

Kraftanalyse med TI-Nspire

Denne note er udviklet i forbindelse med Fysiklærerforeningens kursus "Digitale kompetencer i fysik" af Jens Bang-Jensen, Sct. Knuds Gymnasium. Noten kan frit anvendes af elever og lærere på gymnasier i Danmark.

I nogle situationer har man brug for at analysere en problemstilling, hvor der skal tegnes kræfter ind på en figur. I denne notes vises det, hvordan man kan gøre dette i TI-Nspire. Der tages udgangspunkt i et eksempel fra "Opgaver i Fysik A-niveau", Fysikforlaget 2017, opgave M17 Container.

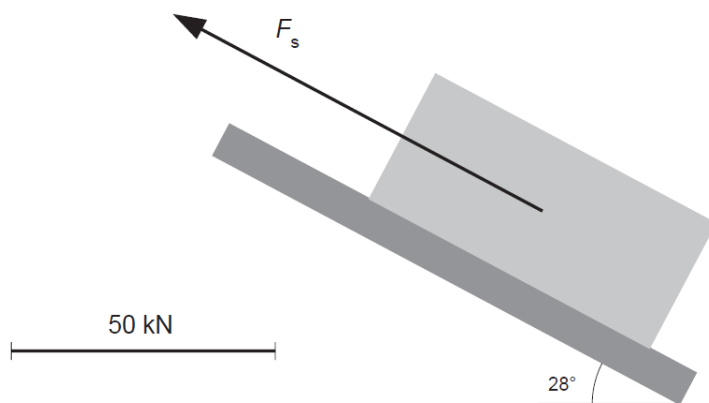
Noten tager udgangspunkt i TI-Nspire version 5.1.0.177.

M17 Opgavetekst

En container er ved at blive trukket op ad ladet på en lastvogn. En elmotor trækker, ved hjælp af en stålwire, containeren op med den konstante fart 0,25 m/s. Trækraften F_s fra stålwiren har størrelsen 78,4 kN.

a) Beregn den effekt, hvormed trækraften fra stålwiren udfører arbejde på containeren.

Ladet hælder 28° med vandret og containerens masse er 9,2 ton.



b) Indtegn på billedet ovenfor pile, der viser størrelse og retning af de kræfter, som virker på containeren idet den trækkes op ad ladet.

c) Beregn gnidningskoefficienten mellem ladet og containeren under bevægelsen.

Løsning af opgaven

Udklip fra TI-Nspire. Brugere af programmet vil kende de lidt specielle måder, ting ser ud på. Fx kender TI-Nspire ikke forskel på store og små bogstaver.

En container trækkes op på ladet af en lastvogn med den konstante fart $v := \frac{0.25 \cdot \text{m}}{\text{s}}$

Trækkræften er $f_s := 78400 \cdot \text{N}$

a) Beregn den effekt, hvormed trækkræften udfører arbejde på containeren.

Formlen $P = F \cdot v$ benyttes: $p := f_s \cdot v \rightarrow 19600. \cdot \text{W} \approx 20\text{kW}$

Ladet hælder med vinklen $\alpha := 28^\circ$ og containerens masse er $m := 9.2 \cdot \text{tonne} \rightarrow 9200. \cdot \text{kg}$

b) Indtegn på billedet pile, der viser størrelse og retning af de kræfter, der virker på containeren.

Først beregnes størrelsen af de kræfter, som påvirker containeren:

Tyngdekraft: $f_t := \frac{9.82 \cdot \text{N}}{\text{kg}} \cdot m \rightarrow 90344. \cdot \text{N} \approx 90 \text{ kN}$


Normalkraft: $f_n := f_t \cdot \cos(\alpha) \rightarrow 79769. \cdot \text{N} \approx 80 \text{ kN}$

Gnidningskraft = forskel mellem trækkræften og tyngdekraftens komponent ned langs ladet

$f_{gn} := f_s - f_t \cdot \sin(\alpha) \rightarrow 35986.1 \cdot \text{N} \approx 36 \text{ kN}$

For at tegne pilene ind på bilaget, oprettes et geometrivindue 3: Tilføj Geometri og et skærmbillede af bilaget indsættes. Sørg for, at der er god plads omkring figuren i skærmbilledet, så der er plads til pilene, dvs. kraftvektorerne.

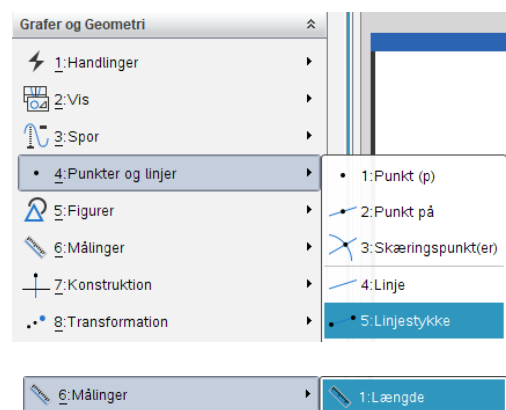
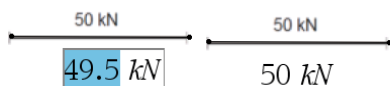
Øverst til højre i geometrivinduet er der en målestok, som normalt viser 1 cm . Vi ændrer nu denne

målestok ved hjælp af den kraftskala, som er givet i bilaget  på følgende måde: Indsæt et linjestykke, som ligger ovenpå kraftskalaen og mål længden af denne (højreklik - målinger - længde):

Udregn forholdet: $50/6.3 = 7.93$

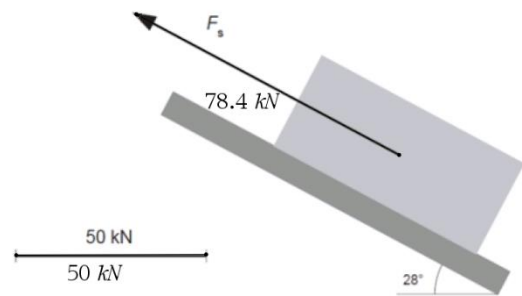
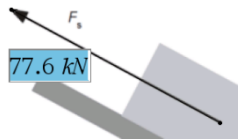
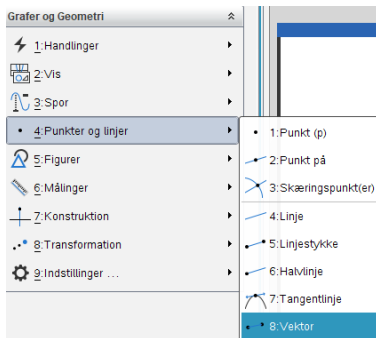
Klik derefter på geometriskalaen i øverste højre hjørne og juster tal og enhed til dette forhold: 7.93 kN .

Nu viser kraftskalaen rigtigt. Højreklik evt på måltallet og skriv 50 kN, hvis der ikke vises præcis 50 kN:



Nu er vi klar til at indtegne kraftpilene som krævet i opgaveteksten. Ovenfor har vi beregnet normalkraften til 80 kN, tyngdekraften til 90 kN og gnidningskraften til 36 kN. Vi kan indsætte vektorer i geometriværktøjet og justere deres længde så de passer. Vi benytter også geometriværktøjets konstruktionsværktøj "vinkelret".

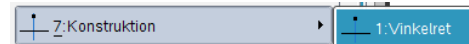
Først indsættes en vektor ovenpå trækraften og længden måles og justeres, så længden er 78.4 kN som oplyst i opgaveteksten: Højreklik på vektoren og vælg målinger - længde. Klik på længden og justér længden til 78.4 kN ved simpelthen at skrive tallet. Så justeres vektorens længde. Det passer med tegningen 😊.



Normalkraften:

Vha Grafer og geometri - konstruktion konstrueres en linje, som er vinkelret på trækraften. Linjen gøres stippet, så den ikke dominerer: Højreklik - attributter - vælg stippet.

Derefter indlægges en vektor langs med denne linje, længden måles og længden justeres til 80 kN, igen ved at klikke på den målte længde og indtaste den korrekte længde på 80 kN.

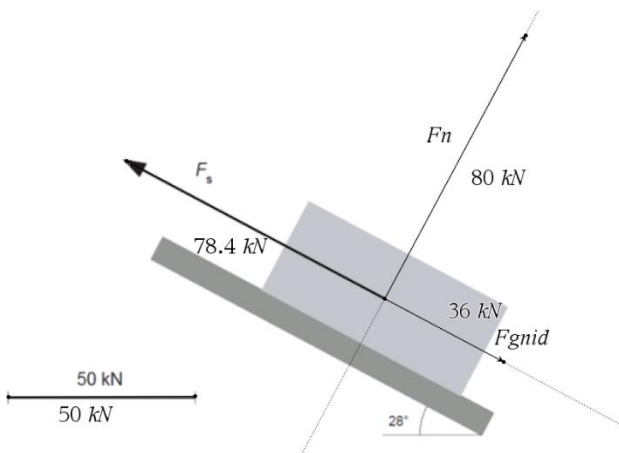
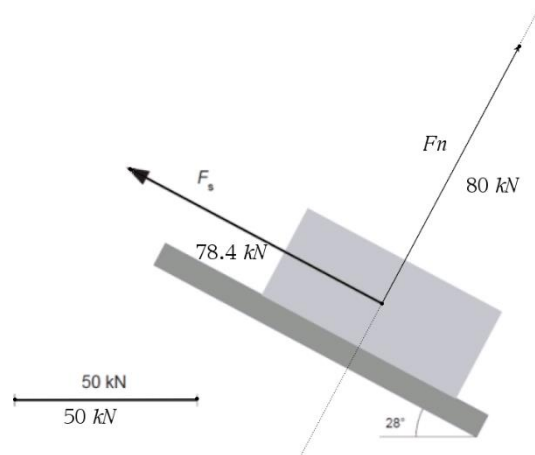


Ved at højreklikke på normalvektoren (brug evt TAB for at skifte fra linje til vektor) kan den navngives F_n .

Gnidningskraften:

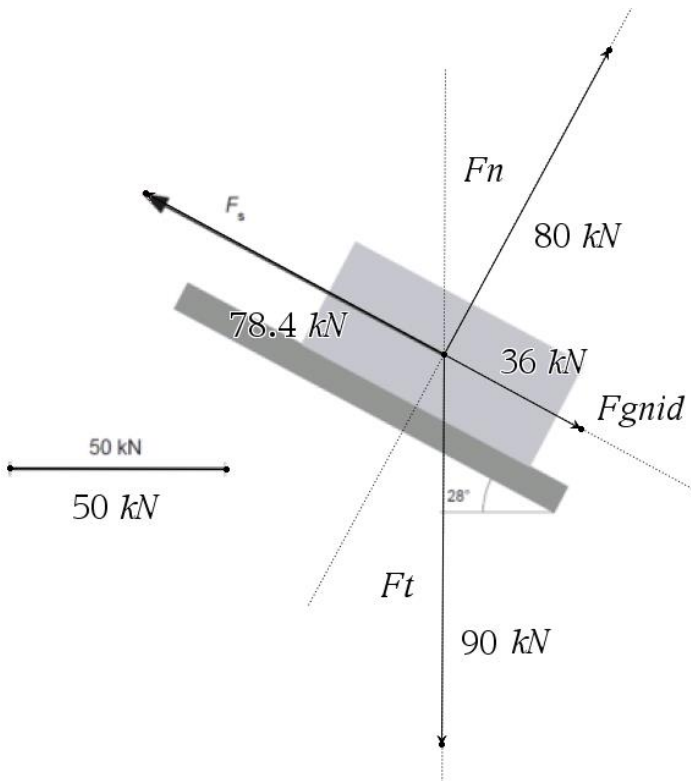
En halvlinje indsættes bagud gennem de to endepunkter af trækraften og gøres stippet. Langs med denne linje indsættes en vektor bagud, længden måles og længden justeres til 36 kN.

Vektoren navngives F_{gnid}



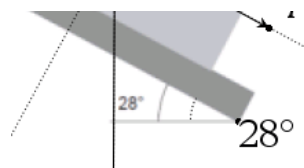
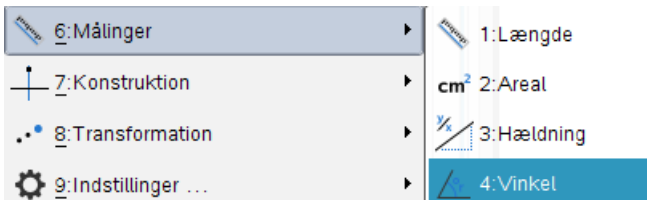
Tyngdekraften:

Først konstrueres en vinkelret linje gennem tyngdepunktet. Kraftskalaen bruges som vandret. Derefter indsættes en vektor ned langs med denne, længden måles og justeres til 90 kN og figuren er færdig:



Bonus (ikke krævet i opgaven):

Geometriværktøjet giver mulighed for at tjekke, at vinklen på figuren faktisk er 28°



Indsæt tre punkter langs med vinklens ben og mål vinklen >>

Endelig kan spørgsmål c) besvares:

c) Beregn gnidningskoefficienten mellem lad og container.

Formlen $F_{\text{gnid}} = \mu \cdot F_N$ benyttes, hvor gnidningskoefficienten μ isoleres:

$$\mu = \frac{f_{\text{gn}}}{f_n} \rightarrow 0.451128$$

Gnidningskoefficienten er 0.45