

FYSIIKKA

* **RYHMÄTÖINÄ JA -ESITYKSINÄ OPITAAN VIELÄ: ENERGIA, TYÖ, TEHO, HYÖTYSUHDE, JÄNNITYS JA LUJUUS, KITKA!!!**

* (Mittaaminen ja SI-järjestelmä, Perussuureet, Johdannaisuureet, laskemistarkkuus) ITSEOPISKELUNA

PERUSSUUREET (Lähde: https://fi.wikipedia.org/wiki/Kansainv%C3%A4linen_yksikk%C3%B6j%C3%A4rjestelm%C3%A4)

Mitattava suure	Suureen tunnus	Yksikön nimi	Yksikön tunnus	Määritelmä
pituus (etäisyys, korkeus)	<i>l, s</i>	metri	m	Metri on sellaisen matkan pituus, jonka valo kulkee tyhjiössä aikavälissä 1/299 792 458 sekuntia (17. CGPM, 1983).
massa	<i>m</i>	kilogramma	kg	Kilogramma on yhtä suuri kuin kansainvälisen gramman prototyypin massa (1. ja 3. CGPM, 1889 ja 1901). Alun perin määritelmänä oli ”1 litra vettä on massaltaan kilogramman 4 °C:n lämpötilassa”, mutta kilogramman prototyyppi ei tarkalleen ottaen täytä tätä määritelmää. Massa on myös ainoa suure, joka määritellään kerrannaisyksikön – tuhannen gramman – perusteella.
aika	<i>t</i>	sekunti	s	Sekunti on 9 192 631 770 kertaa sellaisen säteilyn jaksonaika, joka vastaa cesium 133 -atomin siirtymää perustilan ylihienorakenteen kahden energiatason välillä (13. CGPM, 1967).
sähkövirta	<i>I</i>	ampeeri	A	Ampeeri on sellainen ajallisesti muuttumaton sähkövirta, joka kulkiessaan kahdessa suorassa yhdensuuntaisessa, äärettömän pitkässä ja ohuessa johtimessa, joiden poikkileikkaus on ympyrä ja jotka ovat 1 metrin etäisyydellä toisistaan tyhjiössä, aiheuttaa johtimien välille $2 \cdot 10^{-7}$ newtonin voiman johtimen metriä kohti (9. CGPM, 1948).
termodynaaminen lämpötila	<i>T</i>	kelvin	K	Kelvin on 1/273,16 veden kolmoispisteen termodynaamisesta lämpötilasta (13. CGPM, 1967).
ainemäärä	<i>n</i>	mooli	mol	Mooli on sellaisen systeemin ainemäärä, joka sisältää yhtä monta keskenään samanlaista perusosasta kuin 0,012 kilogrammassa hiili 12:ta on atomeja. Perusosaset voivat olla atomeja, molekyyliä, ioneja, elektroneja, muita hiukkasia tai sellaisten hiukkasten määritelyjä ryhmiä. (14. CGPM, 1971)
valovoima	<i>I</i>	kandela	cd	Kandela on sellaisen säteilijän valovoima, joka lähettää tiettyyn suuntaan monokromaattista $540 \cdot 10^{12}$ hertsin taajuista säteilyä ja jonka säteilyintensiteetti tähän suuntaan on 1/683 wattia steradiaania kohti (16. CGPM, 1979).

FYSIIKKA

JOHDANNAISSUUREET (Lähde: https://fi.wikipedia.org/wiki/Kansainv%C3%A4linen_yksikk%C3%B6j%C3%A4rjestelm%C3%A4)

Mitattava suure	Suureen tunnus	Yksikön nimi	Yksikön tunnus	Yksikkö muilla yksiköillä ilmaistuna
lämpötila	T	celsiusaste	°C	K (lämpötilaero)
taajuus	f	hertsi	Hz	1/s
voima	F	newton	N	kg·m / s ² (= J/m)
vääntömomentti	M	newtonmetri	Nm	kg·m ² /s ²
momentti (voiman momentti)				
paine	p	pascal	Pa	kg / (m·s ²)
jännitys	s, σ			
energia	E, W	joule	J	kg·m ² /s ² (= N·m = W·s)
teho	P	watti	W	kg·m ² / s ³ (= V·A= J/s)
pätöteho	P			
Sähköopin yksiköt				
jännite, sähköinen potentiaali	U	voltti	V	kg·m ² / (s ³ A) (= W/A = J/C)
		ohmi	Ω	kg·m ² / (s ³ ·A ²) (=V/A)
resistanssi , sähköinen vastus	R			
kapasitanssi	C	faradi	F	s ⁴ A ² / (kg m ²) (= A·s/V)
Valo-opin yksiköt				
valovirta	Φ	luumen	lm	cd·sr
valaistusvoimakkuus	E	luksi	lx	cd·sr / m ² (= lm/m ²)

FYSIIKKA

JOHDANNAISUUREET JATKUVAT;

Mitattava suure	Suureen tunnus	Yksikön nimi	Yksikön tunnus	Yksikkö muilla yksiköillä ilmaistuna
pinta-ala	A	neliometri	m ²	m·m (= 100 dm ² = 10 000 cm ²)
tilavuus	V	kuutiometri	m ³	m·m·m (= 1 000 dm ³ = 1 000 000 cm ³ = 1 000 l)
tilavuusvirta, virtaama	Q	kuutiometri sekunnissa	m ³ /s	m·m·m/s
tiheys	r	kilogramma kuutiometriä kohti	kg/m ³	(= g/l = g/dm ³ = mg/cm ³)
Suoraviivaiseen liikkeeseen liittyvät yksiköt				
nopeus	v	metri sekunnissa	m/s	(= 3,6 km/h)
kiihtyvyys	a	metri sekunnin neliötä kohti (metri per sekunti toiseen)	m/s ²	(m/s) / s
Pyörivään liikkeeseen liittyvät yksiköt				
kierrosnopeus	n	kierros sekunnissa	1/s	kierr/s

* KERRANNAISYKSIKÖT

Tera	T	10 ¹²	1000 000 000 000
Giga	G	10 ⁹	1000 000 000
Mega	M	10 ⁶	1000 000
Kilo	k	10 ³	1000
Hehto	h	10 ²	100
Deka	da	10 ¹	10
Perusyksikkö esim. m (metri), g (gramma), a (aari), A (ampeeri), V (voltti), Ω (ohmi), s (sekunti), b (bitti)..			
Desi	d	10 ⁻¹	0,1 eli kymmenesosa
Sentti	c	10 ⁻²	0,01 eli sadasosa
Milli	m	10 ⁻³	0,001 eli tuhannesosa
Mikro	μ	10 ⁻⁶	0,000 001 eli miljoonasosa
Nano	n	10 ⁻⁹	0,000 000 001
Piko	p	10 ⁻¹²	0,000 000 000 001

FYSIIKKA

MUISTA: LASKUISSA OLEVISSA LUVUISSA TÄYTYY YKSIKÖT "NATSATA" ELI OLLA SAMOJA ENNEN KUIN SAA LÄHTEÄ LASKEMAAN!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

* Tasainen, suora etenemisliike (matka, aika, nopeus)

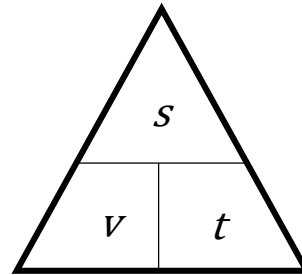
<https://opetus.tv/fysiikka/fy1/tasainen-liike/>

Nopeus (velocity), tunnus v

Matka (space), tunnus s

Aika (time), tunnus t

$$\text{keskinopeus} = \frac{\text{matka}}{\text{aika}} \quad v_k = \frac{s}{t}$$



* Kun liike on tasaista, saadaan yllä esitetyllä kaavalla laskettua KESKINOPEUS, AIKA TAI MATKA kun kaksi muuta on tiedossa.

* Autoalalla yleisin laatumuunnos on nopeudessa. SI –järjestelmän mukaisesti nopeuden perusyksikkö on metriä sekunnissa $\frac{m}{s}$. Matka tulee laskuissa muuttaa siis metreiksi ja aika sekunneiksi. Autoalalla tyypillisin nopeuden yksikkö on kuitenkin kilometriä tunnissa $\frac{km}{h}$.

Helpoin tapa muuttaa näitä yksiköitä keskenään on suhdeluku **3,6!**

$\frac{m}{s}$ muuttuu muotoon $\frac{km}{h}$ KERROTTUNA 3,6:lla

$\frac{km}{h}$ muuttuu muotoon $\frac{m}{s}$ JAETTUNA 3,6:lla

eli km/h on AINA suurempi luku kuin m/s!

FYSIIKKA

Esim. 1 Paljonko 80 km/h on yksikössä m/s?

$$80 \text{ km/h} : 3,6 = 22,222 \text{ m/s} \approx \underline{\underline{22 \text{ m/s}}}$$

Esim. 2 Maan vetovoiman aiheuttama nopeuden muutos putoavalle kappaleelle tyhjiössä on 9,82 m/s sekunnissa. Paljonko tyhjiössä putoavan kappaleen nopeus kasvaa joka sekunti yksikössä km/h?

$$9,82 \text{ m/s} \cdot 3,6 = 35,352 \text{ km/h} \approx \underline{\underline{35 \text{ km/h}}}$$

TEHTÄVÄ 1: Auton kuljettajan reaktioaika on 1 s ("kauhusekunti"). Kuinka pitkän matkan auto kulkee sinä aikana, jos auton nopeus on

a) 40 km/h

b) 80 km/h

c) 100 km/h

d) 120 km/h

TEHTÄVÄ 2: Rami ajeli Kokemäeltä Raumalle VOLVOLLA. Matkaa oli 62 km ja aikaa kului 45 min. Mikä oli Ramin/Volvon keskinopeus? Huom! Yksiköiden pitää NATSATA!!!

TEHTÄVÄ 3: Auton keskinopeus olisi 82 km/h ja ajomatkaa oli edessä 225 km. Kauanko matkaa tulisi varata aikaa?

TEHTÄVÄ 4: Rami koeajoi Fordia keskinopeudella 61 km/h kahvipaussin ajan (15 min). Pitkänkö matkan Rami koeajoi autoa? Huom! Yksiköiden pitää NATSATA!!!

FYSIIKKA

TEHTÄVÄ 5: Nopeusmittarin tarkistamiseksi ajettiin tasan kilometrin matka, johon kului aikaa 48 s. Auton nopeusmittari näytti koko ajan 80 km/h. Paljonko auton nopeusmittari valehtelee ja kumpaan suuntaan?

TEHTÄVÄ 6: Henkilöauto ajaa 30 metriä yhdistelmän takana. Yhdistelmä on 24,5 m pitkä ja sen nopeus on 85 km/h. Henkilöauto lähtee ohitukseen nopeudella 100 km/h ja päättyy 25 m yhdistelmän eteen.

a) Kuinka kauan ohitus kestää?

b) Kuinka pitkä näkyvä suora pitää turvalliselle ohitukselle olla?

FYSIIKKA

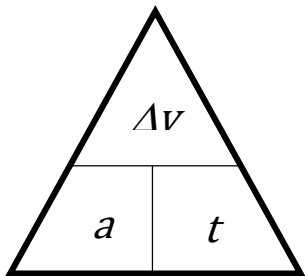
* Kiihtyvä etenemisliike, hidastuvuus., putoamisliike ja –kiihtyvyys

<https://opetus.tv/fysiikka/fy1/kiihtyva-liike/>

Kiihtyvyys (acceleration) tarkoittaa paljonko nopeus muuttuu keskimäärin sekunnissa.

MUISTA! KIIHTYVYYSLASKUISSA YKSIKÖT PITÄÄ OLLA PERUSYKSIKÖISSÄ eli nopeus m/s ja aika s!

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v_2 - v_1}{t} = \frac{\text{nopeuden muutos}}{\text{muutokseen kulunut aika}}$$



v_1 = alkunopeus (m/s)
 v_2 = loppunopeus (m/s)
 t = nopeuden muutokseen kulunut aika (s)
 Δv = nopeuden muutos (m/s)
 a = kiihtyvyys (m/s²)

Kiihtyvyyden yksikkö on siis $[a] = \frac{m}{s} : s$ eli $\frac{m}{s^2}$

TEHTÄVÄ 1: Mikä on auton kiihtyvyys, jos nopeus kasvaa nollasta 100 km/h (muista että yksiköt PITÄÄ NATSATA eli muuta nopeus ensin perusyksikköön!)

a) 12 sekunnissa

b) 8 sekunnissa

c) 2,82 sekunnissa

FYSIIKKA

TEHTÄVÄ 2: Auton nopeus muuttuu 12 sekunnissa arvosta 10 m/s arvoon 36 m/s. Laske kiihtyvyys.

TEHTÄVÄ 3: Auton kiihtyvyys oli 1,2 m/s² ja nopeuden muutos oli 35 m/s. Laske kiihdytykseen kulunut aika.

Jos kiihtyvyys on negatiivista (eli miinusmerkkistä), puhutaan HIDASTUVUUDESTA. Autoissa kyseessä on jarrutustilanne.

PUTOAMISKIIHTYVYYS

- Putoavan kappaleen nopeuden kasvua eli kiihtyvyyttä sanotaan putoamiskiihtyvyydeksi (gravitation)!
- Putoamiskiihtyvyyden tunnus on g
- Putoamiskiihtyvyys johtuu maan vetovoimasta ja on suurin maapallon navoilla ja pienin päiväntasaajalla
- Suomessa putoamiskiihtyvyys on n. 9,82 m/s² ja pyöristettynä siis 10 m/s² (nopeus kasvaa siis 36 km/h joka sekunti kun kappale putoaa). TÄMÄ KIIHTYVYYSARVO TOTEUTUU VAIN ILMATTOMASSA TILASSA ELI TYHJIÖSSÄ!!!!
- Todellisessa tilanteessa ILMA vastustaa tippumista, jolloin putoamiskiihtyvyys jää selkeästi pienemmäksi. Ilmanvastus korostuu putoamisnopeuden kasvaessa!

$$g = \frac{\Delta v}{t}$$

TEE KOLMIO TÄSTÄKIN KAAVASTA

TEHTÄVÄ 4: Millä nopeudella ilmattomassa tilassa eli tyhjiössä laskuvarjohyppääjä osuu maahan, jos tippumisaika on 12 sekuntia?

FYSIIKKA

Kiihdytyksessä tai jarrutuksessa kuljettu MATKA (s) saadaan laskettua seuraavalla kaavalla:

$$s = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

s = matka (m)
a = kiihtyvyys (m/s²)
t = nopeuden muutokseen kulunut aika (s)

ja vastaavasti kiihdytys- tai jarrutusaika (t) lasketaan kaavalla:

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}}$$

TEHTÄVÄ 5: Autoa kiihdytetään 13 sekunnin ajan tasaisella kiihtyvyydellä 2,4 m/s². Kuinka pitkän matkan auto kulkee tuona aikana?

TEHTÄVÄ 6: Kuinka korkealta kappale on tiputettu, jos se osuu maahan 3 sekunnin kuluttua (ilmanvastusta ei huomioida eli kappale tippuu tyhjiössä)?

TEHTÄVÄ 7: Kuivalla tiellä auton hidastuvuus on 6 m/s²

a) Mistä nopeudesta auto pysähtyy kolmessa sekunnissa?

b) Kuinka pitkä on a) kohdan jarrutusmatka?

FYSIIKKA

* Tasainen pyörimisliike, kehänopeus, välityssuhde

- Autossa on paljon pyöriviä osia ja alallamme myös runsaasti pyöriviä työvälineitä!

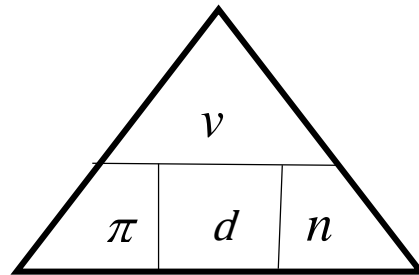
- PYÖRIMISNOPEUDEN tunnus on n

- Pyörimisnopeuden yksiköinä käytetään sekä 1/s (kierrosta sekunnissa) että 1/min (kierrosta minuutissa).

- Myös lyhennettä RPM (revolution per minute eli kierrosta minuutissa) näkee käytettävän.

- KEHÄNOPEUS tarkoittaa ympyrämuotoisen kappaleen ulkokehän nopeutta. Tunnus on jo tutuksi tullut v ja yksikkö m/s tai km/h. Kehänopeuteen vaikuttaa kaksi asiaa: YMPYRÄN PYÖRIMISNOPEUS (n) sekä YMPYRÄN KEHÄN PITUUS (p eli piiri eli ympärysmitta), kaavana $v = p \cdot n$ koska ympyrän piiri (p) lasketaan $\pi \cdot d$, saadaan kehänopeuden kaava muotoon

$$v = \pi \cdot d \cdot n$$



v = kehänopeus (m/s)

π = 3,14159...

d = ympyrän halkaisija (m)

n = pyörimisnopeus (1/s)

$$n = \frac{v}{\pi \cdot d}$$

FYSIIKKA

TEHTÄVÄ 1: Kulmahiomakoneen ”rälläkkä” pyörimisnopeus on 10 000 1/min. Katkaisulaikan halkaisija on 125 mm. Laske laikan kipinöiden nopeus. MUISTA, YKSIKÖIDEN PITÄÄ NATSATA. Käytäthän fysiikassa aina perusyksiköitä (aika sekunteina, matka metreinä jne.).

TEHTÄVÄ 2: Millainen pyörimisnopeus tulee valita porakoneeseen, kun poranterän halkaisija on 14 mm ja kehänopeus (eli poran lastuamisnopeus) ei saa ylittää 20 m/min.

TEHTÄVÄ 3: Auton moottori kierrokset ovat 2500 1/min ja ajetaan 4 vaihde päällä, jolloin vaihteiston ja vetopyörästäön välityssuhteet (vaihteisto 1:1 ja vetopyörästäö 3,31: 1) tiputtavat vetoakselin pyörimisnopeuden 756 1/min. Laske auton ajonopeus (eli pyörän kehänopeus), kun renkaan (225/45 R 17) halkaisija on

a) uutena 655 mm

b) loppuun ajettuna 635 mm

Paljonko nopeusmittari ”valehtelee”, kun renkaat ovat kuluneet

FYSIIKKA

VÄLITYSSUHDE, tunnus on i

- Autossa on kymmeniä välityksiä eri järjestelmissä. Samoin alamme työkaluissa hyödynnetään välityksiä.
- Väliytysuhde muuttaa AINA sekä VÄÄNTÖMOMENTTIA/VOIMAA sekä LIIKEMATKAA/PYÖRIMISNOPEUTTA.
- Jos muutat välityksiä eli väliytysuhdetta esim. mopon ketjurattaissa vaihtamalla rattaita eri kokoisiksi,
 - * VOIMA kasvaa mutta NOPEUS pienenee tai
 - * NOPEUS kasvaa mutta VOIMA pienenee takarenkaalla riippuen kumpaan suuntaan väliytysuhdetta muutat
- JOS VÄLITYSSUHDE $i = 1:1$ eli 1, ei väliytysuhde muuta mitään, vaan voima/pyörimisnopeus siirtyvät samoin paikasta toiseen
- JOS VÄLITYSSUHDE $i > 1$ eli YLI 1 (esim. 3 : 1 eli 3), KASVAA vääntömomentti/voima 3 kertaa suuremmaksi ja liikematka/pyörimisnopeus PIENENEE kolmanteen osaansa
- JOS VÄLITYSSUHDE $i < 1$ eli ALLE 1 (esim. 1 : 4 eli 0,25), PIENENEE vääntömomentti/voima neljäsosaan ja liikematka/pyörimisnopeus KASVAA nelinkertaiseksi
- * Väliytysuhteella saadaan siis joko LISÄÄ VOIMAA tai LISÄÄ NOPEUTTA. Mutta toisen kasvaessa toinen pienenee SAMASSA SUHTEESSA!!!
- * Väliytysuhde voidaan selvittää laskemalla, jos tiedetään hammaspyörien

- halkaisijat tai
- hammasluvut tai
- pyörimisnopeudet

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1}$$

KÄYTTÄVÄ pyörä on se, josta voima tulee sisään
KÄYTETTÄVÄ pyörä on se, johon voima välitetään

i = väliytysuhde

n_1 = käytettävän pyörän pyörimisnopeus (1/s)

n_2 = käyttävän pyörän pyörimisnopeus (1/s)

z_1 = käytettävän pyörän hammasluku (kpl)

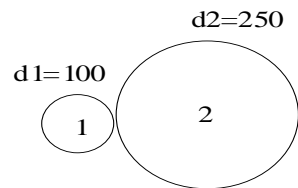
z_2 = käyttävän pyörän hammasluku (kpl)

d_1 = käytettävän pyörän halkaisija (m)

d_2 = käyttävän pyörän halkaisija (m)

FYSIIKKA

TEHTÄVÄ 1: Hammaspyörä 1 pyörii nopeudella 500 1/min (eli 500 kierrosta minuutissa). Millä pyörimisnopeudella pyörii hammaspyörä 2 (laske ensin välityssuhde)?



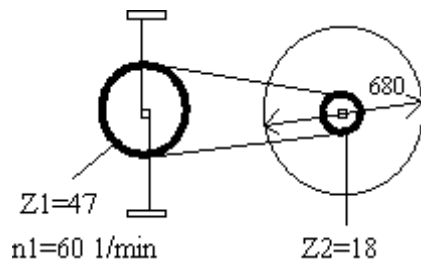
TEHTÄVÄ 2: Mopon eturattaassa (on käyttävä pyörä) on 13 hammasta/piikkiä ja takarattaassa 32 piikkiä.

a) Laske mopon ketjuvälityssuhde

b) Kumpi muuttuu ketjuvälityksessä suuremmaksi ja kumpi pienemmäksi (voima / pyörimisnopeus)?

c) Kyseisen mopon eturattaan pyörimisnopeus on 2500 1/min. Laske takapyörän kehänopeus eli mopon ajonopeus, kun takapyörän halkaisija on 584 mm

TEHTÄVÄ 3: Polkupyörän eturattaassa on 47 hammasta ja takarattaassa 18 hammasta. Polkupyöräilijä polkee pyörimisnopeudella 60 kierrosta minuutissa. Takarenkään halkaisija on 680 mm. Laske



a) Ketjuvälitys (eli välityssuhde i)

b) Takarattaan pyörimisnopeus, n_2

c) Pyörän ajonopeus eli takapyörän kehänopeus

FYSIIKKA

DYNAMIIKKA (Kinetiikka) eli mikä aiheuttaa liikkeen

- Liikkeen aikaansaamiseksi tarvitsemme VOIMAA (Force)

- Voiman tunnus on F

- Voiman yksikkö on $\frac{kg \cdot m}{s^2}$ eli N ("Newton")

- Erikseen on määritetty PAINOVOIMA (Gravity) eli voima jolla maapallo vetää kappaleita puoleensa. Painovoiman takia esineet putoavat maata kohti, sateliitit kiertävät maapalloa radoillaan jne. Painovoiman suuruuteen vaikuttaa kappaleiden massa ja niiden välinen etäisyys (Isaac Newton)).

- Painovoiman tunnus on G

- Painovoiman yksikkö on myös $\frac{kg \cdot m}{s^2}$ eli N ("Newton")

Newtonin lait (vuodelta 1687)

<https://opetus.tv/fysiikka/fy1/newtonin-lait/>

Newtonin 1. laki eli jatkuvuuden laki eli massan hitauden laki:

- Kappale jatkaa tasaista suoraviivaista liikettä vakionopeudella tai pysyy levossa, jos siihen ei vaikuta ulkoisia voimia.

Pohdinta: Mitä tämä tarkoittaa päinvastoin?

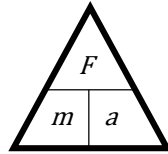
Pohdinta: Missä tilanteissa autoalalla tämän voi havaita?

FYSIIKKA

Newtonin 2. laki eli dynamiikan peruslaki:

- Jos kappaleeseen vaikuttaa kokonaisvoima F , niin kappale saa kiihtyvyyden

$F = m \cdot a$ eli kappaleen liikeyhtälö

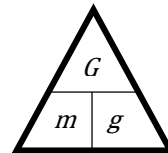


$F =$ voima ($\frac{kg \cdot m}{s^2}$ eli N)
 $m =$ massa (kg)
 $a =$ kiihtyvyys ($\frac{m}{s^2}$)

- Kappaleen kiihdyttämiseen siis tarvitaan voimaa. Mitä suurempi kiihtyvyys halutaan ja mitä suurempi on kappaleen massa >> sitä suurempi voima tarvitaan!

- Painovoiman vaikuttaessa (eli maanpinnalla olevat kappaleet tai putoavat kappaleet)

$G = m \cdot g$



$G =$ painovoima ($\frac{kg \cdot m}{s^2}$ eli N)
 $m =$ massa (kg)
 $g =$ putoamiskiihtyvyys ($\frac{m}{s^2}$) = 9,82 m/s²

PAJASSA: Voimat (Newtoneina) saa muutettua kilogrammoiksi jakamalla putoamiskiihtyvyyden pyöristysarvolla 10 m/s² ja päinvastoin!

Esim. Jarruvoima dynamolla 2,2 kN >> 2200 N : 10 = 220 kg tai momenttiavaimella kiristetään 120 Nm : 10 >> 12 kgm (eli 12 kg metrin päästä)

Newtonin 3. laki eli voiman ja vastavoiman laki:

- Kahden kappaleen välinen vuorovaikutus aiheuttaa kappaleisiin yhtä suuret, mutta vastakkaisuuntaiset voimat. Näitä voimia sanotaan toistensa vastavoimiksi.

- Voima ja vastavoima vaikuttavat AINA ERI KAPPALEISIIN

Pohdintaa: Miksi pöydältä putoava kynä putoaa alaspäin?

<https://opetus.tv/fysiikka/fy1/newtonin-lait/>

FYSIIKKA

Newtonin lakien laskutehtävät (vastuksia ei oteta näissä laskuissa huomioon):

TEHTÄVÄ 1: Laske oma painovoimasi eli millä voimalla maapallo pitää sinua kiinni pinnallaan.

TEHTÄVÄ 2: Auton etujarruvoimat olivat dynamotestissä 2,5 kN ja 2,7 kN.

a) Kuinka suuri on jarruvoima yhteensä etupäässä newtoneina ilmoitettuna?

b) Entä montako kilogrammaa kyseiset etujarrut pysäyttävät?

TEHTÄVÄ 3: Kuinka suuren kiihtyvyyden (a) 10 kg kappale saa, kun siihen vaikuttaa 170 N voima?

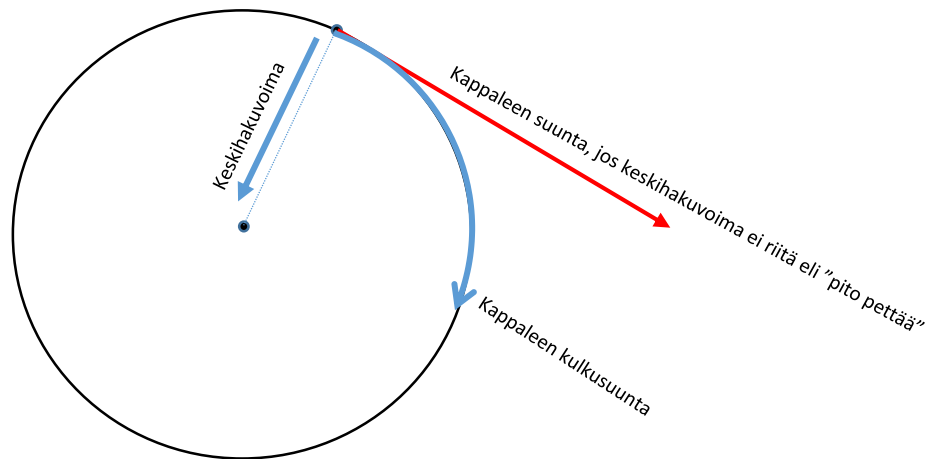
TEHTÄVÄ 4: Kuinka suurella voimalla (F) sinun täytyy työntää massaltaan (m) 1200 kg autoa, jotta sen kiihtyvyys olisi $1,5 \text{ m/s}^2$?

Tehtävä 5: Kuinka suuri on kappaleen massa (m), jos 780 N voimalla kappaleeseen saadaan $2,3 \text{ m/s}^2$ kiihtyvyys?

FYSIIKKA

Keskihakuvoima

- Kun kappale liikkuu ympyränmallista rataa, tarvitaan voimaa pitämään se radallaan (esim. pitämään auto kaarteessa) = KESKIHAKUVOIMA
- Keskihakuvoima vaikuttaa kohti ympyrän/kaarteen keskipistettä.



KAAVANA $F = \frac{m \cdot v^2}{r}$

F = keskihakuvoima ($\frac{kg \cdot m}{s^2}$ eli N)
m = massa (kg)
v = nopeus ($\frac{m}{s}$)
r = ympyrän/kaarteen säde (m)

Pohdinta: Mikä suure (asia) vaikuttaa eniten keskipakovoimaan? Katso kaavaa!

Pohdintaa: Mikä on keskihakuvoiman vastavoima (Newtonin 3. laki: "jokaisella voimalla on yhtä suuri, mutta vastakkaisuuntainen vastavoima")

FYSIIKKA

Keskihakuvoiman laskutehtävät:

TEHTÄVÄ 1: Kuinka suuri keskihakuvoima kohdistuu 60 g tasapainotuspainoon auton (eli vannekehän) nopeuden ollessa 80 km/h. Vanteen halkaisija on 62 cm. Muistathan muuttaa kaikkien luvut perusyksiköihin ennen laskemista!

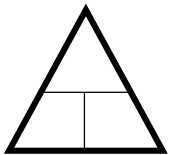
TEHTÄVÄ 2: Kuinka suuri keskihakuvoima kohdistuu moukariheittäjän käteen kun hän heittää 7,26 kg moukaria? Moukarin kehänopeus on heiton lähtöhetkellä 104 km/h ja heittäjän käden pituus yhdistettynä moukarin vaijerin pituuteen eli säde on 1,95 m.

Kitka:

* Kitka = kahden kappaleen välistä liikettä vastustava ominaisuus

* Kitkavoima F_{μ} on se voima joka vastustaa liikettä eli pitää kappaleen paikallaan tai tasaisessa liikkeessä. Kitkavoiman verran voimaa pitää siis olla, jotta kappale voi lähteä liikkeelle tai liike kiihtyä.

KAAVANA $F_{\mu} = N \cdot \mu$



SIJOITA KAAVAN SUURETUNNUKSET
KOLMIOON

F_{μ} = kitkavoima ($\frac{kg \cdot m}{s^2}$ eli N)
N = normaalivoima eli pintoja puristava KOHTISUORA voima ($\frac{kg \cdot m}{s^2}$ eli N)
μ = kitkakerroin (ei yksikköä)

* Kitka on siis ilmiö, jonka voittamiseen tehdään työtä esimerkiksi liikkeen aikaansaamiseksi. Tämä työn sisältämä energia muuttuu kitkapintojen välissä yleensä lämmöksi!

POHDINTAA: Missä autoalan kohteissa kitka on hyödyksi ja missä haitaksi?

FYSIIKKA

* Kappaleille on olemassa kahta kitkalajia;

- a) Lepokitka: Pyrkii vastustamaan liikkeelle lähtöä
- b) Liikekitka: Pyrkii pysäyttämään jo alkaneen liikkeen

Lepokitka on lähes aina suurempi kuin liikekitka!

Pohdintaa: Missä autoalalla on koettavissa lepo- ja liikekitkan erot?

* Kitkakerroin riippuu vastakkain olevien pintojen

- muodosta ja laadusta (karkeus/tasaisuus)
- materiaaleista
- välisestä väliaineesta (esim. voiteluöljy)

Kitkakertoimeen EI VAIKUTA

- pinta-ala eli pintojen suuruus
- kappaleiden massa eli paino

* Auton ajossa kitkakerroin kuvaa, kuinka suuri osa painosta saadaan pidoksi (esim. kitkakertoimen ollessa renkaan ja kuivan asfalttitiien välillä 0,7, saadaan auton painosta vain 0,7 osa eli 70 % pidoksi ohjaamiseen tai jarrutukseen/kiihdytykseen)

Muutamia kitkakerroin-arvoja:

Aineet	Lepokitka	Liikekitka
Kumi - betoni	1,00	0,80
Kumi - asfaltti (kuiva)	0,80	0,70
Kumi - asfaltti (märkä)	0,60	0,50
Kumi - jää	0,20	0,15
Teräs - teräs (ilman voitelua)	0,15	0,12
Teräs - teräs (voideltu)	0,11	0,05
Teräs - jää	0,03	0,01
Teflon - Teflon	0,04	0,04

FYSIIKKA

* Nesteiden kitkaa (sisäistä) sanotaan VISKOSITEETIKSI!

* Autoalalla törmää myös erilaisiin kitkan muotoihin ja termeihin;

a) Vierintävastus:

Vierintävastus on voima, joka vastustaa pyörän tai muun pyöreän kappaleen vierimistä pinnan yli. Vierimiskitka johtuu pääosin kappaleen ja pinnan muodonmuutoksista.

b) Ilmanvastus:

- Ilmanvastuksella tarkoitetaan kappaleen liikettä vastustavaa voimaa, joka aiheutuu kappaleen pinnan ja ilmanvälisestä vuorovaikutuksesta.

$$F_v = \frac{C_v \cdot A \cdot \rho \cdot v^2}{2}$$

F_v = väliaineen (esim. ilma) vastusvoima ($\frac{kg \cdot m}{s^2}$ eli N)

C_v = kappaleen muodosta riippuva, ”muotovakio”

A = kappaleen poikkipinta-ala kohtisuoraan liikettä vastaan (m^2)

ρ = väliaineen tiheys ($\frac{kg}{m^3}$)

v = kappaleen liikenopeus ($\frac{m}{s}$)

c) ”Vetovastus”: Auton perässä oleva taakka, esim. perävaunu, edellyttää sen kitkavoiman voittamisen

d) ”Kiihdytysvastus”: Kun auton nopeutta lisätään (kiihdytetään), edellytetään Newtonin 2. lain mukaista lisävoimaa

e) ”Nousuvastus”: Kun ajetaan ylämäkeen, edellytetään Newtonin 2. lain mukaista lisävoimaa

FYSIIKKA

Kitkatehtävät:

TEHTÄVÄ 1: Kuinka suurella voimalla pulkkaa pitää vetää, jotta se lähtee liikkeelle, jos pulkan kokonaismassa (m) on 89 kg ja kitkakerroin (μ) pulkan ja jään välillä on 0,02?

Tehtävä 2: Missä auton osissa/kohdissa (vähintään 3 kohtaa molempiin) kitkasta on

a) Hyötyä

b) Haittaa

Miten kohdan b) osissa kitkaa pyritään pienentämään?

Tehtävä 3: Jarrusylinteriin tuleva nestepaine aiheuttaa yksimäntäiseen jarrusylinteriin 5900 N voiman. Kuinka suuri jarruvoima jarrulevyyn saadaan, kun palojen ja levyn välinen kitkakerroin on 0,26?

Tehtävä 4: 200 litran öljytynnyrin massa on 156 kg. Laske paljonko voimaa (eli laske kitkavoima) tarvitaan sen liikuttamiseen, jos

a) Pystyssä ollessaan lepokitkakerroin on 0,6

b) Vaakatasossa ollessaan lepokitkakerroin on 0,15

Tehtävä 5: Kuinka suuri on kitkakerroin, jos 50 kg kappaletta tarvitaan vetämään vaakasuoralla pinnalla

a) 100 N voima

b) 200 N voima

c) 500 N voima

FYSIIKKA

Voimien yhdistäminen ja jakaminen:

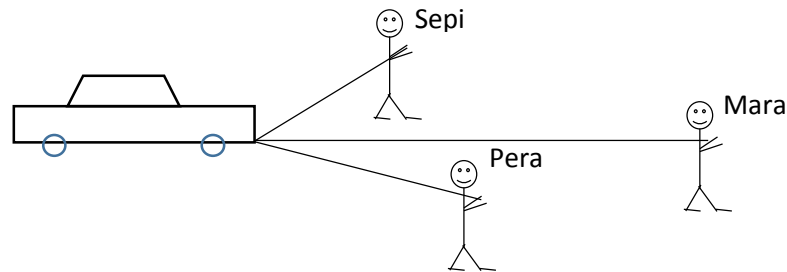
* Voima on vektorisuure. Tämä tarkoittaa, että voimalla on aina suuruus sekä suunta johon se vaikuttaa.

* Voimia voidaan sekä yhdistää tai jakaa osiin tarpeen mukaan. Nämä voidaan tehdä joko

a) piirtämällä mittakaavaan ja mittaamalla tulos ja suunta tai

b) laskemalla

Esimerkki 1: Voimien yhdistäminen piirtämällä, kun voimat vaikuttavat samaan pisteeseen;



Sepi, Pera ja Mara vetävät autoa. Mihin suuntaan ja millä voimalla auto etenee?

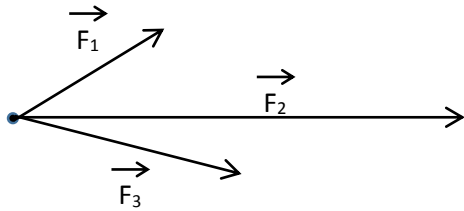
- Köysien pituus kuvastaa voiman suuruutta. 1 cm vastaa 50 N voimaa.

- Sepin voima on 2,34 cm eli 117 N, Peran 3,1 cm eli 155 N ja Maran 6 cm eli 300 N

FYSIIKKA

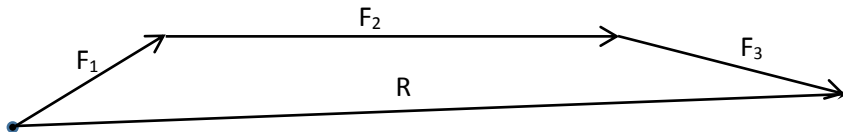
Kun voimia yhdistetään eli lasketaan yhteen piirtämällä, ne piirretään peräkkäin! Tämän jälkeen alku- ja loppupisteen väliin piirretty voimaresultantti R kuvaa kokonaisvoiman suuruuden ja suunnan! Yksinkertaisuuden vuoksi piirretään pelkät voimat nuoliviivoilla, suunta ja suuruus samana pitäen.

a) Yksinkertaistettu voimakuva, jossa voimille merkitty voimatunnukset F_1 , F_2 ja F_3 . Tunnusten yläpuolella olevat nuolet kuvaavat vektorisuuretta:



$F_1 = 117 \text{ N}$, $F_2 = 300 \text{ N}$, $F_3 = 155 \text{ N}$ >>> yhteensä 572 N kun suuntaa ei oteta huomioon!

b) Yhdistetään voimat niin, että piirretään voimat peräkkäin edellisestä jatkaen. Järjestyksellä ei ole väliä, kunhan kaikki kolme voimaa tulee piirrettyä peräkkäin. Tässä esimerkissä voimat piirretään numerjärjestyksessä, eli F_1 jätetään paikalleen ja F_2 piirretään sen perään ja F_3 piirretään F_2 perään:



Voimien kokonaissuuruus ja suunta näkyvät alku- ja loppupisteen yhdistävästä kokonaisvoimanuolesta eli resultantista R

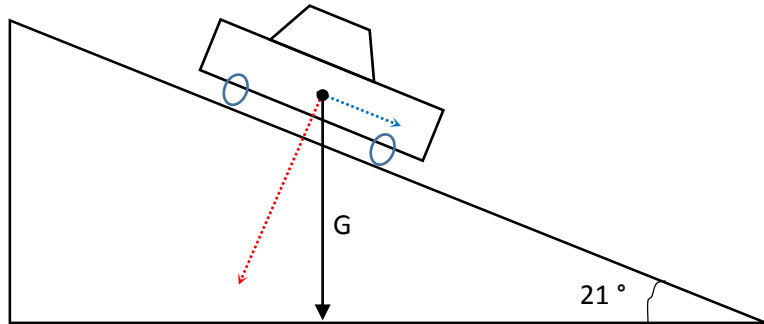
Vastaus: Voimaresultantin mitattu pituus on tasan 11 cm eli osavoimien yhteenlaskettu summa on $R = 11 \text{ cm} \cdot 50 \text{ N/cm} = 550 \text{ N}$ ja suunta mitattuna astelevyllä on n. 2° koilliseen

Pohdintaa: Miksi kokonaisvoima R ei olekaan 572 N ? Miksi auto ei kuljekaaneen suoraan itään, vaan kääntyy 2 astetta koilliseen?

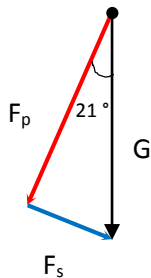
Esimerkki 2: Voimien jakaminen laskemalla

FYSIIKKA

Kysymys: Kuinka paljon 1500 kg auton painovoimasta painaa sitä tietä vasten ja kuinka suurella voimalla auto rullaa mäkeä alas. Painovoimahan (G) vaikuttaa suoraan alaspäin auton painopisteestä!



Piirretään yksinkertaistettu voimakaavio auton painopisteestä, jossa näkyy painovoima, mäen suuntainen voima ja tietä vasten puristava voima vektorinuolina. Huomaa, että tien vastainen F_p (punainen) voima ja tien suuntainen F_s (sininen) voima ovat yhteensä painovoima (musta), kuten pitääkin kun painovoima ainoastaan jaetaan osiin!



Ratkaisu laskemalla (käytämme putoamiskihtiyyteen pyöristettyä arvoa 10 m/s^2):

Painovoima $G = m \cdot g = 1500 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 15\,000 \text{ N}$

$$F_p: \cos 21^\circ = \frac{F_p}{G} \rightarrow F_p = \cos 21^\circ \cdot G = 0,93358 \cdot 15\,000 \text{ N} \approx 14\,004 \text{ N} (1404 \text{ kg})$$

$$F_s: \sin 21^\circ = \frac{F_s}{G} \rightarrow F_s = \sin 21^\circ \cdot G = 0,35837 \cdot 15\,000 \text{ N} \approx 5\,375,5 \text{ N} (538 \text{ kg})$$

FYSIIKKA

Voimien yhdistämisen ja jakamisen tehtävät:

TEHTÄVÄ 1: Piirrä samasta pisteestä lähtevät voimat seuraavasti:

F1: 8 cm oikealle ja 2 cm ylös

F2: 5 cm oikealle ja 3 cm ylös

F3: 2 cm vasemmalle ja 2 cm alas

Yhdistä voimat piirtämällä ja selvitä voiman kokonaissuuruus ja suunta, kun 1 cm on 150 N

TEHTÄVÄ 2: Perämoottori työntää paattia itään 1800 N voimalla. Tuuli puhaltaa idästä 450 N voimalla ja aallokko painaa paattia etelästä 250 N voimalla. Millä voimalla ja mihin suuntaan paatti etenee? Voit ratkaista tehtävän piirtämällä tai laskemalla. Pääasia, että piirrät ensin kuvan tilanteesta!

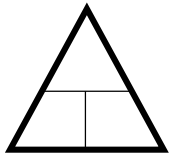
FYSIIKKA

Voiman momentti

* Voima voi vaikuttaa kappaleeseen vetäen, työntäen tai kääntäen. Kääntäminen aiheuttamaan vääntövaikutusta sanotaan voiman Momentiksi.

* Momentti on sitä suurempi, mitä suurempi on voima (F) ja mitä suurempi on voiman etäisyys (l) kiertoakselista eli mitä pidempi on vipuvarsi!

KAAVANA $M = F \cdot l$



SIJOITA KAAVAN SUURETUNNUKSET
KOLMIOON

M = momentti ($\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$ eli Nm)

F = voima ($\frac{kg \cdot m}{s^2}$ eli N)

l = vipuvarren pituus (m)

eli momentti on voima kertaa vipuvarsi! Jos voimasi loppuu, niin lisää vipuvartta!

Momenttitehtävät (muista muuttaa kaikki yksiköt perusyksiköiksi ennen laskemista):

TEHTÄVÄ 1: Kuinka suuri momentti kohdistuu pulttiin, jota väännetään 20 cm pituisella räikällä 500 N voimalla?

Tehtävä 2: Pultti on piukassa ja haet a) kohdan räikkään vielä metrin jatkoputken. Roikut putken päässä koko painollasi ja pultti aukeaa. Missä momentissa pultti oli?

Tehtävä 3: Haluat kiristää pultin 220 Nm momenttiin, mutta sinulla ei ole momenttiavainta. Kuinka pitkän avaimen päässä sinun pitää roikkua koko painollasi saavuttaaksesi oikean momentin?

Tehtävä 4: Moottorille (Volvo) ilmoitetaan maksimiväännöksi 320 Nm. Kytkimen halkaisija on 240 mm. Kuinka suuren voiman kytkin välittää maksimissaan?

FYSIIKKA

Kappaleen painopiste

- * Painopiste on yksinkertaistettuna kappaleessa oleva kohta, johon kappaleen painovoima vaikuttaa samalla tavalla kuin se vaikuttaa kappaleen jokaiseen kohtaan erikseen. Se on kappaleeseen vaikuttavan painovoiman vaikutuspiste.
- * Painopiste on piste, jonka kautta kappaleeseen kohdistuvan painon vaikutussuora kulkee kappaleen asennosta riippumatta.
- * Jos kappaletta tuetaan painopisteestä, on kappale tasapainossa missä asennossa tahansa.

Tasapaino

- * Fysiikassa kappale on tasapainossa kun se ei liiku eli ei etene eikä pyöri. Tasapaino saavutetaan, jos

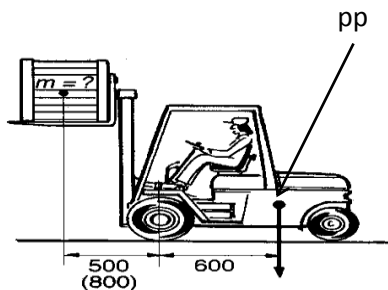
- Kappaleeseen vaikuttavien voimien summa eli resultantti on nolla TAI
- Kappaleeseen vaikuttavien momenttien summa on nolla kaikkiin suuntiin

- * On sovittu, että momentti on positiivinen (+) myötäpäivään ja negatiivinen (-) vastapäivään

Tasapainotehtävät:

TEHTÄVÄ 1: Trukin kokonaispaino on 3000 kg ja painopisteen (pp) etäisyys etupyörästä 60 cm. Kuinka suuri nostettavan kappaleen massa saa olla, jos sen painopisteen etäisyys etupyörästä on

- 50 cm
- 80 cm



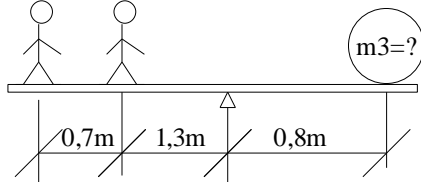
FYSIIKKA

TEHTÄVÄ 2: Saatko kuorman (esim. auto) nostettua seuraavilla tiedoilla: Auton massa 1200 kg, käytössä 5 m parru, jonka tukipisteen saat sellaiseksi, että kuorman varsi on 30 cm ja voiman varsi loput. Todista laskemalla.



TEHTÄVÄ 3: Kuinka painava täytyy säkin (m3) olla, jotta lauta on tasapainossa (laskut näkyviin!)?

$$m_1 = 85 \text{ kg} \quad m_2 = 70 \text{ kg}$$



TEHTÄVÄ 4: Laske, paljonko massasta jakautuu kannettavaksi Jepelle ja paljonko Jarppelle, kun Mitta A on 2,5 m, Mitta B 1,5 m ja massa 85 kg

