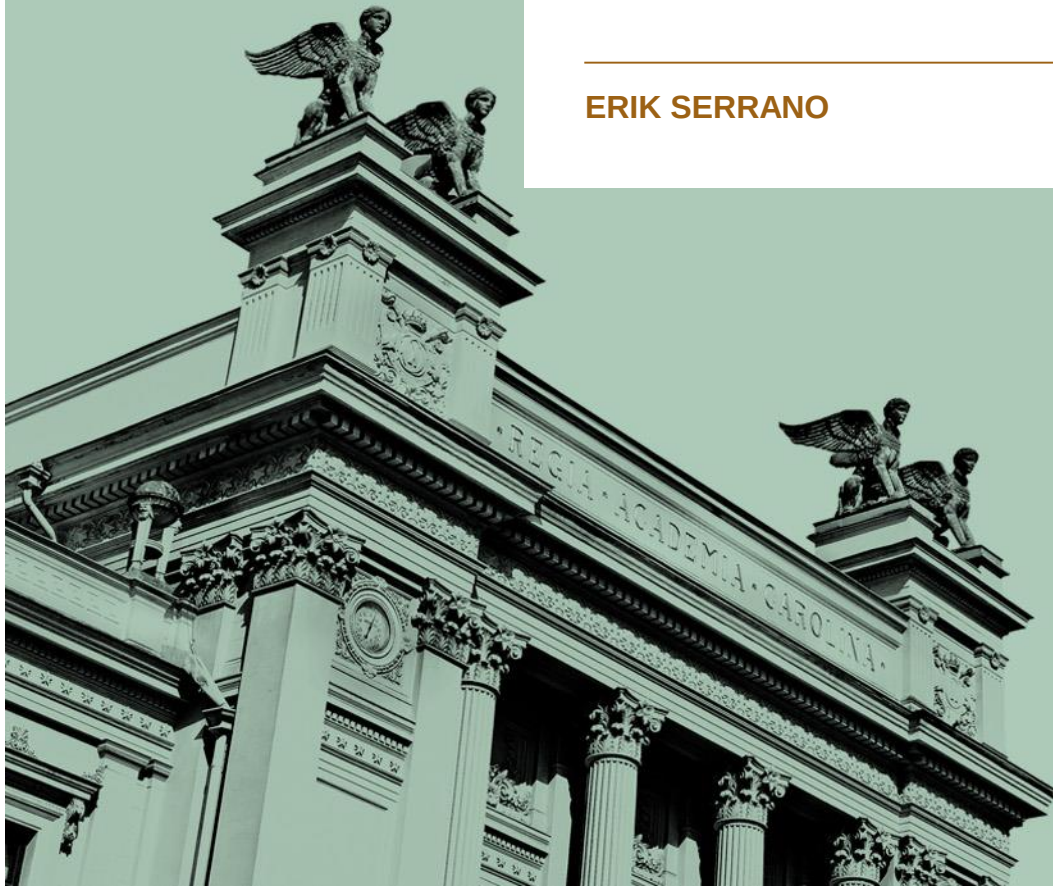




LUNDS
UNIVERSITET

VSMA01 - Mekanik

ERIK SERRANO



Översikt

- Kursintroduktion
 - Kursens syfte och mål
 - Kursprogram
 - Upprop
- Inledande föreläsning
- Föreläsning:
 - Kapitel 1. Introduktion till statik
 - Kapitel 2. Att räkna med krafter
- Imorgon
 - Övning: Räkneuppgifter



VSMA01 – Mekanik

- **Syfte**

- Ge baskunskaper i mekanik, strukturmekanik och konstruktion för att *förstå samspelet mellan form och belastningar*
- Förmedla begrepp så att dessa kan utnyttjas som verktyg i en *designprocess* och bidra till en produkts *uttryck*



VSMA01 – Mekanik – Mål

- **Kunskap och förståelse**

- kunna förklara *grundläggande begrepp* inom mekanik och konstruktion
- kunna *analysera och beskriva* utifrån de grundläggande begreppen *befintliga produkter insatta i sitt sammanhang*
- kunna *beskriva* hur *val av form* påverkar *kraftspel och deformationer*



VSMA01 – Mekanik – Mål

- **Färdighet och förmåga**

- kunna *tillämpa kunskapen* som aktivt hjälpmedel *vid utformning av produkter*
- *åskådliggöra värden och förklara mekaniska principer* utifrån skisser och friläggning samt hur dessa värden kommuniceras en användare av produkten

- **Värderingsförmåga och förhållningssätt**

- *Redovisa* i bilder, text och muntlig presentation produktens mekaniska egenskaper och *gestaltningsvärden* kopplat till dessa

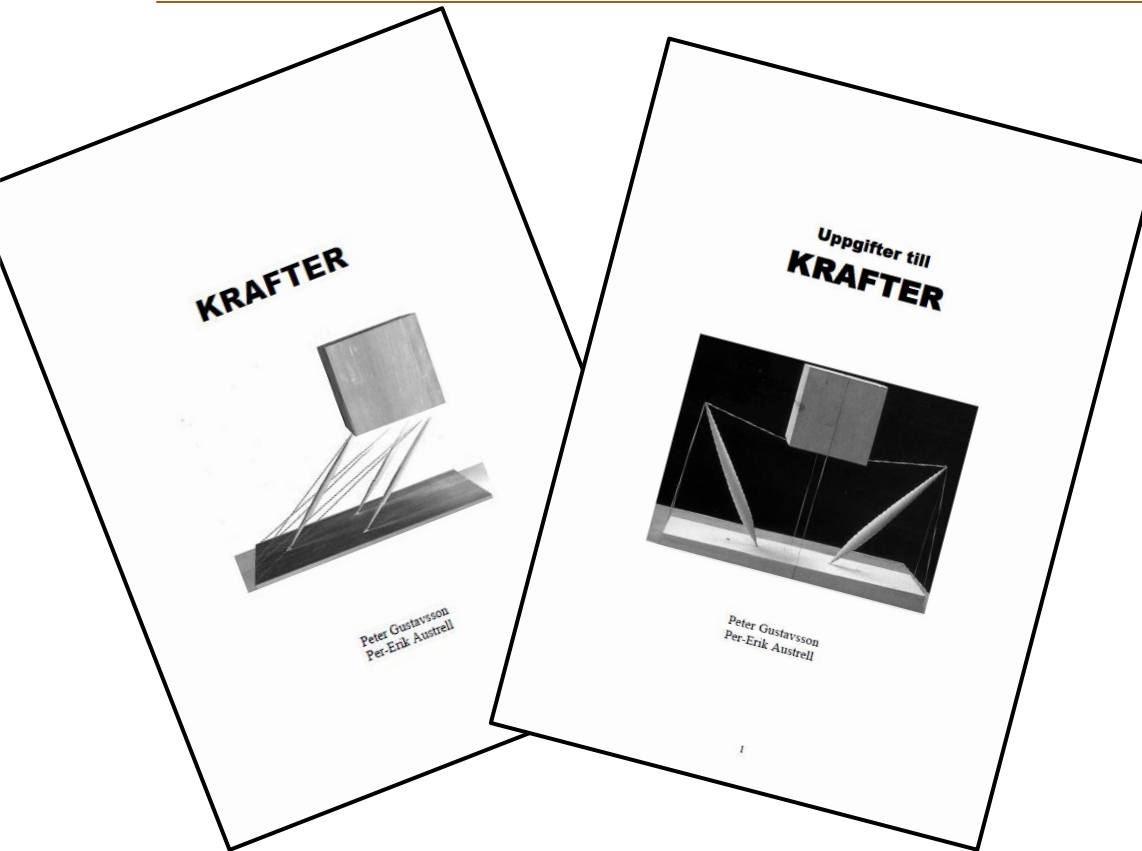


VSMA01 – Mekanik - Kursinnehåll

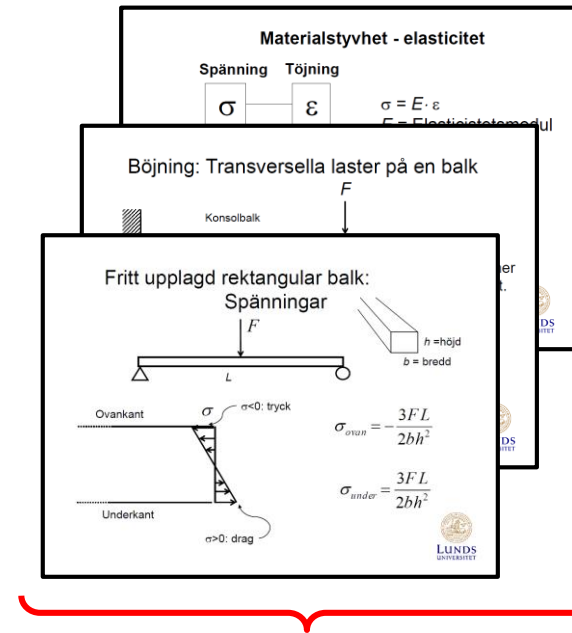
- Grundläggande begrepp, storheter och samband som används för att beskriva material, krafter och deformationer
- Ur verkliga situationer avgränsas problem och väljs lämpliga modeller för överslagsmässig analys av problem
- Modelltänkande
- Begrepp och storheter: massa, tyngdpunkt, styvhet, dimensioner, kraft, moment och jämvikt



Kursprogram – Litteratur – Schema



Föreläsning 1-4



Föreläsning 5-6



LUNDS
UNIVERSITET

Introduktion till statik – Översikt (Kap 1)

- Kraftbegreppet
- Newtons lagar
- Punktkrafter
- Krafters storlek och riktning
- Jämviktsbegreppet
- Partikel
- Moment
- Stel kropp



Statik

- Klassisk mekanik delas normalt sett upp i *statik* och *dynamik* (vi behandlar ej dynamik i den här kursen)
- Statik behandlar föremål i vila under inverkan av krafter
- Dynamik behandlar krafter på föremål i rörelse
- Inom statiken är *jämvikt* ett centralt begrepp = alla krafter som verkar på ett föremål balanserar varandra
- Förutom tyngdkraft behandlar statiken endast *yttre krafter*. Alla föremål betraktas som stela (kan inte deformeras)
- *Inre krafter* behandlas i hållfasthetslära (och i andra delen av den här kursen)



Kap 1 – Frågor att besvara

- Hur beräknas tyngdkraft? Genom vilken punkt verkar den?
- Kan du förklara Newtons lagar?
- Vad menas med idealiseringen punktkraft?
- Vilka villkor gäller för jämvikt
 - av två parallella krafter?
 - vid krafter i godtycklig riktning?
- Vad menas med begreppet partikel?
- När används momentjämvikt?
- Vad menas med begreppet stel kropp?



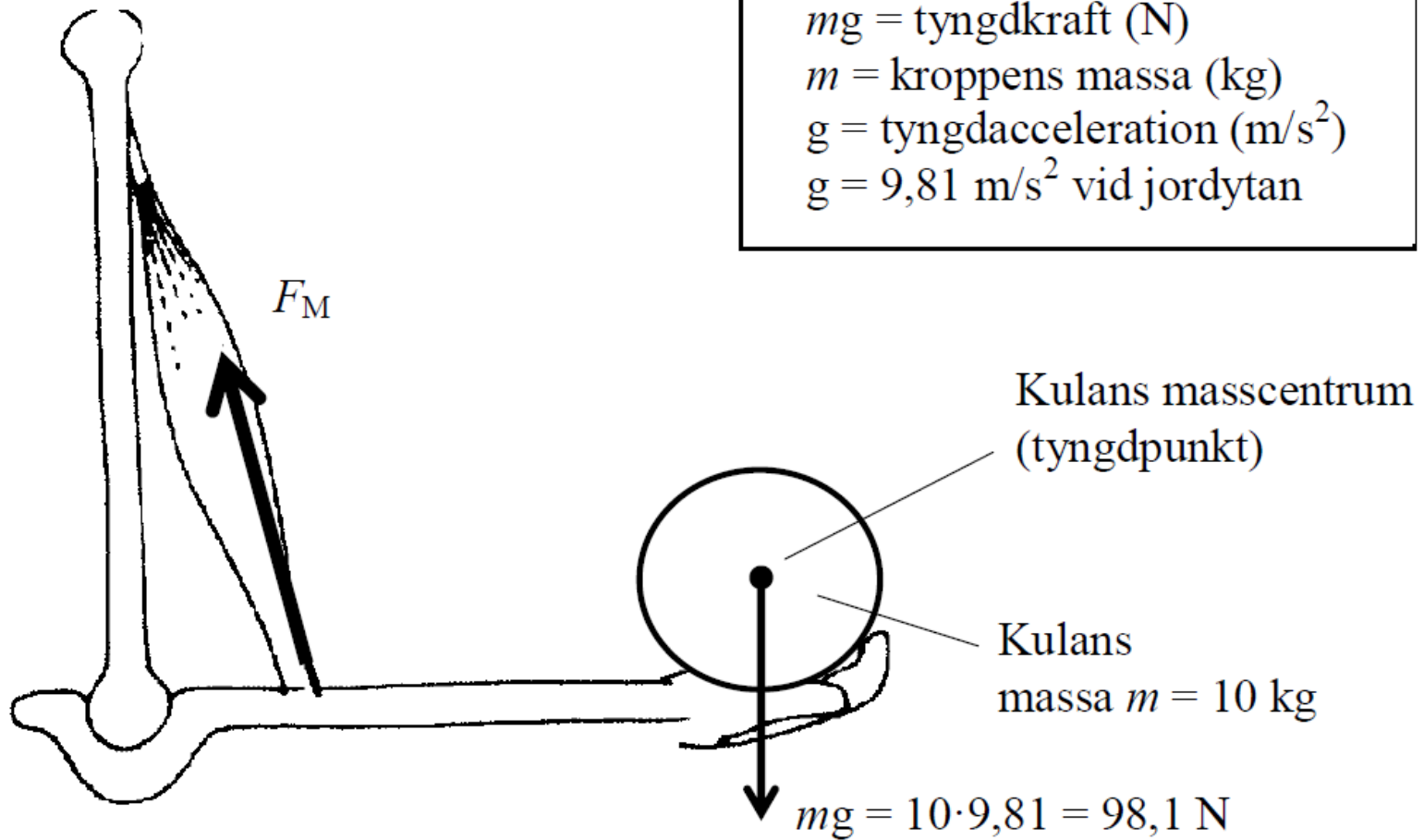
Kraftbegreppet – Vad är en kraft?

- Den vanligaste kraften vi upplever är *tyngdkraften*
- Alla föremål med en massa, påverkas av tyngdkraften och ett föremål med massan m påverkas av en kraft mg
- Tyngdkraften verkar nedåt mot jordytan och verkar genom föremålets masscentrum. Vid jordytan är tyngdaccelerationen, g , $9,81 \text{ m/s}^2$
- Enheten för kraft är Newton (N), vanliga beteckningar är F , R
- En massa på 1 kg påverkas alltså av en tyngdkraft, F

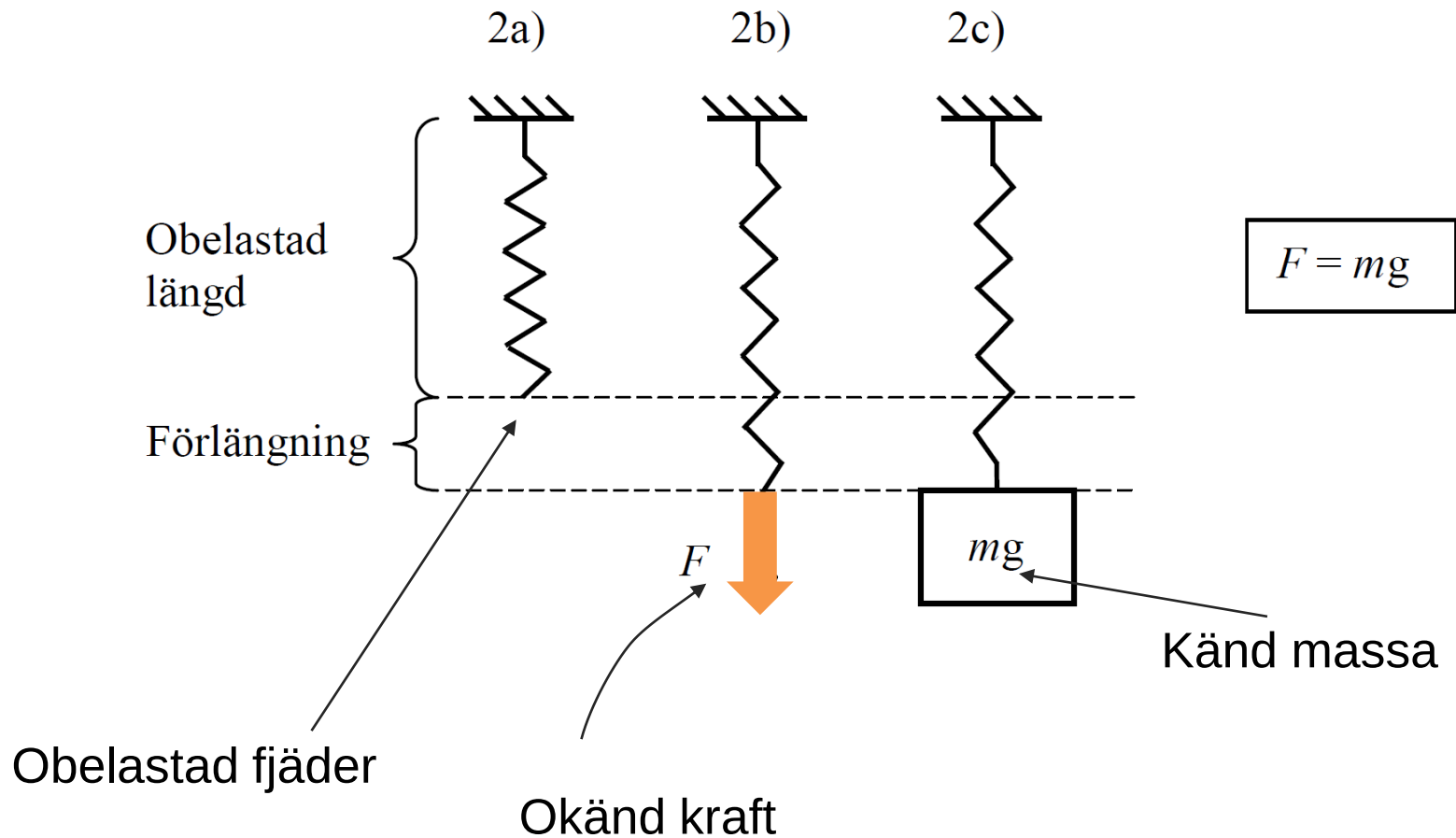
$$F = m \cdot g = 1 \cdot 9,81 = 9,81 \text{ (N)}$$



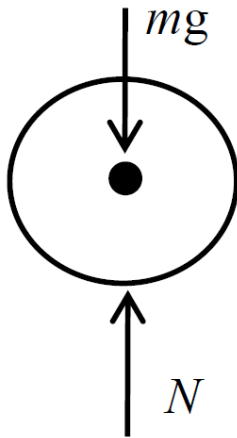
mg = tyngdkraft (N)
 m = kroppens massa (kg)
 g = tyngdacceleration (m/s^2)
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ vid jordytan



Att mäta krafter

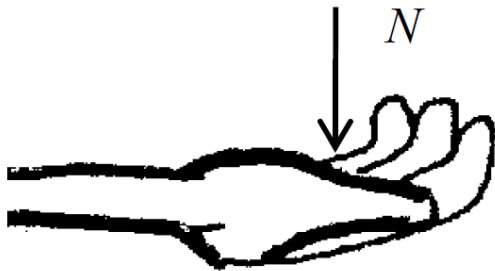


Kontaktkrafter



Handen påverkar kulan med en uppåtriktad kraft N . Kraften N krävs för att kraftbalans ska gälla.

$$\text{Kraftbalans} \Rightarrow N = mg$$



Handen känner av samma kraft fast motriktad. Du känner att kulan påverkar handen nedåt.



Newtons lagar

- Lag I: Tröghetslagen
 - En kropp förblir i *vila* eller i *likformig rörelse* så länge *summan av alla yttre krafter* som verkar på kroppen är *noll*

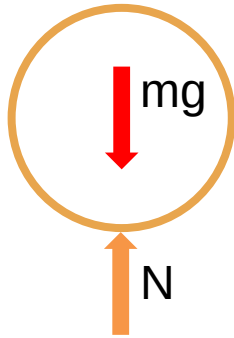
$$\sum F = 0$$

- Lag II: Samband mellan kraft och acceleration

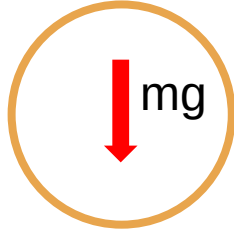
$$\sum F = m \cdot a$$

- Lag III: Lagen om aktion och reaktion (verkan och motverkan)
 - Två föremål påverkar alltid varandra *med lika stora men motriktade krafter* (krafter uppträder alltså alltid parvis)



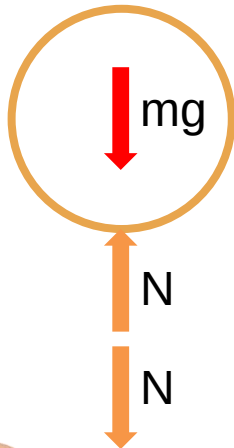


Lag I: Tröghetslagen



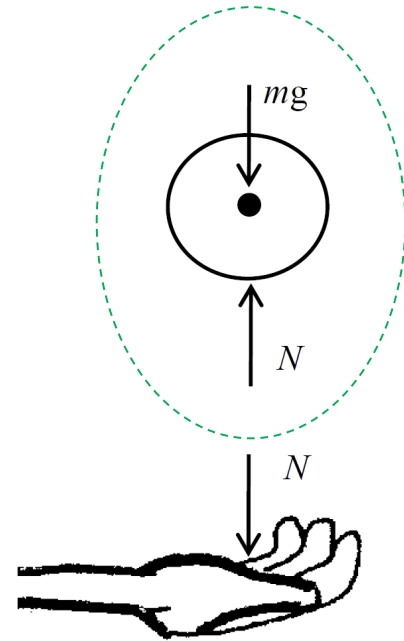
Lag II: Kraft och acceleration

Om vi inte håller emot kommer kulan att falla fritt (accelererad rörelse)



Lag III: Verkan och motverkan

Kulan påverkas av en kontaktkraft N (uppåt) och handen känner av en lika stor kraft (nedåt)



Idealiseringar – Punktkrafter



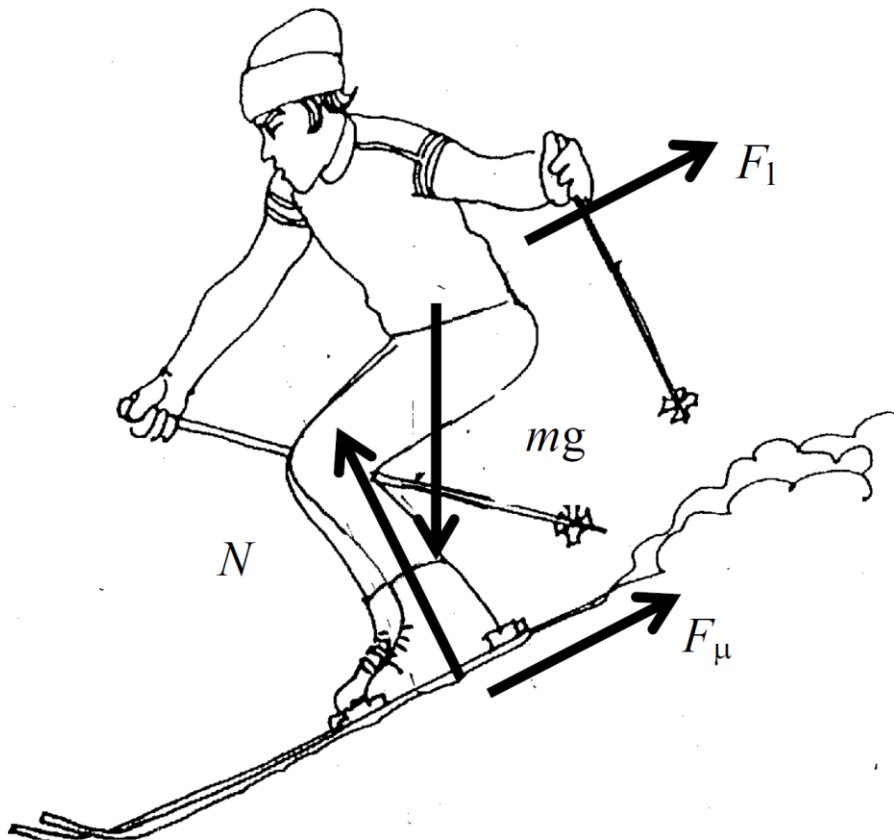
Verklig tryckfördelning



Idealiserad punktkraft



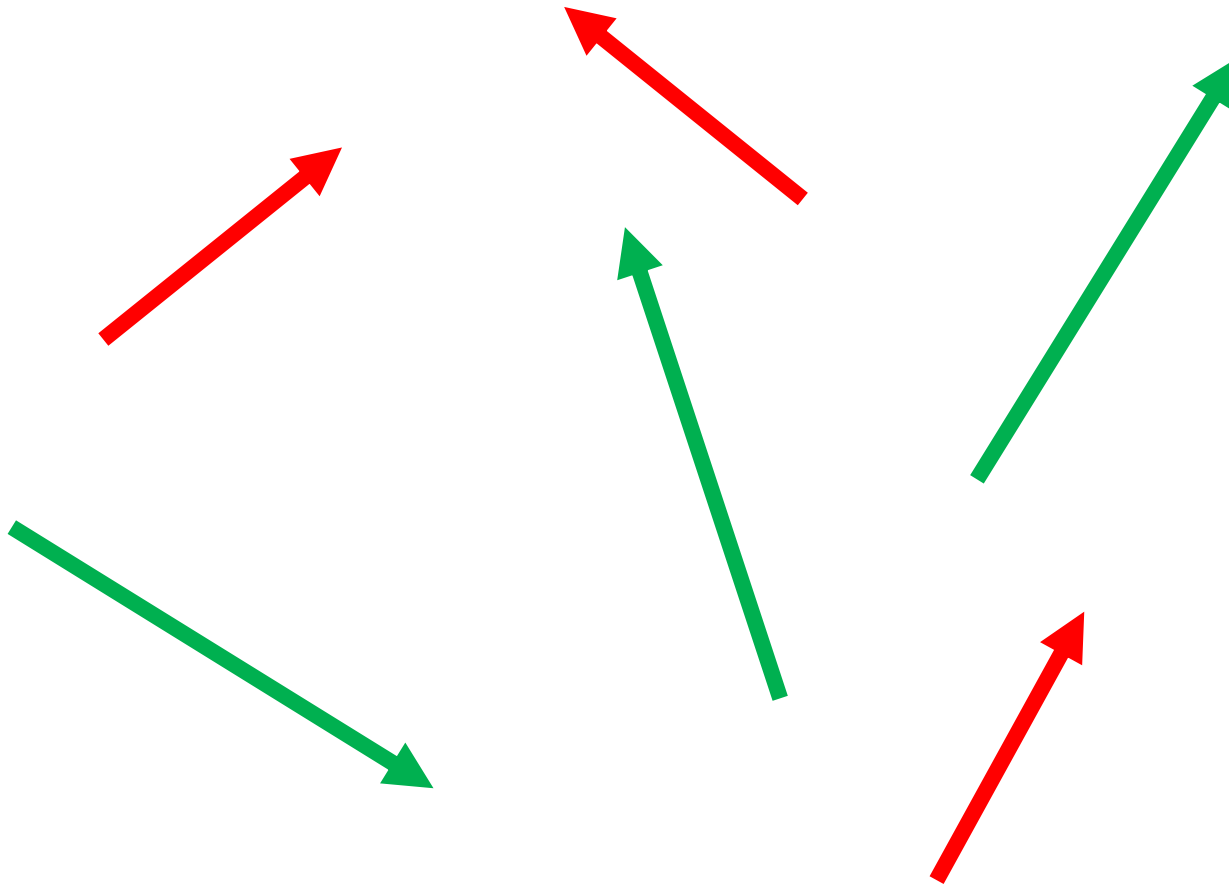
Idealiseringar – Punktkrafter



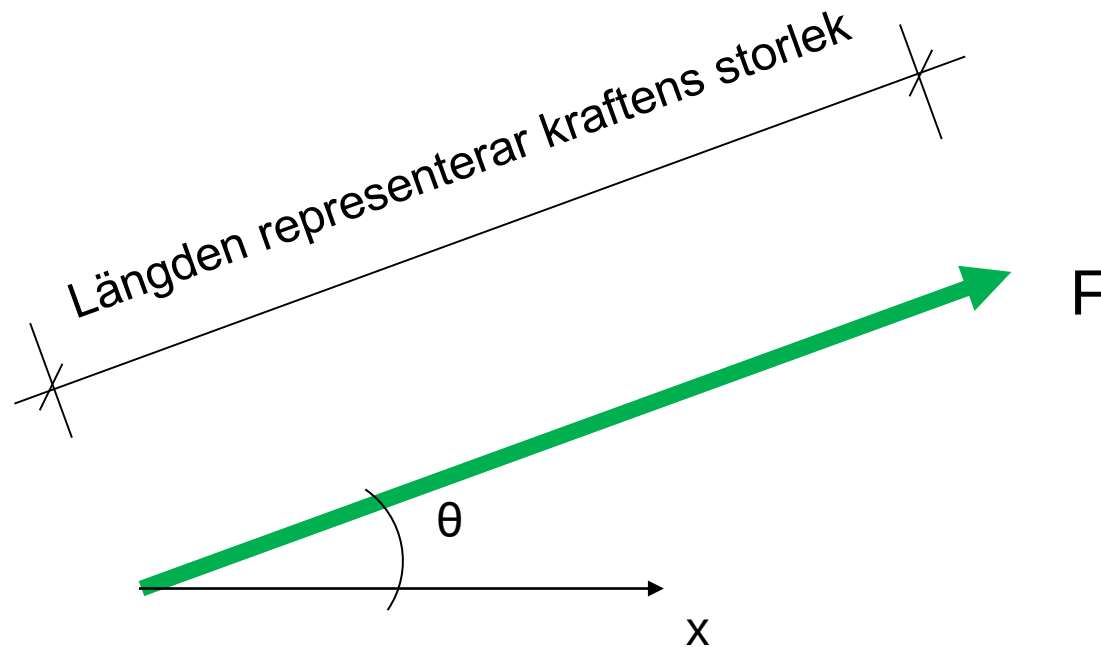
N = normalkraft
 F_μ = friktionskraft
 F_1 = luftmotstånd
 mg = tyngdkraft



Kraft – Storlek och riktning



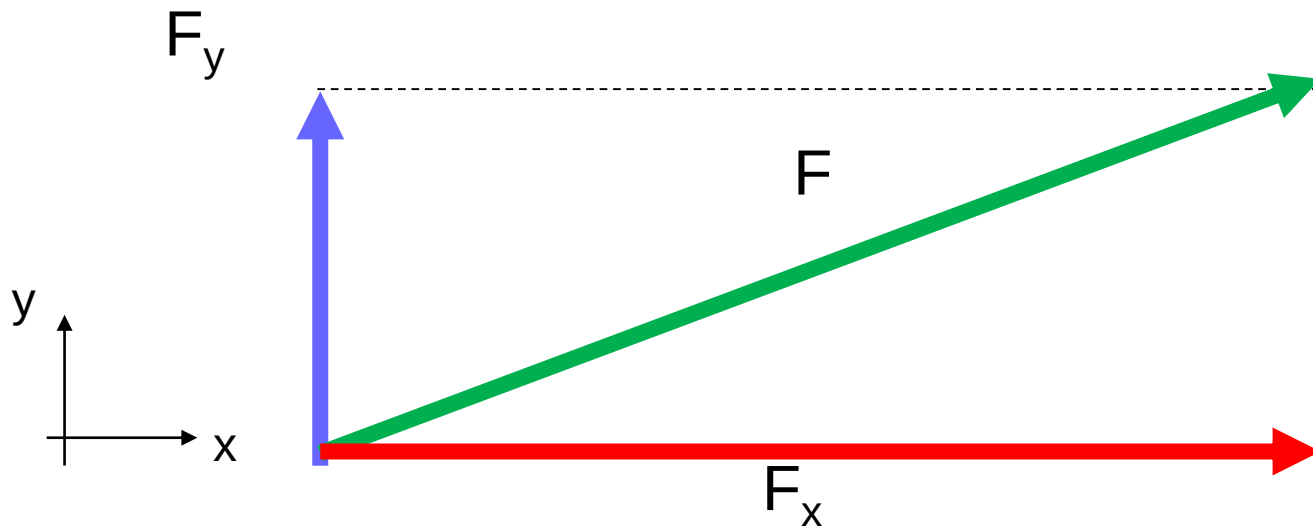
Kraft – Storlek och riktning



Vinkel mot x-axeln ger riktning



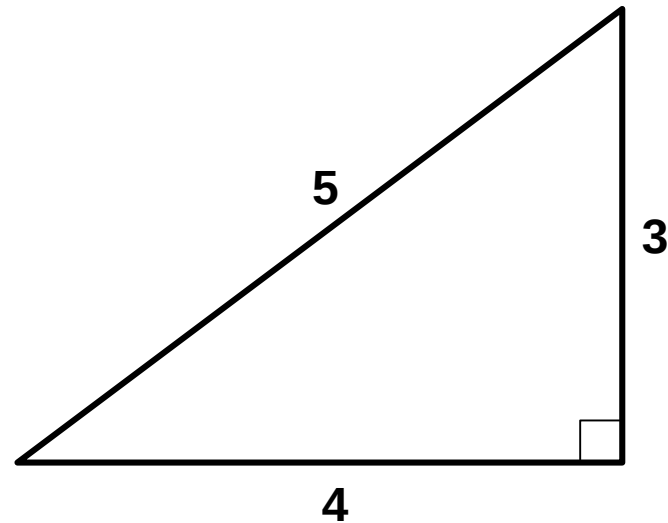
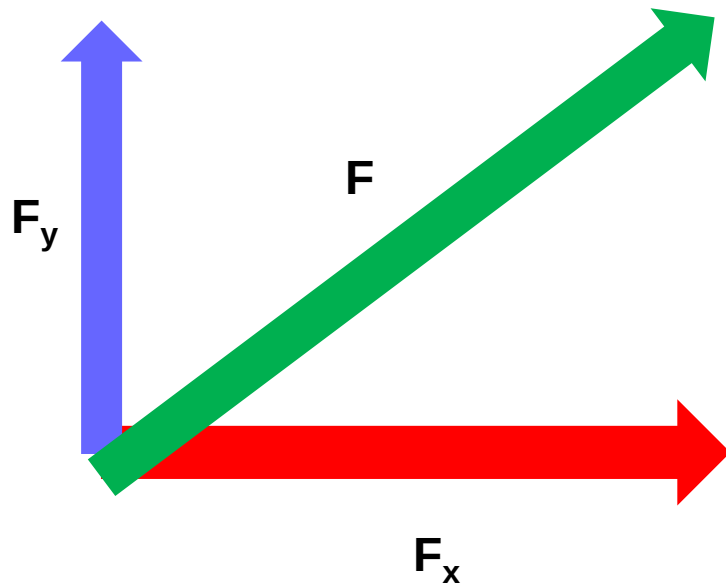
Kraft – Storlek och riktning



Kraften beskrivs genom *komposantuppdelning*



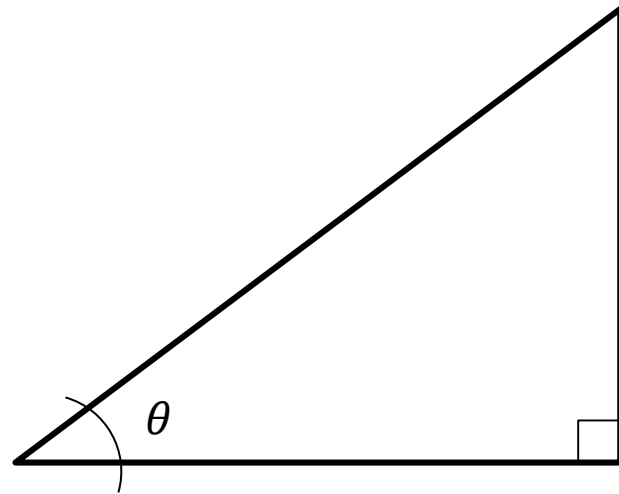
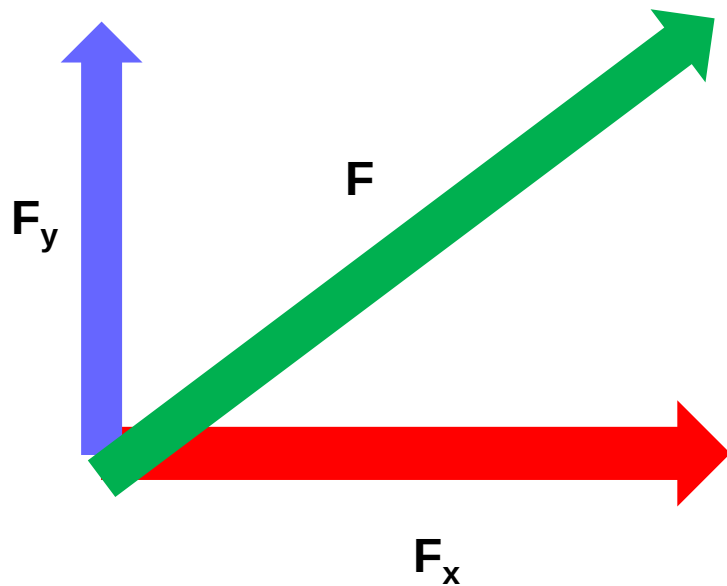
Komposantuppdelning - Exempel



$$\left. \begin{aligned} \frac{F_x}{F} &= \frac{4}{5} \\ \frac{F_y}{F} &= \frac{3}{5} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} F_x &= \frac{4}{5}F \\ F_y &= \frac{3}{5}F \end{aligned}$$



Komposantuppdelning - Exempel



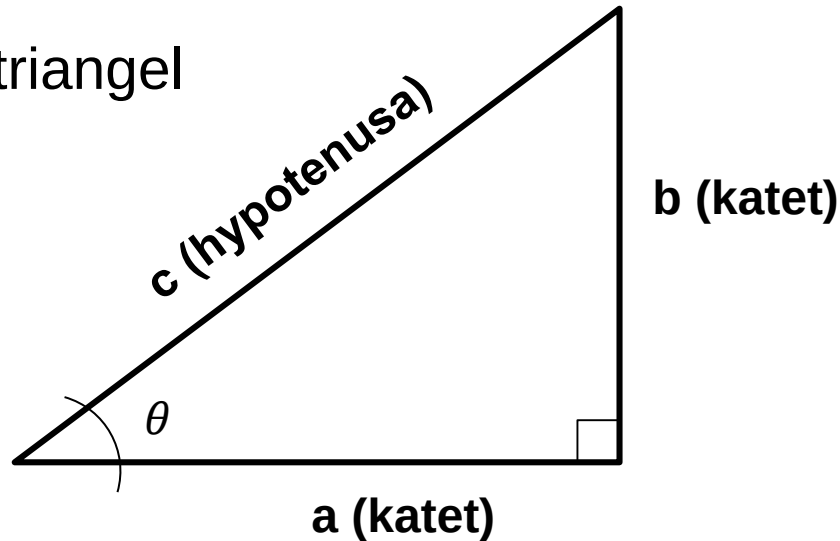
$$F_x = F \cos \theta$$

$$F_y = F \sin \theta$$



Trigonometriska funktioner

- Rätvinklig triangel



- I förhållande till vinkeln θ har vi närliggande katet (a) och motstående katet (b)

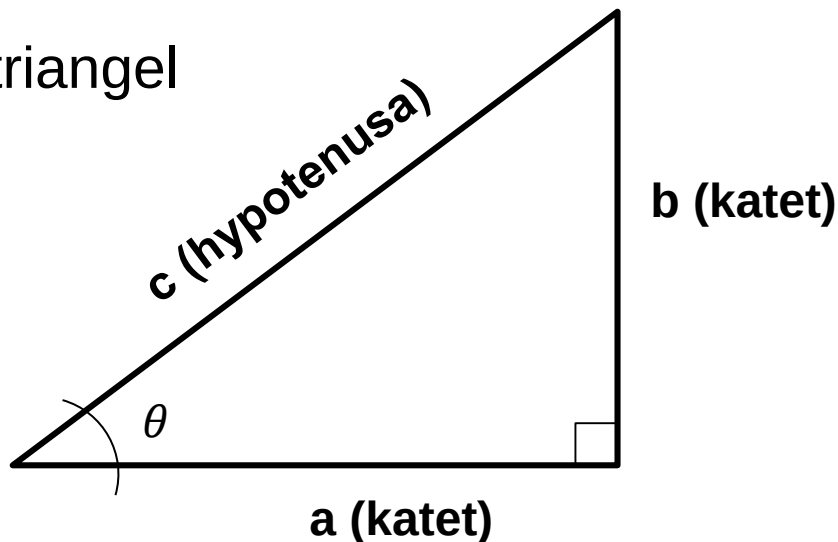
<http://www.matteboken.se/lektioner/matte-1/geometri/trigonometri>



LUNDS
UNIVERSITET

Trigonometriska funktioner

- Rätvinklig triangel



$$\sin \theta = \frac{\text{motstående katet}}{\text{hypotenusa}} = \frac{b}{c}$$

$$\cos \theta = \frac{\text{närliggande katet}}{\text{hypotenusa}} = \frac{a}{c}$$

$$\tan \theta = \frac{\text{motstående katet}}{\text{närliggande katet}} = \frac{b}{a}$$

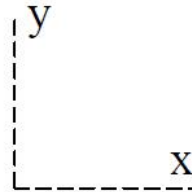
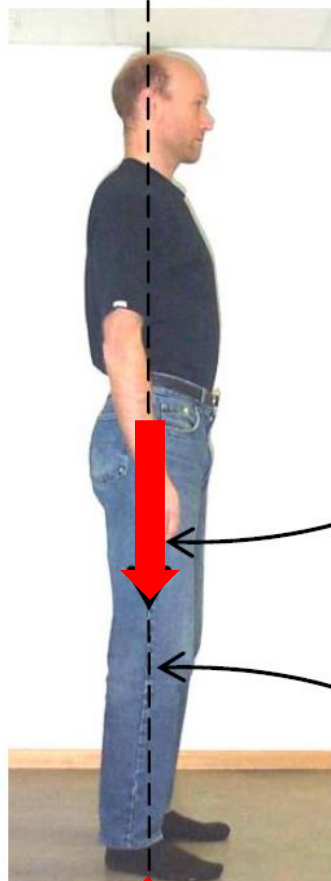


Jämvikt – Fall 1: Två parallella krafter

- För att en kropp ska befinna sig i vila eller förflytta sig med konstant hastighet krävs att alla krafter är i balans med varandra (Newtons 1:a lag)
- Detta kallas för jämvikt. (Kapitel 4)
- Exempel på ett fall med två parallella krafter



$$\begin{aligned}\text{Kraftjämvikt} &\Rightarrow \Sigma F_y = 0 \Rightarrow \\ N - mg &= 0 \Rightarrow \\ N &= mg\end{aligned}$$



Tyngdkraften mg nedåt

Krafternas verkningslinje

Den uppåtriktade kontaktkraften N verkar vinkelrätt mot underlaget och kallas därför för normalkraft N



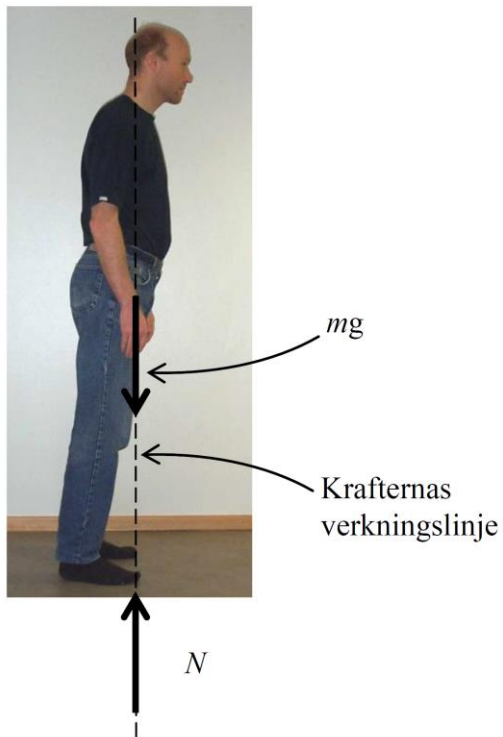
Sammanfattning - Två parallella krafter

- Vid endast två parallella krafter gäller **vid kraftjämvikt** att:
 - krafterna är lika stora och motriktade
 - krafterna verkar längs samma verkningslinje
 - det räcker med en balansekvation t.ex.:

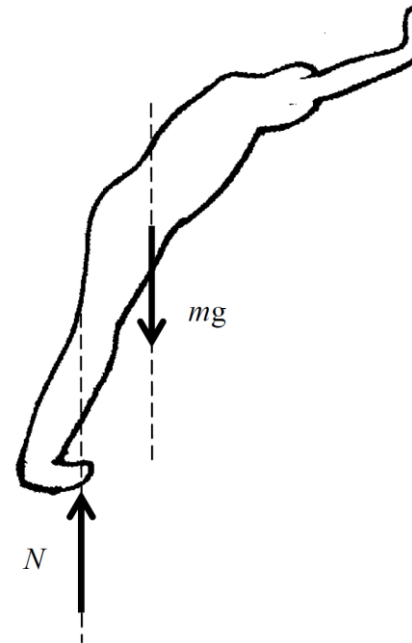
$$\sum F_y = 0$$



Om vi utmanar jämvikten...



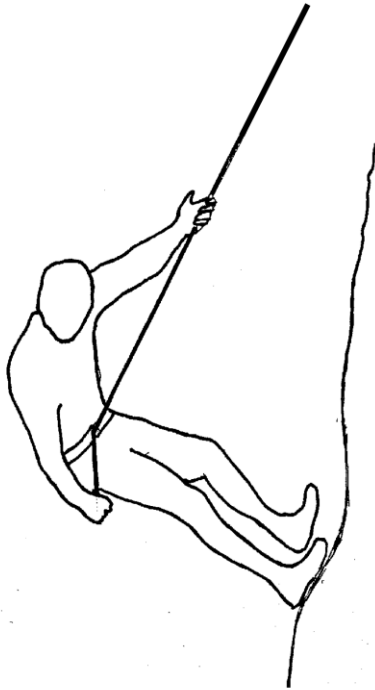
Vid jämvikt verkar krafterna längs samma verkningslinje



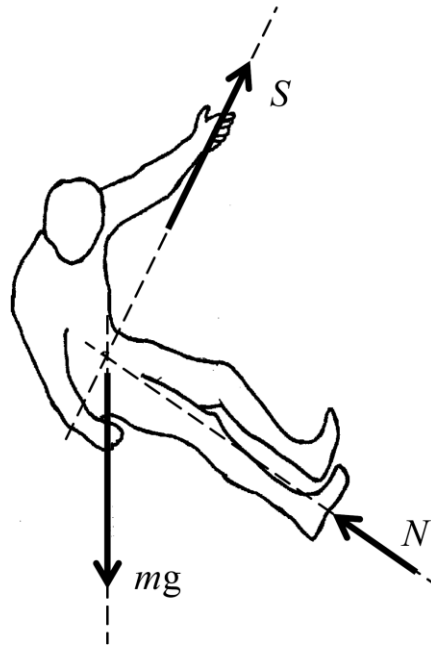
Lutar du dig framåt ytterligare kommer tyngdkraften att verka utanför tårna och du faller.



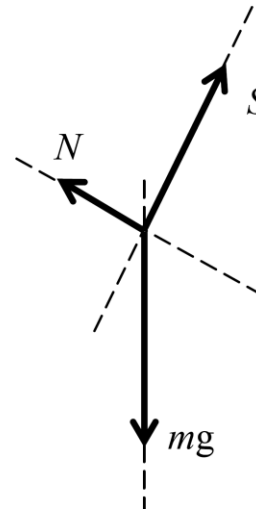
Jämvikt – Fall 2: Krafter i godtycklig riktning



Bergsklättrare



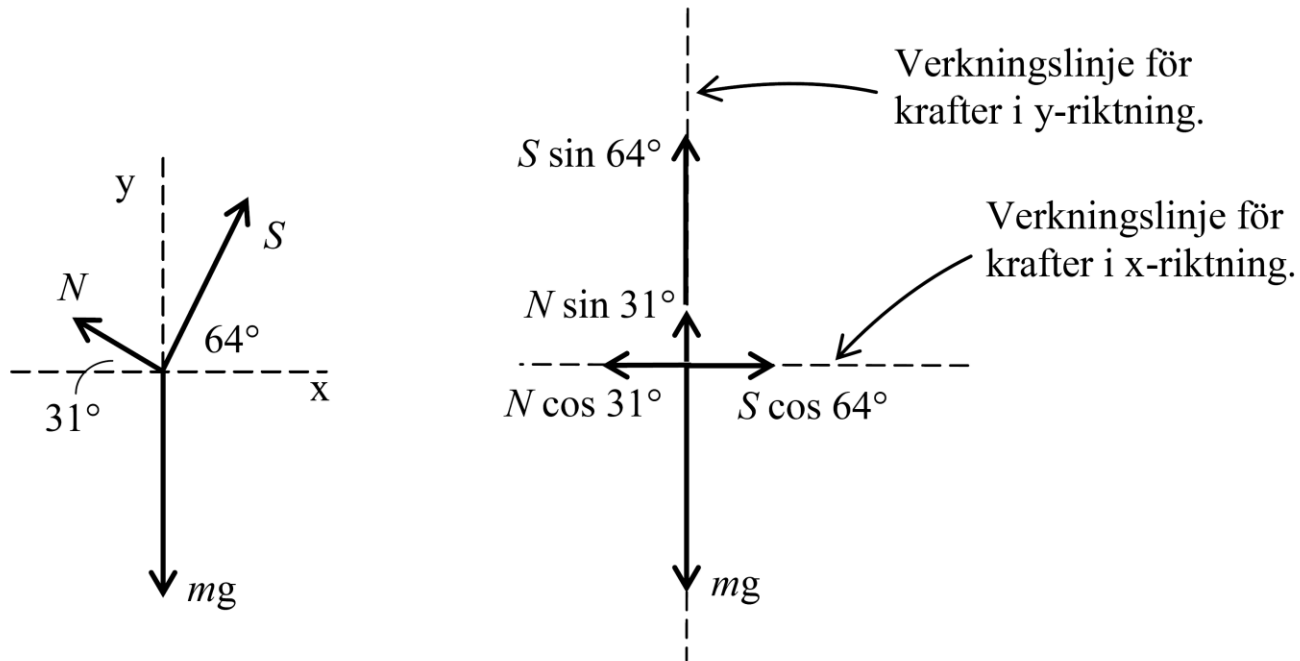
Krafterna som verkar



Varje kraft kan förflyttas
längs sin verkningslinje



Jämvikt - Kraftkomposanter



Krafterna verkar i godtycklig riktning.

Efter komposantuppdelning verkar krafterna i två vinkelräta riktningar.

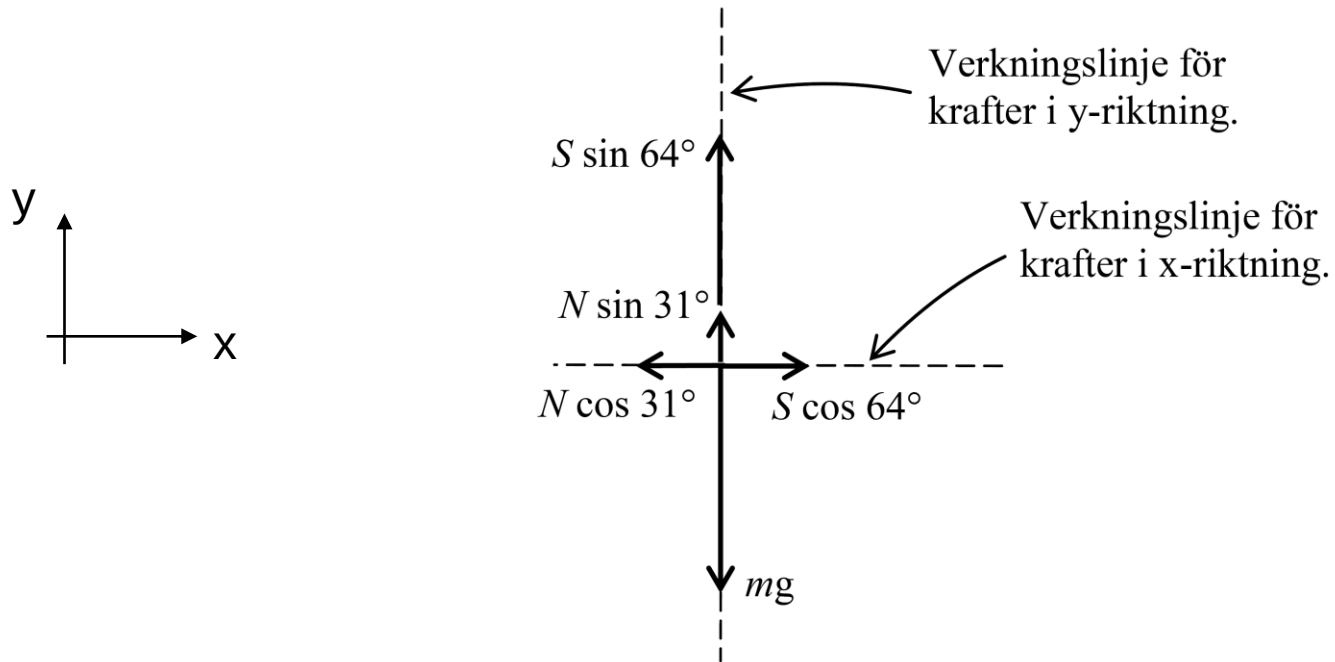


Jämvikt - Komposantuppdelning

- Efter komposantuppdelning kan vi betrakta två riktningar (x och y) oberoende av varandra
- I vardera riktningen kan vi nu ställa upp jämvikt enligt tidigare beskrivning för parallella krafter
- Jämviktsvillkoren blir då (två st alltså!):

$$\sum F_x = 0 \qquad \sum F_y = 0$$





$$\longrightarrow \quad S \cdot \cos 64^\circ - N \cdot \cos 31^\circ = 0 \quad \sum F_x = 0$$

$$\uparrow \quad S \cdot \sin 64^\circ + N \cdot \sin 31^\circ - mg = 0 \quad \sum F_y = 0$$



Sammanfattning - Krafter i godtycklig riktning

- Där fler än två krafter finns och krafterna inte är parallella och krafternas verkningslinjer korsar varandra i en och samma punkt:
 - krävs två jämviktsekvationer:
kraftjämvikt i x-riktning, $\sum F_x = 0$
kraftjämvikt i y-riktning, $\sum F_y = 0$



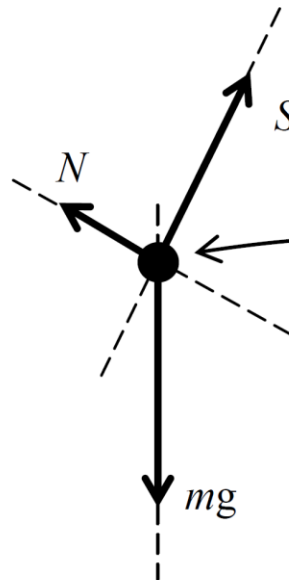
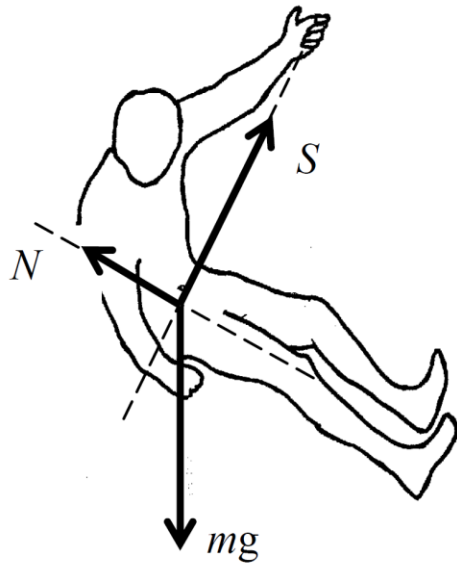
Modelltänkande

- Inom mekaniken tränar vi bl a modelltänkande
- Modell = Någon form av förenklad beskrivning av den fysiska verkligheten. Modellen beskrivs med en uppsättning regler/förutsättningar
- Beroende på val av modell (och modellens komplexitet) beskrivs det verkliga skeendet mer eller mindre noggrant
- Exempel på en sådan modell är partikelbegreppet inom mekaniken



Partikel

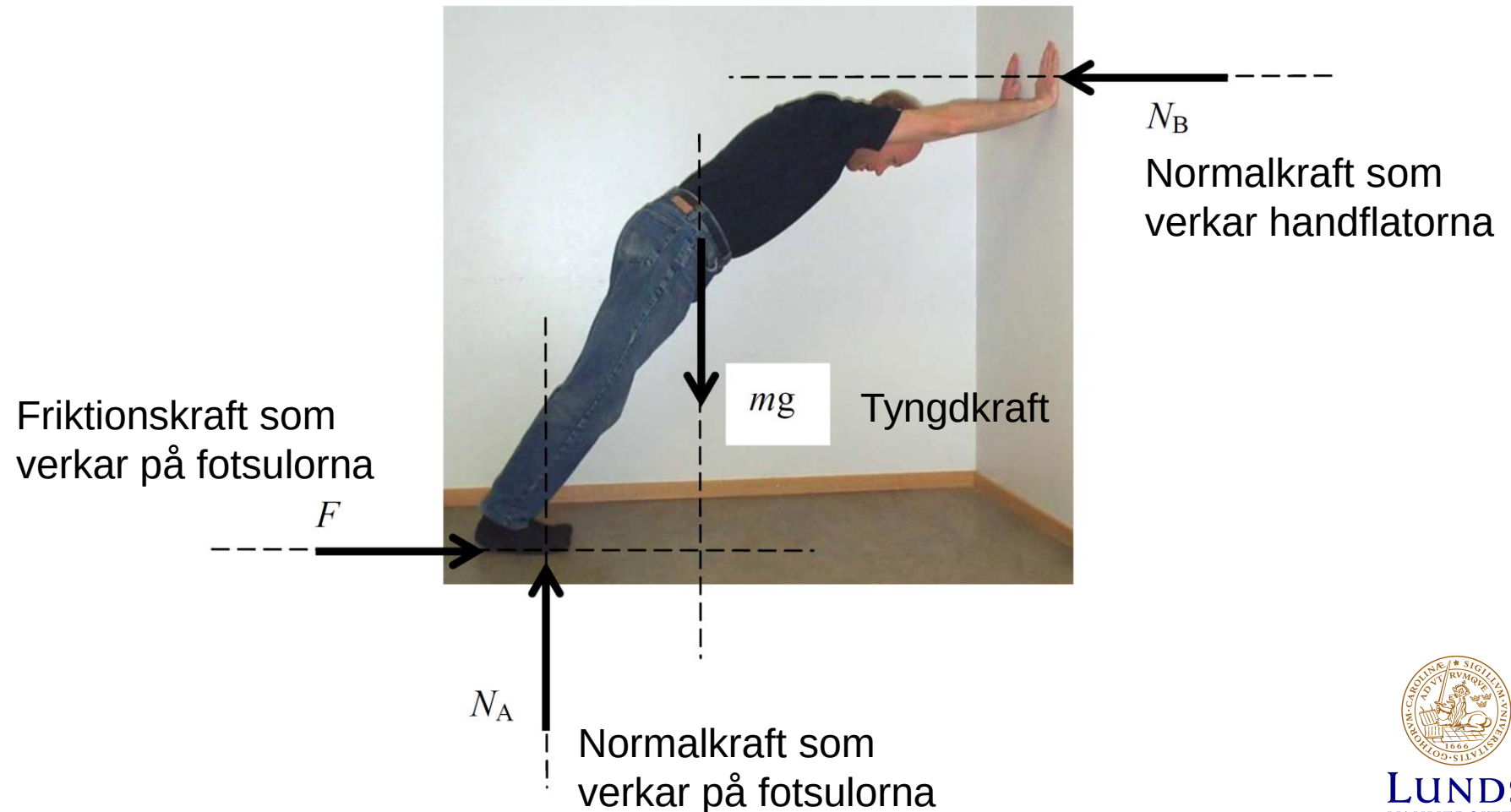
- Ett föremål vars storlek saknar betydelse för det vi vill beskriva kan hanteras som en partikel (=ett föremål som är punktformat)



Bergsklättrarens
kropp betraktas
som en partikel
vars storlek saknar
betydelse



Moment och momentjämvikt



Friläggning

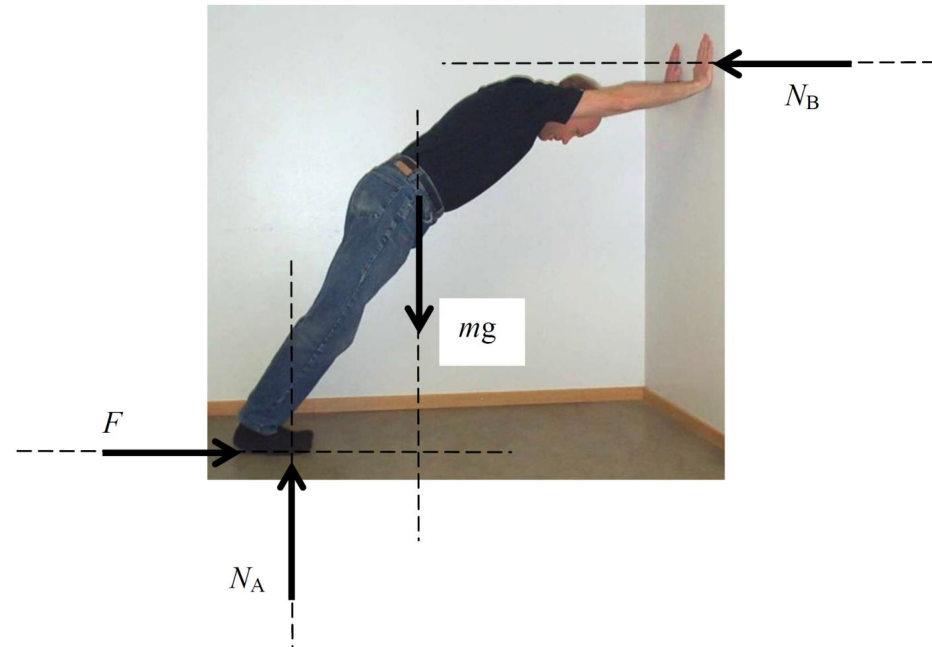
$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F - N_B = 0$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_A - mg = 0$$

$$N_A = mg \quad (m \text{ är känt})$$

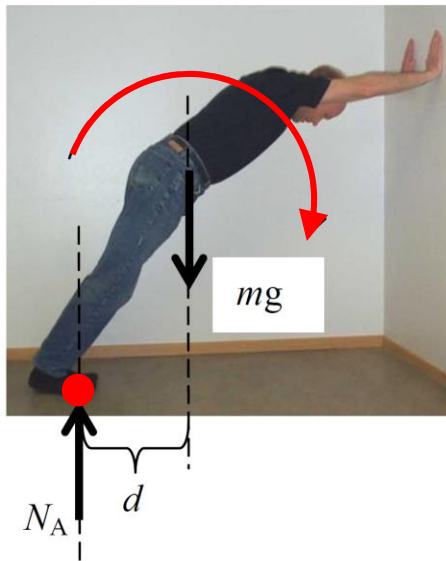
$$F = N_B \quad (F \text{ och } N_B \text{ är okända})$$

Vi behöver ytterligare samband!

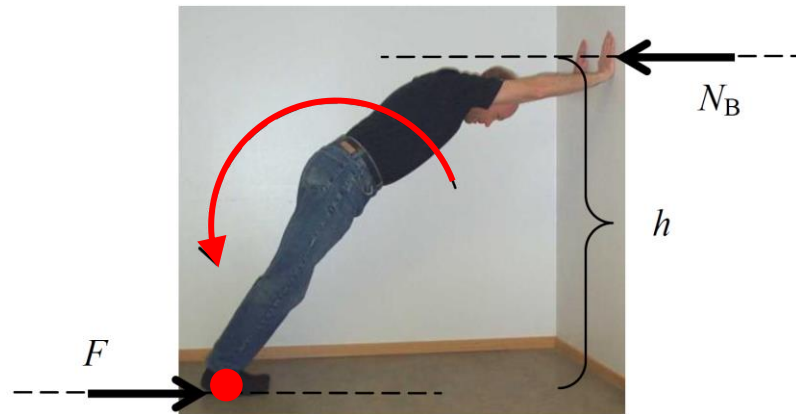


Krafter vars verkningslinjer INTE skär varandra i en punkt

- Krafterna ger upphov till en vridande verkan



Kraften mg vill stjälpas medurs kring foten.



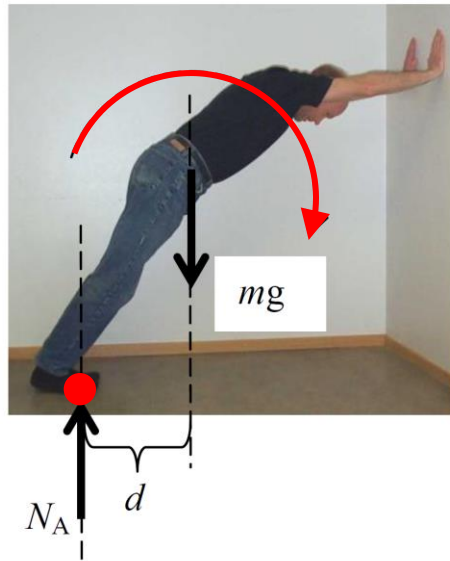
Kraften N_B vill stabilisera moturs kring foten



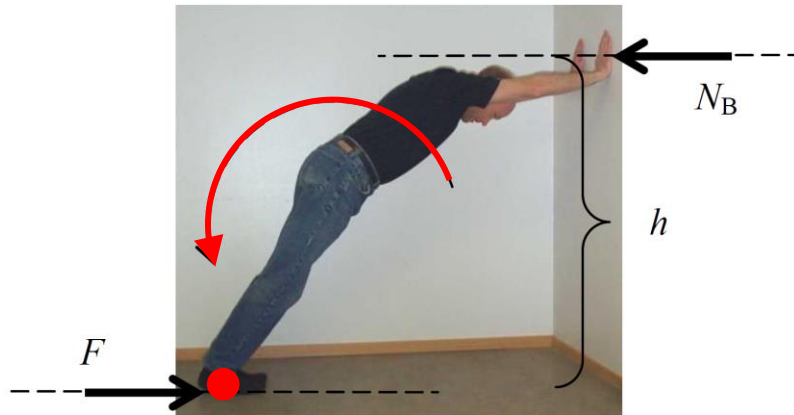
Moment

- En kraft som ger en vridande verkan kring en viss punkt sägs utöva ett *moment* kring denna punkt
- Moment beräknas genom att multiplicera kraften med det vinkelräta avståndet från kraftens verkningslinje till punkten.
- Moment återkommer i detalj i Kapitel 3





Kraften mg vill stjälp
medurs kring foten.



Kraften N_B vill stabilisera
moturs kring foten

Stjälpande moment (medurs) $= mg \cdot d$
Mothållande moment (moturs) $= N_B \cdot h$

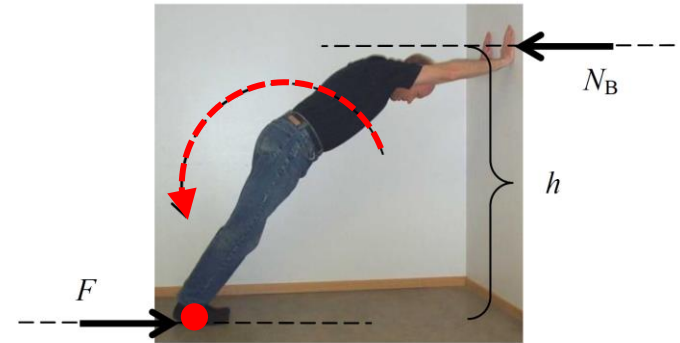
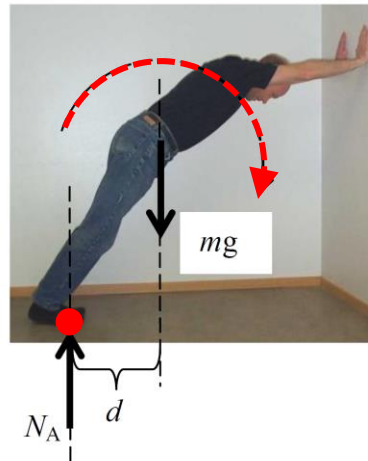


Friläggning – Kraft och momentjämvikt

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F - N_B = 0$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_A - mg = 0$$

$$\curvearrowright mg \cdot d - N_B \cdot h = 0$$



$$N_A = mg \quad (m \text{ är känt}) \quad \textcircled{1}$$

$$F = N_B \quad (F \text{ kan beräknas}) \quad \textcircled{3}$$

$$N_B = \frac{mg \cdot d}{h} \quad (N_B \text{ kan beräknas}) \quad \textcircled{2}$$



Sammanfattning

- Där fler än två krafter finns och där krafterna *inte* verkar längs samma verkningslinje och verkningslinjerna *inte* korsar varandra i en och samma punkt krävs *tre* jämviktsekvationer:

kraftjämvikt i x-riktning, $\sum F_x = 0$

kraftjämvikt i y-riktning, $\sum F_y = 0$

momentjämvikt, $\sum M = 0$



Stel kropp

- För att personens kropp ska kunna hålla emot de krafter som uppstår krävs att den är stel och odeformerbar, (armarna får inte vika sig)
- Vid belastning bibehålls kroppens form utan att den deformeras.
- Där momentjämvikt ingår måste vi därför använda oss av en stelkroppsmodell. Med stel kropp menas en odeformerbar kropp vars storlek eller utbredning är av betydelse.
- Inom mekaniken betraktas alla kroppar som stela vilket är en god approximation i många tekniska sammanhang. Deformerbara kroppar behandlas i hållfasthetsläran (och senare i kursen).





LUNDS
UNIVERSITET