

R o z d z i a ł 1

PRZEDMIOT I METODOLOGIA FIZYKI

1.1. Przedmiot i podział fizyki

Od najdawniejszych czasów człowiek obserwuje i bada różnorodne zjawiska przyrody, stara się je zrozumieć i wykorzystać oraz znaleźć prawa, które nimi rządzą.

Fizyka jest jedną z nauk przyrodniczych. Grecki wyraz „physis” oznacza przyrodę i w pierwotnym znaczeniu przez fizykę rozumiano w ogóle naukę o przyrodzie. Następnie oddzielono od niej niektóre działy, które stworzyły wyodrębnione nauki, np. chemię, oraz te, które są wynikiem specjalnych badań lub badań specjalnych obiektów, np. astronomię, geologię itp.

W obecnym znaczeniu fizyka jest nauką o ogólnych prawach przyrody nieożywionej i jej zjawiskach, przy czym cechami odróżniającymi ją od innych gałęzi przyrodoznawstwa są bardziej metody badania niż sam przedmiot badania.

Wobec olbrzymiej ilości zjawisk, które bada fizyka, podzielono ją na następujące części, obejmujące odrębne zagadnienia:

mechanikę, czyli naukę o równowadze i ruchu ciał;

akustykę – naukę o zjawiskach głosowych;

termodynamikę – naukę o zjawiskach cieplnych;

optykę – naukę o zjawiskach świetlnych i promieniowaniu;

elektryczność i magnetyzm – naukę o zjawiskach elektrycznych i magnetycznych oraz

atomistykę – naukę o budowie materii i energii jądrowej.

1.2. Wielkości fizyczne i ich pomiar. Jednostki miary. Układ SI.

Ważną rolę w badaniu zjawisk fizycznych odgrywają wielkości fizyczne, które umożliwiają ilościowe badania tych zjawisk. Wielkościami fizycznymi nazywamy te własności ciał, np. długość, objętość, ciężar, lub cechy charakterystyczne zjawisk, np. czas, ilość ciepła, prędkość, które można zmierzyć.

Mierzenie albo pomiar jakiejkolwiek wielkości fizycznej polega na porównaniu jej z wielkością tego samego rodzaju przyjętą umownie za jednostkę miary, to znaczy na określeniu, ile razy wielkość mierzona jest mniejsza lub większa od przyjętej jednostki. Oczywiście porównywać można tylko wielkości tego samego rodzaju zwane jednorodnymi, np. długość z długością, ciężar z ciężarem itp., nie można natomiast porównać długości i siły lub ciężaru i masy. Pomiar określonej wielkości fizycznej może być dokonany za pośrednictwem innych wielkości; np. prędkość można zmierzyć mierząc przebytą drogę i czas, pracę mierząc siłę i długość przesunięcia jej punktu przyłożenia itp.

Spotyka się również takie wielkości fizyczne, które wyrażają się stosunkiem wielkości jednorodnych, a tym samym jednostki ich nie mają żadnego wymiaru lub też wymiar ich może być traktowany jako równy jedności (np. wydłużenie względne, czyli stosunek przyrostu długości do długości początkowej). Wielkości takie nazywa się bezwymiarowymi i wyraża się liczbą oderwaną, czyli samą wartością liczbową.

Mierzenie wielkości fizycznych pociąga za sobą konieczność ustalenia jednostek miar. Dokonując przeglądu jednostek służących do wyrażenia powszechnie znanych wielkości fizycznych, np. takich, jak długość, masa, ciśnienie, łatwo można się przekonać, że w tej dziedzinie istnieje jeszcze dowolność. Tak np. w Europie do wyrażenia długości stosuje się około dwudziestu różnych jednostek, a do wyrażenia masy – jeszcze więcej. W wyniku braku unifikacji powstały w przeszłości różne układy jednostek (np. CGS, MKSA, elektrostatyczny CGS, elektromagnetyczny CGS, techniczny i inne).

Wielkim krokiem naprzód w dziedzinie unifikacji jednostek miar było zaproponowanie w roku 1960 przez XI Generalną konferencję Miar jednolitego międzynarodowego układu jednostek miar, zwanego układem SI (Système International d'Unités).

Zalety tego układu wiążą się nie tylko z jego międzynarodowym charakterem. Układ ten jest tak pomyślany, że może być stosowany do wyrażania prawie wszystkich wielkości w różnych dziedzinach wiedzy: ma on zatem ważną cechę uniwersalności.

Tabela 1.1.

Wielkości podstawowe i uzupełniające układu SI

Wielkość	Jednostka układu SI	
	Nazwa	Oznaczenie
A. Wielkości podstawowe		
długość	metr	m
masa	kilogram	kg
czas	sekunda	s
natężenie prądu elektrycznego	amper	A
temperatura termodynamiczna	Kelvin	K
światłość	kandela	cd
B. Wielkości uzupełniające		
kąt płaski	radian	rad
kąt bryłowy	steradian	sr

Układ SI opiera się na sześciu wielkościach podstawowych i dwóch uzupełniających. Pierwszą grupę tych wielkości stanowią: długość, masa, czas, natężenie prądu elektrycznego, temperatura oraz światłość. Do grupy drugiej należą: kąt płaski i kąt bryłowy. W tabeli 1.1 podane jest zestawienie wszystkich wymienionych wielkości (które dalej będziemy nazywali bazowymi) wraz z ich jednostkami miary w układzie SI i symbolami.

Niżej zestawiono definicje wszystkich jednostek podstawowych i uzupełniających układu SI.

Metr jest długością równą 1 650 763,73 długości fali w próżni ściśle określonego promieniowania monochromatycznego o barwie pomarańczowej, emitowanego przez izotop kryptonu 86.

Kilogram jest masą międzynarodowego wzorca przechowywanego w Międzynarodowym Biurze Miar w Sèvres pod Paryżem.

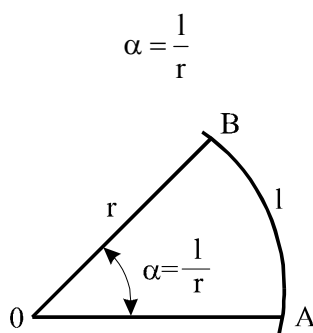
Sekunda jest $1/31\,556\,925,9747$ częścią roku zwrotnikowego 1900.

Amper jest natężeniem nie zmieniającego się prądu elektrycznego, który – płynąc w dwóch równoległych prostoliniowych, nieskończenie długich przewodach o przekroju okrągłym, znikomo małym, umieszczonym w próżni w odległości jednego metra jeden od drugiego – wywołuje między tymi przewodami siłę równą $2 \cdot 10^{-7}$ niutona na każdy metr długości przewodu.

Kelwin jest jednostką temperatury termodynamicznej w skali, w której temperatura punktu potrójnego (punkt potrójny odpowiada stanowi równowagi między fazą stałą, ciekłą i gazową) wody jest równa dokładnie 273,16 K.

Kandela jest światłością, która ma w kierunku prostym pole równe $\frac{1}{6} \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$ powierzchni ciała doskonale czarnego, promieniującego w temperaturze krzepnięcia platyny pod ciśnieniem 101 325 N/m².

Radian jest to jednostka miary łukowej kąta płaskiego, równa stosunkowi łuku l do promienia tego łuku r (rys.1.1):



Rys.1.1. Łukowa jednostka miary kąta płaskiego.

Słownie definicja radiana (rad) brzmi:

Radian jest to kąt płaski zawarty między dwoma promieniami koła, wycinającymi z jego okręgu łuk o długości równej promieniowi tego koła.

Między miarą kąta w radianach a jego miarą w stopniach zachodzi związek

$$\alpha(\text{rad}) = \frac{\pi}{180^\circ} \alpha(\text{stopnie})$$

Z tego związku znajdujemy

$$1 \text{ rad} = 57,295779^\circ = 57^\circ 17' 45''$$

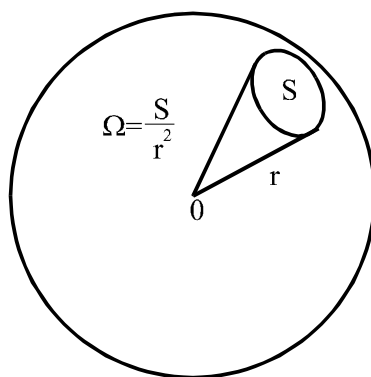
Kąt pełny wynosi 2π rad, kąt półpełny – π rad, kąt prosty – $\pi/2$ rad.

Steradian. Kąt bryłowy jest to część przestrzeni ograniczona powierzchnią stożkową. Jeżeli ze środka pewnej powierzchni kulistej o promieniu r poprowadzimy powierzchnię stożkową wycinającą część kuli o powierzchni S , to powierzchnia ta ograniczy kąt bryłowy Ω równy stosunkowi powierzchni S do kwadratu promienia r (rys.1.2):

$$\Omega = \frac{S}{r^2}$$

Jednostką miary kąta bryłowego jest steradian (sr). Jego definicja brzmi:

Steradian jest kątem bryłowym o wierzchołku w środku kuli, wycinającym z jej powierzchni część równą powierzchni kwadratu o boku równym promieniowi tej kuli.



Rys.1.2. Jednostka miary kąta bryłowego.

Pełny kąt bryłowy wynosi 4π sr, kąt półpełny – 2π sr.

Zarówno radian, jak i steradian są jednostkami bezwymiarowymi.

Jednostki miar dzielimy ponadto na jednostki główne i wtórne. W danym układzie jednostek miar jednostkami głównymi są jednostki podstawowe tego układu oraz te z jednostek pochodnych, które wynikają bezpośrednio z równań definicyjnych. W układzie SI jednostkami głównymi są np. m, kg, sek, m/sek^2 , m^2 , N (niuton) = $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{sek}^2$ itp. Jednostkami wtórnymi nazywamy jednostki, stanowiące dowolne wielokrotności jednostek głównych np. 1 km = 1000 m, 1 mm = 0,001 m, 1 min=60 sek itp.

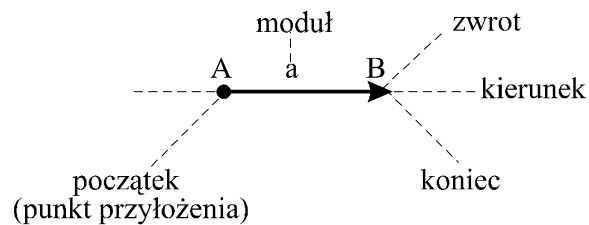
Tabela 1.2.

Przedrostki określające krotności jednostek w układzie dziesiętnym

Przedrostek	Oznaczenie	Wielokrotność lub podwielokrotność
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	k	10^3
hekto	h	10^2
deka	da	10^1
decy	d	10^{-1}
centy	c	10^{-2}
mili	m	10^{-3}
mikro	μ	10^{-6}
nana	n	10^{-9}
piko	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
atto	a	10^{-18}

1.3. Podstawowe wiadomości o wektorach.

Wielkości fizyczne dzielimy na wielkości kierunkowe (wektorowe), zwane w skrócie wektorami, i wielkości bezkierunkowe, zwane skalarami. Podczas opisywania wielkości wektorowych powinna być podawana ich bezwzględna wartość liczbowa, zwana też modulem, kierunek, zwrot i punkt przyłożenia. Innymi słowy, wielkość wektorową można przedstawić geometrycznie jako odcinek skierowany, tj. odcinek leżący na określonej prostej, mający określony początek i koniec (a więc określony zwrot), jak również określoną długość wyrażającą w pewnej skali bezwzględną wartość danego wektora (rys.1.3.). Przykładowymi wielkościami wektorowymi są: siła, prędkość, przyspieszenie itp.

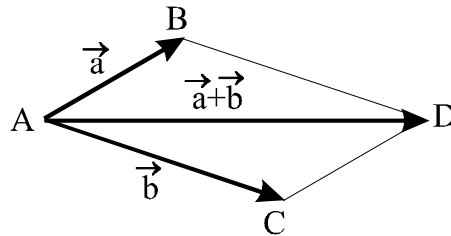


Rys.1.3. Definicja wektora

Skalarami są wielkości, których opis ogranicza się do podania wartości liczbowej. Do skalarów zaliczamy np.: czas, temperaturę, pracę, energię, ładunek elektryczny itp.

Teraz przypomnijmy krótko podstawowe działania wykonywane na wektorach.

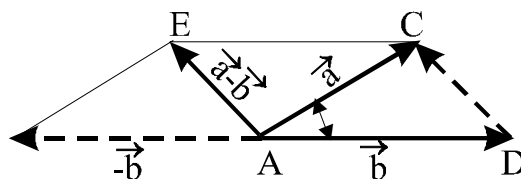
Przy dodawaniu wektorów stosuje się tzw. zasadę równoległoboku (rys.1.4). Wektor $\vec{c}$ odpowiadający przekątnej równoległoboku, zbudowanego na wektorach $\vec{a}$ i $\vec{b}$, jest sumą geometryczną, czyli wypadkową wektorów $\vec{a}$ i $\vec{b}$.



Rys.1.4. Dodawanie wektorów

Odejmowanie wektorów $\vec{a}$ i $\vec{b}$ można sprowadzić do dodawania (rys.1.5). Do wektora $\vec{a}$ dodajemy wektor $-\vec{b}$, tzn. wektor co do wartości równy $\vec{b}$, lecz o zwrocie przeciwnym. Wektor $\vec{a} - \vec{b}$ ma swój początek w punkcie A i odpowiada przekątnej równoległoboku zbudowanego w wektorach $\vec{a}$ i $\vec{b}$. Z tego samego rysunku widać, że przez

bezpośrednie połączenie końców wektorów $\vec{a}$ i $\vec{b}$ wyprowadzonych ze wspólnego punktu A i zaznaczenie zwrotów do odjemnej $\vec{a}$ otrzymujemy również wektor równy co do wartości $\vec{a} - \vec{b}$, tylko równolegle przesunięty.



Rys.1.5. Odejmowanie wektorów

Mnożenie wektora $\vec{a}$ przez skalar n daje w wyniku nowy wektora $n\vec{a}$ o wartości liczbowej n razy powiększonej i o zwrocie zgodnym lub przeciwnym względem wektora $\vec{a}$, zależnie od tego, czy skalar n jest dodatni, czy też ujemny.

Przy mnożeniu wektora przez wektor rozróżniamy iloczyn skalarny i iloczyn wektorowy.

Iloczyn skalarny wektorów $\vec{a}$ i $\vec{b}$ oznaczamy symbolicznie $\vec{a} \cdot \vec{b}$. Iloczyn skalarny dwóch wektorów jest skłarem, którego wartość liczbową wyraża się iloczynem wartości liczbowych danych wektorów przez cosinus kąta zawartego między nimi, czyli

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \alpha. \quad (1.1)$$

Jak widać z rys.1.6. $OC = b \cos \alpha$ jest zatem wektora $\vec{b}$ na kierunek wektora $\vec{a}$. A zatem wartość liczbową iloczynu skalarnego równa się iloczynowi wartości jednego z wektorów przez rzut na niego wektora drugiego. Z mnożeniem skalarnym wektorów mamy do czynienia w fizyce, np. przy pracy.

Iloczyn wektorowy wektorów $\vec{a}$ i $\vec{b}$ oznaczamy symbolicznie $\vec{a} \times \vec{b}$. Iloczyn wektorowy jest nowym wektorem (rys.1.7).

$$\vec{a} \times \vec{b} = \vec{c}$$

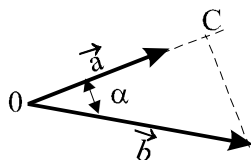
o określonej umownie wartości liczbowej i kierunku.

Wartość liczbową wektora $\vec{c}$, czyli c równa się:

$$c = ab \sin \alpha, \quad (1.2)$$

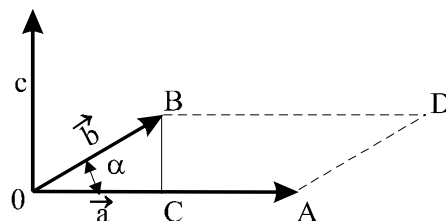
gdzie α jest kątem utworzonym przez kierunki wektorów $\vec{a}$ i $\vec{b}$.

Posługując się rys.1.7 łatwo można stwierdzić, że iloczyn $a \sin \alpha$ wyraża pole równoległoboku OBDA utworzonego na wektorach $\vec{a}$ i $\vec{b}$.



Rys.1.6. Ilustracja iloczynu skalarnego

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \alpha$$



Rys.1.7. Ilustracja iloczynu wektorowego

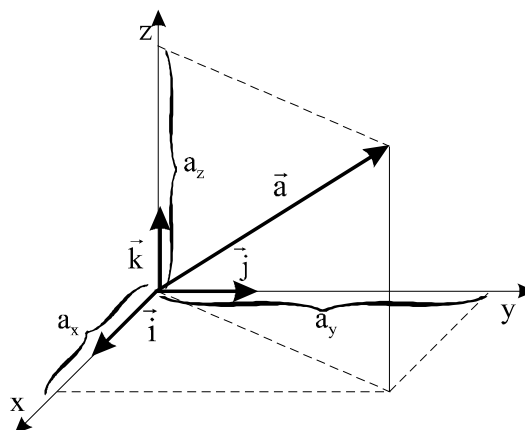
$$\vec{c} = \vec{a} \times \vec{b}$$

Punkt przyłożenia wektora $\vec{c}$ pokrywa się z początkami wektorów $\vec{a}$ i $\vec{b}$. Kierunek jego jest prostopadły do płaszczyzny zawierającej wektory $\vec{a}$ i $\vec{b}$. Zwrot wektora $\vec{c}$ jest określony regułą śruby prawoskrętnej, zwaną również regułą korkociągu. Korkociąg ustawiamy prostopadłe do płaszczyzny wektorów $\vec{a}$ i $\vec{b}$ opierając jego ostrze w punkcie O. Rączkę korkociągu ustawiamy równoległe do pierwszego wektora wymienionego w iloczynie wektorowym, a więc w naszym przykładzie do wektora $\vec{a}$. Obracamy rączkę tak, aby po skręceniu o kąt mniejszy od 180° (w naszym przypadku o kąt α zaznaczony na rys.1.7) zajęła ona położenie równoległe do wektora $\vec{b}$. Podczas tego obrotu ostrze korkociągu przesuwa się w określonym kierunku, który umownie przyjęto za zwrot wektora $\vec{c}$. Tak np. jeśli na rys.1.7 wektory $\vec{a}$ i $\vec{b}$ leżą w płaszczyźnie poziomej, to podczas obrotu ostrze korkociągu przesuwa się w kierunku pionowym w górę. Taki też jest kierunek i zwrot wektora $\vec{c}$.

Zmiana kolejności wektorów w iloczynie wektorowym nie zmienia jego wartości liczbowej, lecz zmienia zwrot. Innymi słowy, $\vec{a} \times \vec{b} = -\vec{b} \times \vec{a}$.

Pojęcie iloczynu wektorowego spotykamy wielokrotnie w kursie fizyki. Wymienimy dla przykładu moment siły, moment pędu czy siłę elektrodynamiczną itp.

W prostokątnym układzie współrzędnych (rys.1.8) wektor $\vec{a}$ możemy przedstawić za pomocą jego rzutów na osie współrzędnych prostokątnych (O,x,y,z). Niech długości tych rzutów będą odpowiednio a_x, a_y i a_z (rys.1.8).



Rys.1.8. Wersory osi $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ w prostokątnym układzie współrzędnych

Wprowadźmy wektory jednostkowe $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ odpowiednio w kierunku osi x, y, z .
Wtedy wektor $\vec{a}$ może być przedstawiony jako suma wektorów składowych

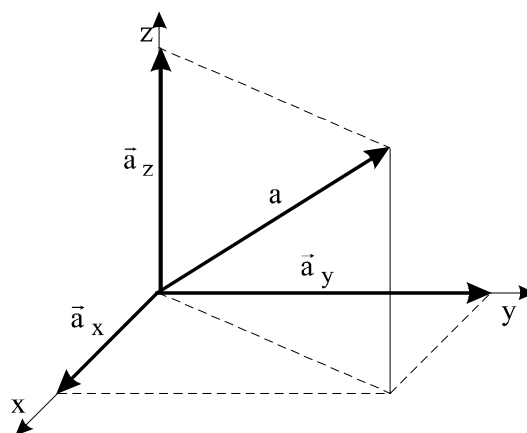
$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}. \quad (1.3)$$

Oznaczając składowe wektora $\vec{a}$ o kierunkach trzech osi współrzędnych (rys.1.9) odpowiednio przez

$$a_x \vec{i} = \vec{a}_x, \quad a_y \vec{j} = \vec{a}_y, \quad a_z \vec{k} = \vec{a}_z$$

otrzymamy zapis skrócony

$$\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y + \vec{a}_z.$$



Rys.1.9. Wektor $\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y + \vec{a}_z$ w prostokątnym układzie współrzędnych

W układzie $(0x,y,z)$ zgodnie z (1.3) wektory $\vec{a}$ i $\vec{b}$ możemy zapisać:

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k} = [a_x, a_y, a_z] \quad (1.4)$$

$$\vec{b} = b_x \vec{i} + b_y \vec{j} + b_z \vec{k} = [b_x, b_y, b_z] \quad (1.5)$$

Wtedy

- moduły $a = |\vec{a}|$ i $b = |\vec{b}|$ obliczony z wzoru Pitagorasa

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

$$b = \sqrt{b_x^2 + b_y^2 + b_z^2}$$

- dodawanie i odejmowanie wektorów

$$\vec{a} + \vec{b} = [a_x + b_x, a_y + b_y, a_z + b_z] \quad (1.6)$$

$$\vec{a} - \vec{b} = [a_x - b_x, a_y - b_y, a_z - b_z] \quad (1.7)$$

- mnożenie wektora $\vec{a}$ przez skalar n

$$n \cdot \vec{a} = [na_x, na_y, na_z] \quad (1.8)$$

- iloczyn skalarny

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = a \cdot b \cdot \cos \alpha = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z \quad (1.9)$$

- iloczyn wektorowy

$$\vec{c} = \vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix} = (a_y b_z - a_z b_y) \vec{i} + (a_z b_x - a_x b_z) \vec{j} + (a_x b_y - a_y b_x) \vec{k} \quad (1.10)$$

- różniczkowanie wektora $\vec{a}(t) = [a_x(t), a_y(t), a_z(t)]$

$$\frac{d\vec{a}(t)}{dt} = \left[\frac{da_x(t)}{dt}, \frac{da_y(t)}{dt}, \frac{da_z(t)}{dt} \right] \quad (1.11)$$

1.4. Podstawowe wiadomości z rachunku różniczkowego i całkowego

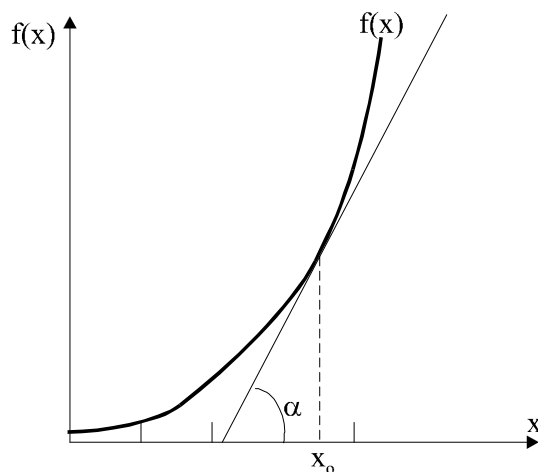
Pochodna funkcji.

Pochodną funkcji $y = f(x)$ w punkcie x_0 nazywamy granicę ilorazu różnicowego przy $\Delta x \rightarrow 0$.

$$\frac{df}{dx} = f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x} \quad (1.12)$$

Wyrażenie $df = f' dx$ nazywa się różniczką funkcji $f(x)$, zaś dx różniczką argumentu x . Obliczanie pochodnej nazywamy różniczkowaniem. Na przykład $\vartheta = s'(t_0) = ds/dt$: pochodna drogi po czasie jest prędkością chwilową w momencie t_0 .

Pochodna funkcji ma prostą interpretację geometryczną. Pochodna funkcji w danym punkcie jest równa tangensowi kąta nachylenia stycznej do wykresu funkcji w tym punkcie do osi x : $\tan \alpha = f'(x_0)$. (Patrz rys.1.10).



Rys.1.10. Interpretacja geometryczna pochodnej.

Podstawowe własności pochodnej

$$[f(\alpha x)]' = \alpha f'(x)$$

$$[f(x) + g(x)]' = f'(x) + g'(x)$$

$$[f(x)g(x)]' = f'(x)g'(x) + f(x)g'(x)$$

$$[f(x)/g(x)]' = [f'(x)g'(x) - f(x)g'(x)]/g^2(x)$$

$$[f(x)(g(x))]' = f'(y)g'(x).$$

Pochodne niektórych funkcji elementarnych

$$(a)' = 0$$

$$(x^n)' = nx^{n-1}$$

$$(e^x)' = e^x$$

$$(a^x)' = a^x \ln(x)$$

$$(\ln(x))' = 1/x$$

$$(\sin(x))' = \cos(x)$$

$$(\cos(x))' = -\sin(x)$$

$$(\operatorname{tg}(x))' = 1/\cos^2(x)$$

$$(\operatorname{ctg}(x))' = -1/\sin^2(x)$$

$$(\arcsin(x))' = 1/\sqrt{1-x^2}$$

Ekstremum funkcji

Funkcja $y = f(x)$ osiąga w punkcie x_0 ekstremum, gdy $f'(x_0) = 0$.

Całką nieoznaczoną funkcji $f(x)$ nazywamy sumę funkcji pierwotnej $F(x)$ tj. takiej funkcji, że $F'(x) = f(x)$ oraz dowolnej stałej C i oznaczamy symbolem

$$\int f(x)dx = F(x) + C \quad (1.13)$$

Obliczanie funkcji pierwotnej nazywamy całkowaniem.

Podstawowe prawa rachunku całkowego

$$\int [f(x) + g(x)] dx = \int f(x) dx + \int g(x) dx$$

$$\int af(x) dx = \int f(x) dx$$

$$\int f(x) dx = \int f(g(t))g'(t) dt \quad - \text{całkowanie przez podstawianie}$$

$$\int f(x)g'(x) dx = f(x)g(x) - \int f'(x)g(x) dx \quad - \text{całkowanie przez części}$$

Całki niektórych funkcji elementarnych

$$\int x^n dx = \frac{1}{n+1} x^{n+1} + C \quad \text{przy } (n \neq -1); \quad \int \frac{dx}{\cos^2(x)} = \operatorname{tg}(x) + C$$

$$\int \frac{1}{x} dx = \ln|x| + C; \quad \int a^x dx = a^x \ln a + C$$

$$\int e^x dx = e^x + C; \quad \int \frac{dx}{\sin^2(x)} = -\operatorname{ctg}(x) + C$$

$$\int \sin(x) dx = -\cos(x) + C; \quad \int \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = \arcsin(x) + C$$

$$\int \cos(x) dx = \sin(x) + C; \quad \int \frac{dx}{1+x^2} = \arctg(x) + C$$

$$\int \sin^2(x) dx = \frac{x}{2} - \frac{1}{4} \sin(2x) + C; \quad \int \cos^2(x) dx = \frac{x}{2} + \frac{1}{4} \sin(2x) + C$$

$$\int x \sin(x) dx = \sin(x) - x \cos(x) + C; \quad \int x \cos(x) dx = \cos(x) + x \sin(x) + C$$

$$\int \frac{dx}{1-x^2} = \frac{1}{2} \ln \frac{x+1}{x-1} + C; \quad \int \frac{dx}{\left(\sqrt{x^2+1}\right)^3} = \frac{x}{\sqrt{x^2+1}} + C$$

Całką oznaczoną $f(x)$ w granicach od a do b nazywamy granicę sumy $\sum_{i=1}^n f(x_i) \Delta x_i$,

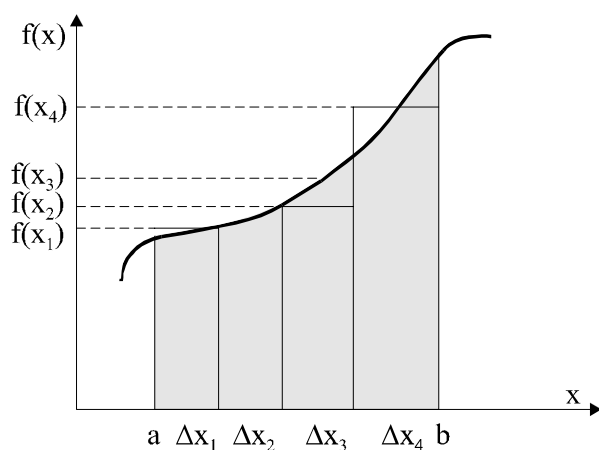
gdzie Δx_i są przedziałami, na które podzielono przedział (a,b) , natomiast δn jest $\max(\Delta x_i)$

$$\int_a^b f(x) dx = \lim_{\delta \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n f(x_i) \Delta x_i$$

Z powyższej definicji wynika prosta geometryczna interpretacja całki oznaczonej (patrz

rys.1.11). Z interpretacji tej wynika, że $\int_a^b f(x) dx$ jest to pole pod krzywą $y = f(x)$ między

punktami a i b .



Rys.1.11. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej

Jeżeli funkcja $F(x)$ jest funkcją pierwotną dla funkcji $f(x)$ to:

$$\int_a^b f(x)dx = F(x)\Big|_a^b = F(b) - F(a)$$

Na przykład drogę jaką przebędzie ciało poruszające się prostoliniowo z prędkością v między trzecią a piątą sekundą ruchu obliczymy ze wzoru

$$s = \int_3^5 v dt$$