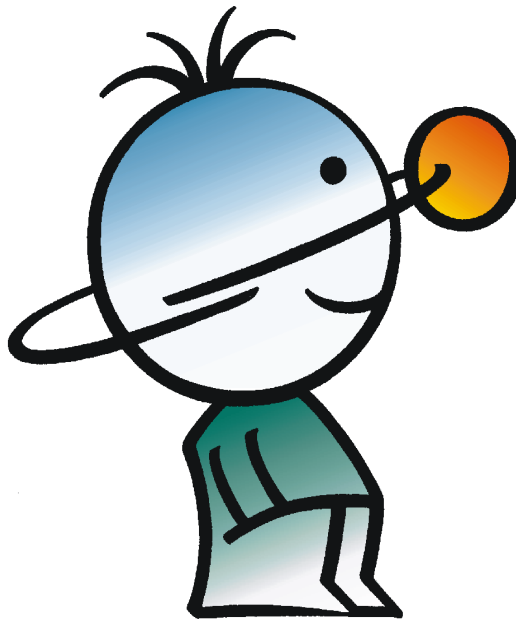


# Háromdimenziós ismerkedés a fizika világával

## Mechanika



Felhasználói kézikönyv

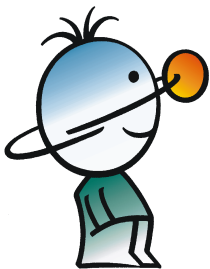
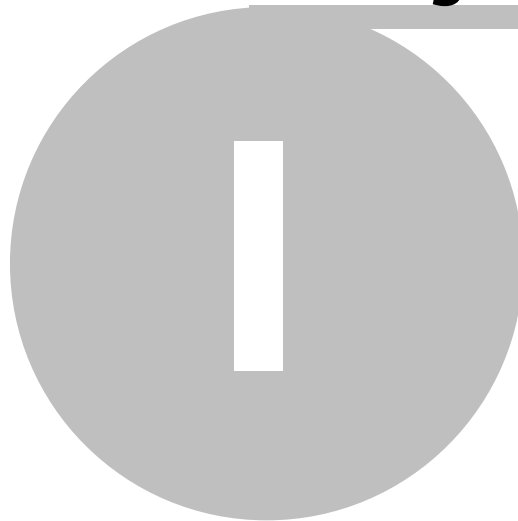
DesignSoft

2007

# Tartalomjegyzék

<b>I fejezet Bevezetés</b>	<b>2</b>
<b>II fejezet Telepítés</b>	<b>4</b>
1 A telepítés folyamata .....	4
2 A NEWTON eltávolítása .....	6
3 Hálózati telepítés .....	6
4 A program másolás elleni védelme .....	8
<b>III fejezet Áttekintés</b>	<b>10</b>
1 A képernyő felépítése .....	10
2 Példafájlok megtekintése, futtatása .....	11
<b>IV fejezet Ismerkedés a programmal példákon keresztül</b>	<b>14</b>
1 Kísérletezés a szabadeséssel .....	14
2 Erők és sebességek .....	20
3 Merev rögzítés .....	24
4 Rugós kísérletek .....	25
5 Mozgás egyenes mentén .....	28
6 Mozgás körpályán .....	29
7 Mozgás gömbfelületen .....	30
8 Lejtő .....	30
9 Bolygómozgás .....	31
10 Feladatkészítés .....	33
<b>Index</b>	<b>37</b>

# Fejezet



## 1 Bevezetés

A Newton oktatóprogram 3.0 változatában a kinematika és dinamika szinte valamennyi területét megismerhetjük. A program egy virtuális, három dimenziós világot jelenít meg, amelyben a fizika törvényei alapján mozognak a testek. Ebben a környezetben kísérleteket építhetünk fel néhány egyszer lépés végrehajtásával és tanulmányozhatjuk azok viselkedését interaktív módon. A programot számos előre összeállított példa kíséri, melyek igény szerint tovább módosíthatóak.

A kísérletek összeállításánál szabadon választhatunk az előre elkészített objektumok közül. Az egyszeri geometriai testektől (például golyó, hasáb, henger, kúp) az összetettebb tárgyakig (lejtő, állvány, kisautó,...) sokféle építőelem áll rendelkezésünkre. Ezeket összeköthetjük rugókkal, csuklókkal, fizikai paramétereiket (pl. tömeg, rugalmasság, súrlódás) tetszés szerint állíthatjuk, és energiát, forgatónyomatékot, sebességet rendelhetünk hozzájuk.

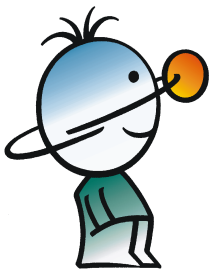
Ezen kívül használhatunk 3D modelltervező programokat saját modellek rajzolására, ha az elmenthet az ismert VRML2.0 formátumban, mivel ezeket a Newton is képes importálni.

Az elkészített vagy megnyitott kísérletet elindítva a testek mozgásba lendülnek a kényszerek által meghatározott pályák mentén, útjukat folytonosan változó sebesség- és erővektorok kísérik. Mindezt filmszerűen perges le szemünk elé, és ezt a filmet el is menthetjük egy AVI formátumú fájlba.

Az összeállítást magyarázó szövegekkel, képletekkel, diagramokkal tehetjük teljessé. A diagramra könnyen felvehetjük a testek tetszőleges paramétereinek görbéit, mint például a koordinátakomponenseket, vagy az energia, impulzus mennyiségeit. A görbék mellé rajzolhatunk elméleti számolás során kapott képleteket is, így ez összehasonlíthatóvá válik a szimulált eredményekkel. A program lehetőséget biztosít a fizikai mennyiségek más mértékegységben való kijelzésére is.

Ez a felhasználói kézikönyv a CD-n található dokumentum rövidített változata. Ha a teljes, és részletes dokumentációra van szüksége, olvassa el azt!

# Fejezet



## 2 Telepítés

Ebben a fejezetben áttekintjük a Newton program telepítésének lépéseit.

### 2.1 A telepítés folyamata

#### A NEWTON telepítéséhez szükséges minimális hardver- és szoftverigény

- Pentium kategóriájú vagy azzal kompatibilis számítógép
- 128 MB RAM
- Merevlemez legalább 100 MB szabad hellyel
- CD-ROM-meghajtó
- Egér
- VGA/ videokártya és monitor (3d gyorsítókártya ajánlott)
- MS Windows 9x / ME / NT / 2000 / XP
- Novell Netware 3.12-es vagy újabb verzió, illetve MS Windows NT / 2000 / XP vagy újabb verzió a hálózati programverziókhoz

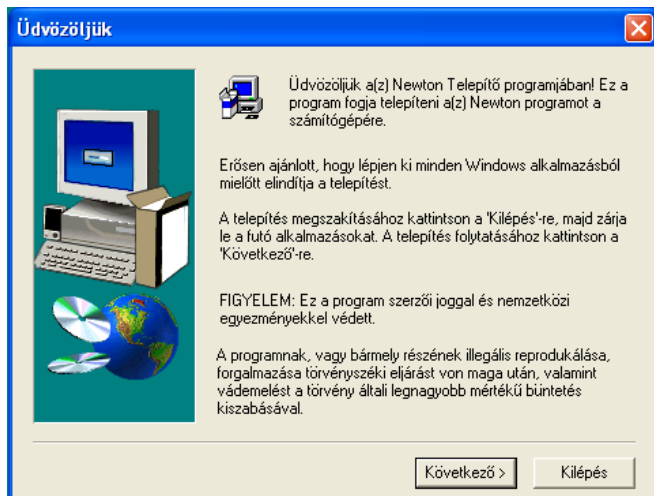
Ha a program másolás elleni védelme hardverkulccsal van megoldva, akkor a minimális hardverkonfiguráció része egy nyomtató vagy USB csatlakozó is.

#### Telepítés CD-ROM-ról

A telepítés megkezdéséhez helyezzük a CD-t a CD-ROM-meghajtóba. Ha a CD-ROM-meghajtó Automatikus indítás funkciója engedélyezve van (Windows alapértelmezés), a telepítőprogram automatikusan elindul. Ha mégsem, kattintson a Windows **Start** menüjében a **Futtatás...** parancsra, majd írja be:

d:setup (a **d:** helyett írjuk saját CD-ROM-meghajtónk betűjelét).

Ezzel az telepítő program elindul.



*Megjegyzés: Lehet, hogy a szoftver másolás elleni védelemmel van ellátva. További részletek 'A program másolás elleni védelme' című részben olvashatók*

### A telepítés lépéseinek végrehajtása

A NEWTON telepítése a legtöbb Windows programnál megszokott lépéseket követi.

A megjelenő párbeszédpanelesen megadhatjuk vagy módosíthatjuk a telepítési beállításokat (például a telepítési könyvtárat). A telepítés különböző lépései között a **Következő** és **Vissza** gombokkal válthatunk. Ha bármi okból meg szeretnénk szakítani a telepítést, kattintsunk a **Kilépés** gombra.

A telepítő program elindítása után egy üdvözlő üzenet fogad minket. A telepítés folytatásához kattintsunk a **Következő** gombra.

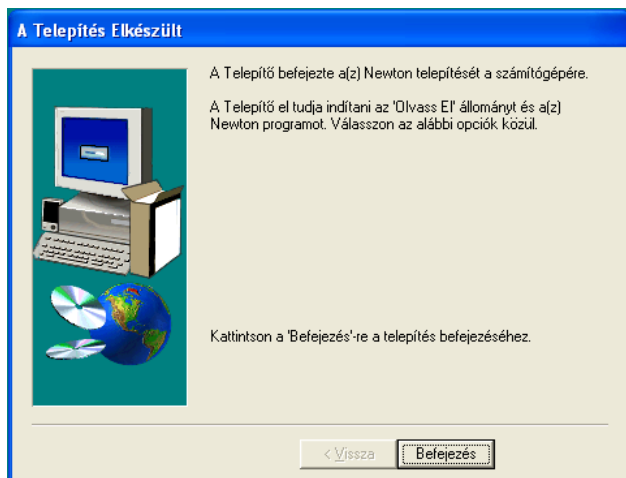
A program telepítéséhez el kell fogadnunk a **Felhasználási feltételeket**. Miután elolvastuk a szerződést, az **Igen** nyomógombra kattintva fogadhatjuk el a feltételeket. Ellenkező esetben a program telepítése megszakad.

A következő oldalon adatainkat és - bizonyos verziók esetén – a CD borítón található titkos kódunkat (serial number) kell megadnunk. A szoftver alapértelmezésként a Windows telepítésekor megadott adatokat veszi figyelembe. Ha ezek megfelelnek számunkra, kattintsunk a **Következő** gombra, ellenkező esetben eltehetően változtassuk meg az adatokat.



Most a program telepítési könyvtárát kell kijelölnünk. Alapértelmezésként a Windows általános programkönyvtárába (ez általában a **Program Files** mappa) települ a szoftver. A **Tallózás** nyomógombra kattintva választhatunk egy eltérő elérési utat.

*Megjegyzés: Ha a merevlemez valamely könyvtárban telepítve van a szoftver egy korábbi változata, győzzük meg róla, hogy ezt a mappába installáljuk a friss verziót, különben munkafájljaink elveszhetnek. Ha bizonytalanak vagyunk e kérdésben, lépünk ki a telepítőből, és helyezzük biztonságba adatainkat egy másik könyvtárba másolva őket, majd kezdjük újra a telepítést.*



Ezután a telepítő az összes fájlt átmásolja a merevlemezre, és a Start menü bejegyzéseket is létrehozza. Az utolsó oldalon hasznos információkat olvashatunk a szoftverrel a megfelelő nyomógombra kattintva. A telepítés befejezéséhez kattintsunk a **Befejezés** gombra.

*Megjegyzés: A legfrissebb információkról, változásokról a [www.designsoftware.com](http://www.designsoftware.com) internetes címen tájékozódhat.*

## 2.2 A NEWTON eltávolítása

A *NEWTON* bármikor eltávolítható a számítógépünkről. De ne feledjük, az általunk létrehozott fájlok nem törlődnek.

1. Az eltávolítás elkezdéséhez kattintsunk a Start menü **NEWTON** almenüjében a **Newton eltávolítása** pontra.
2. Ha biztosak vagyunk abban, hogy el akarjuk távolítani a *NEWTON* programot, kattintsunk az *Igen* gombra.

Miután az összes fájl sikeresen el lett távolítva, kattintsunk az *Ok* gombra.

## 2.3 Hálózati telepítés

A *NEWTON* hálózatos verziójának telepítéséhez rendszergazdai jogokkal rendelkező felhasználóként kell bejelentkeznünk a kiszolgálóra (Novell 3.x: supervisor, Novell 4.x: admin, Windows NT: Administrator). Ezután telepítsük a programot egy, a hálózatról elérhető lemezkötetre. Következő lépésként váltsunk a jelenlegi könyvtárról arra, amelyben a program található, és adjuk ki a következő utasítást:

**Novell 3.x:**

```
FLAG *.* S SUB
```



**Novell 4.x:**

FLAG \*.\* +SH /S

**Windows NT/2000/XP:**

Ezen operációs rendszerek esetén a következőket kell tennünk.

Adjuk meg a hozzáférési jogokat a felhasználók azon csoportjának, akik a programot használni fogják.

A kliens gépeken rendeljünk egy meghajtót ahhoz a hálózati meghajtóhoz, ahová a programot installáltuk.

Ennek menete a következő:

1. Nyissuk meg az **Intézőt**.
2. Az **Eszközök** menüben válasszuk ki a **Hálózati meghajtó hozzárendelése** parancsot.
3. **Meghajtó** sorban válasszunk ki egy alkalmas betűt, pl. **G**:
4. Az **Elérési út/Path** (Win 9x/Me) ill **Mappa/Folder** ( NT/2000/XP) sorban a legördülő listáról válasszuk ki annak a hálózati meghajtónak vagy mappának a nevét, ahová a NEWTON programot installáltuk. Windows NT/2000/XP esetén használjuk ehhez a **Tallózás/Browse** parancsot.
5. Állítsuk be a **Bejelentkezéskor újracsatlakozás/ Reconnect at Logon** opciót.
6. Nyomjuk meg az **OK** gombot.

**7. Példák:**

Meghajtó: **G**:

**Könyvtár:** `\\servername\sharename_`

vagy

`\\MyServer\Volume1`

`\\MyServer\Volume1\Public`

Miután mindent beállítottunk a fenti utasításoknak megfelelően, az összes olyan munkaállomáson, amelyen a *NEWTON* programot futtatni szeretnénk, el kell indítanunk egy rövid telepítőprogramot. A Futtat (Run) parancs segítségével indítsuk el az **NSETUP** programot a **Newton\NWSETUP** könyvtárból. Lényeges, hogy a Run parancsot használjuk, és ne az NSETUP ikonra való dupla kattintással indítsuk a programot.

A NSETUP program futtatásakor meg kell adnunk a helyi munkakönyvtárat (Cél Mappa) ami a munkaállomás saját könyvtára. A munkakönyvtár a hálózaton is lehet, azonban ekkor a könyvtár nevének munkaállomásonként eltérőnek kell lennie.

Az *NSETUP* program futtatása után egyidejűleg elindíthatjuk a *NEWTON* programot

akármennyi munkaállomáson, mintha mindegyik munkaállomáson egyfelhasználós programverzió lenne.

## 2.4 A program másolás elleni védelme

### Szoftveres védelem

Ha a NEWTON verziónk másolás elleni védelemmel van ellátva, használja a Sűgő menü Engedélyezés utasítását. A CD-mellékleten vagy a "Regisztrációs és licenc-ellen rzési kézikönyvben" található további információkat.

### Hardveres védelem

Ha hardveres védelemmel ellátott programverziónk van, dugjuk a hardverkulcsot (dongle) az USB port csatlakozójába. Amennyiben megfeledekeznénk a hardverkulcs használatáról, a következı hibaüzenet jelenik meg a képernyőn:

Hardware protection key is not present

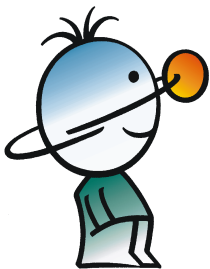
(Nincs a helyén a hardverkulcs)

### **MEGJEGYZÉS:**

*Ha hardverkulcsos védelemmel ellátott programverziónk van, akkor az NT/2000/XP operációs rendszerek használata esetén a programot Adminisztrátor módban kell installálnunk, majd a számítógépet újra kell indítanunk.*

A NEWTON sikeres telepítése után a programot a Start menü Newton almenüjének Newton parancsára kattintva indíthatjuk el.

# Fejezet



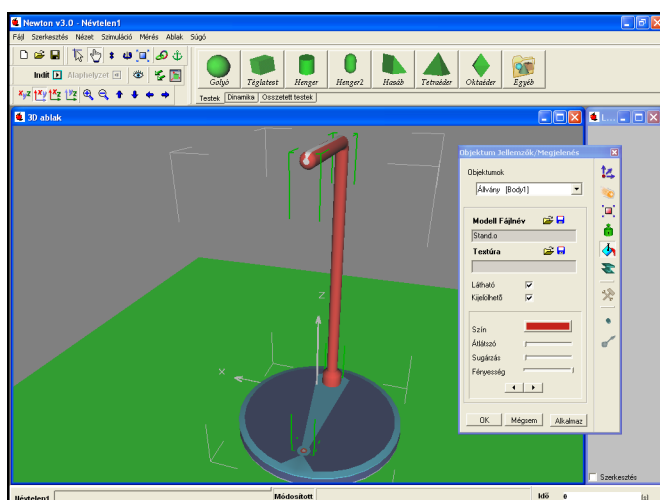
### 3 Áttekintés

Ebben a fejezetben áttekintjük a Newton program felhasználói felületét és menü rendszerét.

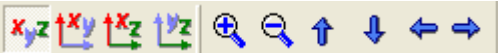
#### 3.1 A képernyő felépítése

A Newton felhasználói felülete a következő fontosabb részekre osztható.


- 3D ablak
- Leíró ablak
- Eszköztárak
- Menük
- Státuszszor
- Dialógusok



A program indítása után a képernyő bal oldalán találjuk a **3D ablakot**. Itt szerkeszthetjük és követhetjük nyomon a kísérleteket háromdimenziós, perspektivikus nézetben.

Az  ikonok (Kamera eszköztár) használatával bármikor néz pontot válthatunk; közeledhetünk vagy távolodhatunk a kamerával, elforgathatjuk azt, vagy a vetületek ikonokkal speciális nézetekbe ugorhatunk. Ennek segítség az elhelyezett elemeket minden oldalról megfigyelhetjük, még akkor is ha esetleg bizonyos szögben takarásban lennének.

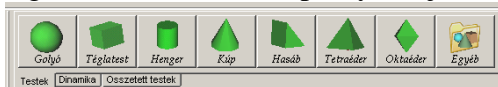
A bal egérgomb folyamatos nyomva tartása mellett mozgatva az egeret szintén foroghatunk a virtuális világban. Ha a jobb egérgombot tartjuk lenyomva, akkor elre/hátra léphetünk benne, míg mindkét gomb nyomva tartása esetén vízszintes, illetve függőleges irányokban csúsztathatjuk el a nézéspontunk. Figyeljünk arra, hogy ha nézéspontot akarunk váltani, soha ne kattintsunk az ablakban, mert ellenkező esetben az egérgurzor alatt lévő objektumot jelöljük ki mozgás helyett.

Az  ikonok (3D eszköztár) az különböző egérfunkciók

ki-/bekapcsolására szolgálnak. Az első két ikon a két fő szerkesztési mód, a geometriai és a fizikai módok közötti váltásra szolgál. Az előbbit használva a testek és objektumok szabadon mozgathatók, függetlenül minden logikai vagy dinamikai kapcsolatuktól. Ilyenkor a testek egymásba csúszhatnak anélkül, hogy ütköznenek, és a kényszerek paraméterei is szabadon módosíthatóak az egérrel. A fizikai mód ennek pont az ellenkezője. A testek a kényszerek mentén mozognak, összeütköznek és elcsúsznak egymáson, ahogy az egérrel mozgatjuk őket. Az eszköztár további ikonjai a testek vertikális mozgására, forgatására és átméretezésére szolgálnak, illetve az objektumok egymással való összekapcsolására (csatolás és horgonymentes csatlakozások).

A képernyő jobb oldalán található **Leíró ablakban** a kísérlethez tartozó magyarázatot, képeket, grafikonokat helyezhetjük el, tartalmát a Leíró eszköztárral szerkeszthetjük. Itt hozhatjuk létre a diagramokat is, amelyeken görbék segítségével mind a szimuláció, mind az elméleti számolás eredményeit szemléletesen megjeleníthetjük.

A képernyő felső tartományában találjuk a különféle **eszköztárakat**. Ezek közül az egyik legfontosabb, a képernyő jobb felső részén található **Objektum eszköztár**



A kísérletek összeállításakor innen választhatjuk ki a szükséges testeket és egyéb objektumokat. A különböző típusú elemek különböző fülekre lettek szétosztva, az egyes ikonokra kattintva illeszthetjük be őket a 3D ablakba. Saját háromdimenziós VRML modelljeinket is felhasználhatjuk a demonstrációkban.

A  ikonokkal a fájlmentések végezhetjük el.




Számos helyen felugró menük segítik a gyors munkát, az egér jobb gombjával kattintva hívhatjuk őket fel. Általában a kijelölt grafikus objektumra, vagy az aktuális szerkesztési mentre vonatkozó fontosabb utasításokat tartalmazzák. Ilyen menüt találhatunk az objektumokra kattintva a 3D ablakban, a Jellemzők ablakban, a Leíró ablakban, illetve a bal alsó sarokban látható - példafájl váltásra használatos - füleken kattintva is.


A leggyakoribb dialógus az Objektum jellemzők ablakcsoport, amely segítségével a 3D ablakban elhelyezkedő testek, csuklók, rugók, stb. tulajdonságait lehet állítani. Bármelyik objektumon duplán kattintva gyorsan megjeleníthetjük.

A képernyő jobb alsó sarkában láthatjuk a szimuláció idejét kijelző órát, amely a megadott mértékegységhez igazodva mutatja a kísérlet megkezdése óta eltelt virtuális időt. A bal alsó szegélyen található kis fülek a betöltött példafájlok közötti váltásra használatosak.

## 3.2 Példafájlok megtekintése, futtatása

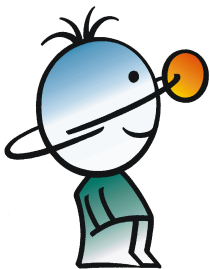
Számos, előre összeállított demonstrációt tartalmaz a szoftver. Ezeket a példákat a **Fájl/Megnyitás** paranccsal tölthetjük be. A betöltés során testek és egyéb objektumok kerülnek a 3D ablakba, míg a magyarázó szövegek, diagramok (ha léteznek) a Leíró ablakban jelennek meg.

Miután megnyitottunk egy példát, az  (*Indít*) kattintva kezdhethetjük meg a szimulációt. A program a fizika törvényeit szimulálva mozgatja a térben lévő testeket. A kísérletet a Futtatás ikon helyén megjelen  (*Megállít*) nyomógombra kattintva függeszthetjük fel. Az  *Alaphelyzet* ikonra kattintva a kísérleti tér és a benne lévő objektumok a szimuláció megkezdése előtti állapotba kerülnek vissza.

A futás sebessége nagyban függ a számítógép (főleg a processzor és a grafikus kártya) teljesítményétől. A sok számolást igénylő szimulációknál előfordulhat, hogy a túl nagy processzorterhelés miatt nem lehetséges a képernyőn való időben nyomon követni az eseményeket. Ilyenkor, a szimuláció futtatása után használjuk a  (*Visszajátszás*) funkciót, amely újra megjeleníti a demonstrációt, ezúttal viszont már valószínűleg időben, a memóriából visszajátszva.

# Fejezet

## IV




## 4 Ismerkedés a programmal példákon keresztül


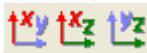

Ebben a fejezetben példákon keresztül fogjuk bemutatni a Newton használatát. A példák elolvasása mellett célszerű a megadott szerkesztési instrukciókat is végrehajtani. Az első két kísérlet összeállításának menetét sokkal részletesebben dolgoztuk ki. A későbbi példák építenek az ezekben megszerzhető ismeretekre, ezért először ezek elolvasását javasoljuk.


### 4.1 Kísérletezés a szabadeséssel



Az első példa nagyon egyszerű. Egy konstans gravitációs térben mozgó golyót fogunk vizsgálni, és közben megtanuljuk, hogyan állíthatjuk a testek alapvető tulajdonságait. Végül diagramon ábrázoljuk a labda függőleges elmozdulásának görbéit, mind a programmal mért, mind az elméleti számolás útján nyert eredmények alapján. A kísérlet először összeállított változatát a Freefall.ex példafájl tartalmazza.


Először nyissunk egy új kísérleti környezetet, kattintsunk az  (Új) ikonra. Egy üres 3D és Leíró ablak fogad minket, az előbbiben csak egy asztallapot találunk.

A virtuális tér forgatásához tartsuk lenyomva a bal egérgombot, és mozgassuk az egeret a választott irányba. Az előre/hátra lépéshez (közelítés, távolodás) a jobb egérgombot kell hasonlóképpen lenyomva tartanunk. Mindkét egérgombot nyomva tartva felfelé/lefelé/oldalra csúsztatunk a virtuális térben. Figyeljünk arra, hogy ha nézőpontot akarunk váltani, sohasem az térben lévő elemeken kattintsunk, mert ez esetben mozgás helyett az egérmousekurzor alatt lévő objektumot jelöljük ki.

Megjegyezzük, hogy a Kamera eszköztár  ikonjaival szintén helyzetet változtathatunk a térben, bár nagyobb lépésekben. Ezen kívül szükség lehet a különleges felül- és oldalnézetekre is, amelyeket az  nyomógombokkal aktiválhatunk. Az általános nézetbe az  ikonra kattintva léphetünk vissza.

A 3D eszköztár  ikonjaival és az egér segítségével megváltoztathatjuk az objektumok méretét, elforgatását és a pozícióját a 3D ablakban. Az objektumokat kétféle



üzemmódban mozgathatjuk a 3D ablakban,  **geometriai** és  **fizikai módban**. Az előbbiben minden elem szabadon mozgatható, függetlenül minden logikai és dinamikai (fizikai) kapcsolatától. Például a testeket ütközés nélkül átmovgathatjuk egymáson, a hozzájuk kapcsolt kényszerek sem hatnak ilyenkor, hanem alkalmazkodnak az elmozduláshoz.

 **Fizikai módban** a testeket összeütközhetnek, és a kényszerek pályán tartják őket. Például egy csuklópántra rögzített testet csak a csukló által meghatározott körpályáján mozgathatunk. Miután a szerkesztés nagy része könnyebben végezhető ebben a módban, ezért ez az alapértelmezett viselkedés. A továbbiakban, ha valamilyen módot geometriai módban végzünk, azt külön jelölni fogjuk.

Kezdjük el a kísérlet összeállítását.





Az Objektum eszköztár Testek fülén találjuk a  (*Golyó*) objektumot. Kattintsunk az ikonra, és a test megjelenik a tér közepén. A golyó pozícióját a következőképpen változtathatjuk meg. Ha az asztallap síkjában (vertikálisan) akarjuk a testet mozgatni, a bal egérgombbal kattintsunk rá, és tartjuk lenyomva, miközben az egérrel meghatározzuk új pozícióját. A függőleges elmozdításhoz használjuk a 3D eszköztár  **Fel-le mozgatás** ikont, vagy a **SHIFT** billentyű nyomva tartása mellett mozgassuk az objektumot.

A golyó tulajdonságait a **Objektum Jellemzők** dialóguson állíthatjuk be. Kétszer kattintva valamely objektumon, az asztallapon, vagy a háttéren, azonnal megjelenik az ablak a választott tartalommal.


A testek, objektumok tulajdonságait, paramétereit csoportokba gyűjtöttük. Minden ilyen csoport külön panellel rendelkezik az ablakon belül, a jobb oldalon található kis ikonokkal válthatunk ezek között. Például a **Helyzet** oldalon állíthatjuk - többek között - az adott objektum pozícióját, irányát, míg a **Méret** panelen a testek kiterjedését, térfogatát módosíthatjuk. Alapértelmezésben az **Anyag** panel tartalmával nyílik meg az ablak, amelyen a testek anyagának tulajdonságait állíthatjuk be.

Az ablak legfentebb egy legördülő listát találunk, a kísérletben felhasznált objektumokat tartalmazza. Mindig csak a kiválasztott (a listában legfelül lévő, a térben zöld kerettel határolt) objektum jellemzőit állíthatjuk. A lista elemei egy névből és egy azonosítóból állnak, és különböző funkcióval bírnak. Az azonosító minden objektum sajátja, egyedinek kell lennie. Ez a rövid karakterlánc általában egy angol nyelvű szó vagy rövidítés, valamint egy szám kombinációja. Nem lehet használni benne ékezetes betűket, speciális karaktereket (például: '+-\*/[]()'), valamint szóközt. Diagram rajzoláskor, ha egy görbe függ egy test valamelyik paraméterétől, akkor például ezzel a karakterláncsal kell azonosítanunk a testet.


Az objektum neve viszont bármi lehet, állhat több szóból is, és t, ugyanazzal a névvel egyszerre több objektum is rendelkezhet.

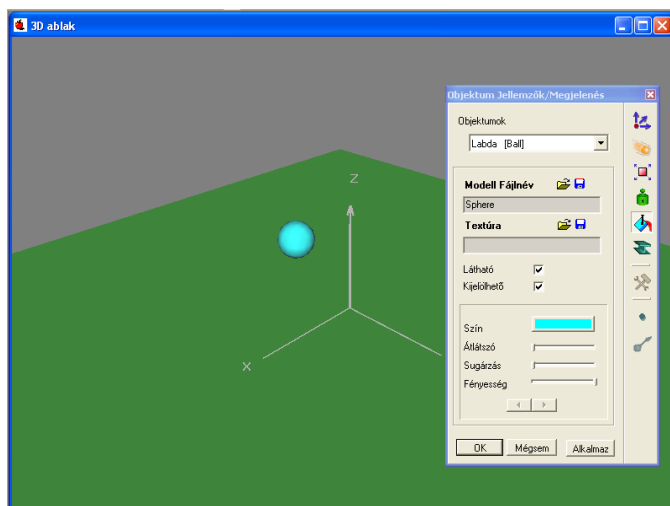
Mind a két paramétert könnyedén megváltoztathatjuk. Kattintsunk duplán bárhol a 3D ablakon, és megjelenik a Jellemzők ablak. A legördülő lista legfentebb a Golyó [ball] azonosítót találjuk. Kattintsunk a jobb egérgombbal a Jellemzők ablak felületén, és a felugró menüben válasszuk az **Átnevezés** parancsot. Változtassuk meg az objektum azonosítóját a „gumilabda” szóra a megjelenő dialóguson.





Az  (*Anyag*) panel *Anyagfajta* legördülő listájában néhány előre definiált séma szerint állíthatjuk be a testek anyagát. Most válasszuk a **Gumi** anyagsémát, így egy pillanat alatt beállíthatjuk a labda színe, rugalmasságát, súrlódási együtthatóját, stb.. Kattintsunk az Alkalmaz nyomógombra, hogy a módosítások életbe lépjenek.





A gumilabdánk színét a  (*Megjelenés*) panel *Szín* nyomógombjával választhatjuk ki. E dokumentum szerzője a kék színt preferálja, mint ahogy azt az alábbi képen láthatjuk.





A test kiterjedését a  (*Méret*) panelen módosíthatjuk. Golyó objektumok esetén a sugár méretét kell megadnunk az első *Méret* mezőben. Változtassuk a labdánk átmérőjét 10 cm-re, azaz a sugárat 0.05 méterre.

A test tömeget a Tehetetlenség panelen adhatjuk meg. Kattintsunk a  (*Tehetlenség*) ikonra, és a *Tömeg* mező értékét módosítsuk 0.8 kg-ra. Ne feledjük, hogy változatlan térfogat esetén a sűrűség és a tömeg között közvetlen lineáris kapcsolat van, ezért jelen esetben a gumilabda sűrűsége is változott.

Jelöljük ki a golyót, és a  (*Helyzet*) panelen módosítsuk a pozícióját a  $(x=0, y=0, z=8)$  koordináta szerint. A 3D ablak képét állítsuk be úgy, hogy a golyó és az asztal is látszódjon, használjuk a  (*Távolabb visz*) ikont.

Indítsuk el a szimulációt. Kattintsunk az  (*Indít*) nyomógombra, és nézzük meg, mi történik a képernyőn.

A labda rövid zuhanás után ráesik az asztallapra, majd visszapattan. A szimuláció magától nem áll le, csak ha rákattintunk a  (*Megállít*) nyomógombra, amit ilyenkor az *Indít* ikon helyén találunk. Állítsuk le a szimulációt, majd kattintsunk az  (*Alaphelyzet*) ikonra. Így a kísérleti környezet visszaáll a szimuláció megkezdése előtti állapotba.


## Diagramkészítés

Készítsünk diagramot a golyó mozgásáról.

Az asztallap felett lévő koordináarendszer középpontja a virtuális tér origója. Alapesetben az út-id grafikonok értékei ebben a vonatkoztatási rendszerben értelmezendők. A középpontból húzott három szürke, derékszöveget bezáró tengely a tér három irányát jelöli. Példánkban a labda pozíció  $z$  komponensének változását fogjuk vizsgálni az idő függvényében.



Diagramot a **Leíró ablakban** tudunk létrehozni. Elször is ellen rizzük, hogy az ablak **szerkeszt módban** van-e, ugyanis csak ekkor tudjuk tartalmát módosítani. Az ablak bal alsó sarkában látható *Szerkesztés* kapcsolódoboz ki- vagy bekapcsolásával válthatunk a két üzemmód között. Az újonnan létrehozott példákban mindig bekapcsolt állapotban találjuk. A ablakban elhelyezhet grafikus elemeket a **Leíró eszköztárról** választhatjuk ki.

Kattintsunk a  (*Diagram*) ikonra. A megjelen dialógusablakban (**Diagram jellemz k**) definiálhatjuk a megjelenítend görbéket, vagy módosíthatjuk a diagram tulajdonságait. Ezt hagyjuk kés bbre, és inkább kattintsunk az OK gombra, hogy elhelyezhessük az diagramot az ablakban. A következ módon kell eljárunk:

Mozgassuk az egeret a diagram bal fels sarkának kívánt pozícióba és kattintsunk az egerrel. Most vigyük a kurzort a jobb alsó saroknak kívánt pozícióba. Láthatjuk, hogy a diagram mérete követi a kurzor mozgását. Kattintsunk újra a bal egérgombbal, ha fixálni szeretnénk az adott méretet.

Ezzel elhelyeztük a diagramot az ablakban. A méreten utólagosan is változtathatunk, ha a diagram egy tetsz leges pontjára kattintunk, és a sarkaiban megjelen kijelöl négyzetecskék pozícióját módosítjuk. Áthelyezni egy tetsz leges pontján megragadva, és odébb húzva tudjuk.

Lássuk, hogyan rendelhetünk hozzá egy görbét. Kattintsunk duplán a diagram felületén, hogy újból megjelenjen a két lapból álló Diagram Jellemz k dialógus. A **Görbék** oldal a görbék létrehozására, módosítására vagy törlésére szolgál, a **Megjelenés** lapon a diagram általános tulajdonságait állíthatjuk be (például a tengelyek beosztása, számformátuma, stb..).

Kétféle módon is definiálhatjuk a görbéket. Elször az egyszer bb, ám korlátozottabb lehet ségekkel bíró eljárással ismerkedünk meg.

Az ablak fels részén a térben lév objektumok azonosítót láthatjuk felsorolva. Kattintsunk a labda azonosítójára, a lenyíló lista a test fizikai állapotát reprezentáló változókat tartalmazza (pl. pozíció, sebesség vektorok). Kit zött feladatunkból adódóan válasszuk ki a (vektor típusú) **pozíció** változót, és a tovább nyíló komponensek közül a **z** koordinátát, majd kattintsunk a dialógus **Felvesz** nyomógombjára.

Az dialógus alsó felében találjuk a diagramhoz rendelt görbék azonosítóit, ha . A a gumilabda pozíciójának z komponensét hivatott ábrázolni az id függvényében. Kattintsunk az Ok gombra a dialógus bezárásához.

Indítsuk el a szimulációt! A diagramon kirajzolódik a Golyó pozíciójának függ leges komponense az id függvényében, azaz egy, a konstans gravitációs tér által gyorsított test mozgásának megfelel parabola.



Ezek után ábrázoljuk az elméleti számítás eredményén alapuló görbét is, hogy össze tudjuk hasonlítani a mért adatokkal. Az ehhez tartozó görbét sajnos nem lehetséges az előbb látott módon definiálni, más módszert kell követnünk.

A görbét közvetlenül is megadhatjuk egy szerkesztő ablak segítségével, amit a dialógus **Szerkeszt** gombjára kattintva hívhatunk elő.

Az ablak felső része megváltozott, az testek listája helyett két szövegmező és néhány gombot találunk. A **horizontális tengely** és a **vertikális tengely** mezők a kijelölt görbe definícióját tartalmazzák. Ezek a formulák a szimuláció minden időlépésében kiértékelődnek, meghatározva a görbe egy pontját. Ábrázolásakor a diagram egyes tengelyeihez a megfelelő mezők adatsorai rendelődnek.

Jelenleg csak egy görbénk van, ennek a definícióját láthatjuk a mezőkben. Mindkét tengelynél egy-egy kifejezést olvashatunk, a horizontális a `time`, a vertikális a `Ball.p[3]` formulákat tartalmazza. A `time` a szimuláció globális változója, értéke mindig az aktuális szimulációidő. A `Ball.p[3]` kifejezés a gumilabda következő tagokból áll. A `Ball` a Gumilabda azonosítója. A `p[3]` a labda pozícióvektorának ( $p$ ) harmadik,  $z$  komponensét jelöli. Hasonlóan érhetjük elő a többi objektum változóit, illetve számos függvényt is felhasználhatunk. A rengeteg kifejezést nem szükséges mind megjegyeznünk, kikereshetjük ket a



(*Függvények, változók...*) ikon lenyomása révén megjelenő ablakban. A felhasználható formulák fastruktúrába lettek rendezve, a plusz és a mínusz jelekkel nyithatjuk le, vagy csukhatjuk be az ágakat. Végül a választott kifejezést egy gombnyomással beszúrhatjuk a kijelölt tengelymezőbe. A kijelölt mezőnek a címkéje félkövér betűtípussal jelenik meg, az egérrel kattintva választhatjuk meg, melyikük legyen fókuszban.

Az alapok megismerése után, folytassuk a feladat megoldását. Adjunk egy új görbét a diagramhoz, kattintsunk a **Szerkeszt**, majd az **Új görbe** nyomógombra. Írjuk a képen látható kifejezéseket a mezőkbe:

Horizontális tengely:	time
Vertikális tengely:	8-(9.81/2)*time^2

A `time` szimbólum tehát, az előbbiek értelmében, a szimuláció belső órájának változója, míg a `8-(9.81/2)*time^2` kifejezés valójában az  $8 - (9.81/2) \cdot \text{time}^2$  formula Newton-beli alakja. A labda kezdeti pozíciója.

Egy kifejezést, ha úgy kényelmesebb, írhatjuk több mint egy sorba, de ekkor egy másik formátumot kell használni. Írhatjuk az előző példát a következő módon:

```
var
```

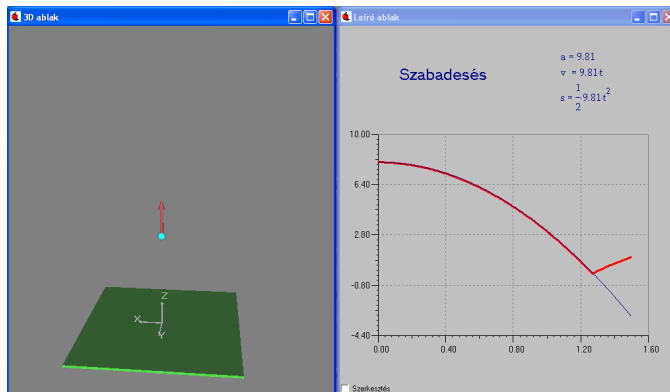
```
z0 : real;
```

```
a : real;
```

```
begin
  z0 := 2;
  a := -9.81;
  result := z0+1/2*a*time^2;
end.
```

Ez a rövid kód egy Pascal szerű kód, ahol a begin ... end sorok közé kell írni a parancsokat, mint például 'z0 := 2;' Mindig be kell írni a 'result :=' sort, ennek a résznek az eredménye fogja adni a kirajzolandó görbét. Ha plusz változókat akarunk használni, azokat deklarálni kell a var..begin sorok között. Figyeljünk arra, hogy minden sor végére pontosvesszőt kell írni és az utolsó end végére pontot. Ha többet szeretne tudni arról, hogy hogyan lehet írni ehhez hasonló többsoros parancsokat, nézze meg a Newton Interpreter fejezetet.

Következ lépésként színezzük át pirosra a régi görbét. Kattintsunk az azonosítójára a görbék listájában, majd nyomjuk le a jobb oldalt lévő **Jellemz k** gombot. Változtassuk meg a *Szín* paramétert és a *Vastagságot* (pl. 3-ra). Ha így járunk el, sokkal látványosabb lesz a diagramunk. Fontos tudnunk, hogy a görbék a listában található sorrendjük szerint kerülnek kirajzolásra. Azért vastagítottuk meg az első görbe vonalát, hogy akkor is látszódjon, ha esetleg a másodikként definiált görbe miatt végig fedésben lenne.



Zárjuk be az ablakot, és indítsuk el újra a szimulációt. Amíg a golyó rá nem esik az asztalra, a görbéknek együtt kell haladniuk.

Állítsuk be a diagram x tengelyének a maximumhelyét, hogy jobban láthassuk a két görbe együtt haladó részét. Kattintsunk duplán a diagram x tengelyén! A megjelenő panelen állíthatjuk be a tengely tulajdonságait.


Módosítsuk a felső határt 1.6-ra, majd zárjuk be a párbeszédablakokat az **Ok** gombbal.




Végezetül állítsuk be, hogy a szimuláció automatikusan leálljon 1.5 s után. Kattintsunk a **Szimuláció** menüben az **Id beállítás** menüpontra, és a megjelenő párbeszédablakon kapcsoljuk be a **Leállítás ideje** funkciót (*Futáshossz*), majd állítsuk 1.5 s-ra az időzítést.

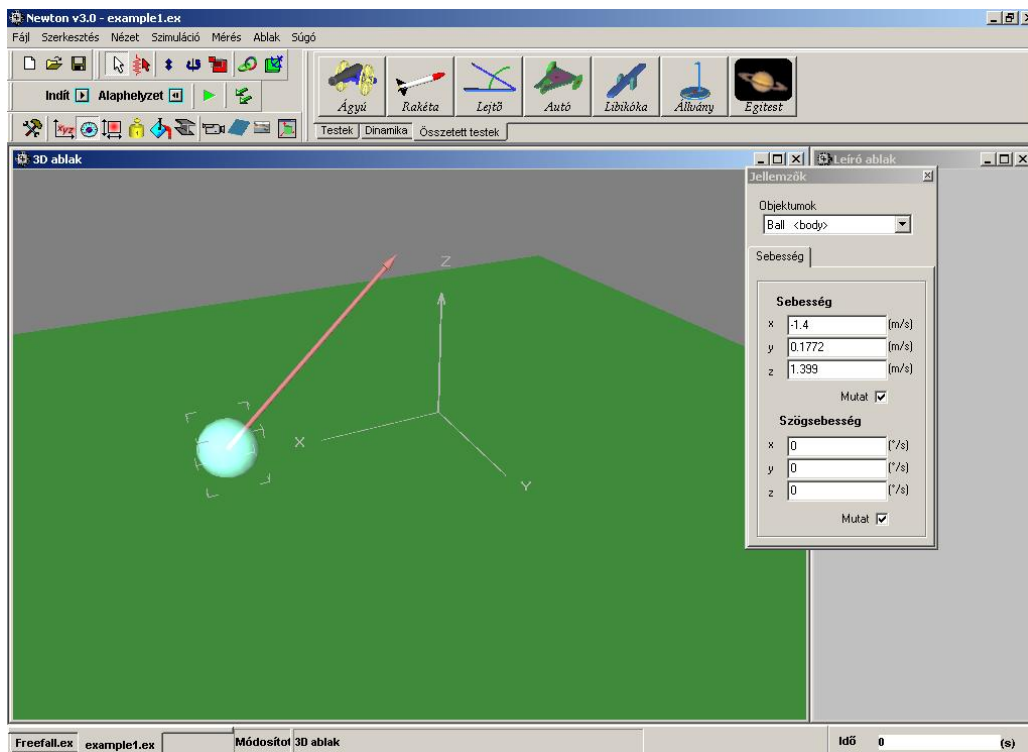
## 4.2 Erők és sebességek

Ebben a fejezetben megtanulhatjuk, hogy hogyan lehet konstans erőt illetve kezdeti sebességet rendelni egy testhez és hogyan állíthatjuk egérrel ezek irányát és méretét a 3D ablakban. Ezt a kísérletet a Const\_Force.ex példafájl tartalmazza.

Hozzunk létre egy új példafájlt, majd kattintsunk a  golyóra az Objektum eszköztáron.


A labdát helyezzük át az asztal egyik sarkába. Kattintsunk a  (*Helyzet*) ikonra, és adjuk meg például az  $x=1\text{m}$ ,  $y=1\text{m}$ ,  $z=0.5\text{m}$  értékeket a *Pozíció* mezőben. Állítsuk be a golyónk színét kékre a *Megjelenés* oldalon.


Adjunk sebességet a golyónak, ezt a *Sebesség* oldalon tehetjük meg. Állítsunk be például  $z=2\text{m/s}$ -ot. A 3D ablakban lévő golyó tömegközéppontjából eredő piros sebességvektor jelenik meg. Ezt az egér segítségével is manipulálhatjuk. Jelöljük ki a vektort, majd ragadjuk meg a vektor fejét a bal egérgomb folyamatos nyomva tartása mellett. Ilyenkor irányát állíthatjuk. Ha a vektor szárát ragadjuk meg, akkor a nagyságát módosíthatjuk.



A pontos érték megadásához azonban a Jellemzők ablakot érdemes használni. Állítsuk be a *Sebesség* mező értékeit ( $x=-1.5$ ,  $y=0$ ,  $z=1.7$ ) m/s-ra.


Kattintsunk a golyóra a jobb gombbal és a megjelenő menüben válaszunk ki az **Útvonal megjelenítése/Pont** utasítást. Ennek hatására szimuláció közben a test nyomot hagy maga után, így megvizsgálhatjuk az általa bejárt pályát.

Indítsuk el a szimulációt! A labda parabola pályán zuhan rá az asztalra, visszapattan, majd egyre kisebbeket pattogva leesik az asztalról. Állítsuk le a szimulációt, és térjünk vissza az alaphelyzetbe .

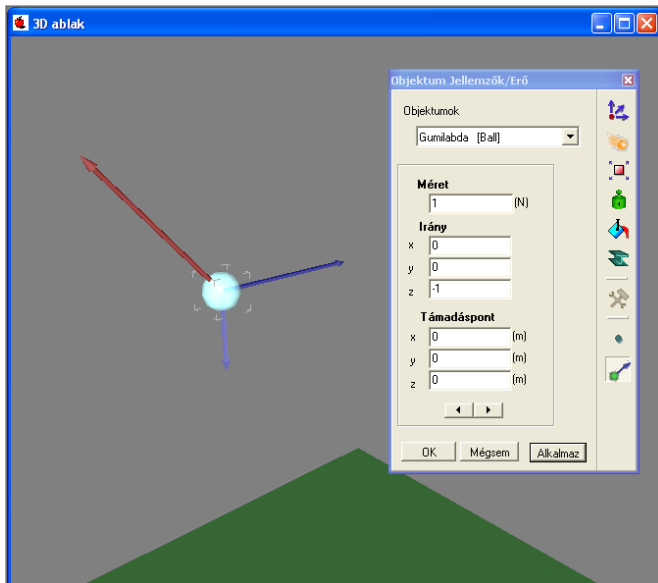
Az  (*Er terek*) ikonra kattintva alakíthatjuk a testek pályáját alakító globális er tereket. Láthatjuk, hogy példánkban m ködik a virtuális gravitációs tér, méghozzá a Föld felszínén mérhető  $g = 9,81\text{m/s}^2$ -es lineáris gyorsulással. Minden új példafájlból ez az alapértelmezés.

Próbáljuk ki mi történik, ha a kapcsolót a **Nincs** értékre módosítjuk. Futtassuk újra a szimulációt, és figyeljük a labdát. Várakozásainknak megfelelően a test elrepül, és nem esik vissza az asztalra.

Miután leállítottuk a szimulációt, és visszaállítottuk a kezdő állapotot, rendeljünk konstans er tereket a labdához.

Jelöljük ki a testet, és kattintsunk az Objektum eszköztár Dinamika oldalán lévő  (*Er*) ikonra. A 3D ablakban már láthatjuk is a test középpontjából kiálló kék er vektort. Ugyanúgy, mint a sebességvektor esetén, ha a vektor fejét ragadjuk meg, akkor az irányát állíthatjuk, míg ha a száránál fogjuk meg, akkor a nagyságát.

Adjunk még egy erőt a testhez.



Az erőt kék nyílvektorára kétszer kattintva jelenik meg az erők paramétereit tartalmazó panel. Állítsuk be pontosan a két konstans erőnek. Az egyik legyen 1N nagyságú és irányvektora legyen  $(x = 0, y = 0, z = -1)$  érték, azaz ez az erőt mutasson függőlegesen lefelé. A másik erőt legyen 2N hosszú, iránya pedig  $(x=1, y=0, z=0)$  (vízszintes irányú).

A szimulációt elindítva, a két konstans erő eredője gyorsítja a testet, folyamatosan változtatva annak sebességét. A mozgás síkmozgás lesz, mivel nincs  $y$  irányban sem sebesség, sem erőkomponense a testnek.

Készítsünk egy grafikont a mozgás függőleges komponenséről. Hozzunk létre egy új diagramot a Leíró eszköztár diagram ikonjára kattintva, és definiáljuk a görbét a megfelelő elemet kiválasztva a listából (Labda/Pozíció/z). Kattintsunk az **Ok** gombra, majd helyezzünk el egy diagramot a Leíró ablakon.

Futtassuk a szimulációt.

A következőkben megoldjuk analitikusan a feladatot, majd az ezen számítás alapján nyert függvényt is ábrázoljuk a diagramon. A labda  $z$  komponens mozgását kell kiszámolnunk.

Példánkban nincs gravitációs erő tér, a testet csak a két konstans erő gyorsíthatja. A vízszintes irányú erőknek a  $z$  komponense zérus, ezért csak a másik erőt kell figyelembe vennünk a számolásakor. Összefoglalva a fentieket, csak egy erő  $F=1,7$  N komponens hat a testre. Az objektum  $v = 1$  m/s kezdeti sebességgel rendelkezik, és  $z = 0,5$  m kezdeti pozícióval.

Newton második törvénye értelmében ( $F = m \cdot a$ ), azaz a gyorsulás:

$$a = F / m = -1 \text{ (N)} / 0.1 \text{ (kg)} = 10 \text{ (m/s}^2\text{)}.$$

Konstans gyorsulás esetén az út-idő függvényre felírható, hogy

$$s = 1/2 \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0.$$

Helyettesítsük be az adatokat:



$$s = -5 \cdot t^2 + 1.7 \cdot t + 0.5.$$

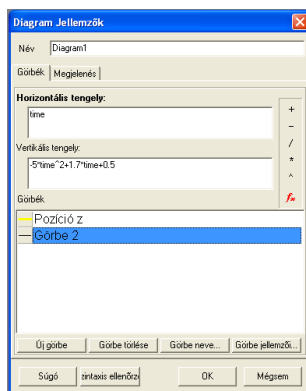
A kapott függvényhez hozzunk létre egy görbét. Kattintsunk kétszer a diagramra, majd a görbék oldalán kattintsunk a **Szerkeszt**, majd az **Új** nyomógombra. Két üres mező fogad minket.

A horizontális tengelyhez ezt gépeljük be:

*time*

A vertikális tengelyhez pedig a következőt:

$$-5 * time^2 + 1.7 * time + 0.5,$$



ami a képlet Newton számára elfogadható alakja.

Egy alternatív és egyben elegánsabb módja, hogy definiáljuk ezt a görbét, ha a labda kezdeti helyét és sebességét nem írjuk közvetlenül a kifejezésbe. Ehhez használjuk a többsoros formát:

var

    p0, v0 : vector;

begin

    if StartTime = Time then

        begin

            p0 := ball.p;

            v0 := ball.v;

        end;

    result := -5\*time^2 + v0[3]\*time+p0[3];

end.

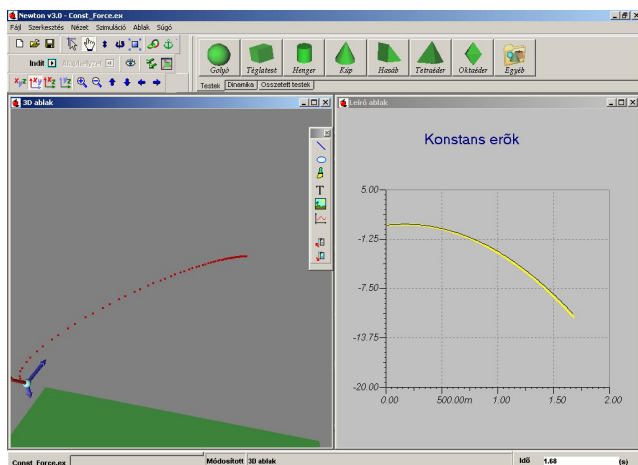
Itt két változót láthatunk; p0 és v0, amik vektor típusúak. Ebben tároljuk a labda sebességének és pozíciójának kezdeti értékét, az az érték ez ami a szimuláció kezdete előtt

van , tehát amikor a Start Time megegyezik a Time-vel. A  $p_0$  és a  $v_0$  értékeit használja a 'result := ..' sor. A Newton Interpreter fejezetben még több információt kaphat arról, hogyan írhat ilyen kódot.

Ha használja a fenti módszert, akkor szabadon tudja változtatni a labda pozícióját és sebességét, mivel az elméleti görbe mindig a megváltoztatott értéket fogja figyelembe venni.

Változtassuk meg a régi görbe színét és vastagságát, hogy megkülönböztethet legyen az új görbét l. Jelöljük ki a listában, majd kattintsunk a **Jellemző** gombra. A megjelenő párbeszédpanelen módosítsuk a színt, és állítsuk a vastagságot 3-ra.

Zárjuk be a Diagram dialógust az Ok gombra kattintva, majd indítsuk el a szimulációt. A testre mért görbének és a számolt elméleti görbének egymáson kell futnia.

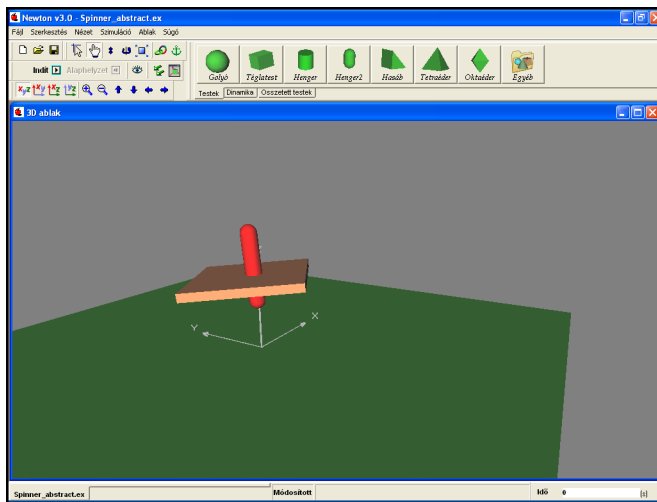




### 4.3 Merev rögzítés

A Rögzítés elnevezés dinamikai objektum felhasználásával több, legfeljebb 16 testet rögzíthetünk egymáshoz. Ekkor a rögzített testek egy eredő tehetetlenségnek megfelelően együtt mozognak, forognak, egymáshoz viszonyított helyzetük nem változik, de anyagi jellemzőik, például rugalmasság, nem lesznek közösek. Például két téglateszt összekapcsolva és csúsztatva az asztalon, elképzelhető, különböző oldalával fektetve le máshogy csúszik, mert más súrlódási együtthatóval rendelkező test érintkezik az asztallal.

Ebben a fejezetben készítünk egy pörgettyűt a **téglateszt** és a **henger2** objektumok merev rögzítésével.

1. Vegyünk le egy téglatesztet és egy henger2-öt az Objektum eszköztárról. Színezzük pirosra a henger2-t, és világoskékre a téglatesztet.



2. Méretezzük át a testeket. Legyen a henger2 sugara 0.03m, hossza 0.3m. A téglatest méretei pedig legyenek  $x,y=0.4m$ ,  $z=0.03m$ .
3. Vegyünk le egy Rögzít dinamikai objektumot, az eszköztár dinamika oldaláról.
4. Jelöljük ki a Rögzít t, és kattintsunk a  (Csatolás) ikonra, majd egyb l a téglatestre. Ennek eredményeképpen a téglatest hozzákapcsolódik a Rögzít höz.Csatoljuk a rögzít höz a henger2 objektumot is az el bbi módon. Ha a rögzít höz kett vagy több objektum van kapcsolva, akkor ezen testek ered tömegközéppontjába rajzolódik a rögzít t megjelenít kis golyó, és innen indulnak ki a rudak is a rögzített testekhez.
5. **Fizikai üzemmódban** bármelyik testet megfogva a másik test is mozogni fog. A két test egymáshoz viszonyított helyzetét a geometria egerüzemmódban állíthatjuk, kattintsunk a  ikonra. Helyezzük el ket a képen látható módon.
6. Adjunk kezdeti sebességet a pörgetty nek. A rögzít t kiválasztva az Objektum Jellemz k ablak sebességek oldalán az összekapcsolt testek együttes sebességét állíthatjuk. Állítsuk be a szögsebességet  $(-60,10, 750)$  -re. Az els két érték egy kis kibillentést jelent a z tengely körüli forgáshoz képest.
7. Indítsuk el a szimulációt.













## 4.4 Rugós kísérletek

A rugó egy er vel hat a hozzácsatolt testekhez, ha hossza eltér nyugalmi hosszától. A Newton által használt rugómodellben egy, a nyugalmi hosszától való eltéréssel lineárisan arányos visszatérít er hat, kiegészítve a sebességt l függ súrlódási taggal. Képletben kifejezve:

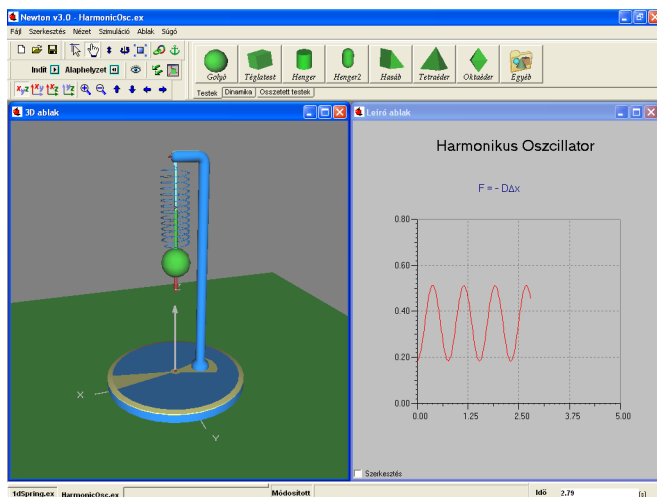
$$F_s = -D\Delta x - bv$$

Ahol a a nyugalmi hosszától való eltérés, D a rugóállandó, v a sebesség, b a súrlódás mértéke.

Három felhasználási példát mutatunk most be. Az els ben a harmonikus oszcillációt vizsgáljuk.


1. Vegyünk le egy  rugót és egy  golyót az Objektum eszköztárról.
  2. Jelöljük ki a rugót. Nyomjuk le a *Shift* billentyűt, és kattintsunk rá a golyóra, ettől mind a két objektum kijelölt állapotba kerül. A  (Csatolás) mvelt ikonjára kattintva kapcsoljuk össze a két testet.
  3. Kattintsunk kétszer a rugóra, hogy megjelenjen az Objektum Jellemzők dialógus. Állítsuk be a rugóállandót 35 N/m-re, a nyugalmi hosszt 0.4 méterre.
  4. A  (Helyzet) panelon állítsuk a rugó pozíciójának *z* tengely szerinti koordinátáját 0.8 méterre.
  5. Helyezzük a golyót a rugó alá függőlegesen, majd emeljük el az asztaltól. Ehhez kattintsunk a  (Fel-le mozgás) mvelet ikonjára, majd a testre, és anélkül, hogy felengednénk az egér bal gombját, mozgassuk a testet felfelé.
  6. A test tömegét állítsuk 0.5 kg-ra a  (Tehetlenség) panelen.
  7. Indítsuk el a szimulációt az  (Indít) gombbal.
- Jegyezzük meg, hogy a rugó bekötetlen vége szimuláció közben rögzül ahhoz a ponthoz, ahol az indítás pillanatában éppen van.
- Egészítsük ki a kísérletet egy állvánnyal.
8. Vegyünk le az Összetett testek eszköztárról az  (Állvány) elemet.
  9. Vigyük a golyót az állvány alá, amíg a rugó függőlegesen nem áll, majd emeljük fel az állvány rúdjának közepéig a  (Fel-le mozgás) mvelettel.
  10. Horgonyozzuk  a rugót is az állványhoz. Jelöljük ki a rugót, majd nyomjuk le a horgony ikont, végül kattintsunk az állványra. Mostantól, ha az állványt mozgatjuk, akkor mozogni fog vele együtt a rugó vége is. (A horgonyzást úgy tudjuk megszüntetni, hogy kijelöljük a testet, lenyomjuk a horgony ikont, majd a háttérre kattintunk.)
  11. A  (Méretezés) eszközzel a rugó vastagságát is állíthatjuk. Ez csak a megjelenítést befolyásolja, használjuk ízlés szerint.
  12. Indítsuk el a szimulációt az  (Indít) nyomógombbal.

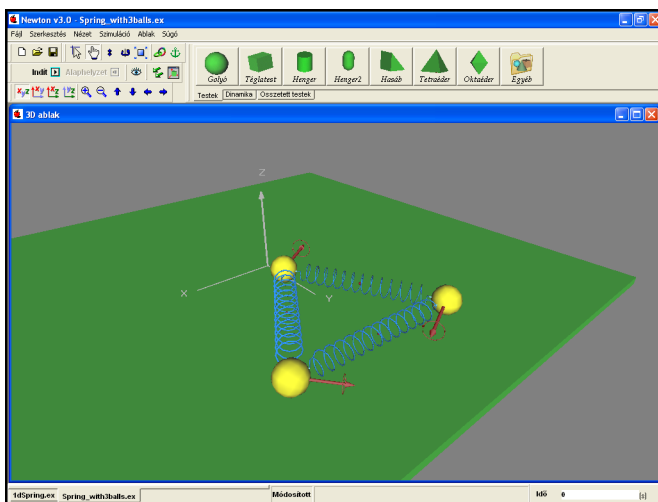
A rugó alapértelmezett beállítása szerint nem hat súrlódás. Bekapcsolásához kattintsunk duplán a rugóra, és állítsuk át súrlódási együtthatóját, például 0.1-re.



A rugó nyugalmi hosszát más módon is beállíthatjuk, mint ahogy az el z kísérletben láttuk. Kattintsunk a jobb gombbal a rugón, és a felugró menüben válasszuk a **Nyugalmi hossz** parancsot, ami a rugó aktuális méretet rendeli a rugó nyugalmi hossz paraméteréhez.

Az utolsó példához 3 rugóra és 3 golyóra lesz szükségünk. (Springs\_with3ball.ex)

1. Nyissunk meg egy új példafájlt. Vegyünk le három golyót és három rugót.
2. Mind három golyó tömege legyen 0.1kg, a rugók nyugalmi hossza pedig 0.6 méter.
3. Kössük össze a golyókat a rugókkal a  (Csatolás) m velet segítségével az alábbi képen látható módon.
4. Indítsuk el a szimulációt.











A golyók tömegét és a rugók paramétereit hangoljuk kedvünk szerint, esetleg kapcsoljuk ki a gravitációt, és nézzük meg, miként viselkedik a rendszer szimuláció közben.

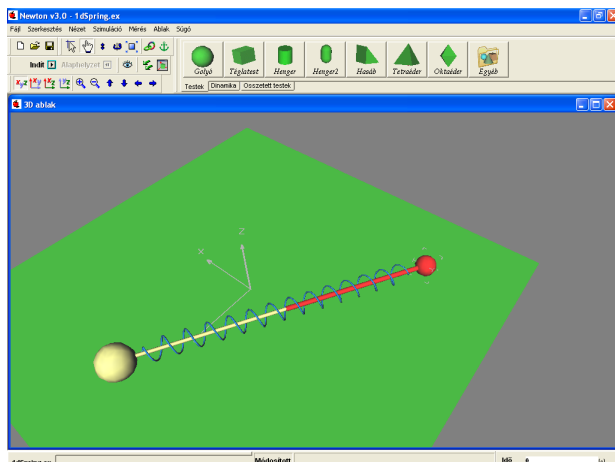
## 4.5 Mozgás egyenes mentén

A háromdimenziós térben egy tetszőleges testnek 6 szabadsági foka van: 3 a térirányokban való elmozduláshoz, 3 pedig a forgáshoz tartozik. Gyakran azonban az egyszerűség kedvéért csak egy dimenzióban szeretnénk vizsgálni egy mozgást, és a forgási szabadsági fokoktól is eltekintenénk. Ez esetben használható a **Csúszka** dinamikai objektum, amely a hozzárögzített testet egy egyenesen tartja.

Ha a csúszkához két testet rendelünk, akkor úgy rögzítjük őket egymáshoz, mintha a két test egy tengelyre lenne felszúrva. A testek képesek a tengely mentén egymás felé csúszni, de forogni csak egyszerre tudnak.

A harmonikus oszcillációt egy dimenzióban is vizsgálhatjuk a csúszka objektum segítségével. Egy rugóra és két golyóra lesz még szükségünk. (1DSpring.ex)

1. Vegyünk le egy  golyót és egy  csúszkát az Objektum eszköztárról.
2. Jelöljük ki a golyót, és a  (*Megjelenés*) panelen állítsuk át a golyó színét pirosra.
3. Jelöljük ki mindkét objektumot, és a  (*Csatolás*) menüvel fűzzük őket egymáshoz.
4. Adjunk még egy golyót a kísérlethez, és színezzük ki sárgára.
5. Növeljük meg a sárga golyó tömegét 2 kg-ra a  (*Tehetetlenség*) panelen.
6. A  (*Csatolás*) menüvel kapcsoljuk hozzá a sárga golyót is a csúszkához.
7. Adjunk hozzá egy  (*Rugó*) objektumot a térhez, és csatoljuk a két golyót a végpontjaihoz.
8. Állítsuk át a súrlódási együtthatókat zérusra.
9. Futtassuk a szimulációt az  (*Indít*) gombra kattintva.









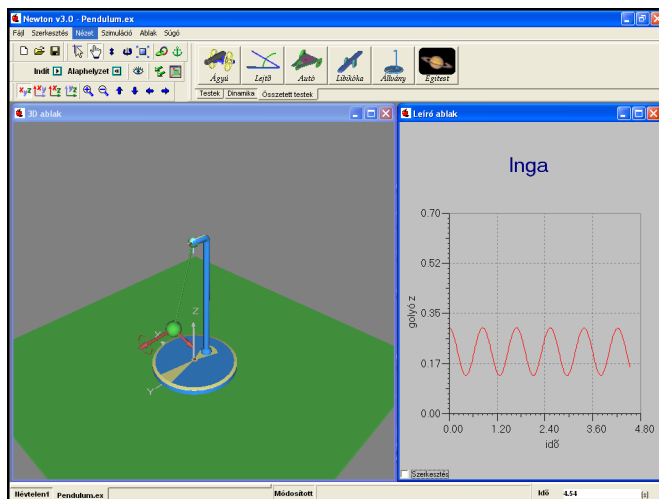
Hasonlóan kimerevíthetünk egy állványhoz rögzített rugót is, ha az állványt és a golyót összekötjük egy csúszkával.

## 4.6 Mozgás körpályán

Egy testet körpályán való mozgásra kényszeríthetjük a Csuklópánt nevű dinamikai objektummal. Elneveése nema véletlen m ve, ugyanis két testet kapcsolva hozzá a gépészetben használt csuklópánt alkatrészhez hasonló összeköttetést nyerünk a testek között.

Példánkban egy klasszikus inga megépítéséhez fogjuk felhasználni. (Pendulum.ex).

1. Vegyünk le egy  állványt, egy  golyót és egy  csuklópántot az Objektum eszköztárról.
2. Emeljük a csuklópántot az állvány vízszintes rúdjának végéhez.
3. Jelöljük ki a csuklópántot és az állványt, és  (*Horgony...*) m velettel kapcsoljuk össze ket.
4. Csatoljuk a csuklót a labdához.
5. Váltunk át geometriai üzemmódba, és állítsuk be a rúd hosszát a golyó  emelésével.
6. Fizikai egérüzemmódban állítsuk be a kezdeti kitérést.
7. Indítsuk el a szimulációt az  (*Indít*) gombbal.









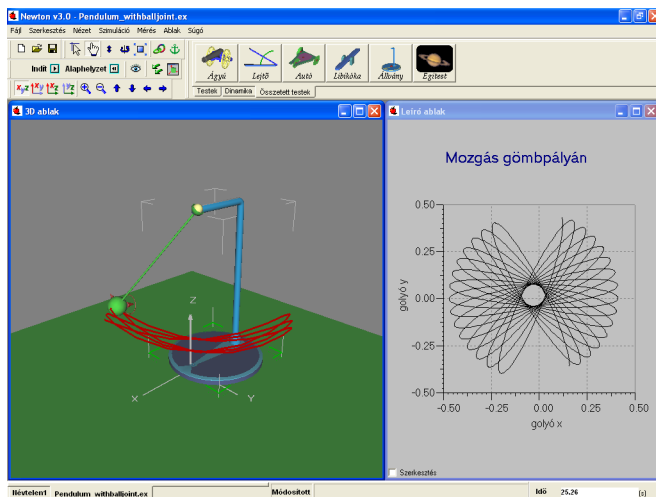
A Csuklópánt jellemző ablakán pontosan be lehet állítani a körpálya sugarát, a tengely és a mozgássík szögét, valamint a golyó aktuális pozícióját a körpályán. A példafájlhoz diagram is készíthető például a golyó z komponensét, vagy a csuklópánt elfordulási szögét felhasználva. A képen az elfordulási szög látható.

## 4.7 Mozgás gömbfelületen

A gömbcsukló objektummal gömbfelületre kényszeríthetjük a testeket. A hozzárögzített testek a csukló középpontjától fix távolságra maradnak, viszont szabadon elfordulhatnak e pont körül.

Készítsünk ingát a gömbcsukló segítségével. (Pendulum2.ex)

1. Vegyünk le egy  állványt, egy  golyót és egy  gömbcsukló objektumot az eszköztárról.
2. Pozicionáljuk a gömbcsuklót az állvány nyúlványához, és kapcsoljuk össze a két objektumot a  (Horgony...) m velletl.
3. Csatoljuk  a labdát a csuklóhoz.
4. Kapcsoljunk át geometria üzemmódba és helyezzük a labdát a csukló középpontja alá, de az állvány talpa fölé, tetsz leges magasságban.
5. Váltunk vissza fizikai egérüzemmódba és húzzuk a labdát a kezd pozícióba.
6. Adjunk kezdeti sebességet a golyónak úgy, hogy a gömbfelület testet érint síkjában a kimozdításra mer legesen álljon.
7. Indítsuk el a szimulációt az  (Indít) nyomógommbal.



A gömbcsukló párbeszédablakán pontosíthatjuk a golyó helyét a két gömbkoordináta szöggel, illetve be lehet állítani a rúd hosszát is. A fenti ábrán a golyó x,y koordinátakomponenseit megjelenít diagram látható.


## 4.8 Lejt

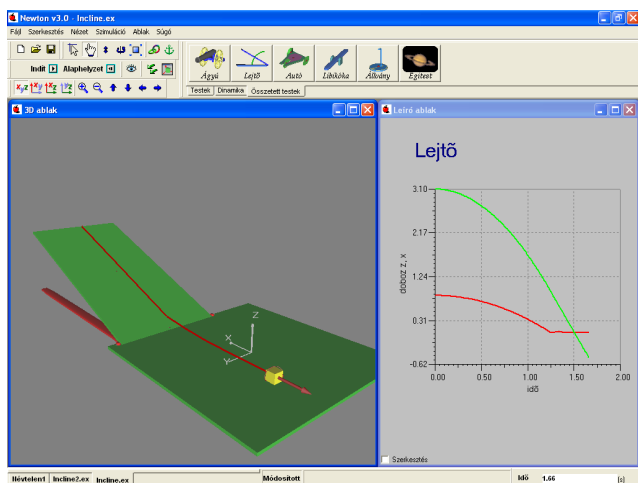
A **Összetett objektumok** egyszer testekből és dinamikai objektumokból állnak. Mivel azonban gyakran el kerülnek kísérletekben, ezért külön felkerültek az Objektum eszköztárra.



A lejt is ilyen objektum, egy téglalapról, egy csuklópántból, és egy lejt lábból lett összerakva. Viszont – és ez általában a többi összetett objektumra is igaz – saját Objektum Jellemz ablaka van, ahol lehet állítani a lejt szögét, súrlódási együtthatóját és rugalmasságát.


Készítsünk el egy egyszerű lejt s példát (Incline.ex).

1. Kattintsunk az Objektum eszköztáron található  ikonra.
2. Állítsuk az asztal mellé a lejt t, úgy, hogy kísérlet során leguruló elemek pont az asztalra érkezzenek.



3. Ragadjuk meg a lejt lapját, és állítsuk be a lejt szögét tetszés szerint.

4. Adjunk egy  kockát a kísérlethez.

5. Fessük be a kockát sárgára a  (Megjelenés) panel segítségével.
6. Húzzuk a kockát a lejt re, addig míg a felülete nem illeszkedik pontosan a lejt felületéhez.
7. Állítsuk be a súrlódási együtthatókat! Kattintsunk kétszer a testre, a lejt lapjára és az Asztalra (ezen is csúszni fog a test) és az Objektum Jellemz k ablakon állítsuk be a kívánt értéket.





8. Futtassuk a szimulációt az  (Indít) gombra kattintva.

## 4.9 Bolygómozgás

Mindaddig még csak a földfelszíni gravitációs térben végeztünk kísérleteket. A gravitációt

úgy is beállíthatjuk, hogy a testek a tömegvonzási törvénynek  $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$  megfelelően vonzzák egymást, így akár bolygómozgást is szimulálhatunk.

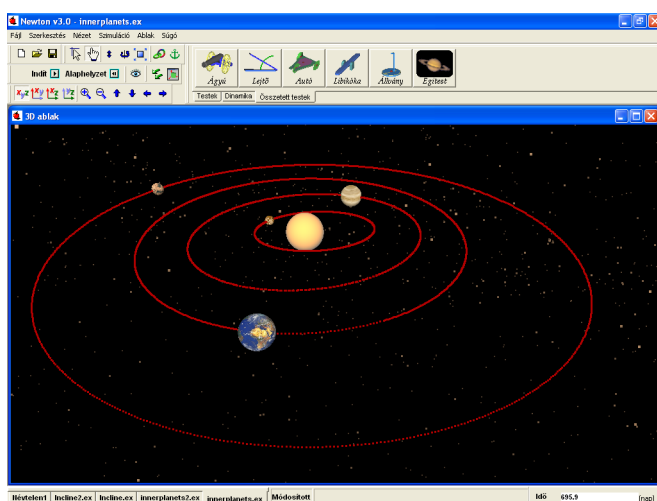
Ebben a fejezetben megmutatjuk, hogyan lehet felépíteni Naprendszerünket (InnerPlanets.ex). Az égi mechanika szimulációja az eddigiektől annyiban különbözik, hogy itt a tér és idő arányok jelentősen eltérnek az eddig használtaktól, sokkal nagyobbak. Gondoljunk csak arra, hogy a bolygók tipikusan több száz millió kilométer távolságra fekszenek egymástól és pályáikat évek alatt teszik meg. Ennek a példafájlnak az elkészítésében a fő feladatot a különböző idő- és téarányok átállítása adja.

1. Első lépésként hozzunk létre egy új kísérleti környezetet, és kapcsoljuk ki az Asztal megjelenítését. Kattintsunk rá kétszer, és a megjelenő Objektum Jellemzők ablakon kapcsoljuk ki a láthatóságot.
2. Kattintsunk kétszer a 3D ablakban a háttérre, azaz egy olyan területre, ahol nincsenek objektumok. A megjelenő panelen kapcsoljuk be a csillagos égboltot.
3. A térbeli mozgás hangolását egy *Világskála* változó értékének módosításával tehetjük meg. Jelentése: minél nagyobb az érték, annál nagyobb távolságokat tehetünk meg a virtuális térben azonos egérsúsztatással. Állítsuk át a világskála értékét a  (Szimulációs eszköztár / 3D ablak beállítás) párbeszédablakon  $10^{12}$ -re (gépeljük be: 1e12). Ennek hatására az egér mozgatásával a korábbi 1 egység helyett  $10^{12}$  egységet lehet lépni. Mivel korábban az asztal 2m·2m-es volt, most egy  $10^{12}$ -szeres, azaz  $10^9$  km-es terület felett fogunk tudni navigálni hasonló módon.
4. Az  (*Erterek*) panelen állítsuk át a gravitáció típusát bolygókörzire.
5. Váltsunk át csillagászati mértékegységekre a **Mértékegységek** ablak *Típus* elnevezésű legördülő listájában.
6. Az **Id beállítás** ablakban állítsuk át a virtuális idő  $t$ , legyen az értéke egy nap. Ez azt jelenti, hogy a 1 másodperc alatt 1 napot fut a szimuláció belső órája. A **Pontosság** ablakban állítsuk be az idő lépést 0,01 napra. (**Szimuláció** menü/ **Id beállítása** dialógus)
7. Kattintsunk az **Összetett testek** között található  (*Égitest*) ikonra.
8. A megjelenő – egyelőre csupasz, golyószerű – csillagászati objektumot jelöljük ki, és az  (*Egyedi*) panelen állítsuk be a jellemzőit. Az *Objektum név* legördülő listából választhatjuk ki, hogy melyik naprendszerbeli égitestként viselkedjen. A választás után, a kívánt égitest valódi adatai rendelkeznek az objektumhoz.
9. Adjunk néhány naprendszerbeli égitestet a példánkhoz (ne felejtsük ki a Napot se), megismételve az előbbi műveleteket.
10. Az *Égitest* panelen található két csúszka a Naprendszerünkbe tartozó (a Newtonban nevesített) csillagászati objektumok átméretezésére szolgál. Az egyikkel a bolygók méretét skálázhatjuk át arányosan, a másikkal pedig külön a Nap nagyságát állíthatjuk be (amennyiben létezik). Ezek a funkciók csak a megjelenítés és az áttekinthető ség javítását szolgálják.
11. A panel alján látható *Dátum* mezőben állíthatjuk be, hogy melyik időpontra vonatkoztatott

pozícióban szeretnénk látni az égitesteket. Bármelyik objektumnál állítjuk is, az összesre vonatkozni fog a módosítás.

12. Ha a szerkesztéssel készen vagyunk, helyezkedjünk el úgy a térben, hogy jól rálássunk naprendszerünkre, és indítsuk el a szimulációt.

El fordulhat, hogy a kamera mozgatása során belekerülünk egy hatalmas objektum belsejébe. Ilyenkor a többi test ugyanúgy látható, viszont amelyikben éppen benne vagyunk, azt nem találjuk meg, amíg ki nem jövünk bel le. Ha gyanítjuk, hogy fenn áll ez a probléma, válasszunk új kamera pozíciót választani, hogy kikerüljünk a testb l.



Egyéb esetben, egy „elveszett” objektumot úgy is megtalálhatunk, ha kijelöljük a Jellemz k panel legördül menüjében, és - például a pozíció tulajdonságokat megváltoztatva - újra a kamera látószögébe mozgatjuk A 3D ablak háttérén duplán kattintva mindig könnyedén el hívhatjuk a Jellemz k ablakot.


## 4.10 Feladatkészítés

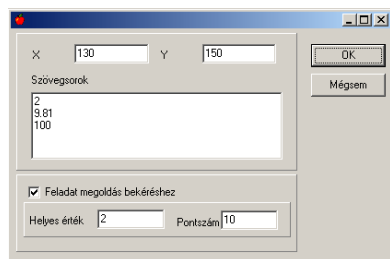
Lehet ség van feladatok elkészítésére is. Következ kben megmutatjuk, hogy hogyan készíthet el egy feladat (egy már létez példafájlt alakítunk át feladattá ) és, hogy milyen lehet ségek vannak a feladatok ellen rzésére.

Hasonlóan mint a példafájloknál, a feladatoknál is van egy vagy több 3D ablak, ahol láthatjuk a feladatban lév kísérletet, problémát, illetve van egy leíróablak, ahol a feladat szövege található. Példafájlok esetén a leíróablaknál lehet ségünk van adni a példa megoldásához segítségeket. Ezt kés bbiekben részletesen bemutatjuk.


Most alakítsuk át a szabadesés példát egy feladattá.

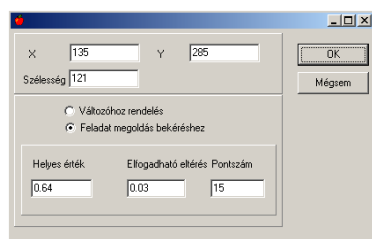
1. Nyissuk meg a Freefall.ex nev szabadeséses példafájlt.
2. Leíróablakban töröljük ki a fölösleges szöveget, majd írjuk meg a feladatban szerepl problémát és kérdéseket.
3. Legyen az (a) feladat olyan, ahol a lehetséges eredmények közül kell kiválasztani a

helyes választ. Legyen a kérdés, pl. az, hogy: Válassza ki, a gravitációs gyorsulás értékét a Földön. Ehhez használjuk a **választó mező**  nevű menüt a leíró ablak menüsorából. Alap helyzetben két pontot ad. Mi adjunk meg három pontot, és állítsuk be a tulajdonságait. Kattintsunk kétszer az egér bal gombjával, a leíróablakra helyezett ikonra. Ekkor megjelenik párbeszédablakban, a szövegsorok részénél adhatjuk meg a lehetséges válaszokat. Minden új sor egy válaszlehetőség. Ebben a párbeszédablakban meg kell adnunk, hogy melyik a helyes eredmény; ezt a **helyes érték** ablakban adhatjuk meg, olyan módon, hogy megadjuk a sorszámát a kívánt értéknek. Ezen kívül lehetőség van a pontszámot adni, ennek akkor van jelentősége, ha példasort hozunk létre.




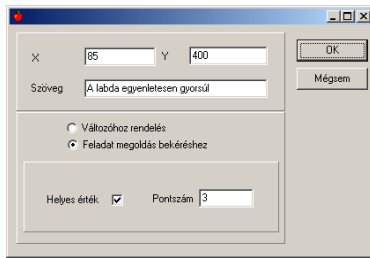
4. (b) feladat legyen olyan, ahol egy kiszámolt értéket kell beírni egy ablakba. A feladat legyen: Számítsa ki, hogy mennyi idő alatt ér a földre a labda.


Ezt a feladattípust a **szerkesztő mező**  ikonnal tudjuk létrehozni. Válasszuk ki az ikont, helyezzük a leíró ablakra és kattintsunk rajta kétszer. Ekkor állítsuk be a felugró ablakban a **Feladat megoldás bekéréséhez** kapcsolót, illetve adjuk meg a helyes értéket (esetünkben 0.64 másodperc), a számolásnál adódó pontatlanságot (lehet kb. 5%-ot adni, ami 0.03) és adjunk meg egy pontszámot.

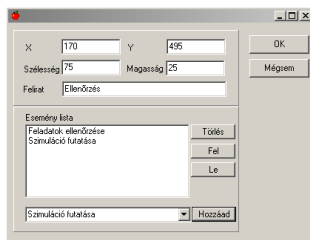





5. (c) feladat legyen egy többszörös választási lehetőség feladat: Válassza ki a helyes állítás(oka)t.

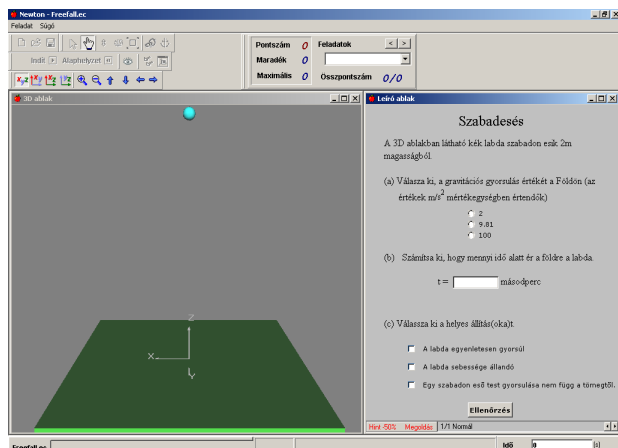
Ehhez válasszuk a **jelöl négyzet**  ikont. Annyi jelöl négyzetet helyezzünk a leíró ablakba ahány állítást akarunk adni. Ha kétszer kattintunk a leíró ablakba helyezett jelöl négyzetre, beállíthatjuk a szövegsort, megadhatjuk, hogy ez helyes állítás-e és pontszámot rendelhetünk hozzá.



6. Eredmények ellen rzésére használjuk a **Gomb**  ikont. Ennek a beállítások ablakában (kétszer kattintva az ikonon) megadhatjuk a nevét, és a legördíthet menüjében beállíthatjuk, hogy milyen esemény történjen, ha benyomjuk a gombot. Válasszuk ki a **Feladatok ellen rzése** és a **Szimuláció futtatása** eseményeket.



7. Adhatunk egy feladathoz útmutatásokat is, ami segítségül szolgálhat a feladat megoldójának. Ezt a **Leíró ablak** alsó menüsorának **Új oldal létrehozása**  ikonnal tudjuk megtenni. Ahányszor rákattintunk erre az ikonra, annyi új oldalunk lesz. Minden egyes ilyen új oldalon írhatunk valami segítséget, útbaigazítást a feladat megoldásához. Lehet ségünk van törölni az **Aktuális oldal törlése**  ikonnal. A szerkeszteni kívánt oldalt  ikonnal tudjuk kiválasztani. A megszerkesztett oldalnak adjuk meg a típusát; kattintsunk a leíró ablakon az egér jobb gombjával, majd a legördül menüb l válasszuk ki az **Oldal típusa** menüpontot, és azon belül az **Útmutatás** menüt. Ha adunk segítséget a feladat megoldójának, akkor csökkenthetjük a feladatra adható pontot. Ezt százalékosan tudjuk megadni a fenti, jobb egérgombbal el hozott menü **Útmutatás pontszámcsökkentése** menüponttal.
8. Megadhatjuk a feladat teljes levezetést, végeredményeket, ekkor persze nem kaphat pontot a feladatmegoldó.  
Hozzunk létre egy új oldalt, szerkesszük meg az oldalt és kattintsunk a leíró ablakon az egér jobb gombjával, majd a legördül menüb l válasszuk ki az **Oldal típusa** menüpontot, és azon belül az **Megoldás** pontot.
9. Az elkészült példafájlt .pb kiterjesztés fájlként mentsük el. Ellen rizhetjük futás közben is a feladatfájlunkat; válasszuk a fels menüsor **Leírás** menü **Feladat megoldás próba** almenüjét.



Amikor legközelebb betölti a fájlt, a Newton program automatikusan érzékeli, hogy egy feladat fájlról van szó és átvált feladat megoldó módba. Ilyenkor az összes szerkesztési mód le lesz tiltva és az Objektum eszköztár helyén egy Feladat megoldás eszköztár jelenik meg. A diákok különböző interaktív elemekkel válaszolhatnak a feltett kérdésre és használhatják a Leíró ablak alján található Tipp és Megoldás gombokat. A diák által kapott eredményt az Ellenőrzés gombbal lehet helyességét megvizsgálni.

Ha szerkesztés módba akarunk áttérni, válasszuk a Feladat menü Szerkeszt parancsát. A szerkesztés módba való belépés jelszóval védett, azért, hogy a diákok ne tudják az eredményt meglesni, illetve, hogy ne tudják a feladatfájlt módosítani. Mindegyik feladathoz ugyanaz a jelszó van. Alap beállításban a jelszó 'Newton', persze ez módosítható. Ha elfelejtette a jelszót installálja újra a Newton programot (ügyeljünk arra, hogy a saját példafájlokat és feladatfájlokat ne legyenek felülírva ) ekkor a jelszó alapbeállításba tér vissza.

Ha van több feladatfájlunk, össze lehet állítani bel le feladatsorokat, ezáltal ellen rizhetjük tudásunkat. Ehhez válasszuk a **Fájl** menü **Feladatsor készítés** almenüjét. Itt tudunk összeállítani feladatsorokat. A feladatsorokat .pbs kiterjesztés fájlként tölthetjük be.

# Index

## - 3 -

3D ablak 10

## - B -

bolygó 31

## - C -

csúszka 28

## - E -

er 20

## - F -

feladat 33  
feladatkészítés 33  
futtatás 11

## - H -

hálózati telepítés 6  
Hardveres védelem 8  
hardverigény 4

## - I -

inga 29, 30

## - K -

képerny 10

## - L -

lejt 30

## - M -

merev rögzítés 24

## - N -

naprendszer 31  
NEWTON eltávolítása 6

## - P -

példa 14, 20, 24, 25, 28, 29, 30, 31, 33

## - R -

rugó 25

## - S -

sebesség 20  
szabadesés 14  
Szoftveres védelem 8

## - T -

telepítés 4  
telepítés CD-ROM-ról 4  
telepítés lépései 4