

GMA 6. számítási gyakorlat – 2016/2017

1. Példa: Gépcsoport hatásfok

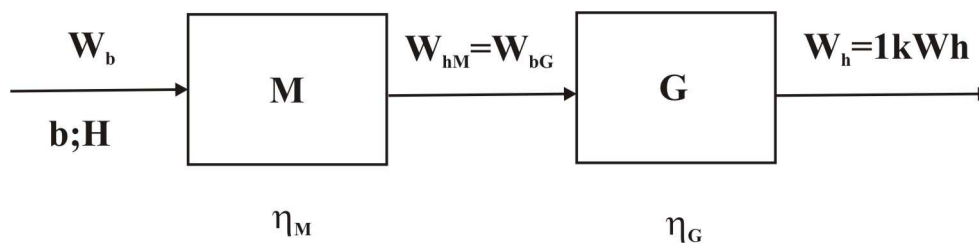
(Ált. Géptan példatár 12)

Egy földgázmotor villamos generátort hajt, amelynek hatásfoka 96%. A motor fogyasztása $0,4\text{m}^3$ $31\text{MJ}/\text{m}^3$ fűtőértékű gáz 1kWh villamos-energia termelés esetén.

Kérdések:

- Mekkora a gépcsoport fajlagos hőfogyasztása?
- Mekkora a motor fajlagos hőfogyasztása?
- Mennyi a motor hatásfoka?
- Mennyi a gépcsoport hatásfoka?

Megoldás:



a)

$$q = bH = 0,4 \frac{\text{m}^3}{\text{kWh}} \cdot 31 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3} = 12,4 \frac{\text{MJ}}{\text{kWh}} = 3,44 \frac{\text{MJ}}{\text{MJ}}$$

b)

$$b_M = \frac{V}{W_{hM}} = \frac{V}{W_h / \eta_G} = \frac{0,4 \text{ m}^3}{1 \text{ kWh} / 0,96} = 0,384 \frac{\text{m}^3}{\text{kWh}}$$

$$q_M = b_M H = 0,384 \frac{\text{m}^3}{\text{kWh}} \cdot 31 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3} = 11,9 \frac{\text{MJ}}{\text{kWh}} = 3,31 \frac{\text{MJ}}{\text{MJ}}$$

c)

$$\eta_M = \frac{1}{q_M} = \frac{1}{3,31} = 30,2\%$$

d)

$$\eta = \frac{1}{q} = \frac{1}{3,44} = 29\%$$

Ellenőrzés:

$$\eta = \eta_M \eta_G = 0,302 \cdot 0,96 = 0,29 = 29\%$$

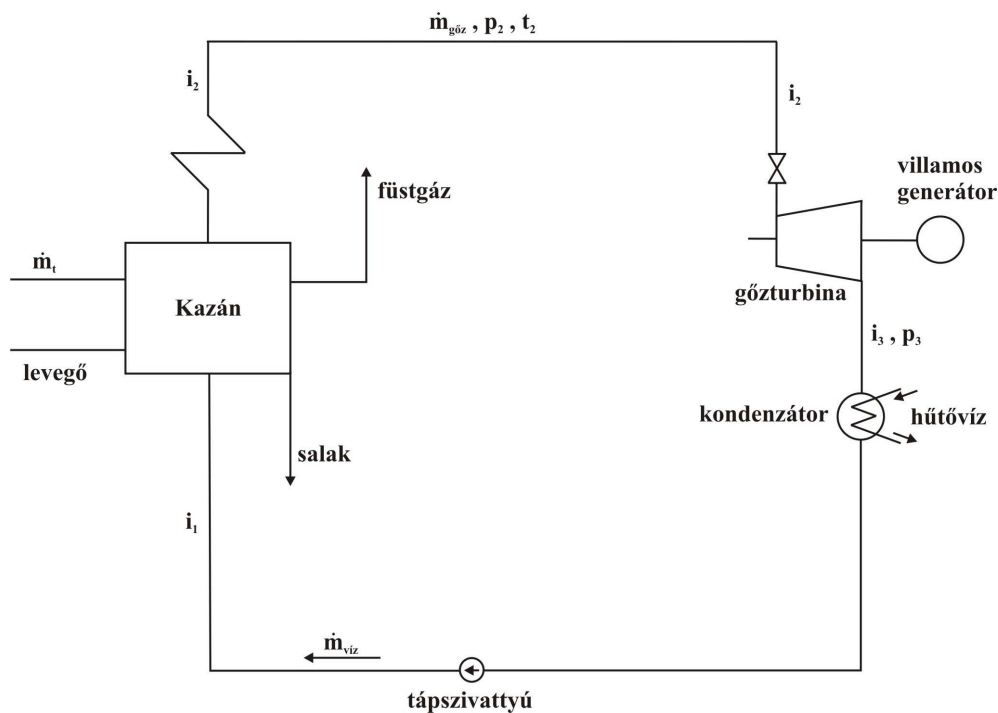
2. Példa: Hőerőmű

(Ált. Géptan példatár 209)

Az ábrán egy hőerőmű egyszerűsített kapcsolási rajza látható. A generátor teljesítménye 50MW, hatásfoka 97%. A generátort hajtó gőzturbina hatásfoka 87%, a friss gőz nyomása $p_2=110\text{bar}$, hőmérséklete $t_2=500^\circ\text{C}$, entalpiája $i_2=3370\text{kJ/kg}$. A kondenzátorban a nyomás $p_3=0,04\text{bar}$, a gőz entalpiája $i_3=2180\text{kJ/kg}$.

Kérdések:

- Mekkora gőzmennyiségre van szükség a megadott generátorteljesítmény eléréséhez?
- Mennyi a kazán óránkénti szénfogyasztása? A kazánhatásfok 80%, a tápvíz entalpiája $i_1=125\text{kJ/kg}$, a szén fűtőértéke 20MJ/kg .
- Ábrázolja léptékhelyesen a hőerőmű teljesítmény szalagját!
- Mekkora az erőmű hatásfoka?



Megoldás:

$$P_{Th} = \frac{P_{Gh}}{\eta_G} = \frac{50\text{MW}}{0.97} = 51,55\text{ MW}$$

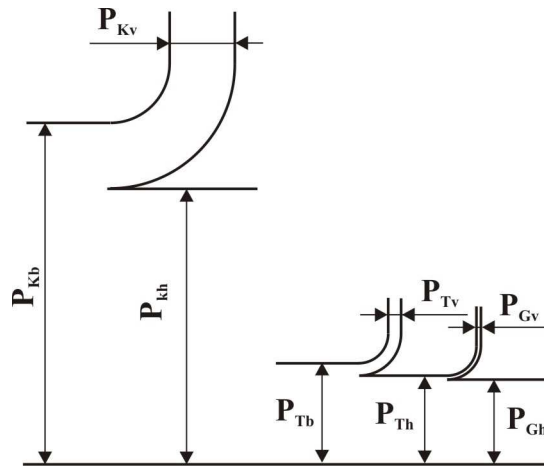
$$P_{Tb} = \frac{P_{Th}}{\eta_T} = \frac{51,55\text{MW}}{0,87} = 59,25\text{ MW}$$

$$P_{Tb} = \dot{m}_g (i_2 - i_3)$$

$$\dot{m}_g = \frac{P_{Tb}}{i_2 - i_3} = \frac{59,25\text{MW}}{(3,370\text{MJ/kg} - 2,180\text{MJ/kg})} = 49,79\text{kg/s} = 179,24\text{ Mg/h}$$

$$\eta_K = \frac{\dot{m}_g (i_2 - i_1)}{\dot{m}_t H}$$

$$\dot{m}_t = \frac{\dot{m}_g (i_2 - i_1)}{\eta_K H} = \frac{49,79 \text{ kg/s} \cdot (3,370 \text{ MJ/kg} - 0,125 \text{ MJ/kg})}{0,8 \cdot 20 \text{ MJ/kg}} = 10,1 \text{ kg/s} = 36,35 \text{ Mg/h}$$



A teljesítményszalag adatai:

$$P_{Kb} = \dot{m}_t H = 10,1 \text{ kg/s} \cdot 20 \text{ MJ/kg} = 202 \text{ MW} \quad (100\%)$$

$$P_{Kh} = \dot{m}_g (i_2 - i_1) = 49,79 \text{ kg/s} \cdot (3,370 \text{ MJ/kg} - 0,125 \text{ MJ/kg}) = 161,57 \text{ MW} \quad (80\%)$$

$$P_{Kv} = 40,43 \text{ MW} \quad (20\%)$$

$$P_{Tb} = \dot{m}_g (i_2 - i_3) = 49,79 \text{ kg/s} \cdot (3,370 \text{ MJ/kg} - 2,180 \text{ MJ/kg}) = 59,25 \text{ MW} \quad (29,3\%)$$

$$P_{Th} = 51,55 \text{ MW} \quad (25,5\%)$$

$$P_{Tv} = 7,7 \text{ MW} \quad (3,8\%)$$

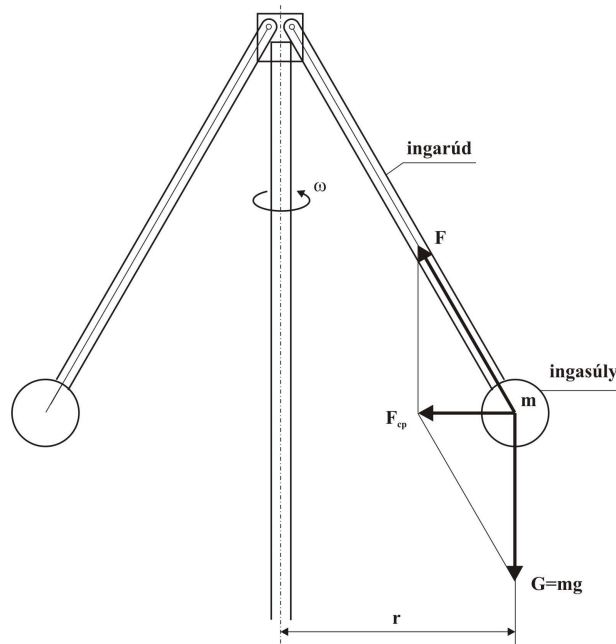
$$P_{Gh} = 50 \text{ MW} \quad (24,75\%)$$

$$P_{Gv} = 1,55 \text{ MW} \quad (0,77\%)$$

$$\eta_e = \frac{P_{Gh}}{P_{Kb}} = \frac{50 \text{ MW}}{202 \text{ MW}} = 0,2475 \approx 25\%$$

3. Példa: Fordulatszám-szabályozó inga

(Ált. Géptan példatár 106)



Az ábrán vázolt fordulatszám-szabályozó inga rúdában ébredő „F” erő és a „G” súly eredő ereje az $m=0,1\text{kg}$ tömegű, $\omega=18\text{rad/s}$ szögsebességgel keringő ingasúlyra ható „ F_{cp} ” centripetális erővel egyenlő. Az ingasúly a vázolt helyzetben a forgástengelytől $r=4\text{cm}$ távolságra van. Mekkora „F” erő ébred az ingarúdban?

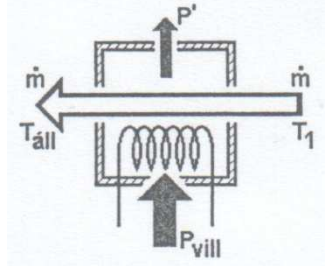
Megoldás:

$$\begin{aligned} F &= \sqrt{F_{cp}^2 + G^2} = \sqrt{(mr\omega^2)^2 + (mg)^2} = m\sqrt{(r\omega^2)^2 + g^2} = \\ &= 0,1\text{ kg} \cdot \sqrt{(0,04\text{ m} \cdot (18\text{ rad/s})^2)^2 + (9,81\text{ m/s}^2)^2} = 1,625\text{ N} \end{aligned}$$

4. Példa: Átfolyós vízmelegítő

(külön feladat)

Határozza meg egy villamos fűtésű átfolyó vízmelegítő teljesítményvesztését ($P'=?$), ha a belépő víz hőmérséklet $T_1=14,2^\circ\text{C}$, az állandósult elfolyó víz hőmérséklete $T_{\text{all}}=30,1^\circ\text{C}$, a villamos fűtőt teljesítmény $P_{\text{vill}}=1811\text{W}$! A víz térfogatáramát köbözéssel mérjük, a köbözött térfogat $V_k=940\text{ml}$, a köbözési idő $t_k=35,9\text{s}$. Tekintse a víz sűrűségét és fajhőjét függetlennek a hőmérséklettől: $\rho_v=1000\text{kg/m}^3$ és $c_v=4187\text{J/kg}\cdot^\circ\text{C}$. Mekkora lenne a víz hőmérséklet-emelkedése, ha a vízmelegítő veszteségmentesen üzemelne?



Megoldás:

$$\dot{m} = \rho_v \frac{V_k}{t_k} = 1000\text{kg/m}^3 \cdot \frac{0,94 \cdot 10^{-3}\text{m}^3}{35,9\text{s}} = 0,0262\text{ kg/s}$$

$$P_{\text{vill}} = c_v \dot{m} \Delta T + P'$$

$$P' = P_{\text{vill}} - c_v \dot{m} (T_{\text{all}} - T_1) = 1811\text{W} - 4187\text{J/kg}\cdot^\circ\text{C} \cdot 0,0262\text{kg/s} \cdot (30,1^\circ\text{C} - 14,2^\circ\text{C}) = 66,8\text{ W}$$

$$\Delta T_e = \frac{P_{\text{vill}}}{c_v \dot{m}} = \frac{1811\text{W}}{4187\text{J/kg}\cdot^\circ\text{C} \cdot 0,0262\text{kg/s}} = 16,5^\circ\text{C}$$

5. Példa: Szánkó felhúzása

(külön feladat)

Egy 25m magas, 12°-os lejtő tetejéről elengedünk egy 8 kg tömegű üres szánkót, mely azon lecsúszik és a lejtő aljához csatlakozó vízszintes szakaszon megáll. A súrlódási tényező mindvégig 0,1. A megállási ponttól vissza szeretnénk húzni a szánkót az emelkedő tetejére, a húzóerő mindvégig párhuzamos a pályával. Mekkora munkavégzés szükséges ehhez?

Megoldás:

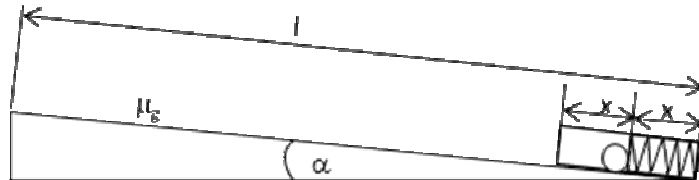
Lecsúzás: $mgh = W_s$

Felhúzás: $W = mgh + W_s = 2mgh = 2 \cdot 8\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 \cdot 25\text{m} = 3924 \text{ J}$

6. Példa: Flipper kilövő

(külön feladat)

Az ábrán látható flipper kilövő berendezésének rugóhossza terheletlen állapotban $2x=20$ cm. A golyó kilövéséhez a rugót fele hosszúságúra nyomják össze. Milyen rugómerevségű rugót válasszunk, ha azt szeretnénk, hogy az asztal felső végén a golyónak még 4m/s sebessége legyen? Az asztal teljes hossza $l=150\text{cm}$, hajlásszöge 10° , a gördülőellenállás $0,05$, a golyó tömege 60g . (A golyó átmérőjéből eredő úthossz-rövidülést, valamint a golyó forgási energiáját hanyagolja el.)



Megoldás:

$$s = l - x = 1,5\text{m} - 0,1\text{m} = 1,4\text{m}$$

$$h = s \sin \alpha = 1,4\text{m} \cdot \sin 10^\circ = 0,2431\text{m}$$

$$E_h = mgh = 0,06\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 \cdot 0,2431\text{m} = 0,1431\text{J}$$

$$W_s = s\mu mg \cos \alpha = 1,4\text{m} \cdot 0,05 \cdot 0,06\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 \cdot \cos 10^\circ = 0,0406\text{J}$$

$$E_m = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,06\text{kg} \cdot (4\text{m/s})^2}{2} = 0,48\text{J}$$

$$E_r = E_h + W_s + E_m = 0,1431\text{J} + 0,0406\text{J} + 0,48\text{J} = 0,6637\text{J} = \frac{Fx}{2} = \frac{kx^2}{2}, \text{ ahol}$$

$$k = \frac{F}{x} \text{ a rugómerevség.}$$

$$k = \frac{2E_r}{x^2} = \frac{2 \cdot 0,6637\text{J}}{(0,1\text{m})^2} = 132,7\text{N/m}$$