



Környezetünk eszközei és a természettudományos nevelés

Szakmány Tibor

PhD hallgató

SZTE Kísérleti Fizikai Tanszék



Tartalom:



- Bevezető
- Történeti áttekintés
- A digitális fényképezőgépről általában, működése
- Fényképezés, videófelvétel - mozgások elemzése
- Polarizáció, színkeverés
- Digitális spektroszkóp
- NIR érzékenység
- Time laps fényképezés
- Mérjük meg a Hold keringési idejét



Bevezető



A széles körben elterjedő modern digitális eszközök új lehetőségeket kínálnak az órai szemléltetésben, kísérletezésben, és mérési gyakorlatokban.

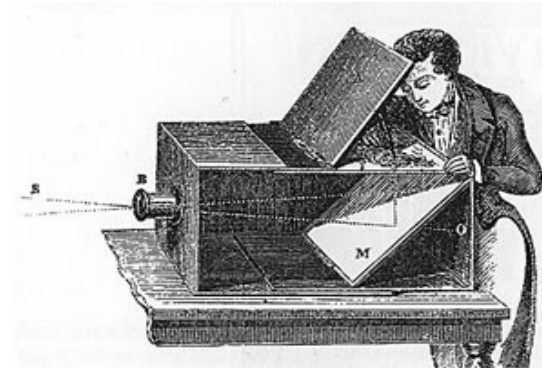




A digitális fényképezés története



- Camera obscura már az ókorban ismerik
- 1826. első fénykép
- XIX.század Nicéphore Niépce, Louis Daguerre, Fox Talbot fényképezés alapjai, fényérzékeny ezüst-halogenid szemcsék
- 1839. Daguerreotype





A digitális fényképezés története



- George Eastmann (1898):
fényérzékeny szemcsék
celluloid filmen zselatin
alapú emulzióban
- Lumière-testvérek:
színesfilm
- Leica (Leitz camera) 1925-
ben
- Számítógép és televízió
1950-es évekre



[1] Wikipedia - Internetes szabad lexikon (2009.03.14.)
http://hu.wikipedia.org/wiki/A_f%C3%A9nyk%C3%A9pez%C3%A9s_t%C3%B6rt%C3%A9nete



A digitális fényképezés története



- 1960-ra NASA digitális jeltovábbítási módszert dolgoz ki
- 1969-ben Willard Boyle és George Smith kifejlesztik a CCD-t
- 1986. Canon RC710 az első digitális fényképezőgép kereskedelmi forgalomban
- Napjainkra széles körben elterjedtek
- Beköszöntött a digitális fényképezés kora

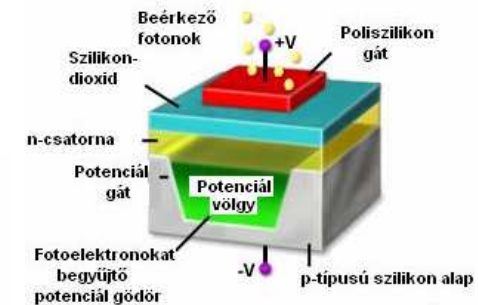
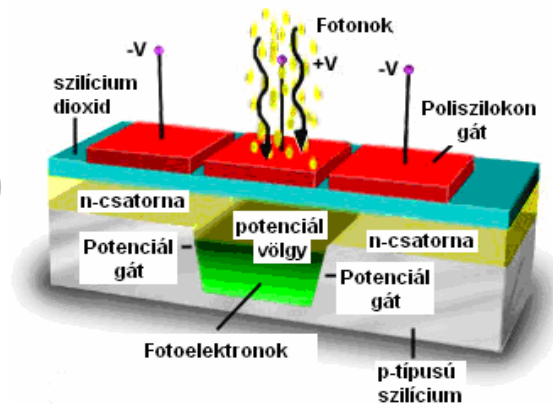
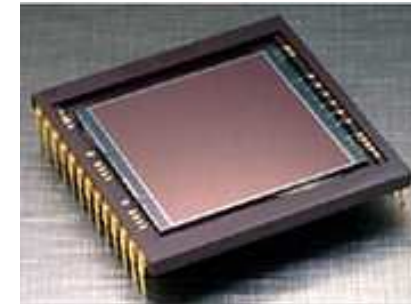


[2] Wikipedia - Internetes szabad lexikon (2006.11.08.)
http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_camera#History

CCD működése



- A digitális fényképezőgép lelke a CCD, CMOS chip, fényérzékeny cellák kétdimenziós mátrixa
- Fém-oxid félvezető (MOS)
- Pixel (picture element)



[3] Davidson, Michael W. and Abramowitz, Mortimer: Concepts in Digital Imaging Technology, Molecular ExpressionsTM honlapja (2006.11.12.)
<http://microscopy.fsu.edu/primer/digitalimaging/concepts/concepts.html>



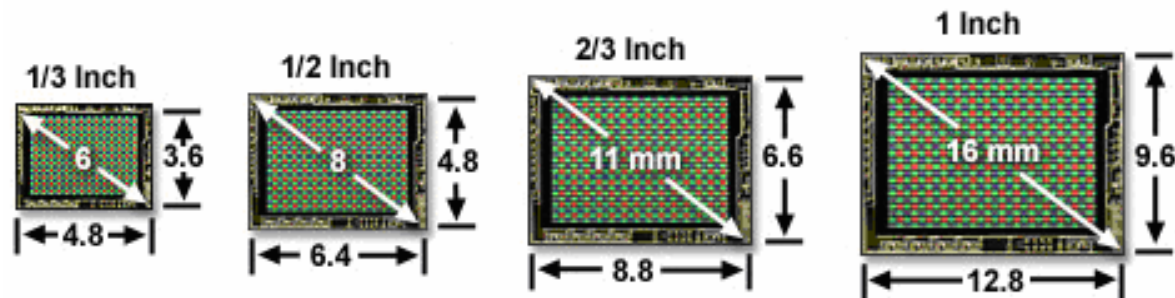
Felbontás, méret



- Leggyakoribb felbontások

640 x 480 pixel	0,3 Mpixel
1024 x 768 pixel	0,9 Mpixel
1280 x 960 pixel	1,3 Mpixel
2048 x 1536 pixel	3,1 Mpixel
2816 x 2112 pixel	6 Mpixel
3264 x 2448 pixel	8 Mpixel
3648 x 2736 pixel	10 Mpixel
4000 x 3000 pixel	12,1 Mpixel

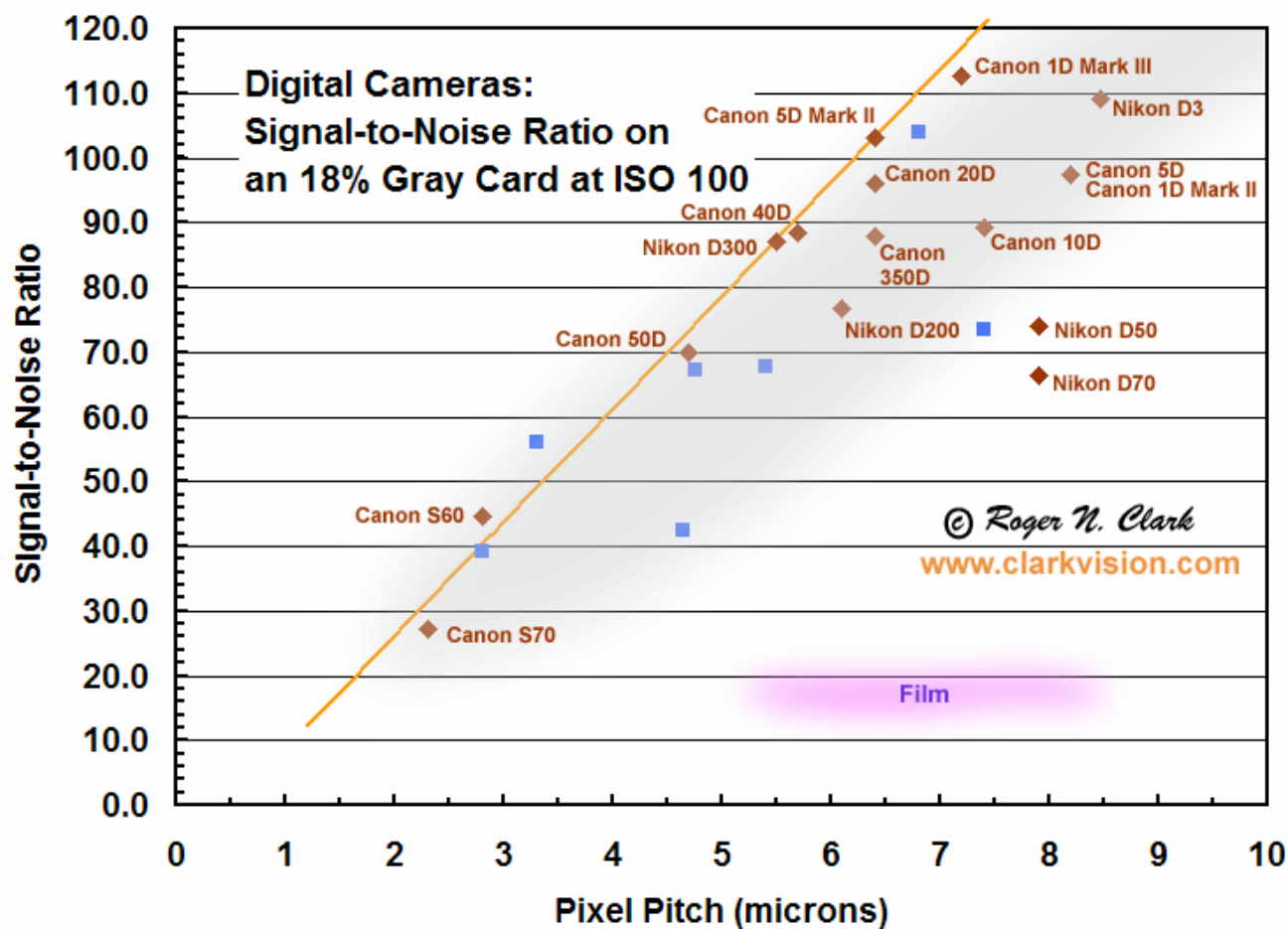
- Leggyakoribb érzékelő méretek



Megapixel háború



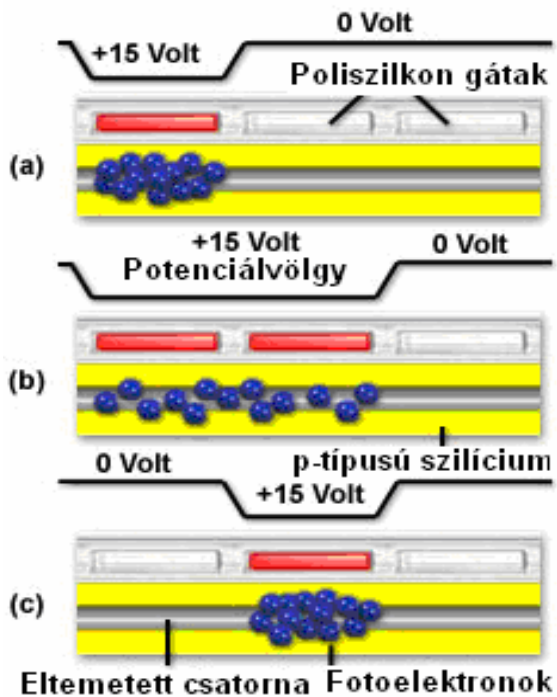
- Jel-zaj arány a pixel méretének függvényében



Kiolvasás, töltések léptetése



- A kiolvasás menete
- A töltések léptetése, háromfázisú órajel

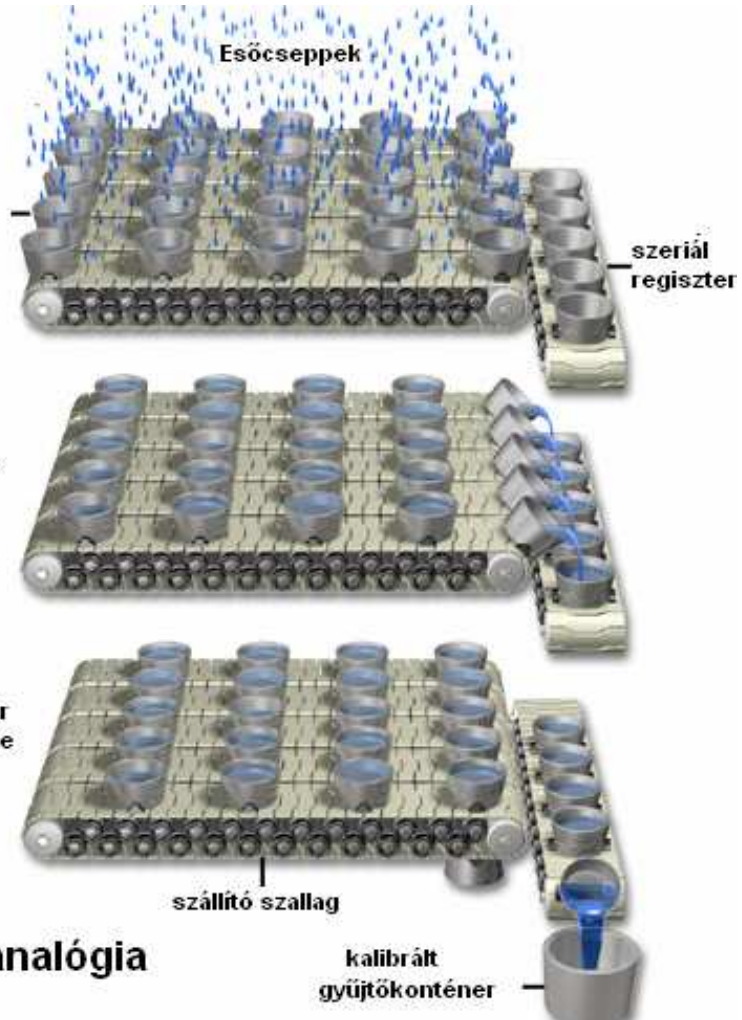


(a) Expozíció

elszigetelt párhuzamos sorok

(b) Sorok léptetése

(c) Szeriál regiszter léptetése

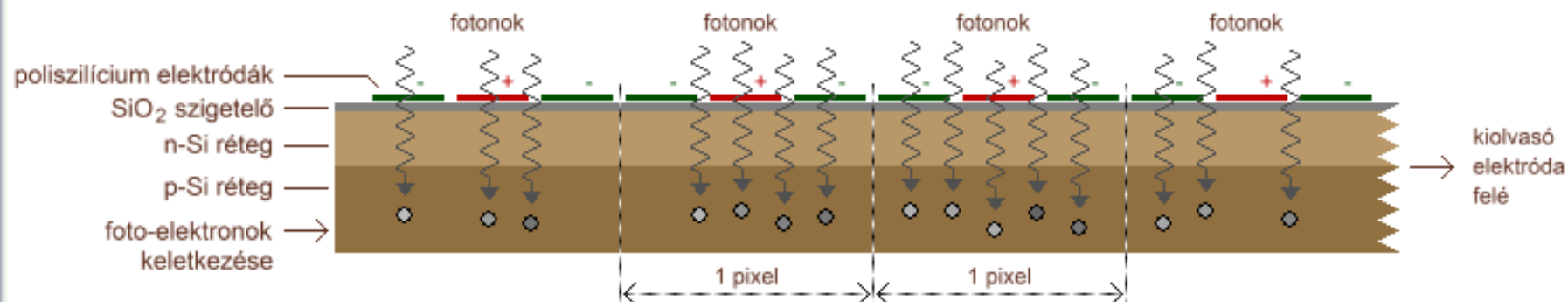


Vödör analógia

kalibrált gyűjtőkonténer



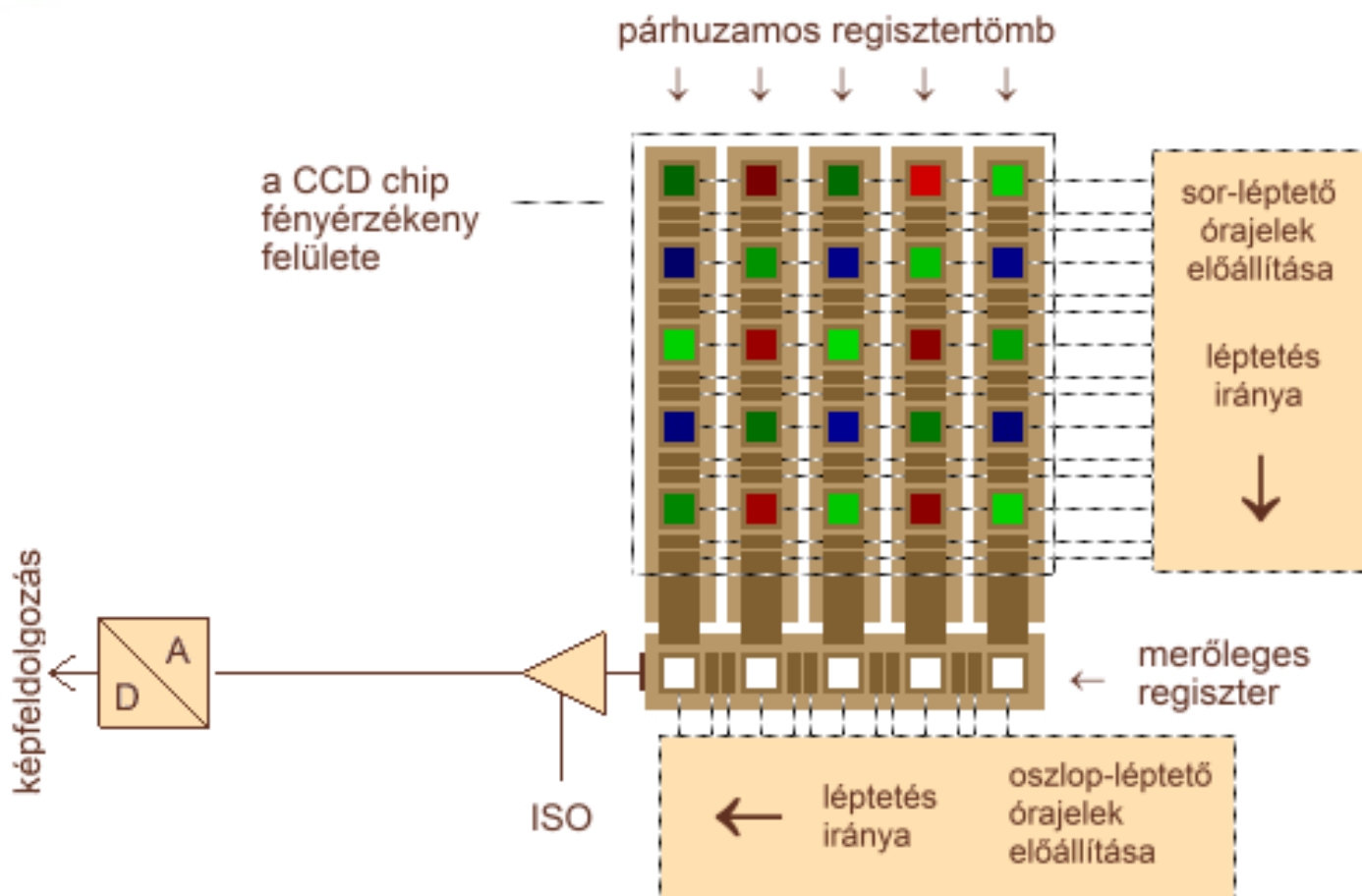
Kiolvasás, töltések léptetése



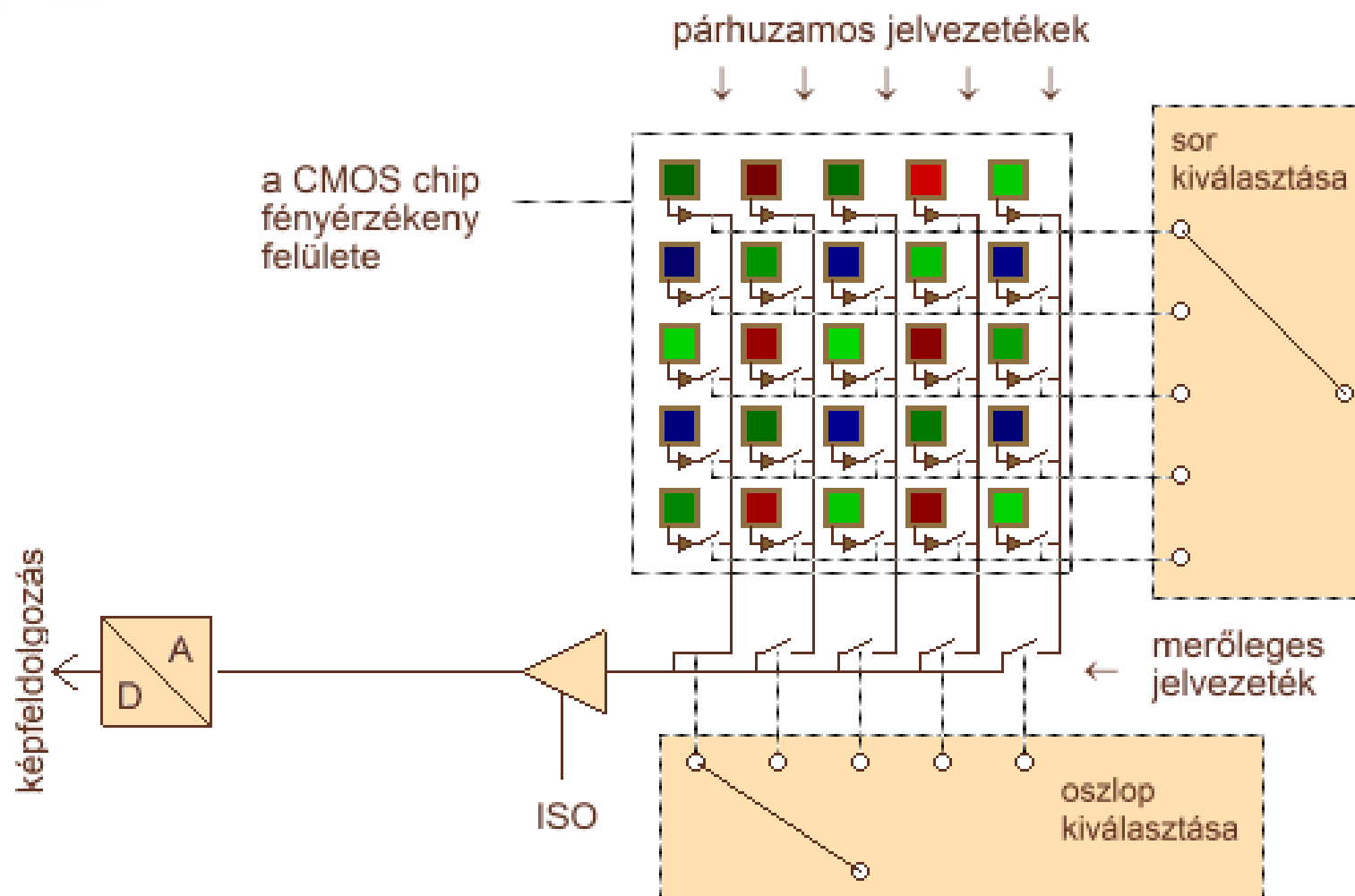
[4] Nagy Krisztián - Érzékelők 1, Pixinfo.com (2009.07.06.)
http://pixinfo.com/cikkek/fotoelmelet_erzekelok_1



Kiolvasás, töltések léptetése



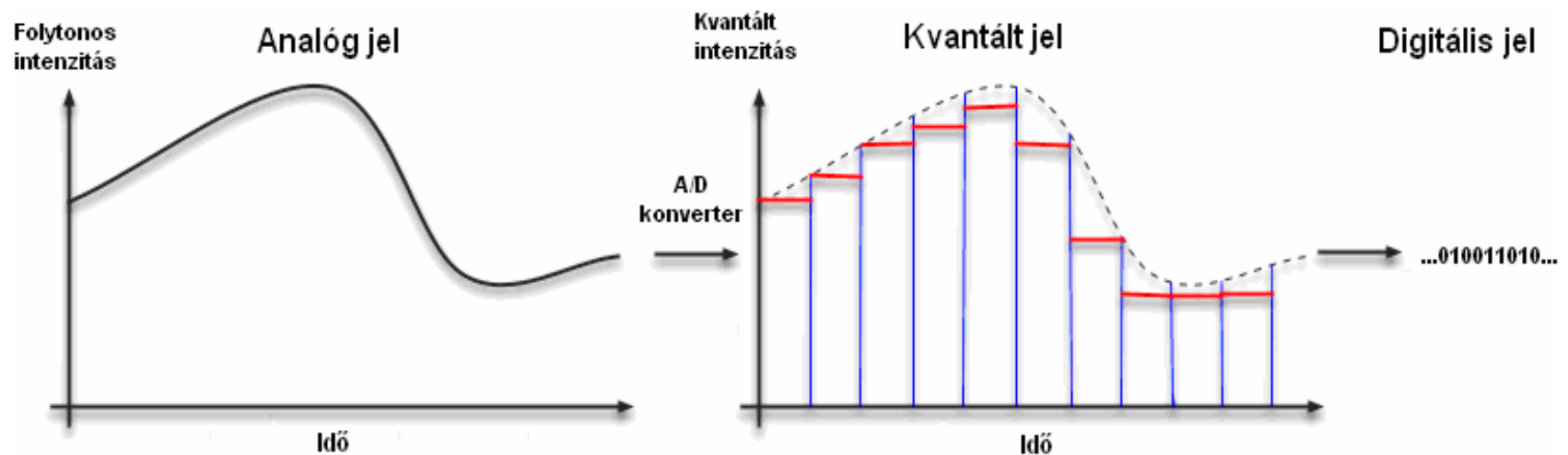
Kiolvasás, töltések léptetése



A/D konverzió



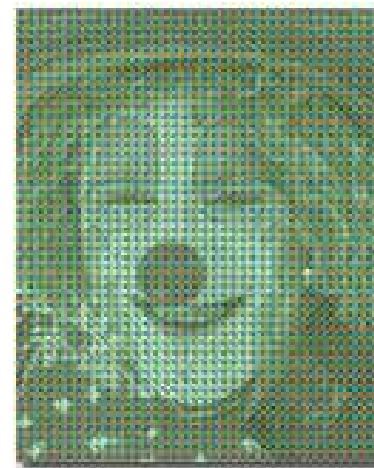
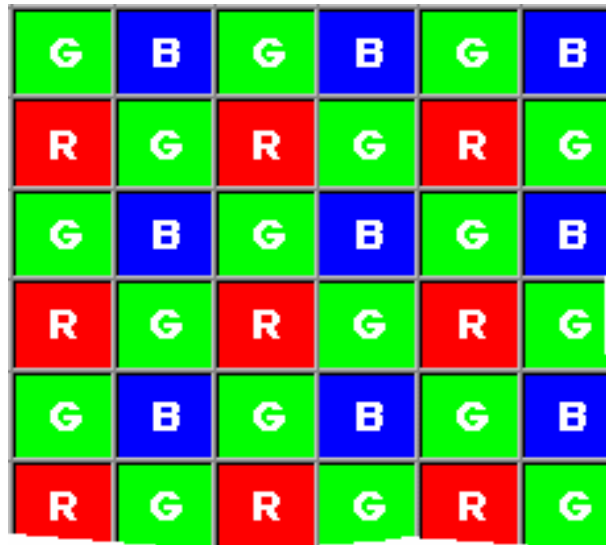
- Analóg jel erősítése
- A/D konverzió
- Digitális jelek:
JPEG 8 bit (256 érték)
(RAW kép 12 bit, professzionális gépek 14-16 bit)



Digitális színeskép



- Alapja a Bayer színszűrő
- Színkeverés három alapszínből
- $256 \times 256 \times 256 = 16,7$ millió szín



(a)



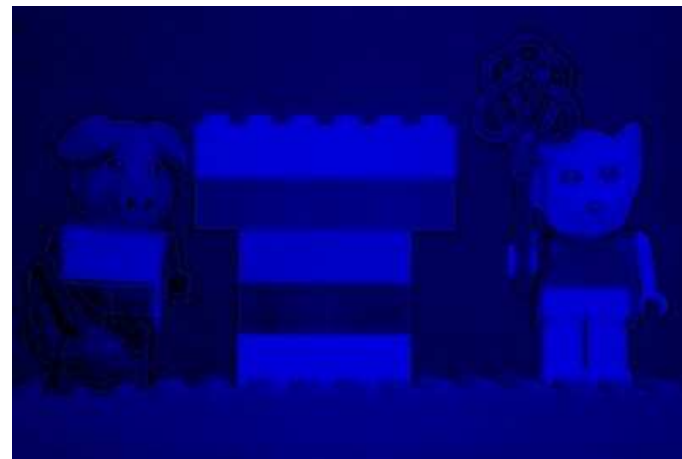
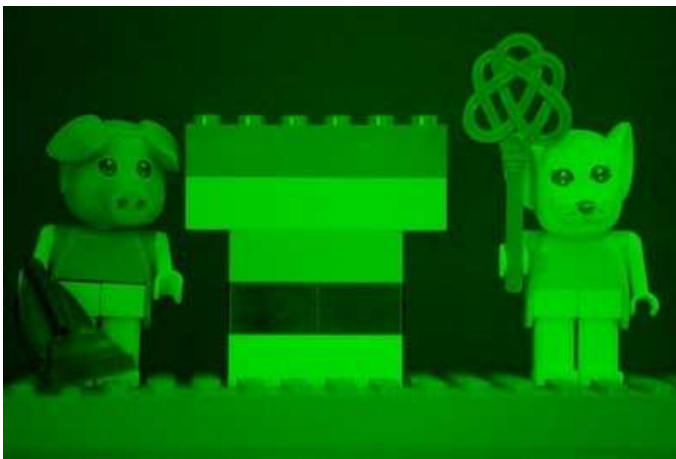
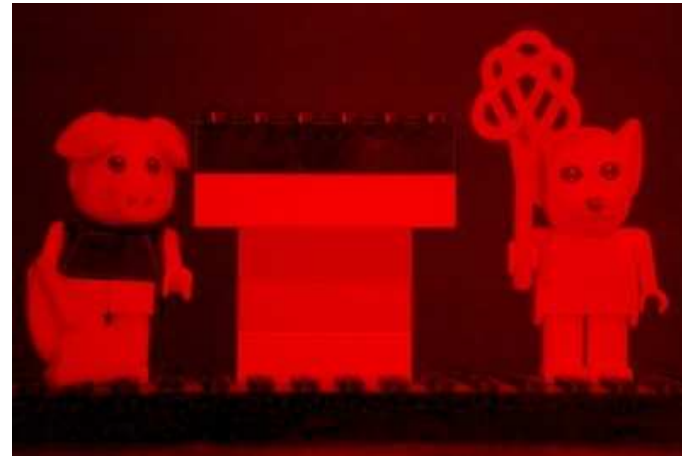
(b)



Színkeverés



- Fényképek Bayer színszűrőkkel



Felhasználás



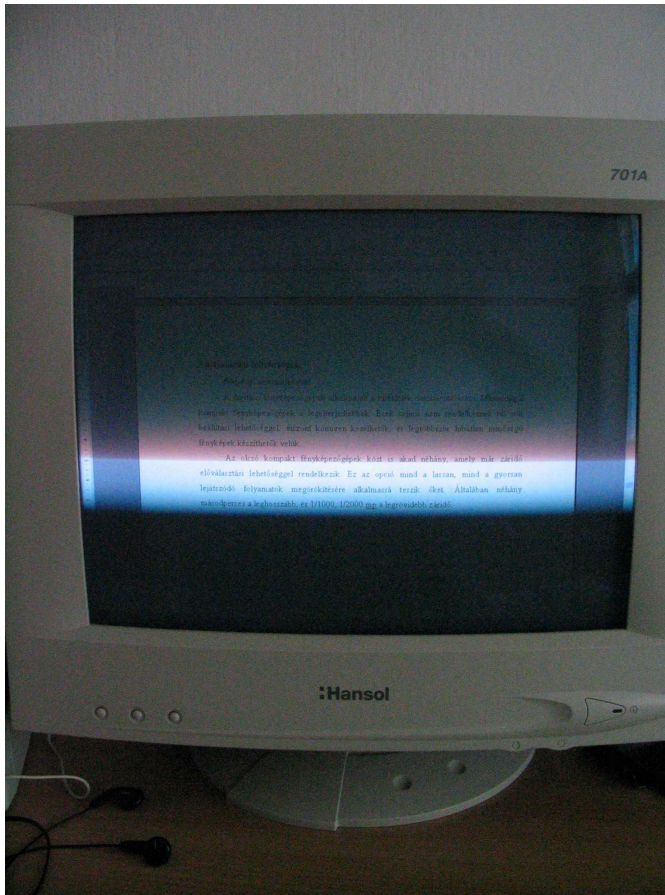
- Fénykép, sorozatkép, videofelvétel készítése szinte bárhol, bármikor
- Képek számítógépre mentése
- Számítógépről vezérelt fényképezés



Fényképezés



- Fényképezés rövid és hosszú záridővel



Fényképezés



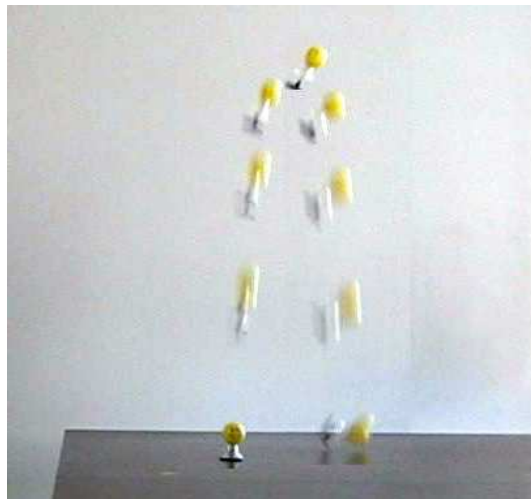
- Makró



Sorozatfelvétel, nyomkép



- Sorozatfelvétel, videofelvétel - nyomkép





A fizikaoktatásban



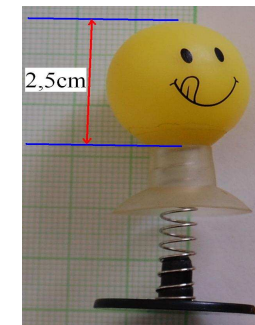
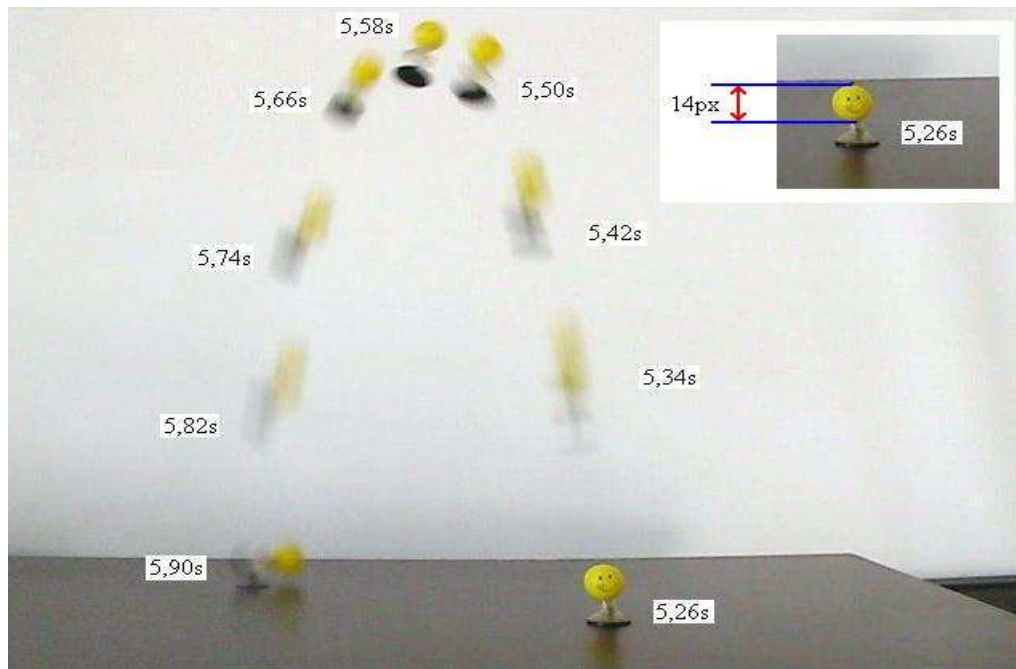
- Videofelvétel képkockánkénti vetítése, elmentése *Windows Movie Maker*-rel



A fizikaoktatásban



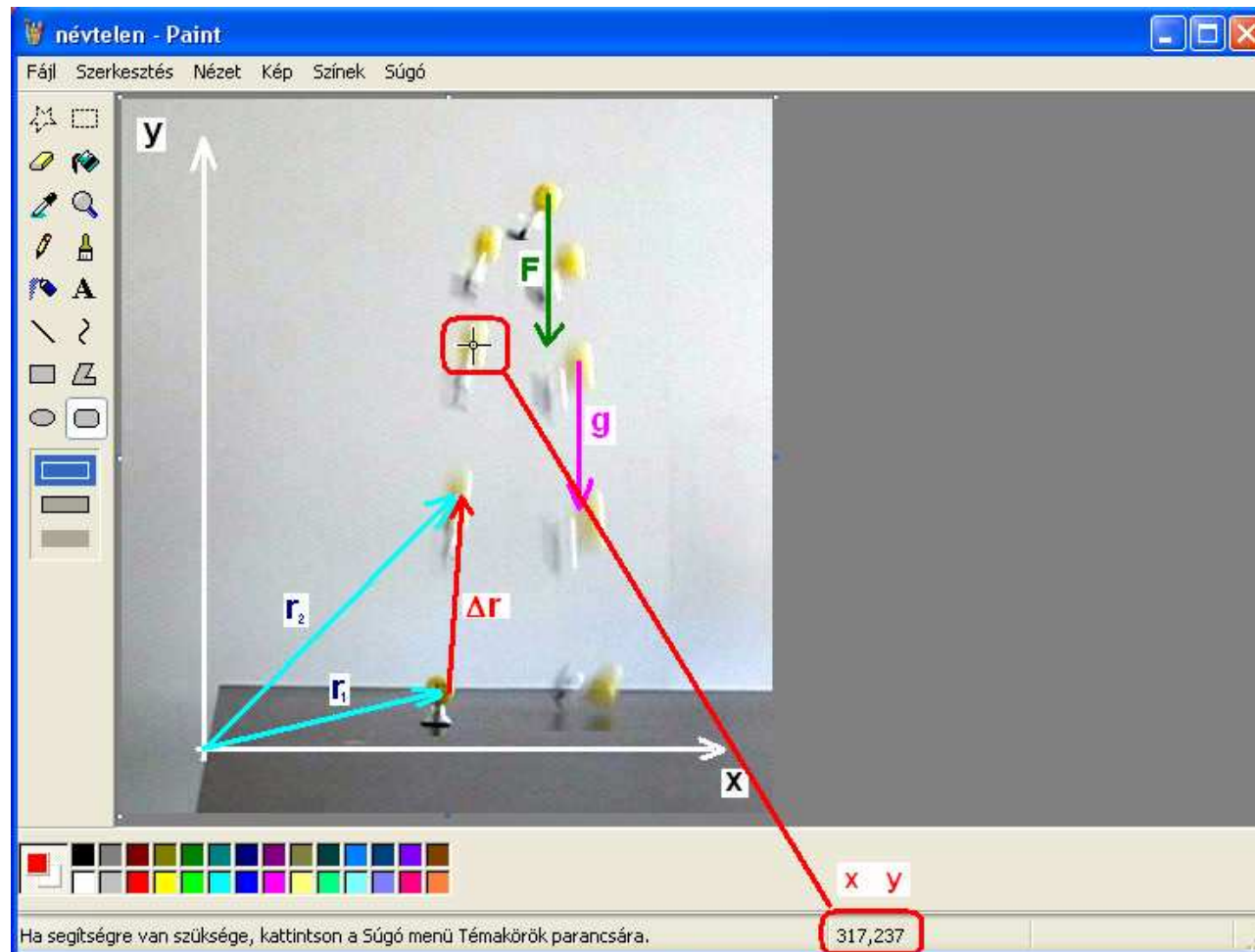
- Sorozatképek, videofelvételek képkockáinak illesztése *Paint*-tel



A fizikaoktatásban



- Rajzolás és koordináták meghatározása *Paint*-ben



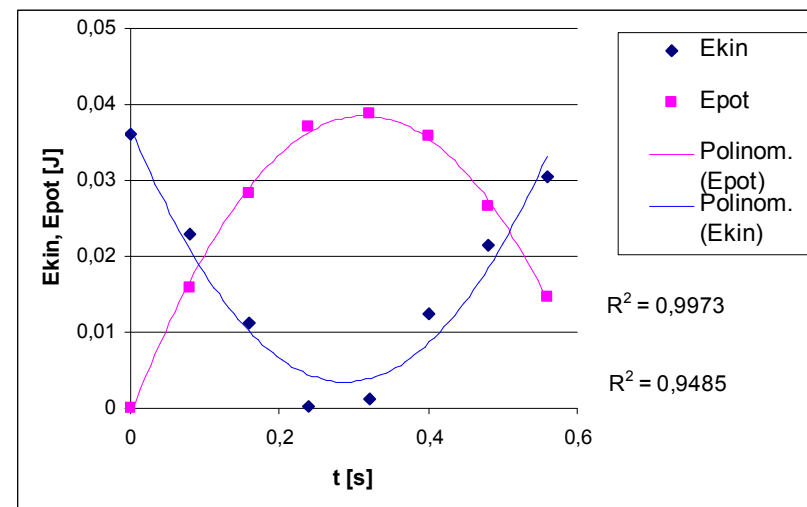
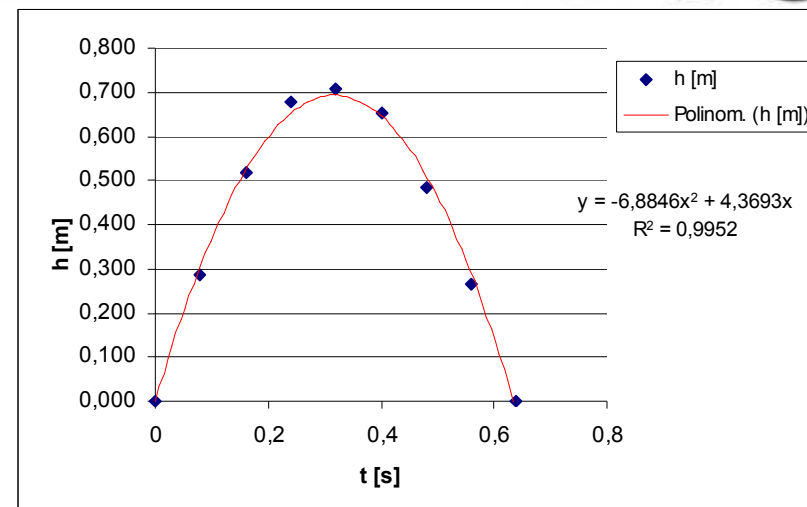
A fizikaoktatásban



• Adatfeldolgozás Excel-lel

t AVI [s]	t [s]	h paint [px]	h [px]	h [m]
5,26	0	414	0	0,000
5,34	0,08	253	161	0,288
5,42	0,16	125	289	0,516
5,5	0,24	35	379	0,677
5,58	0,32	19	395	0,705
5,66	0,4	48	366	0,654
5,74	0,48	142	272	0,486
5,82	0,56	266	148	0,264
5,9	0,64	397	17	0,000

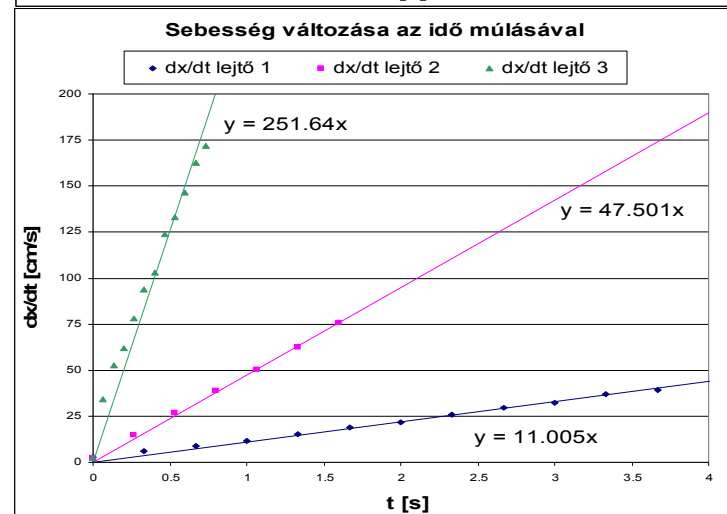
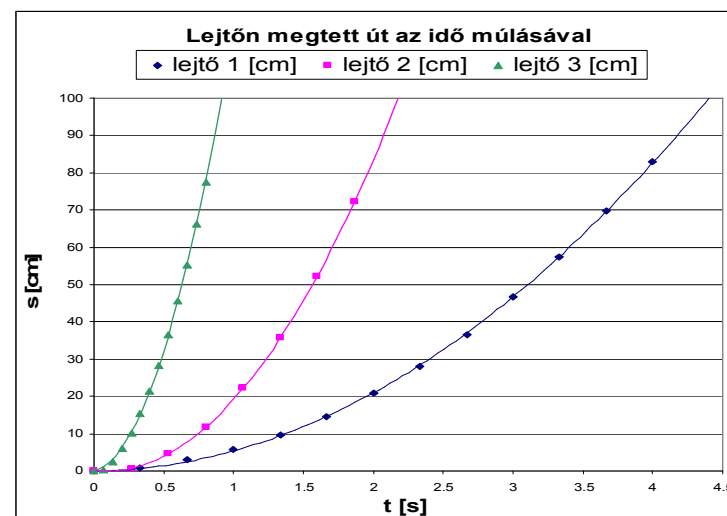
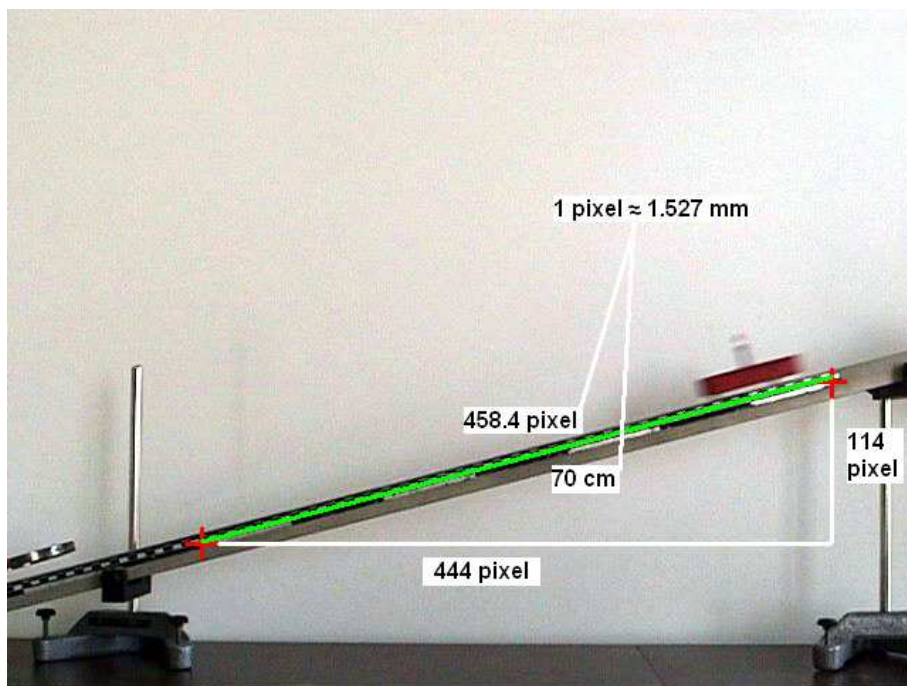
$\Delta h/\Delta t$	Ekin	Epot
3,59375	2	0
3	7	4
9	0,0113	1
3	7	0,03718
2	3	0,03875
1	7	5
6	1	3
7	8	9



A fizikaoktatásban



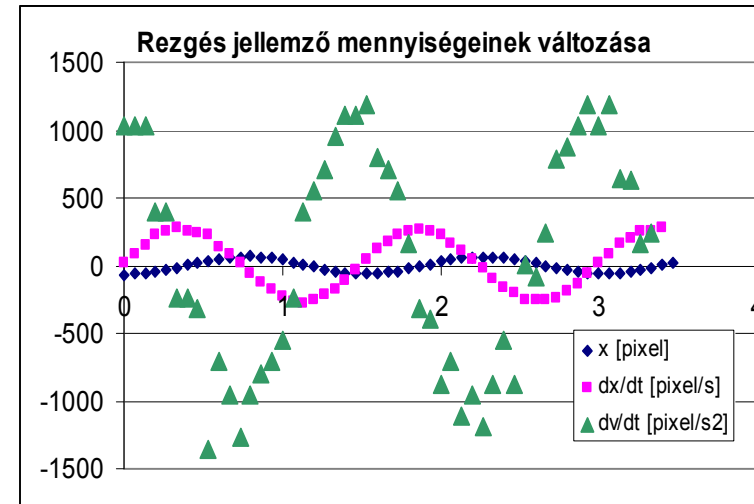
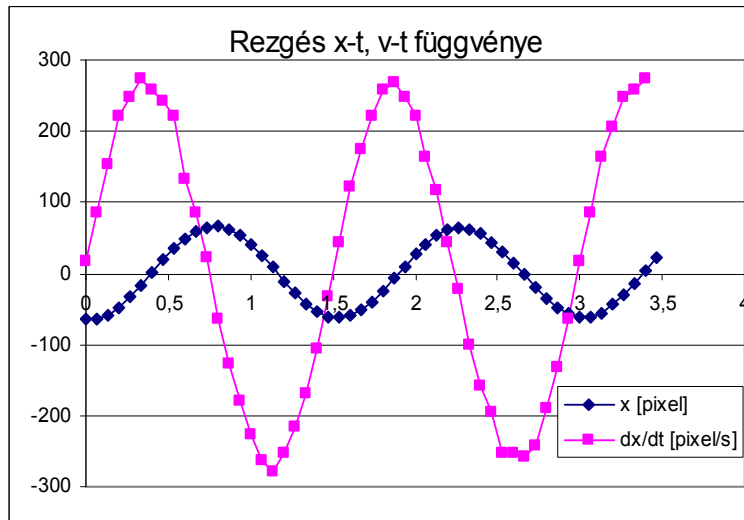
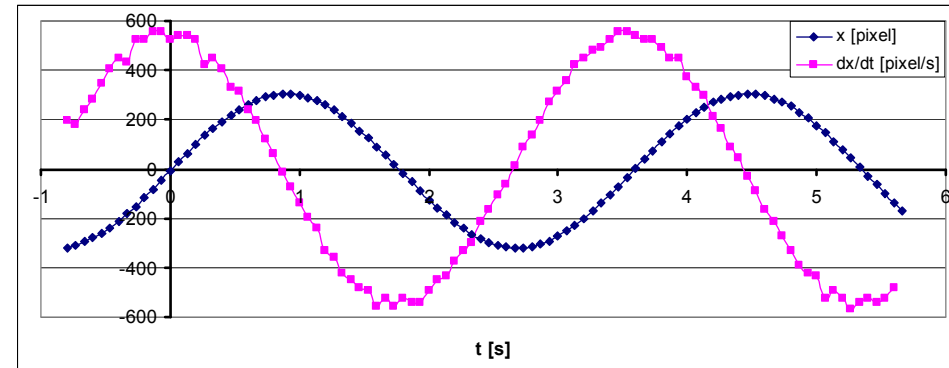
- Sebesség és gyorsulás kvantitatív mérése



A fizikaoktatásban



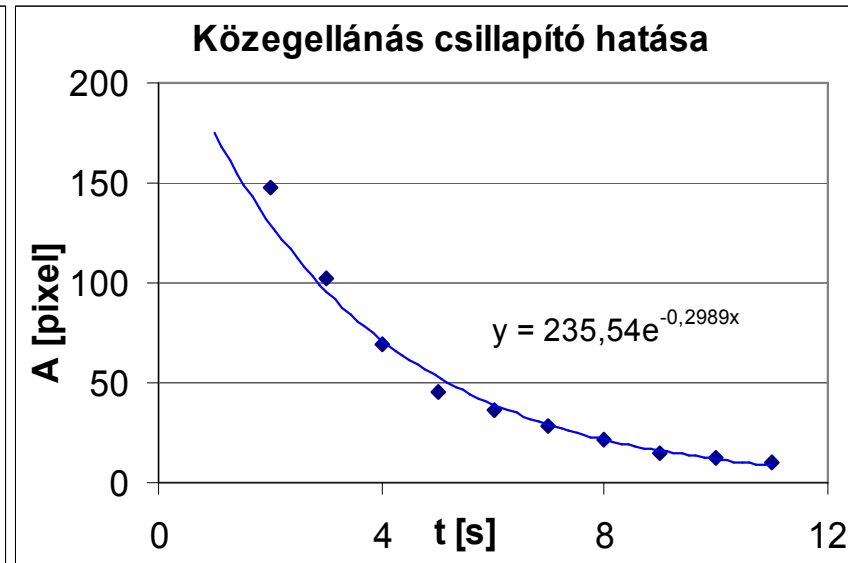
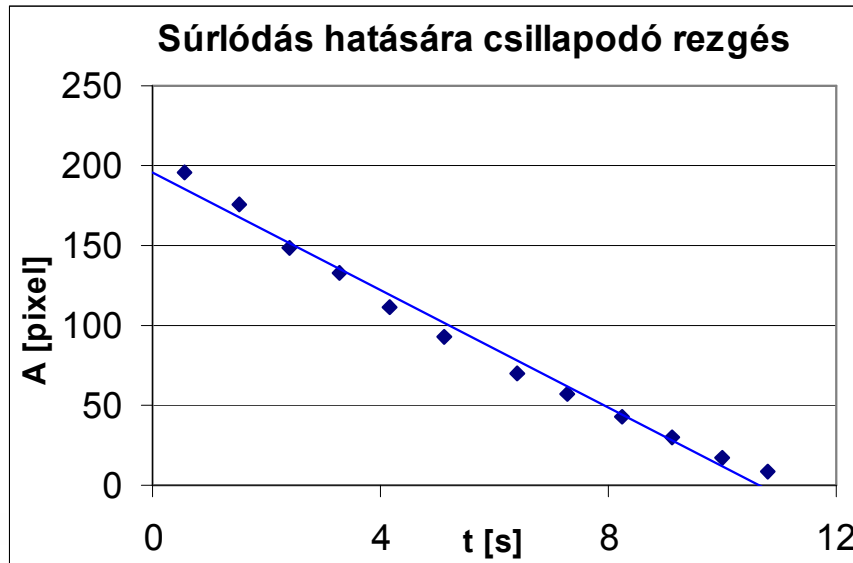
• Rezgőmozgás és körmozgás kapcsolata



A fizikaoktatásban



- Csillapodó rezgések burkoló görbéi



A fizikaoktatásban



- Mérések összevetése a CASSY számítógépes mérőrendszerrel



A fizikaoktatásban



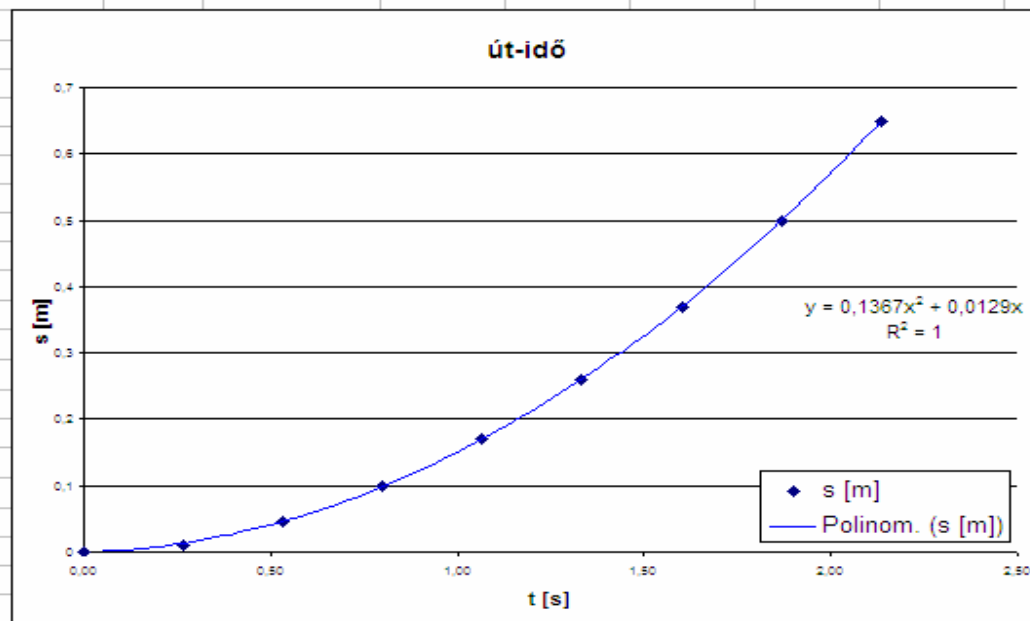
- Kezdés $t=0$, $s=0$, 4 képkockánként

frame	t [s]	s [m]
0	0.00	0
4	0.27	0.01
8	0.53	0.045
12	0.80	0.1
16	1.07	0.17
20	1.33	0.26
24	1.60	0.37
28	1.87	0.5
32	2.13	0.65

megjegyzés:

4 frameként,
képkockasebesség= 15 fps
Canon PowerShot A75

képkockas	15 fps
a CASSY=	0.267 m/s*s
a digif=	0.273 m/s*s
rel.hiba=	2.397 %



A fizikaoktatásban

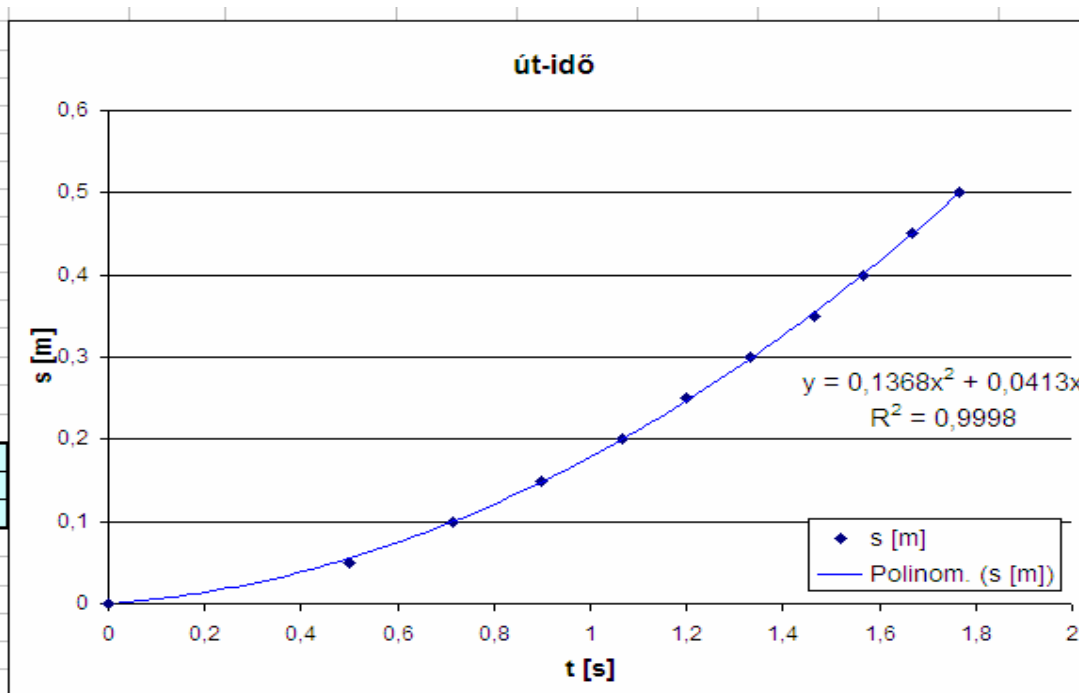


- Kezdés $t=0$, $s=0$, 5cm-ként

frame	t [s]	s [m]
0	0	0
15	0.5	0.05
21,5	0,716667	0.1
27	0.9	0.15
32	1,066667	0.2
36	1.2	0.25
40	1,333333	0.3
44	1,466667	0.35
47	1,566667	0.4
50	1,666667	0.45
53	1,766667	0.5

megjegyzés:
 framek száma 5cm-enként,
 képkockasebesség= 30 fps
 Canon S5IS

képkockas	30 fps
a CASSY=	0,266 m/s*s
a digif=	0,274 m/s*s
rel.hiba=	2,857 %



A fizikaoktatásban

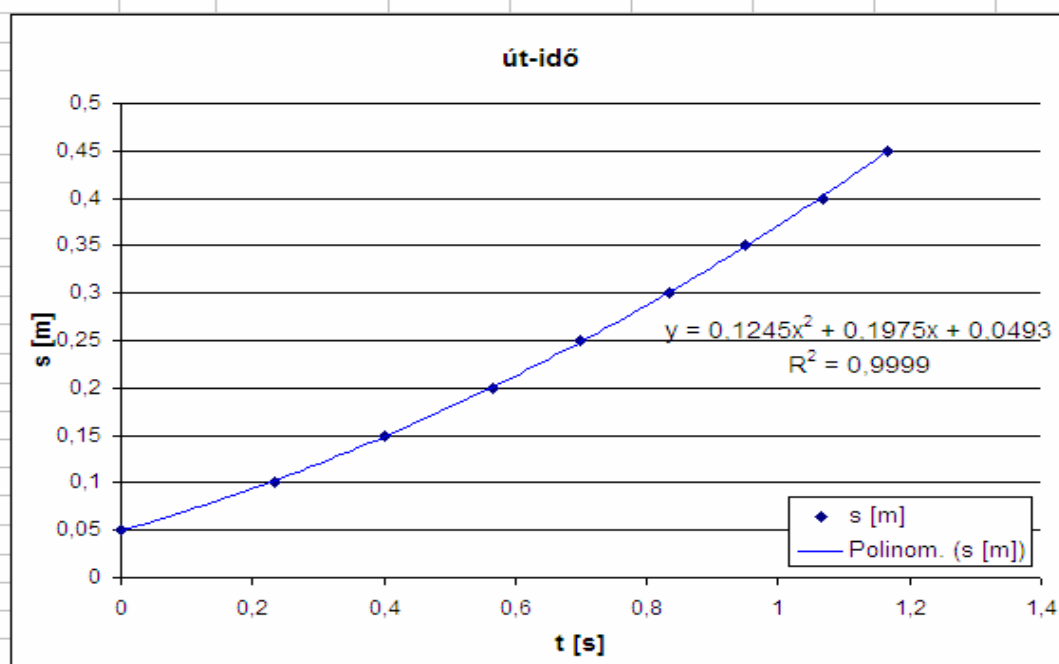


- Kezdés $t=0$, $s \neq 0$, 5cm-ként

frame	t [s]	s [m]
0	0	0,05
7	0,233333	0,1
12	0,4	0,15
17	0,566667	0,2
21	0,7	0,25
25	0,833333	0,3
28,5	0,95	0,35
32	1,066667	0,4
35	1,166667	0,45

megjegyzés:	
framek száma 5cm-enként,	
képkockasebesség=	30 fps
kezdőpont 5cm-nél	
0. frame 5cm-nél	
Canon S5IS	

képkockas	30 fps
a CASSY=	0,255 m/s*s
a digif=	0,249 m/s*s
rel.hiba=	-2,353 %



A fizikaoktatásban

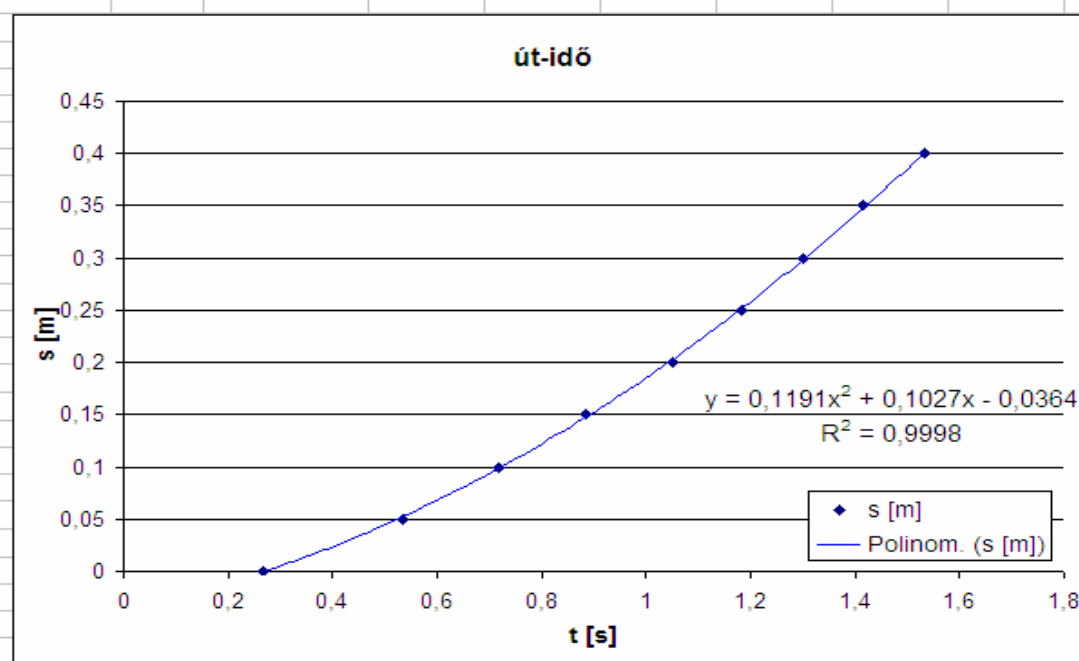


- Kezdés $t \neq 0$, $s \neq 0$, 5cm-ként

frame	t [s]	s [m]
8	0,266667	0
16	0,533333	0,05
21,5	0,716667	0,1
26,5	0,883333	0,15
31,5	1,05	0,2
35,5	1,183333	0,25
39	1,3	0,3
42,5	1,416667	0,35
46	1,533333	0,4

megjegyzés:	
framek száma 5cm-enként,	
képkockasebesség=	30 fps
kezdőpont nem 0cm-nél	
Canon S5IS	

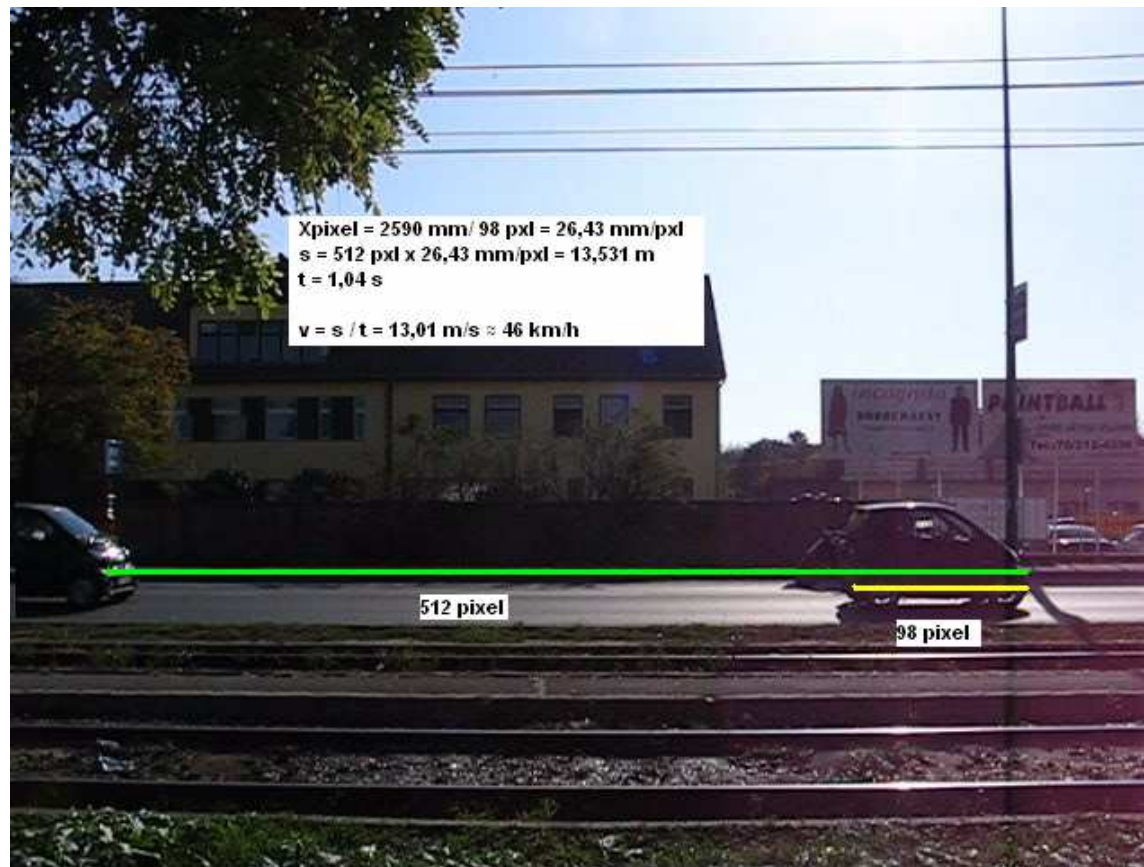
képkockas	30 fps
a CASSY=	0,254 m/s*s
a digif=	0,238 m/s*s
rel.hiba=	-6,220 %



A fizikaoktatásban



- Újszerű mérési gyakorlatok
pl: autók sebességének mérése



A fizikaoktatásban



- A digitális fényképezőgépek, mobiltelefonok kijelzői és az LCD monitorok polarizált fényt bocsátanak ki

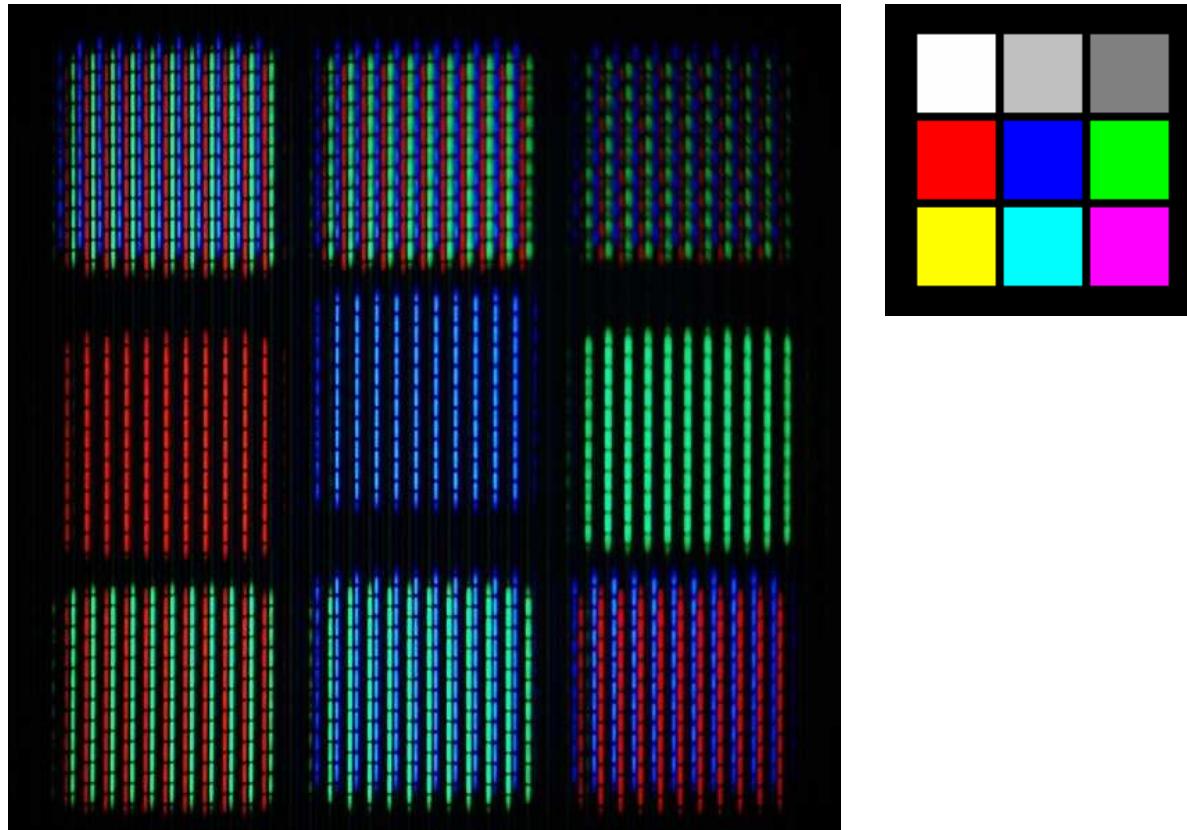


A fizikaoktatásban



Színkeverés:

- Monitorok, kijelzők - makró fotók



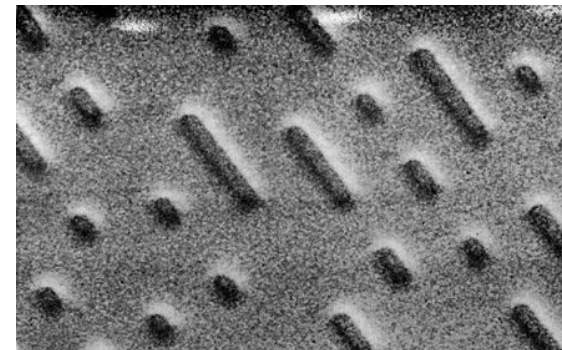
„Digitális spektroszkóp”



- Bontó elem: CD
- Az adatokat rövid és hosszú mélyedések spirális barázdákban elrendezett sorozata hordozza



- A barázdák $1,6\mu\text{m}$ -re

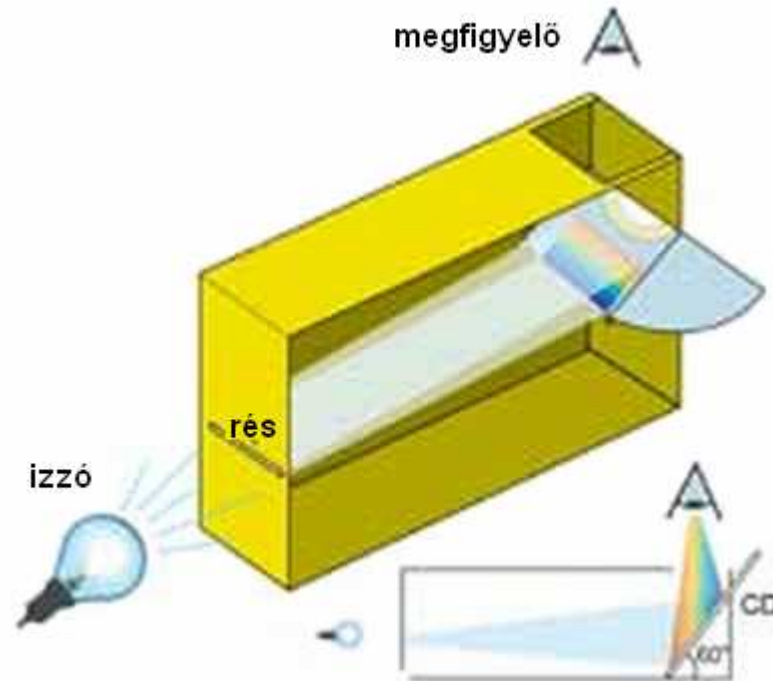


Házi készítésű spektroszkóp



Eszközök:

- CD lemez
- Karton doboz (pl. müzlis doboz)
- Szigetelő szalag
- Borotva penge



Egy másik megvalósítás webkamerával:
<http://pilath.fw.hu/spt.htm>

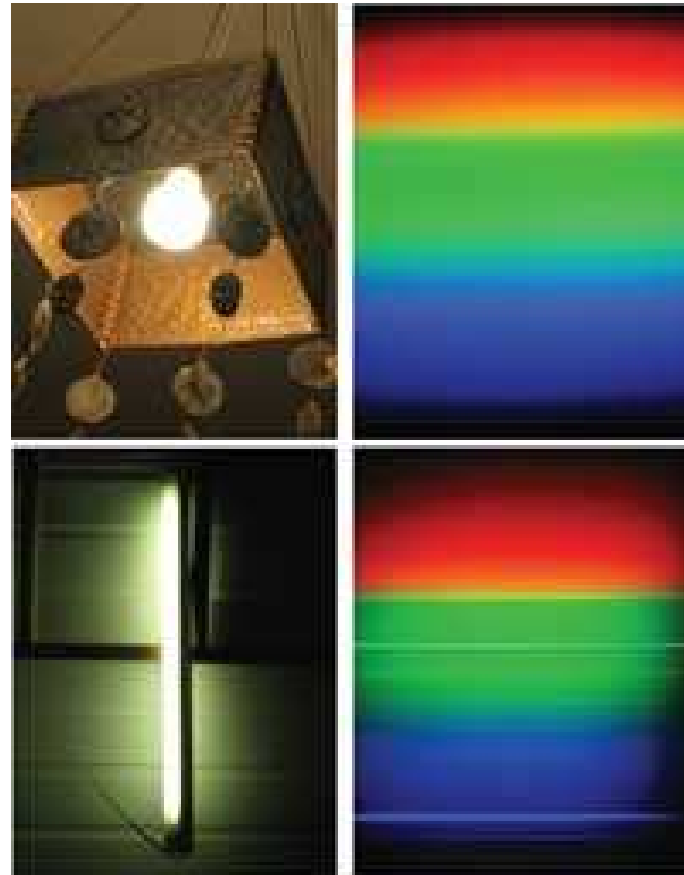


Kísérletezés otthon



Különböző fényforrások:

- Izzó
- Fénycső

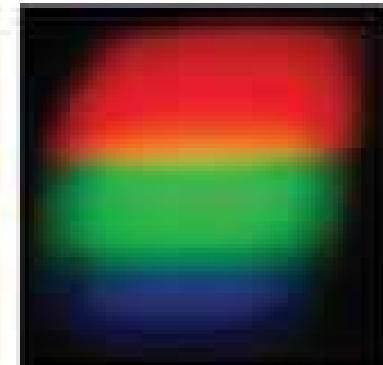


Kísérletezés otthon

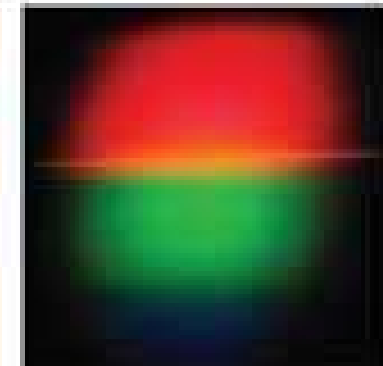


Különböző fényforrások:

- Gyertya



- Gyertya + só

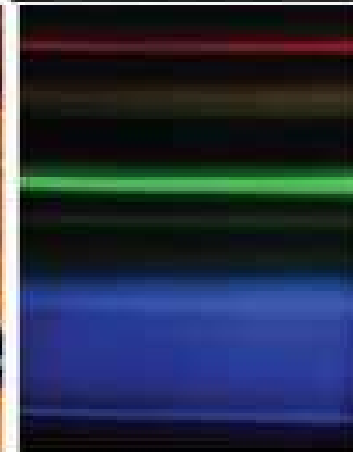
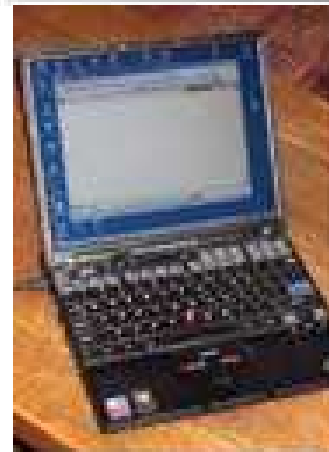


Kísérletezés otthon



Különböző fényforrások:

- Takarékos égő
- Monitor (fehér lap)



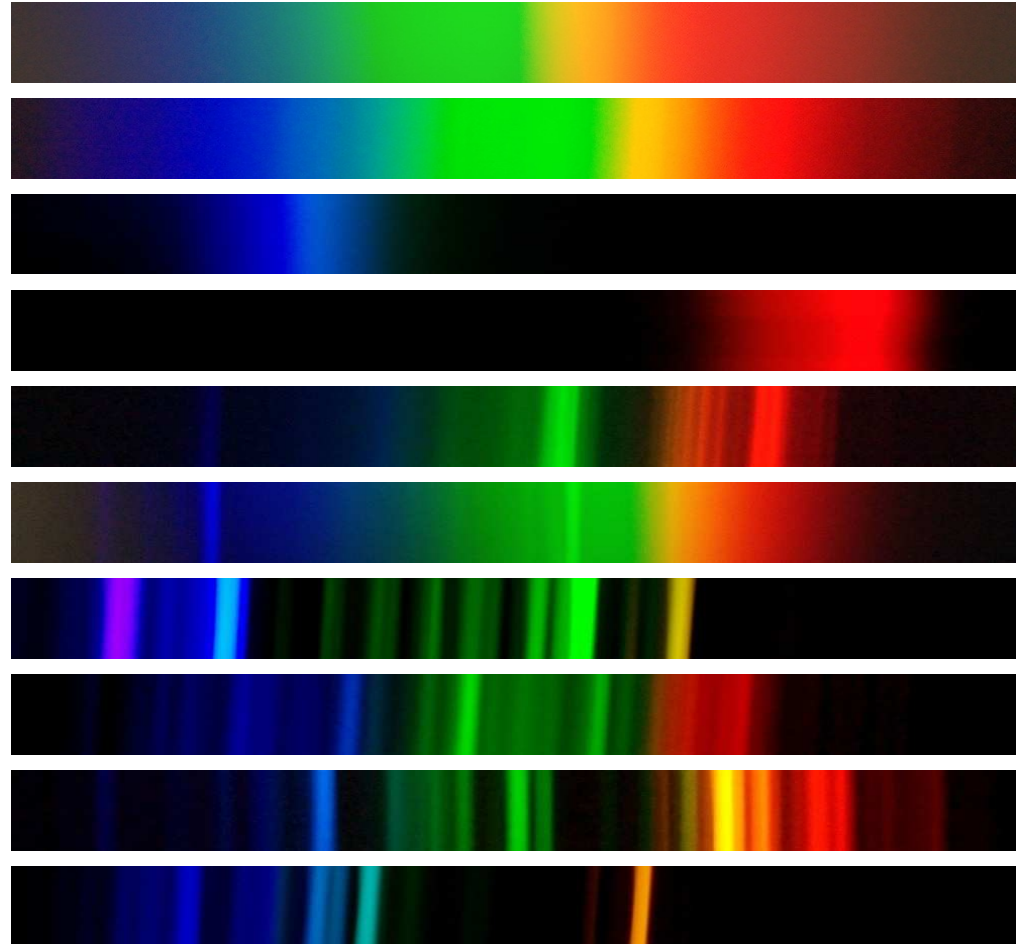
[5] Mark Tiele Westra (Fordította: Adorjáné Farkas Magdolna):
Vess egy új pillantást a fényre: készítsd el a saját spektroszkópod; Science in School - Issue 4
<http://www.scienceinschool.org/2007/issue4/spectrometer/hungarian>

Apáczai Nyári Akadémia; 2009. július 8.; Újvidék - Szakmány Tibor

Spektrum fotók



- Gyertya
- Nap
- Kék LED
- Piros LED
- Takarékos izzó
- Fénycső
- Kvarc lámpa
- Hg
- Ne
- He



„Digitális spektrométer”



- Relatív intenzitás értékek meghatározhatók

The screenshot shows the Microsoft Paint application window titled 'neon - Paint'. The menu bar includes 'Fájl', 'Szerkesztés', 'Nézet', 'Kép', 'Színek', and 'Súgó'. The toolbar on the left contains various drawing tools, with the 'Színek' (Colors) tool circled in red. The main canvas displays a horizontal rainbow spectrum. A dialog box titled 'Színek szerkesztése' is open, featuring a color picker and a table of color values:

Árnyalat:	Vörös:
21	255
Telítettség:	Zöld:
240	138
SzíniEgysznű	Fényerő:
	122
	Kék:
	4

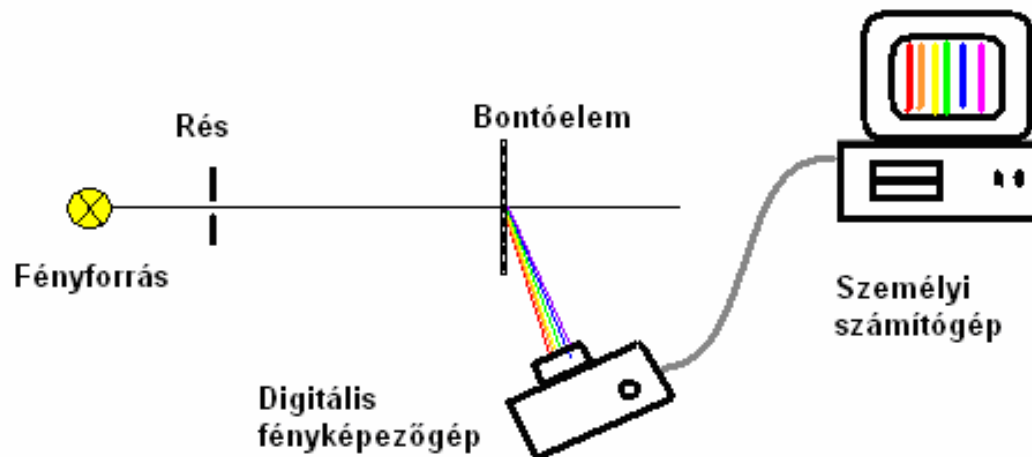
The 'Fényerő' (Brightness) value of 122 is highlighted with a red box. Below the table are buttons for 'OK', 'Mégse', and 'Hozzáadás az egyéni színekhez'. The status bar at the bottom shows the text 'Ha segítségre van szüksége, kattintson a Súgó menü Témakörök parancsára.' and the number '746,44'.



„Digitális spektrométer”



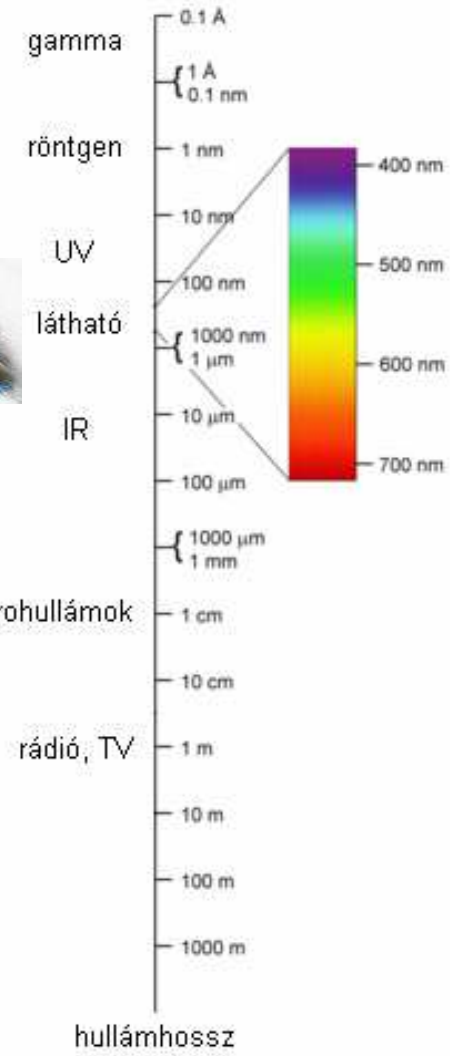
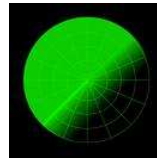
- Számítógép vezérelt fényképezés
- Rögzített elrendezés
- Bontott fény az objektívre (fényképezőgép, webkamera)
- Ismert fényforrás vonalas színeképe kalibráláshoz
- Szoftver írható (java, C#)



Spektrum



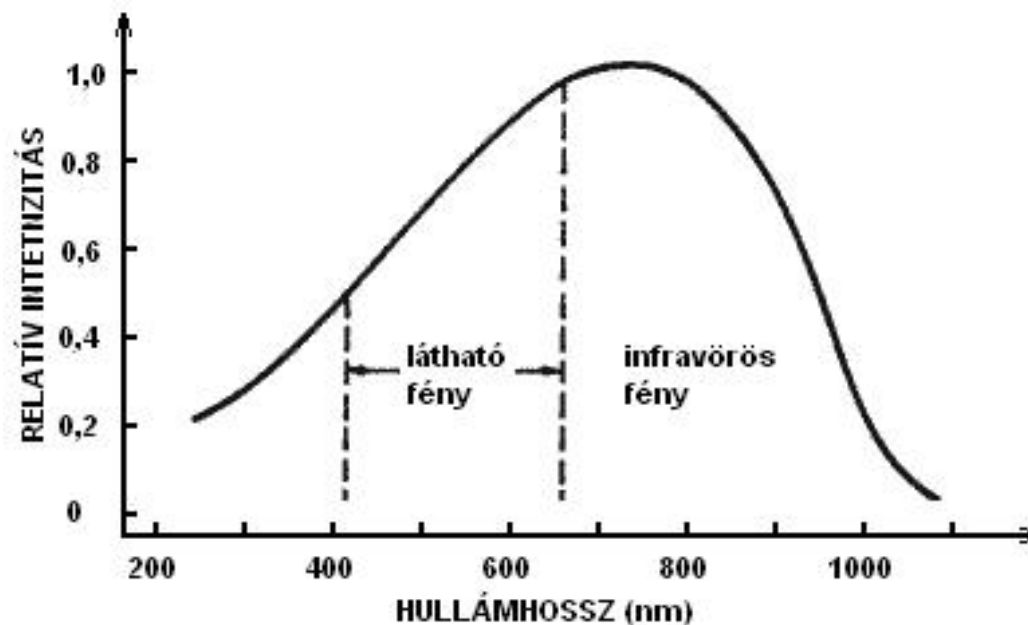
Nehéz megmutatni a látható tartományon kívül



IR fényképezés



- A CCD érzékeny a közeli infravörös tartományra
- Kiküszöbölése: CCD előtt felülvágó IR szűrő



IR fényképezés



- **Fényképezés 720nm-es IR-szűrővel**



[6] Planinsic, Gorazd: A photoshoot for food and drink: camera 'sees' more than you think, Physics Education 39 (2004) 32-33. o.



IR fényképezés



- 720nm, 920nm alulvágó fotós szűrő (10-12eFt)



[7] Bodnárné Horváth Ildikó: Álomvilág c. fotója - http://www.fotozz.hu/teljes_kepet_mutat?Foto_ID=182201

Apáczai Nyári Akadémia; 2009. július 8.; Újvidék - Szakmány Tibor

IR fényképezés



- IR fényképezés szűrő nélkül
- Otthoni kísérletezés:
Mi átlátszó, mi nem
(fekete üveges anyagok, kóla, szemeteszsák)



Egy másik megvalósítás webkamerával:
<http://pilath.fw.hu>

TimeLaps fényképezés



- TimeLaps ~ Az idő fényképezése
- Számítógép + program + fényképezőgép
- Láthatóvá tehetünk lassú folyamatokat (felhők mozgása, növények mozgása, lassú reakciók, fázisátalakulások stb.)



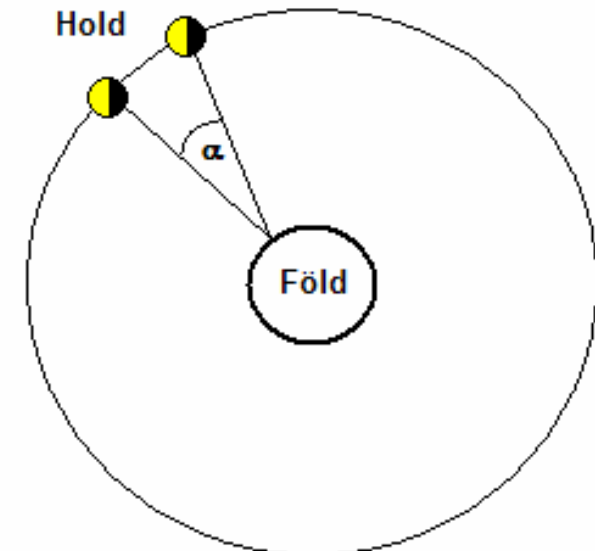
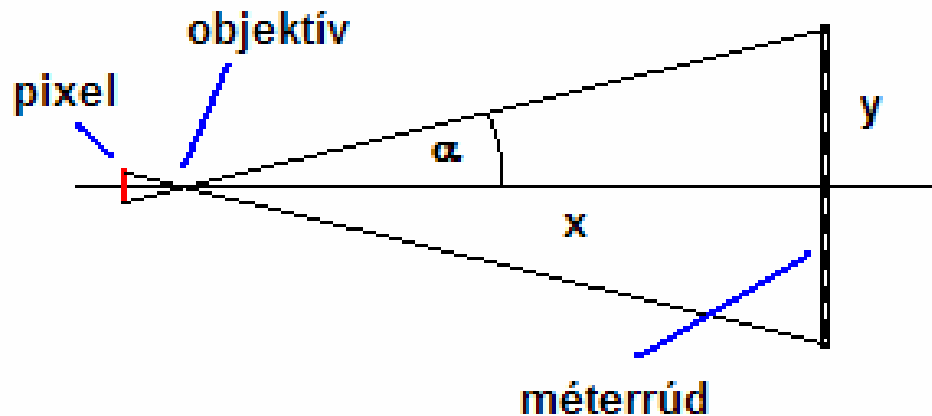
Videó

49

Hold keringési ideje



- Két egymást követő nap
- Hold delelési ponthoz közel
- Pixeltávolság és fok/pixel váltószám alapján napi szögelfordulás meghatározható



Hold keringési ideje



Váltószám meghatározása:

- Mérőszalag 1m-ét
- A fényképezőgép 1m távolságra



- 26,56°-ra 1207px jut
- A váltószám ~ 0,022 °/px



Hold keringési ideje



- 24 óra alatt 518px >> 11,40 °/nap >> 31,6 nap
- Szinódikus hónap: 29,53 nap

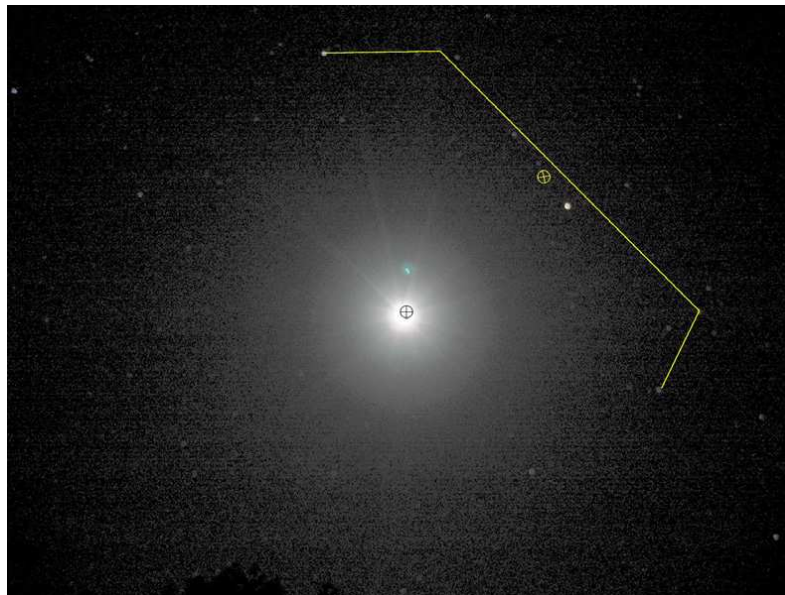


Hold keringési ideje



Mérés pontossága:

- Rögzített pozíció - a fényképezőgép állványon marad
- Számítógépről vezérelt fényképezés
- Elmozdulás meghatározása az állócsillagokhoz képest



[8] Hughes, Stephen W.: Measuring the orbital period of the Moon using a digital camera, Physics Education 41(2006) 144-150. o.



Felhasználás előnyei



- Az oktatásban felhasználható képanyagot a diákok készítik el, akár a saját fényképezőgéppel
- Digitális formátum - könnyen tárolható, bármikor újra felhasználható
- Mobilitás - iskolában, szabadban („outdoor physics”), otthon
- A tanulók számítástechnikai tudásának kihasználása, kapcsolódás az informatika, multimédia órákhoz
- Motiváció - kedvező attitűd
(tudás átadása „high-tech” eszközök segítségével)



Ábrák és irodalom



- [1] Wikipedia - Internetes szabad lexikon (2009.03.14.)
http://hu.wikipedia.org/wiki/A_f%C3%A9nyk%C3%A9p%C3%A9szet_t%C3%B6rt%C3%A9nete
- [2] Wikipedia - Internetes szabad lexikon (2006.11.08.)
http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_camera#History
- [3] Davidson, Michael W. and Abramowitz, Mortimer: Concepts in Digital Imaging Technology, Molecular Expressions™ honlapja 2006.11.12.
<http://microscopy.fsu.edu/primer/digitalimaging/concepts/concepts.html>
- [4] Nagy Krisztián - Érzékelők 1, Pixinfo.com (2009.07.06.)
http://pixinfo.com/cikkek/fotoelmelet_erzekelok_1
- [5] Mark Tiele Westra (Fordította: Adorjáné Farkas Magdolna): Vess egy új pillantást a fényre: készítsd el a saját spektroszkópod; Science in School - Issue 4
<http://www.scienceinschool.org/2007/issue4/spectrometer/hungarian>
- [6] Planinsic, Gorazd: A photoshoot for food and drink: camera 'sees' more than you think, Physics Education 39 (2004) 32-33. o.
- [7] Bodnárné Horváth Ildikó: Álomvilág c. fotója
http://www.fotozz.hu/teljes_kepet_mutat?Foto_ID=182201
- [8] Hughes, Stephen W.: Measuring the orbital period of the Moon using a digital camera, Physics Education 41(2006) 144-150. o.
- [9] Furész Gábor: CCD alapismeretek;
<http://ccd.mcse.hu/ccdalap.html>
- [10] Kaucsár Márton: Digitális fényképezőgép I.- XII.
Firka, Az Erdélyi Magyar Muszaki Tudományos Társaság kiadványa, 2002-2004, 12.évf.5.sz.-tól 14.évf.4.sz.-ig megjelent cikksorozata
- [11] Zetie, Ken: Cheap camera illuminates the infrared
Physics Education 41 (2006) 208. o.

