

MECHANIKA
KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK
FELVÉTELIRE, ÉRETTSÉGIRE KÉSZÜLŐ
KÖZÉPISKOLÁSOKNAK

KÉZIRAT
2003

Kedves Olvasó,

Ebben a kiadványban többségében olyan fizikai kérdéseket és feladatokat gyűjtöttem össze, melyeket több éves szaktanári munkám során szerkesztettem, vagy érdekes versenyekről, kiadványokból gyűjtöttem össze. Ez a gyűjtemény 100 gondolkodtató kérdést valamint 300 érdekes feladatot tartalmaz a MECHANIKA témakörből, melyek többségében témazáró dolgozatok tételei voltak. Minden fejezethez külön válogattam a kérdéseket és feladatokat, a fejezetek ugyanabban a logikai sorrendben követik egymást, mint a „Mechanika elméleti összefoglaló” című jegyzetemben. Ajánlom ezt a gyűjteményt azoknak, akik témazáró dolgozat megírására készülnek, továbbá azoknak, akik emelt szintű érettségire vagy központi felvételiire, esetleg fizikai versenyekre készülnek. Az egyszerűbb középszintű kérdések és feladatok „*” jelölés nélkül szerepelnek, az emelt szintű, összetettebb, több matematikai tudást igénylő feladatok „*”-al vannak megjelölve. A „***” jelölésű feladatok általában már versenyfeladatok.

Mivel ez a gyűjtemény a legelső kiadás, ezért a feladatoknak nincs részletes megoldása, csupán egyes feladatoknál adtam meg a végeredményt. Szívesen fogadom a megjegyzéseket és a kritikát is a kiadvánnyal kapcsolatosan úgy a szakos kollégáktól, mint a tanulóktól. Tervezem a jegyzet folyamatos átdolgozását, a feladatok végeredményének megadását. Hálás leszek azoknak a tanulóknak, akik megoldják a feladatokat, és megoldásaikkal felkeresnek. Ez nagy segítség lenne a kiadvány továbbfejlesztéséhez. Szeretettel várom azokat az érdekes kérdéseket, feladatokat melyekkel esetleg bővíteni lehetne a feladatok számát.

Minden kedves olvasónak sikerélményeket kívánok a fizikatanuláshoz és sok sikert a megmérettetésekhez!

A szerző
Varga Zsolt

Tartalomjegyzék

1	A tömegpont kinematikája.....	4
1.1	Alapfogalmak.....	4
1.2	A tömegpont egyszerű mozgás típusai.....	4
1.2.1	Az egyenes vonalú egyenletes mozgás.....	4
1.2.2	Az egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás	5
1.2.3	Függőleges szabad mozgás a Föld gravitációs terében.....	6
1.2.4	Vízszintes hajítás a Föld gravitációs terében.....	8
1.2.5	Ferde hajítás a Föld gravitációs terében	8
1.2.6	Az egyenletes körmozgás	9
1.2.7	Az egyenletesen változó körmozgás.....	10
1.2.8	A harmonikus rezgőmozgás	11
1.2.9	A hullámmozgás.....	14
2	A tömegpont dinamikája	15
2.1	Newton törvényei.....	15
2.2	Erőtípusok.....	15
2.3	Testek mozgása a lejtőn.....	20
2.4	A tömegpont lendülete (impulzusa).....	21
2.5	A mechanikai munka és teljesítmény. A hatásfok.....	21
2.6	Erőtípusok munkavégzése.....	21
2.7	A mechanikai energia fogalma. Energiatípusok. Megmaradási, változási törvények.....	22
3	Pontrendszerek mechanikája.....	26
3.1	A tömegközéppontra vonatkozó tételek.....	26
3.2	Pontrendszerre vonatkozó törvények.....	26
3.3	Ütközések.....	29
3.3.1	Tökéletesen rugalmatlan ütközés.....	29
3.3.2	Tökéletesen rugalmas ütközés.....	30
4	A merev test mechanikája	31
4.1	Az erőnyomaték (forgatónyomaték). Egyensúly.....	31
4.2	A merev test mozgásának kinematikája és dinamikája	33
5	Deformálható testek mechanikája	34
5.1	Szilárd testek rugalmas alakváltozása. Hooke törvénye.....	34
5.2	Nyugvó folyadékok mechanikája.....	35
5.3	Folyadékok áramlása.....	37
5.4	A felületi feszültség, kapillaritás.....	37

1 A tömegpont kinematikája

1.1 Alapfogalmak

Kérdések:

1. A test mely mozgását mondjuk egyenletesnek? Lehetséges-e az hogy egy egyenletes mozgás esetén a gyorsulás nem nulla? Ha igen adj példát ilyen mozgásra.
2. *Mit mondhatunk el arról a mozgásról melynél a sebesség vektor és az érintőleges gyorsulásvektor ellentétes irányú, a normális gyorsulásvektor zérus? Indokolj!
3. Egy játékvonat 2m sugarú körpályán mozog. Egy teljes kör megtétele után mennyi az elmozdulása és a megtett út?
4. Egy mozgás során az átlagsebesség és a pillanatnyi sebesség ugyanakkora. Mit mondhatunk el erről a mozgásról?
5. Milyen esetben egyezik meg a megtett út az elmozdulással? Lehet-e az elmozdulás nagyobb, mint a megtett út? Miért?

Feladatok:

1. Egy autó útjának első felét 40 km/h átlagsebességgel tette meg. Mekkora volt a sebessége a maradt útszakaszon, ha az egész útra számított átlagsebessége 48 km/h volt?
2. Egy autó fél órán keresztül 60 km/h átlagsebességgel haladt. Mekkora volt az átlagsebessége a maradt útszakaszon, ha az egész útra számított átlagsebessége 50 km/h volt, és összesen két órán keresztül haladt egy irányban.
3. *Bizonyítsátok be, hogy ha egy jármű ugyanannyi ideig mozog v_1 valamint v_2 átlagsebességekkel, akkor az egész útra számított átlagsebessége $\frac{v_1 + v_2}{2}$.
4. Egy autó az első 10km-t 50 km/h átlagsebességgel tette meg. Mekkora volt az átlagsebessége a maradt 20km-es útszakaszon, ha az egész útra számított átlagsebessége 60 km/h volt?
5. **Egy vonat $v=36$ km/h sebességgel mozog kelet felé. A vasúti kocsiban található utas észleli a szelet északi irányból. Ha a vonat sebessége megkétszereződik, az utas észak-keleti irányból észleli a szelet. Mekkora a szél sebessége és valódi iránya a Földhöz képest?

1.2 A tömegpont egyszerű mozgás típusai

1.2.1 Az egyenes vonalú egyenletes mozgás

Feladatok:

1. *Egy kerékpáros a teljes út első felét 12 km/h sebességgel teszi meg. A hátralévő úton egyenlő ideig halad 6 km/h majd 4km/h sebességgel. Mekkora az egész útra számított átlagsebessége?

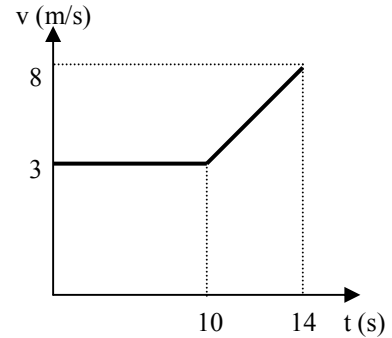
2. Egy hajó 18 km-t halad északra 36 km/h állandó sebességgel, majd 24 km-t nyugatra 54 km/h állandó sebességgel. Mekkora az elmozdulás, a megtett út, és az egész útra számított átlagsebesség?
 3. *Két kerékpáros egymással szembe halad. Az egyik sebessége 27 km/h a másik kerékpáros sebessége 13 km/h. Egyszerre indulnak az egymástól 40 km-re elhelyezkedő helységekből. Indulásuk pillanatában az egyik kerékpáros orráról elindul egy légy a másik kerékpáros felé, majd amikor eléri, azonnal megfordul. Ez így megy mindaddig, míg a két kerékpáros nem találkozik. Mennyi utat repült összesen a légy, ha sebessége 40 km/h?
 4. Az ábra egy test sebesség idő diagramját mutatja. Elemezzétek a diagrammot, találjátok ki egy valós történetet, mely megfelel az ábrázolt esetnek. Számítsátok ki az elmozdulást, megtett utat, a 0-12 min időintervallumon. Mekkora az átlagsebesség a 0-6, 0-10, 6-8, 6-12, 0-12 min időintervallumon. Készítsétek el az út-idő grafikont.
-
5. Egy kerékpáros állandó sebességgel közeledik egy falhoz, arra merőleges irányban. Fűtyent egyet, s mire a visszhangot észleli, távolsága a faltól 2%-al csökkent. Mekkora a kerékpáros sebessége, ha a hangé 340m/s? (3,43m/s)
 6. A 72km/h sebességgel mozgó személykocsi 700m-re van az 54km/h sebességgel mozgó teherkocsitól. A járművek egymás felé haladnak. Mikor és hol találkoznak. Oldjuk meg a feladatokat grafikusán is. (20s múlva, az autó kezdeti helyétől 400m-re)
 7. **Két jármű egyidejűleg indul az A és B helyekről, melyek 50m-re vannak egymástól. Az A-ból induló jármű sebessége 3m/s, a másiké 4m/s. A járművek mozgásiránya egymásra merőleges. Mekkora a járművek legkisebb távolsága mozgásuk során?
 8. A mozgólépcső a rajta álló embert 3 perc alatt viszi az alagút kijáratához. Mennyi idő alatt érne a kijáratához az ember, ha a mozgólépcsőn lépegetne a kijárat felé 2 m/s állandó sebességgel a lépcsőhöz képest? A mozgólépcső hossza 200m.
 9. *Egy metróállomás alagútjában lévő mozgólépcső a rajta álló embert 1perc alatt emeli az alagút kijáratához. Az ember az álló lépcsőn lépegetve 3 perc alatt ér fel. Mennyi idő alatt ér fel a mozgásban lévő lépcsőn lépegetve?
 10. Egy csónakos a partra merőlegesen evez a vízhez viszonyított 7,2 km/h sebességgel. A folyó sodra a csónakot 150m távolságon sodorja lefelé. A folyó szélessége 500m. Milyen sebességgel folyik a víz és mennyi ideig tart a folyón való átkelés? (0,6m/s, 4min 10s)
 11. Egy úszó sebessége 0,5m/s. Milyen irányba ússzon a folyóparthoz képest, hogy a folyó a legkisebb távolságon sodorja el? A folyó sebessége 1 m/s. (60°)

1.2.2 Az egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás

Feladatok:

1. Egy repülőgép a felszállás előtt 12s-on keresztül gyorsít, mialatt 600m utat fut be. Mennyi utat tett meg a repülő a felemelkedés előtti utolsó másodpercben? (95,83m)

2. Egy gépkocsi álló helyzetből 7,4 másodperc alatt gyorsított fel 108km/h sebességre. Mekkora utat tett meg eközben, mennyi ideig tartott a gyorsítás? A mozgás egyenletesen változó.
3. *Elemezzétek a grafikont és találjátok ki egy valóságos történetet ilyen mozgásra.
4. Az alábbi táblázat adatai egy nyugalomból induló autó mozgására vonatkoznak. Az első sorban a mért időtartamokat jegyeztük, a második sorban a megtett utakat. Az időmérést minden esetben az autó indulásakor kezdtük. Egyenletesen változó-e az autó mozgása? Válaszod indokold!



$t \text{ (s)}$	10	15	25
$s \text{ (m)}$	150	225	375

5. *Két villamosmegálló közti távolság 500m. A kocsi a gyorsítási és fékezési útszakaszon kívül egyenletesen mozog 36 km/h sebességgel. Indulás után 30s múlva éri el az utazási sebességet és az utolsó 50 méteren fékez. Mekkora az átlagsebessége? (7,14 m/s)
6. *Újpest és Vác között a távolság 26 km. A gyorsvonat ezt az utat 18 perc alatt teszi meg. Induláskor 90 s-ig egyenletesen gyorsít és érkezés előtt 70 s-mal kezdi meg a fékezést. Az út közbeeső részében egyenletes mozgással halad. Mekkora a sebessége nyílt pályán? (26m/s)
7. Egy 68,4 km/h sebességgel haladó személyautó vezetője a „padlóig” nyomja a fékpedált a megállásig. Mekkora az autó gyorsulása, ha a féknyom 40m. Mennyi idő alatt állt meg?
8. Mennyivel lépte túl egy gépkocsi a megengedett 80 km/h sebességet, ha a féknyom 50m, a lassulása fékezés közben 4 m/s^2 ? Mennyi ideig tartott a fékezés?
9. Egy autó álló helyzetből 100 m megtétele után gyorsul fel 108 km/h sebességre. Mekkora a gyorsulása és mennyi idő alatt gyorsult fel? ($4,5 \text{ m/s}^2$; 6,66s)
10. Egy villamos 54km/h sebességgel halad. Egy adott pillanatban fékezni kezd $1,5 \text{ m/s}^2$ gyorsulással. Mennyi idő után áll meg a villamos a fékezés pillanatától számolva és mekkora utat tesz meg a megállásig? Mennyi idő alatt teszi meg az utolsó 48 m-t ? (10s; 75m; 8s)
11. *Egy autó sebessége egyenletes fékezéssel s úton az eredeti sebességének harmadrés�ére csökken. Mekkora utat tesz meg még a jármű a leállásig, ha továbbra is ugyanígy fékez? (s/8)
12. **Egy tömegpont egyenesvonalú egyenletesen gyorsuló mozgást végez. Két, egymás után következő s hosszúságú szakaszt t_1 és t_2 idő alatt fut be. Számítsátok ki a gyorsulását!
13. *Egyenes pályán állandó gyorsulással mozgó test 10 m hosszú pályaszakaszt 1,06 s idő alatt, az ez után következő 10 m hosszú pályaszakaszt 2,2 s alatt futja be. Mekkora a gyorsulása? (-3 m/s^2)
14. *Egy egyenletesen fékező autó fékútjának első felét 10s alatt teszi meg. Mennyi idő alatt teszi meg a második felet?

1.2.3 Függőleges szabad mozgás a Föld gravitációs terében

Kérdések:

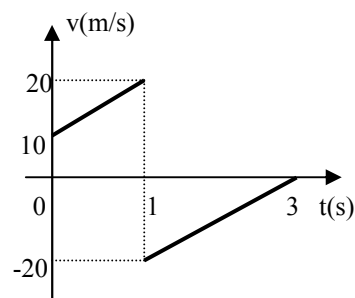
1. Egy toronyból egyszerre ejtenek ki egy almát és egy téglát. Ha elhanyagoljuk a légellenállást melyik test ér hamarabb a földre? Miért?

Feladatok:

1. Az alábbi táblázat adatai egy leeső tetőcserép mozgására vonatkoznak. Az első sorban a mért időtartamokat jegyeztük, a második sorban a megtett utakat. Az időmérést minden esetben a tetőcserép indulásakor kezdtük. Megfelelnek-e a mért adatok a valóságnak? A mért adatokból mekkorának adódik a gravitációs gyorsulás? Válaszod indokold!

$t \text{ (s)}$	1	2	4
$s \text{ (m)}$	4,9	19,6	78,4

2. Egy követ függőlegesen lefelé dobunk 15m/s sebességgel 25 m magasból. Mekkora sebességgel csapódik a földnek, mennyi idő alatt érkezik a földre, mennyi idő alatt teszi meg az utolsó 10 métert? (26,9 m/s; 1,19m/s; 0,4s)
3. Egy követ függőlegesen felfelé dobunk 15 m/s sebességgel. Milyen magasra ér, mennyi ideig emelkedett, mennyi idő alatt tette meg az utolsó 5 métert felfelé? Ábrázoljátok a kő sebességét az idő függvényében.
4. Bizonyítsátok be, hogy egy feldobott kő ugyanakkora sebességgel csapódik a földre, mint amekkora sebességgel feldobtuk. A légellenállást elhanyagoljuk.
5. **Egy test szabadon esik 20 m magasból. Ugyanabban a pillanatban felfelé löknek egy második testet a földről. Mekkora sebességgel lökték meg a második testet, ha 8m magasban találkoztak? (14m/s)
6. Egy követ 10 m/s sebességgel függőlegesen felfelé hajítunk. Milyen magasra ér a kő és mennyi ideig van a kő a levegőben. Mekkora sebességgel csapódik a kő a földre? (5m, 2s, 10m/s)
7. *Szabadon eső test az esés utolsó másodpercében kétszer akkora utat tett meg, mint az utolsó előtti másodpercben. Milyen magasról esett a test? (31,25m)
8. Kútba követ dobunk 54 km/h kezdősebességgel. Milyen mély a kút, ha a vízcsobbanást 1,5s múlva halljuk. Mekkora a kő sebessége vízbe esés előtt 5m-rel? A hang terjedési idejét elhanyagoljuk.
9. Az ábra egy érdekes mozgássorozat sebesség-idő grafikonját ábrázolja. Találjátok ki egy történetet, mely megfelel az ábrának. A történetet támasszátok alá rövid számításokkal is.
10. *Egy test szabadon esik 19,6 m magasból. Ugyanabban a pillanatban felfelé löknek egy második testet a földről.
 - A) mekkora sebességgel lökték meg a második testet, ha az első test kezdeti magasságának felénél találkoztak?
 - B) mennyi idő után találkoztak?
 - C) mekkora a testek sebessége találkozásuk pillanatában?
11. **Két testet függőlegesen felfele hajítunk $v_{01}=60 \text{ m/s}$, illetve $v_{02}=40 \text{ m/s}$ kezdősebességgel. A második testet $t_0 = 6 \text{ s}$ múlva indítják az első után. Mennyi idő múlva és milyen magasságban találkozik a két test? Milyen határok között változhat t_0 értéke, hogy a két test a levegőben találkozzon? (10,5s 78,8m $4s < t_0 < 12s$)
12. **Határozzuk meg azt a h magasságot, ahonnan egy test szabadon esik és a mozgás T idejét, ha tudjuk, hogy az esés utolsó másodpercében a teljes magasság 0,19-ed részét teszi meg. ($T=10s$, $h=490m$)
13. **Valamely bolygón két test $H=225m$ magasról esik egymás után. A második test abban a pillanatban kezd esni, amikor az első $h=16m$ utat megtett. Határozzuk meg a két test közötti távolságot abban a pillanatban, amikor az első test a bolygó felületére ér. (104m)
14. *Két testet ugyanazzal a v_0 kezdősebességgel hajítunk függőlegesen felfele $t_0=2s$ időkülönbséggel egyiket a másik után. Mennyi idő után találkoznak? (3s)



15. *Egy test szabadon esik $h = 10\text{ m}$ magasról. Ugyanabban a pillanatban egy másik testet függőlegesen felfelé hajítunk $H = 20\text{ m}$ magasról. Határozzuk meg a második test kezdősebességét, ha a két test egyszerre esik a Földre. (7 m/s)
16. **Két testet függőlegesen felfelé hajítunk ugyanazzal a $v_0 = 4,9\text{ m/s}$ kezdősebességgel t_0 időközlel egyiket a másik után. Határozzuk meg ezt az időközlel úgy, hogy a két test az elérhető magasság $0,36$ -od részénél találkozzék. ($0,8\text{ s}$)
17. **Egy testet $h = 10\text{ m}$ magas toronyból felfelé hajítanak $v_{01} = 5\text{ m/s}$ kezdősebességgel. Ugyanabban a pillanatban a Föld felszínéről felfelé hajítanak egy másik testet $v_{02} = 15\text{ m/s}$ kezdősebességgel. Mennyi idő után és mekkora magasságban találkoznak a testek. Mi a feltétele annak, hogy a testek a levegőben találkozzanak? (1 s , $10,1\text{ m}$, $2v_{02}(v_{02} - v_{01}) > gh$)

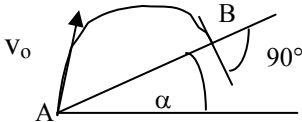
1.2.4 *Vízszintes hajítás a Föld gravitációs terében

1.2.5 *Ferde hajítás a Föld gravitációs terében

Kérdések:

1. Ugyanabban a pillanatban egy testet leejtünk egy másikat, pedig vízszintesen eldobunk. Melyik ér hamarabb a földre? Melyiknek nagyobb a sebességváltozása?
2. Egyszerre hajítunk el két követ azonos sebességgel. Az egyiket 30° -os a másikat 45° -os szögben. Melyik jut el messzebbre? Melyik csapódik nagyobb sebességgel a földre?
3. Dönts el a következő állításokról, hogy igaz-e vagy hamis. Javítsd ki a hamis állításokat úgy, hogy igaz legyen!
 - a. a vízszintesen eldobott kő sebességének vízszintes komponense időben állandó.
 - b. a vízszintesen eldobott kő sebessége egyenes arányban nő az idővel.
 - c. A vízszintesen eldobott kő gyorsulása időben állandó
 - d. A ferdén elhajított tárgy vízszintes irányú elmozdulása egyenesen arányos az idővel
 - e. A ferdén elhajított tárgy mozgása egyenletesen változó

Feladatok:

1. Egy tömegpontot 15 m/s sebességgel elhajítunk a vízszintessel 60° -os szöget bezáró irányba.
 - a./ Milyen pályán mozog?
 - b./ Milyen magasra jut fel?
 - c./ Mekkora maximális vízszintes távolságra jut?
 - d./ Mennyi idő alatt esik vissza a földre?
 (A légellenállástól tekintsen el!)
2. *Mekkora az ugyanazon pontból $v_0 = 5\text{ m/s}$ kezdősebességgel $\alpha = 30^\circ$, illetve $\beta = 45^\circ$ szög alatt elhajított testek egymástól való távolsága $t = 3\text{ s}$ múlva?
3. **Az α hajlásszögű sík A pontjából milyen irányú és nagyságú v_0 kezdősebességgel kell egy pontszerű testet elhajítani, hogy az a síkot a $B(4\text{ m}, 3\text{ m})$ koordinátájú pontban merőlegesen találja el?
 
4. **Egy tömegpontot $v_0 = 20\text{ m/s}$ kezdősebességgel $\alpha = 30^\circ$ -os szögben elhajítunk. A hajítás ideje alatt vízszintes irányú szél fúj, és hatására a tömegpont 1 m/s^2 vízszintes irányú gyorsulásra tesz szert. Határozza meg a hajítás távolságát!
5. *Mekkora legkisebb sebességgel és milyen szög alatt kell egy lövedéket indítani, hogy a 400 m távolságban és a kilövés helye fölött 160 m magasságban levő célpontot eltalálja? Mekkora szöget zár be becsapódáskor a lövedék sebessége a vízszintessel?

6. 200 m magasságban 180 km/h sebességgel haladó repülőgépről a cél előtt milyen távolságban kell kiejteni a segélycsomagot ahhoz, hogy célba érhesen? Mekkora a csomag sebessége földet érés pillanatában? (316m, 80,5 m/s)
7. *Egy labdát 30° -os szögben ferdén eldobunk 4m/s sebességgel. 10m távolságra egy függőleges fal található. A labda tökéletesen rugalmasan ütközik a fallal. A faltól mekkora távolságra esik le a labda?(41 cm)

1.2.6 Az egyenletes körmozgás

Kérdések:

1. Egy körmozgást végző tárgy szögsebessége $3 \frac{1}{s}$. Mit jelent ez?
2. Két pontszerű test azonos periódusidővel, különböző sugarú körpályákon egyenletesen mozog. Hasonlítsd össze a testek szögsebességét, kerületi sebességét, centripetális gyorsulását.
3. Két pontszerű test azonos kerületi sebességgel, különböző sugarú körpályákon egyenletesen mozog. Hasonlítsd össze a testek szögsebességét, fordulatszámát, centripetális gyorsulását.
4. Döntsd el a következő állításokról, hogy igaz-e vagy hamis. Javítsd ki a hamis állításokat úgy, hogy igaz legyen!
 - a) egyenletes körmozgást végző testnek nincs sugárirányú gyorsulása
 - b) egyenletesen forgó köszörűkő minden pontjának azonos a kerületi sebessége.
 - c) egyenletes körmozgást végző test érintőirányú gyorsulása állandó.
 - d) egyenletesen forgó köszörűkő minden pontjának azonos a centripetális gyorsulása

Feladatok:

1. Egy vasúti kocsi 54 km/h állandó sebességgel halad. Tudva, hogy a kerekek percenként 200 fordulatot tesznek meg, határozzátok meg:
 - a) a kerekek szögsebességét
 - b) a kerekek átmérőjét
 - c) a kerekek keringési idejét
 - d) mekkora a kerekek szögelfordulása 45 másodperc alatt?
 - e) hány fordulatot tesznek meg a kerekek 15 perc alatt?
2. Egy lemezjátszó korongja óránként 1980 fordulatot tesz meg. A korong peremén lévő pontok normális gyorsulása $1,8\text{m/s}^2$. Határozzátok meg:
 - a) a korong átmérőjét
 - b) a kerületi pontok kerületi sebességét
 - c) a korong keringési idejét
 - d) mekkora a kerületi sebessége azoknak a pontoknak melyek a korong középpontjától 5cm-re találhatók?
 - e) a korong szögsebességét.
3. **Kör alakú salakpályán két sportoló indul egymás mellől két szomszédos sávban. Az egyik sáv (pálya) sugara 25m a másiké 27m. Hányszor haladnak el egymás mellett egy óra alatt, ha egyszerre indulnak és 20m/s valamint 15 m/s állandó sebességekkel szaladnak.
4. A játék mozdony 60cm sugarú körpályán állandó nagyságú sebességgel haladva egy kört 7 másodperc alatt tett meg. Mekkora volt a kerületi sebessége, szögsebessége, fordulatszáma?
5. Lemezjátszó korongjának keringési ideje $0,55 \frac{1}{s}$. Hány fordulatot tesz meg a korong egy óra alatt?

6. Centrifuga dobjának átmérője 50cm. A centrifuga egyenletesen forog 600 1/min fordulatszámmal. Mekkora a dobhoz tapadó zokni kerületi sebessége, centripetális gyorsulása? Mekkora a szögelfordulása 3 másodperc alatt a zokninak, fokban?
7. Egy centrifuga fordulatszáma $600 \frac{1}{\text{min}}$, a benne levő zsebkendő 10cm sugarú körpályán mozog. Mekkora a szögsebessége, kerületi sebessége és centripetális gyorsulása?
8. *Pontosan hány órákor tevődik egymásra először egy toronyóra nagy, valamint kis mutatója 12 óra után?
9. **Két tömegpont egyszerre indul el egy körpálya ugyanazon pontjából 7 s^{-1} és 8 s^{-1} szögsebességgel.
 - a) Ha ugyanazon irányba indulnak el, mennyi idő után éri utol ("körözi le") a gyorsabbik a lassúbbat? Mennyi kört tettek meg eddig?
 - b) Ha ellenkező irányba indulnak, mikor találkoznak a kiindulási pontban? Hány kört tettek meg eddig?
10. 20m sugarú, vízszintes síkban $0,1 \text{ 1/s}$ szögsebességgel forgó korong közepétől célba lő egy lövész a kerületen lévő céltáblára. Mennyivel kell mellécéloznia, ha a lövedék sebessége 100m/s ?
11. Egy küllős kerék küllői egyenletesen helyezkednek el. Számuk összesen 12. A kereket forgása közben lefényképezzük. Az expozíciós idő $0,04\text{s}$. A film előhívása után azt vesszük észre, hogy minden küllő képe egy olyan körcikk, mely fele a küllők közötti cikknél. Mekkora a kerék szögsebessége?
12. Egy falióra óramutatóján a tengelytől 10 cm-re egy pók ül. Mekkora a kerületi sebessége, szögsebessége, fordulatszáma?
13. Egy falióra másod-percpercmutatójának csúcán egy pók ül. A mutató hossza 20cm. Mekkora a pók kerületi sebessége, centripetális gyorsulása? Mekkora hosszúságú ívet fut be a pók 2 perc alatt?

1.2.7 *Az egyenletesen változó körmozgás

Kérdések:

1. Egy egyenletesen változó mozgást végző test gyorsulása -5 1/s^2 . Mit jelent ez?
2. Egy egyenes vonalú egyenletesen változó mozgást végző tárgy gyorsulása $-4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Mit jelent ez?
3. Döntsd el a következő állításokról, hogy igaz-e vagy hamis. Javítsd ki a hamis állításokat úgy, hogy igaz legyen! (6p)
 - a) egyenletesen gyorsuló körmozgást végző test szöggyorsulása egyenletesen növekszik az idő függvényében.
 - b) egyenletesen lassuló körmozgást végző test szögsebessége minden másodpercben ugyanannyival nő.
 - c) egyenletesen gyorsuló körmozgást végző test centripetális gyorsulása egyenletesen növekszik az idő függvényében.
 - d) egyenletesen lassuló körmozgást végző test fordulatszáma minden másodpercben ugyanannyival nő.

Feladatok:

1. Kösörűkő 40 rad/s sebességgel egyenletesen forog. Kikapcsolva a meghajtómotort a kő 100 fordulat után megáll. Mekkora a kő szöggyorsulása leálláskor. Feltételezzük, hogy a mozgás egyenletesen változó.
2. Egy álló helyzetből induló kerékpár kerekének szöggyorsulása 20 1/s^2 . Hányat fordul a kerék az első percben?

- Egy hengerkereket 2m/s^2 állandó gyorsulással forgásba teszünk tengelye körül. A henger sugara 30cm . Mennyi idő után éri el az 1800 ford/perc fordulatszámot?
- Egy centrifuga dobjának átmérője 40cm . A bekapcsolást követően 5 másodperc után a dobhoz tapadó zokni 8 teljes fordulatot tett meg. Ha a mozgás egyenletesen változó, számítsd ki a dob szöggyorsulását és a zokni centripetális gyorsulását, a bekapcsolást követő 2 másodperc után.
- Egy 1cm sugarú orsóra géppel cérnát tekerünk fel. Az orsó $3,14 \text{ 1/s}^2$ gyorsulással éri el a 90 ford/perc fordulatszámot és ezután egyenletesen forog. Mennyi cérnát tekerünk fel az indulástól számított egy perc alatt?
- Az alábbi táblázat egy köszörűkő mozgására vonatkoznak. Az első sorban a mért időtartamokat, a második sorban az időtartamoknak megfelelő szögelfordulásokat rögzítettük radiánban. Az időt mindig ugyanattól a pillanattól kezdtük mérni. Egyenletesen változó-e a köszörűkő mozgása? Válaszodat indokold!

t(s)	1	3	5
$\Delta\alpha(\text{rad})$	9	21	25

- Köszörűkő 100 1/s sebességgel egyenletesen forog. Kikapcsolva a meghajtómotort a kö 100 fordulat után megáll. Mekkora a kö szöggyorsulása leálláskor. Ha a korong alakú kö átmérője 20 cm , számítsuk ki a kerületi pontok szögelfordulását, kerületi sebességét, érintőleges gyorsulását, a megtett ívhosszt, szögsebességét, pillanatnyi fordulatszámát a motor kikapcsolása után 5 másodperccel. Feltételezzük, hogy a mozgás egyenletesen változó.
- Az alábbi táblázat egy kerékpár szelep mozgására vonatkoznak. Az első sorban a mért időtartamokat, a második sorban az időtartamoknak megfelelő centripetális gyorsulásokat rögzítettük. Az időt mindig ugyanattól a pillanattól kezdtük mérni. Egyenletesen változó-e a szelep mozgása? Válaszodat indokold!

t(s)	1	3	5
$a_{cp}(\text{m/s}^2)$	2	18	50

- Egy megpörgetett biciklikerek 120 másodperc alatt állt meg, és 45 fordulatot tett meg ez alatt. Mekkora volt kezdetben a szögsebessége és centripetális gyorsulása a tengelytől 30 cm -re lévő szelepnek?
- **Egy egyenletesen lassuló jármű sebessége az R sugarú félkör hosszának felénél negyedére csökken. A körpálya hanyadrészét kell még megtennie a megállásig? ($1/60$ – ad részét)

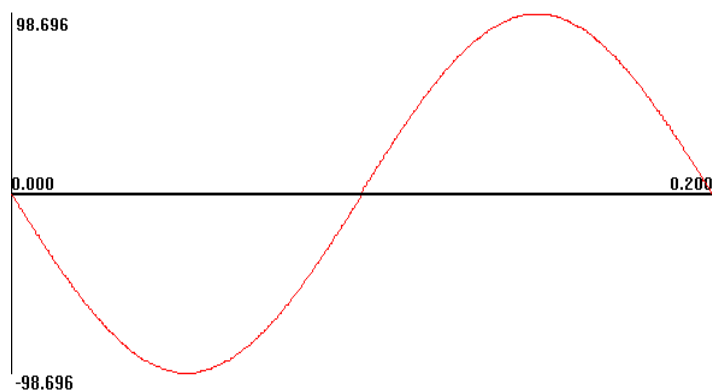
1.2.8 A harmonikus rezgőmozgás.

Kérdések:

- Írd le részletesen, hogyan mérhető meg a gravitációs gyorsulás egy matematikai inga segítségével? Mitől függ, és mitől nem függ az inga lengésideje?
- Írd le részletesen, hogyan mérhető meg egy rúgó állandója. Rendelkezésre áll egy pontos kronométer és egy ismert súly.
- Egy gravitációs inga hossza 180 cm másiké, pedig 1 m . Lengések közben melyik inga halad át többször egyensúlyi helyzetén 1 perc alatt? Indokoljátok meg válaszotokat!
- Harmonikusan rezgő test sebessége adott pillanatban maximális. Mekkora ekkor a kitérés? Indokold válaszodat!

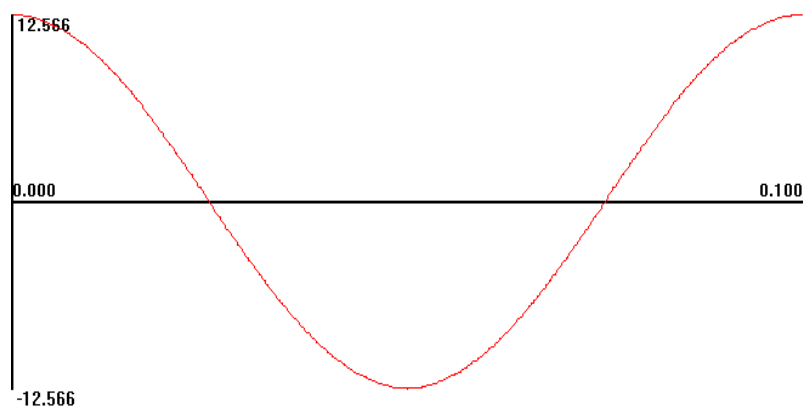
Feladatok:

1. Írja fel annak a harmonikus rezgőmozgásnak a kitérését, sebességét és gyorsulását, melynek maximális sebessége $0,5 \text{ m/s}$, maximális gyorsulása, pedig 2 m/s^2 és a $t=0$ pillanatban rendelkezik a legnagyobb pozitív kitéréssel!
2. Az ábra egy rugón rezgő 5 kg -os tárgy gyorsulását ábrázolja idő függvényében. Az idő értékek szekundumban, a gyorsulás értékek m/s^2 -ben vannak megadva.



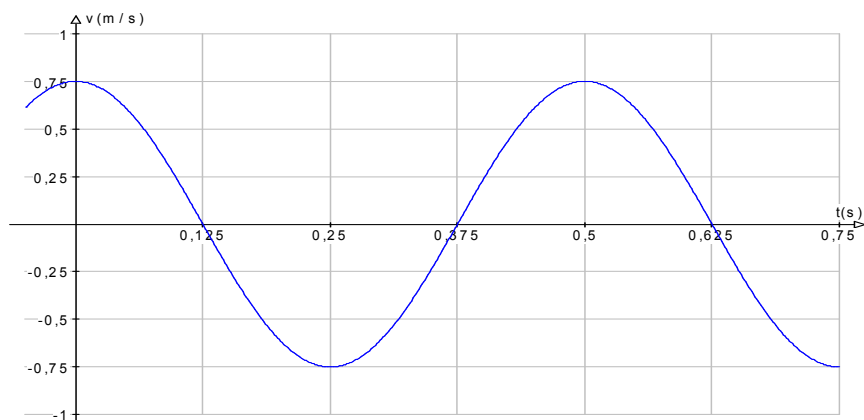
Határozzátok meg:

- a frekvenciát
 - a rezgések amplitúdóját
 - a rugóállandót
 - a rezgő tárgy legnagyobb sebességét
 - mekkora a rezgő tárgy kitérése abban a pillanatban mikor a gyorsulása a lehető legnagyobb?
 - mekkora a rezgő tárgy kitérése abban a pillanatban mikor a rezgő tárgy sebessége 5 m/s ?
 - ábrázoljátok a tárgy sebességét idő függvényében
3. Az ábra egy rugón rezgő 10 kg -os tárgy sebességét ábrázolja idő függvényében. Az idő értékek szekundumban, a sebesség értékek m/s -ban vannak feltüntetve. Határozzátok meg:



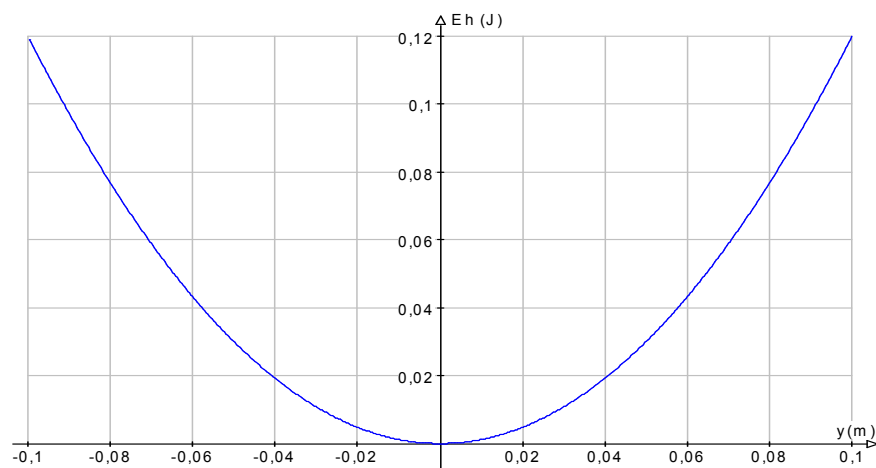
- mekkora a rezgő tárgyra ható erő abban a pillanatban mikor a rezgő tárgy sebessége 5 m/s
- ábrázoljátok a kitérést idő függvényében

4. Egy harmonikus rezgőmozgást végző anyagi pont kitérése (SI egységekben) az idő függvényében:
 $x = 0,17 \sin(6,28t + 0,49)$.
 Számítsátok ki az amplitúdót, a frekvenciát, a rezgésidőt, a $t=0$ időpontban a kitérést és a sebességet, továbbá a maximális sebességet és gyorsulást.
5. Harmonikusan rezgő test mozgási energiájának legnagyobb értéke 3,2J. Tudva, hogy a tömeg 10 dkg, a rezgésidő, pedig 40ms határozzátok meg az amplitúdót.
6. Harmonikusan rezgő test legnagyobb gyorsulása 8 m/s^2 , legnagyobb kitérése, pedig 5 cm. Határozzátok meg a frekvenciát.
7. Az ábra egy rugón rezgő 75g-os tárgy sebességét ábrázolja idő függvényében.



Határozzátok meg:

- a. a rezgésidőt
 - b. a rezgések amplitúdóját
 - c. a rugóállandót
 - d. a rezgő tárgy legnagyobb gyorsulását.
 - e. mekkora a rezgő tárgy kitérése a 2. másodpercben?
 - f. mekkora a rezgő tárgyra ható erő abban a pillanatban, mikor a rezgő tárgy sebessége $0,5 \text{ m/s}$?
 - g. mekkora a tárgy mozgási energiája abban a pillanatban, amikor kitérése 7 cm ?
 - h. Ábrázoljátok a tárgy helyzeti energiáját a kitérés függvényében.
8. Egy rugóra függesztett 100g-os golyó harmonikus rezgéseket végez $\pi/10 \text{ s}$ periódussal. Kezdeti pillanatban a kitérés egyenlő az amplitúdó felével, a sebesség, pedig $\sqrt{3} \text{ m/s}$. Írjátok fel a kitérés egyenletét, számítsátok ki a rugóállandót, a golyóra ható maximális erőt. Mekkora a gyorsulás, ha a sebesség $\sqrt{2} \text{ m/s}$. Mely pillanatokban egyenlő a mozgási és a helyzeti energia?
 9. Az ábra egy rugón rezgő 75g-os tárgy helyzeti energiáját ábrázolja a kitérés függvényében.



Határozzátok meg:

- a. az amplitúdót
 - b. a rugóállandót
 - c. a frekvenciát
 - d. a rezgő tárgy legnagyobb sebességét
 - e. mekkora a rezgő tárgy gyorsulása a 2. másodpercben
 - f. mekkora a rezgő tárgy kitérése abban a pillanatban, amikor a rezgő tárgy sebessége $1,5\text{ m/s}$?
 - g. mekkora a tárgy mozgási energiája, amikor a kitérése 5 cm ?
 - h. ábrázoljátok a tárgy sebességét az idő függvényében
10. * 2 kg tömegű test harmonikusan rezeg. Az egyensúlyi helyzettől 1 m távolságra a visszatérítő erő nagysága 8 N . A kezdő pillanatban a test kitérése 1 m és 4 m/s sebességgel távolodik az egyensúlyi helyzettől. Határozzátok meg a rezgés körfrekvenciáját, kezdőfázisát, amplitúdóját. (2 1/s , $26,56^\circ$, $2,23\text{ m}$)
11. *Egy rugóra függesztett 100 g -os golyó harmonikus rezgéseket végez $\pi/10\text{ s}$ periódussal. Kezdeti pillanatban a kitérés egyenlő az amplitúdó felével. A maximális sebesség 2 m/s . Írjátok fel a mozgás egyenletet, számítsátok ki a rugóállandót, a golyóra ható maximális erőt. Mekkora a mozgási energia, ha a kitérés 4 cm ? Számítsátok ki az előbbi rezgés és az $y_2 = 3\sin(20t + 2\pi)$ rezgés összetételéből keletkezett rezgések amplitúdóját.
12. Mekkora lenne a másodperc inga lengésideje egy olyan hegycsúcson, melyen a gravitációs gyorsulás $9,79\text{ m/s}^2$. Ha ez az inga az időt mérné, sietne, vagy késne?
13. Mekkora a gravitációs gyorsulás azon a helyen, ahol a másodperc inga hossza 98 cm ? Ha Budapesten ezt a 98 cm -es ingát időmérésre használnánk, késne, vagy sietne?

1.2.9 A hullámmozgás

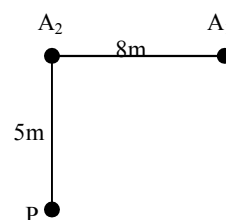
Kérdések:

1. Miben különböznek a longitudinális hullámok a transzverzális hullámoktól?
2. Változik-e a hullám hullámhossza:
 - a) visszaverődésnél
 - b) törésnél
 - c) teljes visszaverődésnél
 - d) ha a hullám két különböző közeg határfelületét lépi át?

Feladatok:

1. *Egy selyemfonál egyik vége harmonikus rezgésforráshoz van rögzítve a másik végét 300 g -os tömeg feszíti. A fonál hossza 1 m , tömege 9 g . Tudva, hogy a fonálon három duzzadóhely jelenik meg, határozzátok meg a rezgésforrás frekvenciáját. Ha a frekvenciát 6 Hz -el megnöveljük, hányszor kell megváltoztatni a fonalat feszítő tömeget ahhoz, hogy a duzzadóhelyek száma ne változzon?
2. A 12 m hosszú kötélén állóhullámok keletkezésekor $2,5$ „hurka” alakul ki 5 Hz frekvenciájú rezgés hatására. Mekkora a hullám terjedési sebessége?
3. Gumikötél vége 10 cm -es amplitúdóval másodpercenként 2 teljes transzverzális rezgést végez. Mekkora a kötélen rezgő végétől $1,2\text{ m}$ távolságban levő pontjának kitérése a rezgés kezdetétől eltelt $1,5\text{ s}$ múlva? A hullám terjedési sebessége 2 m/s .
4. *Legyen egy nyitott és egy zárt síp. A nyitott síp hossza $2,8\text{ m}$. A nyitott síp másodrendű felharmonikusa megegyezik a zárt síp harmadrendű felharmonikusával. Milyen hosszú a zárt síp? Ha a sípok hossza azonos lenne léteznének-e olyan felharmonikusok, melyek frekvenciája megegyezne?

5. 40 cm hosszúságú nyitott síp 440 Hz frekvenciájú hangot bocsát ki. Számítsd ki a kibocsátott hang frekvenciáját a cső végének elzárása után. Mekkora a hang terjedési sebessége?
6. Két pontszerű hullámkeltő egymástól 75 cm távolságra található. Rezgéseik fázisban vannak, amplitúdójuk 3 mm illetve 4 mm. A kibocsátott hullámok hullámhossza egyaránt 6 cm. Határozzátok meg a két hullámkeltőt összekötő szakasz egynegyedénél összetevődő hullámok eredő amplitúdóját. Interferencia maximumról vagy minimumról van szó?
7. *Egy homogén rugalmas közeg pontjába egyidejűleg két longitudinális hullám érkezik: $x_1 = (1\text{ mm}) \cdot \sin(300\text{ s}^{-1} \cdot t - 5)$ és $x_2 = (2\text{ mm}) \cdot \sin(300\text{ s}^{-1} \cdot t - 4, 5)$. A közeg rugalmassági modulusa $79,2\text{ kN/m}^2$, sűrűsége pedig $2,2\text{ g/cm}^3$. Határozzátok meg az összetevődő hullámok hullámhosszát, az eredő rezgés egyenletét. Interferencia minimumról vagy maximumról van szó? Az összetevődő rezgések egyirányúak.
8. Egy selyemfonál hossza $l=2\text{ m}$ tömege $m=450\text{ mg}$. Az egyik vége harmonikus rezgést végző lemezkéhez van rögzítve, másik végét, pedig $m_1=200\text{ g}$ -os tömeg feszíti. A fonál egy „hurka” alakját veszi fel. Határozzátok meg a lemezke frekvenciáját. Mennyivel kell megváltoztatni az m_1 tömeget ahhoz, hogy a fonálon két „hurka” jelenjen meg?
9. A_1 és A_2 hangszórót közös hanggenerátorról működtetünk, melynek frekvenciája 750-820 Hz között folyamatosan változtatható. A két hangszórómembrán azonos fázisú harmonikus rezgéseket végez. A hang terjedési sebessége 340 m/s . Mekkora az a frekvencia, amelynél a P pontban maximális erősítést kapunk? Mely hullámhossznál kapjuk a P pontban a legnagyobb értékű gyengítést?



10. *Egy 35cm-es hosszúságú mérőhenger felső vége felé egy 440 Hz frekvenciájú (A hang) rezgő hangvillát tartunk. Mekkora legyen a mérőhengerben található víz magassága ahhoz, hogy a hang maximálisan felerősödjön a víz feletti levegőrétegben. A levegő rugalmassági modulusa 155 kN/m^2 a sűrűsége, pedig $1,25\text{ kg/m}^3$.
11. *Milyen hosszú nyitott síp rezonál annak a lemeznek a hangjára, amely 50cm hosszú, 3g tömegű és a feszítőerő 250N.

2 A tömegpont dinamikája

2.1 Newton törvényei.

2.2 Erőtípusok.

Kérdések:

1. Mikor beszélhetünk a súlytalanság állapotáról? Milyen esetben nagyobb, illetve kisebb a súly a nyugalmi súlynál?
2. Ha a huzat hirtelen becsapja az ablakot, az üveg betörhet. Mi a magyarázata ennek?
3. Erő hatására végezhet-e egy tárgy egyenletes mozgást? Indokolj!
4. Erőhatás szempontjából milyen feltételnek kell teljesülnie ahhoz, hogy egy test egyenes vonalú egyenletes mozgást végezzen?
5. Írj két példát a tapadási súrlódás fontosságára.

6. Az álló helyzetből induló 50kg tömegű kocsit ugyanakkora erővel húzza az első fiú és ugyanannyi ideig, mint a 100 kg tömegű kocsit a második fiú. Melyik kocsinak nagyobb a sebességváltozása? Válaszodat indokold. A kocsikra semmiféle ellenálló erő nem hat.
7. Milyen erő gyorsítja a futószalagon lévő éppen meginduló tárgyakat?
8. Mi a tehetetlenség? Mi a tehetetlenség és a tömeg kapcsolata?
9. Tehetetlenségi rendszer-e a talajhoz képest állandó nagyságú sebességgel, kanyarban haladó autóhoz rögzített vonatkoztatási rendszer? Miért?
10. Merre billen a teherautóra rögzítés nélkül felrakott szekrény, ha az autó egyenletes mozgással kanyarodik? Mi ennek a magyarázata?
11. Vasból készült két azonos téglatestünk van. Ugyanazon deszkalapon húzzuk őket egyenletesen először egymásután kötve majd egymásra helyezve. Melyik esetben kell nagyobb erőt kifejteni? Válaszodat indokold!
12. Mi a feltétele annak, hogy egy rezgés lineáris-harmonikus rezgés legyen?
13. Tételezzük fel, hogy egy távközlési műhold a Föld körül körpályán egyenletesen kering. Ezt a műholdat a Föld gravitációs vonzereje tartja a pályán. Newton II. törvénye szerint erő hatására egy tárgy gyorsulva mozog. Akkor hogyan lehetséges az, hogy a műhold egyenletesen halad a pályáján?
14. Hogyan változik a gravitációs vonzás mértéke két test között, ha a testek közötti távolságot megkétszerezzük? Indokolj!
15. Egy test kelet felé mozog és nyugat felé gyorsul. Lehetséges-e ez? Indokolj!
16. Helyes-e ez a kijelentés? A test mozgása mindig olyan irányú, mint a testet érő erők eredője. Indokolj.
17. Egyenletesen gyorsuló mozgással esnének-e a 10000km magasból elejtett testek? Indokolj!
18. Ha valaki a mozgó vonatról vagy villamosról leugrik, földet éréskor előrebukik. Mi ennek a magyarázata?
19. Milyen erőhatás hozza létre a következő kölcsönhatásokat:(3p)
 - a. Péter felemeli a súlyzót
 - b. A teniszlabda elpattan az ütőről
 - c. Az elgurított labda megáll
20. Amikor egy gyerek kiugrik a csónakból, a csónak hátrafelé mozdul el. Válaszd ki az igaz állításokat!
 - A) a kölcsönhatásban fellépő erők a csónakra hatnak
 - B) a kölcsönhatásban fellépő erők különböző nagyságúak
 - C) a kölcsönhatásban fellépő erők egyező irányúak
 - D) a kölcsönhatásban fellépő erők egyező irányításúak
 - E) a kölcsönhatásban fellépő egyik erő a csónakra a másik a gyerekre hat
 - F) a kölcsönhatásban fellépő erők egyenlő nagyságúak
 - G) a gyerek nagyobb erővel hat a csónakra, mert a csónak nagyobb távolságon mozdul el
21. Egy gyerek kiskocsit húz egyenletes mozgással vízszintes úton.
 - A) Az útburkolat és a kiskocsi közötti súrlódási erő biztosan sokkal kisebb, mint a gyerek által a kiskocsira kifejtett erő.
 - B) A gyerek húzza a kiskocsit, a kiskocsi a gyereket. Ez a két erő egyenlő nagyságú, de ellentétes irányítású. A két erő eredője zérus, ezért egyenletes a mozgás.
 - C) A gyerek és a kiskocsi együttes mozgását az útburkolat által a gyerekre ható erő eredményezi.

D) A gyerek nagyobb erőt fejt ki a kiskocsira, mint a kiskocsi a gyerekre, hiszen ha fordítva lenne, akkor a kiskocsi hátrafelé mozogna.

22. Válaszd ki a helyes állításokat. Indokold választásodat!

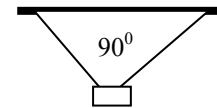
A következő kijelentések egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgásra vonatkoznak. Feltételezésünk szerint a súrlódás elhanyagolhatóan kicsi, és mindegyik esetben a kezdősebesség zéró.

- A) Egy testet kétszer akkora erő ugyanannyi idő alatt kétszer akkora sebességre gyorsítja.
- B) Kétszer nagyobb tömegű test ugyanannyi idő alatt ugyanakkora erő hatására feleakkora utat tesz meg.
- C) Kétszer nagyobb tömegű test ugyanannyi idő alatt kétszer nagyobb erő hatására kétszer nagyobb utat tesz meg.

Feladatok:

1. Egy vízszintes havas úton Pistike kis hűgát húzza szánkón, úgy hogy a szánkó kötele vízszintes. A szánkó egyenletesen gyorsulva indul úgy, hogy fél perc alatt 225m távolságot tesz meg. A súrlódási tényező 0,15, a szánkó tömege hűgicával együtt 40kg.
 - a) mekkora erővel nyomja a szánkó a talajt (400N)
 - b) mekkora a szánkó gyorsulása? ($0,5\text{m/s}^2$)
 - c) mekkora erőt fejt ki Pistike (80N)
 - d) mekkora erővel húzza Pistike a szánkót, hogy az egyenletesen haladjon? (60N)
2. Emelődaru kábele 100kN terhelést bír el.
 - a) hány tonna tömeget emelhetünk fel egyenletesen ezzel a daruval, úgy hogy a kábel ne szakadjon el? (10tonna)
 - b) hány tonna tömeget emelhetünk fel 2m/s^2 gyorsulással? (8,33tonna)
 - c) mekkora erő feszíti a kötelet, ha egy 1200 kg-os betonlapot 5m/s^2 gyorsulással engedünk lefelé? Mennyi idő alatt ér a földre a betonlap, ha azt 25 m magasból engedik? (6kN, 3,16s)
3. Pisti szánkón ül. Pisti tömege a szánkóval együtt 55 kg. A tapadási tényező a szánkó és a hó között 0,2, a csúszási tényező 0,05. Kezdetben, a szánkó nyugalomban van. Marika vízszintes erővel el kezdi húzni a szánkót. Határozzátok meg a szánkó mechanikai állapotát (mozog-e a szánkó? Ha igen hogyan? Ha gyorsulva mozog mekkora a gyorsulása?) ha Marika ereje:
A. 100N B. 110N C. 160N
4. *Egy bakelit lemez átmérője 30cm. A lemezre, a forgástengelytől 15cm-re egy radírgumit helyezünk. Tételezzük fel, hogy ezt a bakelit lemezt vízszintes síkban egyenletesen gyorsuló mozgásba hozzuk $0,21\text{s}^2$ gyorsulással. A tapadási tényező a gumi és lemez között 0,15. Mennyi idő múlva csúszik le a gumi a lemeztől? (15,8s)
5. Egy 20 kg-os tömegpontra egyidejűleg két erő hat. Az erők nagysága 21N valamint 28N, a két erő egymásra merőleges. Merre, hogyan és mekkora gyorsulással mozog?
6. Vízszintes asztalon egy doboz nyugszik. A doboz tömege 300g. Rajzold meg a dobozra ható erővektorokat, nevezd meg ezeket, számítsd ki nagyságukat és határozd meg mindegyik erő ellenerejét.
7. Egy 200 g-os fahasáb vízszintes felületen fekszik. A tapadási együttható 0,6 a csúszó súrlódási tényező pedig 0,1. A fahasábhoz rugót rögzítünk, a megnyúlás nélküli hossz 5cm, a rugóállandó 35N/m. A rugó szabad végét elkezdjük óvatosan vízszintes irányba húzni, míg a hasáb sebessége másodpercenként 4m/s-al fog egyenletesen növekedni. Mekkora mozgás közben a rugó hossza?
8. Csaba maximálisan 500N nagyságú nyomóerőt tud kifejteni. El tud-e mozdítani egy 80 kg tömegű ruhásszekrényt, ha a tapadási tényező a szekrény és talaj között 0,6? Válaszodat indokold számítással.
9. Egy testet 60 cm hosszú elhanyagolható tömegű fonálra erősítünk. A testet ezután $F=0,5\text{N}$ nagyságú vízszintes erővel húzzuk, így a kötél a függőlegessel 30° -os szöget zár be. Mekkora tömegű a test?

10. Mekkora lehet az a legnagyobb tömeg, amit két egyforma hosszú kötél segítségével felfüggeszthetünk az ábra szerint úgy, hogy egyik kötél se szakadjon el? A kötelek teherbírása 3kN.



11. Egy rugó alakváltozás nélküli hossza 20 cm. A rugóállandó 1N/cm. Mekkora lesz a rugó hossza, ha 50 dkg-os tömeget akasztunk rá?
12. Egy $m=70\text{kg}$ tömegű repülő egy $R=800\text{m}$ sugarú függőleges körpályát ír le állandó sebességgel. Mekkora legyen a repülő sebessége, hogy a repülő ne nyomja a széket a pálya legfelső pontjában?

13. Vízszintes asztalon 150g tömegű fahasáb nyugszik. A tapadási tényező 0,7 a csúszási tényező 0,3. Mekkora vízszintes erőt kell kifejtenünk a fahasábra, hogy

- meginduljon
- egyenletesen csússzon
- 2m/s^2 gyorsulással csússzon

14. *Egy 100m széles folyó két oldalát domború körív alakú híd köti össze. A híd által meghatározott körszelet magassága 10m, a híd maximális teherbíró képessége 50kN. A túlterhelés veszélye nélkül milyen sebességgel haladhat át egy 6000kg tömegű autó. (53 km/h)

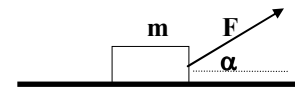
15. Egy teherautó haladhat-e egy 600m sugarú körív alakú kanyarban 72km/h sebességgel anélkül, hogy kisorsódjon a kanyarban? A tapadási tényező a kerekek és úttest között 0,4.

16. *Egy 1 tonnás léghajó egyenletesen ereszkedik. Mekkora tömeget dobjanak ki a léghajóból, hogy a léggömb emelkedni kezdjen ugyanazzal a sebességgel? Feltételezzük, hogy az Arkhimédészi felhajtóerő végig állandó és egyenlő 9,75kN-al.

17. *Az $m = 6\text{ kg}$ tömegű dobozt 50 N nagyságú erővel húzunk az ábra szerint. A mozgás a vízszintes síkon súrlódással történik, $\mu = 0,2$.

Tudva, hogy $g = 10\text{ m/s}^2$ és $\alpha = 30^\circ$ határozzátok meg:

- mekkora a tárgy gyorsulása
- mekkora lehet az α szög legnagyobb értéke, hogy a tárgy ne emelkedjen meg a felületen?



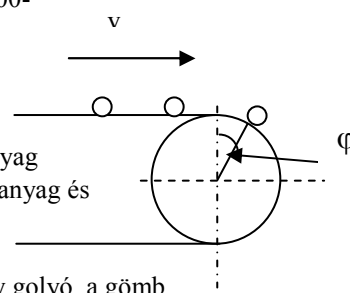
18. *Egy 200 g-os fahasáb vízszintes felületen fekszik. A tapadási együttható 0,7 a csúszó súrlódási tényező pedig 0,2. A fahasábhöz rugót rögzítünk, a megnyúlás nélküli hossz 5cm, a rugóállandó 25N/m. A rugó szabad végét elkezdjük óvatosan vízszintes irányba húzni.

- mekkora a rugó hossza abban a pillanatban mikor a fahasáb megcsúszik az asztalon?(10,6cm)
- ha a rugó segítségével egyenletesen húzzuk a fahasábot, mekkora mozgás közben a rugó hossza? (6,6cm)
- ha a rugó segítségével 2m/s^2 gyorsulással húzzuk a fahasábot, mekkora mozgás közben a rugó hossza? (8,2cm)

19. **Egy vasúti kocsiban felfüggesztenek egy $m=1\text{kg}$ tömegű testet két egyforma hosszúságú fonal segítségével. A fonalak szimmetrikusan helyezkednek el a függőlegeshez képest. A fonalak közötti szög $2\alpha=60^\circ$. Mekkora a fonalakban a feszítőerő, ha a vasúti kocs 4,9 m/s^2 gyorsulással mozog? (0,76N , 10,5 N)

20. *Egy $m=0,5\text{kg}$ -os testet vízszintes deszkára helyezünk, és ugyanakkor felfüggesztjük egy $l=10\text{ cm}$ hosszú alakváltozás nélküli függőleges rugó segítségével. A rugóállandó 10N/m. A deszkát egyenletesen mozgatjuk vízszintes irányba. Mekkora a súrlódási együttható a deszka és test között, ha a rugó 60° -os szöget zár be a függőlegessel?

21. *Egy láncot vízszintes asztalra helyezünk. Ha hosszának ötöd része lelóg az asztalról, akkor a lánc egyenletesen kezd lecsúszni az asztalról. Mekkora a csúszó súrlódási együttható a lánc és asztal között? (0,25).

22. Egy testet egy fonal végére kötünk. Ha a testet lefelé engedjük a fonal végén $a = 2\text{m/s}^2$ gyorsulással, akkor a fonalban fellépő feszítőerő 3-szor kisebb, mint a fonal maximális terhelhetősége. Mekkora az a maximális gyorsulás, amivel ezt a testet felfelé húzhatjuk a fonállal?
23. Emelődaru kábele 100kN terhelést bír el.
- hány tonna tömeget emelhetünk fel egyenletesen ezzel a daruval, úgy, hogy a kábel ne szakadjon el?
 - hány tonna tömeget emelhetünk fel 2m/s^2 gyorsulással?
 - mekkora erő feszíti a kötelet, ha egy 1200 kg -os betonlapot 5m/s^2 gyorsulással engedünk lefelé?
24. Egy mosógép dobjának átmérője 50cm . A dob egyenletesen forog 400 -as fordulatszámmal. Mekkora erővel nyomja a dob falát a 30kg -os ruhadarab? ($131,6\text{N}$)
25. **Mekkora sebességgel kell haladni az ábra szerinti $0,7\text{m}$ átmérőjű dobbal hajtott szállítószalagnak, ha azt akarjuk, hogy az anyag $\varphi = 30^\circ$ -os szögnél csússzon meg a szalagon? A súrlódási tényező az anyag és a szalag között $0,5$.
- 
26. ** $0,5\text{m}$ sugarú félgömb belsejében, vízszintes síkban körbe gurul egy golyó, a gömb aljától számítva $0,1\text{m}$ magasságban. A súrlódás elhanyagolható. Mennyi idő alatt fut a golyó körbe? ($1,256\text{s}$)
27. *Egy vasúti kocsí egy 800m görbületű kanyarban 72km/h -val kell haladjon. A sínek távolsága $1,5\text{m}$. Mennyivel emeljék meg a külső sínt a belsőhöz képest, hogy biztonságos legyen a mozgás a kanyarban.
28. Mekkora a nehézségi gyorsulás a Hold felszínén? A Föld tömege 81 -szerese a Hold tömegének, sugara, pedig $3,6$ -szor nagyobb.
29. A Nap tömege $2 \cdot 10^{30}\text{ kg}$. Mekkora a keringési ideje a Nap körül 220 millió km távolságban keringő Éroszbolygónak? (~ 650 nap)
30. Mekkora legyen a Földön egy nap és egy éjszaka hossza ahhoz, hogy az egyenlítőnél a tárgyaknak ne legyen súlyuk? A Föld tömege $5,97 \cdot 10^{24}\text{ kg}$, az egyenlítő menti sugara 6371km . (kb. 1 óra 24 perc!)
31. *Milyen magasban kering az a távközlési műhold, mely mindig a Föld ugyanazon pontja felett marad? (kb 35800km)
32. Milyen magasban kering az előző feladatból a műhold, ha keringési sebessége 3500 m/s ? (A Föld tömege $6 \cdot 10^{24}\text{ kg}$, átlagos sugara 6370 km)
33. Mennyi idő alatt kerüli meg a Földet az a műhold mely a Földtől 30000 km magasságban kering? (A Föld tömege $6 \cdot 10^{24}\text{ kg}$, átlagos sugara 6370 km)
34. *Tudva hogy a Föld sugara $R = 6370\text{ km}$, határozzátok meg milyen magasságban csökken a felére a gravitációs gyorsulás.
35. Egy tömegpontot 10cm amplitúdóval függőlegesen rezgő síklapra helyezünk. Határozd meg azt a frekvenciát, melynél a tömegpont elválk a síklaptól!

2.3 Testek mozgása a lejtőn.

Kérdések:

1. Rendelkezésekre áll egy deszka, egy fahasáb és egy vonalzó. Gondolj ki és írd le egy módszert, mellyel meghatározható a deszka és fahasáb közötti tapadási tényezőt.
2. 100m hosszú 10m magas vagy 60m hosszú 4m magas lejtőn érkezik le hamarabb egy tárgy? Feltételezzük, hogy a súrlódási mindkét esetben elhanyagolható.

Feladatok:

1. Egy másfél tonnás betonlap egy lejtőn éppen hogy nem csúszik meg. Tudva, hogy a lejtő hosszúsága 10 m, magassága, pedig 600 cm. Határozzátok meg mekkora erővel nyomja a betonlap a lejtőt és mekkora a tapadási tényező? (1200N, 0,75)
2. Egy 20kg-os sörös rekesz egy 15° -os lejtőn nyugalomban van. Rajzold meg és nevezd meg a rekeszre ható erőket. Add meg ezeknek az erők értékét!
3. Egy lejtő hossza 3m, magassága 20 cm. A lejtő aljától 2,5 m/s sebességgel meglöknek egy tárgyat a lejtő mentén felfelé. Tudva, hogy a tárgy felér a lejtő csúcsáig, határozzátok meg a csúszó súrlódási tényezőt. Mennyi ideig mozog a tárgy a lejtőn felfelé? (0,0375, 2,4s)
4. *Egy 15° -os lejtőn egy testet állandó sebességgel húzunk először felfelé, aztán lefelé, mindkét esetben mozgásirányú erővel. A testet felfelé kétszer akkora erővel kell húzni, mint lefelé. Mekkora a súrlódási együttható? Mekkora hajlásszögűre kellene a lejtőt beállítani ahhoz, hogy a magára hagyott test egyenletesen mozoghasson rajta? (0,803, $38,76^\circ$)
5. Egy kötélen 1kN húzóerőt képes kifejteni anélkül, hogy fennállna az elszakadás veszélye. Fel lehet-e biztonságosan vontatni ezzel a kötélen egy 5 tonnás megrakott kocsit olyan lejtőn mely 12 m hosszú és 2m magas. A súrlódási erő a kocsi súlyának egy tizedével egyenlő.
6. *Egy $m=20$ kg-os testet 30° -os lejtőn felfelé nyomunk 500 N nagyságú vízszintes erővel. Ha a súrlódási együttható 0,5 határozzátok meg a test gyorsulását. ($15,7\text{m/s}^2$).
7. Egy ember maximálisan 500 N erőt képes kifejteni. Milyen hosszú kell legyen az a széles deszka melyen az ember fel tud görgetni egy 120 kg tömegű hordót egy 1,5 m magas teherautóra? (3,53m)
8. Egy kötélen 1kN húzóerőt képes kifejteni anélkül, hogy fennállna az elszakadás veszélye. Fel lehet-e biztonságosan vontatni ezzel a kötélen egy 1 tonnás megrakott kocsit olyan lejtőn mely 12m hosszú és 2m magas. A súrlódást hanyagoljuk el. (nem)
9. *Egy fémlapra kiskocsit helyezünk, a kiskocsit a fémlap egyik végéhez rögzítjük egy rugóval melynek nyugalmi hossza 10cm, rugalmassági állandója 0,02N/cm. Milyen magasra emelhetjük a fémlap rugós végét úgy, hogy a kiskocsi leérjen a fémlap másik végéig. A fémlap hossza 30cm, a kiskocsi hossza 5cm, tömege 100g. (9,2 cm)
10. *Egy 30 cm hosszú fémlapra 100g tömegű fahasábot helyezünk. Mekkora magasra emelhetjük a deszkalap egyik végét úgy, hogy a fahasáb ne csússzon meg a fémlapon. A tapadási tényező 0,4. (11,1cm)
11. Egy $m = 120\text{kg}$ tömegű testet $\alpha=30^\circ$ -os hajlásszögű lejtőn $F= 60\text{N}$ nagyságú erővel lehet egyenletesen felhúzni. Milyen gyorsulással fog szabadon csúszni ez a test a lejtőn?

12. **Egy $L=5\text{m}$ hosszúságú és 30° -os hajlásszögű lejtő csúcsától szabadon engednek egy testet. Ugyanebben a pillanatban a lejtő aljától felfelé csúsztatnak a lejtő mentén egy másik testet. A súrlódási együttható $\frac{1}{2\sqrt{3}}$. Mekkora legyen a második test kezdősebessége ahhoz, hogy a két test a lejtő hosszának negyedénél találkozzon?
13. *Egy $\alpha=30^\circ$ -os hajlásszögű lejtő aljától felfelé indítanak egy téglatestet és egy súrlódásmentesen mozgó kiskocsit ugyanazzal a kezdősebességgel. A test és a kocsi egyszerre érnek vissza a lejtő aljához. Határozzátok meg a súrlódási együtthatót a test és a lejtő felülete között.
14. Egy 12 magas és 16m alapú lejtő csúcsától szabadon csúszik egy 2kg tömegű tárgy. Mekkora sebességgel érkezik a tárgy a lejtő aljára, ha
 a) súrlódás nélkül csúszik (15,5m/s)
 b) súrlódással csúszik, a csúszási tényező 0,2? (13,26m/s)
15. *Egy $m = 20\text{ kg}$ tömegű testet egy $\alpha=30^\circ$ -os hajlásszögű lejtőn felfelé tolunk egy $F = 500\text{ N}$ nagyságú vízszintes erővel. $\mu=0,05$. Mekkora a test gyorsulása?

2.4 A tömegpont lendülete (impulzusa).

Kérdések:

1. Merre mutat egy feldobott kő lendületváltozásának vektora a kő felfelé haladása közben? Indokolj.
2. Lehetséges-e, hogy egy egyenletesen mozgó test lendülete változzon? Indokolj!
3. Fizikailag hogyan magyarázható, hogy egy karate mester egyetlen ütéssel képes kettétörni egy téglát?

Feladatok:

1. *Egy 0,5kg-os labda 2,45m magasból esik szabadon egy vízszintes asztalra. Ütközés után visszapattan úgy, hogy 65cm-rel lentebb áll meg az esési ponthoz képest. Tudva, hogy a labda 10ms ideig érintkezik a felülettel, határozzátok meg mekkora átlagos erővel hatott a labda a felületre.
2. **Egy 100g tömegű labdát 60° -os beesési szög alatt 5m/s sebességgel dobunk a falnak. Ha a fallal való érintkezés 10ms ideig tart, határozzátok meg mekkora átlagos erővel hatott a labda a falra. Az ütközés tökéletesen rugalmas.

2.5 A mechanikai munka és teljesítmény. A hatások.

2.6 Erőtípusok munkavégzése.

Kérdések:

1. Végezzük-e munkát, ha csomagot álló helyzetben a kezünkben tartjuk?
2. Határozd meg az átlagteljesítményt. Mikor beszélünk 1W-os átlagteljesítményről?
3. Egy autó egyenletesen gyorsuló mozgást végez. Állandó-e a motor pillanatnyi teljesítménye? Mindenféle fékező hatást hanyagoljunk el!

4. Határozd meg a mechanikai munka fogalmát. Mikor beszélünk egy joule mechanikai munkavégzésről?
5. Két motor közül az első ötször annyi munkát végzett, mint a második. Milyen feltétellel igaz az az állítás, hogy a két motor teljesítménye egyenlő?

Feladatok:

1. Mekkora energiája van egy 15m magas toronyból szabadon eső 20dkg-os almának földetéréskor? (29,4 J)
2. Hány L.E teljesítménye van annak az emelődarunak, mely fél perc alatt egy 150kN súlyú betonlapot képes felemelni egyenletesen 18m magasba. (122,28 L.E)
3. Egy emelődaru 2 tonnás elemet emel egyenletesen 2m/s sebességgel 20 m magasba. Mekkora a kötélerő? Mekkora a daru teljesítménye?
4. Egy csavarrugó 10N erő hatására 2cm-rel nyúlik meg. Mekkora munka szükséges a rugó megnyújtásához?
5. Egy rugó 15cm-rel való megnyújtásához 1J munka szükséges. Mekkora a rugóállandó? (88,88 N/m)
6. Egy 1000N/m állandójú csavarrugót már megnyújtottunk 10cm-rel. Mekkora munkával lehet újabb 20cm-rel megnyújtani ezt a rugót?
7. Egy rugó 2N erő hatására nyúlik meg 10cm-rel. Mekkora munkavégzés szükséges a rugó 5cm-rel való megnyújtásához? A megnyúlt rugót mekkora munkavégzés árán lehet még 5cm-rel megnyújtani? (0,25J, 0,75J)
8. 50kg tömegű ládát vízszintes talajon 100N vízszintes erővel kezdünk el húzni. Mekkora munkát végzünk 15s alatt, ha 0,1 a súrlódási együttható? Mekkora a gyorsítás hatásfoka? (11250J, 50%)
9. Egy lovas szán egyenletesen mozog a havon. A szán és hó közötti súrlódási tényező 0,05, a szán súlya utasokkal együtt 4500N. Számítsátok ki a ló, a gravitációs erő, a súrlódási erő munkáját 200m-en. Hogyan változnak ezek az értékek, ha a szán 1 m/s^2 gyorsulással halad?
10. **Egy kerékpáros megtesz egy egyenes AB útszakaszt oda-vissza. Az AB irányú szél miatt a kerékpáros az utat oda egy óra alatt vissza, pedig három óra alatt teszi meg. Mennyi idő alatt tenné meg az utat oda-vissza, ha nem fújna a szél? A kerékpáros teljesítménye állandó.
11. Számítsátok ki a gravitációs erő munkáját a következő esetekben:
 - a. emelődaru egy tonnás tömböt emel egyenletesen 15m magasba.
 - b. emelődaru egy tonnás tömböt emel 15m magasba 1 m/s^2 gyorsulással
 - c. az egy tonnás betontömb szabadon esik 15m magasból.
 - d. az egy tonnás betontömb lecsúszik a 15° -os hajlásszögű, 15m magas lejtőről.
 - e. az egy tonnás betontömböt 1kN erővel toljuk a földön 15m távolságon.

2.7 A mechanikai energia fogalma. Energiatípusok. Megmaradási, változási törvények. Munkatétel.

Kérdések:

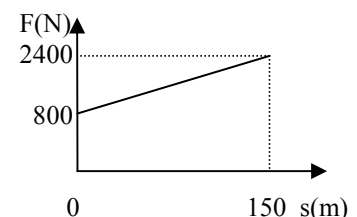
1. Javítsátok ki a helytelen mondatokat:
 - a) Ha egy tárgy egy lejtőn súrlódás nélkül csúszik le, akkor a lejtő nem végez munkát, mert a lejtő nem hat a tárgyra semmiféle erővel.
 - b) Ha egy tárgy szabadon esik akkor a helyzeti energiája csökken mert a légellenállás fékezi a mozgást.

- c) Ha egy tárgy mozgási energiája egy adott pillanatban 150 J akkor a tárgyat 150 J munka árán lehet lefékezni.
- d) Ha egy egyenes pályán egyenletesen haladó gépkocsi állandó vonóerőt fejt ki akkor azonos útszakaszokon a motor által végzett munka mindig ugyanakkora.
- e) Gravitációs erő hatása alatt mozgó tárgy mozgási energiája időben állandó
2. Javítsátok ki a helytelen mondatokat:
- A. Ha egy tárgy gravitációs mezőben mozdul el, a gravitációs erő munkája nem függ az út alakjától csak a kiindulási pont és a végpont közötti távolságtól.
- B. Minden olyan erőt diszipatív (nem konzervatív) erőnek nevezünk mely egy tárgy vagy fizikai rendszer mozgási energiáját képes megváltoztatni.
- C. Ha egy erőgép teljesítménye 100 W, ez azt jelenti, hogy a tárgy 100W munkát képes végezni egy óra alatt.
- D. Egy test vagy fizikai rendszer mozgási energiájának változása egyenlő a tárgyra ható konzervatív erők mechanikai munkájának összegével.
- E. Egy lejtőre helyezett tárgy annál nagyobb erővel nyomja a lejtőt minél kisebb a lejtő hajlásszöge
3. Válasszátok ki a helytelen mondatokat, indokoljátok választásotokat:
- A. Ha egy tárgyat elengedünk egy bizonyos magasságból, akkor a mozgási energiája folyamatosan helyzeti energiává alakul.
- B. Ha egy tárgyat feldobunk, akkor a helyzeti energiája csökken, mert a légellenállás fékezi a mozgást.
- C. Ha egy egyenes pályán egyenletesen gyorsuló gépkocsi állandó vonóerőt fejt ki, akkor azonos útszakaszokon a motor átlagteljesítménye mindig ugyanakkora
- D. Ha egy tárgy szabadon esik, akkor a helyzeti energiája ugyanannyival csökken, mint amennyivel nő a mozgási energiája
- E. Ha egy gépkocsi álló helyzetből indulva egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgást végez vízszintes úton, akkor két, azonos hosszúságú útszakaszt kiválasztva, azon nagyobb a gépkocsi munkája melyet hamarabb fut be.
- F. Egy lejtőn súrlódás nélkül lecsúszó tárgy sebessége a lejtő aljánál csak a lejtő magasságától függ
4. Megváltozik-e egy mozgó test mozgási energiája, ha sebességvektorának iránya megváltozik, de nagysága nem?
5. Egy test h magasságból szabadon esik a földre. Számolás nélkül hasonlítsuk össze helyzeti és mozgási energiáját, ha a test $h_1 = \frac{h}{2}$ magasságban van.
6. Egy súrlódás nélkül mozgó test vízszintes felületen változatlan sebességgel halad. Végez-e rajta valami munkát?
7. Egy súrlódással mozgó test vízszintes felületen változatlan sebességgel halad. Végez-e rajta valami munkát?
8. Miért nem mindegy munkavégzés és így energiaváltozás szempontjából, hogy vízszintes talajon sétálunk 10 métert, vagy lépcsőn megyünk fel 10m magasra?
9. Egy testet feldobtak. Milyen előjelű a nehézségi erő munkája, és hogyan változik a test mozgási energiája emelkedése közben? Függ-e a nehézségi erő munkája az emelkedés közben attól, hogy függőlegesen vagy ferdén dobták el a testet, ha az emelkedés magassága ugyanakkora?

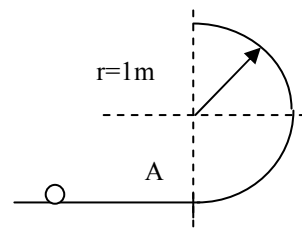
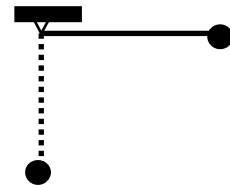
Feladatok:

1. Mekkora mechanikai energiával rendelkezik egy 150m magasban 270km/h sebességgel egyenes vonalban haladó 15 tonnás repülőgép? (64,2375 MJ)
2. Mekkora sebességre gyorsul fel álló helyzetből egy 8 mázsás versenyautó, ha a motor húzóerejének munkája 360kJ. (108km/h)

3. Egy puskagolyó tömege 50g, sebessége a kilövés pillanatában 800m/s. Mekkora a lövedék mozgási energiája? Mekkora az átlagos gyorsító erő, ha a puska cső hossza 80cm? Ez a lövedék 40cm mélyen fúródott bele egy közeli fába és ott megállt. Mekkora volt fában a súrlódási munka?
4. Egy 10dkg-os tárgyat függőlegesen felfelé hajítunk 15m/s kezdősebességgel. Mekkora magasságban lesz a tárgy mozgási energiája 5 J? Milyen magasra ér a tárgy?
5. Egy 20dkg-os tárgyat 15m magasról függőlegesen lefelé hajítunk 10m/s kezdősebességgel. Mekkora a sebessége abban a pillanatban mikor helyzeti energiája 16J? Mekkora sebességgel csapódik a tárgy a talajnak?
6. Egy 9 mázsás személygépkocsi nyugalmi helyzetből 10s alatt egyenletesen gyorsulva 100 km/h sebességet ér el. Mekkora az autó átlagteljesítménye a gyorsítás alatt? Mekkora a motor húzóereje? Mindenféle fékező hatást hanyagoljunk el.
7. Milyen magasra emelkedik fel az a kő melyet függőlegesen, felfelé lökünk 36km/h kezdősebességgel? A légellenállást hanyagoljuk el. (5 m)
8. Egy kavicsot 10m/s kezdősebességgel dobtak fel függőleges irányban. Milyen magasra lesz a kavics abban a pillanatban, amikor mozgási energiája egyenlő a helyzeti energiával? A feladatot energetikai megfontolással oldjuk meg!
9. Egy 1000kg tömegű repülőgép motorja 60m változatlan sebességű emelkedés közben fél perc alatt 1800kJ munkát végzett. Mennyi a teljesítménye? Mennyi a hatásfoka?
10. Egy rugó egyik végénél vízszintes helyzetben rögzítve van. Másik végéhez egy 100 g-os kiskocsi ütközik 3m/s sebességgel. Mekkora összenyomódást okoz a kiskocsi a rugónak, ha a rugóállandó 250 N/m. (6cm)
11. Mekkora sebességre gyorsul fel álló helyzetből egy 8 mázsás versenyautó, ha a motor húzóerejének munkája 250kJ?
12. Egy 54km/h sebességű gépkocsi mekkora úton képes megállni a kerekek megcsúszása nélkül, ha a kerekei és út közti tapadási súrlódási tényező 0,4? A feladatot energetikai megfontolással oldjuk meg.
13. Egy 15g tömegű lövedék 650m/s sebességgel hagyta el a fegyver csövét. Legalább mekkora volt a löporgázok által végzett munka?
14. Csaba 5 m/s sebességgel meglöki a jégen álló Mátét. Mekkora utat tesz meg Máté a megállásig? Máté tömege 45 kg, a csúszási tényező 0,1. (12,5m)
15. Egy csavarrugó 10N erő hatására 10cm-rel nyúlik meg. A rugó egyik végét felfüggesztjük, másik végére egy 20dkg-os tömeget akasztunk. Mekkora energia halmozódik fel a rugóban?
16. Egy csavarrugó 10N erő hatására 5cm-rel nyúlik meg. A vízszintes rugó egyik végét rögzítjük, szabad végének egy 2dkg-os golyót gurítunk 10m/s sebességgel. Mennyivel nyomódik össze a rugó? Feltételezzük, hogy miközben a golyó nyomja össze a rugót, a rugó nem tud elhajlani, összenyomódás közben egyenes marad (pl. egy csőben van rögzítve)
17. Egy autó nyugalomból indul. A motor húzóerejét az ábra szemlélteti. A légellenállásoktól és mindenféle fékező hatástól tekintsünk el. Mekkora sebességre gyorsul fel az autó az első 150 m megtétele után? Az autó tömege 8 mázsá. (88,18 km/h)
18. Egy test szabadon esik 68,6m magasságról. Mekkora az a magasság melynél a mozgási energia háromnegyede a gravitációs potenciális energiának? Mekkora a test sebessége ebben a pillanatban? ($g=9,8\text{m/s}^2$)



19. Egy test szabadon esik $h = 68,6\text{m}$ magasságról. Mekkora az a magasság melynél a mozgási energia háromnegyede a gravitációs potenciális energiának? Mekkora a test sebessége ebben a pillanatban? ($g = 9,8\text{m/s}^2$)
20. Egy labdát 10m/s sebességgel kidobnak egy 10m magas toronyból. Mekkora a légellenállás munkavégzése, ha a labda tömege 30kg és 15m/s sebességgel csapódik a földre? ($-11,25\text{J}$)
21. Függőlegesen fellőtt $1,6\text{kg}$ tömegű lövedék mozgási energiája a talaj fölött 100m magasságban 2kJ . Mennyit fog még emelkedni a test, mekkora sebességgel lőtték ki? (125m , 67m/s)
22. Függőleges helyzetű 1000N/m állandójú csavarrugó alsó vége rögzített felső végén egy nagyon könnyű tányér található. A tányérra egy 40kg -os gyurmagolyót ejtünk 5m magasból. A gyurmagolyó hozzátapad a tányérhoz. Mekkora összenyomódást okoz a golyó a rugónak? Az energiaveszteségeket hanyagoljuk el.
23. Az ábra szerint vízszintesig kitérített, 2m hosszú rúd végén $0,2\text{kg}$ tömegű, kis méretű golyó van. A rudat ebben a helyzetben elengedjük. Mekkora sebességgel halad át a golyó a függőleges helyzeten, ha a rúd tömege és a légellenállás elhanyagolható? ($6,32\text{m/s}$)
24. A vízszintes pályán haladó autó 12kW átlagos teljesítménnyel növeli sebességét 18km/h -ról 36km/h -ra. A kocs tömege $1,2\text{t}$. Mennyi ideig tartott a gyorsítás, ha a fékező munka ezen az útszakaszon 5000J ? ($4,16\text{s}$)
25. Egy autó egyenletesen mozog 54km/h sebességgel. Az autó teljesítménye állandó, a légellenállási erő arányos a sebességgel. Mekkora sebességet ér el az autó, ha a teljesítményt 30% -al megnöveljük? ($61,6\text{km/h}$)
26. Egy 1kg -os tárgyat kiejtenek a 15m magas toronyból. Mekkora magasságban lesz a tárgy sebessége 36km/h ? Ha a légellenállást is figyelembe vesszük, mekkora a légellenállási erő munkavégzése, ha a tárgy 15m/s sebességgel ér földet? (10m , $-37,5\text{J}$)
27. Egy 200g tömegű fakockára mely egy vízszintes asztalon található 50N nagyságú vízszintes ütést mérnek mely 20ms ideig tart. Mekkora távolságot tesz meg a kocka az asztalon, ha a súrlódási együttható $0,1$?
28. *Minimálisan mekkora sebességgel kell indítani az ábra szerinti tekepályán a súrlódás nélkül mozgó golyót, hogy sehol sem váljon el a pályától? A golyó 4kg tömegű. Határozza meg a pályanyomást az A pontban.
29. Egy testet felfelé csúsztatunk 10m/s kezdősebességgel egy 12m hosszúságú és α ($\sin\alpha = 0,6$) hajlásszögű lejtő mentén. Tudva, hogy a test felér a lejtő csúcsáig, és onnan visszafordul, bizonyítsátok be, hogy a mozgás súrlódással történik, számítsátok ki a súrlódási együtthatót.
30. *Egy 5kg tömegű test szabadon csúszik egy 16m hosszú lejtő csúcsától. A lejtő aljához 12m/s sebességgel érkezik. Tudva, hogy a lejtő hajlásszöge α ($\sin\alpha = 0,6$) bizonyítsátok be, hogy a mozgás súrlódással történik, számítsátok ki a súrlódási erő munkáját.
31. *Függőleges helyzetben alátámasztott 20N/cm állandójú súlytalannak tekinthető rugóra annak szabad végétől mért $1,8\text{m}$ magasságból, $0,4\text{kg}$ tömegű testet ejtünk. Mekkora v_0 kezdősebességgel kell a testet indítanunk, hogy a rugó 20cm -rel összenyomódjék? ($12,64\text{m/s}$)
32. **Egy $0,6\text{m}$ sugarú gömb tetején egy kis golyót elengedünk. A gömb tetejétől számítva milyen magasságban hagyja el a gömböt a golyó? A súrlódástól eltekintünk. ($0,2\text{m}$)



33. Egy 1t tömegű teherautó kikapcsolt motorral 54km/h állandó sebességgel gurul le a 4m magas és 100m hosszú emelkedőről. Mekkora motorteljesítmény mellett mászhat felfelé a teherautó ugyanakkora sebességgel?
34. *Egy gépkocsi jéggel borított úton halad $v=5\text{m/s}$ sebességgel. Adott pillanatban a gépkocsivezető észreveszi, hogy egy lejtő közeledik és az utolsó 50 m távolságon gyorsítani kezd. Mekkora maximális utat mászhat meg a gépkocsi a lejtőn ha a súrlódási együttható $\mu=0,03$ a lejtő pedig 8 %-os?

3 Pontrendszerek mechanikája.

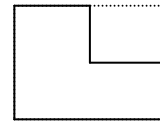
3.1 A tömegközéppontra vonatkozó tételek.

Kérdések:

1. Nyugodt vizű tó felszínén csónak úszik. A csónakban ember áll. Merre mozdul el a csónak-ember rendszer tömegközéppontja, ha az ember elindul a csónakban? Indokoljátok meg a választ.

Feladatok:

1. *Egy $M = 60\text{ kg}$ -os csónak két végében egy-egy halász áll. A csónak hossza $d = 6\text{ m}$, a halászok tömege $m_1 = 65\text{ kg}$ és $m_2 = 75\text{ kg}$. Mennyivel mozdul el a csónak, ha a halászok helyet cserélnek?
2. 0,4 m hosszú állandó keresztmetszetű rúd egyik fele $11,3\text{ kg/dm}^3$ sűrűségű ólomból a másik fele $7,8\text{ kg/dm}^3$ sűrűségű vasból készült. Hol van a rúd tömegközéppontja?
3. *Vékony lemezből készült négyzet egyik negyede hiányzik. Hol a tömegközéppont. A négyzet oldalhossza 12 cm.
4. Két gömböt az érintkezési pontnál egymáshoz rögzítenek. Az egyik gömb sugara 8,7 cm a másiké háromszor nagyobb. A kicsi gömb anyagának sűrűsége kétszerese a nagyobb gömb anyagsűrűségének. Hol a rendszer tömegközéppontja?



3.2 Pontrendszerre vonatkozó törvények.

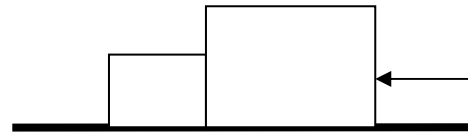
Kérdések:

1. Képzeld el, hogy tökéletesen súrlódásmentes vízszintes padlón állunk egy üres szoba közepén. Hogyan tudnánk távozni a szobából?
2. El lehet-e indítani a vitorlás csónakot a vitorlára merőlegesen fújtatott levegőárammal, ha a fújtató a csónakban van?
3. A fizikai törvények szerint belső erő nem változtathatja meg egy pontrendszer összes lendületét. Akkor hogyan magyarázható, hogy egy hintán ülő gyermek hintával együtt elmozdul, ha pl. erősen előredől? Nem mond ez ellent az előző kijelentésnek?

Feladatok:

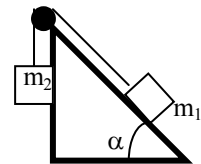
1. *Egy sportterem mennyezetéhez $m=1\text{ kg}$ -os deszka van felfüggesztve fonal segítségével függőleges helyzetben. Egy $m=0,5\text{ kg}$ -os macska felugrik, belekapaszkodik a deszkába és ebben a pillanatban a fonál elszakad. A macska el kezd szaladni felfelé a deszkán úgy, hogy a földhöz képest ugyanabban a magasságban marad. Mekkora gyorsulással esik a deszka a földhöz viszonyítva? ($14,7\text{ m/s}^2$.)

2. Két hasáb áll egymás mellett egy súrlódásmentes asztalon. Az kisebb tömege 1kg a nagyobbé 3 kg. A nagyobbik hasábot 20 N nagyságú erővel kezdjük nyomni az ábra szerint. Mekkora a hasábok gyorsulása? Mekkora erővel hatnak a hasábok egymásra? (5m/s^2 , 5N)

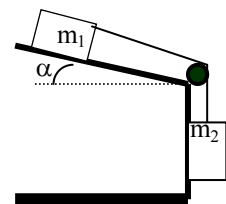


3. Két, kezdetben nyugvó kiskocsit a közöttük összenyomott rugó úgy lök szét, hogy a sebességük nagysága 5 m/s. Hány cm-rel volt összenyomva a közöttük levő 10^4 N/m állandójú rugó, ha a kiskocsik tömege 0,3 kg.
4. Egy 55kg-os korcsolyázó a jégen áll. Merre és mekkora sebességgel indul meg, ha eldobja vízszintes irányba a 3kg-os táskáját 3m/s sebességgel. Mekkora munkát végzett közben?
5. Két kiskocsit egy összenyomott rugó lök szét. Az egyik tömege 100g sebessége 6m/s. Mekkora a másik kocs sebessége, ha tömege 150g? Mekkora a rugó kezdeti összenyomódása a szétlökés előtt, ha a rugóállandó 100N/m? (4m/s , 24,5cm)
6. A Balatonon egy 3m/s sebességű csónakból egy 60kg-os fiú a csónak menetirányához viszonyítva hátrafelé, a csónakhoz viszonyítva 4m/s vízszintes irányú sebességgel a vízbe ugrott. Mekkora lett a 80kg-os csónak sebessége? ($4,71\text{m/s}$)
7. A Balatonon egy 1m/s sebességű csónakból egy 50kg-os fiú a csónak menetirányához viszonyítva előre, a csónakhoz viszonyítva 3m/s vízszintes irányú sebességgel a vízbe ugrott. Mekkora lett a 70kg-os csónak sebessége? Értelmezzétek az eredményt!
8. **Egy ideális csigán átvett fonál egyik végén $m_1=300\text{g}$ -os test található, másik végén egy $m_2=200\text{g}$ -os átlukasztott fagolyó csúszik lefelé a fonalhoz képest $\omega_2=2,4\text{ m/s}^2$ gyorsulással. Mekkora az m_1 gyorsulása és mekkora a súrlódási erő a fagolyó és fonál között? (1m/s^2 , 2,06N)

9. Mekkora a lejtő hajlásszöge, ha a testek gyorsulása a gravitációs gyorsulás egynegyede? A súrlódástól eltekintünk. $m_1=3m_2$. Mekkora a kötél erő ebben az esetben? $m_1=24\text{ dkg}$.

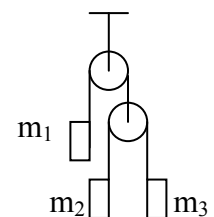


10. Mekkora a lejtő hajlásszöge, ha a testek gyorsulása a gravitációs gyorsulás egyharmada? A súrlódástól eltekintünk. $m_1=3m_2$. Mekkora a kötél erő ebben az esetben? $m_1=18\text{ dkg}$.



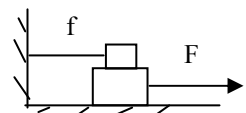
11. **Egy ideális csigán átvett fonál egyik végén $M=60\text{ kg}$ -os tömeg függ, másik végén egy létra lóg melyen $m=50\text{kg}$ -os sportoló kapaszkodik. Kezdetben, a rendszer egyensúlyban található. A kötélehez képest mekkora gyorsulással másszon a sportoló ahhoz, hogy a csiga felfüggesztési kötele ne feszüljön meg?

12. **Határozzátok meg a testek gyorsulásait és a kötél erőket. A csigák ideálisak, a tömegek: $m_1=400\text{g}$, $m_2=100\text{g}$, $m_3=200\text{g}$. ($1,96\text{m/s}^2$, $5,88\text{m/s}^2$, $1,96\text{m/s}^2$, $3,14\text{N}$, $1,57\text{N}$.)



13. **Két egyforma $M=200\text{ kg}$ tömegű kiskocsi súrlódás nélkül gurul egymás mögött $v_0=1,5\text{ m/s}$ állandó sebességgel. A hátsó kocsiról egy $m=75\text{ kg}$ tömegű ember áтуgrik az elsőre, a kocsizhoz képest 3 m/s sebességgel. Mekkora lesz ezután a kocsik sebessége?

14. **Egy 30° -os lejtőn 27 kg-os deszka található. Mekkora gyorsulással haladjon lefelé a deszkán egy 673kg-os autó ahhoz, hogy a deszka egyenletesen csússzon felfelé a lejtőn? A deszka és lejtő közötti súrlódási együttható 0,2. ($6,86\text{m/s}^2$).

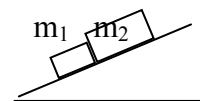


15. *Egy $G_1 = 20 \text{ N}$ súlyú hasábot vízszintes talajra helyezünk, a tetejére $G_2 = 5 \text{ N}$ súlyú hasábot teszünk az ábra szerint. A nyugalmi súrlódási együttható mindenütt $0,3$. A G_2 -t egy vízszintes fonal tartja; mekkora lehet maximálisan F ?

16. *Egy $m_1 = 5 \text{ kg}$ és egy $m_2 = 10 \text{ kg}$ tömegű hasáb úgy csúszik le egy 30° -os lejtőn, hogy végig érintkezésben maradnak. A csúszási súrlódási együttható m_1 és a lejtő között $0,15$, m_2 és a lejtő között $0,3$.

a./ Mekkora a közös gyorsulás?

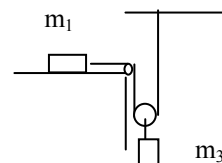
b./ Mekkora erővel hat egymásra a két hasáb a mozgás folyamán?



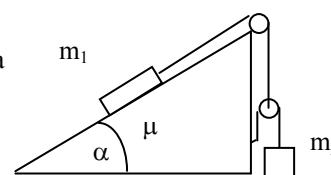
17. *Az ábrán vázolt elrendezésben az állócsiga és a mozgócsiga tömege elhanyagolható, $m_1 = 2 \text{ kg}$, $m_3 = 13 \text{ kg}$.

a./ Mekkora legyen a súrlódási együttható az asztal és m_3 között, hogy a rendszer nyugalomban maradjon?

b./ Ha a csúszási súrlódási együttható $0,15$, mekkora az m_3 tömegű test gyorsulása?



18. **Határozza meg az ábra szerinti elrendezésben a tömegek gyorsulását és a kötélerőket! A csigák elhanyagolható tömegűek. $\sin \alpha = 0,6$, $m_1 = 4 \text{ kg}$, $m_2 = 3 \text{ kg}$, $\mu = 0,2$.

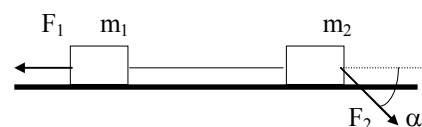


19. **Fonálra felfüggesztünk egy 1 kg -os fagolyót. A fagolyót a 20 g -os golyó átlukasztja, ha sebessége $v > v_0$, $v_0 = 200 \text{ m/s}$. Mekkora lesz a golyó sebessége miután átszúrta a fagolyót, ha kezdeti sebessége $\sqrt{3} \cdot v_0$ volt? Mekkora legyen a golyó kezdeti sebessége, hogy a fagolyó sebessége az átlukasztás után maximális legyen?

20. **Az $m_1 = 2 \text{ kg}$ és $m_2 = 3 \text{ kg}$ tömegű testek egy kinyújtott zsinag segítségével vannak összekötve az ábra szerint. Mozgás a vízszintes síkon súrlódással történhet. $\mu_0 = 0,1$, $\mu = 0,05$. A nyugvó rendszerre $F_1 = 60 \text{ N}$ és $F_2 = 90 \text{ N}$ erők kezdenek egy időben hatni. Ha $g = 10 \text{ m/s}^2$ és $\alpha = 60^\circ$ határozzátok meg:

a) Elmozdul-e a rendszer? Ha igen, merre?

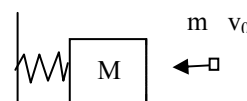
b) a rendszer gyorsulását, a zsinagban fellépő feszítőerőt.



21. ** $m = 0,2 \text{ kg}$ tömegű tárgy v_0 sebességét akarjuk megmérni az ábrán vázolt módszerrel. A rugóállandó 200 N/m , a rugó tömege elhanyagolható, $M = 6 \text{ kg}$. Amíg m teljesen lefékeződik, a rugó $x = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ -rel nyomódik össze. Mekkora a v_0 , ha:

a./ a súrlódást M és az asztal között elhanyagoljuk?

b./ figyelembe vesszük a $\mu = 0,05$ súrlódási tényezőjű fékezést is?

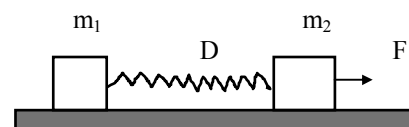


22. ** 30° -os hajlásszögű és 4 kg tömegű lejtő vízszintes síkon súrlódásmentesen mozoghat. A lejtőre 1 kg tömegű testet helyezünk, amely a lejtőn súrlódásmentesen csúszhat. Mekkora gyorsulással mozog a lejtő miközben a test csúszik rajta? (1 m/s^2)

23. **Az ábrán a kis „dombocska” súrlódásmentesen csúszhat a vízszintes felületen. Mekkora kezdeti sebességgel indítsuk az m tömegű tárgyat, hogy átszússon a dombocska túlsó oldalára? A súrlódást elhanyagoljuk és eltekintünk mindenféle energiavesztéstől. Tudjuk, hogy $h = 0,16 \text{ m}$, $m = 0,2M$.



24. *Határozzuk meg az F erő minimális értékét úgy, hogy az m_1 -es test megcsússzon a felületen. Feltételezzük, hogy a tapadási és csúszási együttható egyaránt μ . Ismert m_1 , m_2 , és a rugóállandó D . Kezdetben a



rugónak nincs alakváltozása.

25. *Egy elhanyagolható tömegű és súrlódás nélküli csigán átvett fonál végein azonosan m tömegű testek vannak. A rendszer egyensúlyban van. Az egyik testre óvatosan ráteszünk egy M tömegű testet. Mekkora erővel nyomja ezután M az m tömeget?
26. Két testet az ábra szerint összekötünk, és felfelé 100 N erővel emeljük őket. Mekkora a testek gyorsulása? Mekkora erő feszíti a testeket összekötő fonalat? A testek tömege 1 kg és 3 kg .



3.3 Ütközések.

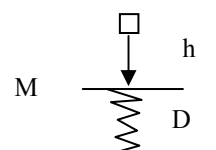
3.3.1 Tökéletesen rugalmatlan ütközés

Kérdések:

1. Két gyurmagolyó egymás felé gurul. Ütközésük frontális. Lehetséges-e hogy ütközésük során mindkettő megáll? Ha igen, akkor írjátok le mi ennek a feltétele, ha nem indokoljátok meg miért nem?

Feladatok:

1. Egy $m = 1\text{ kg}$ tömegű fagolyó egy gyűrűre van ráhelyezve. Egy $m_0 = 20\text{ g}$ tömegű puska golyó alulról hatol be a fagolyóba $v_0 = 510\text{ m/s}$ sebességgel és benne marad. Milyen magasra jut fel a fagolyó, és mekkora az energiaveszteség?
2. Két egymás felé haladó gyurmagolyó frontálisan ütközik. A golyók tömege 50 g valamint 250 g , sebességeik ütközés előtt 6 m/s valamint 2 m/s . Milyen irányba és mekkora sebességgel mozognak a golyók rugalmatlan ütközésük után? Mekkora a golyók belsőenergia növekedése az ütközés következtében? ($0,66\text{ m/s}$, $1,33\text{ J}$)
3. Két egyforma 100 g tömegű gyurmagolyó egymás felé közeledik. Az egyik sebessége kétszer kisebb, mint a másiké. Tudva, hogy az ütközés során $3,6\text{ J}$ hő fejlődik, határozzátok meg a testek ütközés utáni sebességét.
4. Egy 20 kg -os lövedék vízszintes irányba repül 72 km/h sebességgel. Egy adott pillanatban két részre hasad. A 12 kg -os darabja ugyanabba az irányba repül tovább 25 m/s sebességgel. Merre és mekkora sebességgel repül tovább a második darab? Mekkora energia jött létre a robbanás következtében? ($12,5\text{ m/s}$, ugyanabba az irányba, 375 J)
5. ** $D = 400\text{ N/m}$ rugóállandójú rugón $M = 5\text{ kg}$ tömegű tálcát egyensúlyozunk ki. Ha $h = 1\text{ m}$ magasságból egy $m = 1,5\text{ kg}$ tömegű tárgy esik a tálcára, rugalmatlan ütközésük esetében mennyivel nyomódik össze a rugó?
6. **Egy $m_1 = 8\text{ kg}$ -os tárgy szabadon csúszik egy $L = 2\text{ m}$ hosszú és $\alpha = 30^\circ$ -os lejtő csúcsától. Ugyanabban a pillanatban a lejtő aljától felfelé csúsztatunk egy $m_2 = 2\text{ kg}$ -os tárgyat v_{02} kezdősebességgel a lejtő aljától. Mekkora legyen v_{02} értéke, hogy a testek rugalmatlan ütközésük után pont a lejtő csúcsánál álljanak meg? A súrlódást elhanyagoljuk.
7. *Két $R = 0,5\text{ m}$ hosszú fonálingát közös pontban felfüggesztünk. A $0,1\text{ kg}$ tömegű ingát vízszintes helyzetig kitérítjük. Legalább mekkora kezdősebességgel kell elindítani, hogy a másik $0,2\text{ kg}$ tömegű ingával teljesen rugalmatlanul ütközve, mindketten a teljes R sugarú, függőleges síkú kört írják le? Mekkora ütközés következtében az energiaveszteség? ($14,66\text{ m/s}$)
8. Egy 20 kg -os lövedék vízszintes irányba repül 72 km/h sebességgel. Egy adott pillanatban két részre hasad. A 7 kg -os darabja ugyanabba az irányba repül tovább 65 m/s sebességgel. Merre és mekkora sebességgel repül tovább a második darab? ($-3,93\text{ m/s}$, tehát ellenkező irányba repül)



9. A 25kg-os homokzsák kötél segítségével fel van függesztve. A zsákba vízszintes irányból egy 10g-os lövedéket lőnek 400 m/s sebességgel. A lövedék belefürödik a zsákba és megáll benne. Milyen magasra emelkedik a homokzsák súlypontja? (1,27 mm)
10. Egy 200g tömegű gyurmagolyó 5m/s sebességgel frontálisan nekiütközik egy 400g tömegű nyugalomban lévő gyurmagolyónak. Felhasználva a megmaradási törvényeket számítsd ki a golyók sebességét ütközés után.
11. Két gyurmagolyó egymás felé közeledik egy egyenes mentén. Az egyik tömege 400g sebessége a földhöz képest 3m/s, a másik tömege 200g sebessége 6m/s. Felhasználva a megmaradási törvényeket számítsd ki a golyók sebességét ütközés után. Értelmezd az eredményt!

3.3.2 Tökéletesen rugalmas ütközés

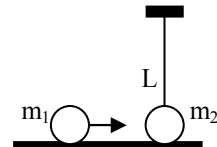
Kérdések:

1. Vízszintes sima asztalon két darab 2 Ft-os pénzérmét egymásnak ütköztetünk úgy, hogy a pénzérmék ütközésselőtti sebessége különböző legyen. Hogyan mozognak az érmék rugalmas ütközésük után? Mit lehet elmondani a pénzérmék ütközés utáni sebességéről? Válaszodat támaszd alá fizikai törvényekkel is.
2. Két acélgolyó egymás felé gurul. Ütközésük frontális. Lehetséges-e hogy ütközésük során mindkettő megáll? Ha igen, akkor írástok le mi ennek a feltétele, ha nem indokoltok meg miért nem?
3. Egy test tömege 6 kg, egy másiké, pedig 2 kg. Egymással rugalmasan ütköznek. Melyik testnek lesz nagyobb a sebességváltozása? Hányszorosa ez a másik test sebességváltozásának?

Feladatok:

1. Egy 100g tömegű acélgolyó 20cm hosszúságú fonalra van felfüggesztve. A fonalat kitérítik a vízszintesig, és szabadon engedik a golyót. Függőleges helyzetében tökéletesen rugalmasan ütközik egy 300g-os elefántcsontkockával mely egy vízszintes felületen súrlódással mozoghat. Tudva, hogy a kocka ütközés után 5m távolságot tesz meg, határozzátok meg a súrlódási együtthatót.
2. *Két egyforma acélgolyó egymás felé halad egy egyenes mentén úgy, hogy az egyik sebessége háromszor nagyobb, mint a másiké. Tudva, hogy ütközés után a golyók 8m/s sebességgel mozognak egymáshoz képest, határozzátok meg a golyók sebességét ütközés előtt.
3. *Két $m_1 = 400\text{g}$ és $m_2 = 300\text{g}$ tömegű golyók egy-egy $l = 49\text{cm}$ hosszúságú fonal segítségével vannak felfüggesztve úgy, hogy a golyók összeérnek. Az első golyót kitérítik a vízszintesig, és szabadon engedik. Tudva, hogy az ütközés tökéletesen rugalmas, határozzátok meg milyen magasra emelkedik fel az első golyó és milyen irányba? Mekkora a fonalának kitérési szöge?
4. Két acélgolyó egymás felé mozognak egy egyenes mentén. A nehezebb golyó sebessége négyszerese a könnyebb golyó sebességének. Tökéletesen rugalmas ütközésük következtében a nehezebb golyó megáll. Mekkora a könnyebb golyó tömege, ha a nehezebb 150g-os?
5. *Két egymás felé haladó acélgolyó frontálisan ütközik. A golyók tömege m valamint $3m$. Tökéletesen rugalmas ütközésük következtében a nehezebbik golyó megáll, a könnyebbik golyó 10m/s sebességgel pattan vissza. Mekkora a golyók sebessége ütközés előtt?(azonosan 5m/s)
6. Vízszintes, súrlódásmentes felületen két kiskocsi egymás felé közeledik egy egyenes mentén. Az egyik kocsi tömege 100g sebessége 2m/s, a másik kocsi tömege 300g, sebessége 4m/s. Ütközésük után az első kiskocsi eredeti mozgásirányával ellentétesen mozog 7m/s sebességgel. Merre és mekkora sebességgel mozog ütközés után a második kocsi? Tökéletesen rugalmas-e az ütközés?

7. Vízszintes asztalon 200g és 500g tömegű golyók egymás felé mozognak 5m/s és 1m/s sebességekkel. Ütközésük következtében a golyók szétpattannak, ellenkező irányba mozognak. Mekkora a nehezebb golyó sebessége, ha a könnyebb golyó sebessége 3m/s? Tökéletesen rugalmas-e az ütközés? (2,2m/s, nem)
8. Egy 100g-os biliárdgolyó 5m/s sebességgel telibe talál egy 150g-os nyugalomban lévő biliárdgolyót. Ennek következtében a 150g-os golyó 3m/s sebességgel indul el. Mekkora és milyen irányú lett a 100g-os golyó sebessége az ütközés után? Igazoljátok számítással, hogy az ütközés tökéletesen rugalmas-e vagy sem! (0,5m/s ugyanarra, nem)
9. Vízszintes, súrlódásmentes felületen két kiskocsi egyik a másik után gurul egy egyenes mentén. Az egyik kocsi tömege 100g sebessége 8m/s, a másik kocsi tömege 300g, sebessége 2m/s. Ütközésük után a második kiskocsi 5m/s sebességre gyorsul. Merre és mekkora sebességgel mozog ütközés után az első kocsi? Tökéletesen rugalmas-e az ütközés?
10. *Mekkora sebességgel ütközzön rugalmasan az m_1 tömegű golyó az m_2 tömegű golyónak, hogy a felfüggesztő fonál kilengjen a vízszintesig? A súrlódások elhanyagolhatók. $m_1 = 4m_2$, $L = 7,2$ cm.



4 A merev test mechanikája

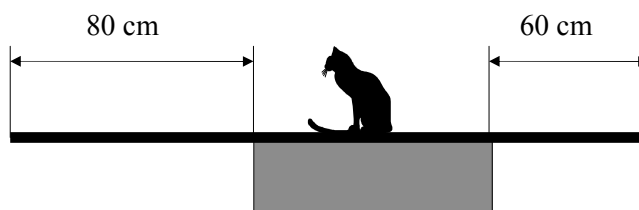
4.1 Az erőnyomaték (forgatónyomaték). Egyensúly.

Kérdések:

1. Mire használják az erőátviteli eszközöket, és mit lehet elmondani ezekről a munkavégzés szempontjából?
2. Mit értünk haladási egyensúlyon? Mi a haladási egyensúly dinamikai feltétele?
3. Egy rögzített tengellyel ellátott merev testre két különböző nagyságú és irányú erő hat. Mit lehet elmondani a két erőről, ha a test egyensúlyban van?
4. Egy merev testre egyidejűleg két erő hat. A test haladási és forgási egyensúlyban is van. Mit mondhatunk el a két erőről? (irányukról, nagyságukról). Indokold válaszod!

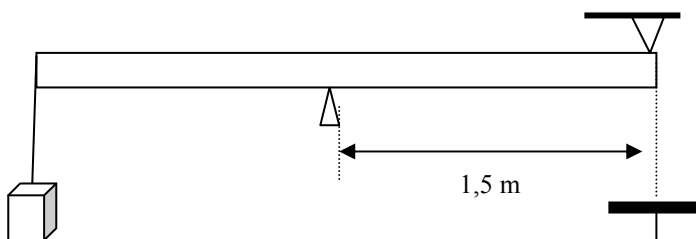
Feladatok:

1. Egy deszka egyik vége alá van támasztva, másik vége egy kötéllal van felfüggesztve a mennyezethez. A deszka vízszintes. A felfüggesztési kötel maximálisan 400N erőt bír el. Mekkora tömegű munkás állhat a deszka közepére, hogy a kötel ne szakadjon el. Mekkora erő nyomja ekkor az alátámasztást? (80kg, 400N)
2. Egy mérleghinta rúdjának hossza 5m, tömege 25 kg. A rúd végeire egy 45 kg-os és egy 60 kg-os gyerek ül. Hol támasszuk alá a rudat, hogy a gyerekek hintázni tudjanak?
3. Egy 4m hosszú, 160kg tömegű vasbeton gerenda a két végén alá van támasztva. A gerendán egy 80kg tömegű munkás áll az egyik végétől 1m távolságra. Mekkora tartóerő hat a gerendára a két végpontban?
4. Egy 10kg tömegű és 2m hosszúságú deszka egy betontömbön fekszik az ábra szerint. A deszka közepétől számítva milyen távolságokon mozdulhat el az 5kg tömegű macska jobbra és balra úgy, hogy a deszka ne billenjen le. (jobbra elmehet a deszka végéig, balra 60cm-t)

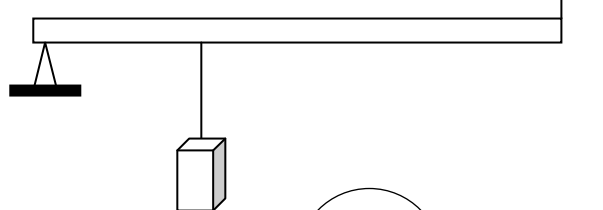


5. Egy piaci karos mérleg rúdjának hossza 40cm. Az egyik karja 3cm-rel rövidebb. Egy vevő 5kg krumplit vásárol a kofától. A krumpli ára 85 Ft/kg. Mennyivel csapja be a vevőt, illetve magát a kofa? (59,3Ft, 68,9Ft)
6. 5m hosszú műugródeszka az egyik végén és a végétől 1,5m-re van rögzítve. Mekkora és milyen irányú erők hatnak a rögzítési pontokban a rúdra, ha szabad végén 60 kg-os ember áll? (1400N lefelé és 2000N felfelé)
7. **Egy egyenes létrát függőleges falhoz állítunk. A létra és padló között a súrlódási együttható 0,4, a létra és fal között, pedig 0,5. Mekkora lehet a legkisebb szög a létra és padló között, hogy a létra ne csússzon el? (45°)
8. Egy mérlegkhinta rúdjának hossza 5m, tömege elhanyagolható. A rúd végeire egy 47kg-os és egy 63kg-os gyerek ül. Hol támasszuk alá a rudat, hogy a gyerekek hintázni tudjanak? (közepétől 36cm-re a nehezebb gyerek felé)
9. Egy kerek kút hengerének átmérője 25cm, kerekének átmérője 60cm. A vízzel teli vödör tömege 15kg, a kút mélysége 7m. A vödör láncának tömegét hanyagoljuk el. Mekkora erő kifejtéssel és mekkora munkavégzés árán lehet a kútból felhúzni a vödröt? Mekkora erőt fejtenénk ki, és mekkora munkát végeznénk, ha a vödröt egyszerűen felhúznánk a kútból hengerkerék nélkül. (62,5N, 1050J, 150N, 1050J)

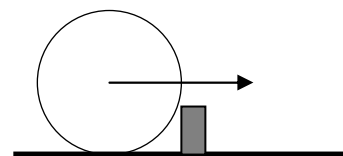
10. Egy 2,5m hosszú rúd egyik végén 20kg tömegű teher lóg. A rudat a másik végén, egymástól 1,5m-re lévő ékekkel támasztjuk meg. Mekkora erőkkel hatnak a rúdra a támasztó ékek? (le 133,3N, fel 333,3N)



11. Mekkora súlyt akaszthatunk az ábrán látható rúdra, ha az alátámasztás 100N maximális terhelést bír el? Mekkora lesz a rúd felfüggesztő kötéleben ébredő erő? A rúd súlya elhanyagolható, a súlyt a rúd egyharmadánál függesztjük fel. (50N, 150N)

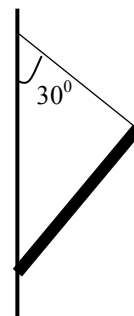


12. Mekkora minimális F erővel kell húznunk az ábrán látható 10kg tömegű és 50cm sugarú kerék tengelyét, hogy átlépje a küszöböt? A küszöb magassága 30 cm.



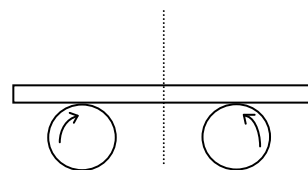
13. *Egy kétkarú mérleg karjai nem egyformák. Ha az árut a jobboldali tányérba tesszük, akkor 3,6kg-osnak mérjük. Ha a baloldali tányérba tesszük, akkor 3,9kg-osnak mérjük. Mekkora az árú valós tömege? (3,647kg)

14. **Egy 5kg egyenletes tömegelosztású 1m magas tablót a falhoz rögzítünk egy $\sqrt{3}$ m hosszú fonál segítségével az ábra szerint. A fonál 30° -ot zár be a függőleges falal. Mekkora legyen a tapadási súrlódási tényező a fal és tabló között, hogy a tabló egyensúlyban legyen ebben a helyzetben? Feltételezzük, hogy a tabló egy pontban érintkezik a falal.



15. **Egy 40 N súlyú homogén rudat vízszintesen ráteszünk két egyforma, párhuzamos és vízszintes tengelyű, egymástól $l = 1,2$ m távolságra elhelyezett hengerre.

- a./ Mekkora erők ébrednek az érintkezési pontokban, ha a rúd súlypontja $x = 0,1$ m távolságra van a két hengert összekötő egyenes felezőmerőlegesétől?
- b./ A két hengert azonos szögsebességgel, de ellentétes irányban forgatjuk tengelyük körül. A rúd és a hengerek között a súrlódási együttható 0,2. Bizonyítsa be, hogy a rúd súlypontja harmonikus rezgőmozgást végez!
- c./ Mekkora súrlódási együttható esetén lenne a periódusidő 2,5 s?



4.2 **A merev test mozgásának kinematikája és dinamikája

Kérdések:

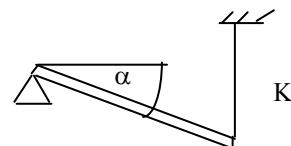
1. Mi a feltétele annak, hogy egy tengely körül forgó merev test perdülete időben állandó legyen. Változhat-e a fordulatszám a merev testnek, ha perdülete állandó? Támasszuk alá válaszunkat egy konkrét példával.
2. Egy a testéhez rendelt függőleges tengelye körül forgó műkorcsolyázó oldalt kinyújtott kezeit testéhez szorítja. Gyorsul vagy lassul a forgás? Indokoljátok a választ.
3. Mi a dinamikai feltétele annak, hogy egy tengellyel ellátott merev test egyenletes forgómozgást végezzen?
4. Milyen mozgást végez az óriáskerék egy fülkéje? Indokold válaszod!
5. Milyen mozgást végez egy lejtőn leguruló labda?
6. Mi a dinamikai feltétele annak, hogy egy merev test fordulatszámát időben ne változzon?
7. Egy lejtőről egyszerre engedünk el egy méretes tömör gömböt, és egy a gömbével azonos sugarú fém karikát. A mozgásuk a lejtőn csúszásmentes (tisztá gördülés). Melyik gurul le hamarabb a lejtő aljára?

Feladatok:

1. Egy merev testet 500J munka árán lehet forgásba hozni egy rögzített tengely körül. Az elért szögsebesség 5 rad/s. Mekkora a merev test tengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatéka?
2. 10 cm átmérőjű függőleges síkú vékony gyűrűt szabadon engedünk egy 1m magas lejtő csúcsától. A gyűrű lefelé gördül a lejtőn csúszás nélkül. Mekkora a gyűrű középpontjának sebessége a lejtő aljánál? A gyűrű tehetetlenségi nyomatéka $0,5mR^2$.
3. Egy 20 kg tömegű, 10 cm sugarú tömör korong, szimmetriatengelye körül súrlódás nélkül foroghat. A kerületén ható, érintő irányú, 15N nagyságú erővel 6s ideig forgatjuk a korongot. A korong tehetetlenségi nyomatéka. Hány fordulatot tesz meg a korong ez idő alatt? Mekkora munkát végeztünk?
4. **Megindított és magára hagyott 1m átmérőjű függőleges síkú vékony gyűrű felfelé gördül 30° -os lejtőn csúszás nélkül. Egy adott magasságban a gyűrű fordulatszáma 2 1/s. Mekkora utat tesz meg a gyűrű a lejtőn felfelé ebből a pontból mérve, és mennyi ideig tart a mozgás? (7,88m, 2,51 s)
5. *Földi nehézségi erőterben egy α hajlásszögű lejtőn egy r sugarú m tömegű tárcsa gördül súrlódásmentesen. Határozza meg:

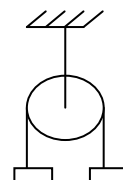
- a, a tárcsa tömegközéppontjának gyorsulását,
 b, a tárcsa szöggyorsulását,
 c, a tárcsa és a lejtő közti súrlódási erőt! ($r=1\text{m}$, $m=100\text{kg}$, $\alpha=30^\circ$)

6. **Határozza meg az ábrán látható l hosszúságú, m tömegű rúd szöggyorsulását, és az alátámasztásnál ébredő erőt a K kötél elvágásának pillanatában! Mutassa ki, hogy a rúdnak van olyan része, amely g -nél nagyobb gyorsulással mozog.



7. *A 30° -os lejtőn nyugalmi helyzetből indul egy 2cm sugarú 100g tömegű golyó. A tapadási tényező a lejtőn $0,1$. Mekkora a golyó gyorsulása és szöggyorsulása a lejtőn? Mekkora a sebessége és szögsebessége 10m megtétele után? ($4,13\text{ m/s}^2$, $108,251/\text{s}$, $9,09\text{m/s}$, $238,21/\text{s}$)

8. $R=12\text{cm}$ sugarú $m=4\text{kg}$ tömegű korong kerületén átvett fonál végeire $m_1=1\text{kg}$ és $m_2=2\text{kg}$ tömegű testeket függesztünk. Mekkora a testek gyorsulása és a fonálerő? A korong súrlódásmentesen foroghat, a fonál nem nyúlik, és nem csúszik meg a korongon. A korong tehetetlenségi nyomatéka $0,5mR^2$.



9. Egy vízszintes felület közepén egy lyuk található. A lyukon egy fonál megy át. A fonál lenti végét tartjuk, a másik végéhez egy test van rögzítve, mely a súrlódásmentes felületen egyenletes körmozgásban van. Mi fog történni, ha a test mozgása közben a fonál lenti végét lejjebb húzzuk? Hogyan változik a felületen mozgó test mozgásállapota? Milyen fizikai törvények érvényesülnek?

5 **Deformálható testek mechanikája.

5.1 Szilárd testek rugalmas alakváltozása. Hooke törvénye.

Kérdések:

- Legyen két egyforma hosszú huzal, az egyik acélból, a másik rézből. A rézhuzal keresztmetszete háromszorosa az acélénak. Ha ugyanakkora súlyt akasztunk mindkét huzalra, melyik nyúlik meg jobban? Válaszodat indokold. A rugalmassági modulusok: réz: 125000MPa , acél 215000MPa .
- Legyen két huzal, ugyanolyan féméből. Az egyik huzal kétszer olyan hosszú, mint a másik és $1,5$ -szer vastagabb. Ha ugyanakkora súlyt akasztunk mindkét huzalra, melyiknek lesz nagyobb a megnyúlása? Válaszodat indokold!

Feladatok:

- Vonórúd anyagának nyújtási modulusa $2,1 \cdot 10^5 \text{N/mm}^2$. Mekkora a fajlagos megnyúlása 60N/mm^2 megengedett feszültségnél?
- *Egy acélkábel 70 acélszál összefonódásából jön létre. Ezzel a kábelrel egy 904kg tömegű testet emelünk fel. A kábel viszonylagos megnyúlása $0,75 \cdot 10^{-3}$. Tudva, hogy a Young modulus $2,15 \cdot 10^{11} \text{N/m}^2$, $g=10 \text{N/kg}$. Számítsátok ki egyetlen acélszál átmérőjét.
- 5m hosszú vörösréz huzalnak 120N terheléstől 3mm -t szabad megnyúlnia. A rugalmassági modulus $1,18 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$. Mekkora legyen a huzal átmérője? ($1,468\text{mm}$)
- 5m hosszú 2mm átmérőjű rézhuzal Young modulusa $1,2 \cdot 10^5 \text{N/mm}^2$. Mekkora lesz a hosszúsága, ha egy 10kg tömegű terhet akasztunk rá?

5.2 *Nyugvó folyadékok mechanikája.

Kérdések:

1. Hogyan függ a hidrosztatikai nyomás a folyadék sűrűségétől? Írj le egy olyan kísérletet mellyel tanulmányozható a hidrosztatikai nyomás függése a sűrűségtől.
2. Miért úszik a nagy tömegű gerenda a vízen, és miért merül el a kis tömegű kavics?
3. Egy mindkét végén nyitott U alakú üvegcsőbe vizet töltünk. A cső két ágában a víz felszín ugyanazon szinten van, még akkor is, ha a csövet egy kicsit megdőltük. Hogyan magyarázható ez?
4. Parafa korongot sík alapú edény fenekéhez nyomunk és közben higanyt töltünk rá. Ha elengedjük a korongot, nem jön fel a higany felszínére. Miért?
5. Egy fáhasáb és egy ugyanakkora térfogatú hungarocell darab úszik a vízen. Hasonlítsuk össze a két testre ható felhajtóerő nagyságát.
6. Milyen kísérlettel lehetne bizonyítani, hogy a hidrosztatikai nyomás független az edény alakjától?
7. Különböző alapterületű hengeres edényekben ugyanakkora térfogatú víz található. Hasonlítsuk össze a hidrosztatikai nyomásokat az edények alján. Indoklás!
8. Azonos tömegű vas és ezüst golyókat merítünk víz alá. Melyik golyóra hat nagyobb felhajtóerő? Indoklás!
9. Azonos edényekben azonos tömegű, de különböző folyadékok vannak. Hasonlítsuk össze a hidrosztatikai nyomásokat az edények alján. Indoklás!
10. Azonos méretű golyókat merítünk víz alá. Az egyik tömör, a másik belül üreges. Melyik golyóra hat nagyobb felhajtóerő? Indoklás!
11. Különböző alapterületű hengeres edényekben ugyanakkora tömegű víz található. Hasonlítsuk össze a hidrosztatikai nyomásokat az edények alján. Indoklás!
12. Azonos térfogatú vas és parafa golyókat merítünk víz alá. Melyik golyóra hat nagyobb felhajtóerő? Indoklás!
13. Azonos edényekben azonos térfogatú víz és olaj van. Hasonlítsuk össze a hidrosztatikai nyomásokat az edények alján. Indoklás!

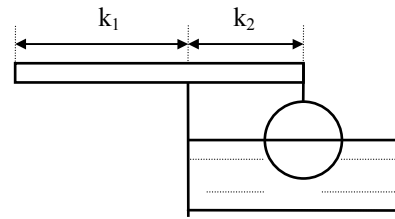
Feladatok:

1. *Egy színes üveggolyó levegőben mért súlya 0,090N. Ha petróleumba engedjük, akkor a rugós erőmérő csak 0,050N nagyságú erőt jelez. A petróleum sűrűsége 800kg/m^3 az üvegé, pedig $2,6\text{g/cm}^3$. Számítások alapján döntsék el, hogy tömör-e vagy üreges a golyó? Ha üreges mekkora az üreg térfogata?
2. A jégen 40kg tömegű gyermek korcsolyázik. Két lábon állva 200 kPa nyomással nehezedik a jégre. Mekkora az egyik korcsolya támaszfelülete?
3. Toricelli a higannyal teli csövet szájával lefelé egy higannyal teli tálba engedte. A csőben 76 cm higanyoszlop maradt. Miért nem folyt ki az egész higany? Hogyan számítható ki ebből az adatból a légnyomás (pascalban)?

4. Milyen mélyre dugtuk vízben a manométer mérődobozát, ha a manométer U alakú csövében a higanyszintek különbsége 5mm lett?(4p). A higany sűrűsége $13,6\text{g/cm}^3$.
5. Mekkora a testünk átlagos sűrűsége, ha egy teljesen vízbe merülő emberi test súlya levegőben 600N vízben pedig 100N.
6. Mekkora magasságú az a vízoszlop, melynek nyomása megegyezik a normál légköri nyomással (1atm). Vegyük $g=9,81\text{m/s}^2$
7. Rendelkezésedre áll egy rugós erőmérő, egy vízzel töltött pohár, és egy ismeretlen térfogatú fémhenger. Megfelelő mérésekkel határozd meg a fém sűrűségét! (nevezd meg és jegyezd le a mért adatokat)
8. Becsüld meg mekkora erő hat egy 5m mélyre merülő bűvár tenyerére!
9. Feltételezve, hogy tested átlagos sűrűsége $1,2\text{g/cm}^3$, becsüld meg mekkora erővel nyomod a medence alját akkor, ha a medencében állsz úgy, hogy a tested térfogatának 2/3-a van víz alatt.
10. Egy állandó keresztmetszetű U alakú üvegcsőbe annyi higanyt öntünk, hogy az egyenes ágakban legalább 15cm magasságban álljon. Ezután az U alakú cső egyik szárába vizet, majd a vízre ugyanakkora térfogatú olajt rétegezzünk, mint amekkora vizet öntöttünk. A higany sűrűsége $13,6\text{g/cm}^3$, a vízé 1g/cm^3 , az olajé pedig $0,7\text{g/cm}^3$. Milyen magasságú a vízoszlop illetve az olajoszlop, ha a szabadfelszínek közötti szintkülönbség a két ágban 75cm?
11. Egy 15cm^2 keresztmetszetű U alakú csőben higany található. A cső egyik szárába a higanyra 250ml vizet öntünk. Mennyivel emelkedik meg a higanyszint a cső másik szárában? A higany sűrűsége 13600kg/m^3 .
12. Egy 10cm^2 keresztmetszetű U alakú csőben higany található. A cső egyik szárába a higanyra vizet öntünk. A cső másik szárában a higanyszint 1cm-rel megemelkedett. Mekkora a betöltött víz tömege? A higany sűrűsége 13600kg/m^3 .
13. *A $3,6\text{ kg}$ tömegű, 7200 kg/m^3 sűrűségű, fémből készült kannába 20 liter olaj fér. Elmerül, úszik, vagy lebeg az olajjal telitöltött kanná, ha tengervízbe dobjuk? Az olaj sűrűsége 850 kg/m^3 , a tengervízé 1030 kg/m^3 .
14. U alakú üvegcsőben higany van. Egyik szárába a higany fölé 25cm magasan $0,7\text{g/cm}^3$ sűrűségű benzint öntöttünk, a másik szárba annyi vizet, hogy a felszíne a benzinével azonos magasságban legyen. Mekkora a két higanyszint közötti különbség? A higany sűrűsége $13,6\text{g/cm}^3$.
15. Mekkora erővel lehet tartani egy vízbe merülő 100 cm^3 térfogatú 3kg súlyú testet?
16. Mekkora erővel nyomja egy 5N súlyú és 200cm^3 térfogatú kavics a vízzel teli pohár alját?
17. *Rendelkezésekre áll egy fémgolyó, egy erőmérő, egy pohár víz.
 - a) megfelelő mérésekkel határozzátok meg minél pontosabban a gömb átmérőjét!
 - b) megfelelő mérésekkel és számításokkal döntsétek el, hogy tömör-e vagy üreges a gömb? A kemény fémek sűrűsége általában 5000 kg/m^3 -nél nagyobbak!
 - c) Ha a gömb belsejében víz található és a gömb anyaga 8000kg/m^3 sűrűségű vas, mekkora a víz tömege a gömbben?
18. *Meddig merül be a vízbe az a $3*10*20\text{ cm}$ méretű deszka, amelynek sűrűsége $0,6\text{ g/cm}^3$, ha alul $1,2\text{N}$ súlyú 2500 kg/m^3 sűrűségű kődarabot akasztunk rá? ($2,16\text{ cm}$)
19. Jégtábla úszik a vízen. Felső vízszintes lapjának területe 4m^2 . A jégtábla vastagsága 30cm, a jég sűrűsége 920kg/m^3 . Rámehet-e a 80kg -os ember anélkül, hogy elsüllyedne? (igen $G_{\text{max}}=960\text{N}$)

20. Uszályhajó merülési mélysége 90 cm-rel növekedett. Hány m^3 $1,6\text{kg/dm}^3$ sűrűségű homokot raktak rá?
A hajó alapterülete 374 m^2 .

21. **Az ábrán a 27g-os egyenletes tömegeloszlású könnyű pálcza az edény szélére támaszkodik. A golyó sűrűsége 3g/cm^3 , térfogata 52cm^3 és félig merül a vízbe. A rendszer egyensúlyban van. Határozzátok meg k_1 / k_2 arányt.



22. Határozzátok meg, milyen magasságból kell szabadon engedni egy 800 kg/m^3 sűrűségű anyagból készült gömböt ahhoz, hogy leérjen a $h = 10\text{m}$ mélységű tó fenekére. Az ellenállási erőket elhanyagoljuk.

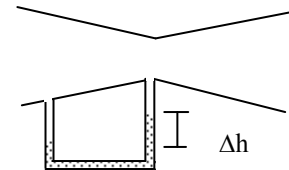
5.3 **Folyadékok áramlása.

Kérdések:

1. Vasútállomásokon miért kell eltávolodni a pályától, ha egy szerelvény halad át?
2. Zsinórokkal függesztünk fel két ping-pong labdát egymáshoz nagyon közel. Mi történik, ha a labdák közé levegőt fújunk?

Feladatok:

1. **Áramló gázok sebességét sok esetben Prandtl-csővel (ábra) mérik. Határozd meg a Δh folyadékszint különbség és a közeg áramlási sebességének kapcsolatát!
2. *Egy veder alján $0,5\text{ cm}^2$ keresztmetszetű nyílás van. A vederbe víz folyik a csapból $100\text{ cm}^3/\text{s}$ sebességgel. Maximálisan mekkora lesz a víz szintje a vederben? (20cm)
3. Egy függőlegesen felfelé irányított locsolócsőből víz áramlik 60 liter/perc intenzitással. A kiáramló vízszöglet keresztmetszete a cső mellett 2 cm^2 . Mekkora a vízszöglet keresztmetszete a cső végétől 1m magasban? ($4,47\text{ cm}^2$)
4. *Egy vízszintesen tartott orvosi fecskendő vízzel van töltve. A fecskendő hossza 5 cm , a dugattyújának keresztmetszete 2 cm^2 , a nyílásának keresztmetszete, pedig 1 mm^2 . Mennyi idő alatt ürül ki a fecskendő, ha dugattyúját $3,6\text{N}$ állandó erővel kezdjük nyomni? (~1,88s)



5.4 *A felületi feszültség, kapillaritás.

Kérdések:

1. Hogyan magyarázható, hogy egy szappanos vízből fújt buborék szabályosan gömb alakú?
2. *Legyen egy U alakú üvegső melynek mindkét szára egy-egy kapilláris cső. A kapillárisok különböző keresztmetszetűek. A csőben víz található. Mit mondhatunk el a vízszintről a szárukban? Nem mond ez ellent a közlekedőedények törvényének? Tanulmányozzátok a nyomásviszonyokat a csőben.

Feladatok:

1. Mekkora erővel lehet leválasztani egy $2,5\text{cm}$ átmérőjű és 10g tömegű pénzérmét a víz felszínéről? A víz felületi feszültsége $0,075\text{ N/m}$.

2. Mekkora egy 1mm átmérőjű folyadékcsepp ($\delta=50\text{mN/m}$) felületi potenciális energiája?
3. *Mekkora munkát kell végezni ahhoz, hogy egy $R=3\text{mm}$ sugarú higanycseppet $N=8$ darab egyforma higanycseppekké válasszunk szét. ($\delta=0,472\text{N/m}$).
4. Egy függőleges réz drótkeretet melynek egyik oldala mozgatható, szappanos hártya borít. Tudva, hogy a mozgatható oldal egyensúlyban van, határozzátok meg a drót átmérőjét. Mekkora a mozgatható oldal hossza, ha $d=10\text{mm}$ -re való elmozdításához $W=45\mu\text{J}$ munka szükséges. Az oldat felületi feszültségi állandója $\delta=43\text{mN/m}$.
5. *Egy $d=2\text{mm}$ belső átmérőjű kapilláris csőből víz csöpög. Összegyűjtve $N=40$ vízcseppet a mért térfogat $V=1,9\text{ml}$. Határozzátok meg a víz felületi feszültségi állandóját A víz sűrűsége $\rho=1\text{g/cm}^3$.
6. *Egy edény alján egy kis nyílás található. Az edényben $h=30\text{mm}$ vastagságú higanyoszlop található. Mekkora lehet a nyílás maximális átmérője ahhoz, hogy a higany ne csöpögjön ki? A higany felületi feszültsége $\delta=0,472\text{N/m}$, sűrűsége $\rho=13,6\text{g/cm}^3$.
7. Egy vékony zsiradékréteggel bevont varrótűt lassan a víz felszínére helyezzük. Mekkora lehet a tű legnagyobb vastagsága ahhoz, hogy a tű ne merüljön el? A tű anyagának sűrűsége $8,9\text{g/cm}^3$, a víz feszültségi állandója 73mN/m .