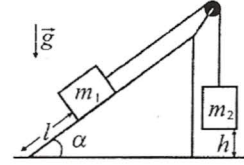


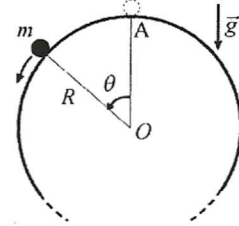
Tfy-0.1011 Fysiikka IA (TFM, L) Tentti (4 op) 28.10.2009

Tehtävien ratkaisemisessa mahdollisesti tarvitaan: $\sin(\frac{\pi}{6}) = \frac{1}{2}$, $\sin(\frac{\pi}{4}) = \frac{1}{\sqrt{2}}$, $\sin(\frac{\pi}{3}) = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

1. Kaltevilla tasolla ($\alpha = 30^\circ$) oleva kappale (m_1) on kytketty toiseen kappaleeseen ($m_2 = \frac{1}{3}m_1$) painottomalla ja venymättömällä narulla, joka liikkuu kitkattomasti tuen yli. Tason ja kappaleen välinen liikekitkakerroin on μ_k . Systemi lähtee levosta liikkeelle kohdasta, jossa kappale 1 on etäisyydellä l ja kappale 2 korkeudella h maasta.
 - a) Muodosta systeemin liikeyhtälöt.
 - b) Laske kappaleiden kiihtyvyydet. Mitä arvoja liikekitkakerroin voi saada?
 - c) Kumpi kappaleista osuu maahan ja kuinka kauan aikaa siihen kuluu alkuhetkestä lukien?

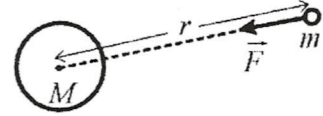


2. a) Johda napakoordinaateissa (r, θ) hiukkasen kiihtyvyyden lauseke $\vec{a} = (\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\hat{r} + (r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta})\hat{e}_\theta$. ($\dot{f} \equiv df/dt$)
 - b) Hiukkanen, jonka massa on m , liikkuu kitkattomasti pitkin R -säteisen vaakasuoran sylinterin pintaa sylinterin akselin normaalitasossa oheisen kuvan mukaisesti. Kirjoita hiukkasen liikeyhtälöt napakoordinaatistossa.



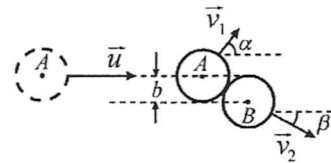
- c) Määritä hiukkaseen kohdistuva tukivoima kulman θ funktiona, kun hiukkanen lähtee levosta liikkeelle pisteestä A. Johda lauseke kulman θ arvolle, jolla hiukkanen irtoaa sylinteristä. Ohje: Käytä joko energian säilymistä tai liikeyhtälöitä (ketjuderivoimisääntö $\ddot{\theta} = \frac{d\dot{\theta}}{d\theta} \frac{d\theta}{dt}$).

3. Tarkastellaan massiivisen hiukkasen M läheisyydessä liikkuva pientä m -massaista ($m \ll M$) hiukkasta. Pienempään hiukkaseen vaikuttaa gravitaatiovoima $\vec{F} = -G\frac{mM}{r^2}\hat{r}$.

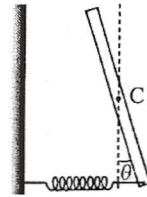


- a) Johda voiman tekemälle työlle $W_{\vec{r}_0 \rightarrow \vec{r}}$ lauseke liike-energian avulla esitettynä, kun pienempi hiukkanen siirtyy ratakäyrää pitkin pisteestä \vec{r}_0 pisteeseen \vec{r} .
 - b) Johda työlle $W_{\vec{r}_0 \rightarrow \vec{r}}$ lauseke gravitaation potentiaalienergian avulla esitettynä.
 - c) Kirjoita hiukkasen (mekaanisen) kokonaisenergian säilymlaki.

4. Kaksi symmetristä kiekkoa, joilla on sama massa m ja säde R , törmäävät toisiinsa elastisesti. Kiekko B on levossa tasaisella kitkattomalla alustalla ja siihen osuu kiekko A nopeudella \vec{u} törmäysparametrin ollessa $b = R$ (ks. oheinen kuva). Törmäyksen jälkeen kiekko A liikkuu vauhdilla v_1 suuntaan α ja kiekko B vauhdilla v_2 suuntaan β . Laske kulmat α ja β .



5. Oheisen kuvan mukaisena tasoheilurina on tasapaksu metallisauva (massa M ja pituus L), joka pääsee pyörimään kitkattomasti massakeskipisteensä ympäri. Sauva on kytketty toisesta päästään seinään painottomalla jousella, jonka jousivakio on k . Kun systeemiä poikeutetaan tasapainostaan pienen kulman θ verran, niin se alkaa heilahdella. Pienille kulmille θ on voimassa $\sin \theta \approx \theta$ ja $\cos \theta \approx 1$.



- a) Laske sauvan hitausmomentti massakeskipisteen kautta kulkevan, pystytasoa vastaan kohtisuoran pyörimisakselin suhteen.
- b) Muodosta systeemin liikeyhtälö ($I_C = \frac{1}{12}ML^2$).
- c) Ratkaise systeemin liikeyhtälö sopivaa yritefunktiota käyttäen.

Merkitse nimesi, opiskelijanumerosi (myös kirjain), koulutusohjelmasi, kurssikoodi ja kokeen päivämäärä jokaiseen suorituspaperiisi. Laskimien käyttö tentissä on kielletty.