

⑥

Newtons Lover:

27.08.21

N1 : $\sum \vec{F} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \vec{v} = \text{konst.}$

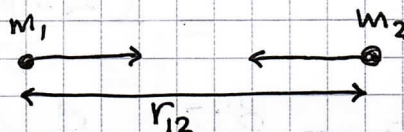
N2 : $\sum \vec{F} = m \vec{a}$

N3 : $\vec{F}_{BA} = - \vec{F}_{AB}$

$[F] = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2 = \text{N} \quad (\text{newton})$

Newtons gravitasjonslov:

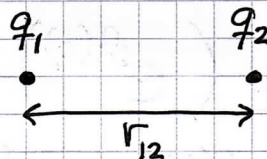
$F_{12} = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r_{12}^2}$



$G = \text{universell gravitasjonskonst.} \approx 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$

Coulombs lov:

$F_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r_{12}^2}$

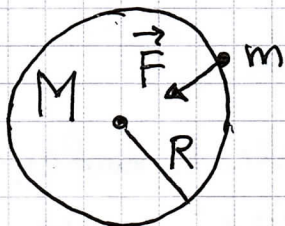


$q = \text{elektrisk ladning}$

$[q] = \text{C} \quad (\text{coulomb})$

$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

Tyngdekraft på masse m på overflaten av planet med masse M og radius R :



$F = m \cdot \frac{G \cdot M}{R^2}$

Jorda : $M \approx 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} ; R \approx 6370 \text{ km}$

$\Rightarrow F = m \cdot g \quad \text{med}$

$g = GM/R^2 \approx 9.81 \text{ m/s}^2 = \text{tyngdens akselerasjon}$

7

Oppg: Hva blir akselerasjonen hvis bare tyngdekraften virker på en masse m ?

Løsn: N2 gir $mg = ma$, dus $a = g \approx 9.81 \text{ m/s}^2$
"Fritt fall"!

Oppg: Hva er tyngdens akselerasjon på månen?
Enn på mars?

Løsn: Månen: $M = 0.073 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $R \approx 1738 \text{ km}$
 $\Rightarrow g_{\text{moon}} = (6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2) \cdot 0.073 \cdot 10^{24} \text{ kg} / (1738 \cdot 10^3 \text{ m})^2$
 $\approx \underline{1.6 \text{ m/s}^2} \quad (N = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2})$

Mars: $M = 0.642 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $R = 3396 \text{ km}$
 $\Rightarrow g_{\text{Mars}} = \underline{3.7 \text{ m/s}^2}$

(Se f.eks. nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet)

Oppg: Hva er forholdet mellom Coulombkraften og gravitasjonskraften mellom to elektroner?

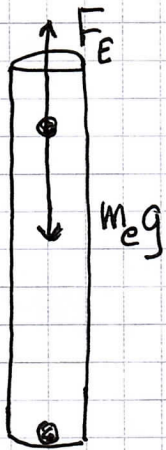
Løsn: $\frac{F_E}{F_G} = \frac{q_1 \cdot q_2}{4\pi\epsilon_0 G m_1 \cdot m_2}$; avhengighet av r kansellere

$$q_1 = q_2 = -e \approx -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$
$$m_1 = m_2 \approx m_e \approx 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\Rightarrow \frac{F_E}{F_G} = \frac{(-1.6 \cdot 10^{-19})^2 \cdot 9 \cdot 10^9}{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot (9.1 \cdot 10^{-31})^2} \approx \underline{4 \cdot 10^{42}} (!!)$$

⑧

Oppg: Hvis et elektron ligger på bunnen av et rør, hvor høyt oppe vil elektron nr to "sveve" i likevekt?

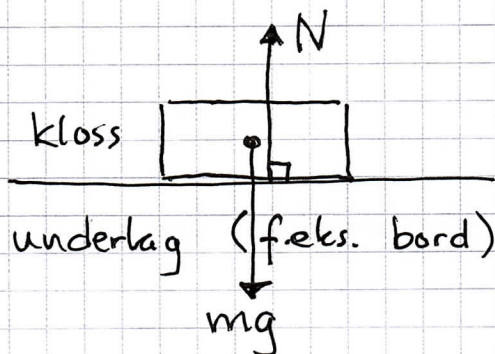


Løsn: Likevekt ($\sum F = 0$) når $F_E = m_e g$

$$\Rightarrow \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = m_e g$$

$$\Rightarrow r = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 m_e g}} \approx \underline{\underline{5.1 \text{ m}}}$$

Kontaktkrefter.



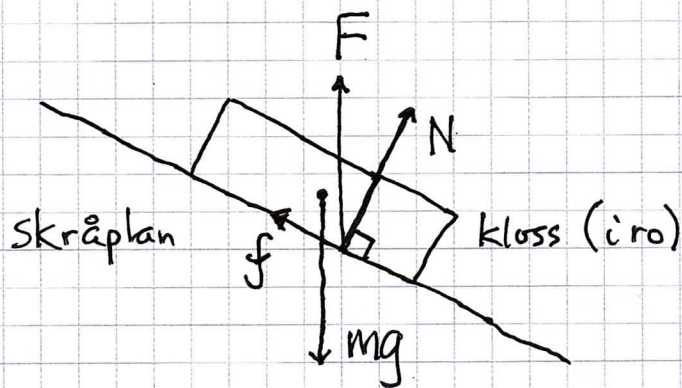
N = normalkraften fra bordet på klossen ;
en frastøtende coulombkraft

Kloss i ro $\Rightarrow N = mg$; pga $N1$

"Motkraft" til mg : Gravitasjonskraften fra klossen på bordet og resten av jorda

Motkraft til N : Normalkraften fra klossen på bordet

⑨



$$|\vec{F}| = F = mg \quad (N1)$$

$\vec{F} = \vec{N} + \vec{f}$ = total kontaktkraft fra skråplan på kloss

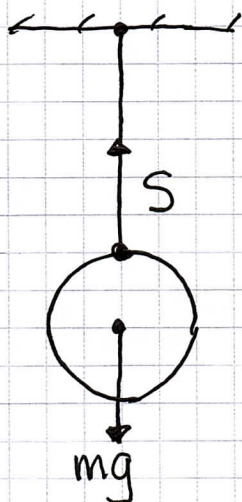
$\vec{N}$ = normalkraft, $\perp$ kontaktflaten

$\vec{f}$ = friksjonskraft, $\parallel$ kontaktflaten

Her: Statisk friksjon (kloss i ro; ingen relativ bevegelse mellom kloss og skråplan)

[Mer mer om friksjon etter hvert!]

Snorkraft:



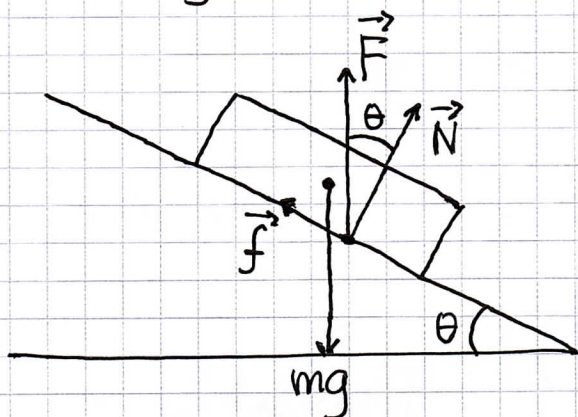
S = (netto tiltrekkende) coulombkraft mellom snora og kula/ringen

$\vec{S}$ i snoras retning

Ring i ro $\Rightarrow \underline{S = mg}$ (pga N1)

(10)

Oppg: Hva er N , f og $F = |\vec{N} + \vec{f}|$ når kloss med masse m ligger i ro på skråplan med helningsvinkel θ (theta) ?



Løsn: $F = mg$, pga N1.

Ser fra figur at vinkel mellom $\vec{F}$ og $\vec{N}$ er θ .

$$\Rightarrow N = F \cdot \cos \theta \quad \text{og} \quad f = F \cdot \sin \theta$$
$$= \underline{mg \cos \theta} \qquad \qquad = \underline{mg \sin \theta}$$

Pythagoras: $N^2 + f^2 = F^2$

$$N^2 = (mg \cos \theta)^2 = (mg)^2 \cos^2 \theta$$

$$f^2 = (mg \sin \theta)^2 = (mg)^2 \sin^2 \theta$$

$$N^2 + f^2 = (mg)^2 \underbrace{\{\cos^2 \theta + \sin^2 \theta\}}_{=1} = (mg)^2 \left. \vphantom{\begin{matrix} N^2 + f^2 \\ (mg)^2 \end{matrix}} \right\} \underline{OK}$$
$$F^2 = (mg)^2$$