Ruch prostoliniowy (podano wartości)

Prędkość średnia	$\overline{v} = \Delta s/\Delta t$
Przyspieszenia: średnie i chwilowe	$\overline{a} = \frac{v - v_0}{t - t_0}$; $a = \frac{F(t)}{m} = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$
Prędkość	$v_k = v_0 + a \cdot t$
Droga	$s = s_0 + v_0 t + at^2/2$
Prędkość i droga w ruchu jednostajnie zmiennym	$v_k^2 = v_0^2 + 2a \cdot (s_k - s_0)$

Ruch po okręg (podano wartości)

Prędkość kątowa	$\omega = \Delta\alpha/\Delta t$; $v = \omega R$; $\omega_k = \omega_p + \varepsilon t$
Przyspieszenie kątowe	$\varepsilon = \Delta\omega/\Delta t$
Droga kątowa	$\alpha = \alpha_0 + \omega_0 t + \varepsilon t^2/2$
Prędkość i droga kątowa w ruchu jednostajnie zmiennym	$\omega_k^2 = \omega_0^2 + 2\varepsilon \cdot (\alpha_k - \alpha_0)$
Przyspieszenie styczne	$a_{st} = \varepsilon R$
Przyspieszenie dośrodkowe	$a_{dos} = v^2/R = \omega^2 R$
Częstotliwość	$f = 1/T$

Dynamika

Pęd	$\vec{p} = m\vec{v}$
Druga zasada dynamiki	$\vec{F} = m\vec{a}$; $\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$
Wartość siły tarcia	$F_T = \mu F_N$
Ciężar ciała	$\vec{Q} = m\vec{g}$
Wartość siły dośrodkowej	$F_{dos} = mv^2/R = m\omega^2 R$
Praca mechaniczna	$W = FR\cos\left(\sphericalangle\left(\vec{F}, \vec{R}\right)\right)$
Twierdzenie o pracy i energii kinetycznej	$\Delta E_k = W$
Twierdzenie o pracy siły potencjalnej i energii potencjalnej	$-\Delta E_p = W$

Dynamika ruchu obrotowego

Wartość momentu siły	$M = FR\sin\left(\sphericalangle\left(\vec{F}, \vec{R}\right)\right)$
Moment bezwładności	$I = \sum_{i=1}^{n} m_i r_i^2$
Twierdzenie Steinera	$I = I_{\text{ŚM}} + md^2$
Moment pędu	$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}; \vec{L} = I\vec{\omega}$
Wartość momentu pędu	$L = Rp\sin\left(\sphericalangle\left(\vec{p}, \vec{R}\right)\right)$
II zas. dyn. dla ruchu obrotowego	$\vec{M} = I\vec{\varepsilon}$; $\vec{M} = \frac{\Delta\vec{L}}{\Delta t}$
Środek masy układu *n* punktów materialnych	$\vec{r}_{sr} = \left(\sum_{i=1}^{n} m_i \vec{r}_i\right) \Big/ \left(\sum_{i=1}^{n} m_i\right)$

Praca, energia, moc

Energia kinetyczna ruchu postępowego i obrotowego	$E_k = \frac{mv^2}{2}$; $E_k = \frac{I\omega^2}{2}$
Energia potencjalna (małe zmiany wysokości)	$E_p = mgh$
Moc	$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$; $P = Fv; P = M\omega$

Grawitacja

Wartość siły grawitacji	$F_g = G\frac{m_1 m_2}{R^2}; G = 6.67 \cdot 10^{-11}\ \frac{\mathrm{Nm}^2}{\mathrm{kg}^2}$
Natężenie pola grawitacyjnego	$\vec{\gamma} = \vec{F}_g / m$
Wartość γ dla planety kulistej	$\lvert\gamma\rvert = Gm/R^2$
Grawitacyjna energia potencjalna	$E_{pot} = -Gm_1 m_2/R$
Wartość przyspieszenia grawitacyjnego przy powierzchni Ziemi	$g_0 = \frac{Gm_{\text{Ziemi}}}{R^2_{\text{Ziemi}}} = 10\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$
I i II prędkość kosmiczna	$v_{\mathrm{I}} = \sqrt{Gm/R}$; $v_{\mathrm{II}} = \left(\sqrt{2}\right)v_{\mathrm{I}}$
III prawo Keplera	$T^2 = 4\pi^2 r^3/(Gm)$

Hydrostatyka

Siła parcia i ciśnienie	$F = pS$
Ciśnienie hydrostatyczne	$p = \rho gh$
Wartość siły wyporu	$F_W = \rho gV$
Równanie ciągłości	$\mathrm{v} \cdot S = const.$
Prawo Bernoulliego	$p + \rho gh + \frac{\rho \mathrm{v}^2}{2} = const.$
Napięcie powierzchniowe	$\sigma = \frac{\Delta W}{\Delta S}$; $\sigma = \frac{F}{l}$

Sprężystość

Siła sprężystości	$\vec{F} = -k\vec{x}$
Prawo Hooke'a	$\sigma = \frac{F}{S} = E\frac{\Delta l}{l} = E\varepsilon$
Naprężenia objętościowe	$p = -\kappa\frac{\Delta V}{V_0}$
Energia potencjalna sprężystości	$E_p = \frac{kx^2}{2}$
Warunki równowagi	$\vec{F}_{wyp} = 0$; $\vec{M}_{wyp} = 0$

Ruch drgający

Drgania nietłumione: Równanie ruchu, przemieszczenie	$\mathrm{m}a = \mathrm{m}\frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}t^2} = \mathrm{m}\ddot{x} = -kx$, $x(t) = A\cos(\omega_0 t + \phi)$
Częstość kołowa	$\omega_0 = 2\pi/T$
Wartość prędkości	$\mathrm{v}(t) = -A\omega_0 \sin(\omega_0 t + \phi)$
Okresy wahadeł	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$; $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd}}$; $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
Drgania tłumione: Równanie ruchu, przemieszczenie, log. dekrement tłumienia	$\mathrm{m}a = \mathrm{m}\frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}t^2} = \mathrm{m}\ddot{x} = -kx - bv$, $x(t) = \mathrm{A}e^{-\beta t}\cos\{\omega t + \phi\}; \Lambda = \ln\frac{\mathrm{A_n}}{\mathrm{A_{n+1}}}$; $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}; \beta = \frac{b}{2m}; \omega_0^2 = k/m.$
Energia tłumionych i nietłumionych drgań	$E_c = \frac{kA^2}{2}$; $E_c \approx \frac{kA^2 e^{-2\beta t}}{2}$

Drgania wymuszone

Siła wymuszająca	$F(t)=F_0\cos(\omega\, t)$
Równanie ruchu	$ma=-kx-bv+F_0\cos(\omega t)$
Przemieszczenie drgań ustalonych	$x(t)=A\sin(\omega\, t+\phi)$
Amplituda	$A=F_0\Big/\left(m\sqrt{\left(\omega^2-\omega_0^2\right)^2+\left(b\omega/m\right)^2}\right)$

Termodynamika fenomenologiczna

Rozszerzalność liniowa	$\Delta l=\alpha l_0\Delta T$
Ciepło właściwe, ciepło przemiany	$c=Q/(m\Delta T)$; $c_{\text{przem.}}=Q_{\text{przem.}}/m$
Równanie gazu doskonałego	$pV=nRT$
Równanie adiabaty	$pV^{\kappa}=\text{constans}$
Wzór Mayera, wykładnik adiabaty	$C_p-C_V=R;\ \kappa=C_p/C_V$
Praca gazu (stałe ciśnienie)	$\Delta W=p\Delta V$
Praca gazu	$\delta W=p\mathrm{d}V,\quad \Delta W=\int p\cdot \mathrm{d}V$
I zasada termodynamiki	$\delta Q=\Delta U+\delta W$
Energia wewnętrzna gazu doskonałego	$U=nC_VT+U_0$
II zasada termodynamiki	$\Delta S\geq 0$
Zmiana entropii	$\mathrm{d}S=\delta Q/T,\quad \Delta S=\int\frac{\delta Q}{T}\mathrm{d}T$
Sprawność silnika Carnot	$\eta=\frac{Q_{\text{użyteczne}}}{Q_{\text{całkowite}}}=\frac{T_1-T_0}{T_1}$
Zmiana entropii gazu doskonałego	$\Delta S=n\left(\mathrm{R}\ln\frac{V_{\text{końc.}}}{V_{\text{pocz.}}}+C_V\ln\frac{T_{\text{końc.}}}{T_{\text{pocz.}}}\right)$
Praca w przemianie izotermicznej	$W=n\mathrm{R}T\ln\left(V_{\text{końc}}/V_{\text{pocz}}\right)$
Ciepło molowe gazu idealnego o *i* stopniach swobody	$C_{\mathrm{V}}=\frac{\mathrm{d}U}{\mathrm{d}T}=i\cdot\mathrm{R}/2$

Elementy termodynamiki statystycznej

Funkcja rozkładu Boltzmanna	$\frac{N_j}{N_0}=\exp\left(-\frac{E_j}{\mathrm{k_B}T}\right)$
Funkcja rozkładu Maxwella	$f(v)=4\pi\left[\frac{m_0}{2\pi\mathrm{k_B}T}\right]^{3/2}v^2\exp\left[-m_0v^2/\left(2\mathrm{k_B}T\right)\right]$
Średnia prędkość kwadratowa	$\sqrt{\left\langle v^2\right\rangle}=\sqrt{3\mathrm{k_B}T/m_0}$
Mikroskopowe równanie gazu doskonałego	$p=2N\bar{E}_k/(3V)$
Entropia Boltzmanna-Plancka; kwant entropii	$S=\mathrm{k_B}\ln\Omega;\ \ \mathrm{k_B}\ln 2$

Ruch falowy

Równanie fali	$y(x,t)=y_0\cdot\sin(\omega t-kx)$
Równanie falowe	$\frac{\partial^2y}{\partial x^2}=\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2y}{\partial t^2}$
Prędkość fazowa fali poprzecznej w strunie	$c=\sqrt{N/\rho_L}$
Prędkość fali w cieczy	$c=\sqrt{\kappa/\rho_L}$
Odkształcenie względne ośrodka wywołane ruchem falowym	$\varepsilon=\frac{\partial y}{\partial x}$
Prędkość cząsteczek ośrodka wywołana ruchem falowym	$v=\frac{\partial y}{\partial t}$
Opór akustyczny ośrodka	ρc
Średnia energia mechaniczna fali małego fragmentu ośrodka o masie Δm	$\Delta m\cdot v_{\max}^2/2$
Średnia moc energii fali sprężystej	$\rho Scv_{\max}^2/2$
Średnia intensywność fali sprężystej (gęstość strumienia energii fali)	$\langle J\rangle=\rho cv_{\max}^2/2$
Średnia gęstość energii fali sprężystej	$\rho v_{\max}^2/2$
Odległość miedzy węzłami fali stojącej	$\lambda/2$
Efekt Dopplera	$f=f_{\text{ź}}\left(v\mp v_{\text{d}}\right)/\left(v\pm v_{\text{ź}}\right)$
Prędkość dźwięku	$c=\sqrt{(\kappa p/\rho)}$
Natężenie dźwięku	$\beta=10\log\left(\frac{J}{J_0}\right);J_0=10^{-12}\ \mathrm{W/m^2}$
Pole ciśnienia fali dźwiękowej $s(x,t)=s_{\max}\cos(kx-\omega t)$	$\Delta p=\Delta p_{\max}\sin(kx-\omega t)$; $\Delta p_{\max}=(c\rho\omega)s_{\max}$
Częstotliwość dudnień	$\lvert f_1-f_2\rvert$
Prędkość grupowa fali	$v_{\text{gr}}=\frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}k}=\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}k}\left[c(k)\cdot k\right]=$ $=c+k\frac{\mathrm{d}\left[c(k)\right]}{\mathrm{d}k}=c-\lambda\frac{\mathrm{dc}}{\mathrm{d}\lambda}$

Wybrane stałe fizyczne

$$\mathrm{G}=6{,}67\cdot10^{-11}\,\frac{\mathrm{Nm^2}}{\mathrm{kg^2}};\quad \mathrm{k_B}=1{,}38\cdot10^{-23}\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}};$$

$$\mathrm{N_A}=6{,}02\cdot10^{23}\,\frac{1}{\mathrm{mol}};\ \mathrm{R}=8{,}31\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol}\times\mathrm{K}}$$

Włodzimierz Salejda

Wrocław, 17 I 2012