

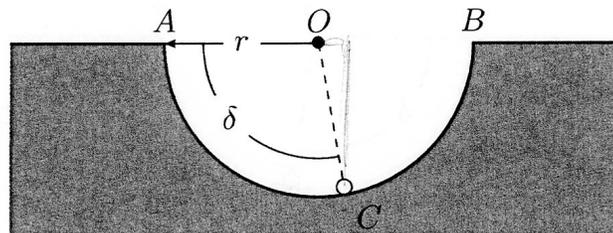
Sallitut apuvälineet: kirjoitusvälineet ja funktiolaskin. Muun oman materiaalin tuominen ei sallittu. Kokeen viimeisellä sivulla on muistin tueksi kaavoja ja tarvittavia vakioita. Perustelee vastauksissasi käyttämäsi kaavat, ratkaisujen välivaiheet sekä keskeiset oletukset. Esittele vastauksessasi esiintyvät 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. Onnea!

- (a) Määrittele seuraavien termien/käsitteiden merkitys enintään noin 30 sanalla / termi. Pelkkä kaava ei ole riittävä vastaus. Merkittävästi ylipitkä vastaus vähentää pisteitä.
A. impulssi B. potentiaalienergia C. massa

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

- (b) Voimaa F vastaa potentiaalienergia $U = ax^3$, missä a on positiivinen vakio. Määritä voiman F suunta.
- Eräs hiukkanen (massa m) liikkuu r -säteisellä ympyräradalla attraktiivisen voiman $F = -k/r^2$ piirissä. Määritä hiukkasen kokonaisenergia, nopeus ja liikemäärämomentti ympyräradan origon suhteen.
- Alla olevassa kuvassa pieni kuula (massa m) liikkuu pitkin sileää ympyränmuotoista pintaa, lähtien pisteestä A . Näytä että kuulan ollessa pisteessä C , sen kulmanopeus on $\omega = \sqrt{\frac{2g \sin(\delta)}{r}}$ ja että pinnan kuulaan kohdistama voima on $F = 3mg \sin \delta$.



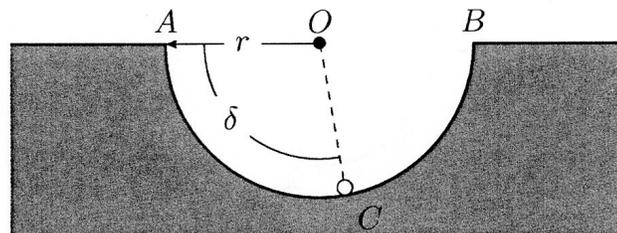
Tillåtna hjälpmedel: skrivredskap och funktionsräknare. Det är inte tillåtet att ta med annat eget material. På provets sista sida finns formler och behövliga konstanter som stöd för minnet. Motivera i dina svar de formler som du använder och mellanstegen i lösningarna. Förklara symbolerna du använder och deras betydelse. Lös varje uppgift på en egen sida. I alla uppgifter bedöms både presentationen och innehållet.

Det är viktigt att du åtminstone försöker lösa varje uppgift. Lycka till!

1. (a) Definiera följande termer/begrepp med maximalt ca 30 ord / term. Enbart en formel är inte ett tillräckligt svar. Ett betydligt för långt svar drar ner på poängen. A. impuls
B. potentiell energi C. massa

Besvara följande fråga med maximalt ca 200 ord. Ett betydligt för långt eller dåligt disponerat svar drar ner på poängen. Du kan använda en figur som stöd för ditt svar, men enbart en figur är inte ett tillräckligt svar.

- (b) Kraften F motsvarar potentiell energi $U = ax^2$, då a är en positiv konstant. Bestäm riktningen av kraften F .
2. En partikel (massa m) rör sig på en cirkelformig bana under effekten av en attraktiv kraft $F = -k/r^2$. Bestäm partikelns totala energi, hastighet och rörelsemängdsmoment i förhållande till origo.
3. I figuren nedan glider en liten kula (massa m) längs med den cirkelformade ytan, startande från punkten A . Visa, att då kulan är i punkten C , är dess vinkelhastighet $\omega = \sqrt{\frac{2g \sin(\delta)}{r}}$ och kraften med vilken ytan verkar på kulan $F = 3mg \sin \delta$.



Kaavoja - Formulas - Formler

$P = \tau\omega$	$f = -kv$	$P = \frac{dW}{dt}$	$F = \rho gV$	$f_r = \mu_r N$
$\tau_{tot} = I\alpha$	$x_{PA} = x_{PB} + x_{BA}$	$I = \int r^2 dm$	$v_{ave} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	$\rho = \frac{dm}{dV}$
$W = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$	$s = r\theta$	$a = \sqrt{a_T^2 + a_N^2}$	$p = mv$	$a_{ave} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
$F = -\nabla U$	$w = mg$	$\omega = \frac{d\theta}{dt}$	$W = K_2 - K_1 = \Delta K$	$K = \frac{1}{2}mv^2$
$a = \frac{d^2r}{dt^2}$	$f_s \leq \mu_s N$	$\frac{dL}{dt} = \tau$	$a_N = \frac{v^2}{R}$	$F_{net} = \frac{dP}{dt}$
$J = \int_{t_1}^{t_2} F_{net}(t) dt$	$I = \sum_i m_i r_i^2$	$v = v_0 + v_{ex} \ln \left[\frac{m_0}{m} \right]$	$\frac{dL}{dt} = r \times F$	$W_{al} = \frac{1}{2}kx_1^2 - \frac{1}{2}kx_2^2$
$a_T = \frac{dv}{dt}$	$f = -Dv^2 e^{-r}$	$a = \frac{dv}{dt}$	$L = I\omega$	$\Delta L = \int_{t_1}^{t_2} \tau_{net} dt$
$r_{PA} = r_{PB} + r_{BA}$	$K = \frac{1}{2}I\omega^2$	$W = -\Delta U$	$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$	$a_T = r\alpha$
$a_{ave} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$	$v = \tau\omega$	$v(t) = v_0 + a_{ave}t$	$P = p_1 + p_2 + \dots$	$\Delta K = \frac{1}{2}I\omega_2^2 - \frac{1}{2}I\omega_1^2$
$v_{PA} = v_{PB} + v_{BA}$	$r_{cm} = \frac{\sum_i m_i r_i}{\sum_i m_i}$	$v_{cm} = \frac{\sum_i m_i v_i}{\sum_i m_i}$	$\tau = r \times F$	$L = r \times p$
$r = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$	$f_k = \mu_k N$	$U = -\gamma \frac{mM}{r}$	$v = \frac{dx}{dt}$	$P_{ave} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$
$W = \int_{P_1}^{P_2} F \cdot d\ell$	$2a_0(x - x_0) = v^2 - v_0^2$	$U = \frac{1}{2}kx^2$	$v = \frac{dr}{dt}$	$K_1 + U_1 + U_{int,1} = K_2 + U_2 + U_{int,2}$
$M a_{cm} = \sum F_{ext}$	$dW = F_{tand} ds = \tau d\theta$	$a = -\frac{v_{ex} dm}{m dt}$	$M v_{cm} = \sum m_i v_i = P$	$F_{net} = ma_{rad} = m \frac{v^2}{R}$
$K_1 + U_1 + U_{int,1} = K_2 + U_2 + U_{int,2} + W_{other}$	$a = \frac{dv}{dt}$	$\omega_{ave} = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$	$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2m} r \times mv $	$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
$P = F \cdot v$	$F_{AB} = -F_{BA}$	$I_p = I_{cm} + Md^2$	$U = Mg_{cm}g$	$F_{net} = ma$

Properties of Materials

Substance	ρ (kg/m ³)	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)
Monatomic Gases		
He	20.8	12.5
Ne	20.8	12.5
Ar	20.8	12.5
Diatomic Gases		
H ₂	28.7	20.4
N ₂	29.1	20.8
O ₂	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 (Ω m)	Conductivity ($\Omega^{-1} \text{m}^{-1}$)
Aluminum	2.8×10^{-8}	3.5×10^7
Copper	1.7×10^{-8}	6.0×10^7
Gold	2.4×10^{-8}	4.1×10^7
Iron	9.7×10^{-8}	1.0×10^7
Silver	1.6×10^{-8}	6.2×10^7
Tungsten	5.6×10^{-8}	1.8×10^7
Nichrome	1.5×10^{-6}	6.7×10^5
Carbon	3.5×10^{-5}	2.9×10^4

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	5.98×10^{24} kg	
R_e	Radius of the earth	6.37×10^6 m	
g	Free-fall acceleration on earth	9.80 m/s ²	
G	Gravitational constant	6.67×10^{-11} N m ² /kg ²	
k_B	Boltzmann's constant	1.38×10^{-23} J/K	
R	Gas constant	8.31 J/mol K	
N_A	Avogadro's number	6.02×10^{23} particles/mol	
T_0	Absolute zero	-273°C	
σ	Stefan-Boltzmann constant	5.67×10^{-8} W/m ² K ⁴	
p_{atm}	Standard atmosphere	101,300 Pa	
v_{sound}	Speed of sound in air at 20°C	343 m/s	
m_p	Mass of the proton (and the neutron)	1.67×10^{-27} kg	
m_e	Mass of the electron	9.11×10^{-31} kg	
K	Coulomb's law constant ($1/4\pi\epsilon_0$)	8.99×10^9 N m ² /C ²	
ϵ_0	Permittivity constant	8.85×10^{-12} C ² /N m ²	
μ_0	Permeability constant	1.26×10^{-6} T m/A	
e	Fundamental unit of charge	1.60×10^{-19} C	
c	Speed of light in vacuum	3.00×10^8 m/s	
h	Planck's constant	6.63×10^{-34} J s	4.14×10^{-15} eV s
\hbar	Planck's constant	1.05×10^{-34} J s	6.58×10^{-16} eV s
a_B	Bohr radius	5.29×10^{-11} m	