

Multimédia a kísérleti mérések szolgálatában

A kísérletezés a különböző tudományterületeken hosszú idő óta alkalmazott módszere a megismerésnek és az oktatásnak. Mi más is lehetne az, aminek tanulmányozásával a legtöbbet tudhatunk meg a jelenség lényegéről, mint maga a jelenség? Sok esetben azonban a kísérlet nem végezhető el kellő számban, vagy a kísérleti eszköz nem áll rendelkezésre, esetleg túl költséges vagy időigényes az előkészítés és maga a kísérlet is. Ilyenkor a jelenséget rögzítő mozgóképek azok, amelyek legtöbb vizuális információt képesek visszaadni a változásokról (színváltozás, elmozdulás, gázfejlődés, halmazállapot-változás, stb.). A kísérleti mérések alkalmával azonban a változás tényének, irányának megállapításán túl, célunk annak rögzítése is, hogy a változás milyen mértékű, esetleg időben hogyan játszódik le.

Célunk volt annak vizsgálata, hogy milyen lehetőségeket kínál a multimédia a kísérleti mérések terén, és így hogyan választható el időben és térben a kísérletezés és a kísérlet kiértékelése, nem vitatva más módszerek fontosságát és létjogosultságát.

A számítógépek elterjedésével egyre gyakrabban alkalmazták azokat különböző kísérleti mérések során. Mechanikai mozgások tanulmányozására készültek olyan kísérleti eszközök, amelyeket fotokapukkal szereltek föl a mozgó tárgy pályája mentén egymástól azonos távolságra. Az érzékelők segítségével egy számítógép mérte és regisztrálta azt az időt, amely alatt a tárgy az egyik kaputól a másikig eljutott. Az eszköz előnyös tulajdonsága, hogy a kísérletet „élőben” lehet bemutatni, de speciális hardvert igényel, amelyet össze kell kapcsolni a számítógéppel.

Bizonyos kísérletek esetében, megfelelően megtervezett és szerkesztett videofelvétel szinte teljesen képes pótolni a kísérlet bemutatását. Ha egy speciálisan kialakított kísérleti eszközzel végzett kísérletet rögzítünk, és fájlban tároljuk, lehetővé válik alkalmas szoftverrel való kiértékelése [1], [2]. Ebben az esetben az időmérő eszköz maga a felvétel, a programnak csak az egymást követő képkockák összehasonlítása, elemzése a feladata. Az előzőhöz képest olyan eszközhöz jutunk, hogy azt megfelelő csatornán bárhová el lehet juttatni és ott a kísérleti mérést, minimális számítógép-kezelői ismeretek birtokában, bárki el tudja végezni ahányszor szükséges.

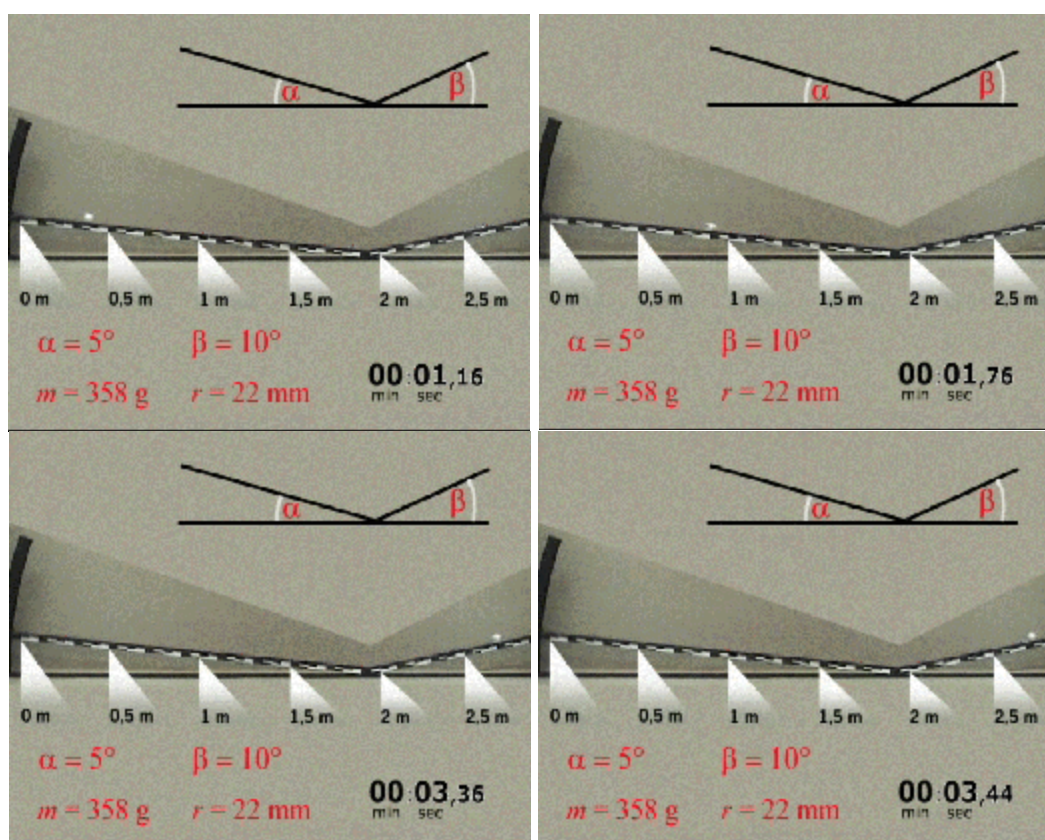
A fenti két példában a számítógép a mérés szempontjából aktív szerepet játszik, mivel egy program végzi az adatgyűjtést és a mérési eredmények kiértékelését, így a felhasználó csak passzív szemlélő.

Megfelelően tervezett kísérlet és kísérleti eszköz lehetővé teszi olyan felvételek készítését, melyeket alkalmas módon szerkesztve, a felvétel szemléltetőit a kísérlet aktív részeseivé tehetjük. A videó-fájlok továbbításához csupán hálózati elérésre van szükség.

Az alábbiakban néhány, ilyen módon készült felvétel bemutatása következik. Egyúttal a mérés hitelességét is szeretnénk igazolni a leolvasott értékek alapján, a jelenség rövid ismertetésével. A példákat a fizika és a kémia területéről vettük. (Megértésükhöz alapvető fizikai és kémiai ismeretek szükségesek.)

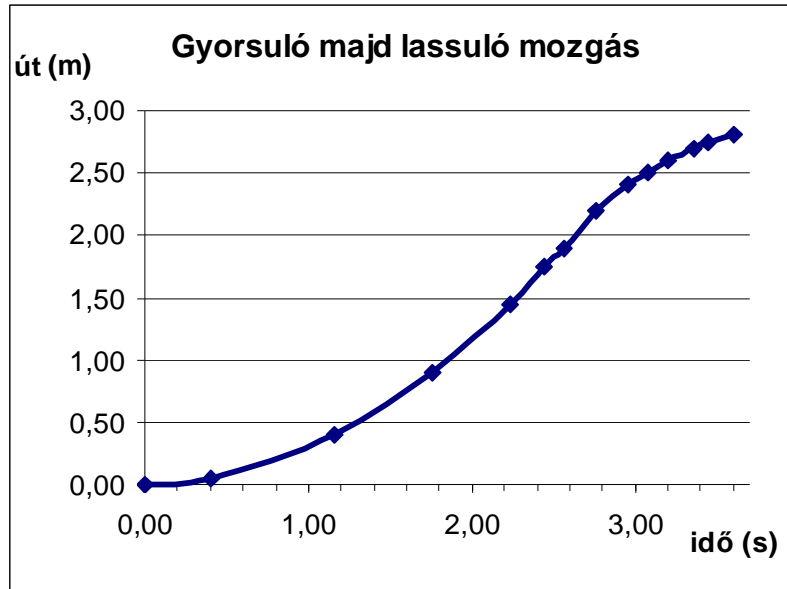
Fizika

A mechanikai mozgások tanulmányozása kötelező tananyag. Az első példában bemutatott felvételen adott hajlásszögű lejtőről legördülő golyó mozgását figyelhetjük meg, amely aztán felgurul egy másik lejtőre [3].



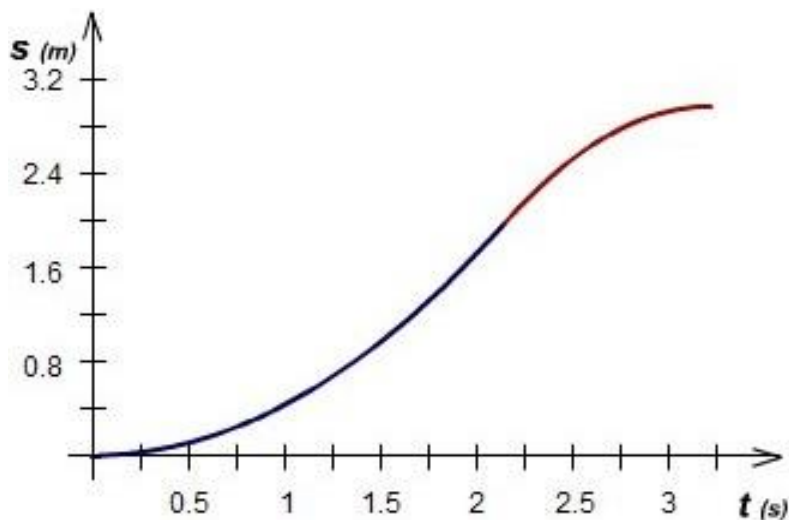
t (sec)	0,00	0,40	<u>1,16</u>	<u>1,76</u>	2,24	2,44	2,56
s (m)	0,00	0,05	<u>0,40</u>	<u>0,90</u>	1,45	1,75	1,90
t (sec)	2,76	2,96	3,08	3,20	<u>3,36</u>	<u>3,44</u>	3,60
s (m)	2,20	2,40	2,51	2,60	2,70	2,75	2,80

1. ábra Négy fázis a lejtőn legördülő, majd lejtőre felfutó golyó mozgását rögzítő felvételtől, valamint a leolvasott értékeket bemutató táblázat.



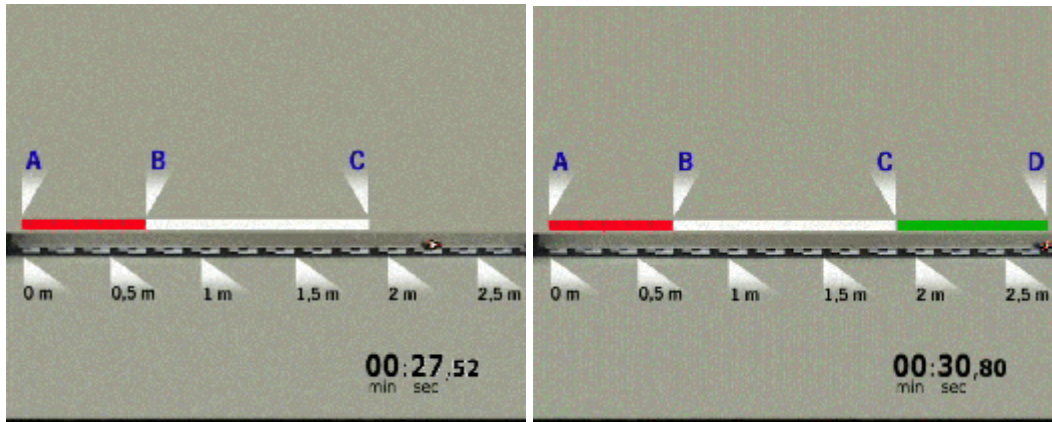
2. ábra A 1. ábra táblázata alapján készült út-idő diagram

A 2. ábrán jól látható, hogy a golyó az első szakaszban, a lejtőn lefelé haladva gyorsuló, a második szakaszban, a lejtőn fölfelé haladva lassuló mozgást végzett. Az alábbi 3. ábra a fenti mérési eredmények igazolására készült, számított értékek alapján, azonos lejtőszögek esetén, a közegellenállás, súrlódás elhanyagolása mellett.



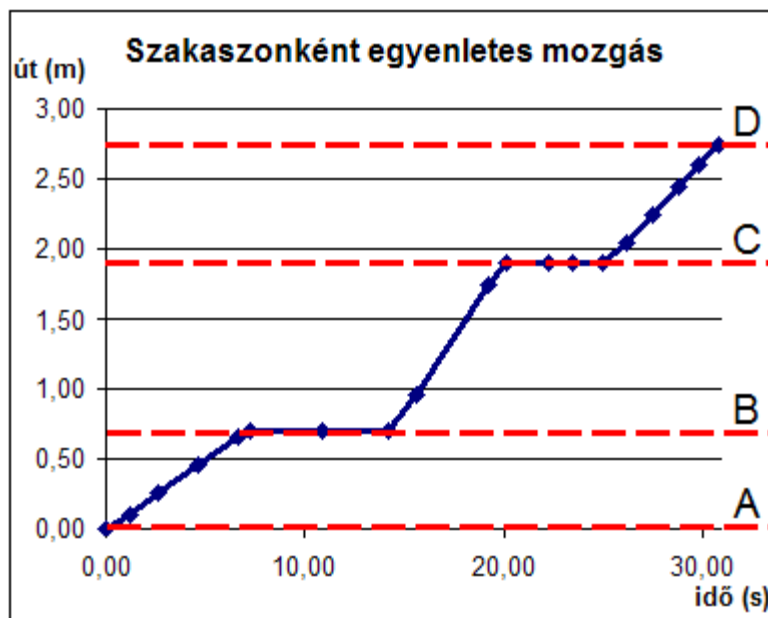
3. ábra A szimuláció által megjelenített út-idő diagram. A „kísérlet” paraméterezése 1. ábra által bemutatott videofelvételen rögzített kísérlet paraméterezésével megegyező. Ezzel magyarázható az ábra és a 2. ábra hasonlósága

A következő felvételen szakaszonként egyenletes sebességgel haladó kiskocsi mozgását kísérhetjük figyelemmel. Az 5. ábrán jól látható, hogy a kiskocsi az B és C pontokban bizonyos ideig megállt, illetve a három útszakaszt különböző sebességgel tette meg.



t (sec)	0,00	1,16	4,64	6,68	7,24	10,88	14,24	15,56
s (m)	0,00	0,10	0,45	0,65	0,70	0,70	0,70	0,95
t (sec)	19,24	20,08	22,28	23,48	25,00	26,12	<u>27,52</u>	<u>30,80</u>
s (m)	1,75	1,90	1,90	1,90	1,90	2,05	2,25	2,75

4. ábra Összetett mozgás két fázisa, és a leolvasások alapján készült táblázat

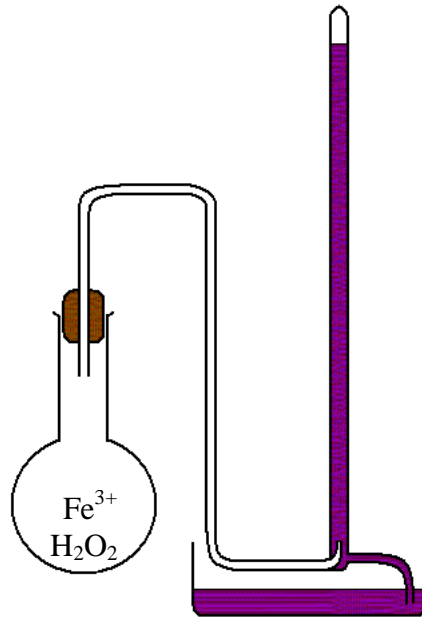


5. ábra A 4. ábra táblázata alapján készült út-idő diagram.

Kémia

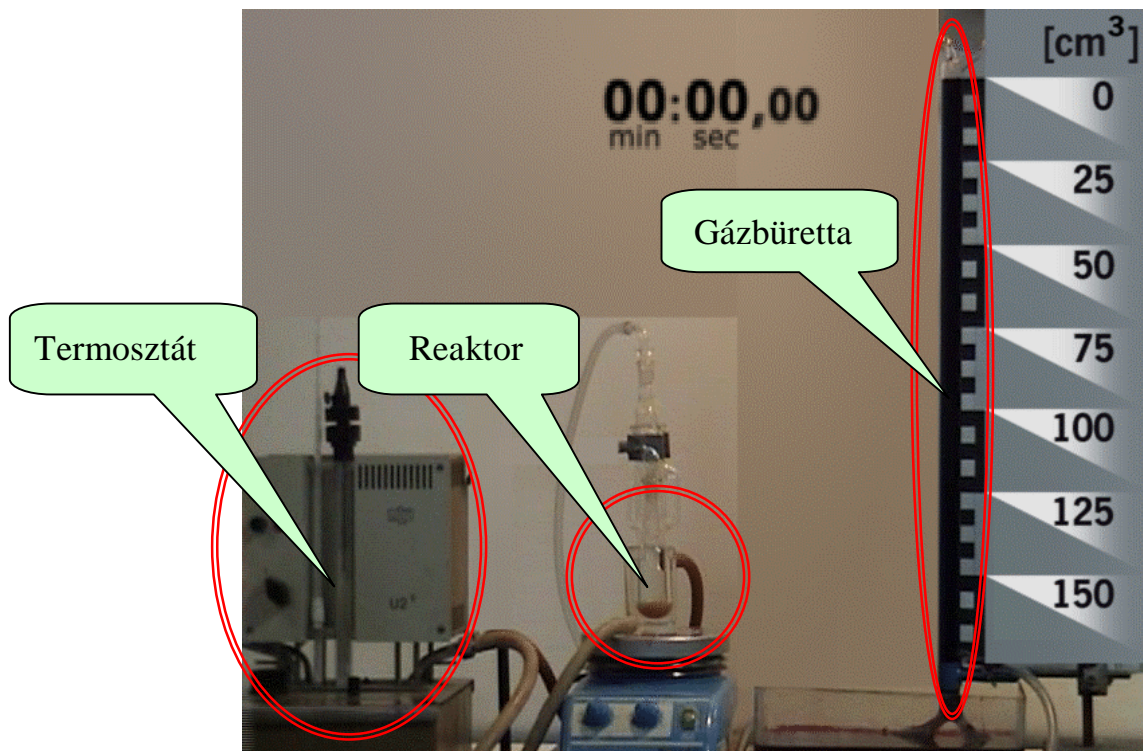
A fenti példák bizonyítják, hogy ez a módszer eredményesen alkalmazható a távolság mérésére. Szeretnénk azonban, ha más jellegű mérések esetében is alkalmazható volna. Ennek érdekében kémiai kísérleteket terveztünk. A kísérletek során a keletkezett anyagok térfogatát kell megmérnünk, de ez könnyen visszavezethető a távolság mérésére.

Az első kísérletben hidrogén-peroxidból előállított O_2 -gáz keletkezésének időfüggését vizsgáltuk. A kísérlethez egy speciális gázbürettát kellett készíteni, amelyről folyamatosan nagy pontossággal leolvasható a keletkezett gáz térfogata.



6. ábra A gázfejlesztő készülék a gázbürettával.

A gázbürettába alulról bevezetett gáz kiszorítja a folyadékot, ami a gázbüretta alatt elhelyezett edényben gyűlik össze. Az aktuális térfogat a folyadékoszlop magasságának segítségével, a készülék mellett elhelyezett skáláról olvasható le (7. ábra).

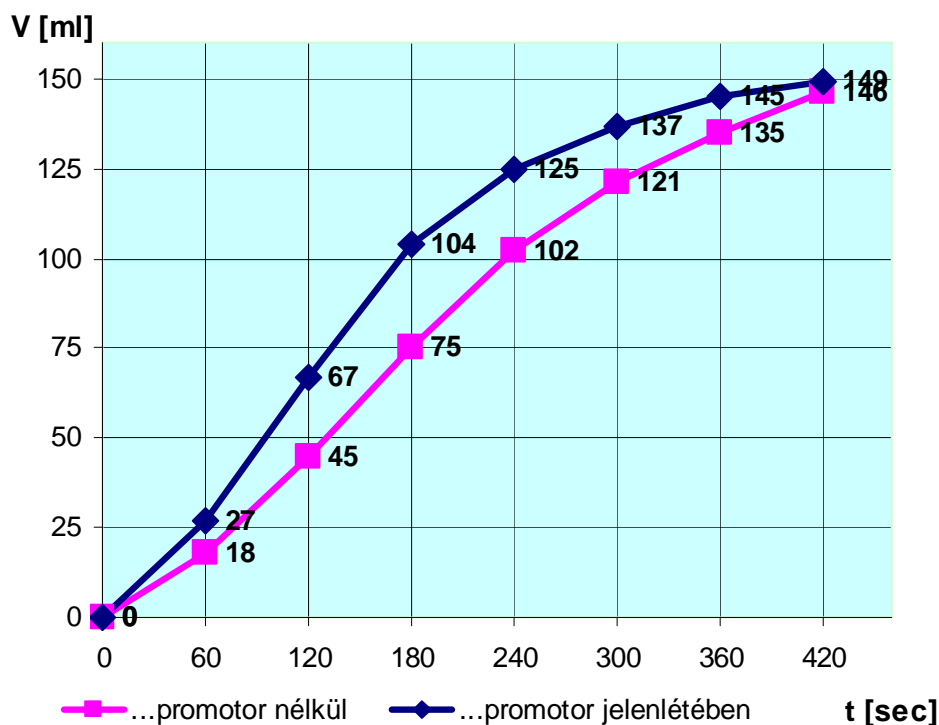


7. ábra A gázfejlesztő készülék a feltöltött gázbürettával. A skála segítségével 5 cm^3 pontossággal végezhető a leolvasás. A kísérletsorozat különböző kísérletei számára a termosztát biztosított azonos hőmérsékletet

Első esetben a hidrogén-peroxid katalitikus bomlását vizsgáltuk Fe^{3+} katalizátor hozzáadásával. A 8. ábra grafikonján jól látható, hogy Cu^{2+} (promotor) jelenlétében a reakció gyorsabban játszódik le, de a keletkező gáz mennyisége mindkét esetben azonos értékhez közelít, mert a kísérletek során minden alkalommal 5 cm^3 , 15 % (m/m)-os hidrogén-peroxid-oldatot mértünk be, ami meghatározza, hogy mennyi O_2 -gáz keletkezhet maximálisan. Mindkét görbén megfigyelhető ez a telítési szakasz, amit a gázfejlődés sebességének csökkenését mutatja. Ez az oldat koncentrációjának csökkenésével magyarázható.

t (sec)		0	60	120	180	240	300	360	420
oxigén térfogata (cm^3)	promotor nélkül	0	18	45	75	102	121	135	146
	promotor jelenlétében	0	27	67	104	125	137	145	149

Oxigén-gáz fejlődése hidrogén-peroxidból...



8. ábra A leolvasott térfogatértékeket tartalmazó táblázat és a táblázat adatai alapján készített grafikon

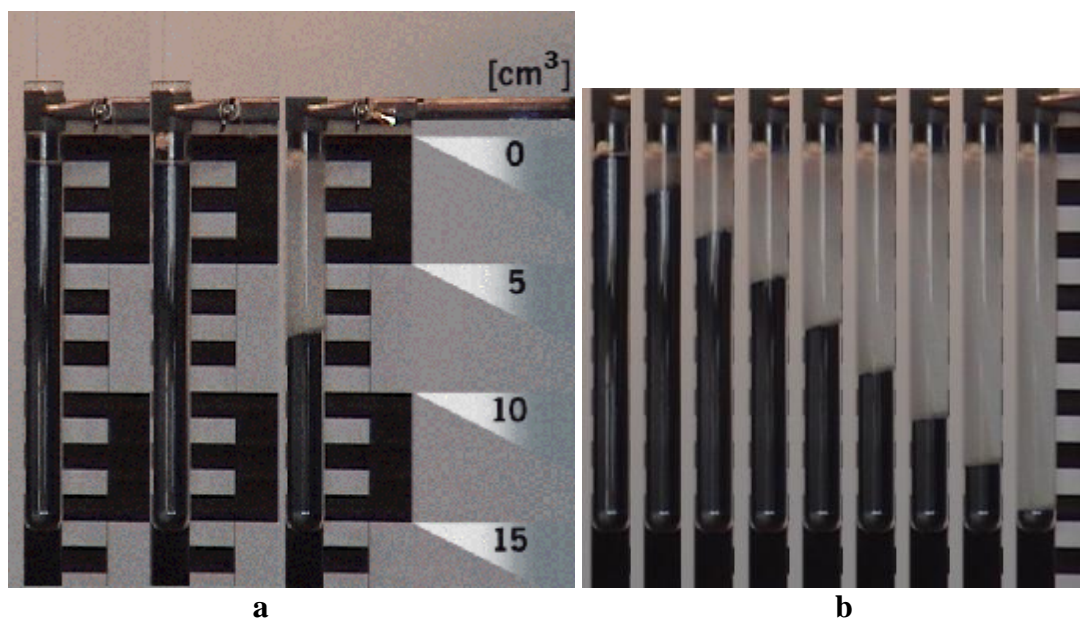
A második kísérletben a nátrium-acetát kristályosodását figyelhetjük meg. Nátrium-acetát túltelített oldatába kristályos Na-acetátot helyezünk. Ennek hatására megkezdődik a kristályok keletkezése

A mérési eredmények alapján arra a következtetésre juthatunk, hogy a kristályosodás sebessége az időben nem változik.

A Na-acetát túltelített oldatát úgy nyertük, hogy a só melegítés hatására saját kristályvizében oldódott föl.

A kristályosodás sebességét úgy értelmezhetjük, hogy egységnyi idő alatt mennyi oldott anyag megy át a szilárd fázisba. A folyamat kezdeti szakaszától eltekintve a kristály felülete nem változik, mert a kémcső keresztmetszete állandó.

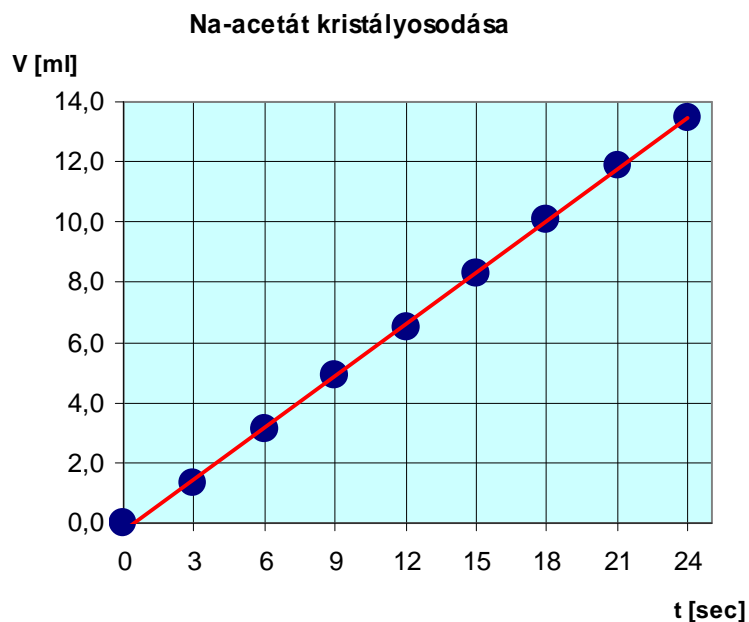
A kristályosodás sebessége a felület nagyságán kívül az oldat koncentrációjától is függ. Az oldószer és az oldott anyag aránya azonban nem változik a folyamat során.



t [s]	0	3	6	9	12	15	18	21	24
a keletkezett kristály térfogata V [cm ³]	0,0	1,3	3,1	4,9	6,5	8,3	10,1	11,9	13,5

9. ábra A kristályosodási folyamat beindítása (a), a kristálynövekedés állapotai 3 másodpercenként (b).

A leolvasott térfogatértékeket tartalmazó táblázat és a táblázat adatai alapján készített grafikon



10. ábra A leolvasott térfogatértékeket tartalmazó táblázat és a táblázat adatai alapján készített grafikon

Összegzés

A bemutatott kísérletek jól példázzák, hogy megfelelően tervezett és szerkesztett felvételekkel lehetőség nyílik a jelenség bemutatása mellett a mennyiségi változások mérésére is a megfelelő pontossággal. A fenti példák megegyeznek abban, hogy valamely mennyiség időbeli változását kísérhetjük figyelemmel. Az időmérés eszköze maga a felvétel (25 kép másodpercenként), a jelenséget kísérő változás nagyságának mérését távolságmérésre vezettük vissza.

A módszertől azt is reméljük, hogy a tanulók körében egyre kevésbé kedvelt tárgyak népszerűsége nőni fog.

Irodalom:

- [1] Geda, G., Vida, J.: Observation of mechanical movements through virtual experiments, *ICAI 2004*
- [2] Geda, G.: How to study the mechanical movements in the future through the Internet, *Динаміка наукових досліджень 2004*
- [3] Geda, G., Vida, J.: Digitális tudásbázis és fizikai mérőkísérletek, *AgriaMédia 2004*

Geda Gábor
Számítástudományi Tanszék
Eszterházy Károly Főiskola
gedag@aries.ektf.hu

Vida József
Fizika Tanszék
Eszterházy Károly Főiskola
vidajo@ektf.hu

Murányi Zoltán
Kémia Tanszék
Eszterházy Károly Főiskola
mzprx@ektf.hu

B. Tóth Szabolcs
Kémia Tanszék
Eszterházy Károly Főiskola
szabilevel@freemal.hu