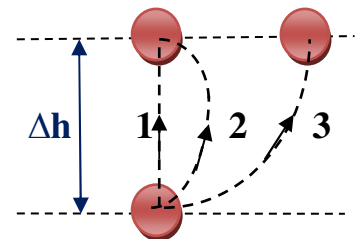


TYÖ 3c. NOUSUTEHO

Tehtävä	Työssä määritetään henkilön nousuteho portaiden ylösjuoksussa.
Välineet	Sekuntikello, mittanauha tai viivotin, henkilövaaka.
Taustatietoja	Mekaanisen työn määritelmän mukaan liikkeen suuntaisen voiman F siirtäessä kappaletta tietyn matkan s on voiman tekemä työ W voiman ja matkan tulo; $W = Fs$. Työn yksikkö on $[W] = [F] \cdot [s] = J (= \text{Joule})$. Työn luonteen mukaan puhutaan siirtotyöstä, jota tehdään liikevastusten voittamiseksi, tai nostotyöstä, kun kappale nostetaan korkeammalle tasolle. Kiihdytystyötä tehdään kappaleen nopeuden muuttamiseksi. Käytännössä tehdään usein samanaikaisesti siirtotyötä, kiihdytystyötä ja nostotyötä. Kun henkilö nousee portaita pitkin ylöspäin, hän tekee työtä painovoimaa $G = mg$ vastaan. Mekaanisen työn määritelmän mukaan työ on voiman ja matkan tulo: $W = Fs$. Tässä voima F on painovoima $G = mg$ ja matkaa pystysuunnassa merkitään usein symbolilla h. Siis painovoimaa vastaan tehty työ on $W = F \cdot s = G \cdot h = mgh$. Kaavassa g on putoamiskiihtyvyys, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Kuva 1.
Nostotyö.

Kuvan mukaisiin nostoihin 1, 2 ja 3 tehdään sama työ. Koska tarvittava voima on pystysuoraan ylöspäin, niin vaakasuoraan siirtoon ei tehdä työtä.



Kuvan 1 mukaan nostotyön suuruus ei riipu tiestä, vaikka liikuttaisiin sivusuunnassa. Se riippuu ainoastaan kappaleen painosta mg ja korkeuserosta Δh .

Teho määritellään tehdyn työn W ja sen suorittamiseen käytetyn ajan t osamääränä: $P = \frac{W}{t}$.

Tehon yksikkö on $[P] = \frac{[W]}{[t]} = \frac{J}{s} = W (= \text{Watti})$.

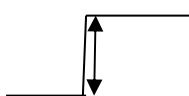
Tehosta voidaan käyttää nimitystä ”työntekovauhti”. Jos esimerkiksi sama työ tehdään puolet pienemmässä ajassa, on teho kaksinkertainen. Esimerkiksi mainittakoon joitakin tehoja; Saturnus-raketti 75 GW, Olkiluoto III ydinvoimalaitos 1600 MW, Imatran vesivoimalaitos 192 MW, matkustajalaiva 32 MW, henkilöauto 80 kW, moottoripyörä 15 kW, mikroaaltouuni 800 W, hevonen 600 W, LCD-taulutelevisio (32 tuumaa) 125 W, ihminen, keskim. 70 W, energiansäästölamppu 11 W.

Tehon määritelmästä saadaan työlle suureyhtälö $W = Pt$, jonka avulla voidaan laskea esimerkiksi sähkölaitteiden kuluttama sähköenergia kilowattitunteina (kWh); $E = Pt$.

Tarvitsee ainoastaan tietää laitteen teho P kilowatteina (kW) ja laitteen käyttöaika tunteina (h), niin sähkölaitteen käyttämä sähköenergia (kWh) saadaan edellä olevasta lausekkeesta $E = Pt$. Kun tiedetään sähköenergian hinta kilowattitunnilta (snt/kWh), niin sähkölaitteen käyttökustannukset voidaan helposti laskea.

Suoritusohjeet

Punnitse itsesi vaa'alla ja laske, kuinka suurella voimalla Maa vetää sinua puoleensa (painovoima). Yhtä suurella voimalla joudut ponnistamaan ylöspäin, kun nousest portaita. Mittaustulokset merkitään alla olevaan mittauspöytäkirjan taulukkoon.



Mittaa portaikon korkeus esimerkiksi laskemalla portaiden lukumäärä ja mittaamalla yhden portaan nousukorkeus. Lisäksi mitataan nousuaika, kun juostaan (*rauhallisesti (!)*) portaita ylös, esimerkiksi ruokalan tasalta (0. kerros) neljännen kerroksen tasalle. Kerrosten välinen korkeusero saadaan kertomalla portaiden lukumäärä yhden portaan nousukorkeudella. Laske nousutyö portaikon korkeuden ja tarvitsemasi voiman (painovoima) avulla. Teho lasketaan jakamalla tehty työ W siihen käytetyllä ajalla t . Laske tehosi nousutyön ja nousuajan avulla ja kirjoita tulokset taulukkoon. Toista koe esim. kolme kertaa ja laske nousutehon keskiarvo. Vastaa lopuksi työn loppusivulla oleviin tehtäviin.

MITTAUSPÖYTÄKIRJA: TYÖ 3b. NOUSUTEHO

Portaan korkeus on _____ m. Portaiden lukumäärä yhteensä on _____ .

Nousukorkeus $h =$ _____ m .

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (putoamiskiihtyvyys).

Massa m (kg)	Paino $G = mg$ (N)	Nousukorkeus h (m)	Työ W (J)	Nousuaika t (s)	Teho $P = \frac{W}{t}$ (W)
Tehon keskiarvo:					

VASTAUS: NOUSUTEHON KESKIARVO: $P =$ _____ W.

Kysymyksiä/tehtäviä:

- 1) Mitä eroa on massalla ja painolla?**
- 2) Miksi ponnistusvoima ajatellaan yhtä suureksi kuin painovoima?**
- 3) Mistä asioista nostotyön suuruus riippuu?**
- 4) Pitääkö portaat nousta nopeasti vai hitaasti, jotta nousuteho olisi mahdollisimman suuri?**
- 5) Miksi luokan isokokoisin saattaa olla tehokkaampi kuin pieni ja nopeimmin portaat kiipeävä oppilas?**
- 6) Jos jatkaisit samaa vauhtia pari kerrosta ylemmäksi, mitä tapahtuisi työlle? Entä mitä tapahtuisi teholle?**
- 7) Sähkökiukaan teho on 6,0 kW. Kiuas on toiminnassa 3,5 tuntia viikossa.**
 - a) Laske kiukaan kuluttama sähköenergia vuodessa.**
Ilmoita tulos kilowattitunteina (kWh) ja megajouleina (MJ)
 - b) Mitkä ovat kiukaan vuotuiset käyttökustannukset, kun sähköenergian hinta on 7,5 snt/kWh ?**