

Sallitut apuvälineet: kirjoitusvälineet ja funktiolaskin. Muun oman materiaalin tuominen ei sallittu. Kokeen viimeisellä sivulla on muistin tueksi kaavoja ja tarvittavia vakioita. Perustele vastauksissasi käyttämäsi kaavat ja ratkaisujen välivaiheet. Esittele vastauksessasi esiintyvät symbolit ja niiden merkitykset. Ratkaise jokainen tehtävä omalle sivulleen. Kaikissa tehtävissä vastauksista arvioidaan sekä esitystapa että sisällön oikeellisuus.

*On tärkeää että ainakin yrität jokaista tehtävää. Onneal!*

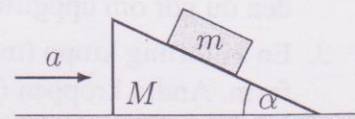
1. (a) Määrittele seuraavien termien/käsitteiden merkitys enintään noin 30 sanalla / termi. Pelkkä kaava ei ole riittävä vastaus. Merkittävästi ylipitkä vastaus vähentää pisteitä.  
A. Tasainen ympyräliike B. Coriolis-kiihtyvyys C. Inertiaalikoordinaatisto

Vastaa seuraavaan kysymykseen maksimissaan noin. 200 sanalla. Merkittävästi ylipitkä tai heikosti jäsenneily vastaus vähentää pisteitä. Voit käyttää vastauksesi tukena piirrosta, mutta pelkkä piirros ei ole riittävä vastaus.

- (b) Oletetaan, että heität pallon ilmaan alkunopeudella  $v_0$ . Vertaa pallon vauhtia alkunopeuteen pallon palatessa alkupisteeseen, kun a) ilmanvastuksella ei ole merkitystä ja b) ilmanvastus vaikuttaa pallon kulkuun. Perustele väitteesi.
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. Kiilamainen kappale (massa  $M$ ) on kitkattomalla alustalla. Sen päälle asetetaan toinen kappale (massa  $m$ ) kuvan mukaisesti. Kappaleiden välillä ei ole kitkaa. Määritä kiilaan  $M$  kohdistuva vaakasuora kiihtyvyys  $a$ , joka tarvitaan jotta kappaleella  $m$  ei olisi pystysuoraa kiihtyvyyttä (eli että se pysyisi paikallaan suhteessa kiilaan).



Tehtävä 3.

Kaavoja - Formulas - Formler

$r' = r + v_{AB}t$	$a_N = \frac{v^2}{R}$	$a = \frac{dv}{dt}$
$a_{ave} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$	$v = r\omega$	$v_{ave} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
$a = \sqrt{a_T^2 + a_N^2}$	$F_{net} = ma_{rad} = m\frac{v^2}{R}$	$v(t) = v_0 + a_{ave}t$
$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$	$f_k = \mu_k N$	$v = \frac{dx}{dt}$
$\omega_{ave} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$	$a = \frac{d^2r}{dt^2}$	$w = mg$
$\omega = 2\pi f$	$f = -kv$	$a_T = \frac{dv}{dt}$
$a_T = r\alpha$	$\omega = \frac{d\theta}{dt}$	$2a_0(x - x_0) = v^2 - v_0^2$
$f = -Dv^2 e_T$	$v' = v + v_{AB}$	$r = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$
$f_r = \mu_r N$	$f_s \leq \mu_s N$	$p = mv$
$s = r\theta$	$v = \frac{dr}{dt}$	$a' = a$
$a = \frac{dv}{dt}$	$\alpha_{ave} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$	

## Properties of Materials

Substance	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$c$ (J/kg K)
Air at STP*	1.28	
Ethyl alcohol	790	2400
Gasoline	680	
Glycerin	1260	
Mercury	13,600	140
Oil (typical)	900	
Seawater	1030	
Water	1000	4190
Aluminum	2700	900
Copper	8920	385
Gold	19,300	129
Ice	920	2090
Iron	7870	449
Lead	11,300	128
Silicon	2330	703

\*Standard temperature (0°C) and pressure (1 atm)

## Molar Specific Heats of Gases

Gas	$C_p$ (J/mol K)	$C_v$ (J/mol K)
<b>Monatomic Gases</b>		
He	20.8	12.5
Ne	20.8	12.5
Ar	20.8	12.5
<b>Diatomic Gases</b>		
H <sub>2</sub>	28.7	20.4
N <sub>2</sub>	29.1	20.8
O <sub>2</sub>	29.2	20.9

## Indices of Refraction

Material	Index of refraction
Vacuum	1 exactly
Air	1.0003
Water	1.33
Glass	1.50
Diamond	2.42

## Resistivity and Conductivity of Conductors

Metals	Resistivity ( $\Omega$ m)	Conductivity ( $\Omega^{-1}\text{m}^{-1}$ )
Aluminum	$2.8 \times 10^{-8}$	$3.5 \times 10^7$
Copper	$1.7 \times 10^{-8}$	$6.0 \times 10^7$
Gold	$2.4 \times 10^{-8}$	$4.1 \times 10^7$
Iron	$9.7 \times 10^{-8}$	$1.0 \times 10^7$
Silver	$1.6 \times 10^{-8}$	$6.2 \times 10^7$
Tungsten	$5.6 \times 10^{-8}$	$1.8 \times 10^7$
Nichrome	$1.5 \times 10^{-6}$	$6.7 \times 10^5$
Carbon	$3.5 \times 10^{-5}$	$2.9 \times 10^4$

## Mathematical Approximations

Binominal Approximation:  $(1+x)^n \approx 1+nx$  if  $x \ll 1$

Small-Angle Approximation:  $\sin \theta \approx \tan \theta \approx \theta$  and  $\cos \theta \approx 1$  if  $\theta \ll 1$  radian

## Useful Data

$M_e$	Mass of the earth	$5.98 \times 10^{24}$ kg
$R_e$	Radius of the earth	$6.37 \times 10^6$ m
$g$	Free-fall acceleration on earth	9.80 m/s <sup>2</sup>
$G$	Gravitational constant	$6.67 \times 10^{-11}$ N m <sup>2</sup> /kg <sup>2</sup>
$k_B$	Boltzmann's constant	$1.38 \times 10^{-23}$ J/K
$R$	Gas constant	8.31 J/mol K
$N_A$	Avogadro's number	$6.02 \times 10^{23}$ particles/mol
$T_0$	Absolute zero	-273°C
$\sigma$	Stefan-Boltzmann constant	$5.67 \times 10^{-8}$ W/m <sup>2</sup> K <sup>4</sup>
$p_{\text{atm}}$	Standard atmosphere	101,300 Pa
$v_{\text{sound}}$	Speed of sound in air at 20°C	343 m/s
$m_p$	Mass of the proton (and the neutron)	$1.67 \times 10^{-27}$ kg
$m_e$	Mass of the electron	$9.11 \times 10^{-31}$ kg
$K$	Coulomb's law constant ( $1/4\pi\epsilon_0$ )	$8.99 \times 10^9$ N m <sup>2</sup> /C <sup>2</sup>
$\epsilon_0$	Permittivity constant	$8.85 \times 10^{-12}$ C <sup>2</sup> /N m <sup>2</sup>
$\mu_0$	Permeability constant	$1.26 \times 10^{-6}$ T m/A
$e$	Fundamental unit of charge	$1.60 \times 10^{-19}$ C
$c$	Speed of light in vacuum	$3.00 \times 10^8$ m/s
$h$	Planck's constant	$6.63 \times 10^{-34}$ J s
$\hbar$	Planck's constant	$1.05 \times 10^{-34}$ J s
$a_B$	Bohr radius	$5.29 \times 10^{-11}$ m
		$4.14 \times 10^{-15}$ eV s
		$6.58 \times 10^{-16}$ eV s