

Sallitut apuvälineet: kirjoitusvälineet ja graafinen laskin. Muun oman materiaalin tuominen ei sallittu. Kokeen viimeisellä sivulla on muistin tueksi kaavoja ja tarvittavia vakioita. Perustele vastauksissasi käyttämäsi kaavat ja esittele niissä esiintyvät symbolit ja niiden merkitykset. Ratkaise jokainen tehtävä omalle sivulleen.

On tärkeää että ainakin yrität jokaista tehtävää. Onnea!

1. Määrittele seuraavien termien/käsitteiden merkitys enintään noin 30 sanalla / termi. Pelkkä kaava ei ole riittävä vastaus. a) kulmakiihtyvyys b) Coriolis-kiihtyvyys c) inertiaalikoordinaatisto d) tasainen ympyräliike e) paikkavektori f) Galilein koordinaatistomuunnos
2. Kiväärin luodin nopeus on 1.0 km/s sen lähtiessä kiväärin piipusta. Piipun pituus olkoon 100 cm.
 - (a) Mikä on luodin kiihtyvyys sen kulkiessa piipussa?
 - (b) Kuinka monta millisekuntia luoti on piipussa laukaisun jälkeen?Käytä molemmissa kohdissa keskimääräisiä suureita. Kirjoita vastaukseesi keskeisimmät tekemäsi oletukset tehtävästä.

3. Hiukkasen rataa xy -tasossa kuvataan yhtälöillä

$$x(t) = R(\omega t - \sin \omega t) \text{ ja } y(t) = R(1 - \cos \omega t)$$

missä R ja ω ovat vakioita. Tämä rata on nimeltään sykloidi ja se kuvaa pyörän kehän pisteen sijaintia sen kulkiessa vakionopeudella vaakasuoraan.

Määritä a) hiukkasen nopeuden ja kiihtyvyyden komponentit ajan funktiona, ja b) ajanhetket ja pisteet joissa hiukkanen on paikallaan sekä c) hiukkasen kokonaiskiihtyvyyden suuruus.

Kaavoja – Formulas – Formler

$$F_{\text{net}} = ma_{\text{rad}} = m \frac{v^2}{R}$$

$$v' = v + v_{\text{AB}}$$

$$\mathbf{p} = m\mathbf{v}$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$a_T = r\alpha$$

$$a' = a$$

$$a = \sqrt{a_T^2 + a_N^2}$$

$$v(t) = v_0 + a_{\text{ave}}t$$

$$v_{\text{ave}} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$2a_0(x - x_0) = v^2 - v_0^2$$

$$a_T = \frac{dv}{dt}$$

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt}$$

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$$

$$\mathbf{w} = m\mathbf{g}$$

$$a_N = \frac{v^2}{R}$$

$$f_s \leq \mu_s N$$

$$\mathbf{r} = x\hat{\mathbf{i}} + y\hat{\mathbf{j}} + z\hat{\mathbf{k}}$$

$$f_k = \mu_k N$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$

$$\mathbf{f} = -k\mathbf{v}$$

$$v = r\omega$$

$$\omega_{\text{ave}} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$a_{\text{ave}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$$s = r\theta$$

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$$

$$f_r = \mu_r N$$

$$\alpha_{\text{ave}} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$\mathbf{a} = \frac{d^2\mathbf{r}}{dt^2}$$

$$r' = r + v_{\text{AB}}t$$

$$\mathbf{f} = -Dv^2\mathbf{e}_T$$

$$v = \frac{dx}{dt}$$

Fundamental Constants

Constant	Symbol	Value
Velocity of light	c	$2.9979 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Elementary charge	e	$1.6021 \times 10^{-19} \text{ C}$
Electron rest mass	m_e	$9.1091 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Proton rest mass	m_p	$1.6725 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Neutron rest mass	m_n	$1.6748 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Planck constant	h	$6.6256 \times 10^{-34} \text{ J s}$
	$\hbar = h/2\pi$	$1.0545 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Charge-to-mass ratio for electron	e/m_e	$1.7588 \times 10^{11} \text{ kg}^{-1} \text{ C}$
Quantum charge ratio	h/e	$4.1356 \times 10^{-15} \text{ J s C}^{-1}$
Bohr radius	a_0	$5.2917 \times 10^{-11} \text{ m}$
Compton wavelength:		
of electron	$\lambda_{C,e}$	$2.4262 \times 10^{-12} \text{ m}$
of proton	$\lambda_{C,p}$	$1.3214 \times 10^{-15} \text{ m}$
Rydberg constant	R	$1.0974 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$
Bohr magneton	μ_B	$9.2732 \times 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$
Avogadro constant	N_A	$6.0225 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmann constant	k	$1.3805 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Gas constant	R	$8.3143 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Ideal gas normal volume (STP)	V_0	$2.2414 \times 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$
Faraday constant	F	$9.6487 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Coulomb constant	K_e	$8.9874 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$
Vacuum permittivity	ϵ_0	$8.8544 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2$
Magnetic constant	K_m	$1.0000 \times 10^{-7} \text{ m kg C}^{-2}$
Vacuum permeability	μ_0	$1.2566 \times 10^{-6} \text{ m kg C}^{-2}$
Gravitational constant	γ	$6.670 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Acceleration of gravity at sea level and at equator	g	9.7805 m s^{-2}

Numerical constants: $\pi = 3.1416$; $e = 2.7183$; $\sqrt{2} = 1.4142$; $\sqrt{3} = 1.7320$