

A "Gépszerkezettan, tervezés" c. tantárgy ütemterve  
I. é. mesterszakos gépészmérnök hallgatók számára

Tanulmányi hét	Előadás	Gyakorlat
1.	Károsodások fajtái és okai. Méretezés, ellenőrzés, anyagválasztás, teherbírás. Kopás számítása.	1. feladat ismertetése. Tengely ellenőrzése kifáradásra, merevségre.
2.	Gépelemek méretezése ismétlődő igénybevételre. Állandó amplitúdójú stacioner ismételt igénybevételek kifáradási görbéi. Kifáradási határ.	1. feladat kidolgozása. Igénybevételek meghatározása.
3.	A kifáradási határt befolyásoló tényezők. Bemetszések, méret-, felületminőségi és technológiai tényezők hatása. A kifáradás elleni biztonság meghatározása. Méretezés élettartamra.	1. feladat kidolgozása. Teherbírás számítása kifáradásra.
4.	Méretezés többtengelyű feszültségi állapotra. Gough és Pollard kísérletei. Muttnyánszky és Rohonyi szerkesztő eljárásai.	1. feladat kidolgozása. Teherbírás a csapágyak megengedett elfordulási szöge alapján.
5.	Változó amplitúdójú ismételt igénybevételek. Károsodások halmozódása. Palmgren-Miner-féle elmélet. Tengelyek méretezése kifáradásra. Tengelyek merevsége.	1. feladat kidolgozása. Teherbírás a fogaskerék megengedett deformációjából.
6.	Ragasztástechnika. Ragasztott kötések helyes kialakítása, kötések szilárdsági méretezése.	1. feladat kidolgozása. Rugalmas vonal rajzolása. <b>1. feladat beadása.</b>
7.	Térbeli hajtások működésének elméleti alapjai. Fogazati rendszer felépítése. Ívelt fogú kúpkerekek. Gördülőfelületek. A fogazati elhelyezése az osztókúpon. Síkkerekek. Képzelt síkkerekek.	2. feladat ismertetése. Kúpkerekpár tervezése.
8.	A keréktest és a fogazati jellemző méretei. Ívelt fogú kúpkerekek erőjátéka. Ívelt fogú kúpkerekek méretezése a fogfelületi szilárdság alapján.	2. feladat kidolgozása. Geometriai tervezés.
9.	Ívelt fogú kúpkerekek méretezése a fogtőszilárdság alapján. Konstruktív megfontolások az ívelt fogú kúpkerekek beépítésénél.	2. feladat kidolgozása. Szilárdsági ellenőrzés.
10.	Hajtásátvitel térben kitérő tengelyek között hengeres ill. kúpkerekekkel. Csavarhajtás tervezése. Hipoid hajtás tervezése.	2. feladat kidolgozása. Csapágyazás tervezése.
11.	Csigahajtások típusai, geometriai méretezésük, gyártási eljárásaik.	2. feladat kidolgozása. Csapágyazás tervezése.
12.	A csigahajtások szilárdsági méretezése: melegezésre, fogfelületi teherbírásra, a csigakerék fogtő-teherbírására.	Kiskerekek beépítése. <b>2. feladat beadása.</b>
13.	Tervezési sajátosságok. A csigatengely merevsége. A kenőanyag megválasztása.	Elégtelen feladatok pótlása.

A tantárgy követelményeit és a félévvégi aláírás feltételeit külön lap tartalmazza.

Ajánlott irodalom:

1. Drobni J.: Gépelemek III. Tankönyvkiadó. Budapest, 1983.
2. Stephens, R. I. – Fatemi, A. – Stephens, R. R. – Fuchs, H. O.: Metal Fatigue in Engineering. 2nd Ed. John Wiley & Sons. 2000.
3. Stadtfeld, H. J.: Gleason Zukunftsweisende Kegelarad-Verzahntechnik. The Gleason Works. Rochester, 2001.
4. Stadtfeld, H. J.: Gleason Bevel Gear Technology. The Gleason Works. Rochester, 1995.
5. Schlecht B.: Maschinenelemente 2. Pearson Studium. 2010. p. 929-1022. Kegelaradverzahnung und Kegelaradgetriebe. p. 1023-1072. Schneckenverzahnung und Schneckengetriebe.

### **A tantárgy követelményei és a félévvégi aláírás feltételei:**

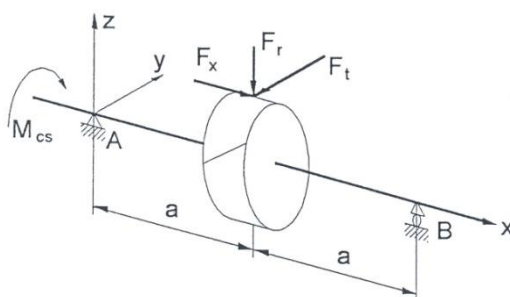
- A tantárgyból aláírás, és vizsga van.
- Az aláírás megszerzésének feltételei:
  - az előadás látogatása,
  - részvétel a gyakorlati órákon,
  - az évközi feladatok legalább elégséges szintű elkészítése.
- A feladatok beadási határidejét az ütemterv tartalmazza.
- Az elégtelen feladatok pótlására az ütemterv szerint az utolsó hét gyakorlati órájával bezárólag kerülhet sor, a gyakorlatvezetővel egyeztetett formában és időpontban. A szorgalmi időszakban az elégtelen feladatok különjárási díj fizetése nélkül pótolhatók. A feladat beadási határidejének elmulasztása esetén különjárási díjat kell fizetni.
- A gyakorlatokon végzett munkát a feladatokra adott osztályzatok átlagával értékeljük és eredményes (legalább elégséges) vizsga esetén a vizsga osztályzatába 1/3-os súllyal beszámítjuk.
- A vizsga írásbeli és szóbeli részből áll. Az írásbeli vizsga eredménye alapján jegy megajánlásra van lehetőség, ekkor szóbeli vizsgát nem kell tenni. Szóbeli vizsga csak legalább elégséges írásbeli vizsga esetén tehető. A vizsga érdemjegyét a vizsgán szerzett osztályzat ill. a gyakorlati munkát értékelő osztályzat alapján számítjuk. A gyakorlati munka eredménye 1/3-os súllyal kerül beszámításra.

Miskolc, 2018. február 5.

Dr. Sarka Ferenc  
tárgyjegyző

0. ERRE A NYOMTATOTT LAPRA NE ÍRJON!

1. A lenti ábrán ferdefogú fogaskerékhajtómű hajtó tengelye látható. A tengely állandó átmérőjű  $d=40\text{mm}$ , melyet  $M_{cs}$  forgatónyomatékkal forgatunk. A tengelyre reteszkötéssel rögzített fogaskerékre  $4500\text{N}$  kerületi erő,  $1700\text{N}$  radiális erő és  $1200\text{N}$  axiális erő hat. A fogaskerék gördülőkörének átmérője  $d_w=90\text{mm}$ . A tengely anyaga C45, melyre  $\sigma_{-1D}=363\text{N/mm}^2$ ,  $R_{eH}=608\text{N/mm}^2$ . A fogaskerék a csapágyazási helyek között középen helyezkedik el. Távolsága a csapágyaktól  $a=80\text{mm}$ . A kifaradási határt módosító tényezők:  $K_{f\sigma}=2,2$ ,  $K_{Ra}=0,84$ ,  $K_d=0,81$ .



Határozza meg a kifaradás elleni biztonsági tényezőt Soderberg-féle számító eljárás segítségével és rajzolja fel az alkalmazott biztonsági diagramot! (20pont)

2. Ábra segítségével mutassa be a Haigh - diagram szerkesztési menetét. (5pont)
3. Rajzoljon tengelycsapágyazást teljes metszetben kúpogaskerék hordozására, O - elrendezésű kúpörgős csapágyak beépítésével! Legyen figyelmes a vékony és vastagvonalak jó megkülönböztethetőségére! Milyen előnyös tulajdonsággal bír az O - elrendezésű csapágybeépítés? (20pont)
4. Mit ért az üzemképesség, a károsodás, a változás, a tönkremenetel fogalma alatt? Sorolja fel a károsodás fajtáit! (12pont)
5. Kúpogaskerék érintkezési feszültségének számítása az alábbi összefüggés segítségével történik. Nevezze meg a képletben szereplő mennyiségeket! (8pont)

$$\sigma_c = C_p \cdot C_b \cdot \sqrt{\frac{2000 \cdot T_D \cdot C_a}{C_v} \cdot \frac{1}{b \cdot d_1^2} \cdot \left(\frac{T_1}{T_D}\right)^z \cdot \frac{C_S \cdot C_m \cdot C_{xc} \cdot C_f}{I}}$$

# Gépsszerkesztés tervezés

01.

20 pont

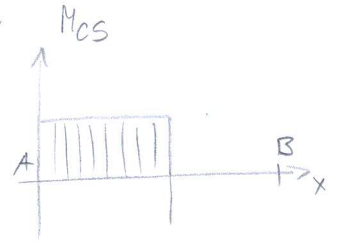
① feladat

$$M_{cs} = F_t \cdot r = 4500 \text{ N} \cdot 0,045 \text{ m} = 202,5 \text{ Nm}$$

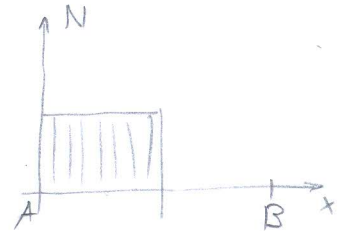
$$r = \frac{dw}{2} = \frac{90 \text{ mm}}{2} = 45 \text{ mm}$$

$$K_p = \frac{d^3 \pi}{16} = \frac{0,04 \text{ m}^3 \cdot \pi}{16} = 0,00001257 \text{ m}^3$$

$$\tau_{cs} = \frac{M_{cs}}{K_p} = \frac{202,5 \text{ Nm}}{0,00001257 \text{ m}^3} = 16,1098 \text{ MPa}$$

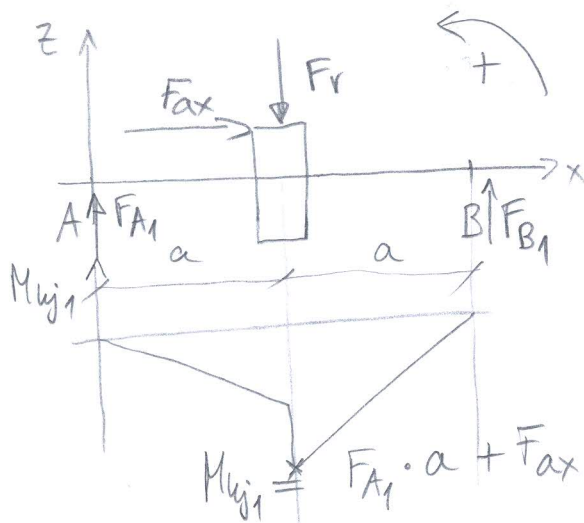


$$\sigma_{uy} = \frac{F_A}{A} = \frac{1200 \text{ N}}{\frac{40^2 \text{ mm}^2 \pi}{4}} = 0,955 \text{ MPa}$$



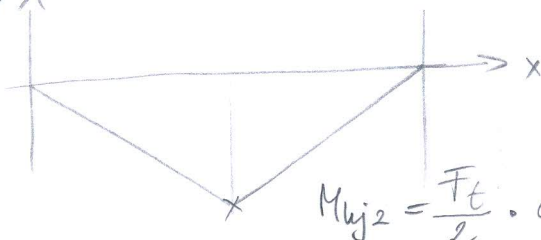
$$\sigma_{mred} = \sqrt{\sigma_{uy}^2 + 3 \tau_{cs}^2} = \sqrt{0,955 \text{ MPa}^2 + 3 \cdot 16,1098 \text{ MPa}^2}$$

$$\sigma_{mred} = 27,918 \text{ MPa}$$



$$F_{A1} = \frac{F_r \cdot a - F_{ax} \cdot \frac{dw}{2}}{2a} = \frac{1700 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm} - 1200 \text{ N} \cdot \frac{90 \text{ mm}}{2}}{2 \cdot 80 \text{ mm}} = 512,5 \text{ N}$$

$$M_{uj1} = F_{A1} \cdot a + F_{ax} \cdot \frac{dw}{2} = 512,5 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm} + 1200 \text{ N} \cdot \frac{90 \text{ mm}}{2} = 95000 \text{ Nmm}$$



$$M_{uj2} = \frac{F_t}{2} \cdot a = \frac{4500 \text{ N}}{2} \cdot 80 \text{ mm} = 180000 \text{ Nmm}$$

① Jolytatás

01.

$$M_{uj} = \sqrt{M_{uj1}^2 + M_{uj2}^2} = \sqrt{95000 \text{ Nmm}^2 + 180000 \text{ Nmm}^2} =$$

$$= 203531,32 \text{ Nmm} \quad 2p$$

$$K = \frac{d^3 \pi}{32} = \frac{K_p}{2}$$

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \quad \text{ez nulla} \Rightarrow \sigma_a = \sigma_{uj} = \frac{M_{uj}}{K} = \frac{203531,32 \text{ Nmm}}{6283 \text{ mm}^3}$$

$$= 32,394 \text{ N/mm}^2 \quad 2p$$

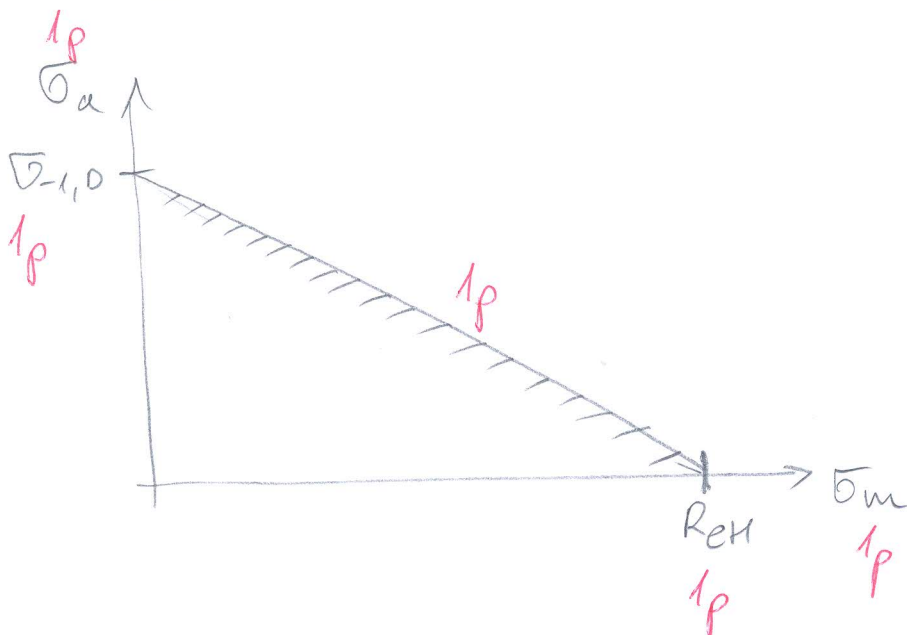
$$\sigma_a^* = \frac{K_{f\sigma}}{K_{Ra} \cdot K_d} \cdot \sigma_a = \frac{2,2}{0,84 \cdot 0,81} \cdot 32,394 \text{ N/mm}^2$$

$$2p$$

$$\sigma_a^* = 104,743 \text{ N/mm}^2$$

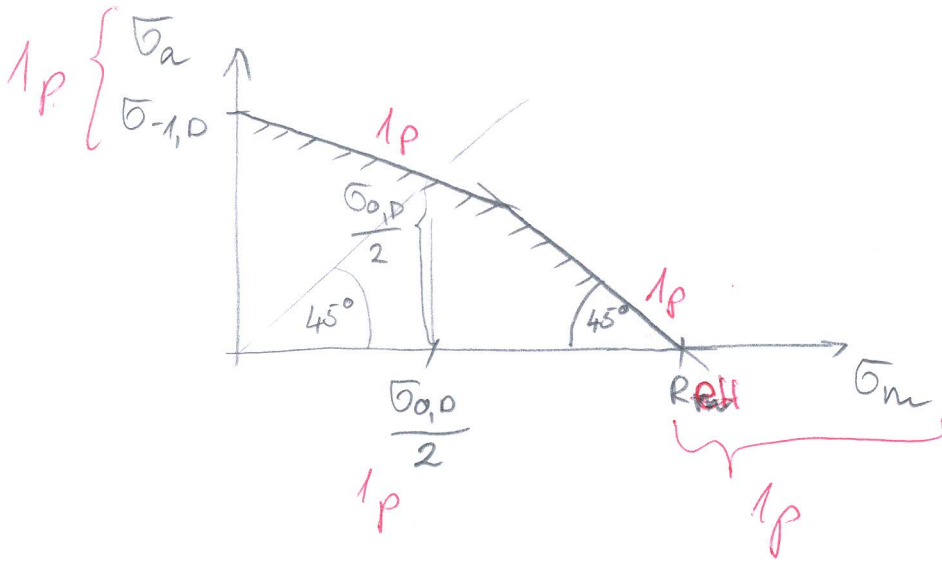
$$n_D = \frac{1}{\frac{\sigma_a^*}{\sigma_{-1,0}} + \frac{\sigma_{mred}}{R_{eH}}} = \frac{1}{\frac{104,743}{363,0} + \frac{27,918}{608}}$$

$$\underline{n_D = 2,9898}$$



② feladat

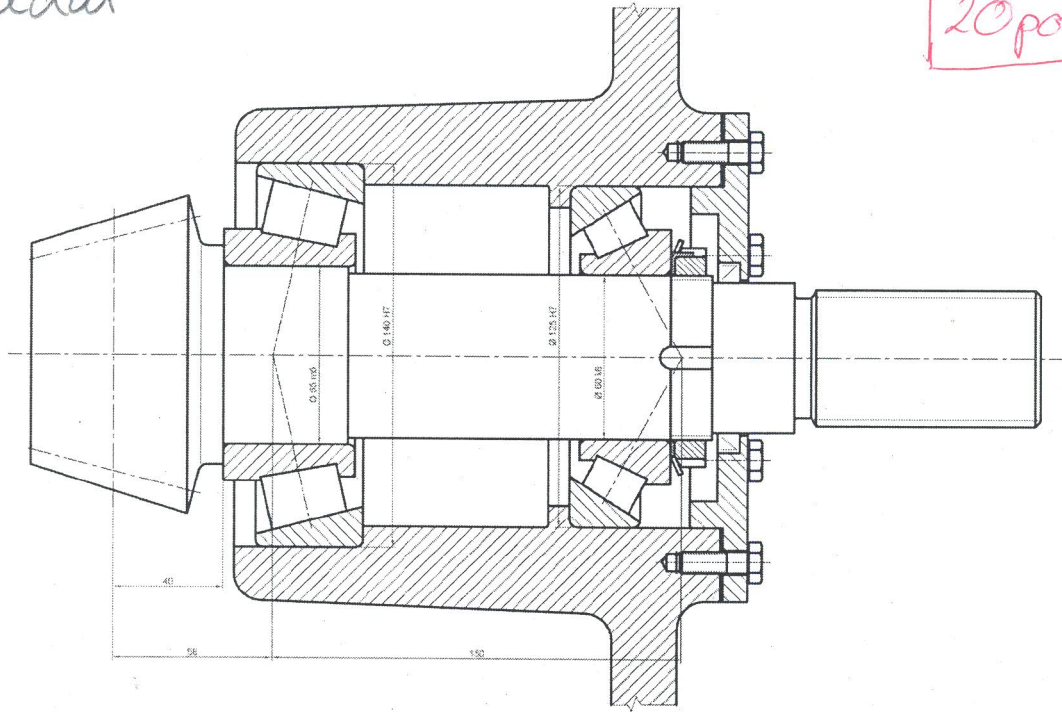
5 pont



# Beépítési példa: „O” elrendezés

③ feladat

20 pont



Csapágyazás tervezése

O-elrendezés: 4 pont

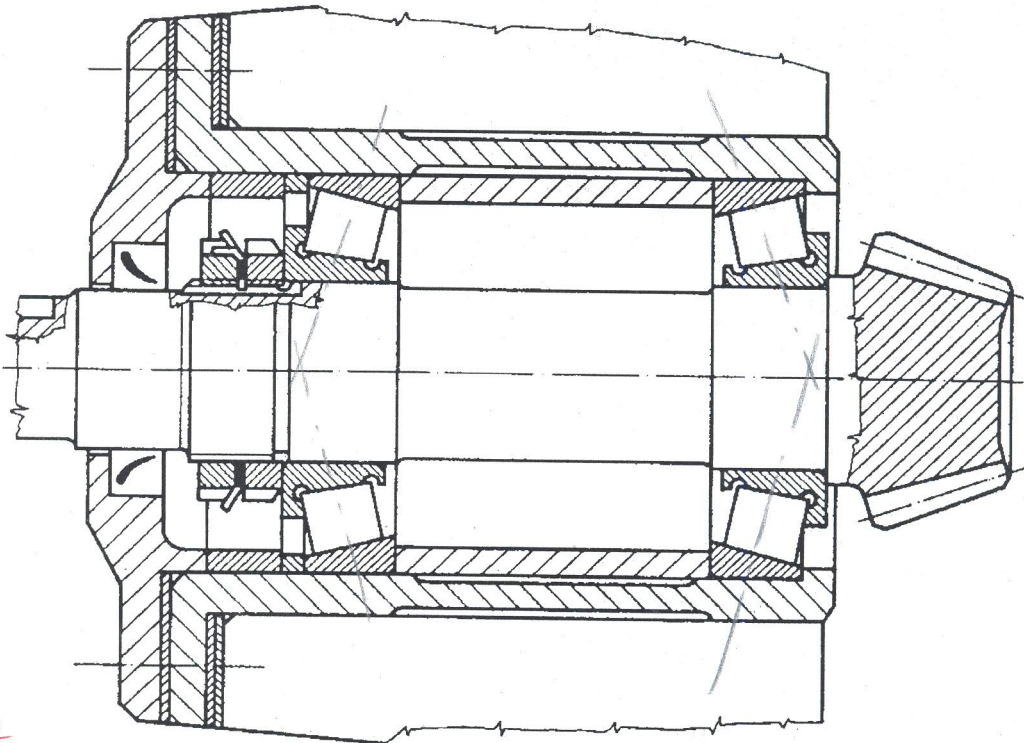
Megtámasztások: 4 pont

Csapágyház beállíthatóság: 4 pont

teigely: 2p ; fedél: 2p

ház: 7p ; fogaskerék: 7p

# Beépítési példa: „O” elrendezés



Előny:  
nagyobb  
billező  
nyomaték

Csapágyazás tervezése

Lehetséges kizárgó elemek nélküli megoldás 2p

4. feladat

01

12 pont

üzembépesseg: Működésre való alkalmasság. Az adott gépelem maradéktalanul megfelel azoknak a feltételeknek, amelyek teljesítésére beépítették. 2p

Károsodás: Az élettartamot, az üzembépessegét csökkentő hatások következménye 2p

Változás: Az élettartamot és az üzembépessegét nem befolyásolja. 2p

Többszemenettel: Az az elváltozás, melynek hatására a gépelem használatatlan válik. 2p

Károsodások: kopás, korrozio, bifurdatás, erőszakos sérülések, erózió 4p

~~Károsodások okai: gyártmányi hibák  
üzemeltetési hibák  
idegen hatások~~



# 5. feladat

01

Spont

$$\sigma_c = C_p \cdot C_b \cdot \sqrt{\frac{2000 \cdot T_D \cdot C_a}{C_v} \cdot \frac{1}{b \cdot d_1^2} \cdot \left(\frac{T_1}{T_D}\right)^2 \cdot \frac{C_s \cdot C_m \cdot C_{xc} \cdot Z}{I}}$$

$C_p$ : rugalmassági tényező

$C_b$ : feszültség kiegyenlítési tényező

$T_D$ : tervezési nyomaték

$C_a$ : külső dinamikus tényező

$C_v$ : belső dinamikus tényező

$b$ : fogszélesség

$d_1$ : kiskerék osztókör átmérő

$C_s$ : mérettényező

$C_m$ : területi osztási tényező

$C_{xc}$ : foghossz menti korrekciós tényező

$C_f$ : felületminőség tényező

$I$ : geometriai tényező

$Z$ : területi kitevő

$\sigma_c$ : ~~fogtőfeszültség~~ érintkezési feszültség

$T_1$ : működő nyomaték

ha mind jó

Spont,

egyébként

minden jó

válasz 0,5p.