

ELT-61150 Ihmisen fysikaaliset ominaisuudet

Kesätentti 13.6.2016 / Juha Nousiainen

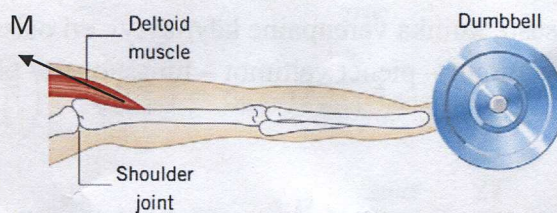
Oma laskin on sallittu.

- Henkilö kannattaa kuvan 1 mukaisesti ojennetulla käsivarrella käsipainoa, jonka massakeskipisteen etäisyys olkanivelestä on 62 cm. Käsivarren paino on 30 N ja sen massakeskipisteen etäisyys olkanivelestä on 28 cm. Oletetaan, että deltoid-lihas on ainoa aktiivinen lihas ja se tuottaa maksimivoiman 2000 N ja voimavektorin suunta muodostaa kulman 13° olkavarren kanssa. Lihas kiinnittyy olkaluuhun etäisyydellä 15 cm nivelestä.

Piirrä tilannetta kuvaava vapaakappalekuva.

Laske, mikä on suurin käsipainon paino, joka voidaan pitää kuvan mukaisessa tasapainossa.

Laske olkaniveleen tässä tilanteessa vaikuttava reaktiovoima R ja sen suunta.

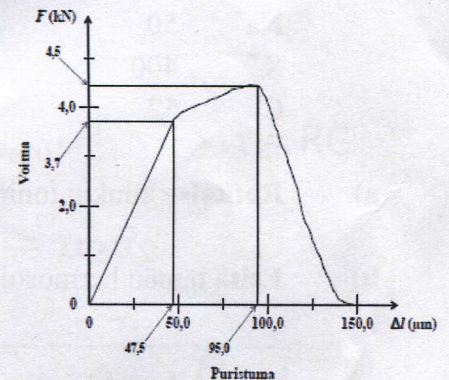


Kuva 1.

- Luunäytettä on koestettu puristamalla sitä kasvavalla voimalla F ja mittaamalla puristuma Δl . Testin tulokset on esitetty viereisessä kuvassa 2. Sylinterimäisen luunäytteen pituus oli 20 mm ja halkaisija 10 mm.

- Määritä** oheisen kuvan 2 avulla kyseisen luunäytteen

- elastinen alue,
- plastinen alue,
- kimmokerroin (Young's modulus),
- myötölujuus (yield stress, YS),
- murtolujuus (ultimate tensile stress, UTS)
- maksimaalinen suhteellinen puristuma (ultimate percent compression, UPC)



Kuva 2.

- Sovella** em. testituloksia juoksevaan henkilöön, jonka sääriluuhun kohdistuu maksimissaan 6000 N voima. Sääriluun pienin poikkipinta-ala on 3 cm^2 . **Kuinka paljon** sääriluu enintään lyhenee kankontaktin aikana, kun sen lepopituus on 50 cm.

Loput tehtävät toisella sivulla.

3. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:
- Miten** ihmisen energiavastojen käyttö eroaa lyhytaikaisessa ja pitkäaikaisessa rasituksessa?
 - Mitä** tarkoittavat perusaineenvaihdunnan nopeus ja metabolinen ekvivalentti?
 - Miten** kehon tuottaman hukkalämmön poisto kehosta eroaa levon ja fyysisen rasituksen aikana?
4. Tarkastellaan verenpainetta ja siihen liittyvää fysiikkaa.
- Kuvaa** (piirrä kuva) verenkierron valtimopainepulssin käyttäytyminen ajan funktiona yhden sydämen syklin aikana. **Selitä**, miten eri tekijät vaikuttavat verenpainepulssin muotoon.
 - Määrittele** valtimon pulssipaine (pulse pressure) ja keskipaine (mean arterial pressure, MAP). Mistä tekijöistä ne muodostuvat?
 - Kuvaa ja perustele** fysikaalisesti, kuinka verenpaine käyttäytyy eri osissa verenkiertojärjestelmää (isot valtimot – pienet valtimot – hiussuonet – pienet laskimot – suuret laskimot).
5. Tarkastellaan jäättiläismustekalan hermosolua, jossa on mitattu lämpötilassa $T=6\text{ }^{\circ}\text{C}$ solun lepotilan aikana seuraavat solun sisäiset ja ulkoiset ionikonsentraatiot (mM) sekä solukalvon suhteelliset ioniläpäisevyydet eri ioneille:

Ioni	Sisäpuoli	Ulkopuoli	Läpäisevyys
Na^+	50	440	0,04
K^+	400	20	1
Cl^-	52	560	0,45

- Ratkaise** kunkin ionin tasapainojännite sekä solukalvon kalvojännite.
- Esitä** tämän hermosolun solukalvon sähköinen ekvivalenttipiiri eli Hodgkin-Huxley –malli.

Ihmiskehon fysikaaliset ominaisuudet
koelma

$$= m\vec{a} \quad E_k = \frac{1}{2}mv^2; E_p = mgh$$

$$\Delta x = v_i t + \frac{1}{2}at^2$$

$$GSI = a^{2,5} t_{coll}; a = \frac{\Delta v}{t_{coll}} = \frac{1+e}{t_{coll}} v_i$$

$$S = \frac{1}{2}at^2 \quad H = \frac{v_{TO}^2}{2g}$$

$$v_f = v_i + at$$

$$\tau = \vec{r} \times \vec{F}; \tau_z = rF \sin \Theta$$

$$F = -kx, \quad \frac{F_{applied}}{A} = \frac{kL_0}{A} \frac{L - L_0}{L_0} \quad \sigma = F/A \quad Y = \frac{kL_0}{A}$$

$$\sigma = Y\epsilon \quad \epsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \quad PE = \frac{1}{2}k(L - L_0)^2$$

$$\Delta U = Q_{met} + Q_{loss} - W. \quad Q = Q_{met} + Q_{loss}$$

$$\frac{1}{A} \frac{dQ}{dt} = -K \frac{dT}{dx} \sim -K \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad \Delta T = \frac{Q}{mc} \quad BMR = cm_b^{3/4} \quad 1 \text{ kcal} = 4.2 \text{ kJ}$$

$$R = \epsilon \sigma T^4 \quad -\left(\frac{dQ}{dt}\right)_{loss} = RA = \epsilon_{skin} \sigma T_{skin}^4 A_{skin} \quad -\frac{1}{A} \left(\frac{dQ}{dt}\right)_c = h_c(T_{skin} - T_{air})$$

$$\Delta P = \frac{T}{R} \quad \text{or} \quad T = R(\Delta P) \quad \Delta P = \frac{2w\sigma}{R} = \frac{2T}{R} \quad Re = \frac{\rho u^2}{\eta u/d} = \frac{\rho u d}{\eta} = \frac{u d}{\nu}$$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho u_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho u_2^2 + \rho g y_2$$

$$W = \int_{L_i}^{L_f} F dL = \int_{L_i}^{L_f} (F/A)(A dL) = \int_{V_i}^{V_f} P dV$$

$$R_{flow} = \frac{\Delta P}{Q} \quad C_{flow} = \frac{\Delta V}{\Delta P} \quad P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

$$Q = \frac{\pi R^4}{8\eta L} (P_1 - P_2) \quad V(P) = V_d + C_{flow} P. \quad P_{sa}(t) = P_{systole} e^{-t/\tau} \quad \tau = RC$$

$$Z = \rho v_s \quad R_{refl} = \frac{I_r}{I_i} = \frac{P_r^2/2Z_1}{P_i^2/2Z_1} = \frac{P_r^2}{P_i^2}$$

$$= \left(\frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2}\right)^2 = \left(\frac{1 - Z_2/Z_1}{1 + Z_2/Z_1}\right)^2$$

$$n_1 \theta_1 = n_2 \theta_2$$

$$f = \frac{n_j}{\sum_{i=1 \text{ to } j-1} P_{i,i+1}}$$

$$V_i = -\frac{kT}{q} \ln \frac{[C]_i}{[C]_o} \quad k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

$$q = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$I_i = g_i (V_m - V_i) \quad V_m = \frac{\sum g_i V_i}{\sum g_i}$$

$$V_m = -\frac{kT}{q} \ln \frac{p_K [K^+]_i + p_{Na} [Na^+]_i + p_{Cl} [Cl^-]_o}{p_K [K^+]_o + p_{Na} [Na^+]_o + p_{Cl} [Cl^-]_i}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{r_m}{r_i + r_o}} \approx \sqrt{\frac{r_m}{r_i}} \quad I_s = \frac{\Delta V_m}{R_m (1 - e^{-t/\tau})}$$