

ifj. Zátonyi Sándor:

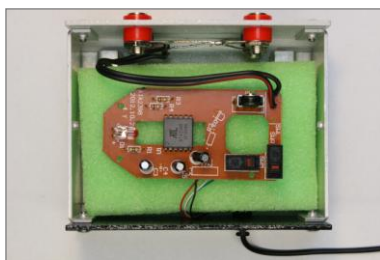
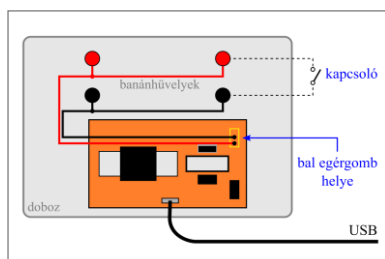
Mechanikai mérések számítógépes egérrel

A korábbi számítógépek soros, illetve párhuzamos csatlakozója számos mérőeszköz illesztését tette lehetővé. A mai gépek többsége azonban csak USB csatlakozóval rendelkezik, így a korábbi mérőeszközök gyakran csak régebbi gépeken működnek. Ráadásul az USB portok programozása sem könnyű feladat.

Szerencsére a számítógépes egerek szintén USB csatlakozóval rendelkeznek, és az egérgombok állapota, illetve a gombnyomások (és elengedések) időpontja több programozási nyelvben egyszerűen lekérdezhető. Így minden lehetőség adott olyan programok megírására, amelyeknél *a mozgó test a bal egérgomb helyére kötött kapcsolót működteti*, és a program ennek alapján érzékeli a test indulását, érkezését, illetve adott helyzeten történő áthaladását.

Ugyanakkor a HTML nyelv legújabb változata, a *HTML5* széleskörű rajzolási funkciókat biztosít, így a mérőprogram alkalmassá tehető a mért értékek grafikus ábrázolására és néhány további grafikus funkció is megvalósítható. (Például egyenes, illetve parabola illesztése a mérési pontokhoz, átlagérték grafikus megjelenítése stb.)

A Gödöllőn megrendezett *60. Országos Fizikatanári Ankét és Eszközbemutató* eszköziállításán hét ilyen mérőprogramot mutattam be. A fentieknek megfelelően *a programok működtetéséhez a számítógépen kívül csupán egy átalakított egérre és néhány kapcsolóra van szükség.*



Az egér átalakítása rendkívül egyszerű. Az egér elektronikáját tartalmazó nyomtatott áramköri lapot (az USB csatlakozóval együtt) kiszereljük. (Mechanikus egérnél nincs szükség a golyóra, optikai egérnél az egér aljába épített műanyag fényterelő prizma és az egérgörgető gomb is eltávolítandó.) Ezután az egér bal gombjának mikrokapcsolóját kiforrasztjuk a nyomtatott áramköri lapból, és egy 10–15 cm hosszú kéteres vezetékot forrasztunk a helyére. A vezetékek másik végét külön-külön két-két banánhüvelyhez

csatlakoztatjuk az itt látható kapcsolási rajznak megfelelően. Az így átalakított egeret a banánhüvelyekkel együtt egy dobozba szereljük.

A továbbiakban ezt az eszközt használjuk a mérésekhez úgy, hogy a banánhüvelyekhez különféle kapcsolókat csatlakoztatunk. Ezeket a kapcsolókat a mozgó test működteti induláskor, megérkezéskor vagy adott helyzeten történő áthaladáskor. A kapcsolók működésének időpontját a program érzékeli, így a mozgást jellemző időtartamok meghatározhatók. Ezekből és hagyományosan mérhető egyéb adatokból a mozgás további jellemzői meghatározhatók. Az eszközhöz csatlakoztatott kapcsolók lehetnek hagyományos kapcsolók, reed kapcsolók vagy házilag készített speciális kapcsolók.

A *reed kapcsoló* egy kisméretű, lezárt üvegcsőbe épített érintkezőpárt tartalmaz. Mágneses mezőbe helyezve az eredetileg nyitott érintkezők záródnak. Léteznek olyan típusok is, melyek mágneses mező hatására zárt állásból nyitottba kapcsolnak. A reed kapcsoló jól használható például a körmozgás és az ingamozgás vizsgálatához; ezeknél a méréseknél a mozgó testre kis mágneset erősítünk, vagy maga a mozgó test egy mágnes.



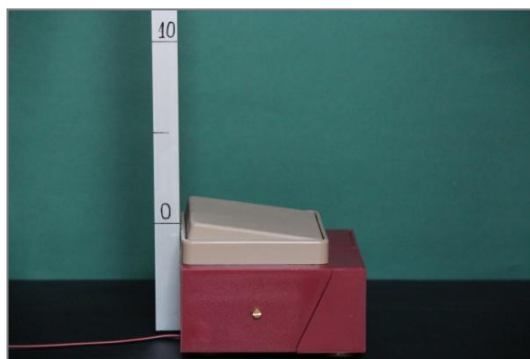
A reed kapcsolót célszerű egy kéteres vezetékhez forrasztani; a vezeték másik végére pedig banándugókat szerelni. A reed kapcsolót ezután egy műanyag csőbe (például egy kiürült vastagabb filctollba) ragaszthatjuk. (A ragasztás legegyszerűbben a ragasztópisztollyal történhet.) Az így elkészített érzékelő egyszerűen rögzíthető különféle állványokon. A rögzítéshez a képen látható érzékelőnél egy sárgaréz anyát ragasztottunk ragasztópisztollyal a filctoll végébe, és a tollat a megszilárdult ragasztóval együtt az érzékelő hossz tengelyére merőlegesen egy 8 mm átmérőjű fúróval átfúrtuk. Az érzékelő végébe ragasztott anyagba egy sárgaréz csavart csavarunk, ezzel rögzíthető az érzékelő egy 8 mm vastag állványrúdon. (Az érzékelőben ne alkalmazzunk mágneseszközalkatrészeket, és az állvány se legyen mágneseszköz.)





A szabadesés és a lejtőn mozgó golyó indítókapcsolója *házi készítésű érintkezőpár*, amelynek áramkörét az indítás pillanatáig a vasgolyó zárja. Ilyen indítókapcsolót legegyszerűbben úgy készíthetünk, hogy két (banán hüvely) forrasztófület egy hajlékony kéteres vezeték egyik végére forrasztunk. A vezeték másik végére egy-egy banándugót szerelünk. A forrasztófüleket a képen látható módon egy-egy gumipánttal a mutató- és hüvelykujjunkhoz rögzítjük. A golyót e két ujj közé fogva záródik az egérgomb áramköre, a golyót elengedve pedig azonnal nyitott állapotba kerül, ekkor kezdődik az időmérés.

A szabadesés és a lejtőn mozgó golyó *leállító kapcsolója* egy olyan billenőkapcsoló, amelynek viszonylag nagy a billenőfelülete. A mérés kezdetén a kapcsoló nyitott állásban van. Amikor a golyó a billenőfelületnek ütközve zárt állapotba billenti a kapcsolót, az időmérés megáll.



A mérőeszközünket egy szabad USB bemenethez csatlakoztatjuk, de közben a hagyományos egeret is megtartjuk. Az egérrel (esetleg az egérpaddal) a mérőprogramot kezeljük, a mérőeszköz pedig a tényleges időméréseket vezérli.

A mérés indítása előtt az egérmutatót a stopperórát szimbolizáló sárga gombra kell állítani. A méréskor a test működteti az eszközhöz csatlakozó kapcsolót, és ezt a program úgy érzékeli, mintha az egérrel az órát jelző sárga gombra kattintottunk volna, illetve egyes méréseknél itt engedték volna fel az egérgombot. (Érdemes megjegyezni, hogy bizonyos méréseknél a kapcsoló a mérés után zárt állapotban marad. Emiatt a hagyományos egérrel végzett további műveleteket a gép ilyenkor úgy végzi, mintha a bal egérgombot folyamatosan lenyomva tartanánk. Ezeknél a programoknál tehát a mérés elvégzése után célszerű a kapcsolót nyitott állapotba visszaállítani.)

A programok az egyes mérési adatokat nagy betűmérettel jelenítik meg, így ezek (különösen projektort használva) jól láthatóak az egész teremben. A mért (és megadott)

adatokat a programok táblázatba rendezve gyűjtik. Az esetleges hibás mérés adatai törölhetők a méréssorozatból. A táblázatra kattintva a program a táblázatot úgy helyezi el, hogy a táblázat fejléce a képernyő tetejére kerüljön.

Három vagy ennél több mérési pont esetén a programok grafikusán is ábrázolják a mért, illetve az abból számítható értékeket. A grafikonok skálázása automatikusan igazodik az ábrázolt értékekhez. A mérés jellegétől függően a mérési pontokhoz egyenes, illetve parabola illeszthető, valamint bizonyos méréseknél az átlagértékek grafikusán is megjeleníthetők. A grafikon rácsvonalai egy nyomógombra kattintással ki- és bekapcsolhatók. A grafikonokra történő kattintáskor a program a grafikont úgy helyezi el, hogy az teljesen kitölti a képernyőt.

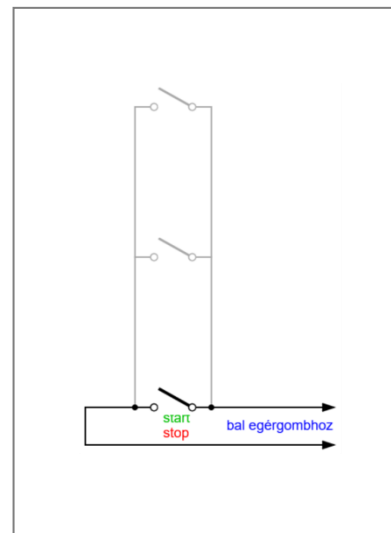
Minden program tartalmaz egy *Ismertető* elnevezésű szakaszt, amely részletes segítséget ad a program használatához. Ezekben az ismertetőkből mindig szerepel az adott mérés vázlatos rajza is.

A mérő-kiértékelő programokat *HTML* és *Java Script* nyelven írtam. A programok így mindenféle telepítés nélkül, azonnal használhatók. Természetesen saját gépre másolva internetes kapcsolat nélkül is használni lehet őket. Működtetésükhöz valamilyen böngészőprogramra van szükség; mindegyik mérőprogramot teszteltem *Internet Explorer-11*, *Google Chrome-56* és *Fire Fox-51* böngészőn is.

1. Stopperóra kézi adatrögzítéssel (*stopper1.html*)

- Ezzel a programmal és a számítógéphez kapcsolt mérőeszközzel a számítógép stopperóráként használható. A mérőeszköz egy kissé átalakított számítógépes egérből, illetve egy kapcsolóból áll. A kapcsoló párhuzamosan van kapcsolva az egér bal gombjával. Szükség esetén párhuzamos kapcsolással további kapcsolók is beköthetők az áramkörbe.

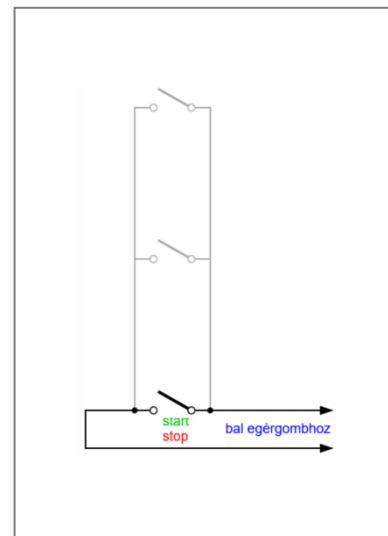
- Először a stopperóra vezérlési módját kell beállítani. Alaphelyzetben az időmérés a kapcsoló zárásakor indul, és a nyitásakor áll le, ezt a megfelelő nyomógombok kék körvonala is jelzi. A kívánt vezérlési módot a nyomógombokra történő kattintással lehet beállítani. Az így kiválasztott vezérlési módot a **VEZÉRLÉS RENDBEN** gombra kattintva lehet rögzíteni, mérések csak ezt követően végezhetők.



- A mérés indítása előtt az egérmutatót a stopperórát szimbolizáló sárga gombra kell állítani. A mért időt a program kiírja a képernyőre.
- Ha az érték elfogadható, akkor az adatok a MENTÉS ÉS KÖVETKEZŐ MÉRÉS feliratú gombra kattintva rögzíthetők. (*Internet Explorer* használatakor ugyanezt eredményezi a billentyűzet ENTER gombjának megnyomása is.) Hibás mérésnél a kapcsoló ismételt működtetésével a mérés egyszerűen megismételhető.
- A mentett értékeket a program egy táblázatba rendezve gyűjti.
- A HIBÁS ADAT TÖRLÉSE gombbal az esetleges hibás mérés adatai törölhetők. Ehhez a kattintás után meg kell adni a törlendő mérés sorszámát.
- Ha legalább három mérést rögzítettünk, akkor az adatok sorszám–idő grafikonon is megjelennek. A ± EGYENES gombbal egyenes illeszthető a mérési pontokhoz.
- A ± RÁCS gombbal ki- és bekapcsolhatók a grafikon rácsvonalai.
- A grafikonokra történő kattintáskor a program a grafikont úgy helyezi el, hogy az teljesen kitölti a képernyőt.

2. Stopperóra automatikus adatrögzítéssel (*stopper2.html*)

- Ezzel a programmal és a számítógéphez kapcsolt mérőeszközzel a számítógép stopperóráként használható. A mérőeszköz egy kissé átalakított számítógépes egérből, illetve egy kapcsolóból áll. A kapcsoló párhuzamosan van kapcsolva az egér bal gombjával. Szükség esetén párhuzamos kapcsolással további kapcsolók is beköthetők az áramkörbe.
- Először a stopperóra vezérlési módját kell beállítani. Alaphelyzetben az időmérés a kapcsoló zárásakor indul, és a nyitásakor áll le, ezt a megfelelő nyomógombok kék körvonala is jelzi. A kívánt vezérlési módot a nyomógombokra történő kattintással lehet beállítani. Az így kiválasztott vezérlési módot a VEZÉRLÉS RENDBEN gombra kattintva lehet rögzíteni, mérések csak ezt követően végezhetők.
- A mérés indítása előtt az egérmutatót a stopperórát szimbolizáló sárga gombra kell állítani. A kapcsoló megfelelő működtetésének hatására a program elvégzi az időmérést. A mért időt



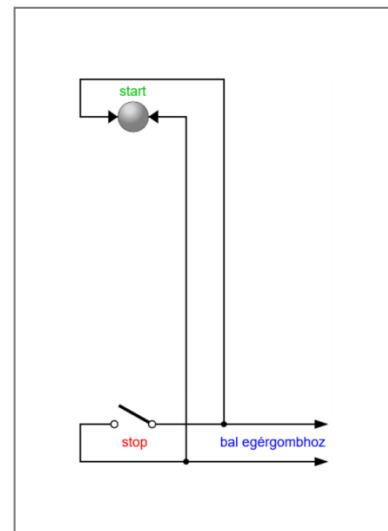
a program kiírja a képernyőre, továbbá automatikusan egy táblázatba rendezve is gyűjti. Ezt követően a program azonnal készen áll egy új mérés elvégzésére.

- A HIBÁS ADAT TÖRLÉSE gombbal az esetleges hibás mérés adatai törölhetők. Ehhez a kattintás után meg kell adni a törlendő mérés sorszámát.
- Ha legalább három mérést rögzítettünk, akkor az adatok sorszám–idő grafikonon is megjelennek. A ± EGYENES gombbal egyenes illeszthető a mérési pontokhoz.
- A ± RÁCS gombbal ki- és bekapcsolhatók a grafikon rácsvonalai.
- A grafikonokra történő kattintáskor a program a grafikont úgy helyezi el, hogy az teljesen kitölti a képernyőt.

3. Szabadesés vizsgálata (*szabadeses.html*)

• Ezzel a programmal és a számítógéphez kapcsolt mérőeszközzel a szabadon eső test esési ideje mérhető. A mérőeszköz egy kissé átalakított számítógépes egérből és két kapcsolóból áll. Mindkét kapcsoló párhuzamosan van kapcsolva az egér bal gombjával. Az első kapcsoló nyitása indítja, a második zárása leállítja az időmérést.

• Az időmérés előtt a bal oldali menüből ki kell választani az út hosszát. Választható automatikus adatmegadás is, ilyenkor a program minden mérés után automatikusan növeli az út hosszát.



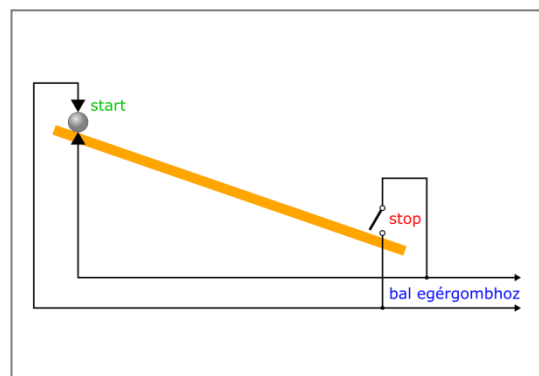
• A méréshez egy fémgolyóval zárjuk a felső kapcsoló két érintkezőjét, az alsó kapcsolót pedig nyitott állásba kapcsoljuk. A mérés indítása előtt az egérmutatót a stopperórát szimbolizáló sárga gombra kell állítani. A golyó elengedése megszakítja az első kapcsoló áramkörét, így elindul az időmérés. A mérést a második kapcsolóra leeső golyó állítja meg. A mért időt a program kiírja a képernyőre.

• Ha az érték elfogadható, akkor az adatok a MENTÉS ÉS KÖVETKEZŐ MÉRÉS feliratú gombra kattintva rögzíthetők. (*Internet Explorer* használatakor ugyanezt eredményezi a billentyűzet ENTER gombjának megnyomása is.) Hibás mérésnél az ugyanehhez az úthoz tartozó mérés egyszerűen megismételhető, csupán a két kapcsolót kell az indítási helyzetbe állítani.

- A mentett értékeket a program egy táblázatba rendezve gyűjti.
- A HIBÁS ADAT TÖRLÉSE gombbal az esetleges hibás mérés adatai törölhetők. Ehhez a kattintás után meg kell adni a törlendő mérés sorszámát.
- A RENDEZÉS gombra történő kattintáskor a program az adatokat az út értéke szerint növekvő sorrendbe rakja, így azok könnyebben áttekinthetőek.
- Ha a \pm OSZLOP gombra kattintunk, a táblázatban egy új oszlop jelenik meg, amely az s/t^2 hányadosokat tartalmazza. (Pontos mérések esetén ennek értéke a nehézségi gyorsulás felével egyezik meg.) A \pm OSZLOP gombra történő ismételt kattintásra az oszlop eltűnik.
- Ha legalább három mérést rögzítettünk, akkor az adatok út–idő grafikonon is megjelennek. A \pm EGYENES és a \pm PARABOLA gombokkal egyenes, illetve parabola illeszthető a mérési pontokhoz. Az egyenes illesztése azért fontos, mert a tanulók többnyire ennél a mérésnél találkoznak olyan út–idő grafikonnal, amelynél a mérési pontok nem illeszkednek egy egyenesre. A parabola illesztésével megmutatható, hogy a mérési pontok illeszkednek egy olyan parabolára, melynek tengelypontja az origóban van.
- Ha a táblázatban az s/t^2 hányadosok is láthatók, akkor ezeket az értékeket egy grafikonon szintén megjeleníti a program. A grafikon alatti \pm ÁTLAG gombra kattintva ezen értékek átlagát is bejelöli a program. Pontos méréseknél az s/t^2 hányadosok (megközelítőleg) azonosak, azaz az út egyenesen arányos az idő négyzetével.
- A \pm RÁCS gombbal ki- és bekapcsolhatók a grafikonok rácsvonalai.
- A grafikonokra történő kattintáskor a program az adott grafikont úgy helyezi el, hogy az teljesen kitölti a képernyőt.

4. Mozgás lejtőn (*lejto.html*)

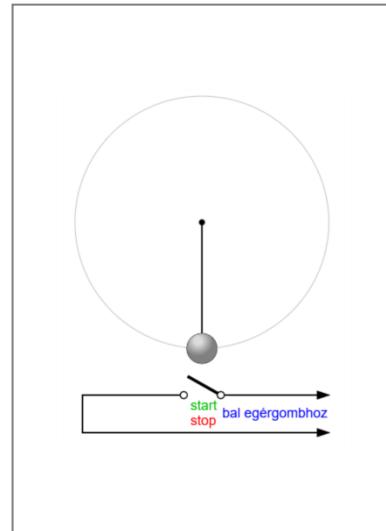
- Ezzel a programmal és a számítógéphez kapcsolt mérőeszközzel a test lejtőn történő mozgásának időtartama mérhető. A mérőeszköz egy kissé átalakított számítógépes egérből és két kapcsolóból áll. Mindkét kapcsoló párhuzamosan van kapcsolva az egér bal gombjával. Az első kapcsoló nyitása indítja, a második zárása leállítja az időmérést.



- Az időmérés előtt a bal oldali menüből ki kell választani az út hosszát. Választható automatikus adatmegadás is, ilyenkor a program minden mérés után automatikusan növeli az út hosszát.
- A méréshez egy fémgolyóval zárjuk a felső kapcsoló két érintkezőjét, az alsó kapcsolót pedig nyitott állásba kapcsoljuk. A mérés indítása előtt az egérmutatót a stopperórát szimbolizáló sárga gombra kell állítani. A golyó elengedése megszakítja az első kapcsoló áramkörét, így elindul az időmérés. A mérést a második kapcsolónak ütköző golyó állítja meg. A mért időt a program kiírja a képernyőre.
- Ha az érték elfogadható, akkor az adatok a MENTÉS ÉS KÖVETKEZŐ MÉRÉS feliratú gombra kattintva rögzíthetők. (*Internet Explorer* használatakor ugyanezt eredményezi a billentyűzet ENTER gombjának megnyomása is.) Hibás mérésnél az ugyanehhez az úthosszhoz tartozó mérés egyszerűen megismételhető, csupán a két kapcsolót kell az indítási helyzetbe állítani.
- A mentett értékeket a program egy táblázatba rendezve gyűjti.
- A HIBÁS ADAT TÖRLÉSE gombbal az esetleges hibás mérés adatai törölhetők. Ehhez a kattintás után meg kell adni a törlendő mérés sorszámát.
- A RENDEZÉS gombra történő kattintáskor a program az adatokat az út értéke szerint növekvő sorrendbe rakja, így azok könnyebben áttekinthetőek.
- Ha a \pm OSZLOP gombra kattintunk, a táblázatban egy új oszlop jelenik meg, amely az s/t^2 hányadosokat tartalmazza. (Pontos mérések esetén ennek értéke a gyorsulás felével egyezik meg.) A \pm OSZLOP gombra történő ismételt kattintásra az oszlop eltűnik.
- Ha legalább három mérést rögzítettünk, akkor az adatok út–idő grafikonon is megjelennek. A \pm EGYENES és a \pm PARABOLA gombokkal egyenes, illetve parabola illeszthető a mérési pontokhoz.
- Ha a táblázatban az s/t^2 hányadosok is láthatók, akkor ezeket az értékeket egy grafikonon szintén megjeleníti a program. A grafikon alatti \pm ÁTLAG gombbal ezen értékek átlagát is bejelöli a program.
- A \pm RÁCS gombbal ki- és bekapcsolhatók a grafikonok rácsvonalai.
- A grafikonokra történő kattintáskor a program az adott grafikont úgy helyezi el, hogy az teljesen kitölti a képernyőt.

5. A körmozgás vizsgálata (*kormozgas.html*)

- Ezzel a programmal és a számítógéphez kapcsolt mérőeszközzel a körmozgást (vagy forgómozgást) végző test periódusideje mérhető. A mérőeszköz egy kissé átalakított számítógépes egerből és egy reed kapcsolóból áll. A reed kapcsoló párhuzamosan van kapcsolva az egér bal gombjával és a körmozgást (forgómozgást) végző testre erősített mágnes működteti.
- A méréshez először a bal oldali menüből ki kell választani a mérni kívánt fordulatok számát.
- A méréshez állítsuk a testet olyan helyzetbe, hogy a reed kapcsoló nyitott állásba kerüljön! A mérés indítása előtt az egérmutatót a stopperórát szimbolizáló sárga gombra kell állítani. A testet mozgásba hozva a mágnes zárja a reed kapcsolót, így elindul az időmérés. Egy teljes fordulat után a mágnes ismét működteti a reed kapcsolót, ez a jel állítja meg az időmérést. A program így éppen egy teljes fordulat időtartamát méri meg.
- A kapcsoló zárása azonban a mérés leállításával egyidejűleg indítja a következő fordulat periódusidejének a mérését is. A periódusidők mérése így mindaddig folytatódik, amíg a test a megadott számú fordulatot meg nem teszi.
- A mért periódusidőket a program egyenként kiírja a képernyőre, illetve a mérések adatait egy táblázatba rendezve is megjeleníti.
- Az **UTOLSÓ ADAT TÖRLÉSE** gombbal az esetleges hibás mérés adatai törölhetők a táblázat végéről.
- Ha a **± OSZLOP** gombra kattintunk, a táblázatban egy új oszlop jelenik meg, amely a periódusidők reciprokát tartalmazza. A **± OSZLOP** gombra történő ismételt kattintásra az oszlop eltűnik.
- Ha legalább három mérést rögzítettünk, akkor az adatok periódusidő–idő grafikonon is megjelennek. A **± EGYENES** gombbal egyenes illeszthető a mérési pontokhoz.
- Ha a táblázatban az $1/T$ hányadosok is láthatók, akkor ezeket az értékeket egy grafikonon szintén megjeleníti a program. A grafikon alatti **± ÁTLAG** gombra kattintva ezen értékek

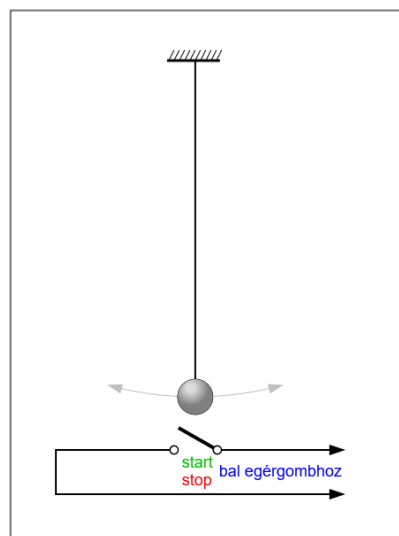


átlagát is bejelöli a program. A \pm EGYENES gombbal itt is egyenes illeszthető a mérési pontokhoz.

- A \pm RÁCS gombbal ki- és bekapcsolhatók a grafikonok rácsvonalai.
- A grafikonokra történő kattintáskor a program az adott grafikont úgy helyezi el, hogy az teljesen kitölti a képernyőt.

6. Az inga lengésideje (*inga1.html*)

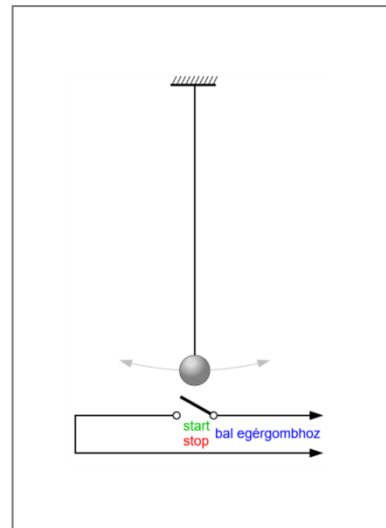
- Ezzel a programmal és a számítógéphez kapcsolt mérőeszközzel az inga megadott számú lengésének lengésideje mérhető. A mérőeszköz egy kissé átalakított számítógépes egérből és egy reed kapcsolóból áll. A reed kapcsoló párhuzamosan van kapcsolva az egér bal gombjával és az ingatestre erősített mágnes működteti.
- A méréshez először a bal oldali menüből ki kell választani a mérni kívánt lengések számát.
- A méréshez térítsük ki az ingát az egyensúlyi helyzetből annyira, hogy a reed kapcsoló nyitott állásba kerüljön! A mérés indítása előtt az egérmutatót a stopperórát szimbolizáló sárga gombra kell állítani. Az ingát elengedve az egyensúlyi helyzet közelében a mágnes zárja a reed kapcsolót, így elindul az időmérés. A visszafelé haladó inga szintén működteti a kapcsolót, de ezen a jelen a program továbblép. Az időmérést csak az kapcsoló harmadik zárása állítja meg, így a program éppen egy teljes lengés időtartamát méri meg.
- A kapcsoló harmadik és minden páratlan sorszámú zárása azonban a mérés leállításával egyidejűleg indítja a következő lengés lengésidejének a mérését is. A lengésidők mérése így mindaddig folytatódik, míg a megadott számú lengés meg nem történik.
- A mért lengésidőket a program egyenként kiírja a képernyőre, illetve a mérések adatait egy táblázatba rendezve is megjeleníti.
- Az UTOLSÓ ADAT TÖRLÉSE gombbal az esetleges hibás mérés adatai törölhetők a táblázat végéről.



- Ha a \pm OSZLOP gombra kattintunk, a táblázatban egy új oszlop jelenik meg, amely a méréssorozat kezdete óta eltelt t idő és a mérések N számának a hányadosát tartalmazza. A \pm OSZLOP gombra történő ismételt kattintásra az oszlop eltűnik.
- Ha legalább három mérést rögzítettünk, akkor az adatok lengésidő–idő grafikonon is megjelennek. A \pm EGYENES gombbal egyenes illeszthető a mérési pontokhoz.
- A \pm RÁCS gombbal ki- és bekapcsolhatók a grafikon rácsvonalai.
- A grafikonokra történő kattintáskor a program a grafikont úgy helyezi el, hogy az teljesen kitölti a képernyőt.

7. Az ingahossz és a lengésidő kapcsolata (*inga2.html*)

- Ezzel a programmal és a számítógéphez kapcsolt mérőeszközzel az inga lengésideje mérhető az inga hosszának függvényeként. A mérőeszköz egy kissé átalakított számítógépes egérből és egy reed kapcsolóból áll. A reed kapcsoló párhuzamosan van kapcsolva az egér bal gombjával és az ingatestre erősített mágnes működteti. A kapcsoló első zárása indítja, a harmadik leállítja az időmérést, így a program éppen egy teljes lengés időtartamát méri.



- A méréshez először a bal oldali menüből ki kell választani az inga hosszát. Választható automatikus adatmegadás is, ilyenkor a program minden mérés után automatikusan növeli a hosszúságot.
- A méréshez térítsük ki az ingát az egyensúlyi helyzetből annyira, hogy a reed kapcsoló nyitott állásba kerüljön! A mérés indítása előtt az egérmutatót a stopperórát szimbolizáló sárga gombra kell állítani. Az ingát elengedve az egyensúlyi helyzet közelében a mágnes zárja a reed kapcsolót, így elindul az időmérés. A visszafelé haladó inga szintén működteti a kapcsolót, de ezen a jelen a program továbblép. Az időmérést csak az kapcsoló harmadik zárása állítja meg, így a program éppen egy teljes lengés időtartamát méri meg. A mért lengésidőt a program kiírja a képernyőre.
- Ha az érték elfogadható, akkor az adatok a MENTÉS ÉS KÖVETKEZŐ MÉRÉS feliratú gombra kattintva rögzíthetők. (*Internet Explorer* használatakor ugyanezt eredményezi a

billentyűzet ENTER gombjának megnyomása is.) Hibás mérésnél a MÉRÉS MEGISMÉTLÉSE gombra kattintás után az ugyanehhez az úthosszhoz tartozó mérés egyszerűen megismételhető.

- A mentett értékeket a program egy táblázatba rendezve gyűjti.
- A HIBÁS ADAT TÖRLÉSE gombbal az esetleges hibás mérés adatai törölhetők. Ehhez a kattintás után meg kell adni a törlendő mérés sorszámát.
- A RENDEZÉS gombra történő kattintáskor a program az adatokat az út értéke szerint növekvő sorrendbe rakja, így azok könnyebben áttekinthetőek.
- Ha a \pm OSZLOP gombra kattintunk, a táblázatban egy új oszlop jelenik meg, amely az l/T^2 hányadosokat tartalmazza. A \pm OSZLOP gombra történő ismételt kattintásra az oszlop eltűnik.
- Ha legalább három mérést rögzítettünk, akkor az adatok lengéssidő–ingahossz grafikonon is megjelennek. A \pm EGYENES és a \pm PARABOLA gombokkal egyenes, illetve parabola illeszthető a mérési pontokhoz.
- Ha a táblázatban az l/T^2 hányadosok is láthatók, akkor ezeket az értékeket egy grafikonon szintén megjeleníti a program. A grafikon alatti \pm ÁTLAG gombbal ezen értékek átlagát is bejelöli a program.
- A \pm RÁCS gombbal ki- és bekapcsolhatók a grafikonok rácsvonalai.

Összegzés

Egy egér átalakításával és néhány apró kiegészítő elkészítésével a számítógép alkalmassá tehető a különféle mechanikai mozgásokkal kapcsolatos mérések elvégzésére. A közzétett mérőprogramok nem csak rögzítik a mérési eredményeket, de az adatok táblázatba rendezésével és grafikonokkal lehetővé teszik a mérési eredmények gyors kiértékelést is. **Valamennyi program az egér átalakítása nélkül is működik, a géphez kapcsolt hagyományos egérrel is kipróbálható.**

KAPCSOLÓDÓ INTERNETES HONLAPOK:

http://www.fizkapu.hu/fiztan/toltes/t_0042.html

<https://www.youtube.com/watch?v=yNOHEaBvKSU>

https://hu.wikipedia.org/wiki/Kapcsol%C3%B3#Reed_kapcsol.C3.B3