ZAZUMI

KURSY • KOREPETYCJE

WZORY Z FIZYKI

KTÓRYCH NIE MA W TABLICACH MATURALNYCH

www.zazumi.pl

STATYSTYKA I NIEPEWNOŚCI

NIEPEWNOŚĆ METODĄ POŁÓWKOWĄ

$$\triangle x = \frac{x_{max} - x_{min}}{2}$$

x_{max}, x_{min} – wartości skrajne pomiaru

NIEPEWNOŚĆ ŚREDNIEJ

$$\triangle \bar{x} = \frac{\triangle x}{\sqrt{n}}$$

n – liczba pomiarów

PRZENOSZENIE NIEPEWNOŚCI WZGLĘDNYCH

$$\frac{\triangle q}{q} = \frac{\triangle a}{a} + \frac{\triangle b}{b}$$

q – wielkość złożona
a, b – wielkości składowe

ODCHYLENIE STANDARDOWE

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

x_i – wyniki pomiarów
$\bar{x}$ – średnia

KINEMATYKA

RÓWNANIE RUCHU BEZ CZASU

$$v^2 - v_0^2 = 2as$$

v – prędkość końcowa
v_0 – prędkość początkowa
a – przyspieszenie
s – droga

ZASIĘG RZUTU UKOŚNEGO

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

v_0 – prędkość początkowa
α – kąt rzutu
g – przyspieszenie ziemskie

TOR RZUTU UKOŚNEGO

$$y(x) = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

x – droga pozioma
y – wysokość
v_0 – prędkość początkowa
α – kąt rzutu
g – przyspieszenie ziemskie

PRZYSPIESZENIE DOŚRODKOWE

$$a = \frac{v^2}{r}$$

a – przyspieszenie dośrodkowe
v – prędkość
r – promień toru

DROGA PO ŁUKU

$$s = r\phi$$

s – długość łuku
r – promień
ϕ – kąt w radianach

ZALEŻNOŚCI LINIOWE – KĄTOWE

$$v = r\omega \qquad a = r\alpha$$

v – prędkość liniowa
a – przyspieszenie liniowe
r – promień
ω – prędkość kątowa
α – przyspieszenie kątowe

DYNAMIKA

SIŁA DOŚRODKOWA

$$F_d = m\frac{v^2}{r} = m\omega^2 r$$

F_d – siła dośrodkowa
m – masa ciała
v – prędkość liniowa
r – promień toru
ω – prędkość kątowa

IMPULS SIŁY

$$J = \triangle p$$

J – impuls siły
$\triangle p$ – zmiana pędu

MOMENT SIŁY

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$\vec{M}$ – moment siły
$\vec{r}$ – wektor ramienia siły
$\vec{F}$ – siła

MOMENT BEZWŁADNOŚCI KULI PEŁNEJ

$$I = \frac{2}{5} mr^2$$

I – moment bezwładności
m – masa
r – promień kuli

MOMENT BEZWŁADNOŚCI WALCA

$$I = \frac{1}{2} mr^2$$

I – moment bezwładności
m – masa
r – promień walca

MOMENT BEZWŁADNOŚCI PRĘTA (OŚ W KOŃCU)

$$I = \frac{1}{3} ml^2$$

I – moment bezwładności
m – masa
l – długość pręta

TWIERDZENIE STEINERA

$$I = I_0 + md^2$$

I – moment bezwładności względem osi przesuniętej
I_0 – moment względem osi własnej
m – masa
d – odległość między osiami

SIŁA CORIOLISA

$$F_c = 2mv\Omega sin\phi$$

F_c – siła Coriolisa
m – masa ciała
v – prędkość ciała względem wirującego układu
Ω – prędkość kątowa obrotu układu
ϕ – szerokość geograficzna

SIŁA TARCIA STATYCZNEGO

$$F_t = \leqslant \mu_s N$$

F_t – siła tarcia statycznego
μ_s – współczynnik tarcia statycznego
N – siła nacisku

SIŁA TARCIA KINETYCZNEGO

$$F_t = \leqslant \mu_k N$$

F_t – siła tarcia kinetycznego
μ_k – współczynnik tarcia kinetycznego
N – siła nacisku

ENERGIA SPRĘŻYSTOŚCI

$$E = \frac{1}{2} k x^2$$

E – energia sprężystości
k – stała sprężyny
x – odkształcenie

PRAWO HOOKE'A

$$\sigma = E\varepsilon$$

σ – naprężenie
E – moduł Younga
ε – odkształcenie względne

ZASADY ZACHOWANIA I ENERGIA

ZASADA ZACHOWANIA ENERGII MECHANICZNEJ

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$

E_k – energia kinetyczna
E_p – energia potencjalna

ZASADA ZACHOWANIA PĘDU

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = \text{const}$$

m – masa ciał
v – prędkość ciał

ODRZUT

$$v = \frac{m_p}{m_c} v_p$$

v – prędkość ciała po odrzucie
m_p – masa pocisku
v_p – prędkość pocisku
m_c – masa ciała

ŚRODEK MASY

$$x_{cm} = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i}$$

x_{cm} – położenie środka masy
m_i – masy elementów
x_i – współrzędne elementów

GĘSTOŚĆ

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

ρ – gęstość
m – masa
V – objętość

URZĄDZENIA HYDRAULICZNE

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

F – siła
S – pole przekroju tłoka/płytki

PRACA SIŁY ZMIENNEJ

$$W = \int F \cdot ds$$

W – praca
F – siła
S – droga

MOC CHWILOWA

$$P = FV$$

P – moc
F – siła
V – prędkość

ENERGIA KINETYCZNA OBROTU

$$E_k = \frac{1}{2} I\omega^2$$

E_k – energia kinetyczna obrotu
I – moment bezwładności
ω – prędkość kątowa

ENERGIA POTENCJALNA GRAWITACJI PRZY POWIERZCHNI ZIEMI

$$E_p = mgh$$

E_p – energia potencjalna
m – masa
g – przyspieszenie ziemskie
h – wysokość

ENERGIA POTENCJALNA GRAWITACJI W POLU CENTRALNYM

$$E_p = -\frac{GMm}{r}$$

G – stała grawitacji
M – masa ciała centralnego
m – masa ciała
r – odległość od środka masy

SPRAWNOŚĆ

$$\eta = \frac{W_u}{W_p} = \frac{P_u}{P_p}$$

η – sprawność
W_u – praca użyteczna
W_p – praca pobrana
P_u – moc użyteczna
P_p – moc pobrana

GRAWITACJA I ASTRONOMIA

PRAWO POWSZECHNEGO CIĄŻENIA

$$F = G\frac{Mm}{r^2}$$

F – siła grawitacji
G – stała grawitacji
M – masa ciała centralnego
m – masa ciała
r – odległość między między środkami mas

PRĘDKOŚĆ ORBITALNA

$$V_{orb} = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

V_{orb} – prędkość orbitalna
G – stała grawitacji
M – masa centralna
r – promień orbity

PRĘDKOŚĆ UCIECZKI

$$V_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

V_{II} – prędkość ucieczki
G – stała grawitacji
M – masa ciała centralnego
r – odległość od środka masy

III PRAWO KEPLERA

$$T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}$$

T – okres orbitalny
r – promień orbity
G – stała grawitacji
M – masa ciała centralnego

SUPERPOZYCJA POLA GRAWITACYJNEGO

$$\vec{g} = \vec{g}_1 + \vec{g}_2 + \ldots$$

$\vec{g}$ – natężenie pola grawitacyjnego w punkcie
$\vec{g}_i$ – natężenie od i-tego źródła

POTENCJAŁ POLA GRAWITACYJNEGO

$$V = -\frac{GM}{r}$$

V – potencjał grawitacyjny
G – stała grawitacji
M – masa ciała centralnego
r – odległość od środka masy

ENERGIA CAŁKOWITA CIAŁA W POLU CENTRALNYM

$$E = \frac{1}{2}mv_{orb}^2 - \frac{GMm}{r} = -\frac{GMm}{2r}$$

E – energia całkowita
m – masa ciała
v_{orb} – prędkość orbitalna
G – stała grawitacji
M – masa ciała centralnego
r – promień orbity

DRGANIA I FALE

OKRES WAHADŁA MATEMATYCZNEGO

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

T – okres drgań
l – długość wahadła
g – przyspieszenie ziemskie

OKRES DRGAŃ SPRĘŻYNY

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

T – okres drgań
m – masa obciążnika
k – stała sprężyny

ENERGIA DRGAŃ HARMONICZNYCH

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$$

E – energia drgań
k – stała sprężyny
m – masa
A – amplituda drgań
ω – częstość kołowa

DRGANIA TŁUMIONE

$$y(t)=A_0 e^{-bt/2m} cos(\omega t+\phi)$$

$y(t)$ – wychylenie w czasie t
A_0 – początkowa amplituda
b – współczynnik tłumienia
m – masa
ω – częstość
ϕ – faza początkowa

REZONANS

$$A_{max} \quad gdy \quad \omega \approx \omega_0$$

A_{max} – maksymalna amplituda
ω – częstość wymuszająca
ω_0 – częstość własna układu

PRĘDKOŚĆ FALI W STRUNIE

$$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

V – prędkość fali
F – siła naciągu
μ – gęstość liniowa struny

PRĘDKOŚĆ FALI W GAZACH

$$V=\sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

V – prędkość fali dźwiękowej
γ – wykładnik adiabatyczny
R – stała gazowa
T – temperatura
M – masa molowa gazu

PRĘDKOŚĆ FALI W CIAŁACH STAŁYCH

$$V=\sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

V – prędkość fali
E – moduł Younga
ρ – gęstość materiału

NATĘŻENIE FALI

$$I=\frac{1}{2}\rho\omega^2 A^2 V$$

I – natężenie fali
ρ – gęstość ośrodka
ω – częstość
A – amplituda
V – prędkość fali

POZIOM NATĘŻENIA DŹWIĘKU

$$L=10\log\frac{I}{I_0}$$

L – poziom natężenia dźwięku w decybelach
I – natężenie fali
I_0 – próg słyszalności

FALA UDERZENIOWA

$$\sin\theta = \frac{V}{c}$$

θ – kąt stożka fali uderzeniowej
V – prędkość źródła
c – prędkość dźwięku w ośrodku

OPTYKA GEOMETRYCZNA

PRAWO SNELLIUSA

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

n_1, n_2 – współczynniki załamania ośrodków
θ_1 – kąt padania
θ_2 – kąt załamania

KĄT BREWSTERA

$$tg\,\theta_B = \frac{n_2}{n_1}$$

θ_B – kąt Brewstera
n_1, n_2 – współczynniki załamania ośrodków

PRAWO ODBICIA

$$\theta_i = \theta_r$$

θ_i – kąt padania
θ_r – kąt odbicia

ZALEŻNOŚĆ OGNISKOWEJ OD PROMIENIA KRZYWIZNY SOCZEWKI (SOCZEWKI CIENKIEJ)

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

f – ogniskowa soczewki
n – współczynnik załamania soczewki
R_1, R_2 – promienie krzywizny powierzchni soczewki

RÓWNANIE SOCZEWKI CIENKIEJ

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$$

f – ogniskowa soczewki
d_o – odległość przedmiotu od soczewki
d_i – odległość obrazu od soczewki

Hydrostatyka i Aerostatyka

PRAWO PASCALA (ZASADA DZIAŁANIA URZĄDZEŃ HYDRAULICZNYCH)

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

F_1, F_2 – siły działające na tłoki
S_1, S_2 – pola przekroju tłoków

PRAWO ARCHIMEDESA

$$F_a = \rho g V$$

F_a – siła wyporu
ρ – gęstość cieczy
g – przyspieszenie ziemskie
V – objętość wypartej cieczy

CIŚNIENIE HYDROSTATYCZNE

$$p = \rho g h$$

p – ciśnienie hydrostatyczne
ρ – gęstość cieczy
g – przyspieszenie ziemskie
h – głębokość

PRAWO TORRICELLEGO

$$V = \sqrt{2gh}$$

V – prędkość wypływu cieczy
h – wysokość słupa cieczy

CIŚNIENIE CAŁKOWITE W GAZACH I CIECZACH (Z AEROSTATYKI)

$$p = p_0 + \rho g h$$

p – ciśnienie całkowite
p_0 – ciśnienie zewnętrzne
ρ – gęstość
g – przyspieszenie ziemskie
h – wysokość

TERMODYNAMIKA

PRAWO FOURIERA (PRZEWODNICTWO CIEPLNE)

$$q = -\lambda \frac{dT}{dx}$$

q – gęstość strumienia cieplnego
λ – przewodnictwo cieplne
dT/dx – gradient temperatury

PROMIENIOWANIE CIEPLNE (PRAWO STEFANA-BOLTZMANNA)

$$P = \sigma \varepsilon A T^4$$

P – moc promieniowania
σ – stała Stefana-Boltzmanna
ε – emisyjność
A – powierzchnia
T – temperatura

ROZSZERZALNOŚĆ LINIOWA

$$\triangle l = \alpha l_0 \triangle T$$

$\triangle l$ – zmiana długości
$\triangle T$ – zmiana temperatury
α – współczynnik rozszerzalności liniowej
l_0 – długość początkowa

ROZSZERZALNOŚĆ OBJĘTOŚCIOWA

$$\triangle V = \beta V_0 \triangle T$$

$\triangle V$ – zmiana objętości
$\triangle T$ – zmiana temperatury
β – współczynnik rozszerzalności objętościowej
V_0 – objętość początkowa

ELEKTROSTATYKA

PRAWO COULOMBA

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

F – siła elektrostatyczna
k – stała elektrostatyczna
q_1, q_2 – ładunki punktowe
r – odległość między ładunkami

ENERGIA KONDENSATORA

$$E = \frac{1}{2} C U^2$$

E – energia zgromadzona w kondensatorze
C – pojemność kondensatora
U – napięcie między okładkami

GĘSTOŚĆ PRĄDU

$$\vec{j} = \frac{I}{S}$$

$\vec{j}$ – gęstość prądu
I – natężenie prądu
S – pole przekroju przewodnika

PRĘDKOŚĆ PRZEPŁYWU ŁADUNKU W PRZEWODNIKU

$$V_d = \frac{I}{nqS}$$

V_d – prędkość dryfu
I – natężenie prądu
n – liczba nośników ładunku na jednostkę objętości
q – ładunek nośnika
S – pole przekroju przewodnika

PRAWO OHMA DLA OBWODU

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$$

I – natężenie prądu
ε – siła elektromotoryczna źródła
R – opór zewnętrzny
r – opór wewnętrzny źródła

STAŁA CZASOWA RC

$$\tau = RC$$

τ – stała czasowa
R – opór
C –pojemność kondensatora

ROZŁADOWANIE KONDENSATORA

$$U(t) = U_0 e^{-t/RC}$$

$U(t)$ – napięcie w czasie t
U_0 – napięcie początkowe
C – pojemność kondensatora
R – opór

PRĄD ELEKTRYCZNY

PRAWO OHMA DLA PRZEWODNIKA

$$I = \frac{U}{R}$$

I – natężenie prądu
U – napięcie
R – opór przewodnika

MOC PRĄDU ELEKTRYCZNEGO

$$P = IU$$

P – moc elektryczna
I – natężenie prądu
U – napięcie

ENERGIA PRĄDU ELEKTRYCZNEGO

$$W = Pt = IUt$$

W – energia elektryczna
P – moc
t – czas przepływu prądu

MAGNETYZM

SIŁA LORENTZA

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{V} \times \vec{B})$$

$\vec{F}$ – siła działająca na ładunek
q – ładunek
$\vec{E}$ – pole elektryczne
$\vec{V}$ – prędkość ładunku
$\vec{B}$ – indukcja magnetyczna

OKRES CYKLOTRONOWY

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

T – okres obiegu ładunku w polu magnetycznym
m – masa ładunku
q – ładunek
B – indukcja magnetyczna

SIŁA MIĘDZY PRZEWODNIKAMI RÓWNOLEGŁYMI

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

F – siła między przewodnikami
l – długość przewodników
μ_0 – przenikalność magnetyczna próżni
I_1, I_2 – natężenia prądów
d – odległość między przewodnikami

STRUMIEŃ MAGNETYCZNY

$$\Phi = BA\cos\alpha$$

Φ – strumień magnetyczny
B – indukcja magnetyczna
A – powierzchnia
α – kąt między polem a powierzchnią

INDUKCJA ELEKTROMAGNETYCZNA (PRAWO FARADAYA)

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$\mathcal{E}$ – siła elektromotoryczna indukcji
Φ – strumień magnetyczny
t – czas

MECHANIKA RELATYWISTYCZNA

CZYNNIK LORENTZA

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

γ – czynnik Lorentza
v – prędkość ciała
c – prędkość światła w próżni

ENERGIA CAŁKOWITA RELATYWISTYCZNA

$$E = \gamma m_0 c^2$$

E – energia całkowita
m_0 – masa spoczynkowa
c – prędkość światła
γ – czynnik Lorentza

ENERGIA KINETYCZNA RELATYWISTYCZNA

$$E_k = (\gamma - 1) m_0 c^2$$

E_k – energia kinetyczna
m_0 – masa spoczynkowa
c – prędkość światła
γ – czynnik Lorentza

RELACJA ENERGIA–PĘD

$$E^2 = (pc)^2 + (m_0 c^2)^2$$

E – energia całkowita
p – pęd
m_0 – masa spoczynkowa
c – prędkość światła

DYLATACJA CZASU

$$t' = \gamma t$$

t' – czas mierzony w układzie poruszającym się względem obserwatora
t – czas własny
γ – czynnik Lorentza

KONTRAKCJA DŁUGOŚCI

$$l' = \frac{l}{\gamma}$$

l' – długość w układzie poruszającym się względem obserwatora
l – długość własna
γ – czynnik Lorentza

FIZYKA ATOMOWA I JĄDROWA

ENERGIA FOTONU

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

E – energia fotonu
h – stała Plancka
f – częstotliwość
λ – długość fali
c – prędkość światła

PĘD FOTONU

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

p – pęd fotonu
h – stała Plancka
λ – długość fali

EFEKT FOTOELEKTRYCZNY

$$E_k = hf - W$$

E_k – energia kinetyczna wyemitowanego elektronu
h – stała Plancka
f – częstotliwość padającego promieniowania
W – praca wyjścia

HIPOTEZA DE BROGLIE'A

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

λ – długość fali materii
h – stała Plancka
p – pęd cząstki

ZASADA NIEOZNACZONOŚCI HEISENBERGA

$$\triangle x \cdot \triangle p \geqslant \frac{h}{4\pi}$$

$\triangle x$ – niepewność położenia
$\triangle p$ – niepewność pędu
h – stała Plancka

POZIOMY ENERGETYCZNE WODORU

$$E_n = -\frac{13.6\ \text{eV}}{n^2}$$

E_n – energia poziomu n
n – liczba kwantowa główna

WZÓR RYDBERGA

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

λ – długość fal
R – stała Rydberga
n_1, n_2 – liczby kwantowe poziomów energetycznych

PRĘDKOŚĆ ELEKTRONU W ATOMIE (MODEL BOHRA)

$$V_n = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 h n}$$

V_n – prędkość elektronu
e – ładunek elementarny
ε_0 – przenikalność próżni
h – stała Plancka
n – liczba kwantowa

PROMIEŃ ORBITY BOHRA

$$r_n = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m e^2}$$

r_n – promień orbity
n – liczba kwantowa
h – stała Plancka
m – masa elektronu
e – ładunek elektronu

PROMIEŃ JĄDRA

$$R = R_0 A^{1/3}$$

R – promień jądra
$R_0 \approx 1.2 \cdot 10^{-15}$ m
A – liczba masowa

ENERGIA WIĄZANIA JĄDRA

$$E_w = [Z m_p + (A - Z) m_n - m_{\text{jądra}}] c^2$$

E_w – energia wiązania
Z – liczba protonów
m_p – masa protonu
A – liczba masowa
m_n – masa neutronu
$m_{\text{jądra}}$ – masa jądra
c – prędkość światła

PRAWO ROZPADU RADIOAKTYWNEGO

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

$N(t)$ – liczba jąder w czasie t
N_0 – liczba początkowa
λ – stała rozpadu

OKRES POŁOWICZNEGO ROZPADU

$$T_{1/2} = \frac{ln2}{\lambda}$$

$T_{1/2}$ – czas połowicznego rozpadu

λ – stała rozpadu

AKTYWNOŚĆ

$$A = \lambda N$$

A – aktywność

λ – stała rozpadu

N – liczba jąder

ENERGIA REAKCJI JĄDROWEJ

$$Q = (m_{\text{pocz}} - m_{\text{prod}})\, c^2$$

Q – energia wydzielona

m_{pocz} – masa jąder wyjściowych

m_{prod} – masa produktów

c – prędkość światła

RODZAJE PRZEMIAN JĄDROWYCH

$$\alpha: {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + \alpha$$

$$\beta^-: n \rightarrow p + e^- + \bar{v}$$

$$\beta^+: p \rightarrow n + e^+ + v$$

A – liczba masowa

Z – liczba protonów

n – neutron

p – proton

e^-, e^+ – elektron i pozyton

$v, \bar{v}$ – neutrino i antyneutrino