

Statica (WB) college 12

Friction Ch. 8.1-8.4

Guido Janssen

G.c.a.m.janssen@tudelft.nl

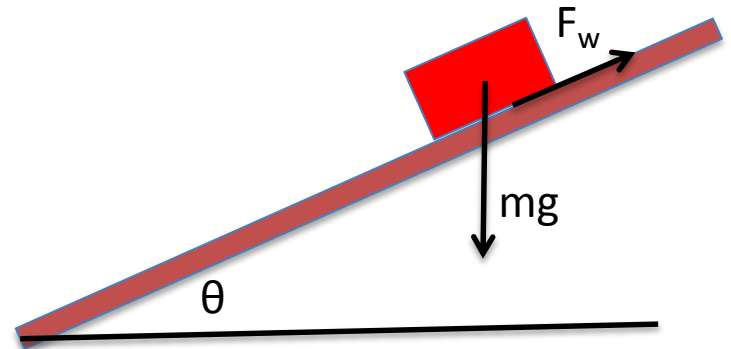
Droge wrijving i.t.t. smering

Wrijving werkt de beweging tegen van twee voorwerpen die over elkaar glijden.

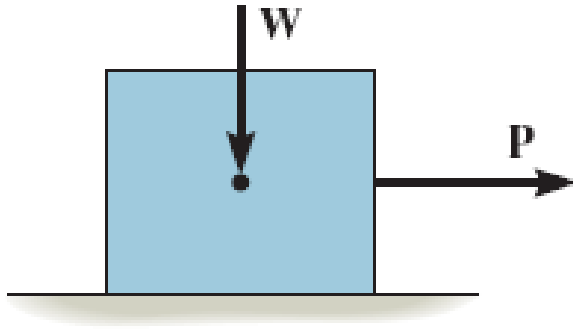
Wrijving werkt langs het oppervlak , daar waar de lichamen in contact zijn.

Wrijving werkt de bestaande of mogelijke relatieve beweging tegen.

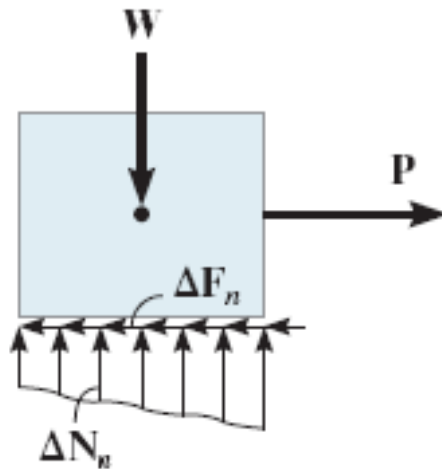
Wij bespreken droge wrijving, ook wel Coulomb wrijving genoemd.
Daarnaast bestaat er ook nog “vloeistof wrijving”, smering.



Droge wrijving - 2

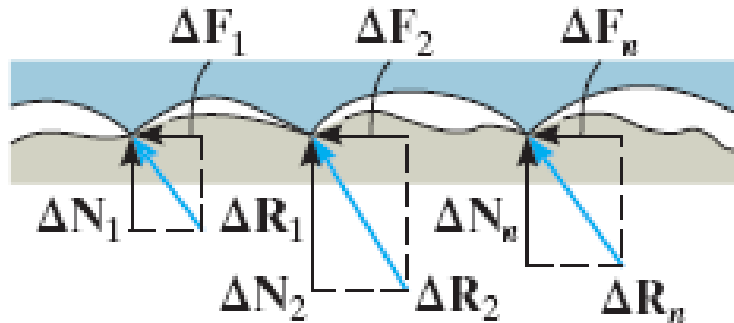


Trek aan het blok met gewicht W met een steeds groter wordende horizontale kracht P .
Wat gebeurt er zolang het blok nog niet beweegt?



Een verdeelde normaalkracht en een wrijvingskracht langs het contact van het blok met de ondergrond.

Droge wrijving - 3



Op microscopische schaal zijn er veel vervormende contactpunten. In die punten wordt de normaalkracht en de wrijvingskracht “geleverd”.

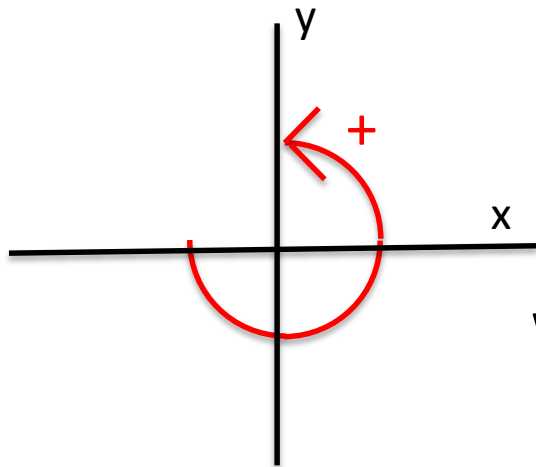
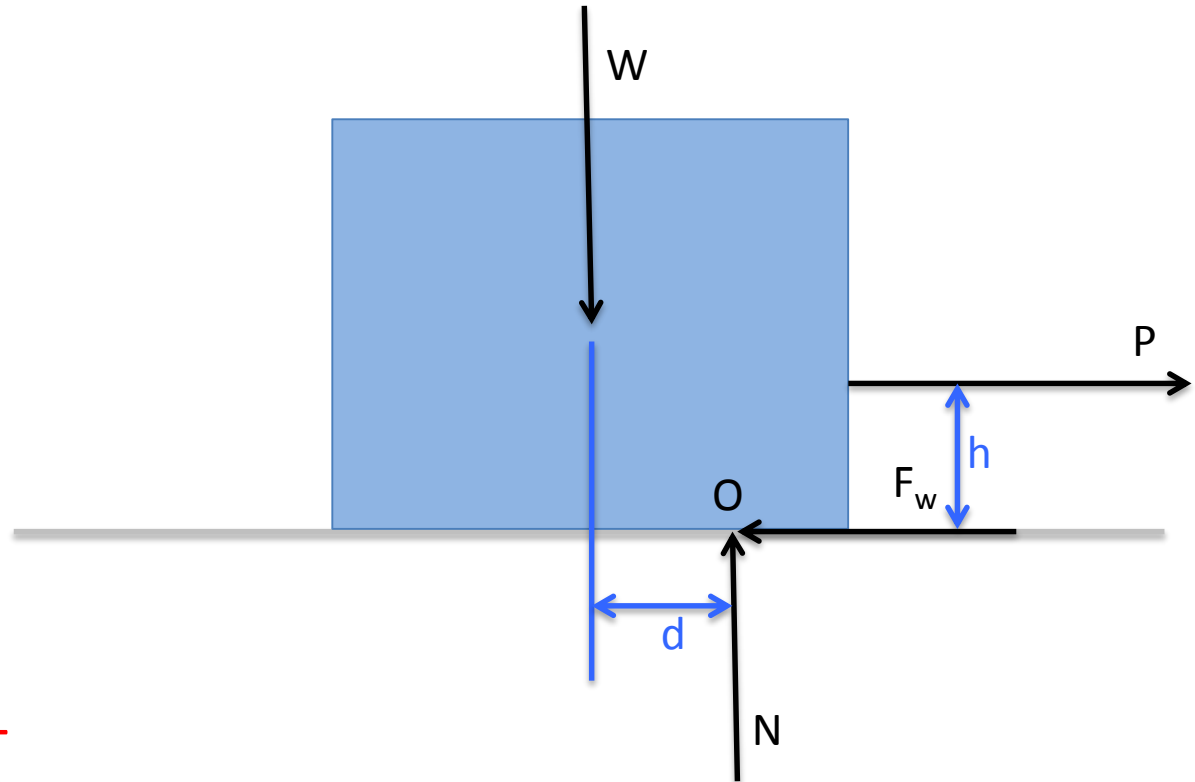
Onze taak is het om de grootte van de wrijvingskracht en de werklijn van de normaalkracht te bepalen.

FBD van stilstaand blok

$$P - F_w = 0$$

$$N - W = 0$$

$$W \cdot d - P \cdot h = 0$$



Wat gebeurt er als we P groter maken?

Hibbeler gebruikt in Fig. 8-1 verwarrend " x " voor " d ".

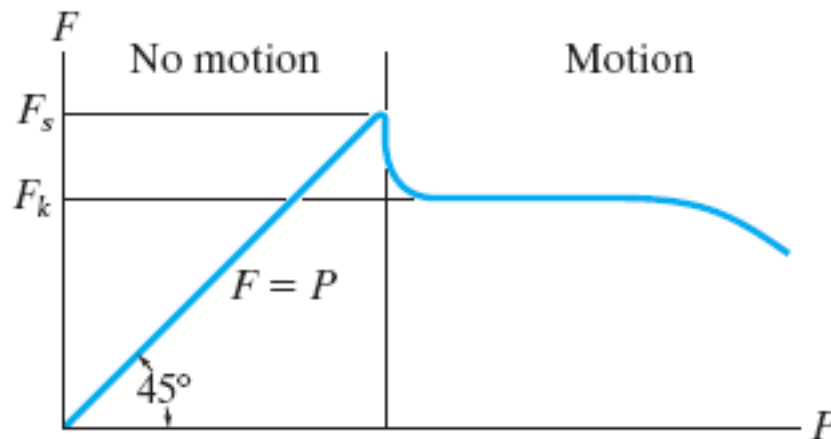
Hoe groot kan F_W maximaal worden?

In het statische geval:

$$F_s^{\max} = m_s N$$

In geval van beweging (kinetisch):

$$F_k = m_k N$$



$F_s = m_s N$ geldt alleen als het voorwerp op het punt staat om te gaan bewegen!

Waardes voor μ_s en μ_k

Contact Materials	Coefficient of Static Friction μ_s
Metal on ice	0.03 – 0.05
Wood on wood	0.30 – 0.70
Leather on wood	0.20 – 0.50
Leather on metal	0.30 – 0.60
Aluminum on aluminum	1.10 – 1.70

μ_k is iets tot de helft kleiner dan μ_s .

Nog meer waarden

materiaal	μ_k	μ_s
staal/messing	0,2	0,25
staal/staal	0,15	0,3
staal/ijs	0,015	0,03
rubber/staal	0,5	1
rubber/wegdek	0,5	1
remvoering/staal	0,5	0,7
staal/teflon	0,05	0,05
plastic/teflon	0,03	0,03
menselijke huid/ . . .	3	5

Tug of war

http://www.streetfire.net/video/top-gear-mercedes-cl65-amg-car-review_694484.htm

Start 6min20sec.

Hoeveel kracht op de weg kan de motor leveren?

Koppel (torque) van de motor : 800 Nm.

Vertraging (1e versnelling) 5x

Koppel op de weg 4000 Nm.

Straal van het wiel 0.3 m.

Kracht op de weg 12.000 N.

Hoeveel kracht kan de band op de weg overdragen?

Massa van auto is 2000 kg. Hiervan drukt slechts $500(9.81)$ N op de aangedreven achteras. De statische wrijvingscoëfficiënt tussen rubber en asfalt is ongeveer 1.

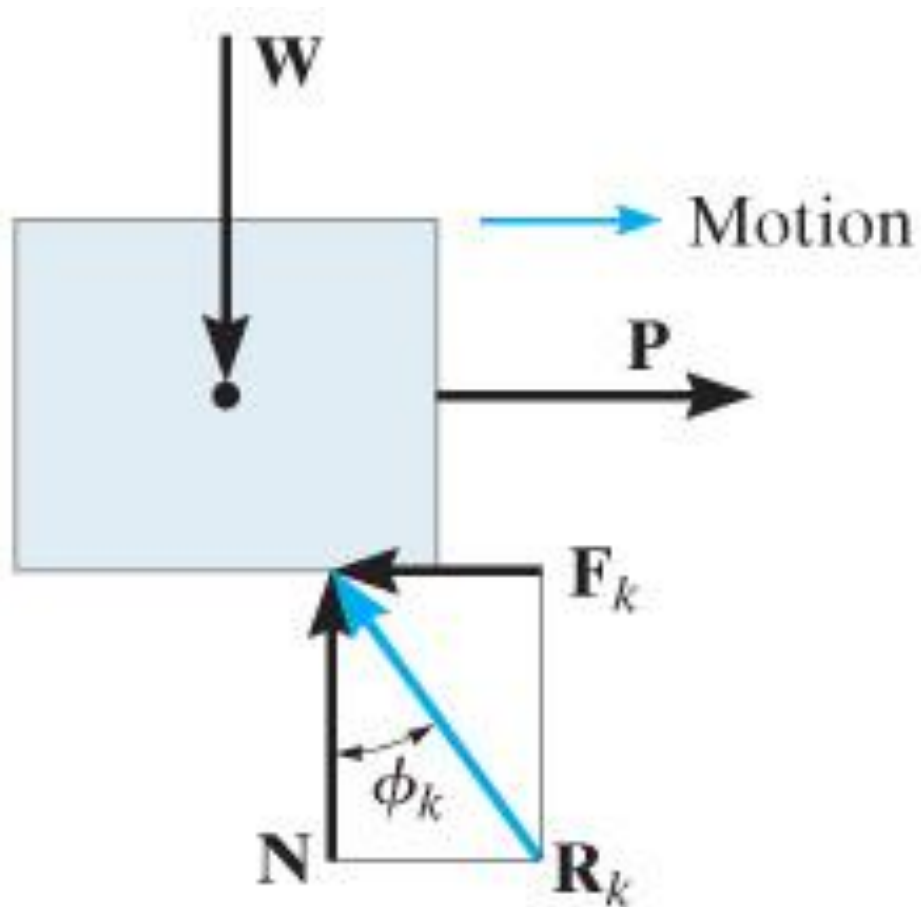
De Normalkracht van de weg op de achterwielen is $500 \times 9.81 = 4905$ N.
De maximale wrijvingskracht is dan ook 4905 N.

Als de mannen ieder $4905/8 = 613$ N leveren staan ze op het punt de stilstaande auto achteruit te trekken.

De kracht die de motor kan leveren is 12000 N, slip en launch control.

De dynamische wrijvingscoëfficiënt is 0.5. Je ziet in het filmpje dat de auto achteruit getrokken wordt als de wielen spinnen.

Wrijvingshoek ϕ_k

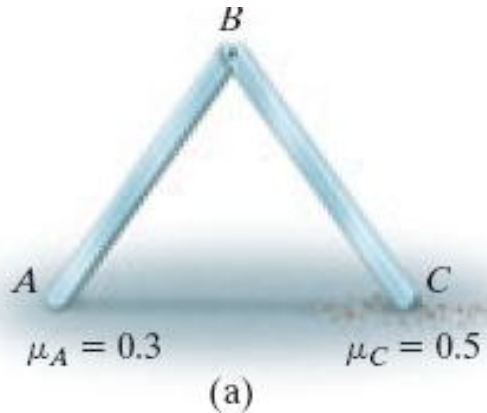


$$\tan(j_k) = \frac{F_k}{N} = \frac{m_k N}{N} = m_k$$

Zo ook:

$$\tan(j_s) = \frac{F_s}{N} = \frac{m_s N}{N} = m_s$$

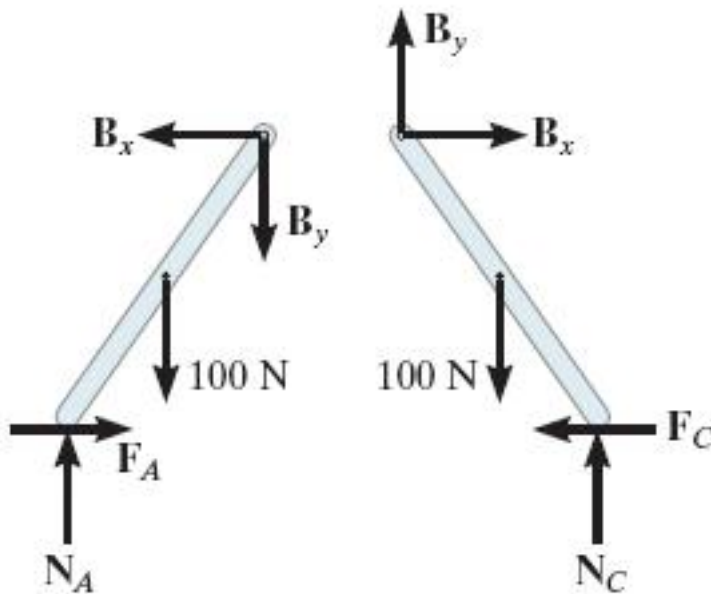
8.2 Typisch wrijvingsprobleem



Bij evenwicht moet gelden voor de wrijving in A en C:

$$F_A \leq m_A N_A$$

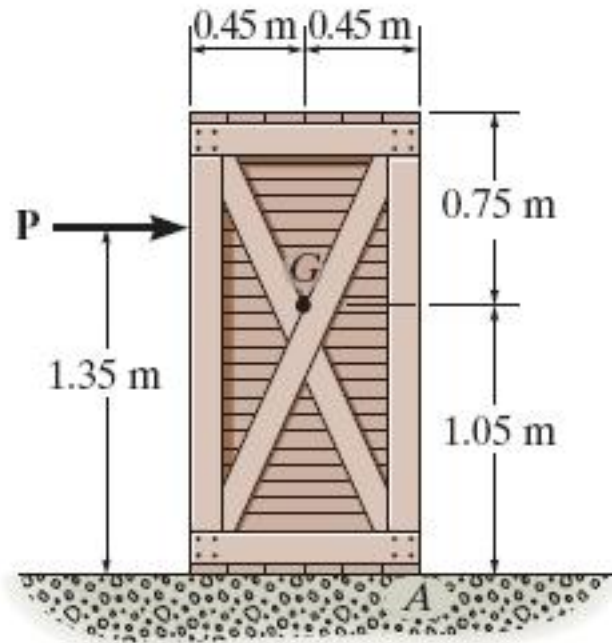
$$F_C \leq m_C N_C$$



Tel het aantal onbekenden, tel het aantal vergelijkingen.

Controleer na oplossen dat de benodigde F_A en F_C niet te groot zijn.

Fundamental problem F8-5



Kist van 125 kg.

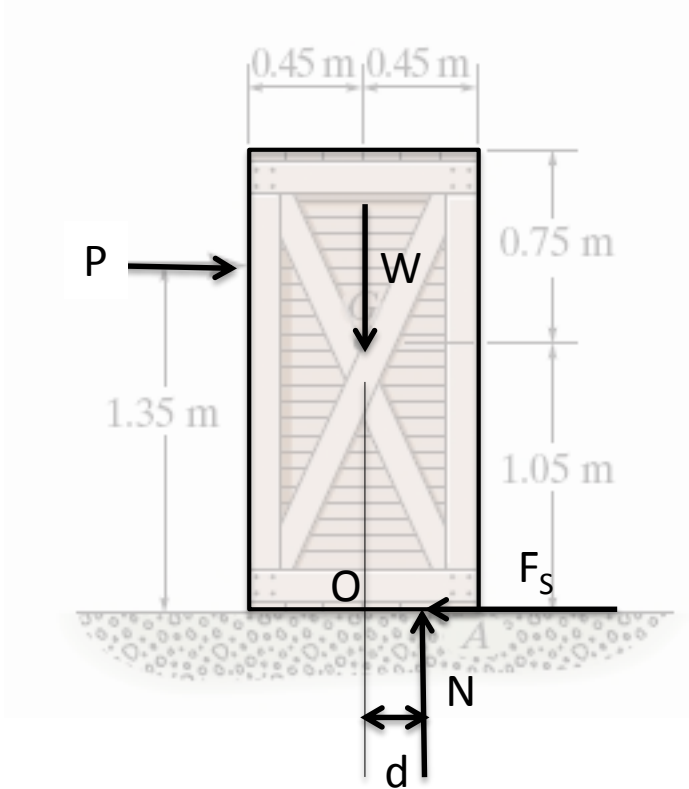
Zwaartepunt bij G .

$\mu_s = 0.4$ (tussen kist en vloer)

Hoe groot mag je P maximaal maken voor de kist gaat bewegen?

Gaat de kist schuiven of kantelen om punt A ?

Neem aan: Staat op het punt te gaan schuiven.

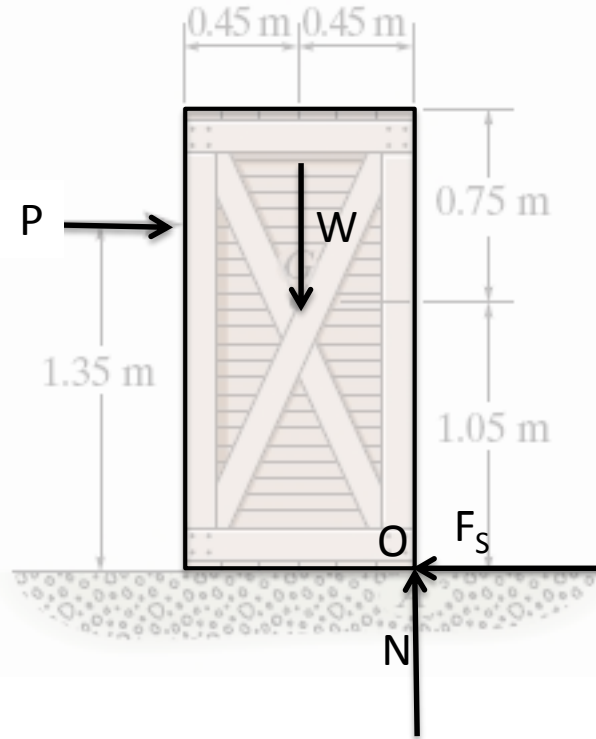
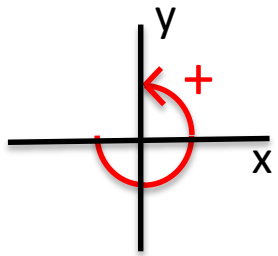


De krat zal eerder kantelen dan dat hij gaat schuiven.

$$Nd = 1.35P$$

$$d = 1.35 \frac{P}{N} = 1.35 \frac{F_s}{N} = 1.35 \frac{m_s N}{N} = 0.4 \cdot 1.35 = 0.54 \text{ m}$$

Neem aan: kantelen voor schuiven.



$$P - F_s = 0$$

$$N - W = 0$$

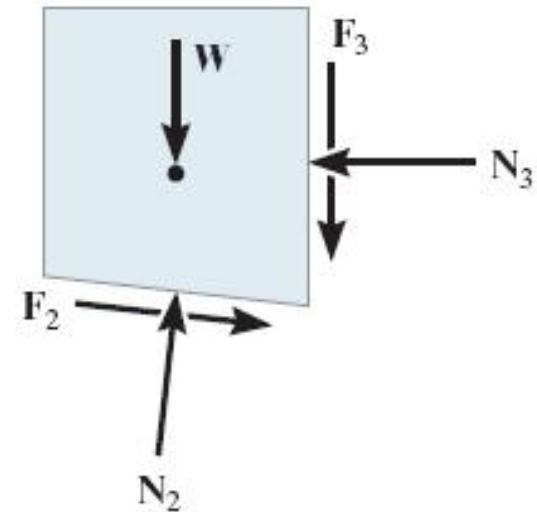
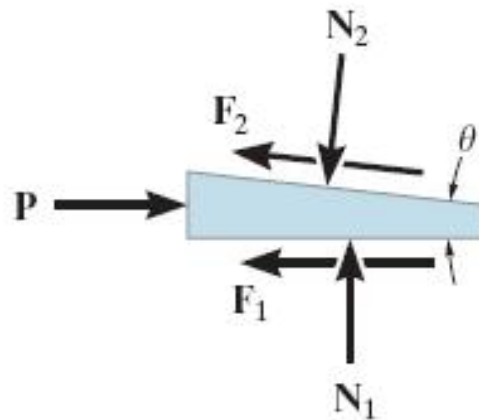
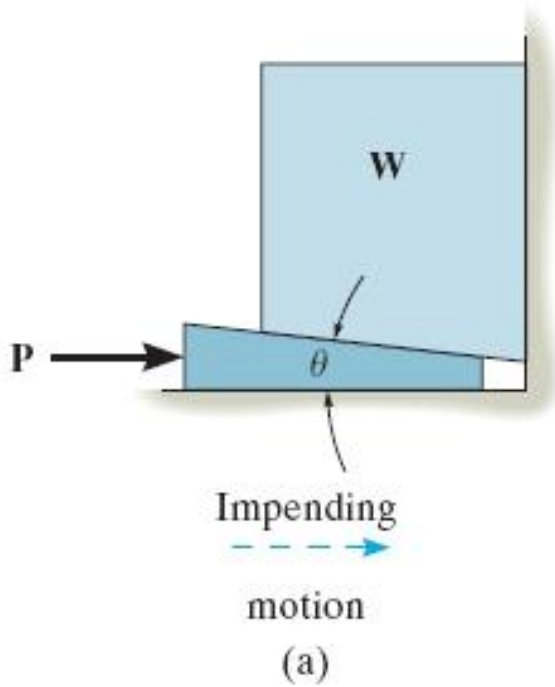
$$0.45W - 1.35P = 0$$

$$F_s \leq 0.4N \quad (\text{normaalkracht})$$

$$P_{\max} = \frac{0.45W}{1.35} = \frac{0.45}{1.35} \cdot 9.81 \cdot 125 = 408.75 \text{ N} \quad (\text{newton})$$

Controleer nog wel even dat de wrijvingskracht die je nodig hebt niet te groot is.

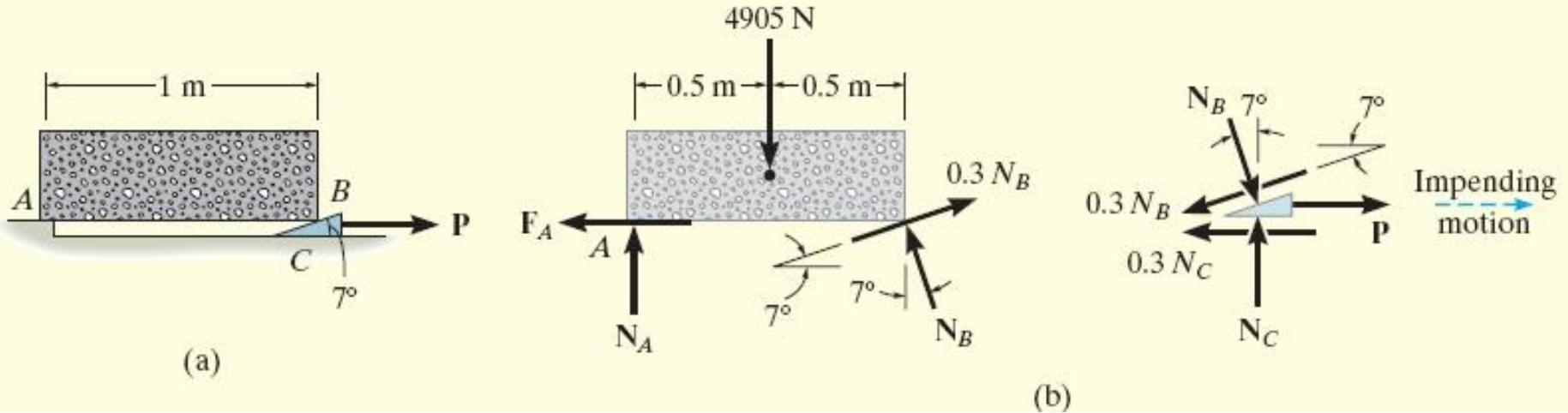
Wiggen - 1



(b)

Als bij afwezigheid van een kracht P de wig niet gaat bewegen heet hij "self locking".

Wiggen - 2

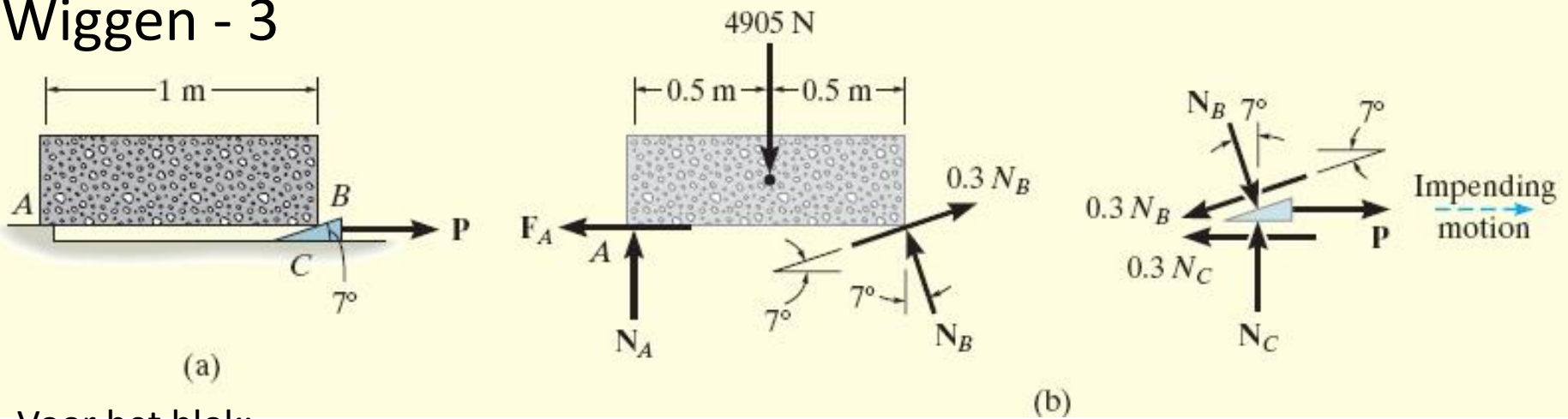


De steen van 500 kg wordt horizontaal gehouden met de wig bij B. De statische wrijvingscoëfficiënt tussen wig en steen en tussen wig en grond is $\mu_s=0.3$. Bereken de kracht P , net nodig om de wig onder de steen vandaan te trekken. Neem aan dat de steen niet slipt bij A.

5 onbekenden

5 vergelijkingen (3 voor het blok, 2 voor de wig.)

Wiggen - 3



Voor het blok:

$$\overset{\text{linksom}}{\underset{\text{positief}}{\dot{a}M_A}} = 0; \quad -4905(0.5) + (N_B \cos 7^\circ)(1) + (0.3N_B \sin 7^\circ)(1) = 0 \quad N_B = 2383.1 \text{ N}$$

Voor de wig:

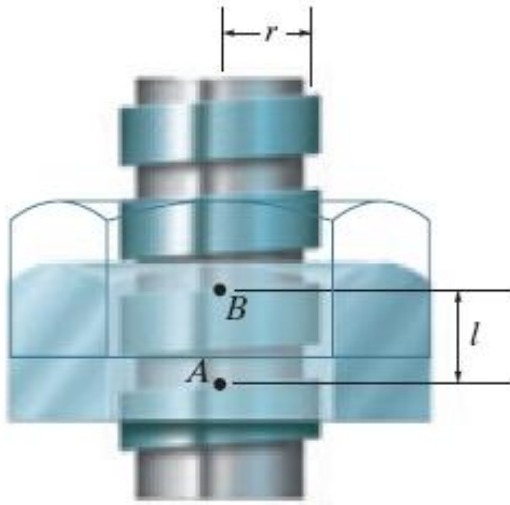
$$+ - \dot{a}F_y = 0; \quad N_C - 2383.1 \cos 7^\circ - 0.3(2383.1 \sin 7^\circ) = 0 \quad N_C = 2452.5 \text{ N}$$

$$\overset{+}{\rightarrow} \sum F_x = 0; \quad 2383.1 \sin 7^\circ - 0.3(2383.1 \cos 7^\circ) + P - 0.3(2452.5 \text{ N}) = 0$$

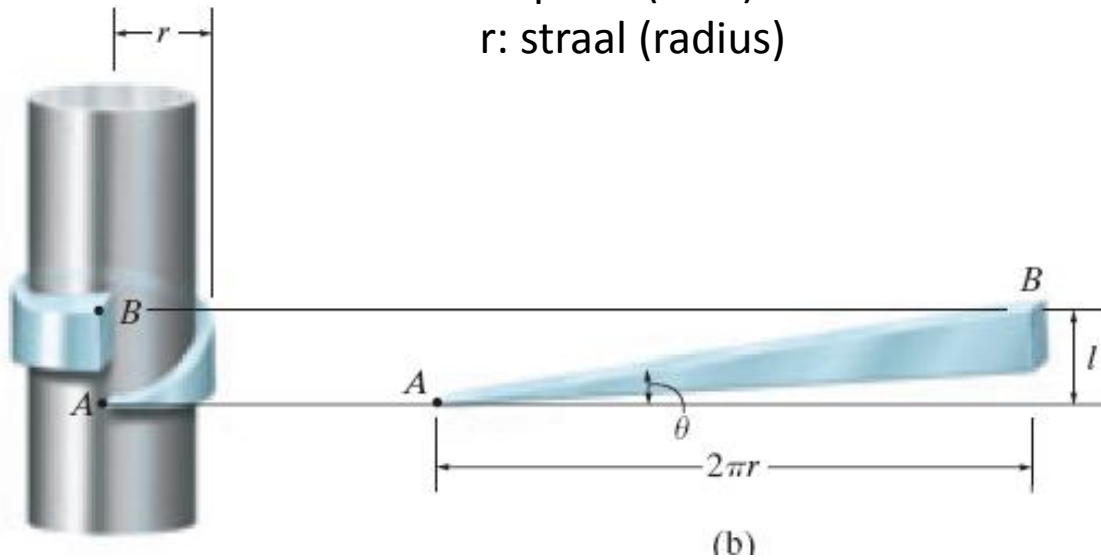
$$P = 1154.9 \text{ N} = 1.15 \text{ kN}$$

P is positief, je moet aan de wig trekken om hem te verwijderen: "self locking"

Schroeven

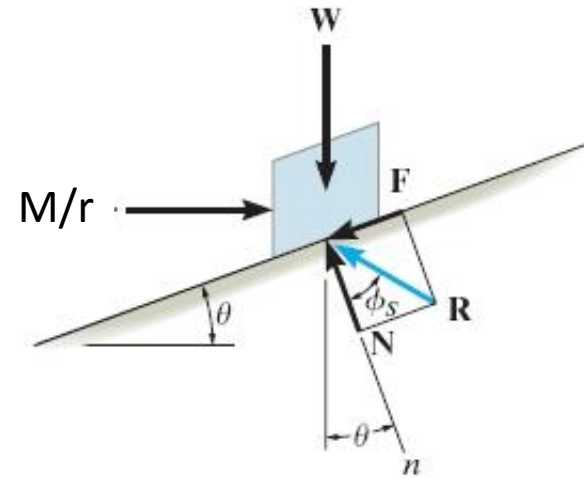
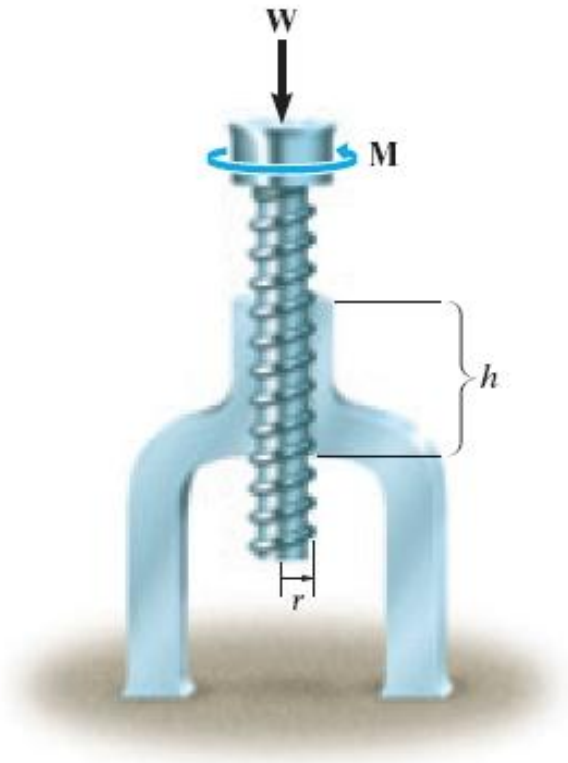


l : spoed (lead)
 r : straal (radius)



$$\tan(\mathcal{J}) = \frac{l}{2\pi r}$$

Upward impendig, op het punt om naar boven te gaan



Upward screw motion
(a)

$$\begin{aligned}
 + \rightarrow \sum F_x = 0; & \quad \frac{M}{r} - R \sin(f_s + q) = 0 \\
 + \uparrow \sum F_y = 0; & \quad R \cos(f_s + q) - W = 0
 \end{aligned}$$

$$M = rW \tan(q + f_s)$$

Doe zelf

Self locking

Downward impending motion

huiswerk

Self locking screw, downward impending screw napluizen:	0.5 uur
Kennis nemen van Toets 12:	0.5 uur
Terugkijken op paragraaf 8.1 t/m 8.4:	0.5 uur
Toets 12 maken*:	4.0 uur
Voorbereiden paragrafen 8.5 t/m 8.8	1.0 uur
	<hr/>
Totaal:	6.5 uur

* Als je niet uit de sommen van Toets 11 komt, of geen toegang hebt, begin dan met de “fundamental problems” uit het boek en doe vervolgens wat gewone opgaven of de sommen op “Mastering Engineering”(zie announcement Bb). Ook in schrift, ook meenemen naar werkcollege.