

TANTÁRGYI KOMMUNIKÁCIÓS DOSSZIÉ

**MECHANIZMUSOK ÉS ROBOTOK
KINEMATIKÁJÁNAK ALAPJAI**

GEMET236B

Miskolci Egyetem
Gépészmérnöki és Informatikai Kar
Műszaki Mechanikai Intézet

HIRDETMÉNY

a **Villamosmérnöki alapszak** hallgatói részére

A Mechanizmusok és robotok kinematikájának alapjai (GEMET236B)
című tantárgy ütemterve és követelményei
2016/2017 tanév 2. félév

1. hét: Bevezetés, alapfogalmak. Anyagi pont kinematikája. Mozgástörvény és pálya. Anyagi pont sebessége és gyorsulása.
2. hét: Anyagi pont speciális mozgásai: egyenletes mozgás, egyenletesen gyorsuló mozgás, körmozgás. Merev test mozgásának leírása, alapfogalmak.
3. hét: Merev test sebességállapota. Merev test gyorsulásállapota. Merev test síkmozgása. Alkalmazások és példák.
4. hét: Relatív mozgások: anyagi pont és merev test mozgásjellemzőinek kapcsolata két különböző, egymáshoz képest mozgó koordináta-rendszerben.
5. hét: Mechanizmus fogalma. Kinematikai párok, alsó- és felsőrendű kényszerkapcsolatok. Kényszerek szabadsági és kötöttségi foka. Aktív és passzív kényszerek.
6. hét: Zárt és nyitott láncú mechanizmusok szerkezeti felépítése. Szerkezeti kialakítás alaptétele, szerkezeti képlet. Kinematikai lánc és kinematikai csoport fogalma. Mechanizmus szabadsági foka.
7. hét: Egyszerű és összetett mechanizmusok. Egyszerű, zárt láncú mechanizmusok helyzetmeghatározása és kinematikai analízise.
8. hét: Oktatási szünet. (OTDK)
9. hét: Összetett, zárt láncú mechanizmusok helyzetmeghatározása és kinematikai analízise. Sebesség- és gyorsulásállapot számítása.
10. hét: Mechanizmus Jacobi mátrixa, szinguláris helyzet. Sebességi együttható számítása. Négycsuklós mechanizmus holtponthelyzetei. Grashof tétele.
11. hét: Egyszerű nyitott láncú mechanizmusok helyzetmeghatározása és kinematikai analízise. Sebesség- és gyorsulásállapot számítása.
12. hét: A Hartenberg-Denavit (H-D) paraméterek alkalmazása robotmechanizmusok leírására. Ipari robotok mozgásjellemzőinek számítása H-D paraméterekkel.
13. hét: Direkt és indirekt geometriai feladat. Deriváló mátrixok bevezetése. Ipari robot szinguláris helyzetei.
14. hét: Összefoglalás.

A tantárgy **aláírással** és **vizsgával** zárul. Az **aláírás** megszerzéséhez a tantárgyi követelmények **50 %-át** kell teljesíteni, de **szorgalmi időszakban** – a rendszeres tanulás elősegítése és jutalmazása céljából – az aláírás **40 %-os** teljesítménnyel is megszerzhető. Az eredményes munka érdekében a Műszaki Mechanikai Intézet rendszeresen ellenőrzi a hallgatók óralátogatását.

Aláírás megszerzése a szorgalmi időszakban

Szorgalmi időszakban a hallgatóknak **két** alkalommal kell önállóan, írásban, **zárthelyi dolgozat** keretében beszámolni a tudásukról. Az önálló foglalkozások időtartama 50 perc, értékelése pontozással történik. Egy-egy alkalommal maximálisan 40 pont, összesen 80 pont érhető el. A félév-végi **aláírás megszerzésének feltétele**, hogy a hallgató az első két önálló foglalkozáson megszerzhető összesen 80 pontból **minimálisan 32 pontot** (40 %) elérjen. Az önálló foglalkozások *tervezett* időpontjai a 7. és a 13. oktatási hétre esnek.

Az a hallgató, aki az első két önálló foglalkozáson nem éri el 40%-os teljesítménynek megfelelő 32 pontot, **pót-zárthelyi dolgozat** megírásával szerezhethet aláírást. A pót-zárthelyi anyaga felöleli a félév teljes tananyagát, időtartama 50 perc, maximálisan 40 pont érhető el. Az aláírás megszerzéséhez a **ponthiánnyal megegyező pontszámot**, 16 pontnál kevesebb hiány esetén **minimálisan 16 pontot** (40 %) kell elérni. A pót-zárthelyi dolgozat tervezett időpontja a 14. oktatási hétre esik.

Aláírás megszerzése a vizsgaidőszakban

Az a hallgató, aki szorgalmi időszakbeli teljesítménye alapján nem szerzett aláírást, a vizsgaidőszakban szerezhethet aláírást. Az írásbeli **alásíráspótló vizsga** időtartama 50 perc, maximálisan 40 pont szerezhető. Az **aláírás** megszerzéséhez **minimálisan 20 pontot** (50 %) kell elérni.

Vizsgajegy

Az írásbeli vizsga időtartama 50 perc, maximálisan 40 pont szerezhető. Az évközi teljesítményt az első két zárthelyin elért, 32 pont feletti pontszám 25%-val vesszük figyelembe a vizsgán. Az elért pontszám függvényében a vizsgajegy az alábbi táblázat szerint kerül megállapításra:

Pontszám	0 – 19	20 – 23	24 – 27	28 – 31	32 –
Vizsgajegy	elégtelen	elégséges	közepes	jó	jeles

Az évközi teljesítmény alapján a tárgyból **megajánlott vizsgajegy** szerezhető. Megajánlott jeles (5) vizsgajegyét kap az a hallgató, aki az első két zárthelyi dolgozat megírása után legalább 64 ponttal rendelkezik. Megajánlott jó (4) vizsgajegyét kap az a hallgató, aki az első két zárthelyi dolgozat megírása után legalább 56 ponttal rendelkezik.

Javasolt jegyzetek:

Király B.: *Dinamika*, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2006.

Jezsó K.-Király B.-Mörk J.: *Dinamikai példatár*, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2008.

Mech. és rob. kin.	Név:	Neptun-kód:
--------------------	------	-------------

1. Értelmezze az alábbi fogalmakat!

a) egy test mozgásának szabadságfoka (1 pont)

b) merev test (1 pont)

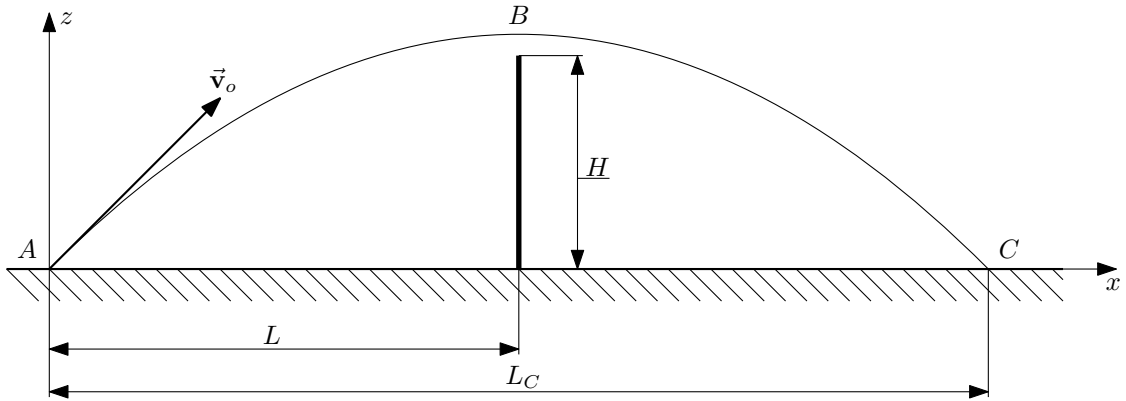
c) síkmozgás (2 pont)

d) pillanatnyi csavartengely (2 pont)

2. Anyagi pont gyorsulása az $\vec{a} = a_t \vec{e}_t + a_n \vec{e}_n$ módon adható meg. Adja meg a képletekben szereplő betűk jelentését és azok kiszámítási módját! (2 pont)

3. Egy merev test $\vec{\omega}$ szögsebessége és valamely A pontjának \vec{v}_A sebességének ismeretében mutassa be a test pillanatnyi mozgásának osztályozását! (2 pont)

4. Vízszintes talajról elhajított anyagi pont kezdősebessége az A pontban $\vec{v}_o = \vec{v}_A$.
 $\vec{v}_o = 8\vec{e}_x + 8\vec{e}_z \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $\vec{g} = -10\vec{e}_z \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$



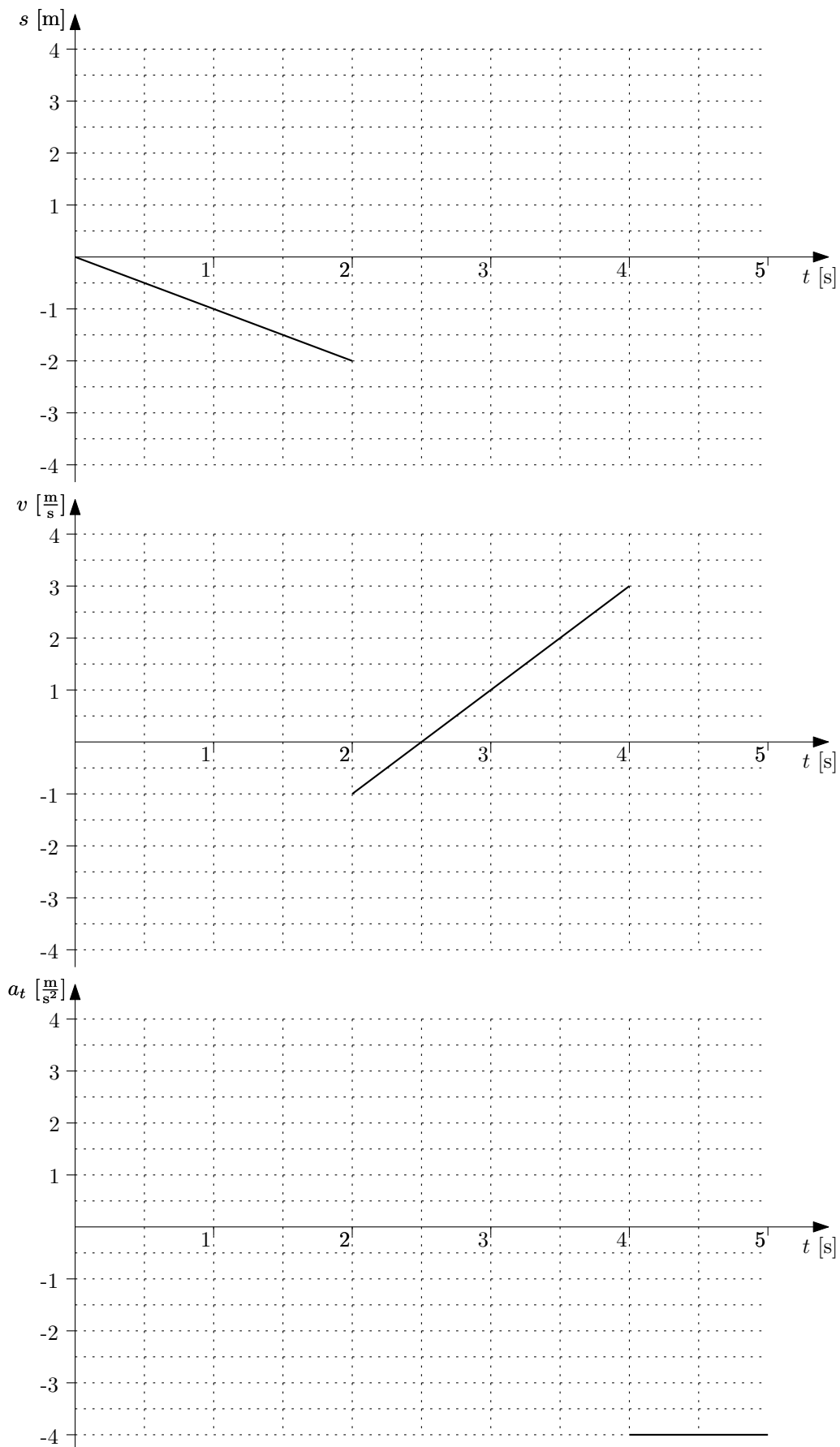
a) Mennyi t_B idő múlva éri el a test a pályája legmagasabb B pontját? Mekkora a B pontban a \vec{v}_B sebessége? (3 pont)

b) Mekkora H magasságú fal felett lehet az anyagi pontot áthajítani, és mekkora L távolságra kell a falnak elhelyezkednie a hajítás kezdőpontjától? (3 pont)

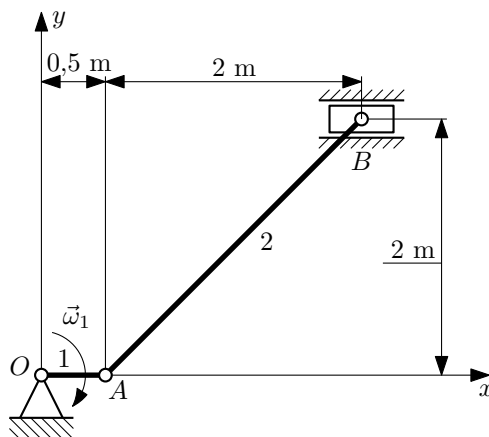
c) Mekkora az anyagi pont pályájának R_B görbületi sugara a B pontban? (3 pont)

d) Mekkora a hajítás L_C távolsága? (1 pont)

5. Egy anyagi pont a $[0;5]$ s időintervallumban úgy mozog, hogy az ívkoordináta- pályasebesség- és pályagyorsulás-idő függvénye szakaszonként ismert – lásd ábra. Állítsa elő a teljes időintervallumon az $s(t)$, $v(t)$ és $a_t(t)$ függvényeket (foronómiai görbéket) a jellemző metszések és érintők feltüntetésével! (10 pont)



6. Forgattyús mechanizmus 1-es jelű forgattyúját $\vec{\omega}_1$ állandó szögsebességgel hajtjuk. $\vec{\omega}_1 = 4 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = \text{áll.}$



a) Határozza meg a 2-es jelű test $\vec{\omega}_2$ szögsebességét és B pontjának \vec{v}_B sebességét, és adja meg a P_2 sebességpólusának helyét! (5 pont)

b) Határozza meg a 2-es jelű test $\vec{\varepsilon}_2$ szöggyorsulását és B pontjának \vec{a}_B gyorsulását! (5 pont)

Mech. és rob. kin.	Név:	Neptun-kód:
--------------------	------	-------------

1. Értelmezze az alábbi fogalmakat!
 - a) egy test mozgásának szabadságfoka (1 pont)

 - b) felsőrendű kényszer (1 pont)

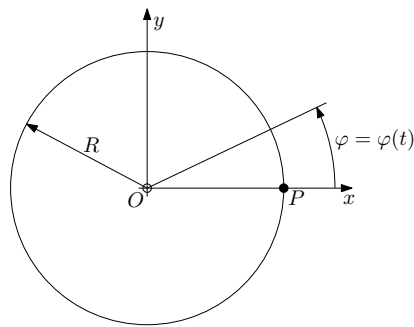
 - c) elágazási hely (1 pont)

2. Egy merev test $\vec{\omega}$ szögsebessége és valamely A pontjának \vec{v}_A sebességének ismeretében mutassa be a test pillanatnyi mozgásának osztályozását! (2 pont)

3. Adja meg a csavarment, mint kényszer, szabadságfokát és kötöttségi fokát, valamint sorolja fel a kényszer szabad paramétereit! (3 pont)

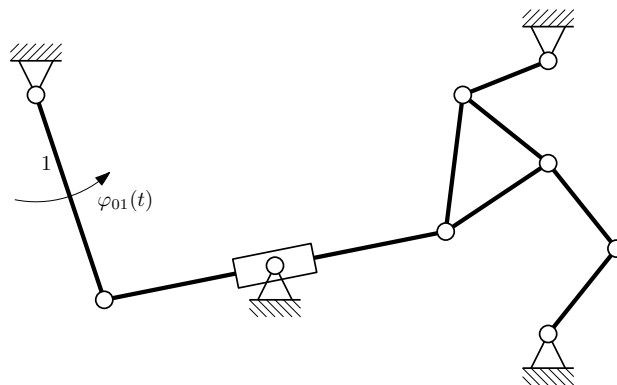
4. Adott egy n tagból álló *nyitott* kinematikai lánc. Tagjainak $\vec{\omega}_{01} = \vec{\omega}_1, \vec{\omega}_{12}, \vec{\omega}_{23}, \dots, \vec{\omega}_{n-1,n}$ relatív szögsebességei ismertek. Adja meg képlettel az n -edik tag állványhoz viszonyított $\vec{\omega}_{0n} = \vec{\omega}_n$ szögsebességét! (2 pont)

5. Az O pont körül forgó tárcsa P pontja körmozgást végez a $\varphi = \varphi(t) = -3t + 2t^3$ szögelfordulás-idő függvény szerint. $R = 2$ m



- a) Határozza meg az $\vec{\omega} = \vec{\omega}(t)$ szögsebesség-idő függvényt és az $\vec{\epsilon} = \vec{\epsilon}(t)$ szöggyorsulás-idő függvényt! (2 pont)
- b) Számítsa ki a P pont \vec{v} sebességét és \vec{a} gyorsulását a $t = 0$ s időpontban. (3 pont)

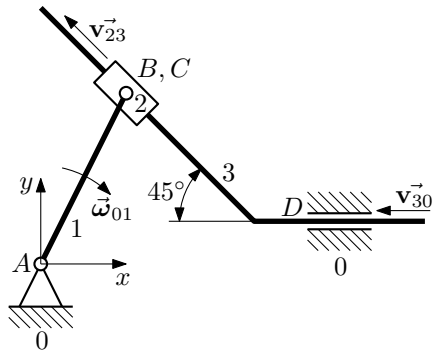
6. Adott az ábrán látható mechanizmus vonalas vázlata.



- a) Nevezze meg az ábrán a tagokat és kényszereket, majd írja fel a mechanizmus szerkezeti képletét! (3 pont)
- b) Állapítsa meg a szerkezet szabadsági fokát! Kinematikailag határozott-e a tartó, ha az ábrán nyíllal jelölt hajtást alkalmazzuk az adott kényszernél? (2 pont)

7. Adott az ${}_0A_1B_2C_3D_0$ mechanizmus pillanatnyi helyzete és 1-es tagjának $\vec{\omega}_{01}$ szögsebessége. Határozza meg a szerkezet sebességállapotát, azaz adja meg $\vec{\omega}_{02}$, $\vec{\omega}_{03}$, $\vec{\omega}_{12}$, $\vec{\omega}_{23}$ szögsebességeket és a \vec{v}_{23} , \vec{v}_{30} sebességeket! (10 pont)

$A(0; 0)$, $B \equiv C(20; 40)$ mm, $D(70; 15)$ mm, $\vec{\omega}_{01} = -10\vec{e}_z \frac{\text{rad}}{\text{s}}$



$$\vec{\omega}_{02} =$$

$$\vec{\omega}_{03} =$$

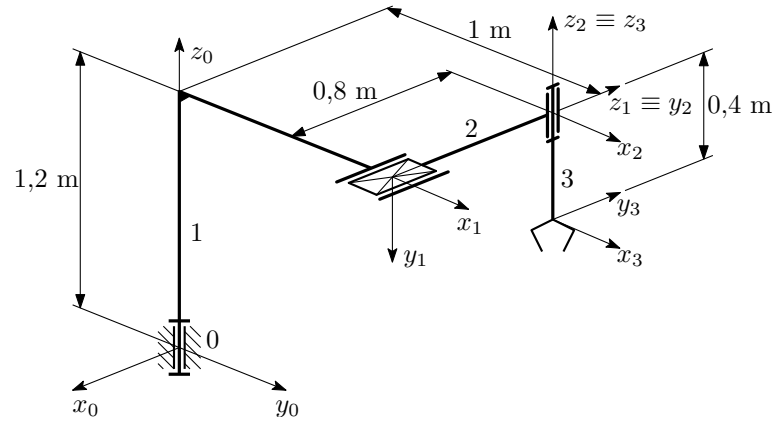
$$\vec{\omega}_{12} =$$

$$\vec{\omega}_{23} =$$

$$\vec{v}_{23} =$$

$$\vec{v}_{30} =$$

8. Ipari robot pillanatnyi helyzete, méretei és az egyes tagokhoz kötött koordináta-rendszerek adottak.



a) Adja meg a robot tagjainak Hartenberg-Denavit paramétereit! (6 pont)

b) Határozza meg a robot $[\underline{\mathbf{H}}_{0,1}]$, $[\underline{\mathbf{H}}_{1,2}]$, $[\underline{\mathbf{H}}_{2,3}]$ és $[\underline{\mathbf{H}}_{0,2}]$ pillanatnyi helyzetmátrixait! (4 pont)

$$[\underline{\mathbf{H}}_{i-1,i}] = \begin{bmatrix} \cos \Theta_i & -\sin \Theta_i \cos \alpha_i & \sin \Theta_i \sin \alpha_i & a_i \cos \Theta_i \\ \sin \Theta_i & \cos \Theta_i \cos \alpha_i & -\cos \Theta_i \sin \alpha_i & a_i \sin \Theta_i \\ 0 & \sin \alpha_i & \cos \alpha_i & s_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$