaste, igły magnetyczne itp.

Do magnesów sztucznych zaliczamy też tzw. **magnesy ferrytowe**, które najczęściej mają kształt pierścienia. Są to materiały powstałe przez spiekanie sproszkowanych tlenków żelaza (Fe_2O_3) i jakiegoś innego metalu, np. niklu, cynku czy miedzi. Otrzymany spiek ceramiczny nosi nazwę ferrytu i po namagnesowaniu w silnym polu magnetycznym staje się magnesem ferrytowym.

Magnesy charakteryzują się tym, że mają zdolność przyciągania stalowych przedmiotów. Magnesy nie przyciągają stali jednakowo całą swoją powierzchnią. Pośrodku magnesu praktycznie nie obserwujemy przyciągania. Szczególnie silne przyciąganie widać na końcach, które nazywamy biegunami magnesu.

Gdy magnes ma możliwość obracania się, to zwraca on jeden ze swych biegunów (zawsze ten sam) w kierunku północy geograficznej (to biegun północny N magnesu), a drugi – na południe geograficzne (to biegun południowy S magnesu).

Każdy magnes posiada więc dwa bieguny: północny N (oznaczany zwykle kolorem niebieskim) i południowy S (oznaczany na czerwono). Biegunów magnetycznych oddzielić się nie da, nie można mieć osobno magnetycznych biegunów południowych i biegunów magnetycznych północnych. Dzielenie magnesu prowadzi zawsze do otrzymania (mniejszych) magnesów dwubiegunowych.

Bieguny magnetyczne oddziałują ze sobą w ten sposób, że bieguny magnetyczne jednoimiennie (N i N lub S i S) odpychają się, a bieguny magnetyczne różnoimiennie (N i S) przyciągają się.

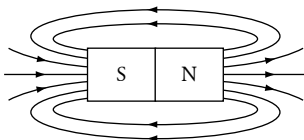
Pole magnetyczne to istniejąca wokół magnesu przestrzeń, która charakteryzuje się tym, że na umieszczone w niej inne magnesy działają siły, zwane siłami magnetycznymi. Pole to możemy badać, umieszczając w nim małe magnesy. Pole magnetyczne przedstawia się graficznie (na rysunku) za pomocą

linii pola magnetycznego. Kształt linii pola magnetycznego można wyznaczyć doświadczalnie za pomocą opiłków żelaznych, które umieszczone w pobliżu magnesu same stają się małymi magnesami.

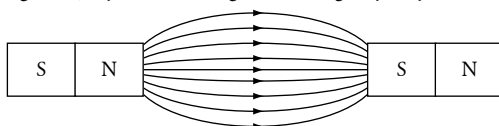
Liniiom pola magnetycznego przypisujemy umowny zwrot: od bieguna północnego do bieguna południowego (od N do S). Taki zwrot zaznaczamy na tych częściach linii pola magnetycznego, które znajdują się na zewnątrz magnesu.

Na poniższych rysunkach przedstawiono linie przykładowych pól magnetycznych.

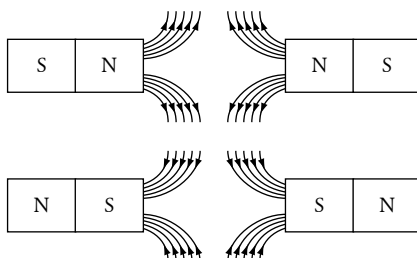
a) linie pola magnetycznego magnesu sztabkowego



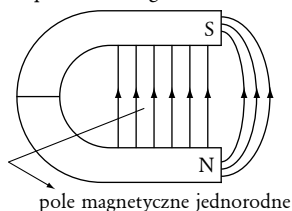
b) linie pola magnetycznego między dwoma biegunami magnetycznymi różnoimiennymi



c) linie pola magnetycznego między dwoma biegunami magnetycznymi jednoimiennymi



d) linie pola magnetycznego magnesu podkowiastego



POLE MAGNETYCZNE ZIEMI

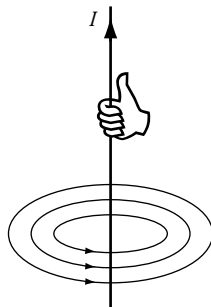
Ziemia przypomina wielki magnes sztabkowy, którego północny biegun magnetyczny znajduje się w pobliżu południowego bieguna geograficznego, a południowy biegun magnetyczny ziemski położony jest w pobliżu bieguna północnego geograficznego. Ziemskie pole magnetyczne chroni życie na naszej planecie, wpływa na klimat, zawdzięczamy mu też piękne zjawisko zorzy polarnej. Przyczyną istnienia ziemskiego pola magnetycznego są najprawdopodobniej tzw. prądy wirowe krążące w roztopionej, żelazowo-niklowej masie jądra Ziemi.

POLE MAGNETYCZNE PRZEWODNIKÓW Z PRĄDEM

Jednym ze skutków przepływu prądu w przewodniku jest pojawienie się wokół tego przewodnika pola magnetycznego. Zjawisko to zostało zaobserwowane w 1820 r. przez duńskiego fizyka Hansa Christiana Oersteda, który zauważył, że igła magnetyczna, znajdująca się w pobliżu przewodnika, wychylała się z położenia równowagi, gdy w przewodniku płynął prąd elektryczny.

Poniżej przedstawiono linie pola magnetycznego przewodnika prostoliniowego, kołowego oraz zwojnicy z prądem.

POLE MAGNETYCZNE PRZEWODNIKA PROSTOLINIOWEGO Z PRĄDEM



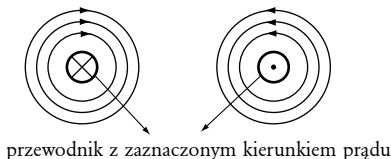
Linie pola magnetycznego przewodnika prostoliniowego z prądem mają kształt okręgów współśrodkowych, a zwrot linii pola określa reguła prawej dłoni:

Jeśli prawą dłonią obejmiemy przewodnik z prądem tak, że kciuk wskaże kierunek prądu w przewodniku, to pozostałe zgięte palce wskażą kształt i zwrot linii pola magnetycznego.

Sytuację można przedstawić również następująco przyjmując, że przewodnik prostoliniowy przebija płaszczyznę kartki prostopadle. Patrzymy z góry na kartkę.

W przewodniku zaznaczamy umowny kierunek prądu:

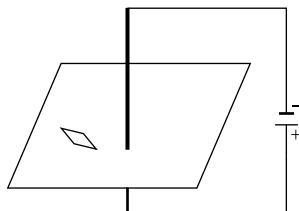
- ⊗ gdy prąd płynie „od nas”, czyli za kartkę
- ⊙ gdy prąd płynie „do nas”, czyli przed kartkę



przewodnik z zaznaczonym kierunkiem prądu

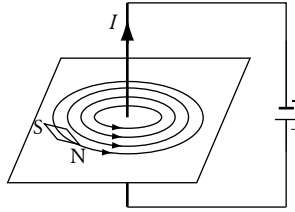
PRZYKŁAD 1

Na przedstawionym rysunku uzupełnij linie pola magnetycznego i opisz bieguny igły magnetycznej.



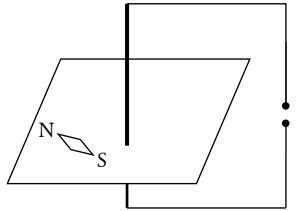
ROZWIĄZANIE:

1. Zacznijemy od określenia umownego kierunku prądu w przewodniku („od plusa do minusa”).
2. Wokół przewodnika rysujemy w płaszczyźnie kartki kilka okręgów współśrodkowych, których środek jest w miejscu przebicia kartki przez przewodnik. Obrazują one linie pola magnetycznego. Niech jedna z tych linii przechodzi wzdłuż igły magnetycznej.
3. Następnie odpowiednio „obejmujemy” prawą dłonią przewodnik tak, by kciuk wskazywał kierunek prądu i stosujemy regułę prawej dłoni.
4. Zaznaczamy zwrot linii pola. Opisujemy bieguny igły magnetycznej, pamiętając, że zwrot linii pola (zaznaczony na zewnątrz igły) jest od bieguna N do bieguna S igły.



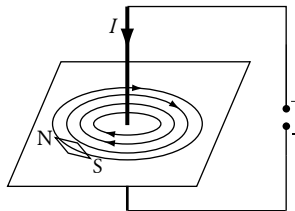
PRZYKŁAD 2

Na podstawie poniższego rysunku określ bieguny źródła prądu.

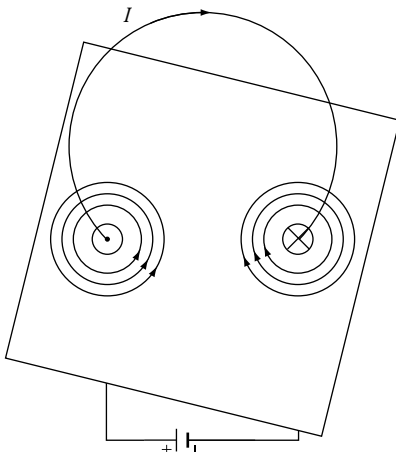


ROZWIĄZANIE:

1. Zaczynamy od narysowania kilku linii pola magnetycznego, czyli kilku okręgów współśrodkowych, jak w Przykładzie 1.
2. Z ustawienia igły magnetycznej wynika zwrot linii pola (od bieguna N do bieguna S igły), który zaznaczamy na rysunku.
3. „Obejmujemy” prawą dłoń przewodnik tak, by cztery zgięte palce ułożone były zgodnie ze zwrotem linii pola. Wyprostowany kciuk wskaże kierunek prądu w przewodniku.
4. Pamiętając, że prąd płynie (umownie) od „+” do „-”, oznaczamy bieguny źródła prądu.



POLE MAGNETYCZNE PRZEWODNIKA KOŁOWEGO Z PRĄDEM



Po lewej stronie, w przewodniku przebijającym kartkę, prąd płynie „do nas” (przed kartką), po prawej stronie prąd płynie „od nas”, czyli za kartką. Niewielki fragment przewodnika kołowego możemy uważać za prawie prostoliniowy, stąd kształt linii pola, w punktach przebicia kartki przez przewodnik, jest podobny do linii pola magnetycznego przewodnika prostoliniowego (okręgi współśrodkowe).

Jeśli patrzymy na przewodnik kołowy i stwierdzamy, że prąd płynie w nim zgodnie z ruchem wskazówek zegara, to przed nami znajduje się biegun południowy S. Jeśli patrzymy na przewodnik kołowy i stwierdzamy, że prąd płynie przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, to przed sobą mamy biegun północny N.