

# Gnidnings- og luftmodstand

# Newton's første lov

## **Inertiens Lov**

En partikel, der ikke påvirkes af kræfter, eller af kræfter med resultanten nul, vil enten bevæge sig jævnt og retlinjet, eller ligge stille.

# Newton's anden lov

## Loven om kraft og acceleration

En partikel med massen  $m$ , der påvirkes af kræfter med resultanten  $F_{res}$ , får en acceleration  $a$ , der er proportional med  $F_{res}$ :

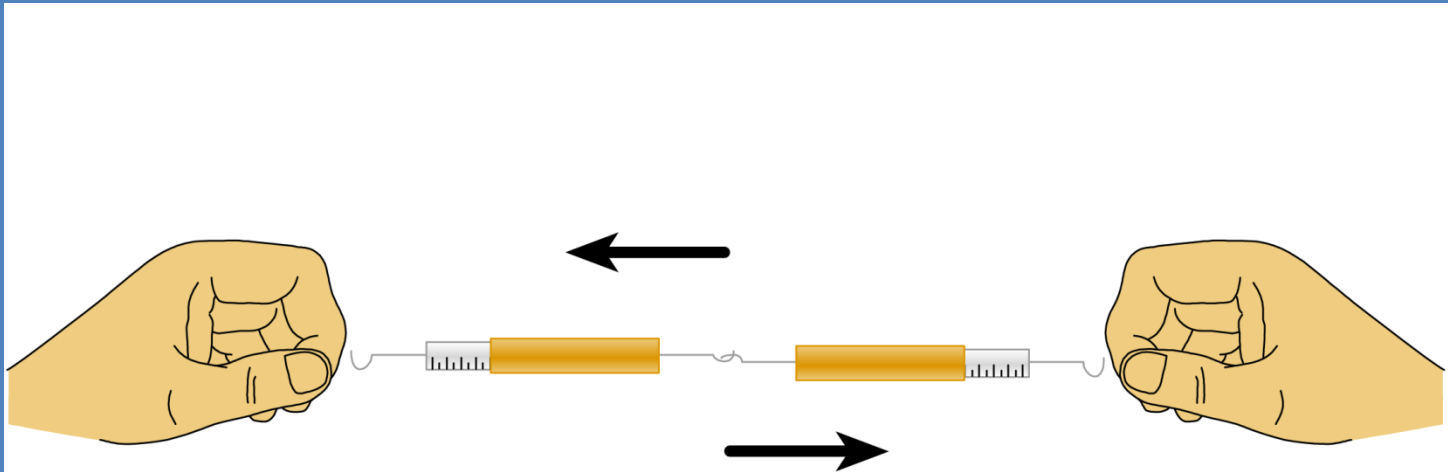
$$F_{res} = m \cdot a$$

$$[N = kg \cdot m/s^2]$$

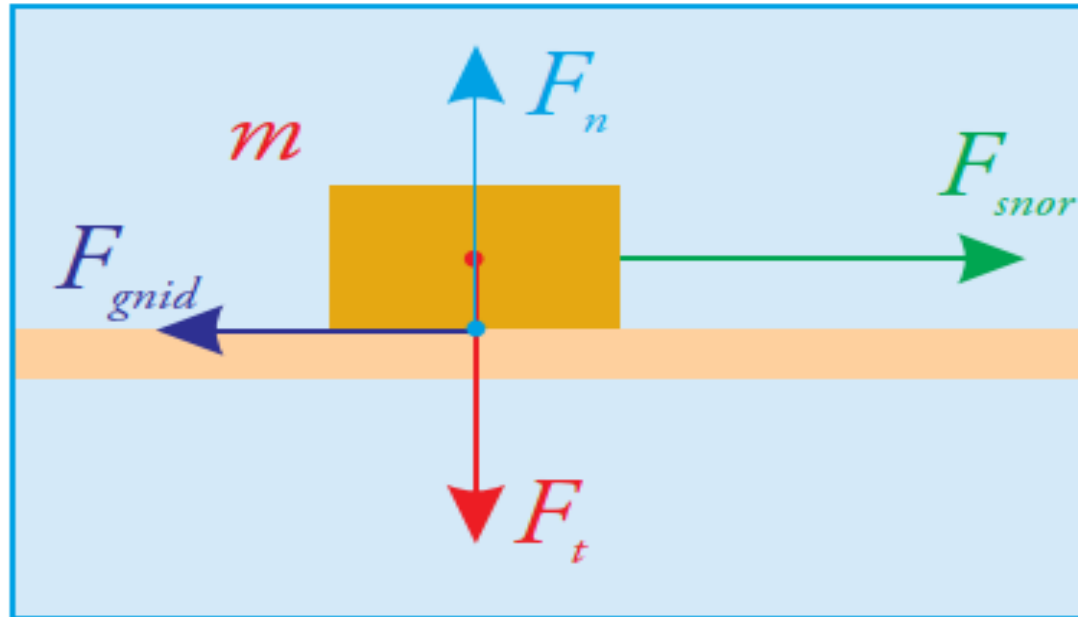
# Newton's tredje lov

## Loven om aktion og reaktion

Kræfter optræder altid i par. To legemer påvirker altid hinanden med kræfter, der er lige store og modsat rettede.

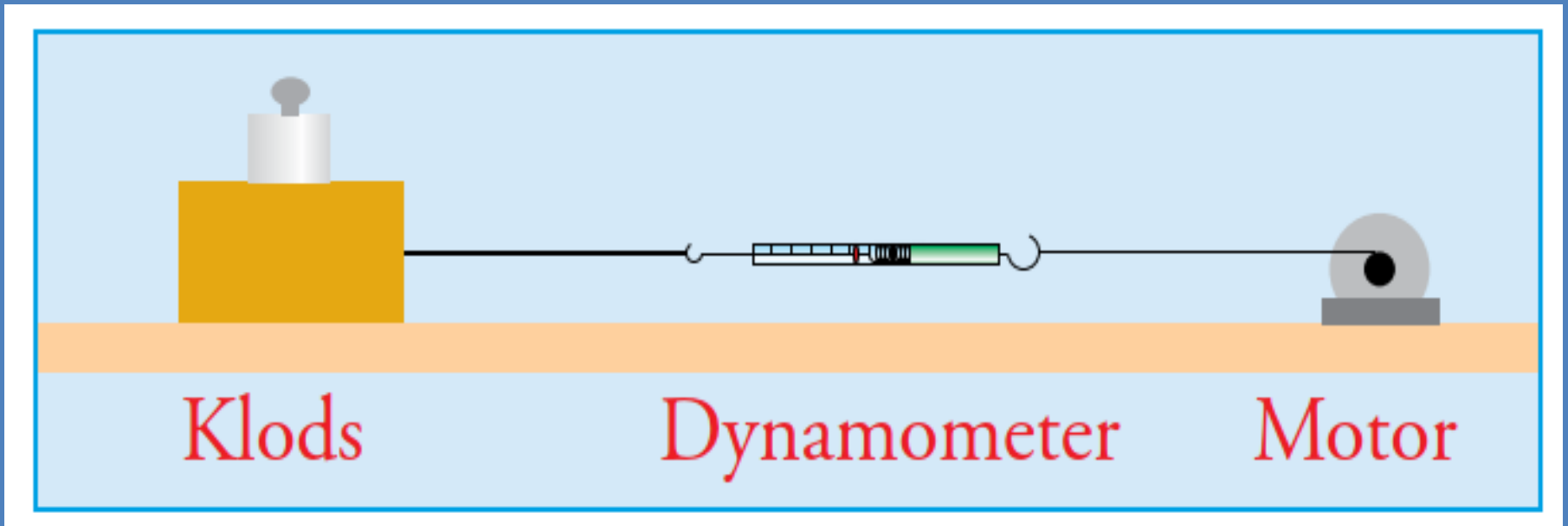


# Gnidnings kraft



*Kræfter på en klods, der trækkes hen over en ru flade*

# Forsøg 2.13



# Forsøg 2.13

- Antag nedenstående målinger af masse og  $F_{\text{gnid}}$ .
- Kontroller udregninger af  $F_n$ .
- Afbild  $F_{\text{gnid}}$  som funktion af  $F_n$ . Hvad viser grafen?

$m$	kg	0,179	0,358	0,537	0,714	0,948
$F_n = mg$	N	1,76	3,52	5,28	7,01	9,31
$F_{\text{gnid}}$	N	0,20	0,46	0,71	0,98	1,31

# Coulombs gnidningslov

$$F_{gnid} = \mu \cdot F_n$$

- Gnidningskoefficienten afhænger af materialet der kigges på.
- denne gnidningslov er ikke er en eksakt lovmæssighed, men giver en omtrentlig værdi for gnidningskraften

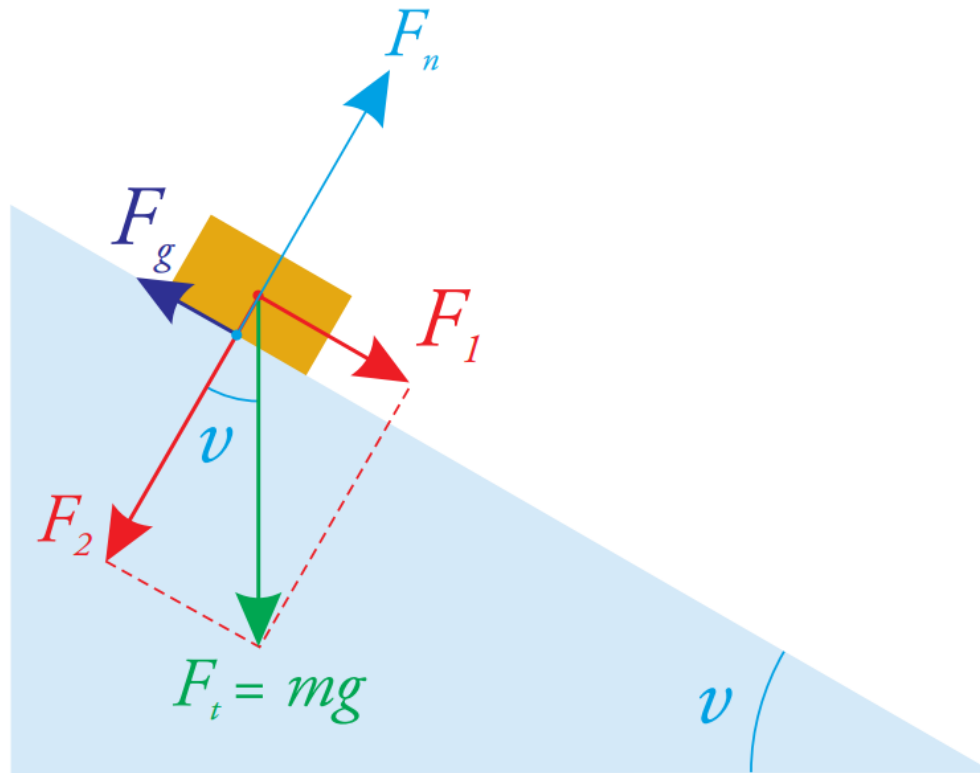
Eksempel	$\mu$
stål mod is	0,02
skivoks mod sne (0 °C)	0,03–0,06
træ mod træ	0,2–0,7
glas mod glas	0,4
bildæk mod iset asfalt	0,02
bildæk mod våd asfalt	0,5
bildæk mod tør asfalt	0,7
gummi mod beton	1

# Gnidningskoefficient

- Gnidningskoefficienterne er de såkaldt **dynamiske** gnidningskoefficienter, dvs. de gnidningskoefficienter der gælder, når de materialer, der gnider mod hinanden, bevæger sig i forhold til hinanden.
- Ligger materialerne imidlertid stille i forhold til hinanden, vil gnidningskraften være noget større, i tilfældet med dæk mod asfalt ca. 30 %.
- **Statisk** gnidningskoefficient.

Eksempel	$\mu$
stål mod is	0,02
skivoks mod sne (0 °C)	0,03–0,06
træ mod træ	0,2–0,7
glas mod glas	0,4
bildæk mod iset asfalt	0,02
bildæk mod våd asfalt	0,5
bildæk mod tør asfalt	0,7
gummi mod beton	1

# Coulombs gnidningslov



*Kræfter på et ru skråplan. Summen (resultanten) af alle kræfter er  $F_1 - F_g$*

# Luftmodstand

$$F_{\text{gnid}} = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$

$c_w$

formfaktor, afhænger af legemets form

$A$

frontareal, vinkelret på bevægelsesretning

$\rho$

densitet af luft/væske

$v$

farten

Eksempel	$c_w$
cyklist i oprejst stilling	1,1
cyklist i foroverbøjet m. racercykel	0,8
cyklist i aerodynamisk kåbe	0,1
veteranbil	0,8
moderne bil	0,3
flad plade	1,4
kugle	0,5

# Eksempel



Bilen på billedet side 274 vejer 1400 kg.

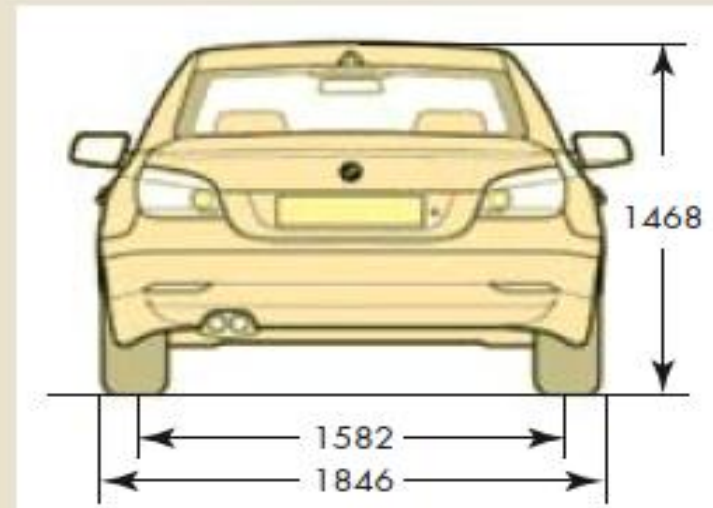
Vi kan derfor finde gnidningskraften mellem bilens hjul og tør asfalt.

Normalkraften er i dette tilfælde lige så stor som tyngdekraften, så gnidningskraften bliver så:

$$\begin{aligned} F_{\mu} &= \mu \cdot F_N = \mu \cdot F_t \\ &= 0,7 \cdot 1400 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \\ &= 9623 \text{ N} = 10 \text{ kN} \end{aligned}$$

E11.8 Vi vil finde luftmodstanden på bilen på billedet side 274, når den kører 100 km/h, dvs. 27,7 m/s.

Bilen er ca. 1,8 m bred og 1,47 m høj fra jorden, dvs. 1,2 fra bunden af bilen. Bilen har derfor et tværsnitsareal på 2,16 m<sup>2</sup>.



Hvis vi antager, at den har en  $c_w$  på 0,3 så kan vi sætte ind i formlen:

$$\begin{aligned} F_{\text{luftmodstand}} &= \frac{1}{2} c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,3 \cdot 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2,16 \text{ m}^2 \cdot (27,7 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 \\ &= 323 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^4}{\text{m}^3 \cdot \text{s}^2} = 0,3 \text{ kN} \end{aligned}$$