



VOIMA

N = Newton (*lausutaan "nyyttön"*)
Newton on massa kertaa kiihtyvyyden.

Sir Isaac Newton (1643-1727) kehitti kaavan, kun omena tippui hänen päähänsä.

$$N = \frac{kg \times m}{s^2}$$

Kiihtyvyyden

Kiihtyvyys (*merkitään a*) on nopeuden muutos aikayksikössä:

Esim. auton nopeus on 50 km/h = 50x1000m/3600s = 13,9 m/s.
Nopeus nostetaan 10 sekunnin aikana tasaisella kiihtyvyydellä 100 km/h
= 100x1000/3600s = 27,8 m/s

Kiihtyvyys voidaan laskea:

$$a = \frac{(27,8 - 13,9) \frac{m}{s}}{10 s} = 1,39 \frac{m}{s^2}$$

Mikäli kuljettajan massa (paino) on 70kg niin hän painaa selkänojaa voimalla:

$$F = 70kg \times 1,39 \frac{m}{s^2} = 97,3 \frac{kg \times m}{s^2} = 97,3N$$

Maanvetovoiman kiihtyvyys on 9,81 m/s², joten puoleen kappaleen nopeus sekunnin päästä on 9,81m/s, mikäli ilmanvastusta ei huomioida.

G-voima tarkoittaa maan vetovoiman kerroksia, esimerkiksi 3G tarkoittaa, että kappaleeseen vaikuttava voima on kolminkertainen.

ENERGIA (TYÖ)

Energiayksikön Joule kehitti James Prescott Joule (1818-1889), yksikkö merkitään isolla J:llä

Sillä on yhteys voimaan (*Newtoniin*) seuraavasti:

$$J = Nm = \frac{kg \times m}{s^2} \times m = \frac{kg \times m^2}{s^2}$$

Sama yksikkö (Nm) on tuttu mm. auton moottorin kannen pulttien kiristysmomenttina. Se on siis myös vääntömomentti.

TEHO

Tehon yksikkönä käytetään wattia, merkitään W . Yksikön kehitti James Watt (1736-1819), sama mies kehitti myös höyrykoneen.

Teho tarkoittaa tehtyä työtä aikayksikössä, se voidaan määrittää jakamalla tehty työ siihen kuluneella ajalla.

Kaavana se voidaan esittää seuraavasti:

$$W = \frac{J}{s} = \frac{Nm}{s} = \frac{kg \times m^2}{s^2 \times s} = \frac{kg \times m^2}{s^3}$$

KILOWATTITUNNIN JA MEGAJOULEN YHTEYS

Megajoule = MJ = miljoona joulea = 1000000J

Kilowattitunti = kWh = tuhannen wattituntia = 1000 Wh

1000 Wh = tuhannen joulea/sekunti kertaa tunti =

$$1000 \times \frac{J}{s} \times h = 1000 \times J \times 3600s = 3600000J = 3,6MJ.$$

(Tunnissa on 3600 sekuntia)

Yksi kWh on siis 3,6 MJ

Pyörivien koneiden teho voidaan laskea kaavalla:

$$P = 2 \times n \times \pi \times T$$

jossa P = teho, n = pyörimisnopeus (kierrosta sekunnissa), $\pi=3,14$ ja T =vääntömomentti (Nm= newtonmetri)

ESIMERKKEJÄ

Puukilon energia

Kilo puuta sisältää energiaa 13,5 MJ/kg
(megajoulea per kilo)

Kilowattitunteina se vastaa:

$$\frac{13,5 MJ}{3,6} = 3,75 kWh$$

ESIMERKKEJÄ

Kuinka paljon Haapaveden Kanteleen voimalaitos kuluttaa polttoainetta (turvetta) vuorokaudessa?

Voimalaitoksen kattilateho on 390 MW (megawattia = 1000000W)

Turpeen energiasisältö on 16 MJ/kg (megajoulea/kilo)
Polttoaineen kulutus voidaan laskea:

$$\dot{m} = \frac{P_{Kattila}}{q}$$

\dot{m} , jonka päällä on piste tarkoittaa kiloa sekunnissa. $P_{Kattila}$ on voimalaitoksen vaatima energia ja q on polttoaineen energiasisältö.

$$\dot{m} = \frac{390 \text{ MW}}{16 \text{ MJ}} \times \text{kg} = \frac{390 \text{ MJ}}{16 \text{ MJ} \times \text{s}} \times \text{kg} = \frac{390}{16} \times \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 24,375 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Vuorokaudessa on tunteja 24 ja tunnissa on 3600 sekuntia, joten vuorokaudessa on 86400 sekuntia. Turvetta kuluu vuorokaudessa

$$m = 24 \times 3600 \text{ s} \times 24,375 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 2106000 \text{ kg}$$

ESIMERKKEJÄ

Suihkun energian kulutus

Taloon tulevan kylmän veden lämpötila on noin 5°C. Suihkuveden lämpötila 38°C. Mikäli vesi lämmitettäisiin suoralla sähkövastuksella, niin mikä sen tehon tulisi olla?

Ratkaisu onnistuu alla olevan yhtälön avulla. P = sähköteho, m = kg/s, c_p = veden ominaislämpökapasiteetti (4,18 kJ/(kg°C)) ja Δt = lämpötilaero ennen ja jälkeen lämmitysvastuksen, tässä esimerkissä (38-5) °C = 33°C.

$$P = \dot{m} \times c_p \times \Delta t$$

Suihkuveden virtaus on 0,25 litraa sekunnissa, joka vastaa noin 0,25 kg/s, joten yhtälöön sijoitettuna:

$$P = 0,25 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \times ^\circ\text{C}} \times 33^\circ\text{C} = 34,485 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} = 34,485 \text{ kW}$$

Yhtälössä kilot ja celsiusasteet supistuvat, joten yksikkö on kJ/s = kW.

Tulos 34,485 kW vastaa 34485 W, mikäli tämä teho korvattaisiin 100W:n hehkulampuilla, niin niitä tarvittaisiin:

$$\text{Lamppuja} = \frac{34485 \text{ W}}{100 \text{ W}} \text{ kpl} = 345 \text{ kpl} .$$

ESIMERKKEJÄ

Kuinka kauan yksi 100 W:n lamppu palaa viidentoista minuutin suihkun energialla?

Energiaa kuluu 15 min suihkun aikana:

$0,25\text{h} \times 34,485\text{ kW} = 8,62125\text{ kWh}$, kun sähköenergia maksaa noin 11 senttiä/kWh, niin suihku ssa käynnin hinta on noin 0,95 euroa/suihkukerta (käytetty energia kerrotaan energia hinnalla).

$$100\text{W} : n \text{ lampun palamisaika} = \frac{8,62125\text{ kWh}}{0,1\text{W}} = \frac{8621,25\text{Wh}}{100\text{W}} = 86\text{ h}, 12\text{ min}, 45\text{ s}$$

Sadan watin lamppu voi siis olla palaa vähän yli 86 tuntia kuluttaen saman energian kuin 15 minuutin suihkun käyttö!



Keski-Pohjanmaan Ammattikorkeakoulu – Centria Ylivieska



HighBio Seminaari 2009



Yrjö Muilu
+358444492521
yrjo.muilu@centria.fi