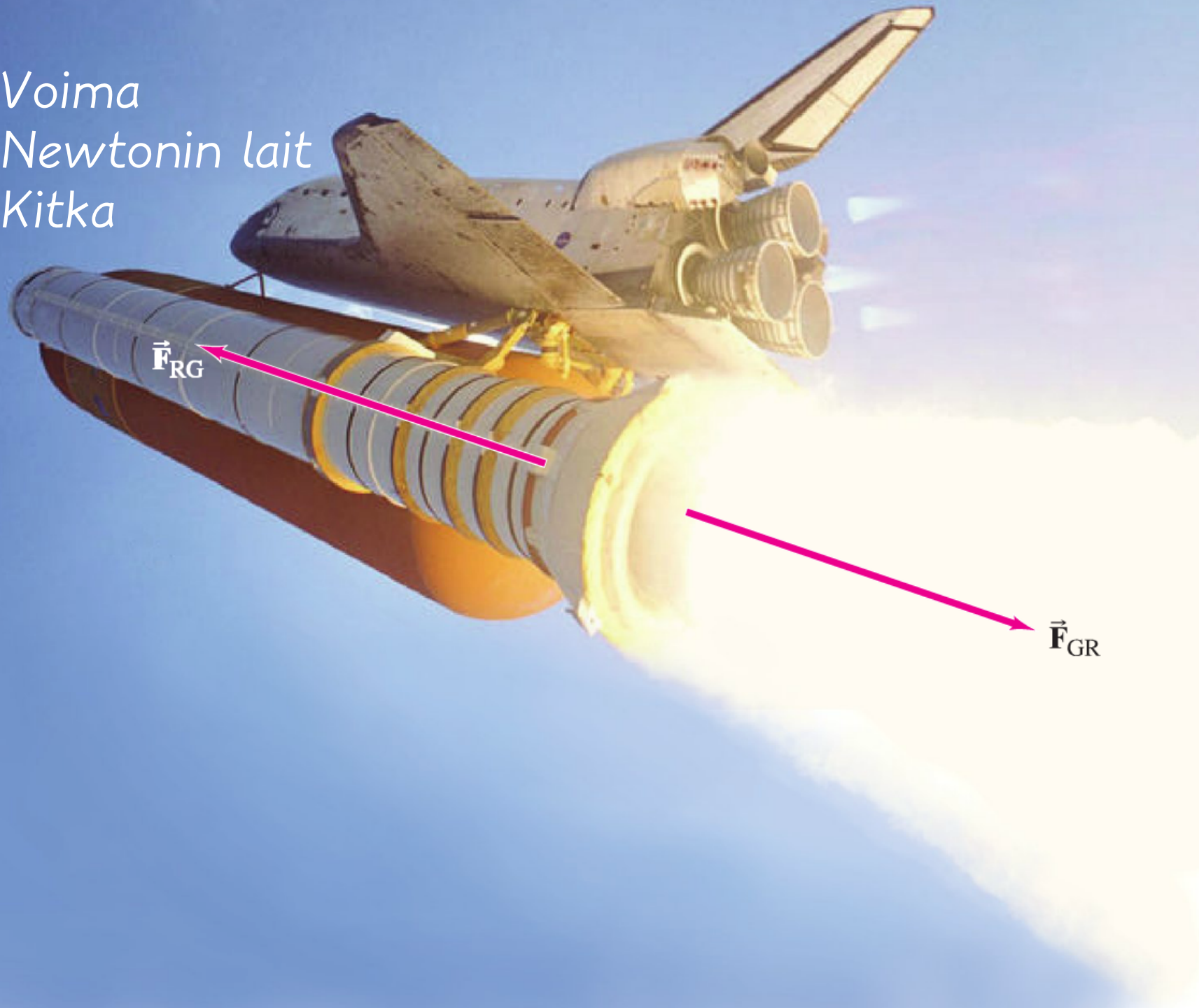


# Luku 4 Dynamiikkaa

Voima  
Newtonin lait  
Kitka



# Luku 4

## Tavoitteet:

- Määritellä keskimääräinen ja hetkellinen nopeus ja kiihtyvyys
- Kuvata paikkaa, nopeutta ja kiihtyvyyttä vektoreilla
- Perustella Newtonin mekaniikan keskeinen ajatus: voima aiheuttaa liiketilän muutoksen
- Kerrata Newtonin lait
- Hahmottaa kappaleeseen vaikuttavat voimat voimakuvion avulla

## Esitiedot

- Suureilla laskeminen
- paikan, nopeuden ja kiihtyvyyden käsitteet

Itseopiskeluun jää

Ch 13-1, 2, 4 ja 6

mutta se ei tarkoita etteikö siellä olevia keskeisiä asioita tarvittaisi.

# Vertaisopetus ja luentokysymykset

- Vastaamisesta (=osallistumisesta) saa pisteitä kurssin loppuarvosteluun
- 1. kierroksen vastaus ilman keskustelua
- Joistain kysymyksistä pääsette keskustelemaan
- Kun keskustelet, etsi joku, joka vastasi eri tavalla.
- Keskustelun jälkeen 2. kierros

oikeista  
vastauksista  
enemmän  
=>  
valmistaudu  
luennoille

Mene MasteringPhysics harjoitukseen ja etsi  
Learning Catalytics



Welcome!

➔ Enter a class session ID to join a session:

[Join](#)

➔ Or review your responses to modules that are no longer active:

[Review older class sessions](#)

## ▼ In-Class Learning

Ask students questions during class to assess their understanding in real time.

 [Learning Catalytics](#)

## ▼ Dynamic Study Modules

Dynamic Study Modules are always available for student self-study, and are now also available as assignments.

Anna tähän taululla oleva tunnus

*Ch 4*

*Newtonin lait*

## 4.2 Newtonin I laki (jatkuvuuden laki, hitauslaki)

Kappale pysyy paikallaan tai jatkaa liikettään tasaisella nopeudella, jos se ei ole vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa.

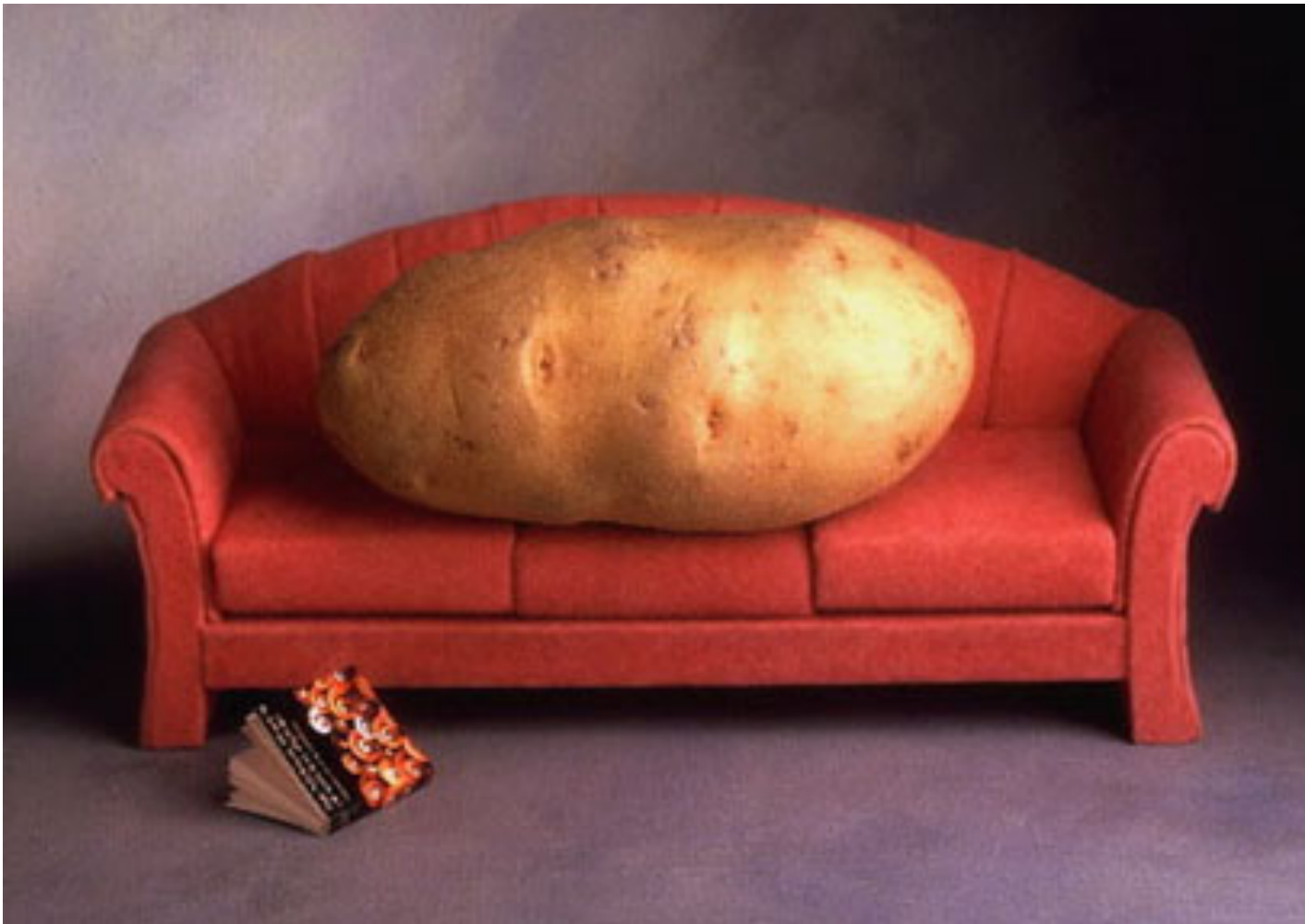
Paikallaan oleva kappale voidaan koordinaatiston vaihdolla muuttaa tasaisella nopeudella liikkuvaksi kappaleeksi ja päinvastoin, jos vaihto tehdään inertiaalikoordinaatistojen välillä.

Newtonin I laki määrittelee **inertiaalikoordinaatiston**; jokainen koordinaatisto jossa N I on voimassa on inertiaalikoordinaatisto.

Kirjassa esitetään Newtonin I laki sellaisessa muodossa, että sitä on helppo tulkita väärin. Tässä esitetty muoto on täsmällisempi ja korvaa tältä osin sen, mitä kirjassa asiasta kerrotaan.

(hitauslaki)

*Kappale pysyy paikallaan, jos se ei ole vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa.*



*Liiketilän muutokseen tarvitaan vuorovaikutus (voima)*



## 4.4 Newtonin II laki

Kappaleeseen vaikuttava ulkoinen kokonaisvoima saa aikaan kappaleen liiketilan muutoksen (kiihtyvyyden).

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

Newtonin II laki pätee vain inertiaalikoordinaatistoissa!



## 4.5 Newtonin III laki

(voiman ja vastavoiman laki)

Jos kappale A vaikuttaa kappaleeseen B voimalla  $\vec{F}_{BA}$ , niin kappale B vaikuttaa kappaleeseen A samansuuruisella, mutta vastakkaissuuntaisella voimalla  $\vec{F}_{AB}$ .

Nämä voimat vaikuttavat aina eri kappaleisiin, joten ne eivät kumoakaan toisiaan.

Vastavoimaa ei piirretä voimakuvioon.



## 4.6 Paino

Kappaleeseen Maan pinnalla kohdistuvaa gravitaatiovoimaa kutsutaan kappaleen painoksi.  $\vec{F}_G = m\vec{g}$

missä  $g$  on maan vetovoimasta johtuva vapaiden kappaleiden putoamiskiihtyvyys ja  $m$  on kappaleen ”painava massa” (gravitaatiovuorovaikutukseen liittyvä käsite).

Yhtälössä

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

esiintyvä massa  $m$  on kappaleen ”hidas massa” (inertiaan liittyvä käsite). Nämä kaksi osoittautuvat yhtä suuriksi, joten voidaan puhua massasta.

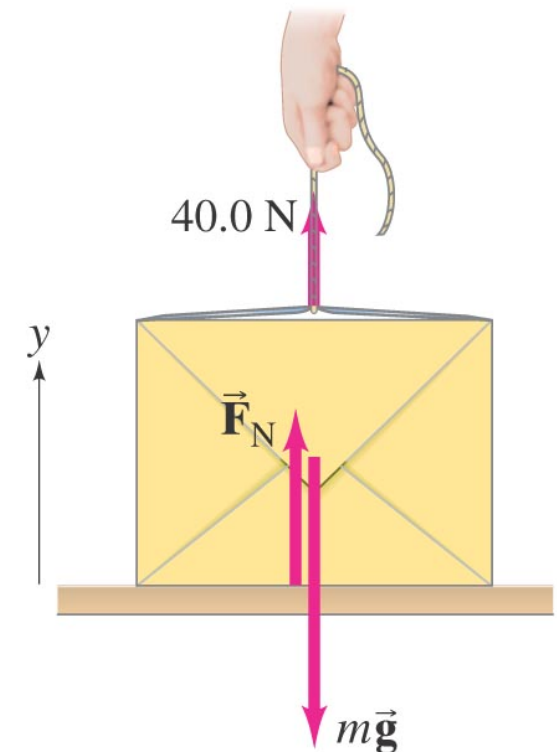
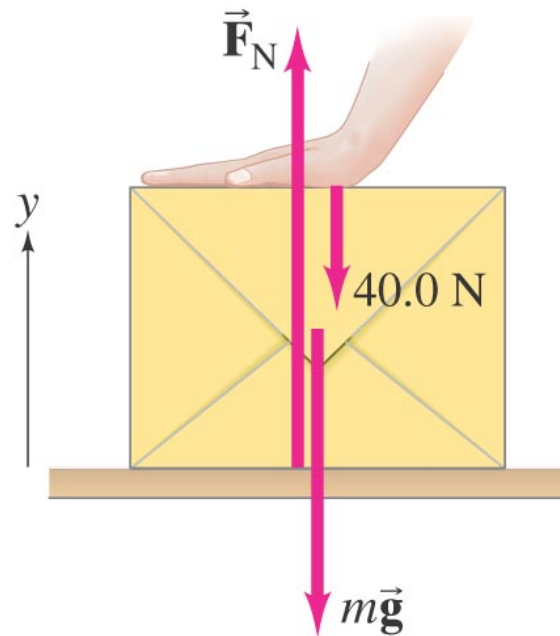
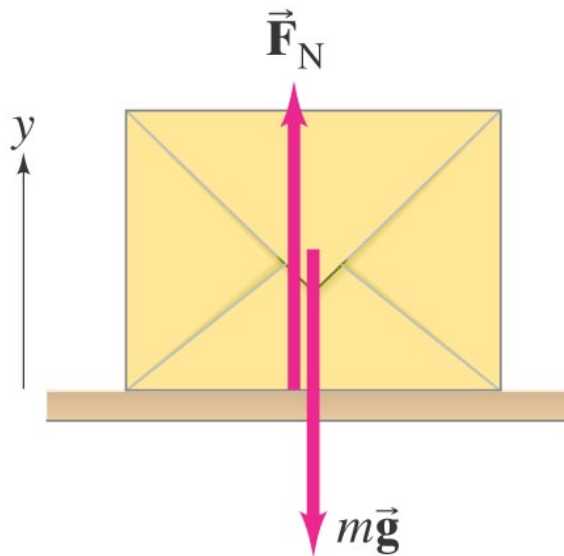
# Esimerkki 4.6 Tukivoima

Laatikko, jonka massa on 10 kg, on pöydällä.

a) Määritä tukivoima.

b) Määritä tukivoima, kun laatikkoa painetaan 40 N voimalla.

c) Määritä tukivoima, kun laatikkoa vedetään 40 N voimalla.



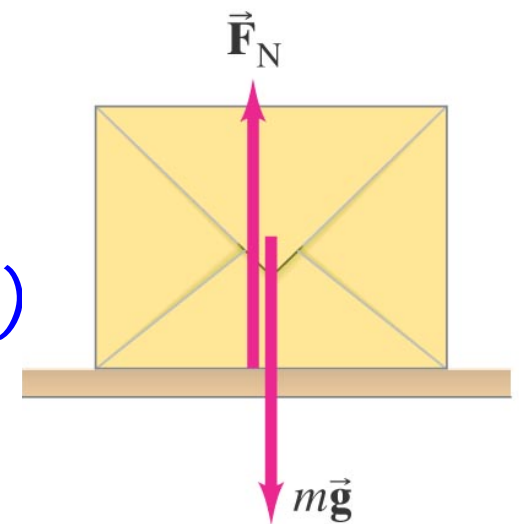
Esimerkkien ratkaisut löytyvät kurssin oppikirjasta

*Tauko*

## 4.7 Voimakuvio

Kappaleen voimakuvio on kaavamainen esitys kaikista kappaleeseen kohdistuvista (ulkoisista) voimista.

- Piirrä kappale
- Hahmota kappaleeseen vaikuttavat (ulkoiset) voimat
- Piirrä voimat nuolina siten, että nuolen häntä lähtee voiman vaikutuspisteestä
- Nimeä voimat
- Voimanuolen pituus kuvaa voiman suhteellista suuruutta



Voimakuvioon ei piirretä

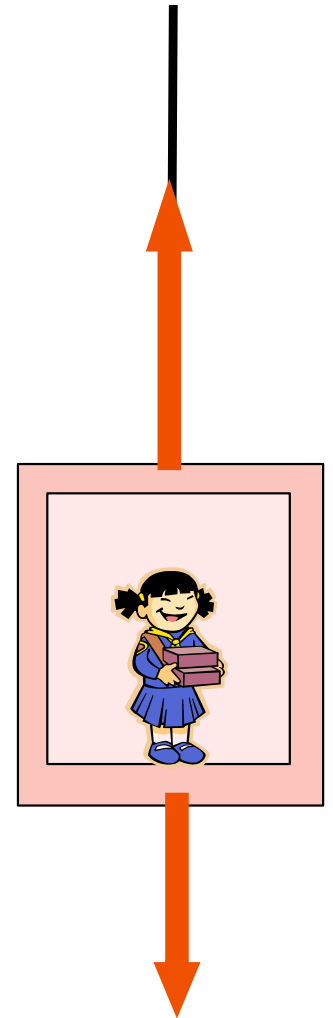
- Tuloa  $m\vec{a}$ , joka ei ole voima vaan voiman seuraus
- Sisäisiä voimia

Voimakuviossa kappaletta ei piirretä pistemäisenä.

## 4.7 Voimakuvio

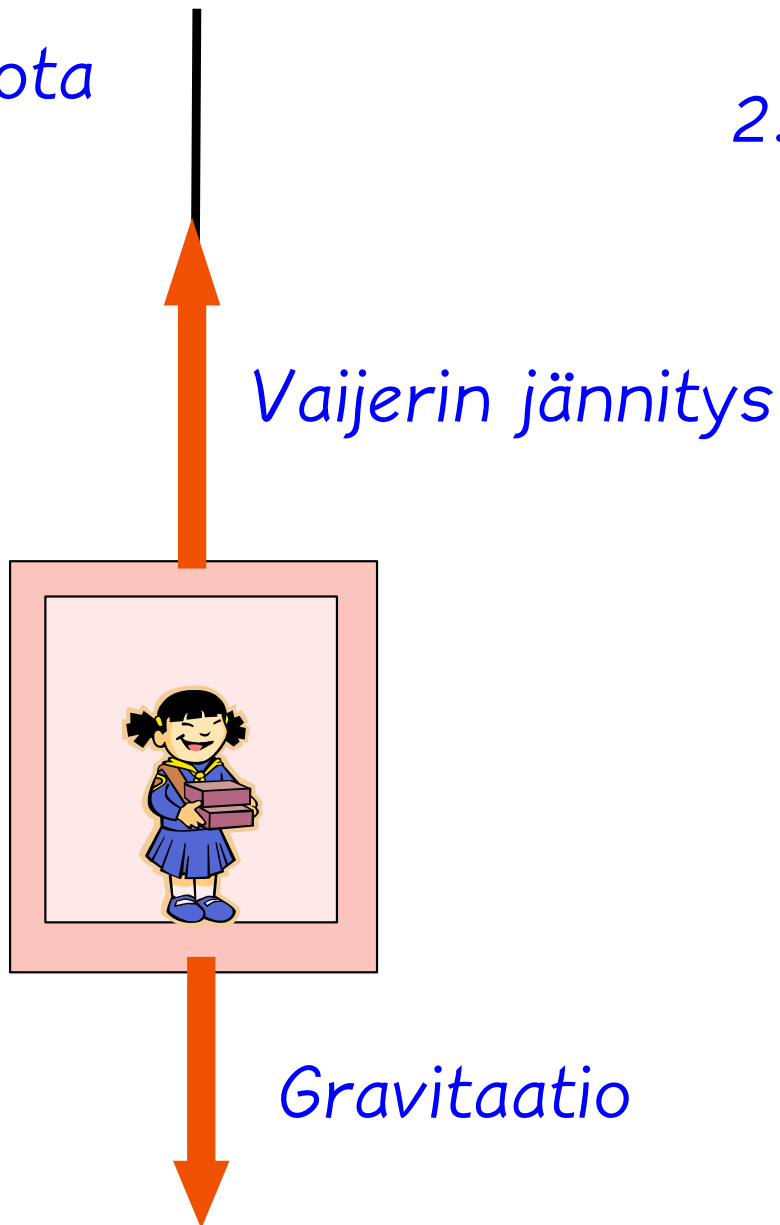
Kappaleen voimakuvio on kaavamainen esitys kaikista kappaleeseen kohdistuvista (ulkoisista) voimista.

- Piirrä kappale

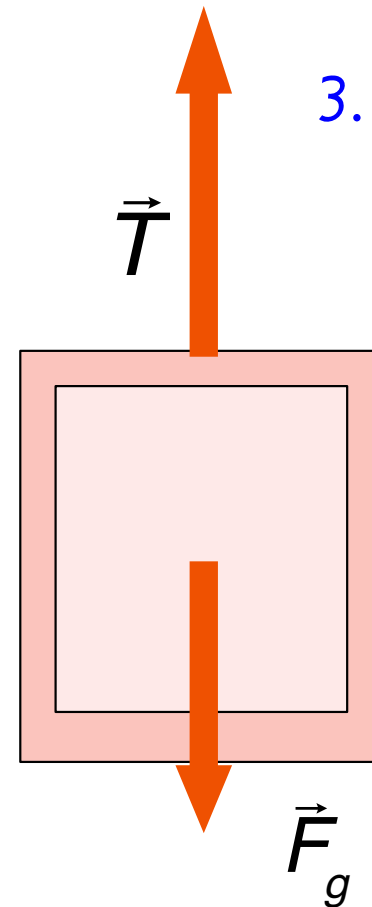


# Tilanteen hahmottamisesta voimakuvioon

1. Hahmota kaikki voimat



2. Piirrä voimat voimakuvioksi



3. Nimeä voimat

Sisältää hissien ja lastin painon

# Voiman vaikutuspiste

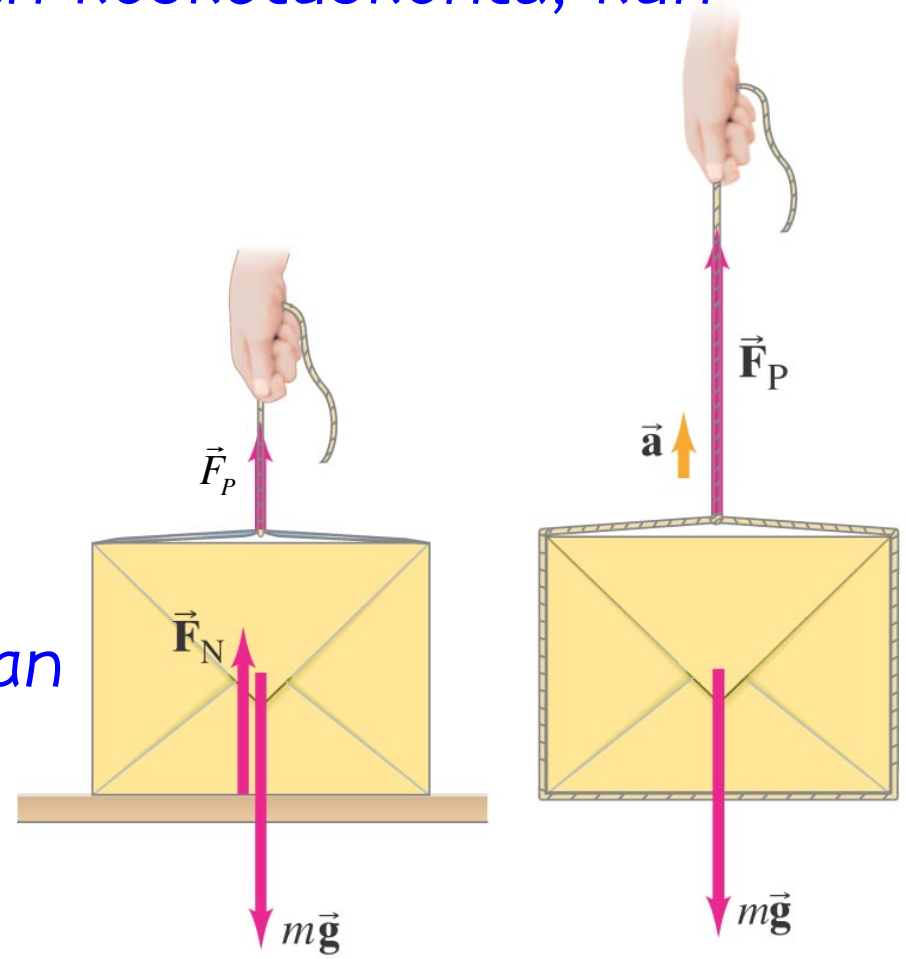
Voimien vaikutuspisteeksi merkitään kappaleen painopiste, kun kyseessä on

- etävuorovaikutus kuten painovoima
- noste

Voimien vaikutuspisteeksi merkitään kosketuskohta, kun kyseessä on

- tukivoima
- langan jännitys
- kitka
- väliaineen vastus

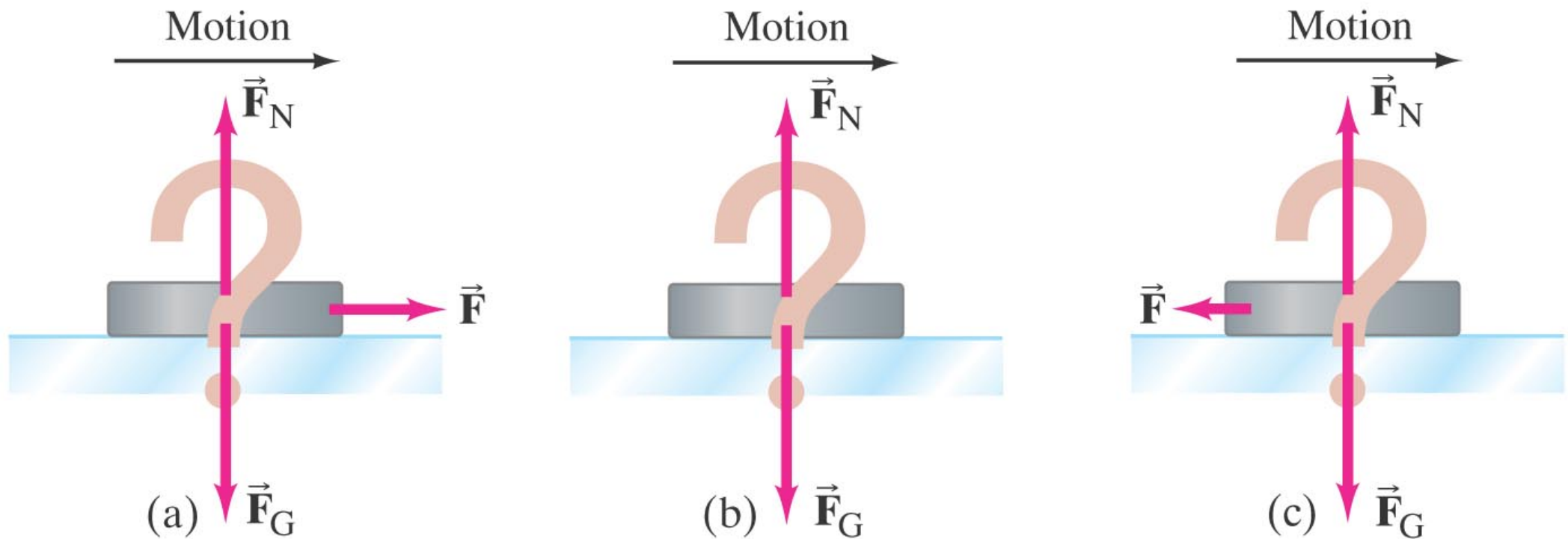
Huomaa, että oppikirja piirtää toisinaan kaikki voimat vaikuttamaan kappaleen painopisteeseen. Sitä ei arvostella oikeaksi vastaukseksi tentissä.





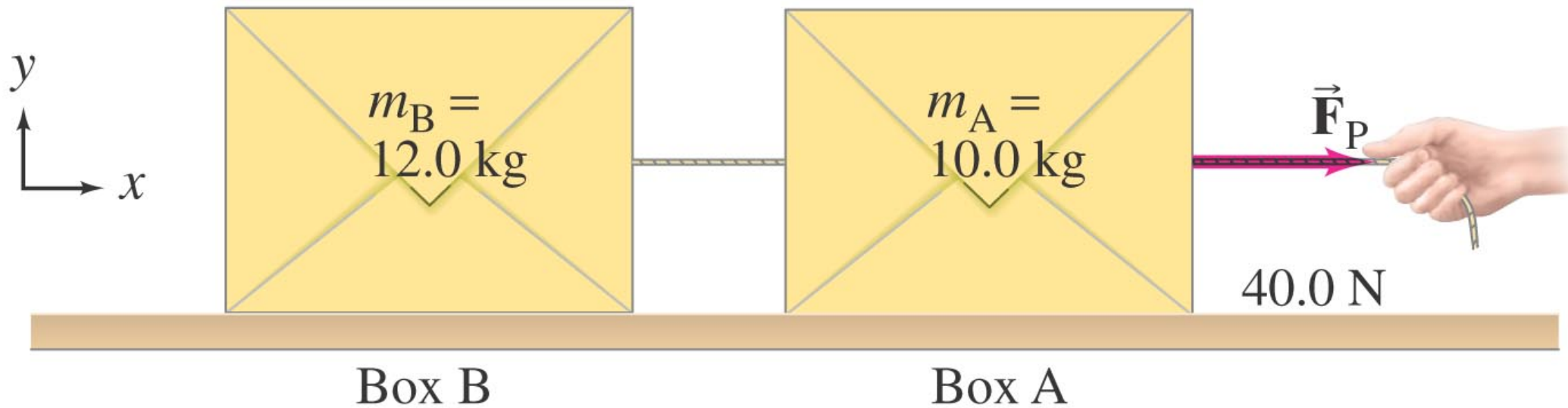
# Esimerkki 4.10

Mikä voimakuvioista kuvaa kiekon liukumista tasaisella nopeudella kitkattomalla jäällä?



## Esimerkki 4-12

Kaksi laatikkoa on kiinnitetty kevyellä narulla toisiinsa. Laatikot ovat kitkattomalla alustalla. Laatikkoa A vedetään 40 N voimalla. Määritä kummankin laatikon kiihtyvyys ja narun jännitysvoima.



(a)

# Newtonin II lain käyttö

Tasapainotehtävä  $\sum \vec{F}_i = 0$

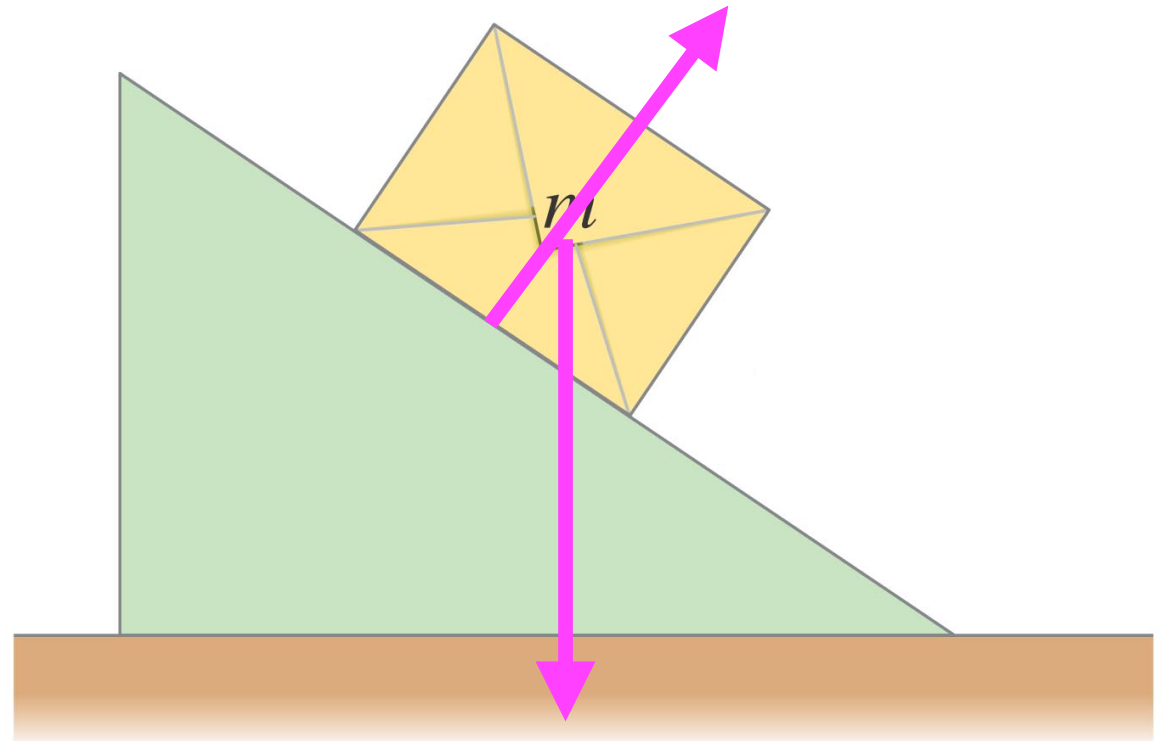
Ratkaistavana yleensä jokin kappaleeseen kohdistuva voima

Dynamiikkatehtävä  $\sum \vec{F}_i = m\vec{a}$

Ratkaistavana yleensä kappaleen kiihtyvyys tai jokin kappaleeseen kohdistuva voima.

## Esimerkki 4-16

Laatikko, jonka massa on 10 kg, liukuu kitkattomasti kaltevalla tasolla. Määritä laatikkoon kohdistuva normaalivoima ja laatikon kiihtyvyys. Taso muodostaa 30 asteen kulman vaakatason kanssa.



(a)

## Esimerkki 4-15

Pieni pallo roikkuu kevyen langan varassa ja pääsee heilumaan. Langan yläpää on kiinnitetty auton kattoon. Kun auto on paikallaan lanka on pystysuorassa. Määritä millaisen kulman pystysuoran kanssa lanka muodostaa, kun

- auton kiihtyvyys on  $1,2 \text{ m/s}^2$
- auto liikkuu vakionopeudella  $90 \text{ km/h}$ .

