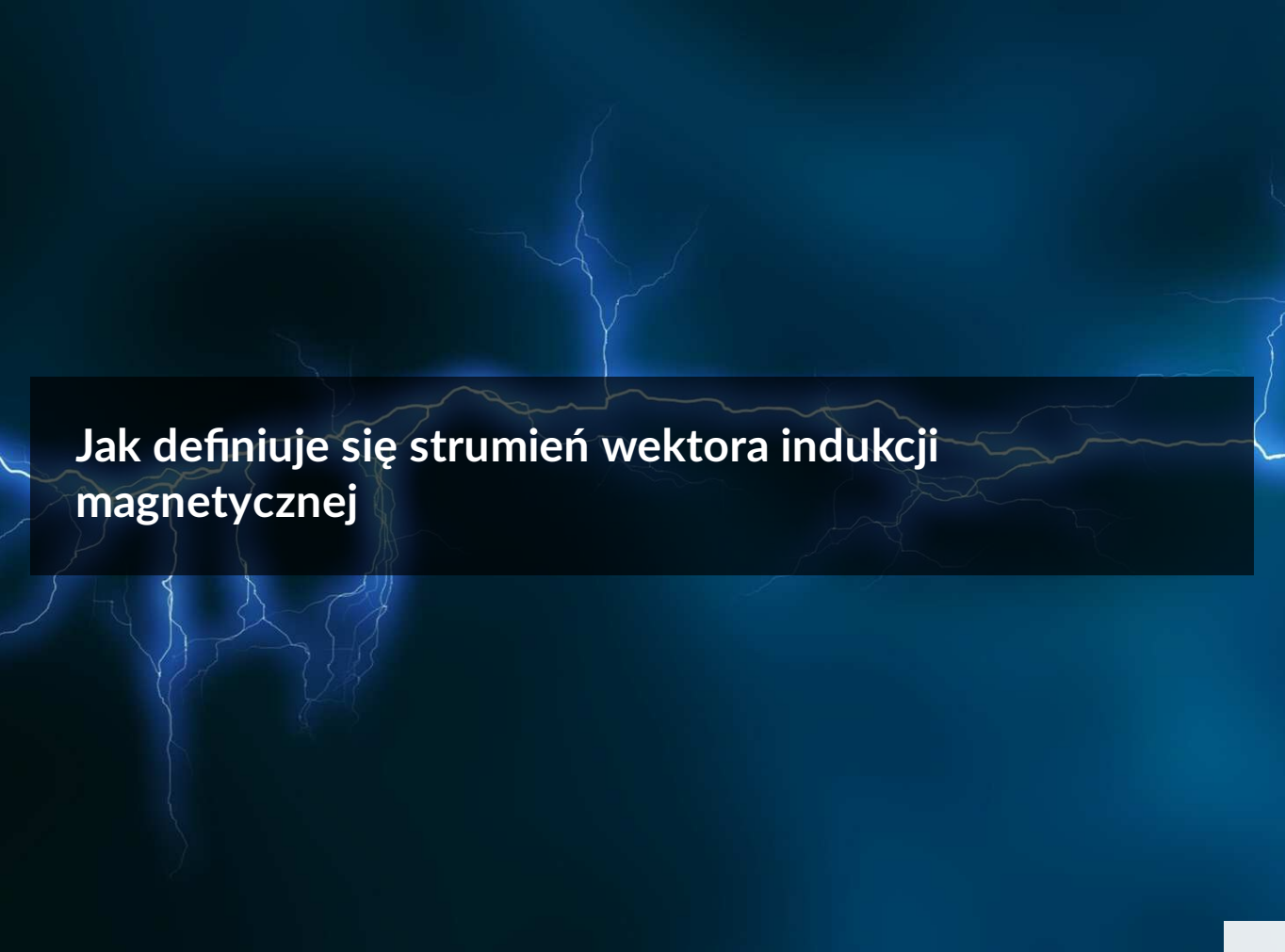




Jak definiuje się strumień wektora indukcji magnetycznej

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Animacja](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Jak definiuje się strumień wektora indukcji magnetycznej

Czy to nie ciekawe?

Pojęcie strumienia kojarzy Ci się zapewne z przepływem wody. Gdybyś miał opisywać ilościowo ten przepływ, to miałbyś na myśli pewną ilość wody przepływającą przez przekrój poprzeczny strugi wody w określonym miejscu. Taka struga może nieść dużą ilość wody lub małą w zależności od prędkości wody i wielkości tego przekroju poprzecznego.

Strumień indukcji magnetycznej jest wielkością fizyczną, ściśle związaną ze zjawiskiem indukcji elektromagnetycznej. Jest wielkością złożoną, dość abstrakcyjną. Ale, jak słusznie domyślasz się, jego nazwa ma swoje źródło w hydrodynamice. Tutaj nie ma jednak żadnego przepływu materii przez powierzchnię, są jedynie wektory indukcji magnetycznej $\vec{B}$ „przebijające” powierzchnię, a czasem się po niej „ślizgające”.

Twoje cele

W tym e-materiale:

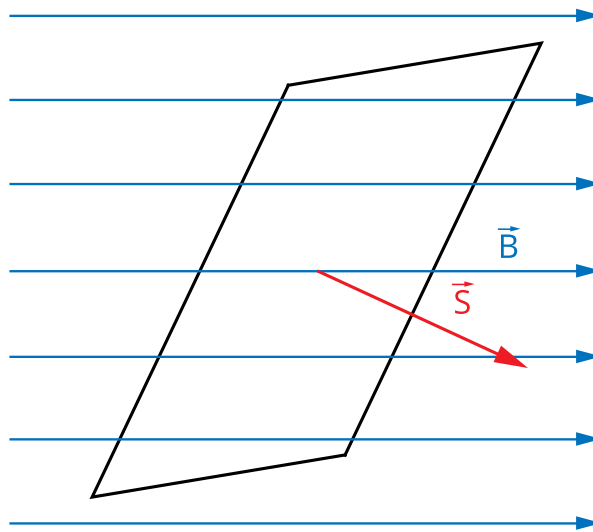
- dowiesz się, jak zdefiniowany jest strumień magnetyczny;
- przekonasz się, że wartość strumienia jest wprost proporcjonalna do liczby linii pola magnetycznego przecinającego powierzchnię; stąd będziesz mógł lepiej wyobrazić sobie tę wielkość fizyczną;

- zastosujesz definicję strumienia do jego obliczania w sytuacjach typowych i kompleksowych;
- określisz i uzasadnisz zmiany strumienia magnetycznego wywołane zmianami wektora indukcji i wektora powierzchni.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Wyobraź sobie **jednorodne pole magnetyczne** opisane wektorem indukcji magnetycznej $\vec{B}$. Umieszczamy w tym polu płaską powierzchnię o polu S w zupełnie dowolny sposób, tzn. pod dowolnym kątem w stosunku do wektora $\vec{B}$ (Rys. 1.). Zdefiniujmy teraz wektor $\vec{S}$, prostopadły do płaszczyzny powierzchni. Długość tego wektora niech będzie równa wartości powierzchni.



Rys. 1. Płaska powierzchnia umieszczona w polu magnetycznym. Czerwonym kolorem oznaczono wektor reprezentujący tę powierzchnię.

Strumieniem wektora indukcji magnetycznej przez powierzchnię S nazywamy iloczyn skalarny wektorów $\vec{B}$ i $\vec{S}$.

$$\Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS \cos \alpha, \text{ gdzie } \alpha = \angle(\vec{B}, \vec{S}).$$

Strumień jest wielkością skalarną, a jego jednostką jest weber (**Wb**).

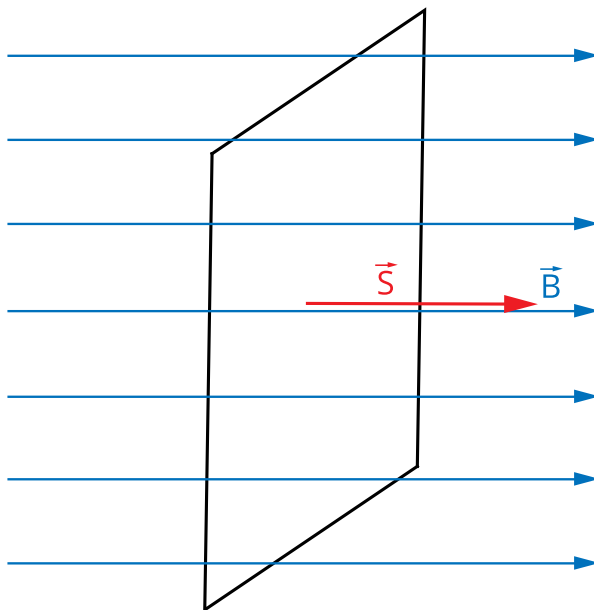
$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot \text{m}^2$$

Przykłady podane poniżej pozwolą Ci lepiej zrozumieć, czym jest nowe pojęcie i jaka jest analogia ze strumieniem wody.

1. W przypadku pokazanym na Rys. 2. strumień pola magnetycznego o indukcji magnetycznej B przez powierzchnię S wynosi

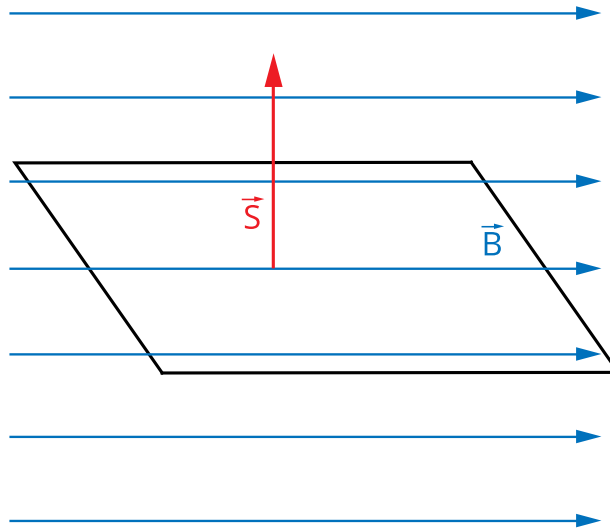
$$\Phi_B = B \cdot S$$

i przy tym ustawieniu powierzchni jest maksymalny, ponieważ jeśli $\angle(\vec{B}, \vec{S}) = 0$, to $\cos \angle(\vec{B}, \vec{S}) = 1$.



Rys. 2. Płaska powierzchnia umieszczona prostopadle do linii pola magnetycznego. Wektory $\vec{B}$ i $\vec{S}$ są równoległe.

2. A w jakim przypadku dla niezerowej indukcji magnetycznej $\Phi_B = 0$?

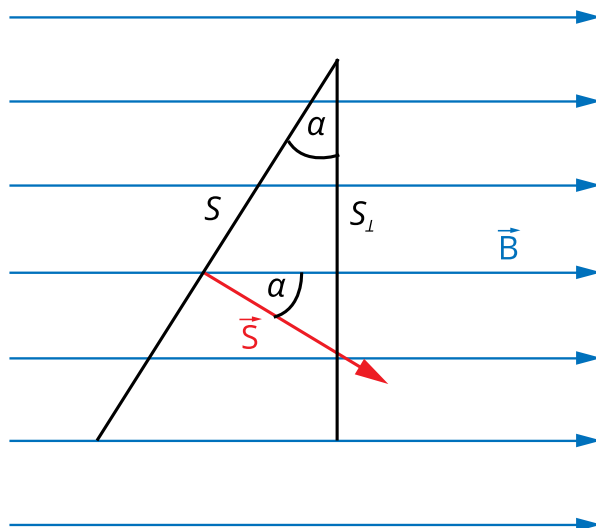


Rys. 3. Płaska powierzchnia umieszczona równolegle do linii pola magnetycznego. Wektory $\vec{B}$ i $\vec{S}$ są prostopadłe względem siebie.

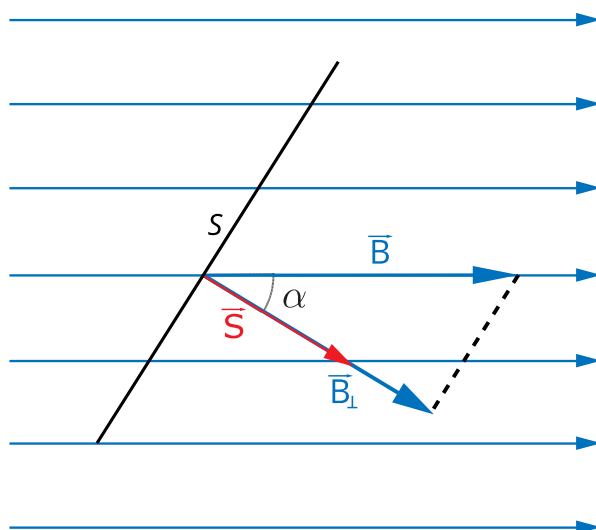
Definicja strumienia pozwala zauważyć, że tak jest wtedy, gdy $\angle(\vec{B}, \vec{S}) = 90^\circ$, bo $\cos 90^\circ = 0$.

Na Rys. 3. widzimy, jak ustawiona jest w tej sytuacji powierzchnia względem wektorów indukcji magnetycznej.

Zauważ, że Φ_B można przedstawić jako iloczyn wartości B i $S_\perp$, gdzie $S_\perp = S \cdot \cos \alpha$. Analogicznie, zawsze możesz obliczyć wartość strumienia pola magnetycznego mnożąc składową indukcji magnetycznej prostopadłą do powierzchni przez wartość powierzchni (zobacz Rys. 4a. i 4b.).



Rys. 4.a. Powierzchnia $S_{\perp}$ jest rzutem powierzchni S w kierunku równoległym do linii pola magnetycznego.



Rys. 4.b. Wektor $\vec{B}_{\perp}$ jest rzutem wektora $\vec{B}$ na kierunek wektora $\vec{S}$.

W jaki sposób można obliczyć strumień pola magnetycznego, jeśli pole nie jest jednorodne albo/i powierzchnia jest zakrzywiona? Dzielimy powierzchnię, przez którą mamy obliczyć strumień na tak małe fragmenty dS , żeby móc uznać, że są one płaskie i pole jest na nich jednorodne. Wszystko po to, żeby móc zastosować definicję strumienia. Obliczamy wobec tego małe „strumyczki” i je sumujemy. Opisana procedura nazywa się obliczaniem całki powierzchniowej, co zapisujemy jako

$$\Phi_B = \iint \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

Wcale nie musisz obliczać takich całek, ale warto rozumieć sens takiej procedury.

Uwaga: Powyżej stosowaliśmy wiele skrótowych określeń dla strumienia wektora indukcji magnetycznej przez powierzchnię, wyłącznie dla potrzeb uniknięcia powtórzeń i skrócenia zapisu.

Słowniczek

jednorodne pole magnetyczne

pole magnetyczne takie, że wektor indukcji magnetycznej ma w każdym punkcie taką samą wartość, kierunek i zwrot. Linie jednorodnego pola magnetycznego są do siebie równoległe.

cosinus kąta

stosunek długości przyprostokątnej leżącej przy kącie do długości przeciwprostokątnej w trójkącie prostokątnym; wartości cosinusa niektórych kątów:

$$\cos 0 = 1$$

$$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$

$$\cos 90^\circ = 0$$

Animacja

Strumień pola magnetycznego

Animacja, z którą się zapoznasz, pozwoli Ci lepiej sobie wyobrazić pojęcie strumienia pola magnetycznego przez powierzchnię. Wykorzystany w niej jest proporcjonalny związek wartości strumienia z liczbą linii pola magnetycznego przecinających powierzchnię.

Zapoznając się z animacją zwróć uwagę, że liczba linii przebijająca powierzchnię zależy od gęstości linii pola, od wartości powierzchni i od kąta jej ustawienia w stosunku do linii pola.

Polecenie 1

Wymień czynniki, które wpływają na wartość strumienia wektora indukcji magnetycznej przez powierzchnię.

Polecenie 2

Rozstrzygnij, który efekt graficzny **bezpośrednio** oddaje wartość strumienia magnetycznego w modelu zastosowanym w animacji:

- a) liczba linii pola, przebijających powierzchnię;
- b) gęstość linii pola w okolicach powierzchni.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wybierz właściwą odpowiedź. Strumień indukcji magnetycznej jest wielkością:

☐ skalarną

☐ wektorową

Ćwiczenie 2



Uzupełnij poniższe zdanie.

Jeśli kąt pomiędzy wektorem indukcji magnetycznej $\vec{B}$ a powierzchnią S zwiększa się od 0° do 90° , to strumień indukcji magnetycznej Φ_B BS .

maleje do

pozostaje równy

rośnie do

Ćwiczenie 3



Wybierz właściwą odpowiedź. Strumień pola magnetycznego ma największą wartość przy tych samych wartościach indukcji magnetycznej B i powierzchni S , gdy:

☐ powierzchnia ustawiona jest pod kątem ostrym do linii pola

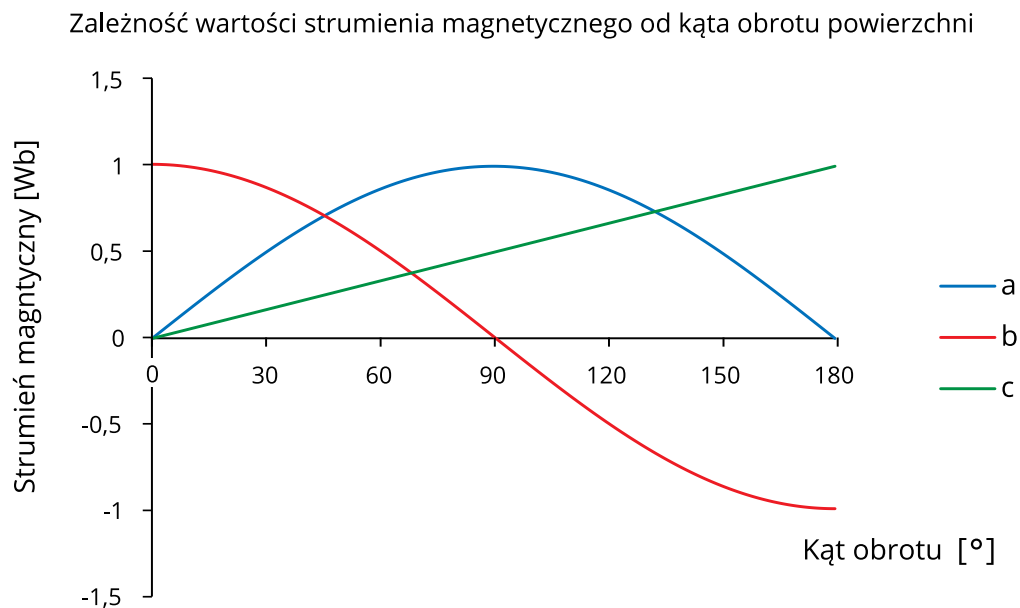
☐ powierzchnia jest ustawiona równolegle do pola

☐ powierzchnia jest prostopadła do linii pola

Ćwiczenie 4



W jednorodnym polu magnetycznym znajduje się powierzchnia ustawiona tak, że linie pola nie „przebijają” jej. Następnie powierzchnia jest obracana w taki sposób, że $\angle(\vec{B}, \vec{S})$ zmienia się o 180° . Spośród trzech wykresów przedstawionych niżej wybierz ten, który poprawnie pokazuje zależność strumienia od kąta obrotu od pozycji początkowej.



☐ a

☐ b

☐ c

Ćwiczenie 5



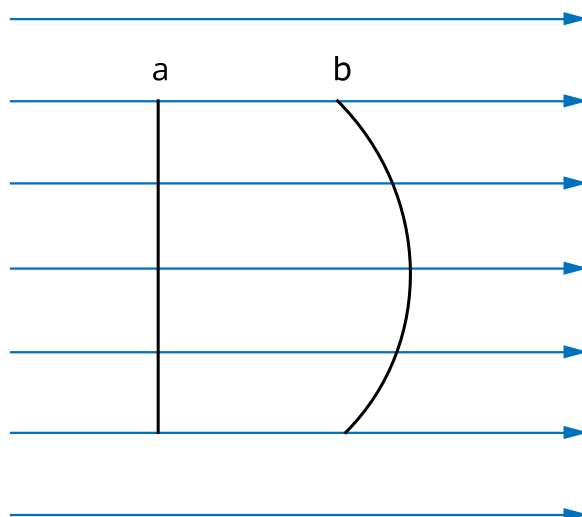
Oblicz wartość strumienia pola magnetycznego dla następujących wartości: $B = 0,1 \text{ T}$, $S = 100 \text{ cm}^2$, kąt między powierzchnią a wektorem indukcji magnetycznej $\vec{B}$ wynosi 30° . Prawidłową odpowiedź wstaw w okienko.

$\Phi_B =$

Ćwiczenie 6



W jednorodnym polu magnetycznym, jak to pokazano na rysunku, umieszczono dwie powierzchnie. Obie powierzchnie są prostokątami. Drugi prostokąt (b) został wygięty tak, że w widoku z boku utworzył łuk. (Możesz sobie wyobrazić wygiętą kartkę papieru.) Wybierz właściwą relację między strumieniami przez powierzchnię a i b .



☐ $\Phi_B(a) < \Phi_B(b)$

☐ $\Phi_B(a) = \Phi_B(b)$

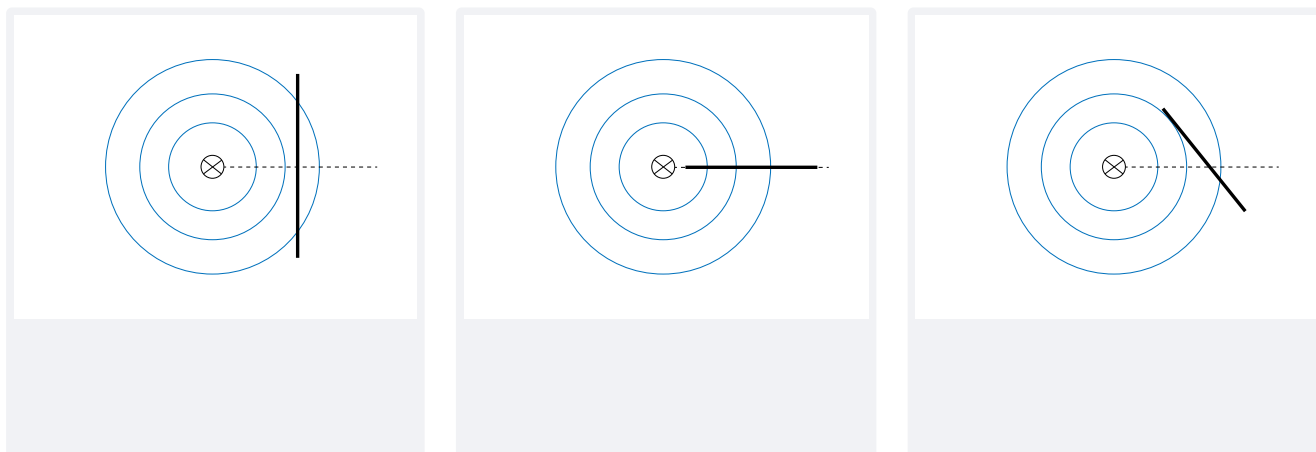
☐ $\Phi_B(a) > \Phi_B(b)$

Ćwiczenie 7



Dany jest prostoliniowy przewodnik z prądem. Rozważ pokazane na rysunku przypadki ustawienia powierzchni. Za każdym razem środek powierzchni znajduje się w tej samej odległości od przewodnika, a powierzchnia jest do niego równoległa.

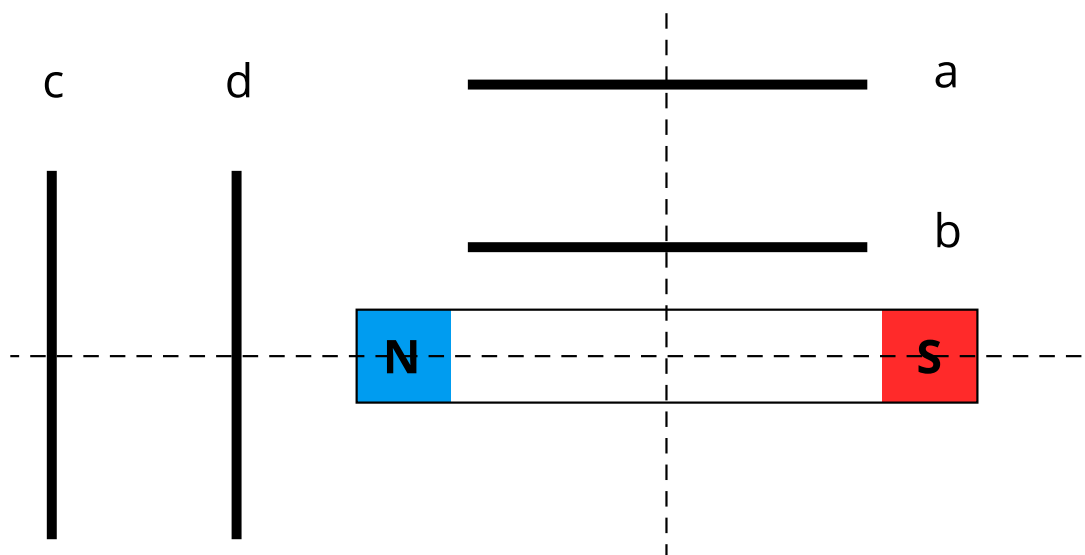
Uzereguj przypadki od największej do najmniejszej wartości strumienia przez powierzchnię (licząc od lewej do prawej). Powierzchnie są identycznymi kwadratami.



Ćwiczenie 8



Rysunek przedstawia magnes sztabkowy wraz z ustawieniami czterech identycznych powierzchni. Jest to widok „z góry”. Powierzchnie ustawione są symetrycznie względem magnesu tzn. ich środki pokrywają się z osiami symetrii magnesu. U szereguj przypadki ustawienia powierzchni od największej do najmniejszej wartości strumienia pola magnetycznego przez nią przechodzącego.



Wstaw znaki $<$ $>$ $=$ oddające relacje między wartościami strumieni magnetycznych przez powierzchnie a , b , c , d :

$$\Phi_B(a) \quad \boxed{\phantom{<}} \quad \Phi_B(b) \quad \boxed{\phantom{<}} \quad \Phi_B(c) \quad \boxed{\phantom{<}} \quad \Phi_B(d)$$



Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Nina Tomaszewska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Definicja strumienia wektora indukcji magnetycznej
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
Podstawa programowa:	Cele kształcenia - wymagania ogólne I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości. Zakres podstawowy Treści nauczania - wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 1) przedstawia jednostki wielkości fizycznych, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi; przelicza wielokrotności i podwielokrotności; 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; VIII. Magnetyzm. Uczeń: 3) opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jej związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy lub zmianą natężenia prądu w elektromagnesie; opisuje przemiany energii podczas działania prądnicy; Zakres rozszerzony Treści nauczania - wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 1) przedstawia jednostki wielkości fizycznych.
Kształtowane kompetencje kluczowe:	• kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:	Uczeń: 1. dowie się, jak zdefiniowany jest strumień magnetyczny. 2. przekona się, że wartość strumienia jest wprost proporcjonalna do liczby linii pola magnetycznego przecinającego powierzchnię; stąd będzie mógł lepiej wyobrazić sobie tę wielkość fizyczną. 3. nauczy się, jak zastosować definicję w celu obliczenia strumienia.
Strategie nauczania:	formative feedback
Metody nauczania:	wykład informacyjny wspomagany pokazem multimedialnym
Formy zajęć:	Praca w zespole klasowym
Środki dydaktyczne:	Niniejszy e-materiał + komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia
Materiały pomocnicze:	-
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Wprowadzenie - według treści zawartej w I. i III. bloku e-materiału. W klasie o zakresie rozszerzonym można przed lekcją zadać uczniom przypomnienie treści e-materiału „O czym mówi prawo Gaussa ?, co uświadomi im analogię między definicją strumienia pola elektrycznego i magnetycznego. Ta część musi mieć w dużej mierze charakter podający - dotyczy definicji złożonej wielkości fizycznej, na dodatek mało intuicyjnej.	
Faza realizacyjna:	
Zastosowanie animacji - badanie strumienia pola magnetycznego poprzez liczenie liczby linii pola przechodzących przez powierzchnię. Należy zdać uczniom sprawę, że jest to jedynie model i ładny obrazek, do którego nie należy nadmiernie się przywiązywać, ale takie podejście uzmysławia istotę pojęcia strumienia. Ważne jest dla jego rozumienia. Uczniowie słuchają lektora, który objaśnia zmiany zachodzące w animacji. Przyglądają się animacji zwracając uwagę na liczbę linii pola magnetycznego przechodzących przez powierzchnię. Dobrze byłoby, aby dokonać podsumowania pracy z animacją. Wnioski końcowe powinny zostać sformułowane wspólnie przez uczniów klasy.	
Faza podsumowująca:	

Aby sprawdzić zdobytą wiedzę uczniów, analizujemy zadanie 4 (z wykresem) z medium II e-materiału. Zwracamy uwagę na często mylone dwa kąty: między powierzchnią i wektorem B ? oraz między wektorami B ? i S ?. Następnie rozwiązujemy z udziałem uczniów trudniejsze zadanie 7.

Praca domowa:

Pozostałe zadania z bloku 5.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania danego
multimedium:**

-