

Karta wzorów z fizyki

17 działów · wzory i oznaczenia · pełne zestawienie do nauki i druku

1. RUCH PROSTOLINIOWY

prędkość średnia: $v_{sr} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ prędkość: $v(t) = v_0 + at$ droga: $S(t) = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ przyspieszenie: $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ oraz $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ pęd $\vec{p} = m\vec{v}$ siła tarcia: $F_T = \mu F_N$ praca $W = \vec{F} \circ \vec{s} = F s \cos \angle(\vec{F}, \vec{s})$ energia kinetyczna: $E_{kin} = \frac{mv^2}{2}$ moc: $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$ Δ - przyrost, zmiana S - droga t - czas a - przyspieszenie $v, (v_0)$ - szybkość, (szybkość początkowa) F - siła m - masa μ - współczynnik tarcia F_N - siła nacisku $\circ$ - iloczyn skalarny

2. RUCH PO OKRĘGU

częstotliwość: $f = \frac{1}{T}$ prędkość kątowna: $\omega = \frac{\Delta \alpha}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ przyspieszenie dośrodkowe: $a_d = \frac{v^2}{r}$ siła dośrodkowa: $F_d = \frac{mv^2}{r}$ T - okres α - kąt r - promień krzywizny (w szczególności okręgu)

3. RUCH OBROTOWY

prędkość kątowna: $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$ kąt: $\alpha(t) = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$ moment siły: $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$, $M = Fr \sin \angle(\vec{r}, \vec{F})$ moment bezwładności: $I = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$ moment pędu: $J = I\omega$ przyspieszenie kątowne: $\varepsilon = \frac{M}{I}$ energia: $E_{kin} = \frac{I\omega^2}{2}$ ω_0 - początkowa szybkość kątowna r_i - odległość i-tej masy punktowej od osi obrotu

4. RUCH DRGAJĄCY

wychylenie: $x(t) = A \sin(\omega t + \varphi)$ prędkość: $v_x(t) = A\omega \cos(\omega t + \varphi)$ przyspieszenie: $a_x(t) = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x(t)$ siła: $F_x(t) = -mA\omega^2 \sin(\omega t + \varphi) = -m\omega^2 x(t)$

wahadło matematyczne (dla małych wychyleń):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

masa na sprężynie: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ A - amplituda φ - faza początkowa l - długość wahadła k - współczynnik sprężystości

5. GRAWITACJA

siła: $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ natężenie pola: $\vec{\gamma} = \frac{\vec{F}_g}{m}$ energia potencjalna: $E_{pot} = -G \frac{m_1 m_2}{r}$ energia potencjalna: $E_{pot} = mgh$ tylko dla $h \ll R_z$ I prędkość kosmiczna (dla Ziemi): $v_I = \sqrt{\frac{GM}{R_z}} \approx 7,9 \frac{km}{s}$

II prędkość kosmiczna (dla Ziemi):

$$v_{II} = \sqrt{\frac{2GM_z}{R_z}} \approx 11,2 \frac{km}{s}$$

m_1, m_2 - masy

h - wysokość względem powierzchni Ziemi

R_z - promień Ziemi

g - przyspieszenie ziemskie

G - stała grawitacji

M_z - masa Ziemi

6. FALE

długość fali: $\lambda = vT = \frac{v}{f}$

załamanie fali: $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{2/1}$

siatka dyfrakcyjna: $n\lambda = d \sin \alpha$

poziom natężenia dźwięku:

$L = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right) \text{ dB} = \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right) \text{ B}$. Logarytm jest dziesiętny; jeden bel to dziesięć decybeli: $1 \text{ B} = 10 \text{ dB}$.

natężenie odniesienia: $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$ (próg słyszalności dla tonu o częstotliwości 1 kHz)

efekt Dopplera: $f = f_{zr} \frac{v \pm u_{ob}}{v \mp u_{zr}}$

v - szybkość fali

α - kąt padania

β - kąt załamania

n_1 (odp. n_2) - współczynnik załamania ośrodka 1 (odpowiednio 2) względem próżni, zwane też bezwzględными współczynnikami załamania

$n_{2/1}$ - współczynnik załamania ośrodka 2 względem ośrodka 1, zwany też względnym współczynnikiem załamania

n - rząd widma (liczba naturalna)

d - stała siatki dyfrakcyjnej (odległość między środkami sąsiednich szczelin)

I - natężenie dźwięku; I_0 - natężenie odniesienia, odpowiadające umownemu progowi słyszalności dla tonu o częstotliwości 1 kHz

f - częstotliwość odbierana

f_{zr} - częstotliwość źródła

u_{ob} - szybkość obserwatora

u_{zr} - szybkość źródła

7. SPRĘŻYSTOŚĆ

siła sprężystości: $\vec{F}_x = -k \vec{x}$

energia: $E_{pot} = \frac{k x^2}{2}$

k - współczynnik sprężystości

x - odchylenie

8. ELEKTROSTATYKA

wartość siły Coulomba między ładunkami punktowymi w próżni: $F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$; $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$. Ładunki jednoimienne odpychają się, a różnoimienne przyciągają.

natężenie pola: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$

energia potencjalna: $E_{pot} = k \frac{q_1 q_2}{r}$

potencjał elektrostatyczny: $V = \frac{E_{pot}}{q}$

pojemność elektryczna: $C = \frac{Q}{U}$

kondensator płaski: $C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d}$

energia kondensatora: $W = \frac{CU^2}{2}$

łączenie kondensatorów - szeregowo: $\frac{1}{C_z} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$

łączenie kondensatorów - równoległe: $C_z = \sum_{i=1}^n C_i$

q, Q - ładunki

r - odległość między ładunkami

ϵ_0, ϵ_r - przenikalność elektryczna próżni, przenikalność elektryczna ośrodka

U - napięcie

9. PRĄD STAŁY

natężenie prądu: $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$

prawo Ohma: $I = \frac{1}{R} U$

łączenie oporów - szeregowo: $R_z = \sum_{i=1}^n R_i$

łączenie oporów - równoległe: $\frac{1}{R_z} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$

opór: $R = \rho \frac{l}{S}$

prawo Ohma dla obwodów rzeczywistych I: $I = \frac{\epsilon}{R_z + R_w}$

prawo Ohma dla obwodów rzeczywistych II: $U = \epsilon - IR_w$

moc: $P = IU$

ρ - opór właściwy przewodnika

l - długość przewodnika

S - przekrój poprzeczny przewodnika

ε - siła elektromotoryczna ogniwa (SEM)

R_z - opór zewnętrzny

R_w - opór wewnętrzny ogniwa

U - napięcie

10. POLE MAGNETYCZNE

magnetyczna składowa siły Lorentza:

$\vec{F}_L = q(\vec{v} \times \vec{B})$, $F_L = |q|vB \sin \angle(\vec{v}, \vec{B})$. Znak ładunku wyznacza zwrot wektora; wartość siły jest nieujemna.

siła elektrodynamiczna:

$\vec{F}_{eld} = I(\vec{l} \times \vec{B})$; $F_{eld} = BIl \sin \angle(\vec{l}, \vec{B})$ **Uwaga!** Wzór prawdziwy w przypadku prostoliniowego przewodnika i jednorodnego pola magnetycznego! Wektor $\vec{l}$ jest skierowany zgodnie z umownym kierunkiem prądu, a I oznacza jego nieujemne natężenie.

strumień pola magnetycznego:

$$\Phi = \vec{B} \circ \vec{S} = BS \cos \angle(\vec{B}, \vec{S})$$

przewód prostoliniowy: $B = \frac{\mu_0 \mu_r I}{2\pi r}$

pojedynczy zwoj: $B = \frac{\mu_0 \mu_r I}{2r}$

zwojnica: $B = \mu_0 \mu_r N \frac{I}{l}$

siła wzajemnego oddziaływania między równoległymi prostoliniowymi przewodami: $F = \frac{\mu_0 \mu_r I_1 I_2 l}{2\pi r}$

SEM indukcji: $\varepsilon_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$

SEM samoindukcji: $\varepsilon_s = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

indukcyjność zwojnicy: $L = \mu_0 \mu_r N^2 \frac{S}{l}$

q - ładunek

v - szybkość ładunku

B - indukcja pola magnetycznego

S - powierzchnia

μ_0, μ_r - przenikalność magnetyczna próżni, przenikalność magnetyczna ośrodka

N - ilość zwojów

L - współczynnik samoindukcji (indukcyjność)

11. PRĄD PRZEMIENNY

SEM - prądnicą: $\varepsilon = nBS\omega \sin \omega t$

napięcie skuteczne: $U_{sk} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$

natężenie skuteczne: $I_{sk} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$

transformator: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}$

opór indukcyjny: $R_L = X_L = L\omega = 2\pi fL$

opór pojemnościowy: $R_C = X_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC}$

częstotliwość rezonansowa obwodu LC: $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
wyprowadzone z $X_L = X_C$

zawada:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

ω - częstość kołowa

n_1, n_2 - ilość zwojów

C - pojemność kondensatora

12. TERMODYNAMIKA

ciśnienie: $p = \frac{F}{S}$

gęstość: $\rho = \frac{m}{V}$

ciepło: $Q = mc_w \Delta T$

ciepło w przemianie fazowej - topnienie/krzepnięcie:
 $Q = mF$

ciepło w przemianie fazowej - parowanie/skraplanie:
 $Q = mL$

równanie stanu gazu: $\frac{pV}{T} = const$

równanie Clapeyrona: $pV = nRT$

równanie Mayera: $C_p = C_v + R$

I zasada termodynamiki: $\Delta U = Q + W$

praca ($p=const$): $W = -p\Delta V$

sprawność: $\eta = \frac{W_{uz}}{Q_{wl}}$; $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$

sprawność silnika Carnota: $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$

S - powierzchnia

c_w - ciepło właściwe

ΔT - zmiana temperatury

F - ciepło topnienia/krzepnięcia

L - ciepło parowania/skraplania

n - liczba moli

R - stała gazowa

$C_p(C_v)$ - ciepło molowe w przemianie izobarycznej (w przemianie izochorycznej)

W_{uz} - praca użyteczna

Q_{wl}, Q_1 - ciepło włożone, dostarczone

Q_2 - ciepło oddane

13. ATOM WODORU

energia atomu wodoru (model Bohra): $E_n = -\frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$

m_e - masa elektronu

e - ładunek elektryczny elektronu

h - stała Plancka

n - numer orbity, $n=1,2,\dots$

14. OPTYKA

równanie soczewki - zwierciadła: $\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$

cienka soczewka otoczona z obu stron tym samym ośrodkiem (promienie przyosiowe):

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_{socz}}{n_{otocz}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = Z$$

Powierzchnie soczewki numerujemy w kolejności przechodzenia światła. Promień krzywizny R_i jest dodatni, gdy środek krzywizny leży za daną powierzchnią w kierunku biegu padającego światła, a ujemny, gdy leży przed nią. Dla soczewki dwuwypukłej $R_1 > 0$ i $R_2 < 0$; dla powierzchni płaskiej $1/R_i = 0$.

zwierciadło sferyczne (promienie przyosiowe): $f = \frac{R}{2}$; tutaj $R > 0$ dla zwierciadła wklęsłego i $R < 0$ dla wypukłego.

zdolność skupiająca: $Z = \frac{1}{f}$

kąt graniczny przy przejściu z ośrodka 1 do 2, gdy $n_1 > n_2$: $\sin \alpha_{gr} = \frac{n_2}{n_1}$

kąt Brewstera dla światła padającego z ośrodka 1 na granicę z ośrodkiem 2 (przezroczyste dielektryki niemagnetyczne): $\tan \alpha_B = \frac{n_2}{n_1} = n_{2/1}$

Bezwzględny współczynnik załamania światła: $n = \frac{c}{v}$

Współczynnik załamania ośrodka 2 względem ośrodka 1: $n_{2/1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$

x - odległość przedmiotu od cienkiej soczewki lub wierzchołka zwierciadła; dodatnia dla przedmiotu rzeczywistego, ujemna dla pozornego.

y - odległość obrazu od soczewki lub zwierciadła; dodatnia dla obrazu rzeczywistego, ujemna dla pozornego.

f - ogniskowa; dodatnia dla układu skupiającego, ujemna dla rozpraszającego. W równaniu obrazowania stosujemy te odległości ze znakami. We wzorze na zdolność skupiającą Z ogniskową podajemy w metrach, a wynik otrzymujemy w dioptriach (m^{-1}).

v - prędkość światła w danym ośrodku

c - prędkość światła w próżni ($c = 299\,792\,458\,m/s$); w definicji bezwzględnego współczynnika załamania c zawsze oznacza prędkość światła w próżni

n - bezwzględny współczynnik załamania

n_1 - bezwzględny współczynnik załamania ośrodka 1 (z którego wychodzi światło)

n_2 - bezwzględny współczynnik załamania ośrodka 2 (do którego przechodzi światło)

$n_{2/1}$ - względny współczynnik załamania ośrodka 2 względem ośrodka 1

v_1, v_2 - prędkości światła odpowiednio w ośrodkach 1 i 2; kąty padania, załamania, graniczny i Brewstera mierzymy od normalnej do granicy ośrodków

15. FIZYKA WSPÓŁCZESNA

równowaga masy-energii: $E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

pęd relatywistyczny: $p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

masa relatywistyczna: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

UWAGA! - według niektórych podręczników powyższy wzór nie ma racji bytu, gdyż niektórzy uważają, że nie istnieje podział na masę spoczynkową i relatywistyczną, tylko że zmienia się pojęcie pędu w mechanice relatywistycznej, bądź ostrożny stosując pojęcie masy relatywistycznej!

dylatacja czasu: $\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

energia fotonu: $E_f = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$

pęd fotonu: $p_f = \frac{h}{\lambda}$

fala de Broglie'a: $\lambda_{br} = \frac{h}{p}$

zasada nieoznaczoności: $\Delta p_x \Delta x \geq \frac{h}{4\pi}$

efekt fotoelektryczny:

$$E_f = h\nu = W + E_{kmax} = h\nu_{gr} + \left(\frac{mv^2}{2}\right)_{max}$$

rozpad promieniotwórczy: $N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$

E - energia, także energia odpowiadająca danej masie, w szczególności E_f - energia fotonu

m - masa relatywistyczna

m_0 - masa spoczynkowa, masa którą ma dana cząstka/ciało podczas spoczynku, gdy $v=0$

c - prędkość światła w próżni, wynosi w przybliżeniu $3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$

v - prędkość, najczęściej cząstki, rzadziej ciała, przynajmniej w mechanice relatywistycznej. Aby warto było stosować wzory relatywistyczne spełniać warunek $v > 0.1c$

p - pęd relatywistyczny

p_f - pęd fotonu

Δt - inaczej oznaczany czasami jako t' - czas w układzie zewnętrznym (czas na zewnątrz układu poruszającego się z prędkością $v > 0.1c$), czas ten jest zawsze większy od czasu wewnątrz układu

$\Delta t'$ - inaczej oznaczany również jako t_0 - czas w układzie wewnętrznym (czas wewnątrz układu poruszającego się z prędkością $v > 0.1c$), inaczej czas własny, czas ten jest zawsze mniejszy od czasu na zewnątrz układu gdyż jak wiemy czas płynie wolniej w układzie poruszającym się z prędkością bliską prędkości światła.

ν - (wymowa ni) - częstotliwość fali, czasami używa się po prostu f

λ - długość fali, w szczególności λ_{br} - długość fali de Broglie'a (fali materii)

h - stała Plancka, wynosi około $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$

Δp_x - nieoznaczoność (inaczej nieokreśloność) pędu cząstki w położeniu x

Δx - nieoznaczoność (inaczej nieokreśloność) punktu położenia cząstki

W - praca, w zadaniach związanych z efektem elektrycznym najczęściej jest to praca wyjścia, czyli graniczna (minimalna) energia potrzebna do "uwolnienia" elektronu z powierzchni metalu

E_{kmax} - energia kinetyczna maksymalna, energia osiągnięta przez najszybsze uwalniane elektrony

ν_{gr} - częstotliwość graniczna, w efekcie fotoelektrycznym wielkość charakterystyczna dla danego metalu, jeżeli częstotliwość padających fotonów na powierzchnię metalu jest od niej większa to zachodzi efekt fotoelektryczny a więc zostają uwolnione elektrony z powierzchni metalu oraz uzyskują jakąś energię kinetyczną

N - inaczej oznaczane również jako funkcja $N(t)$ - ilość (liczność) jąder atomowych (w przypadku rozpadu promieniotwórczego) w funkcji czasu t , czy też po czasie t .

N_0 - początkowa ilość jąder atomowych (zanim minął jakiś określony czas t)

t - czas który upłynął od chwili gdy jąder atomowych było N_0

$T_{1/2}$ - czas połowicznego rozpadu, czyli czas potrzebny do rozpadu połowy jąder, wielkość charakterystyczna dla danego izotopu

16. HYDROSTATYKA

siła parcia: $F = pS$

ciśnienie hydrostatyczne: $p = \rho gh$

siła wyporu: $F_{wyp} = \rho gV$

p - ciśnienie

S - powierzchnia

ρ - gęstość

h - głębokość

V - objętość

g - przyspieszenie ziemskie

17. ASTRONOMIA

III prawo Keplera: $\frac{T^2}{R_{sr}^3} = const$

T - okres obiegu

R - promień obiegu