

Educational and Didactic Communication

2007, Vol. 3 – Applications – Supplements

Vzdelávacia a didaktická komunikácia

2007, 3. diel – aplikácie – dodatky

Content – Obsah

1. Cesta k matematickému modelovaniu struktury variantnich forem kurikula. The Way to Mathematical Modeling of Structure of Curriculum Variant Forms. Author P. Záškodný	3
2. Analytical Synthetic Model of Problem Solving. Authors P. Procházka, P. Záškodný	21
3. Gender in the Context of Communication. Author: A. Schneiderová	31
4. Applications of Lagrangian Formalism to Movement of Charged Particles in Homogenous Magnetic Field. Author: R. Dušková	34
5. Teaching Laboratory of Personal Dosimetry. Author: J. Singer	48
6. Conceptual Curriculum of General Chemistry and its Analytical Synthetic Model. Author: J. Škrabánková	56
7. Conceptual Curricula of Inorganic and Organic Chemistry and their Analytical Synthetic Models. Author: J. Škrabánková	62
8. Conceptual Curriculum of Biochemistry and its Analytical Synthetic Model. Author: J. Škrabánková	70
9. Incorporation of Radiological Physics within Physics Structure. Author: E. Rimeková	76
10. K vývoji didaktické komunikace ve výuce fyziky. Autor: O. Lepil	81
11. Model didaktickej komunikácie na základnej a strednej škole. Autorka: A. Sivošová	83
12. Fyzikálne miskoncepce. Physics Misconceptions. Autor: P. Tarábek	97
13. Financial Literacy: Selected Problems. Author: V. Pavlát	103
14. Benford's Law and its Application to Stock Exchange Market Prices. Author: M. Hudák	110
15. Theory of the Big Numbers and its Application to Lottery Systems. Author: M. Hudák	115
16. Prosocial Behaviour in Volunteers. Author: H. Záškodná	123
17. University of York and Its Faculty of Education – Credit Work. Autor: J. Smoldasová	131
18. Strukturální zobrazení kompetencí ve vztahu k didaktické komunikaci v přírodovědných disciplínách. Autorka: J. Škrabánková	135
Dodatky k článku 10. – Supplements to the paper 10.	
19. K vývoji didaktické komunikace ve výuce fyziky 1. Lepil, O., DIDFYZ '04	150
20. K vývoji didaktické komunikace ve výuce fyziky 2. Lepil, O., DIDFYZ '04	155
21. Videoanalýza kmitání mechanických oscilátorů. Lepil, O., preprint MFI 14 2004/2005, str. 214	180
22. Videoanalýza kmitavých dějů. Lepil, O.	188

Názov: Vzdelávacia a didaktická komunikácia 2007, 3. diel – aplikácie – dodatky

Vydavateľ: Pedagogické vydavateľstvo Didaktis, s. r. o., 811 04 Bratislava, Hýrošova 4, www.didaktis.sk
člen European Educational Publishers Group, www.eepg.org

Rok vydania: 2007

Autor dodatkov: O. Lepil

Zodpovedný redaktor: Pavol Tarábek

Všetky práva vyhradené: Žiadna časť dodatkov k článku 10 nesmie byť reprodukováaná, ukladaná do informačných systémov alebo rozširovaná akýmkoľvek spôsobom elektronicky, mechanicky, fotografickou reprodukciou bez písomného súhlasu autora.

ISBN: 987– 80–89160–56–3

K vývoji didaktické komunikace ve výuce fyziky¹

Oldřich Lepil

Přírodovědecká fakulta UP Olomouc, ČR

Koncepcí didaktiky fyziky se ve známé publikaci [1] zabývá J. Brockmayerová – Fenclová, která zde vymezuje komunikační pojetí didaktiky fyziky, jejímž klíčovým úkolem je transformace poznání ve fyzice do sdělitelné neboli komunikovatelné podoby. Tuto komunikovatelnost fyzikálních poznatků lze chápat z nejrůznějších pohledů, které se dotýkají obsahu učiva, metod a prostředků výuky, osobnosti učitele jako subjektu vstupujícího do komunikace se žákem i společenského prostředí (ať už je jím škola nebo širší okolí žáka, rámec školy překračující) v němž komunikace fyzikálních poznatků probíhá. Např. z hlediska obsahu výuky je pro vývoj didaktické komunikace charakteristické, že jsou do sdělitelné podoby transformovány ve stále větší míře poznatky, které jsou obtížně dostupné smyslovému vnímání, týkají aplikací komplexního charakteru (např. moderní elektronické, optické a jiné přístroje). Zatím co na počátku 20. století v učebnicích téměř chyběly poznatky, které by vyžadovaly vyšší stupeň abstrakce a zobecnění, na konci století tvořily již podstatný podíl v učivu poznatky vyžadující značný stupeň abstrakce. Fyzikální obraz světa, k němuž fyzikální poznání směřuje, se opírá o teorie, jejichž didaktická komunikace je obtížná a často málo účinná. Výuka fyziky se soustředila zejména na poznatky o objektech a dějích, které žák mohl nejen smyslově vnímat, ale mohl se s jejich konkrétní podobou setkávat i v praktických činnostech.

Z tohoto hlediska je současnost fyziky i jejích praktických aplikací podstatně složitější a žák mnohdy smysl poznatků tzv. moderní fyziky obtížně chápe a často má i určité psychické zábrany přijímat s důvěrou pohledy na svět očima např. speciální teorie relativity nebo kvantové fyziky. Zde pak sehraávají důležitou funkci nejrůznější modely (reálné nebo virtuální), kterými se smyslům dostupným způsobem nové poznatky ve fyzice přibližují. Je paradoxem didaktické komunikace ve fyzice, že stále obtížnější komunikovatelnost fyzikálních poznatků je do jisté míry kompenzována právě bohatstvím možností, které do didaktické komunikace přinášejí současné informačně komunikační technologie, které jsou základem do jisté míry samostatné didaktické disciplíny označované jako technologie vzdělávání.

Z hlediska vývoje didaktické komunikace, který se díky moderním technologiím neustále obohacuje a větví do různých technických řešení, můžeme bez nároků na úplnost vymezit v hierarchickém uspořádání nejdůležitější její formy:

- Řečová prezentace učiva učitelem
- Text (učebnice, zápisu na tabuli apod.)
- Reálný experiment
- Algebraická, popř. grafická prezentace
- Dynamicko ikonická prezentace
- Dynamický model
- Multimediální interaktivní prezentace

Je samozřejmé, že většina těchto forem se uplatňovala již před nástupem moderních informačně komunikačních technologií. S jejich uplatněním však dostávají tyto formy novou dimenzi. Zatím co např. klasická učebnice představuje statický nosič učebních informací,

¹ Předneseno na Mezinárodní konferenci DIDFYZ '04, Račkova dolina 13. - 16. října 2004.

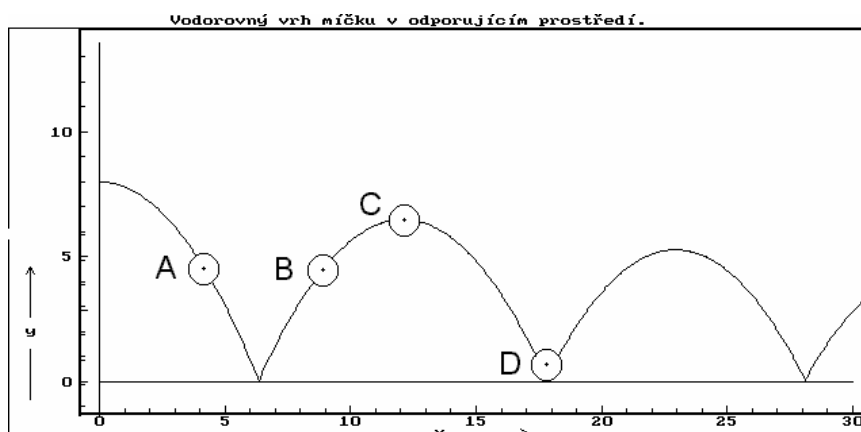
kteřé se přetvářejí v podobě vědomostí v osobní majetek žáka v procesu řízeném učitelem, jsou možnosti didaktické komunikace s použitím např. multimediálního programu podstatně širší. I když je poměrně obtížné přesně vymezit pojem multimedia, je třeba připomenout, že tento pojem v sobě zahrnuje vedle technické stránky (integrace různých informačních nosičů) také způsob kódování přenášené informace, řídicí funkce a interaktivnost ve vztahu k uživateli a rovněž stránku psychologickou (přenos informace různými smyslovými kanály).

Do vztahu učivo – učitel – žák tak vstupuje další činitel, který vytváří jakési elektronicko-digitální prostředí, v němž se didaktické komunikaci otevírají nové možnosti. Zatím co učebnici charakterizuje statičnost a časová neměnnost, umožňují informačně komunikační technologie prezentovat učební informace dynamickým a multimodálním způsobem. K tomu přistupuje jako charakteristický rys i vývoj k jisté globálnosti dané síťovým propojením nosičů informace (internet) a skutečností, že příslušná informace nemusí být nutně vázána na jeden nosič nebo prezentační program, ale že je přenositelná do různých elektronických prostředí, v nichž může být zpracována jiným způsobem a s jiným didaktickým záměrem (např. přenos dat získaných z digitálního záznamu průběhu fyzikálního děje do programu umožňujícího jejich tabelární a grafické zpracování).

Z různých možností aplikací informačně komunikačních technologií vybereme ty nejvýznamnější a ukážeme vývoj a využití některých z nich na jednom konkrétním příkladu. Jde o následující možnosti:

- Textová a obrazová prezentace
- Reálný experiment podporovaný počítačem
- Simulace fyzikálního děje počítačovým programem
- Interaktivní simulační model
- Dynamický model a jeho studium
- Analýza digitálního záznamu reálného děje
- Vzdálená laboratoř (virtuální experiment)

Konkrétním příkladem je úloha realizovaná v semináři z didaktiky fyziky ve 4. ročníku studia učitelství, jejímž cílem je především procvičení dovednosti grafického vyjádření závislosti kinematických veličin (dráha, rychlost, zrychlení) a jejich souřadnic jako funkce času. Východiskem úlohy je vodorovný vrh pružného míčku v odporujícím prostředí. Studentům byl tento děj reálně předveden a obdrželi grafické vyobrazení trajektorie míčku (obr. 1) s úkoly: a) Vyznačte do obrázku všechny síly, které na míček v jednotlivých bodech působí, b) nakreslete graf závislosti dráhy míčku na čase, c) nakreslete graf závislosti velikosti svislé složky v_y rychlosti míčku na čase, d) nakreslete graf závislosti souřadnice v_y rychlosti míčku na čase.



Obr. 1

Není cílem příspěvku podrobně analyzovat výsledky tohoto úkolu. Lze jen konstatovat, že ani jeden student nepředložil uspokojivou odpověď a všichni studenti prokázali jak formální znalost Newtonových pohybových zákonů, tak nedostatečnou znalost pojmů jako je velikost vektorové veličiny a její souřadnice.

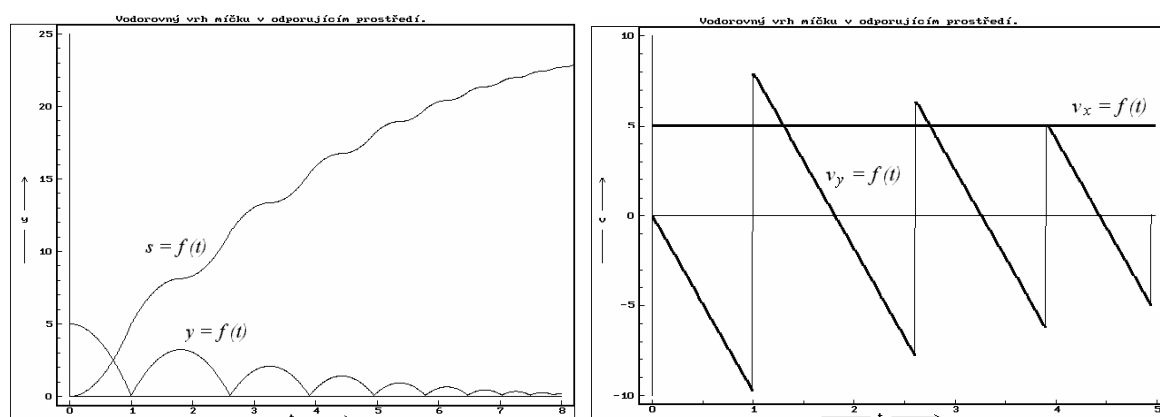
Na uvedeném příkladu je možné demonstrovat, jak by moderní formy didaktické komunikace mohly napomoci uvedené typické neznalosti odstranit. Současně ukážeme, jak se vyvíjela prezentace tohoto jednoduchého děje od tradiční učebnice, až po některé počítačové aplikace.

Volný pád, popř. vodorovný vrh pružného míčku lze snadno demonstrovat, avšak složitějším úkolem je analýza tohoto děje vedoucí k požadovaným grafům kinematických veličin. Můžeme samozřejmě využít teoretické poznatky o vodorovném vrhu a na jejich základě provést konstrukci příslušné trajektorie. Jde však o postup poměrně abstraktní, který nezaručuje uvědomělé pochopení zákonitostí daného pohybu.

Zde pak nastupují technické prostředky, které můžeme přiřadit k jednotlivým vývojovým fázím a formám prezentace děje. V nejjednodušším případě je to fotografie pohybujícího se míčku zachycená klasickým fotografickým přístrojem umožňujícím fotografii s otevřenou závěrkou. Tím získáme alespoň informaci o tvaru trajektorie poskakujícího míčku. Takový snímek najdeme v učebnici [2], kde slouží k ilustraci nevratné přeměny mechanické energie na vnitřní energii tělesa. Více informací získáme ze stroboskopického snímku stejného děje, který je např. v [3] na s. 64 (obr. 4.7).

Didakticky zajímavé možnosti poskytuje filmový záznam pohybu malou kamerou na film formátu 8 mm Super. Jeho obrazové políčko je dostatečné k tomu, aby na matnici prohlížečky filmy byly identifikovány a zaznamenány jednotlivé polohy pohybujícího se tělesa a provedena rekonstrukce trajektorie jeho pohybu. Současně je využito skutečnosti, že kamera pracuje s známou frekvencí snímání (24 obr./s), popř. je s pohybujícím objektem snímán také údaj časoměrného zařízení. Tyto experimenty, které předznamenaly možnosti dnešní videoanalýzy, byly na našem pracovišti prováděny ve 2. polovině 70. let nejprve s filmovou kamerou, později s kotoučovým videomagnetofonem Sony, který umožňoval posun snímků ručním otáčením kotouče s magnetickým páskem [4].

Významným krokem ke splnění zadaného úkolu je použití dynamického modelu, který je v základní nabídce příkladů k programu FAMULUS. Zde může student nejen zkoumat tvar trajektorie při různých počátečních podmínkách a vlastnostech míčku, popř. prostředí v němž se míček pohybuje, ale lze získat všechny grafy kinematických veličin a tak si ověřit správnost svých úvah (obr. 2).

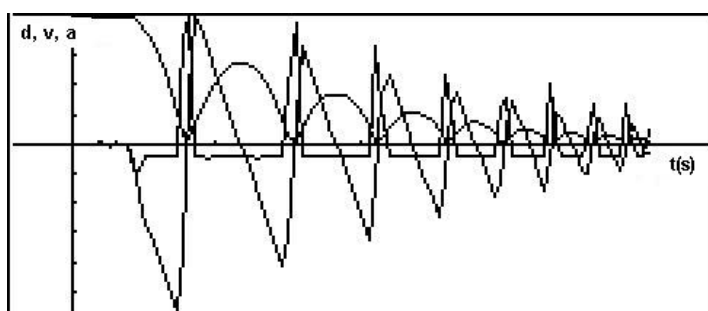


Obr. 2

Další možností je virtuální simulace experimentu pomocí programu Interactive Physics firmy MSC. Software, který umožňuje interaktivní řešení fyzikálních problémů a provádění

fyzikálních experimentů bez využití reálných pomůcek. Pomocí tohoto programu si student zvolí obdobné veličiny jako při dynamickém modelování, které je také podstatou programu, ale sledované objekty v podobě ikonických zobrazení umístí přímo ve virtuálním prostředí roviny obrazovky a uvede je do pohybu. Dalším mocným nástrojem tohoto programu je možnost exportu výsledků každého modelu. Výsledky je možno exportovat jednak jako tabulku číselných hodnot příslušných zvolených fyzikálních veličin a jednak samotný děj na monitoru jako videosekvenci ve standardním formátu *.avi. Takovouto videosekvencí lze pak dále využívat k jiným formám výuky nebo dále zpracovávat např. pro potřeby videoanalýzy, o které se zmíníme dále.

Příkladem moderní podoby reálného experimentu s míčkem, může být didaktické využití grafického kalkulátoru MI-92 s datovým analyzátozem CBL a s použitím ultrazvukového detektoru pohybu CBR. Z práce [5] uvedeme alespoň současný záznam kinematických veličin (d , v , a), jak se při pokusu zobrazí na displeji grafického kalkulátoru (obr. 3).



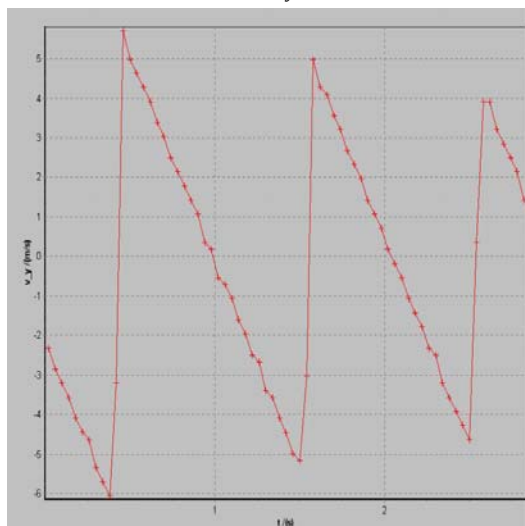
Obr. 3

Ke značné dokonalosti přivedl metody studia pohybujících se objektů současný pokrok v digitálním záznamu obrazu, který lze i ve školské praxi pořídit snadno pomocí digitálního fotoaparátu nebo kamery, a provést jeho analýzu počítačovým programem. Tato metoda je označována jako videoanalýza.

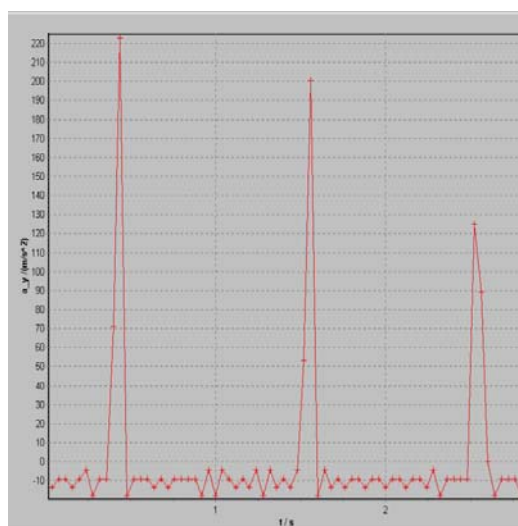
Praktickému použití videoanalýzy napomáhá skutečnost, že na webu je možné nalézt několik volně šiřitelných programů speciálně pro videoanalýzu pohybů, která se provádí buď ručně pomocí myši, nebo videoanalýza proběhne automaticky. Programy nabízené na webu mají různou kvalitu a podle získaných zkušeností je pro ruční analýzu záznamu nejvhodnější program EasyVid 1.5a [6] a pro automatickou videoanalýzu je bezkonkurenčně nejlepší program Viana 3.64, vyvinutý speciálně pro výuku fyziky na univerzitě v Essenu [7]. Na webu je k dispozici také poměrně dost digitálních záznamů ve formátu *.avi, který je pro videoanalýzu nejvhodnější. Kvalita těchto záznamů je ovšem velmi různá a je třeba konstatovat, že převažují záznamy nízké kvality, které nelze využít zejména pro automatickou videoanalýzu programem Viana. K nejzdařilejším záznamům patří právě vodorovný vrh pružného míčku, který byl pro naše potřeby ještě upraven programem VirtualDub [8]. Podrobnější pojednání o videoanalýze se zaměřením na pohyb mechanických oscilátorů je v [9].

Videoanalýza pohybu pružného míčku umožňuje získat grafy všech tří kinematických veličin. Předností těchto grafů je především to, že jsou výsledkem analýzy záznamu reálného děje a přitom jsou ve velmi dobré shodě se záznamy získanými jak pomocí dynamického modelu, tak pomocí programu Interactive Physics. Pro správnou odpověď na 1. otázku úvodního úkolu pro studenty je důležitý zejména graf zrychlení, z něhož je patrné, že zrychlení je ve fázi volného pohybu míčku konstantní, a z grafu lze odečíst přibližnou hodnotu jeho souřadnice $a_y = -10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. To znamená, že při volném pádu na míček působí jen tíhová síla (ze získané hodnoty zrychlení lze také usoudit, že při tomto experimentu

můžeme odpor prostředí zanedbat). Extrémních hodnot však nabývá zrychlení míčku v okamžiku jeho dopadu na tvrdou podložku (až 22 g), kdy se míček pružně deformuje, aby byl následně působením reakce na sílu pružností vymrštěn prudce zpět. Souřadnice zrychlení má kladnou hodnotu. Poněvadž u reálného míčku vznikají při deformaci nevratné ztráty mechanické energie, velikost zrychlení se postupně zmenšuje, až pohyb zanikne. Poněvadž jde o obdobné grafy jako v předcházejících případech, uvádíme jen graf souřadnice rychlosti v_y , a souřadnice zrychlení a_y jako funkce času (obr. 4 a 5).



Obr. 4



Obr. 5

Máme-li tedy závěrem říct, jaká by měla být didaktická komunikace v moderní škole, můžeme odpovědět stručně – aktivní a interaktivní. A to současné informačně komunikační technologie umožňují.

Literatura

- [1] Fenclová, J.: Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky. Praha: SPN, 1982.
- [2] Bartuška, K. – Svoboda, E.: Fyzika pro gymnázia. Molekulová fyzika a termika, Praha: Prometheus, 2002. ISBN 80-7196-202-3
- [3] Halliday, D. – Resnik, R. – Walker, J.: Fyzika, Praha: VUTIUM, Prometheus 2000. ISBN 81-7196-241-7
- [4] Soukup, M. – Soukupová, Z.: Analýza mechanických dějů obrazovým záznamem. In: Lepil, O. Studentská vědecká činnost v didaktice fyziky, Acta UPOL 1983, vol. 76, Physica XXII, s. 247 – 269.
- [5] Pazdera, V.: Měření fyzikálních veličin s grafickým kalkulátorem TI-92 s datovým analyzátozem CBL, MFI 15 (2006), č. 8, s.468.
- [6] <http://www.bastgen.de/schule/physik/physik.htm>
- [7] <http://didaktik.physik.uni-essen.de/viana>
- [8] <http://www.virtualdub.org/index>
- [9] Lepil, O.: Videoanalýza kmitání mechanických oscilátorů, MFI 14 (2004), č. 4, s. 214.

Resume

K vývoji didaktické komunikace ve výuce fyziky

V příspěvku je naznačen vývoj didaktické komunikace ve výuce fyziky od řeči a textu až po současné informačně komunikační technologie. Tento vývoj je ilustrován ukázkami výkladu časových závislostí kinematických veličin při pohybu pružného míče.

K vývoji didaktické komunikace ve výuce fyziky

Oldřich Lepil
Přírodovědecká fakulta UP
Olomouc

Typologie didaktické komunikace ve výuce fyziky

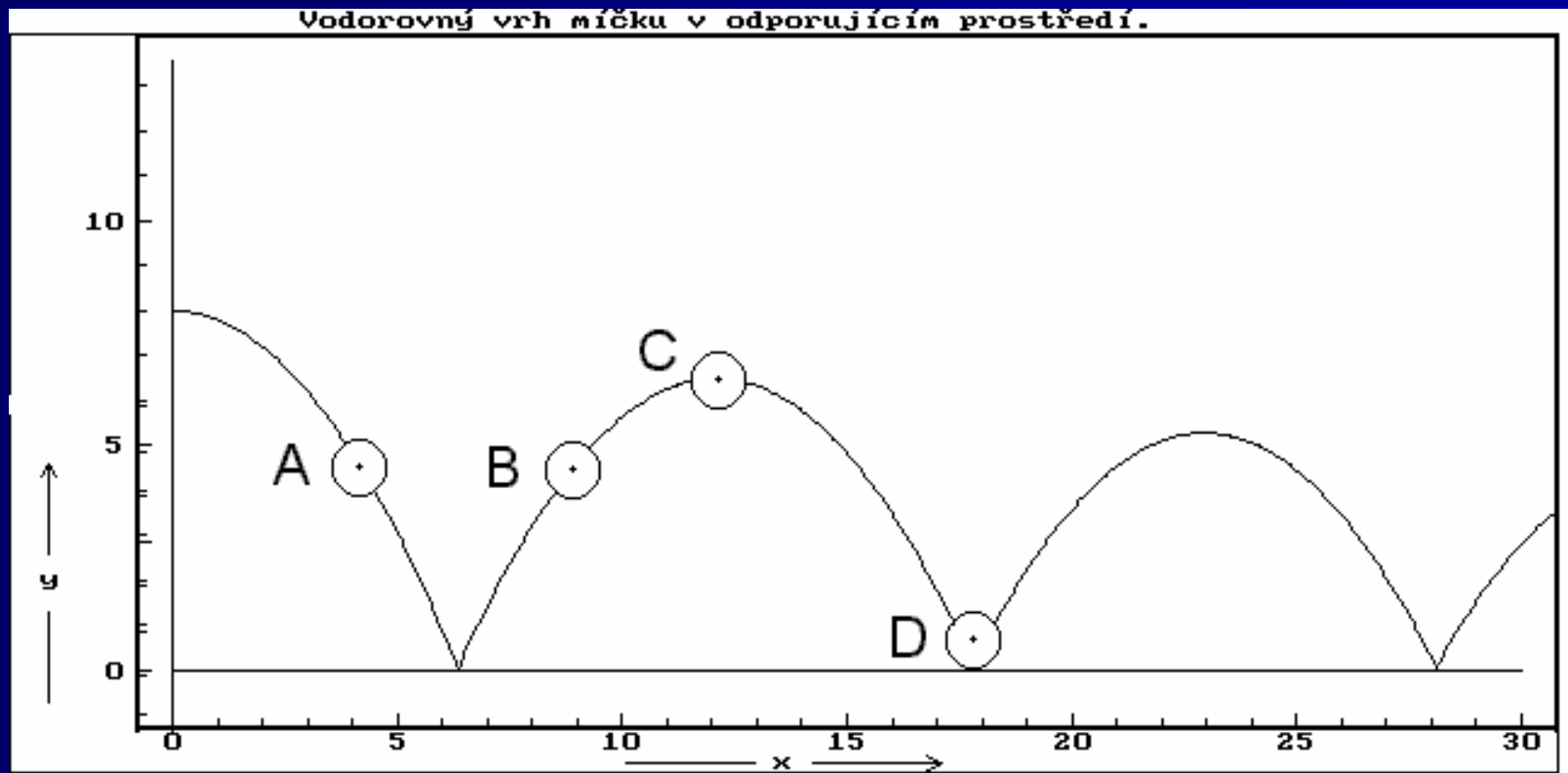
- Řečová prezentace
- Text
- Reálný experiment (analogová prezentace)
- Algebraicko grafická prezentace
- Audiovizuální ikonicko dynamická prezentace
- Dynamický model
- Multimediální interaktivní prezentace

Možnosti didaktické komunikace s uplatněním informačně komunikačních technologií

- Textová a obrazová prezentace
- Reálný experiment podporovaný počítačem
- Simulace fyzikálního děje počítačovým programem
- Interaktivní simulační model
- Dynamický model a jeho studium
- Analýza digitálního záznamu reálného děje
- Vzdálená laboratoř (virtuální experiment)

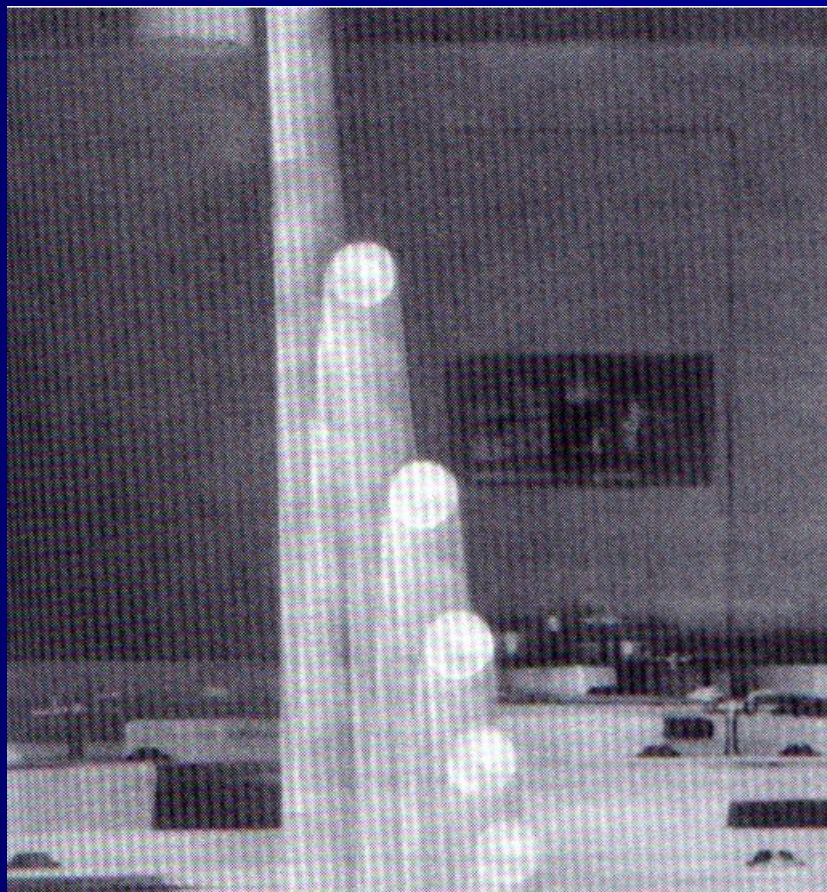
Úkol:

Vyznačte všechny síly, které působí na míček v jednotlivých bodech

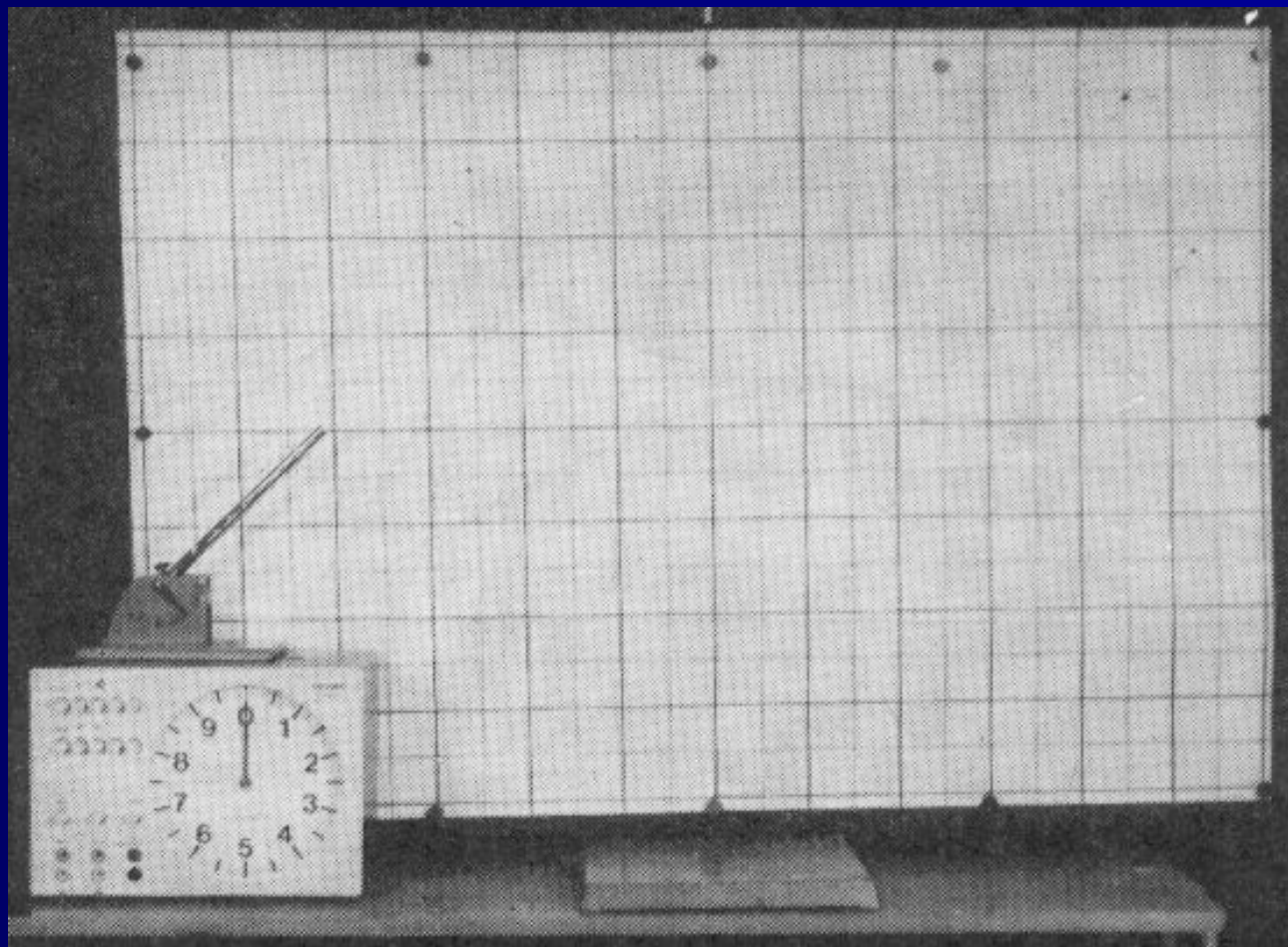


Fotografie opakovaného odrazu tenisového míčku

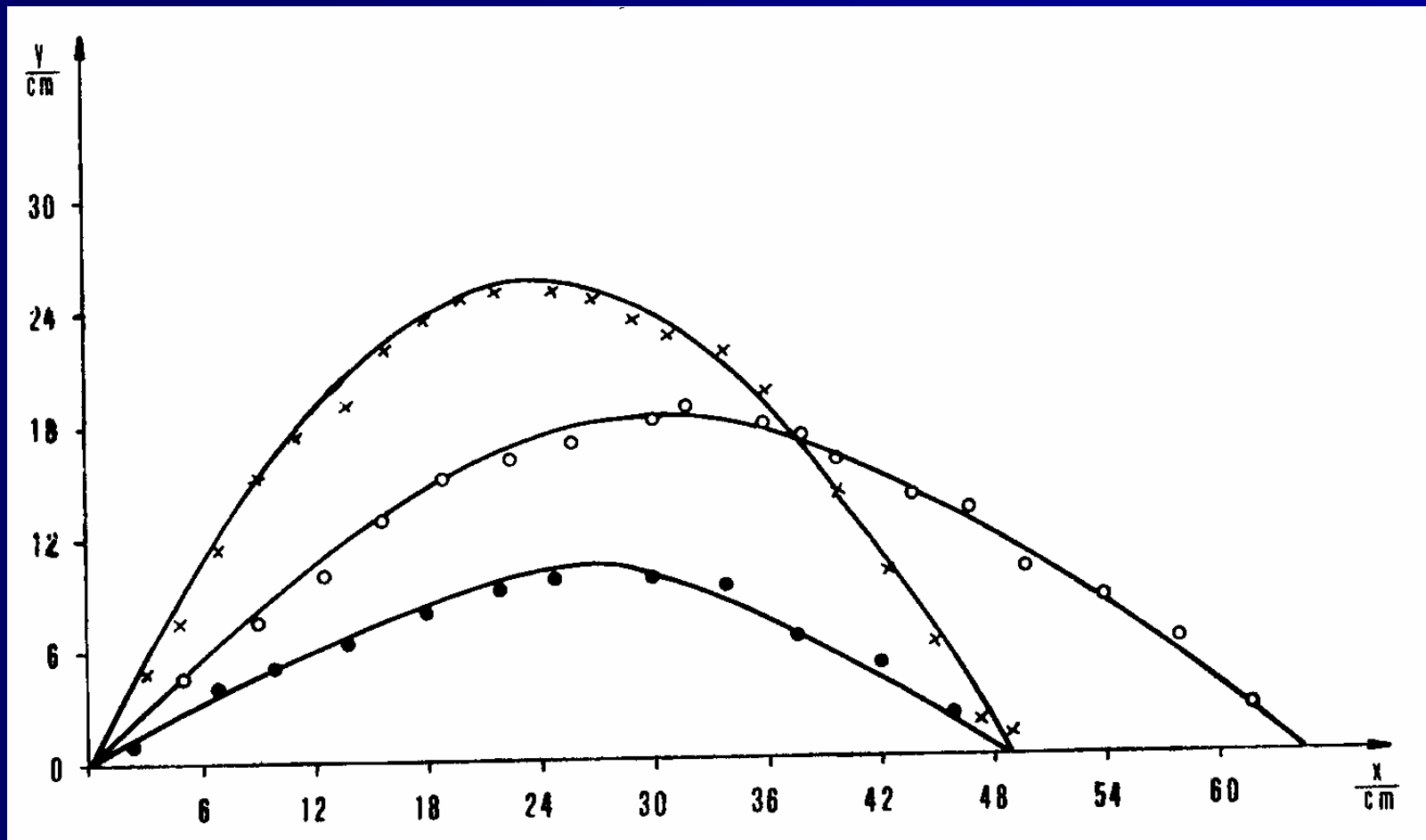
(Učebnice pro gymnázia. Molekulová fyzika a termika)



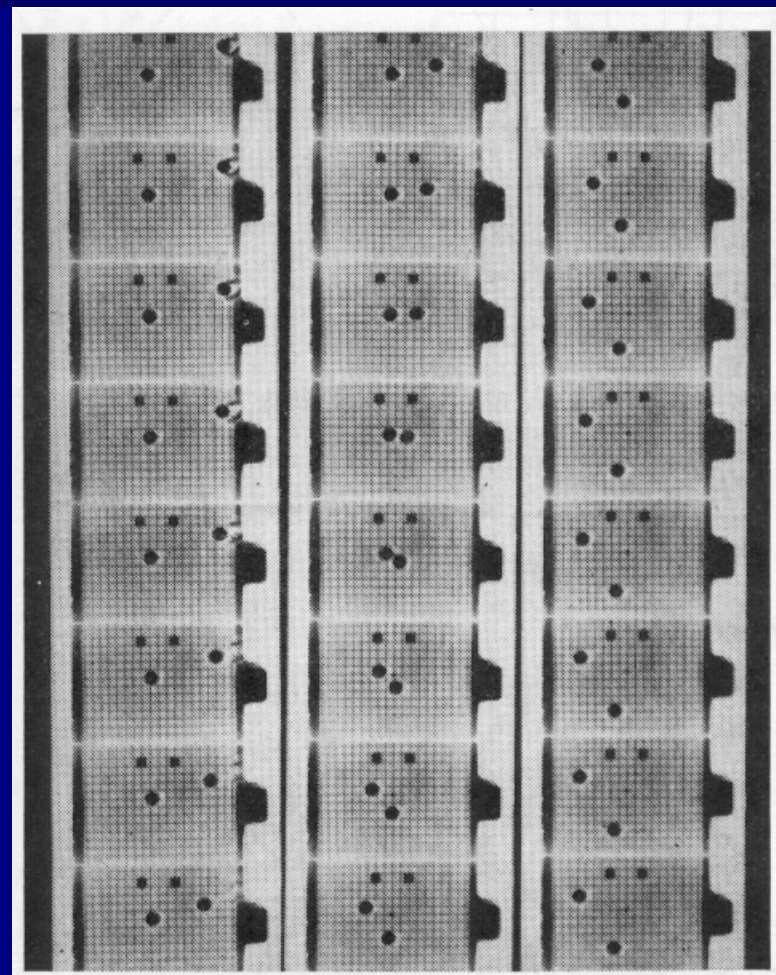
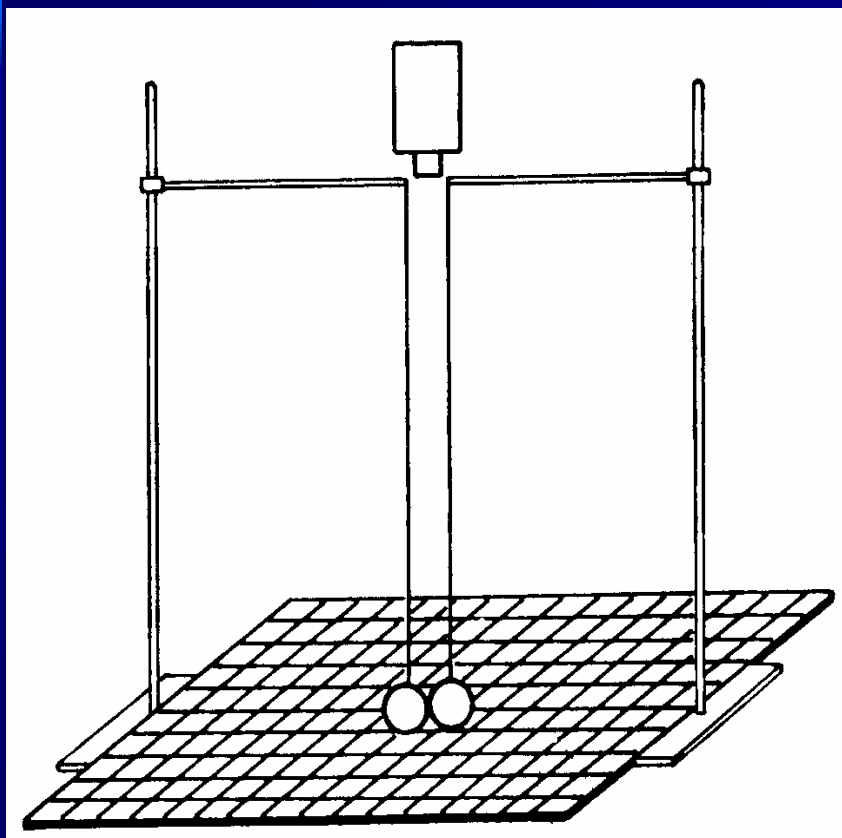
Experimentální zařízení pro filmovou analýzu šikmého vrhu



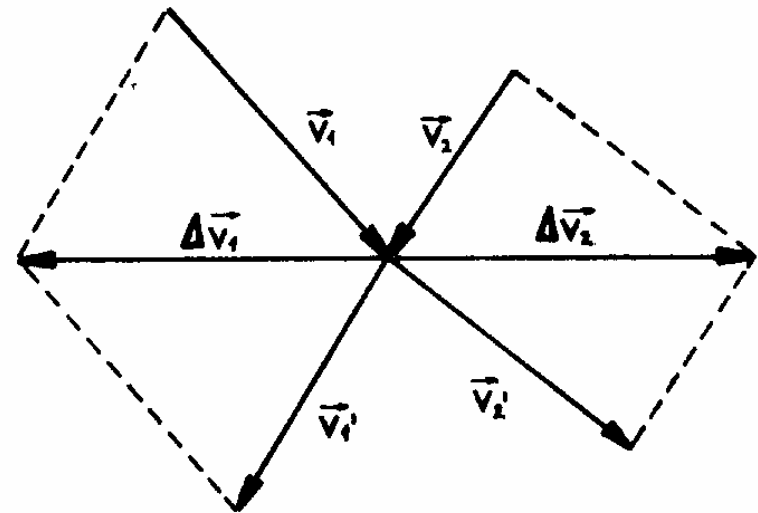
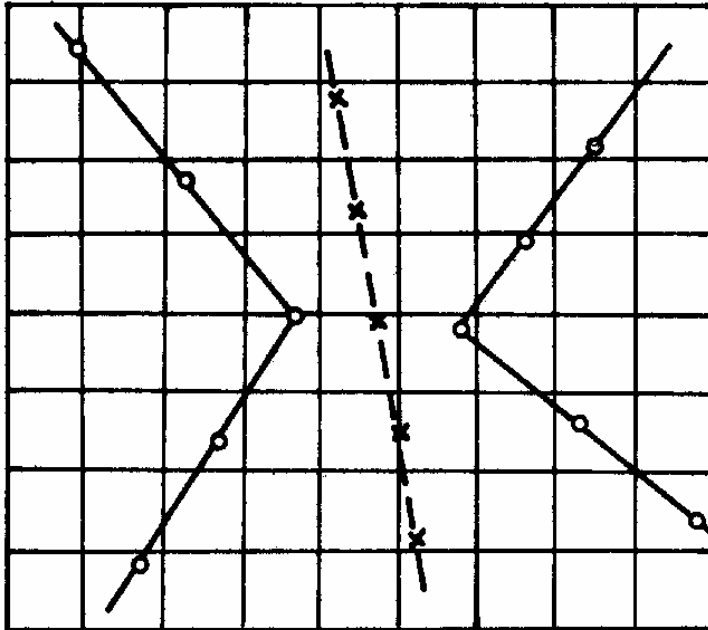
Grafická rekonstrukce dat získaných analýzou filmového záznamu šikmého vrhu



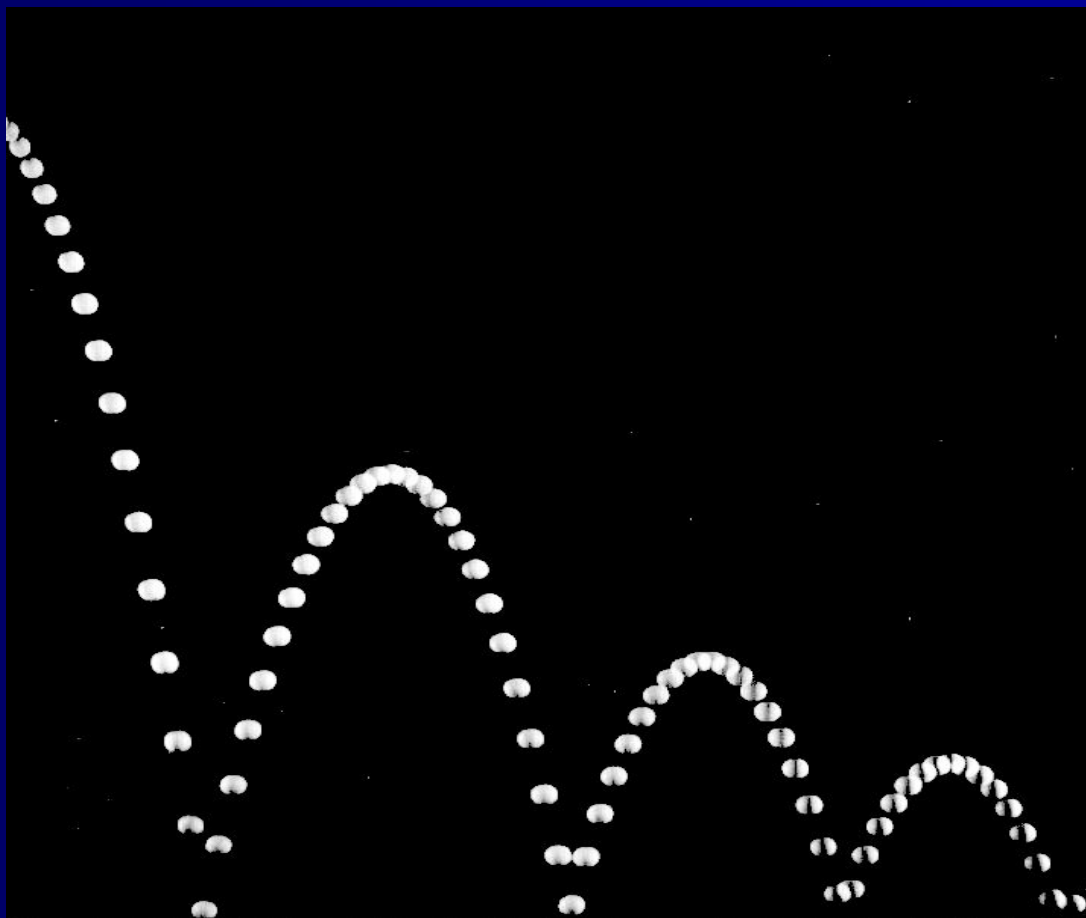
Filmový záznam rázu pružných koulí



Rekonstrukce pohybu koulí při pružném rázu



Stroboskopický záznam opakovaného odrazu tenisového míčku (Physics, PSSC)

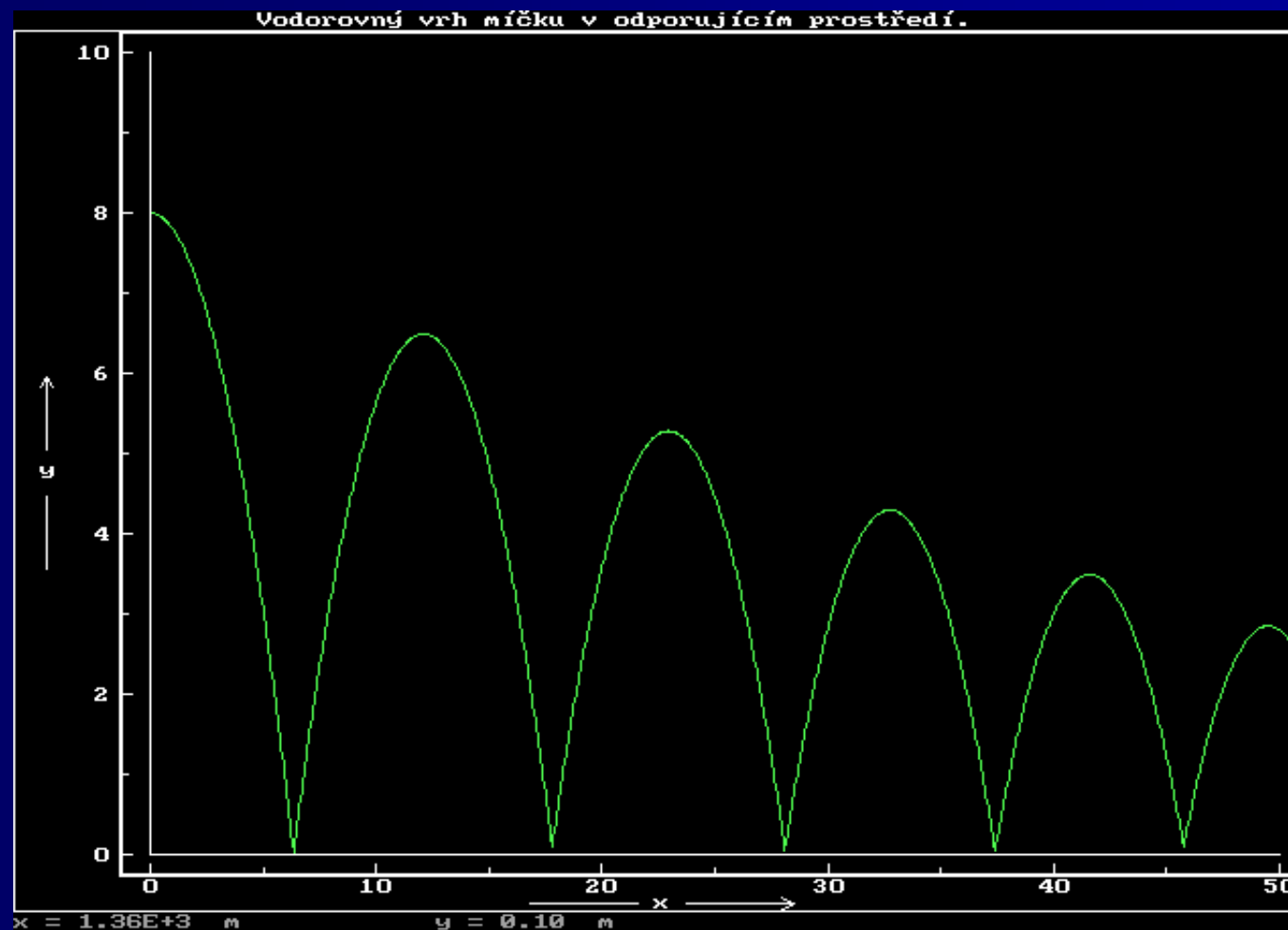


Dynamický model vodorovného vrhu pružného míčku v odporujícím prostředí

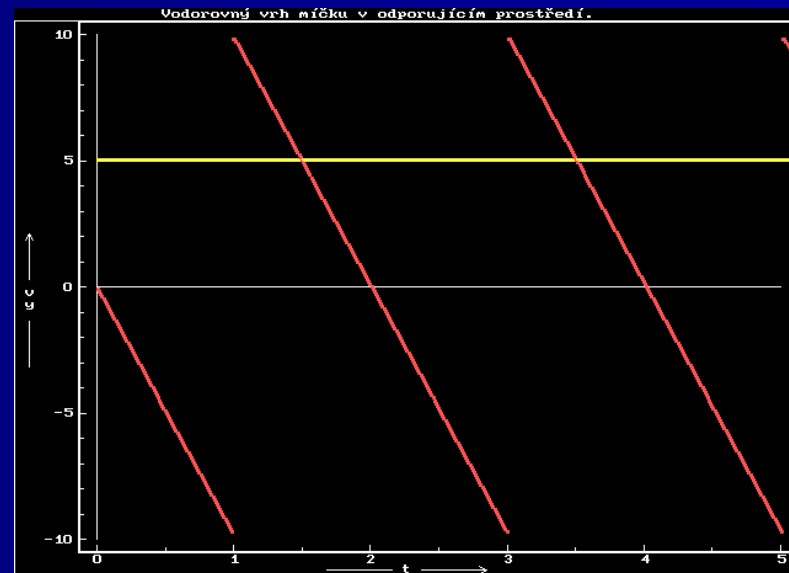
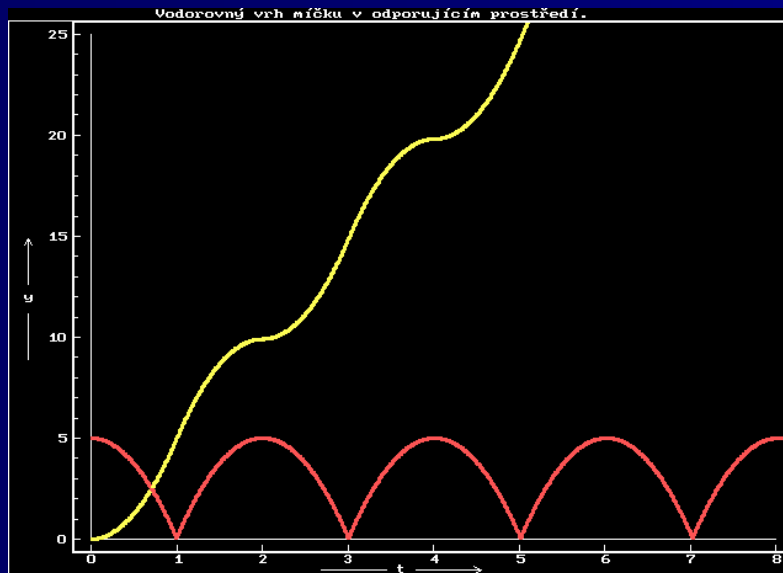
FAMULUS - L. Dvořák

```
t = t + dt
v = sqrt(vx^2 + vy^2)
Fx = -m*k*v*vx
Fy = -m*k*v*vy - m*g
IF y < R THEN Fy = 0.1*(R - y) END
ax = Fx/m; ay=Fy/m
vx = vx + ax*dt; vy = vy + ay*dt
x = x + vx*dt ; y = y + vy*dt
IF y<R THEN IF vy<0 THEN vy= -RestK*vy END END
```

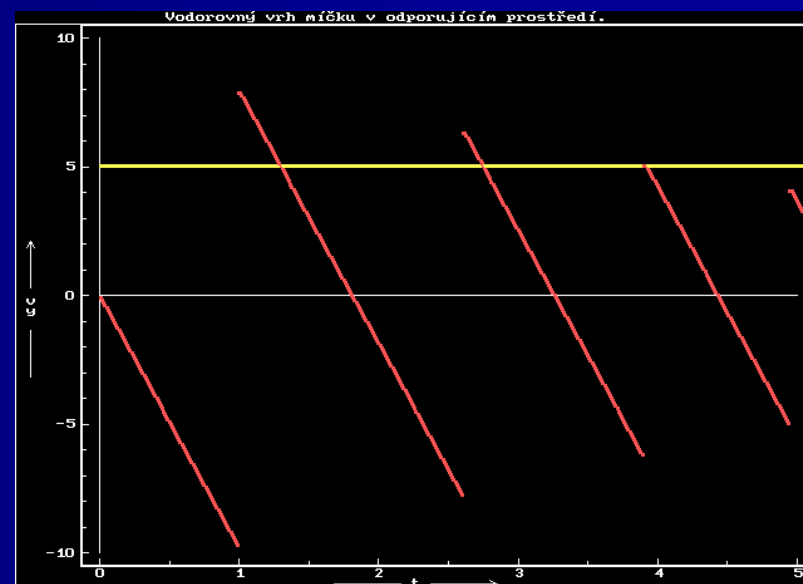
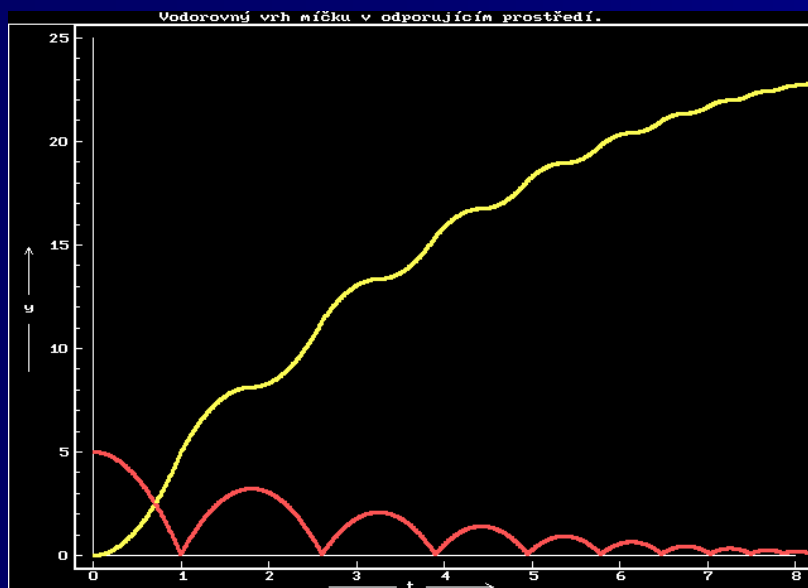
Zobrazení vodorovného vrhu míčku pomocí dynamického modelu programem FAMULUS



Souřadnice polohy, dráhy a rychlosti míčku při vodorovném vrhu jako funkce času – FAMULUS (pohyb při $\text{RestK} = 1$)

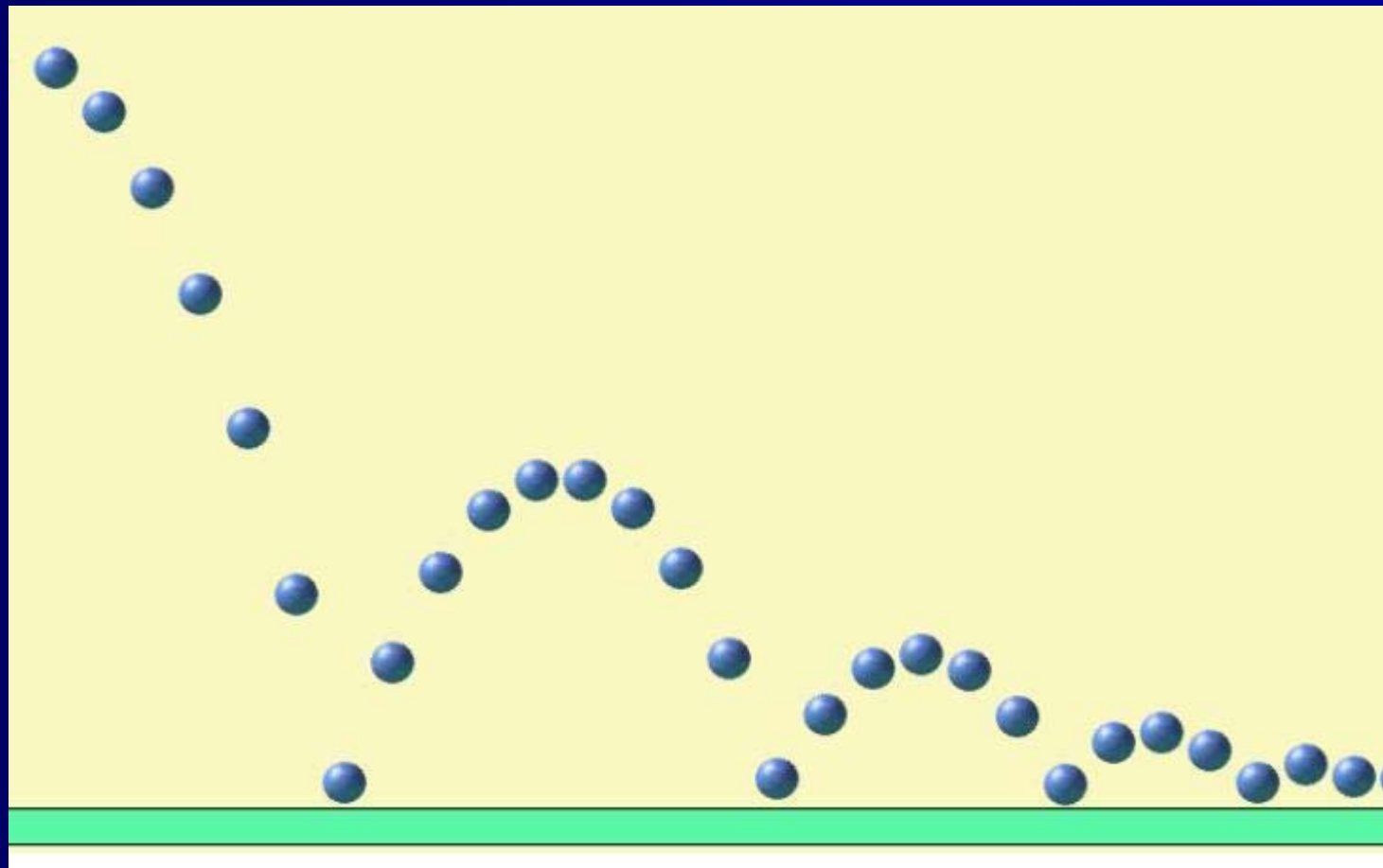


Souřadnice polohy, dráhy a rychlosti míčku při vodorovném vrhu jako funkce času – FAMULUS (pohyb při $\text{RestK} = 0,8$)

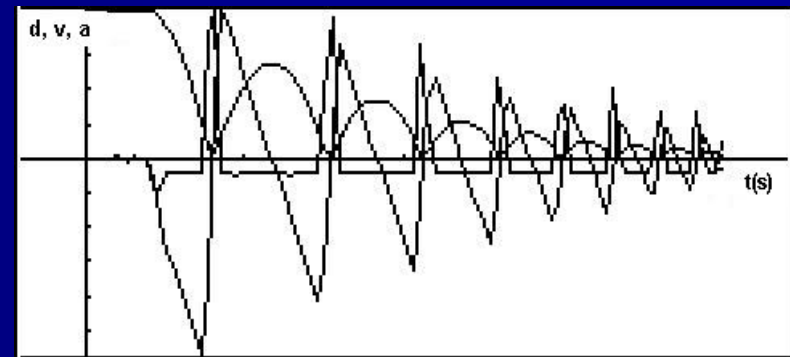
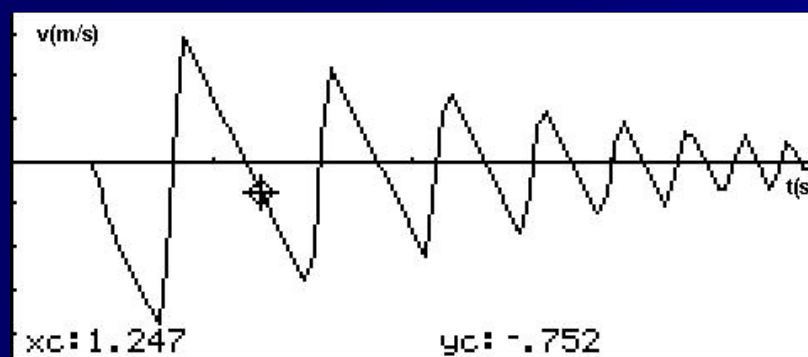
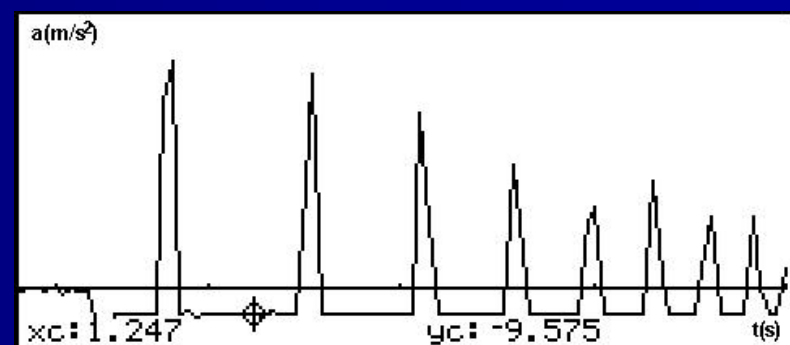
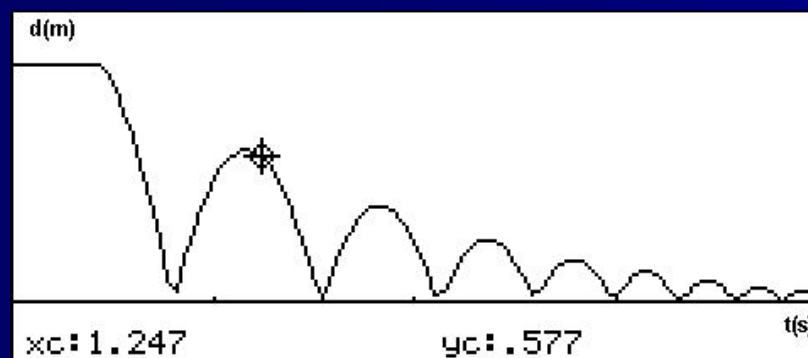


Simulace pohybu míčku pomocí programu Interactive Physics

(autor P. Janeček)



Studium pohybu míčku grafickým kalkulátorem TI-92, datovým analyzátozem CBL a ultrazvukovým detektorem CBR (autor V. Pazdera)



Videoanalyse vodorovného vrhu programem AVA

Beenden Info Optionen

AVA
Automatische Videoanalyse von M. Suleder

Wizard - Einstellungen

Video laden Ausschnitt wählen Objekt wählen

Hilfe
Maßstab
Tabelle
Diagramm
Betrachter

Schritt 1:
Grenzen Sie mit Hilfe der Markierungslinien das bewegte Objekt in
Frame 8 möglichst genau ein.

Schritt 2:
Bewegen Sie dann das Objekt so weit, daß es sich vollständig
außerhalb der Markierung befindet.

12

☐ Erweitert

✓ Weiter

Frame 12
X=288, Y=180

Meßwert-Tabelle

Bearbeiten

Frame	x	y
6	277	49
7	279	54
8	280	65
9	282	86
10	284	110
11	287	141
12	288	180

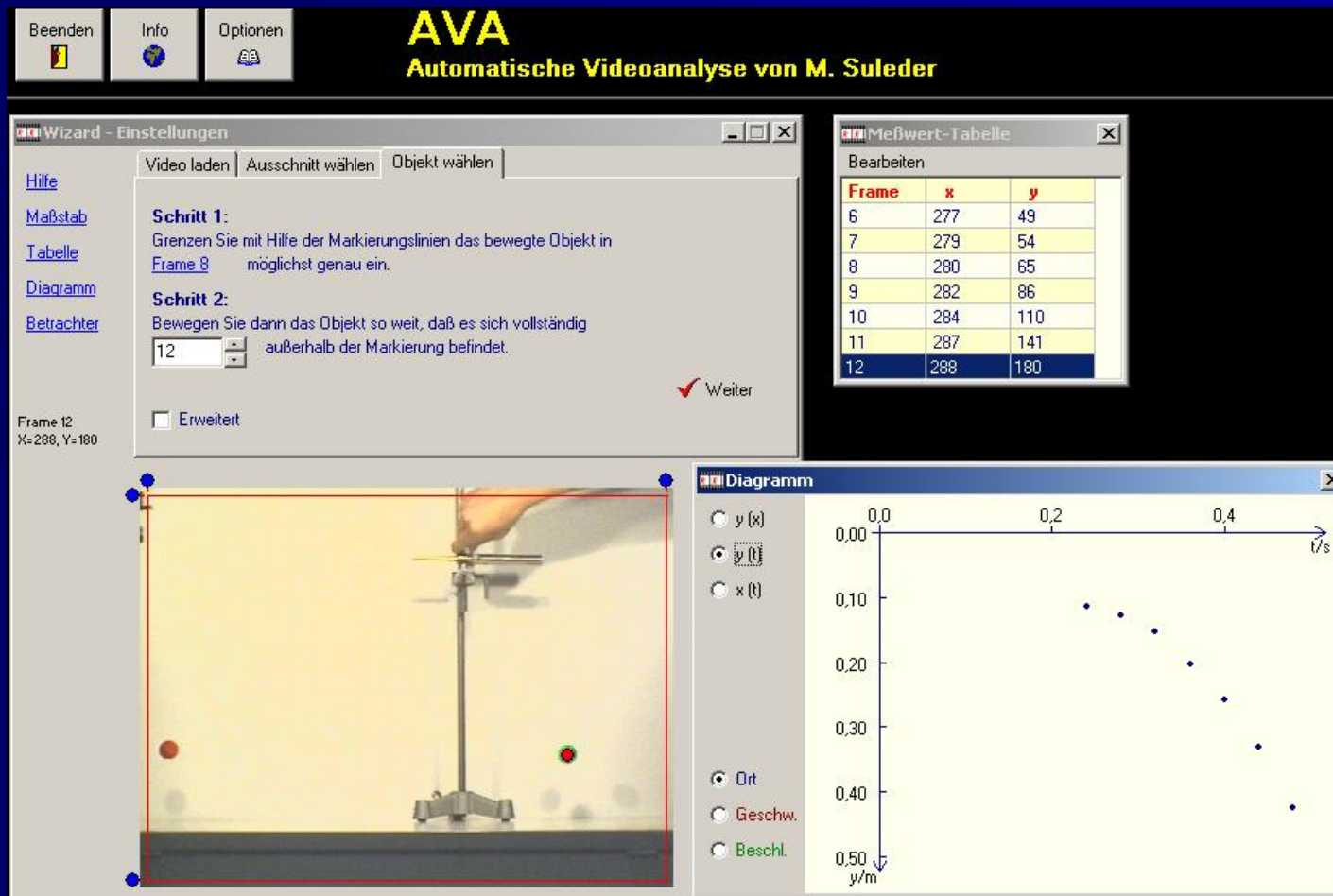
Diagramm

☐ $y(x)$
☒ $y(t)$
☐ $x(t)$

☒ Ort
☐ Geschw.
☐ Beschl.

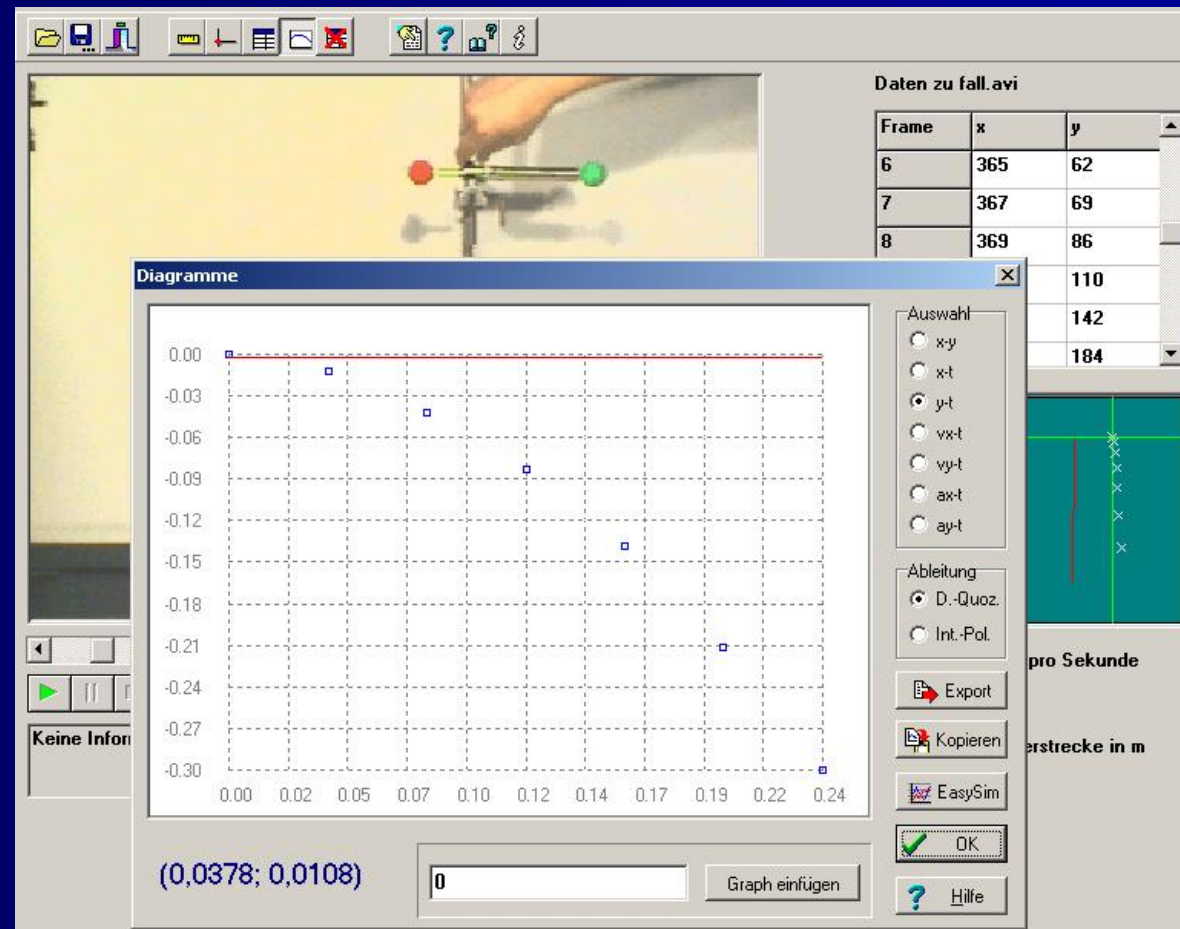
0,0 0,2 0,4 t/s

0,00
0,10
0,20
0,30
0,40
0,50 y/m



The screenshot displays the AVA software interface for video analysis. At the top, there are buttons for 'Beenden', 'Info', and 'Optionen'. The main title is 'AVA Automatische Videoanalyse von M. Suleder'. Below this is a 'Wizard - Einstellungen' window with tabs for 'Video laden', 'Ausschnitt wählen', and 'Objekt wählen'. The 'Objekt wählen' tab is active, showing 'Schritt 1' and 'Schritt 2' instructions. A video frame is shown with a red bounding box around the object. To the right is a 'Meßwert-Tabelle' (Measurement Table) with columns for 'Frame', 'x', and 'y'. Below the table is a 'Diagramm' window showing a graph of 'y(t)' versus 't/s'. The graph shows a series of data points forming a downward curve, indicating constant acceleration.

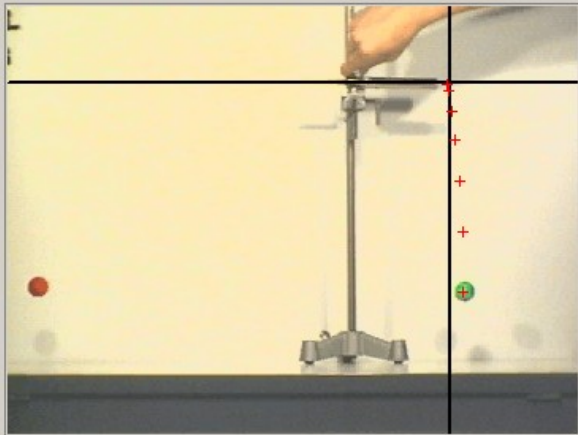
Videoanalyse vodorovného vrhu programem EASYVID



Videoanalýza vodorovného vrhu programem ViMPS

ViMPS "Video abspielen" - Fenster

Datei Einstellungen Datenaufnahme Beenden



Zurück Weiter Bild zurück Bild vor Zeitlupe

Gesamtzeit 0,680 sec

Zeit 0,480 sec

Frames 17

Frame Nr. 12

Öffnen

X -0,446 m Y 0,101 m

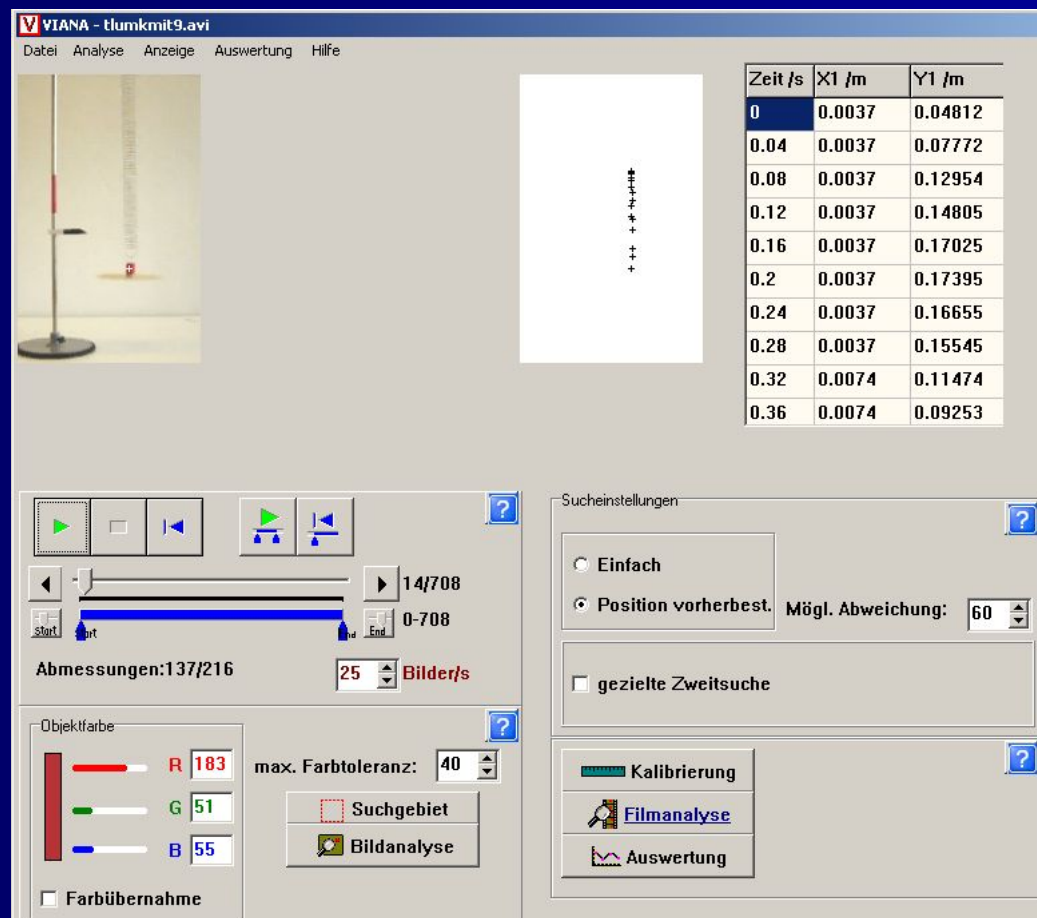
Speichern Messwerte neu Kalibrierung neu Diagramm Schließen

Nr.	X [m]	Y [m]	dt [s]
1	-2,29E-03	-2,29E-03	
2	0,000	-0,011	0,04
3	4,57E-03	-0,041	0,04
4	9,14E-03	-0,082	0,04
5	0,016	-0,142	0,04
6	0,021	-0,215	0,04
7	0,021	-0,302	0,04

Program pro automatickou videoanalýzu mechanických pohybů - VIANA

VIANA - tlumkmit9.avi

Datei Analyse Anzeige Auswertung Hilfe



The screenshot displays the VIANA software interface. On the left, a video frame shows a pendulum. In the center, a white box contains a vertical sequence of black dots representing the pendulum's path. On the right, a table lists time, X, and Y coordinates. Below the table, there are control panels for video playback (play, stop, previous, next buttons and a progress bar), object color selection (RGB sliders for R, G, B), and search settings (radio buttons for 'Einfach' and 'Position vorherbest.', a 'Mögl. Abweichung' field, and checkboxes for 'gezielte Zweitsuche', 'Kalibrierung', 'Filmanalyse', and 'Auswertung').

Zeit /s	X1 /m	Y1 /m
0	0.0037	0.04812
0.04	0.0037	0.07772
0.08	0.0037	0.12954
0.12	0.0037	0.14805
0.16	0.0037	0.17025
0.2	0.0037	0.17395
0.24	0.0037	0.16655
0.28	0.0037	0.15545
0.32	0.0074	0.11474
0.36	0.0074	0.09253

Abmessungen: 137/216 25 Bilder/s

Sucheinstellungen

☐ Einfach

☒ Position vorherbest. Mögl. Abweichung: 60

☐ gezielte Zweitsuche

Kalibrierung

Filmanalyse

Auswertung

Objektfarbe

R 183 G 51 B 55

max. Farbtoleranz: 40

Suchgebiet

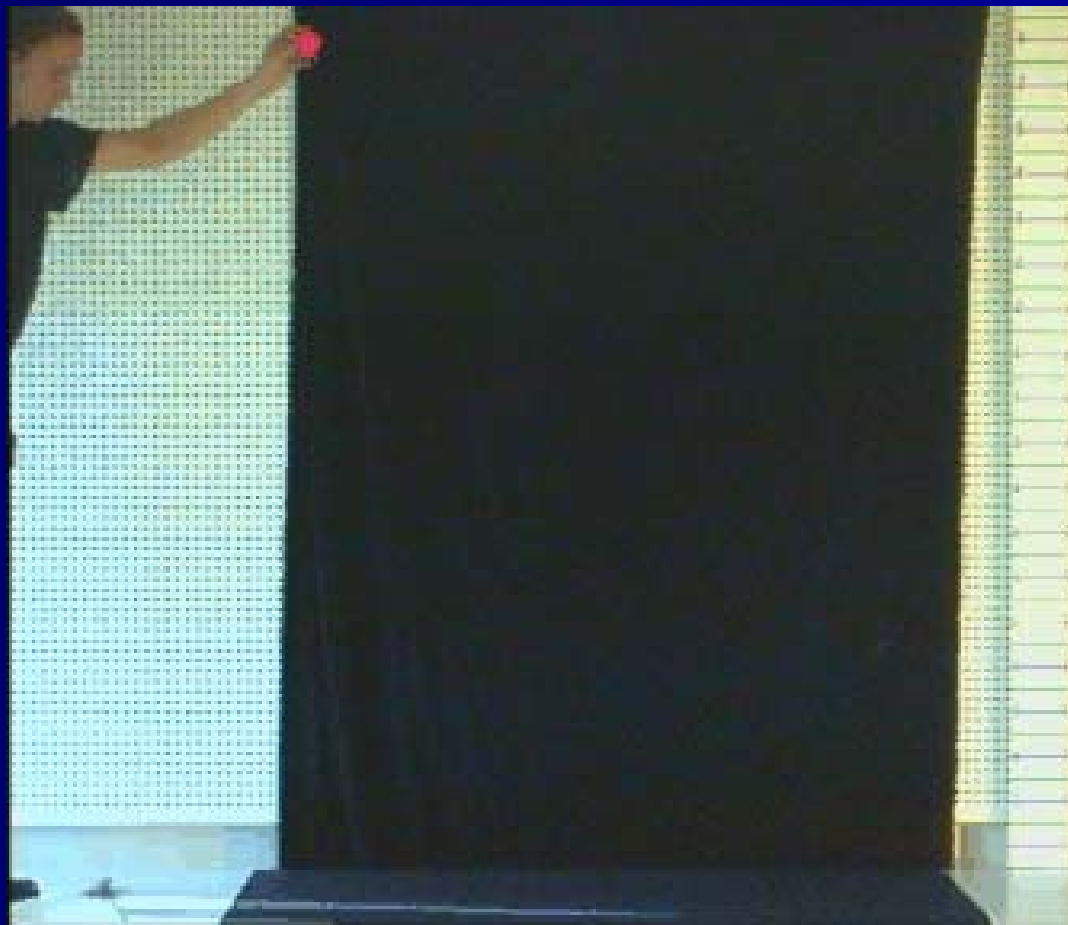
Bildanalyse

Farbübernahme

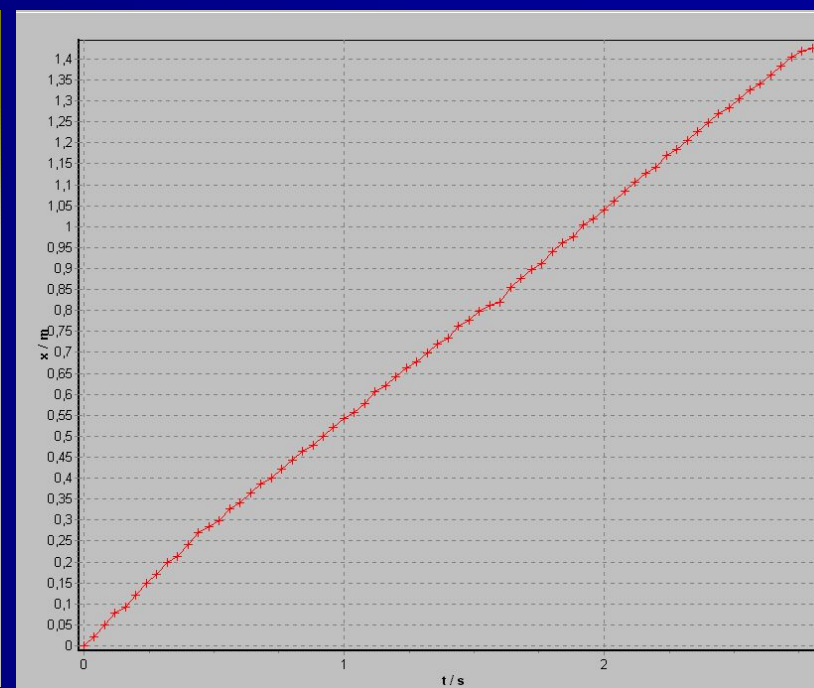
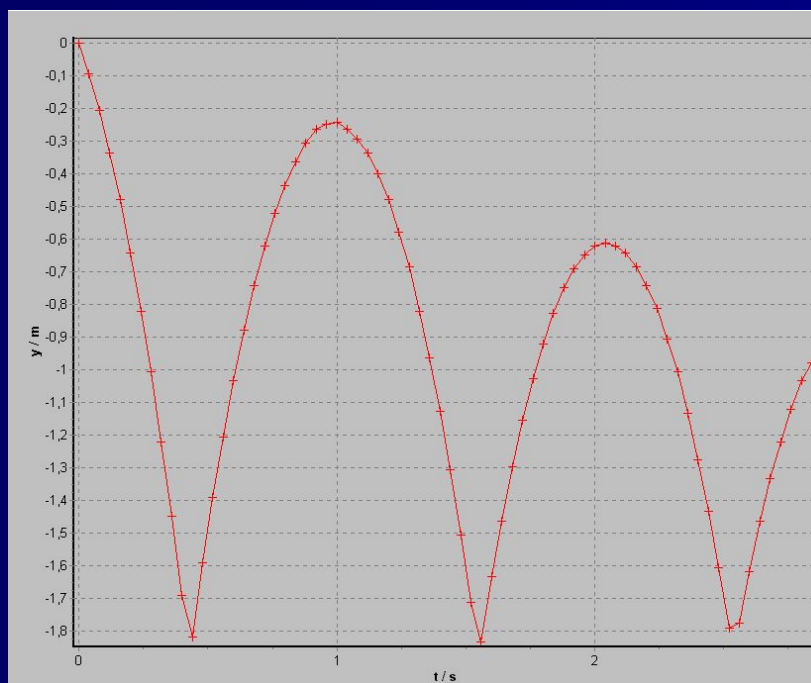
Příprava videozáznamu opakovaného odrazu míčku digitálním fotoaparátem SONY DSC-P92



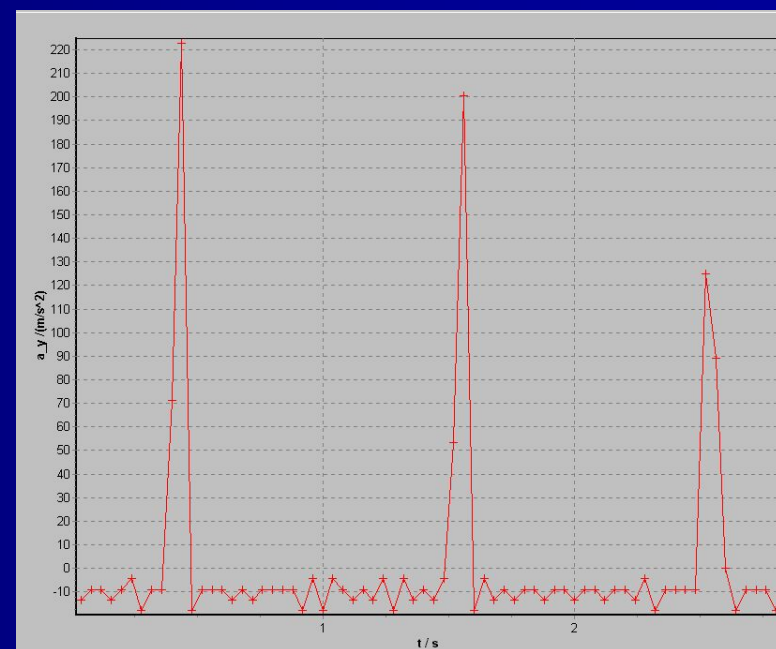
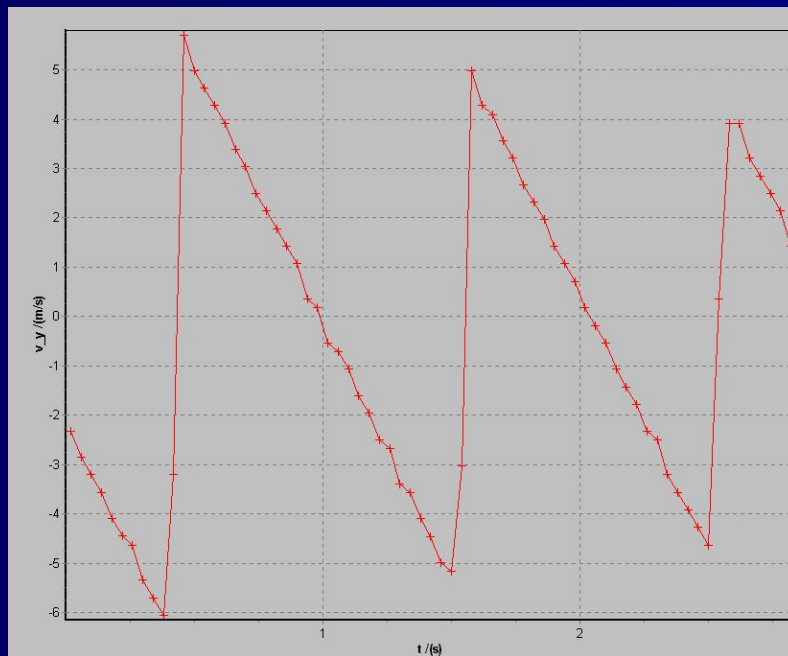
Záznam vodorovného vrhu míčku digitální kamerou



Grafy souřadnic x a y pohybu pružného míčku získané videoanalýzou programem VIANA



Grafy souřadnic rychlosti v_x a v_y



<http://www.bastgen.de/schule/physik/physik.htm>

<http://didaktik.physik.uni-essen.de/viana>

<http://www.virtualdub.org/index>

Videoanalýza kmitání mechanických oscilátorů^{*)}

OLDŘICH LEPIL

Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc

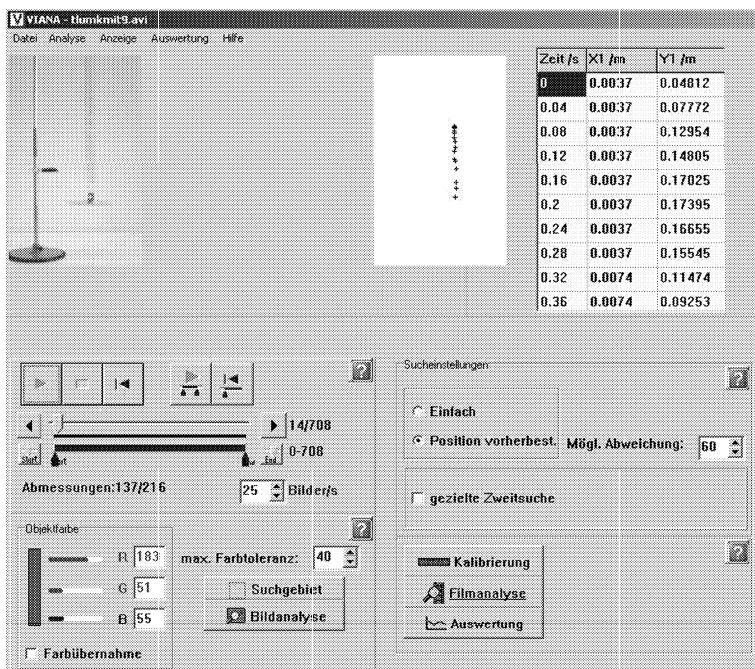
Výklad různých mechanických pohybů se neobejde bez grafů závislosti kinematických veličin na čase. Tyto závislosti lze získat jako časové diagramy na základě příslušných rovnic popisujících jednotlivé pohyby. Z didaktického hlediska však je významné konfrontovat uvedené grafy se záznamy reálných pohybů, získanými na základě experimentů. Prostředky pro získání těchto záznamů prodělaly svůj vývoj, který se odvíjí od možnosti kinematografického záznamu pohybujících se objektů, ať už to byl záznam na filmový pás, nebo stroboskopická fotografie.

Na našem pracovišti jsme se touto problematikou začali zabývat v 70. letech v okamžiku, kdy jsme měli k dispozici vhodnou kameru na film formátu 8 mm Super a prohlížečku filmů, která umožňovala postupnou projekci filmu po jednotlivých okénkách a ruční záznam polohy objektu na matnici prohlížečky. Při známé frekvenci snímání kamery pak nebyl problém rekonstruovat závislost dráhy pohybujícího se tělesa na čase. Tímto způsobem jsme analyzovali vrhy, volný pád, rázy pružných koulí, pohyb na nakloněné rovině aj. (viz [1]).

Od té doby technologie kinematografického záznamu prodělala obrovský vývoj a její současný stav, daný možnostmi digitální fotografie, poskytuje učiteli prostředek, který najde využití nejen při výkladu učiva, ale ve své relativně snadné dostupnosti může být vhodným námětem pro žákovskou činnost.

^{*)} Předneseno na celostátní konferenci Veletrh nápadů učitelů fyziky, Brno, 25. – 27. srpna 2004.

Idea videoanalýzy je jednoduchá. Digitálním fotoaparátem, popř. kamerou je zachycen pohyb tělesa a v počítači je vhodným softwarem provedena analýza jednotlivých snímků záznamu. K tomu by bylo možné v principu použít i software, který je v základním vybavení počítače s operačním systémem Windows (Windows Media Player). Na webu je však možné nalézt několik volně šiřitelných programů speciálně pro videoanalýzu pohybů, která se provádí buď ručně pomocí myši, nebo videoanalýza proběhne automaticky. Programy nabízené na webu mají různou kvalitu a podle získaných zkušeností je pro ruční analýzu záznamu nejvhodnější program Easy-Vid 1.5a [2] a pro automatickou videoanalýzu je bezkonkurenčně nejlepší program Viana 3.64, vyvinutý speciálně pro výuku fyziky na univerzitě v Essenu [3] (obr. 1). Tento program byl použit i pro naše experimenty uvedené dále.



Obr. 1

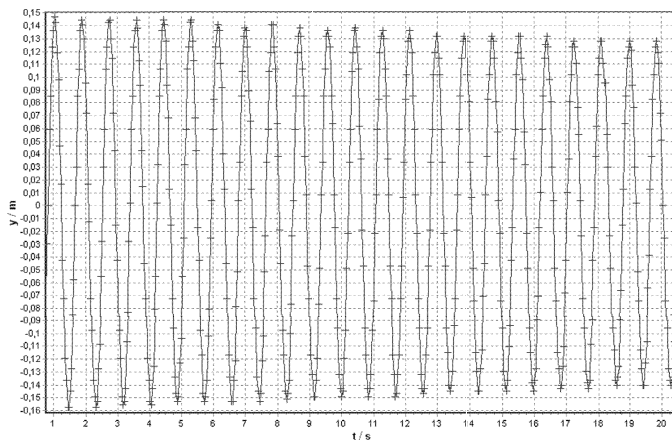
Videozáznamy byly získány digitálním fotoaparátem Sony DSC-P92, pomocí kterého lze na kartu „Memory Stick“ s nejmenší kapacitou 16 MB získat videozáznam ve formátu MPG trvající 42 s. To představuje 1 062 snímků VGA s rozlišením 640×480 bodů. Přímou videoanalýzu snímků v tomto formátu však program Viana neumožňuje a záznamy je třeba dodatečně převést do formátu AVI a upravit velikost snímku na maximální hodnotu 384×288 bodů. K tomuto účelu byl použit rovněž volně šiřitelný program VirtualDub-1.5.10 [4], který nejen provádí konverzi formátu MPG na formát AVI, ale také nutnou kompresi záznamu (byla použita komprese Cinepac Codec), změnu velikosti na formát 320×240 bodů, úpravu jasu a kontrastu snímku, vymezení obrazového pole, stranové převrácení a další úpravy. Jako určitý problém se např. ukázala skutečnost, že ve formátu MPG vždy po dvou snímcích typu I (*intra frame*) následuje jeden snímek typu P (*forward predicted frame*), který je s předcházejícím snímkem typu I totožný. Snímky typu P byly pomocí programu VirtualDub ručně odstraněny, čímž se ovšem také změnila záznamová frekvence z původních 25 snímků za sekundu na přibližně 17 snímků za sekundu.

Jako příklady videoanalýzy uvedeme následující experimenty:

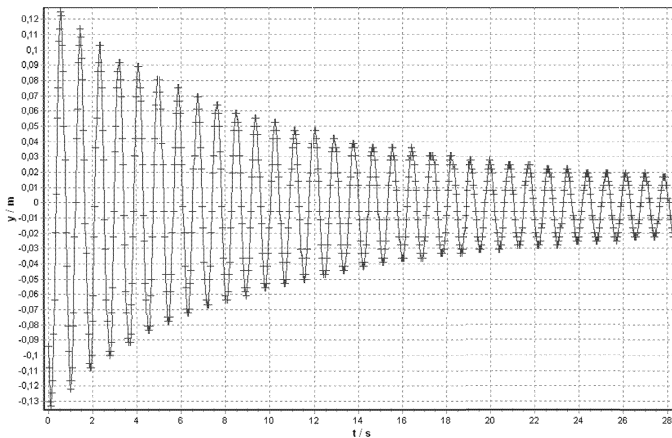
1. kmitání pružinového oscilátoru s různým tlumením,
2. dva módy kmitání pružinového oscilátoru,
3. kmitání kyvadla,
4. kmitání sprzęžených kyvadel,
5. kmitání chaotického kyvadla

Pro automatickou videoanalýzu fyzikálního děje a jeho kvantitativní vyhodnocení je nutné splnit dvě podmínky. Pohybující se objekt musí být upraven tak, aby buď celý objekt (např. kulička, míček apod.), nebo jeho část barevně kontrastovala s okolím. V našem případě pružinového oscilátoru tato podmínka byla splněna tím, že jako závaží byl použit ocelový váleček, na který byl nalepen pruh červeného papíru. Pro kvantitativní analýzu je třeba umístit do obrazu objekt, jehož rozměry jsou známy. Použili jsme opět proužek barevného papíru délky 0,1 m, který byl nalepen na stativ se závěsem oscilátoru. Celkové uspořádání experimentů odpovídalo pokusům s pružinovými oscilátory, které jsou popsány v učebnici [5] (obr. 1 – 4, s. 12 a obr. 1 – 24, s. 39). Zde se ovšem předpokládá snímání pohybu na základě elektromagnetické indukce a zobrazení časového diagramu pomocí analogově digitálního převodníku. Aby nebyl harmonický

pohyb oscilátoru příliš zkreslen, musí kmitání oscilátoru probíhat s malou amplitudou. To je nevýhodné zejména při demonstraci tlumeného kmitání, poněvadž tlumení pohybu oscilátoru je lineární funkcí rychlosti, a proto je třeba, aby rychlost oscilátoru byla větší. Při videoanalýze omezení výchyly, popř. rychlosti nehraje roli a výsledky experimentu jsou přesvědčivější.



Obr. 2

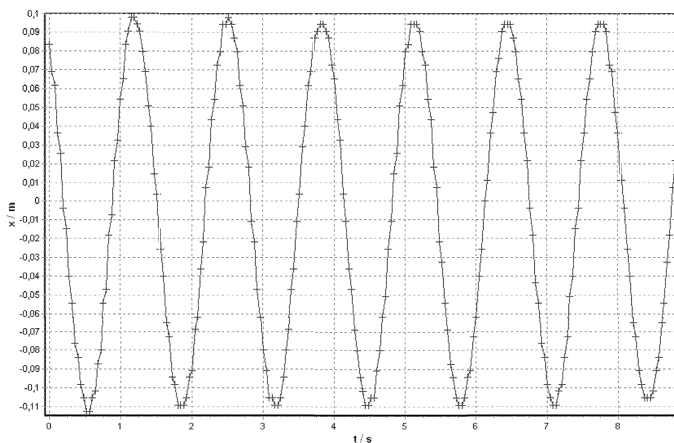


Obr. 3

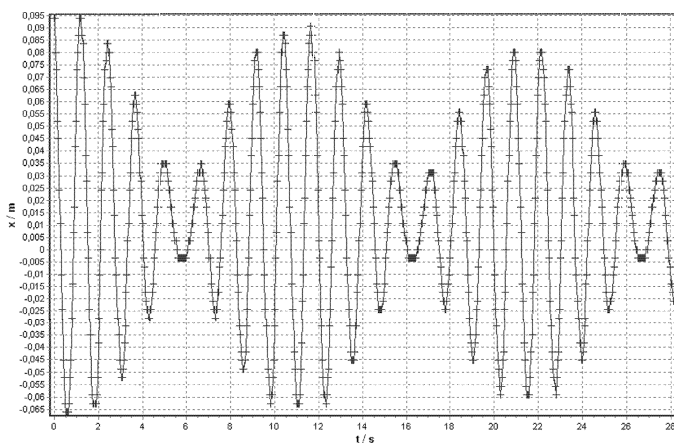
Při vytváření videozáznamu oscilátoru musíme mít fotoaparát na stativu a objektiv by měl být ve výšce odpovídající rovnovážné poloze. Při demonstraci tlumeného kmitání je k tělesu oscilátoru magnetem přichycen papírový kotouč o průměru 10 až 12 cm. Získaný a upravený záznam ve formátu AVI vložíme do programu Viana 3.64, podle menu programu provedeme kalibraci, určení nulového bodu, identifikujeme barvu, kterou bude program sledovat, a důležité je vymezení oblasti, v níž bude program zvolenou barvu vyhledávat. Pak necháme proběhnout videoanalýzu a přepneme program na grafy. Jsou to grafy poloh objektu ve vztažné soustavě x , y a časové diagramy souřadnic polohy, rychlosti a zrychlení. Program Viana umožňuje přímý export získaných hodnot do programu Excel, popř. jako textový soubor, který má podobu tabulky hodnot souřadnic x a y , a ty lze dále zpracovat např. programem Famulus.

Výsledky videoanalýzy kmitání pružinového oscilátoru a jeho varianty se zvětšeným tlumením pomocí papírového kotouče jsou na obr. 2 a 3 (časové diagramy souřadnice y).

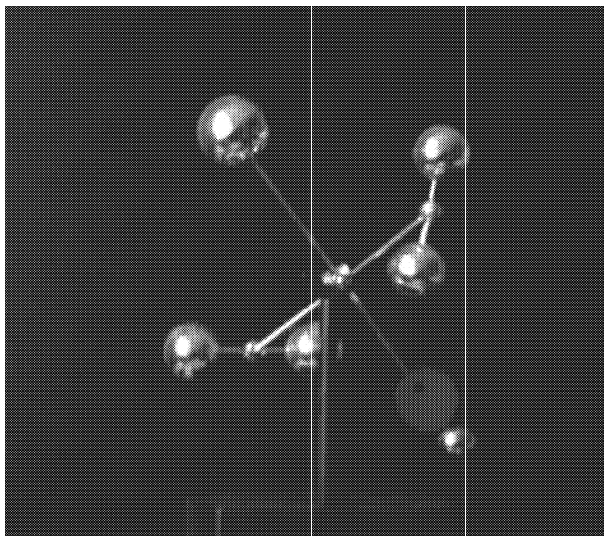
Podobně byla provedena videoanalýza kmitání kyvadla a spřažených kyvadel. K tomu byla využita souprava fy Phywe, která obsahuje dvojici kyvadel, jejichž závaží mají podobu kotoučů oranžové barvy o průměru 8 cm. Proto nebylo nutné doplnit kyvadla barevným objektem a průměr kotoučků byl využit ke kalibraci záznamu. Výsledky videoanalýzy jsou na obr. 4 a 5.



Obr. 4



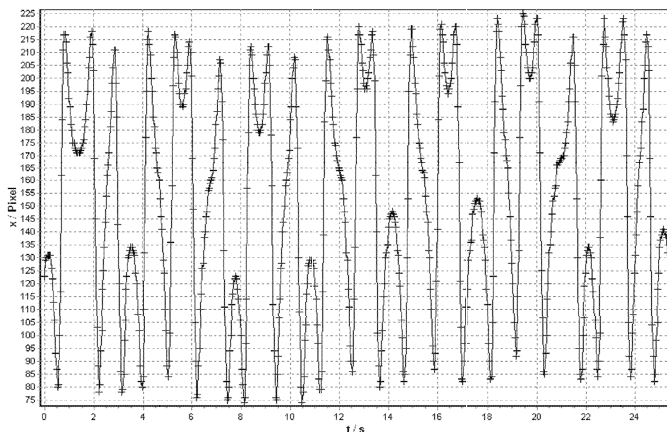
Obr. 5



Obr. 6

Zajímavým příkladem videoanalýzy periodických pohybů je analýza záznamu pohybu „chaotického“ kyvadla v podobě soustavy navzájem spojených a částečně pohyblivých koulí. Podobná kyvadla slouží k výkladu

pojmu deterministického chaosu. Naši pomůcku lze však označit za „kva-
zichaotické“ kyvadlo, poněvadž jeho periodický pohyb je udržován magne-
tickým působením zpětnovazebního tranzistorového zesilovače, takže v po-
hybu kyvadla lze identifikovat určitou periodicitu. Aby bylo možné záznam
pohybu analyzovat, byla soustava doplněna červeným kotoučkem, jehož
pohyb počítač při analýze sleduje. Na obr. 6 je chaotické kyvadlo a na
obr. 7 je získaný záznam x -ové souřadnice pohybu barevného kotoučku.



Obr. 7

Uvedené experimenty jsou příkladem jen několika možností využití vi-
deoanalýzy ve výuce fyziky. Vedle vlastní tvorby videozáznamů lze vyu-
žít i řadu dalších souborů AVI dostupných poměrně ve velkém počtu na
webu. Najdeme nejrůznější příklady vrhů (zejména ve spojení se sportov-
ními výkony), záznamy pohybu člověka na Měsíci, příklady studia nárazů
automobilů (tzv. *crash testy*) a mnoho dalších. Zajímavým příkladem je ur-
čení tíhového zrychlení volně padajícího barevného míčku. Při použití kva-
litně provedeného videozáznamu volného pádu a pečlivé kalibraci obrazu
před zahájením videoanalýzy lze takto získat velmi uspokojivý výsledek.
K videoanalýze lze použít i simulace pohybů získané dynamickými modely
a vytvořené počítačem. Takové záznamy poskytuje přímo ve formátu AVI
např. program *Interactive Physics*.

Literatura

- [1] *Soukup, M. – Soukupová, Z.*: Analýza mechanických dějů obrazovým záznamem. In: *Lepil, O.*: Studentská vědecká činnost v didaktice fyziky, Acta UPOL 1983, vol. 76, Physica XXII, s. 247 – 269.
- [2] <http://www.bastgen.de/schule/physik/physik.htm>
- [3] <http://didaktik.physik.uni-essen.de/viana>
- [4] <http://www.virtualdub.org/index>
- [5] *Lepil, O.*: Fyzika pro gymnázia. Mechanické kmitání a vlnění, Prometheus, Praha 2001.

Výsledky testů z molekulové fyziky a termiky

TOMÁŠ KEKULE

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

1. Úvodem

Ve školním roce 2001/2002 jsem v rámci diplomové práce [1] vytvořil soubory testových úloh z učiva molekulové fyziky a termiky pro gymnázia. Podmínkou pro tuto tvorbu bylo, aby vyřešení každé testové položky odpovídalo splnění některého specifického cíle z Katalogu požadavků ke společné části maturitní zkoušky – fyzika [2].

Pro potřeby sestavení souborů testových úloh bylo učivo rozděleno do čtyř celků: 1. Základní poznatky z molekulové fyziky a termiky, vnitřní energie, práce a teplo; 2. Plyny; 3. Pevné látky a kapaliny a 4. Změny skupenství. Každému celku odpovídaly dva přibližně ekvivalentní soubory úloh A, B, aby při jejich pilotáži bylo omezeno opisování studentů. Obsahovým podkladem pro tvorbu položek byly učebnice fyziky [3], [4].

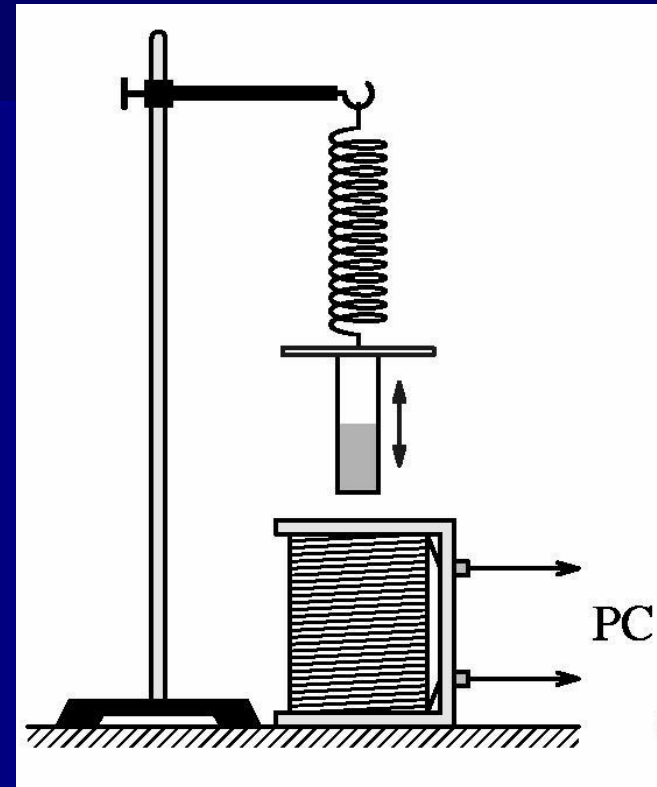
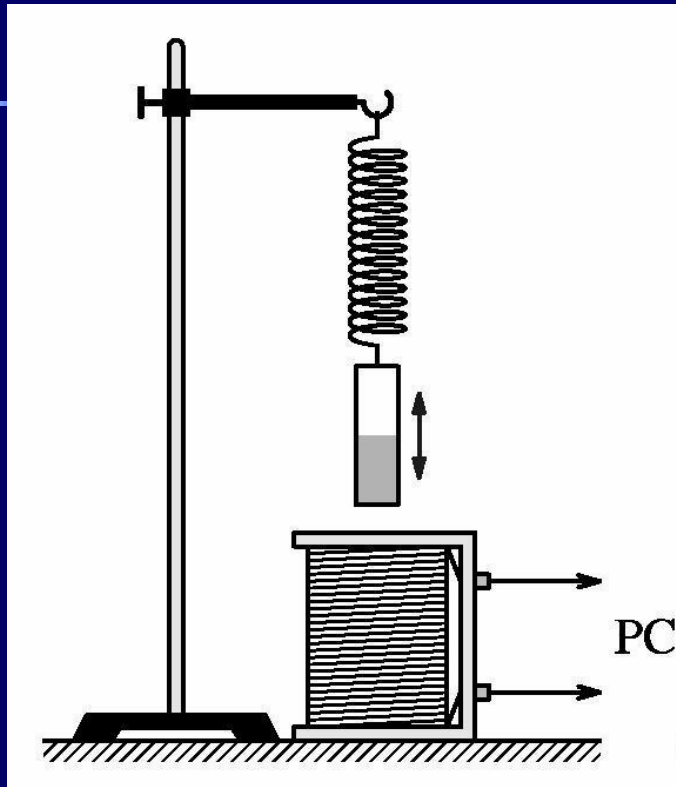
Položky jednotlivých testů byly jednak uzavřené (s výběrem z několika odpovědí, z nichž právě jedna byla správná), jednak otevřené (se širokou nebo stručnou odpovědí). Při tvorbě položek jsem kladl důraz na to, aby studenti při řešení používali Matematicko-fyzikální a chemické tabulky (MFChT) – bylo nutné dohledat potřebné údaje v zadání záměrně

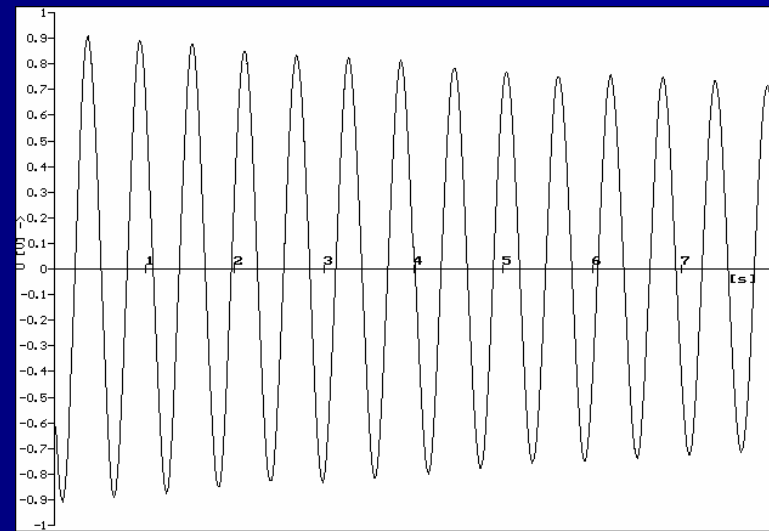
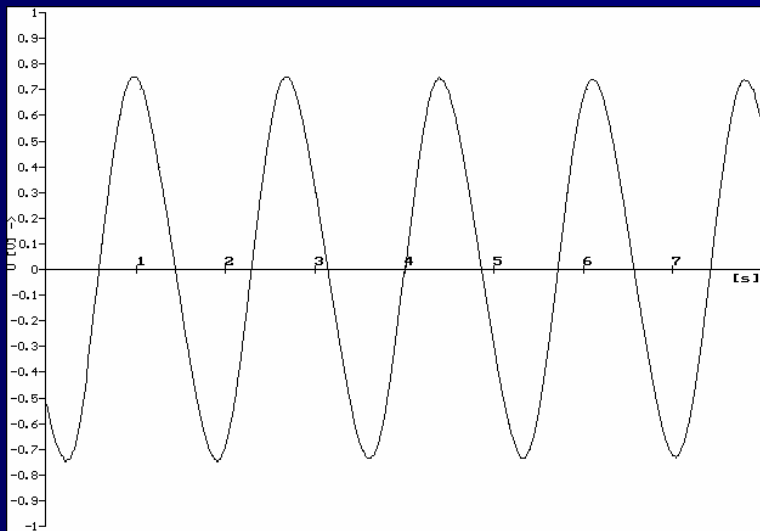
Videoanalýza kmitavých dějů

Oldřich Lepil
Přírodovědecká fakulta UP
Olomouc

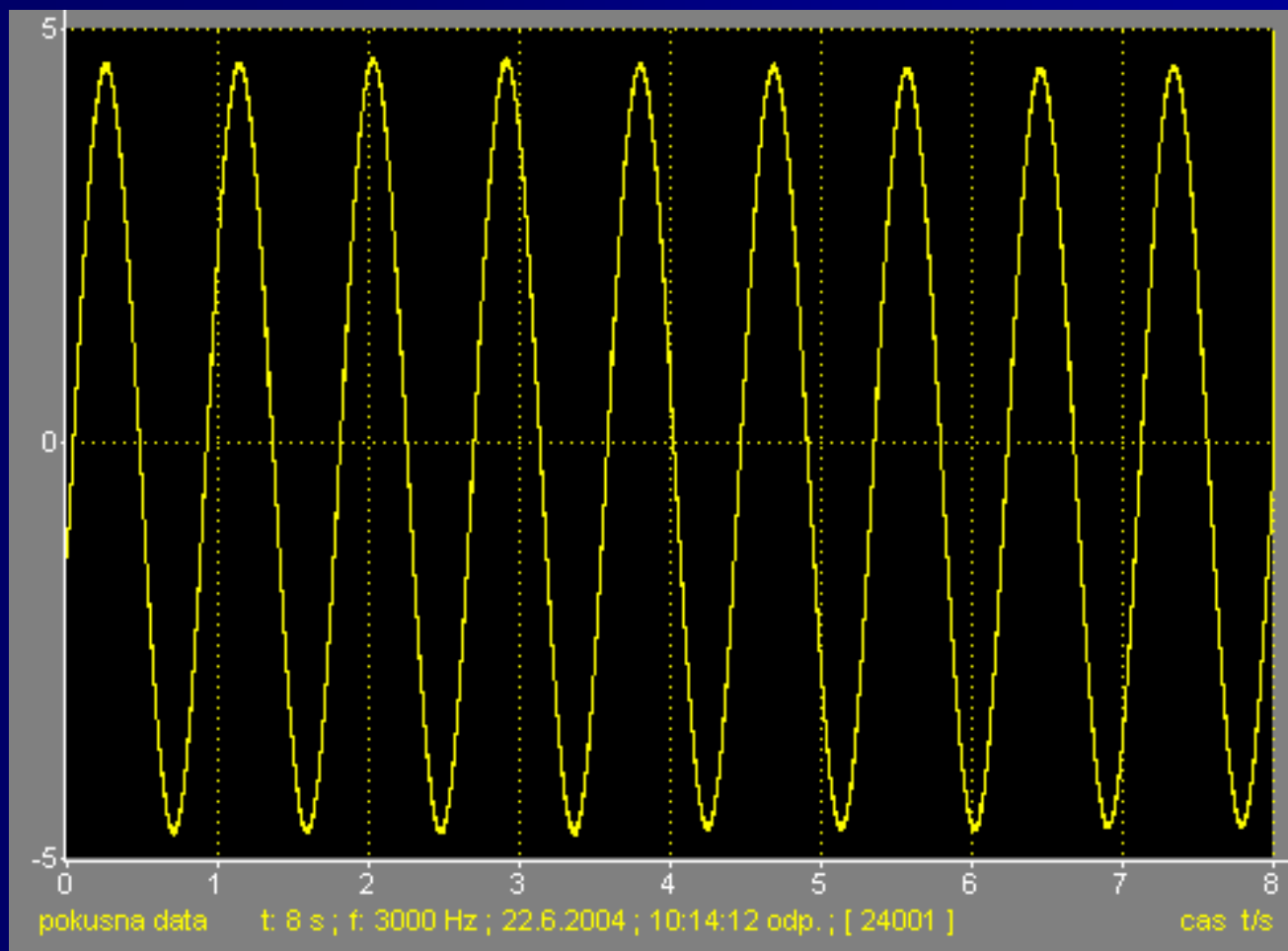
Mechanické oscilátory

- Pružinový oscilátor s malým tlumením
- Pružinový oscilátor s větším tlumením
- Kyvadlo
- Spřažená kyvadla
- Chaotické kyvadlo
- Složené kmitání

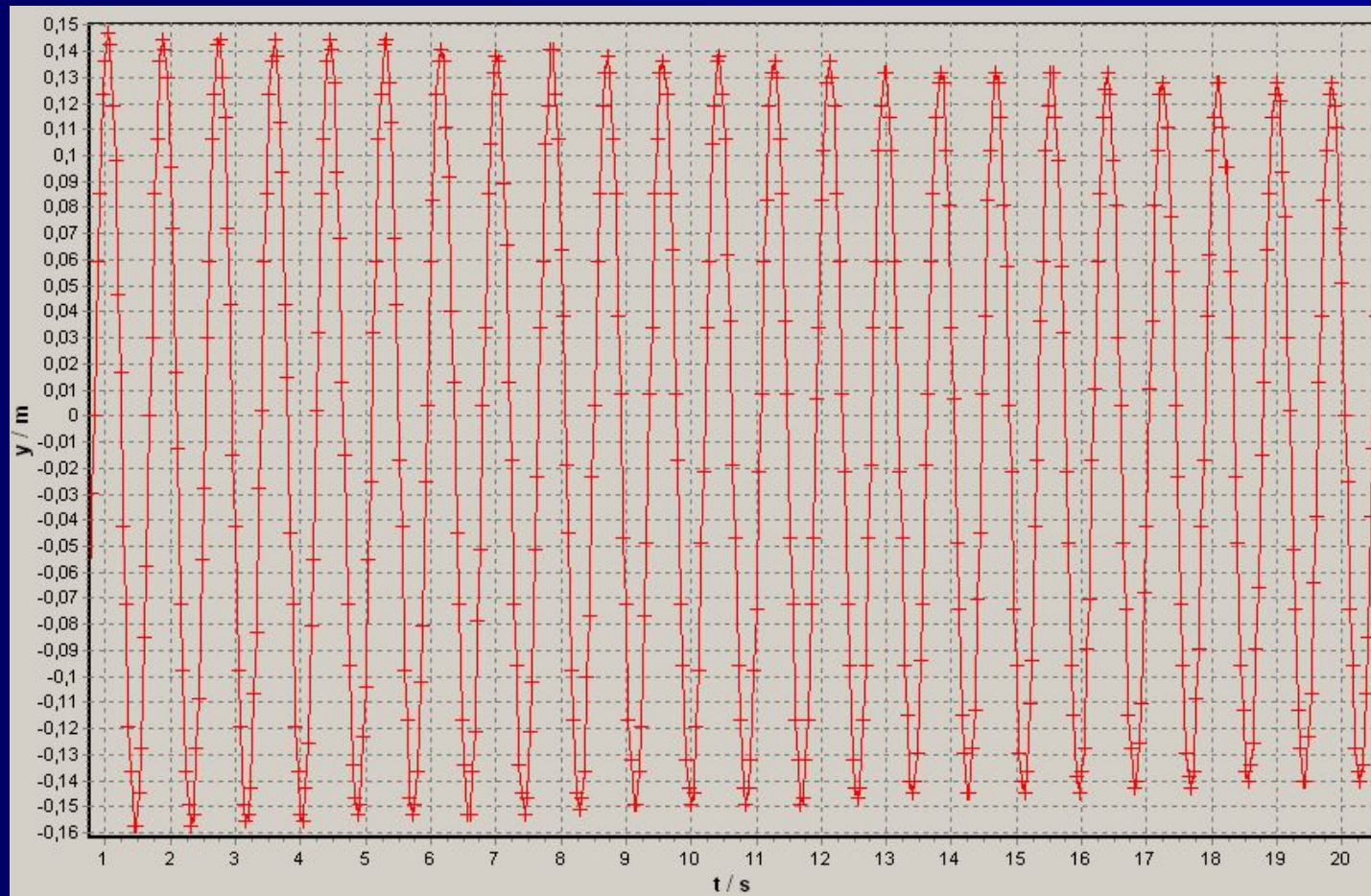




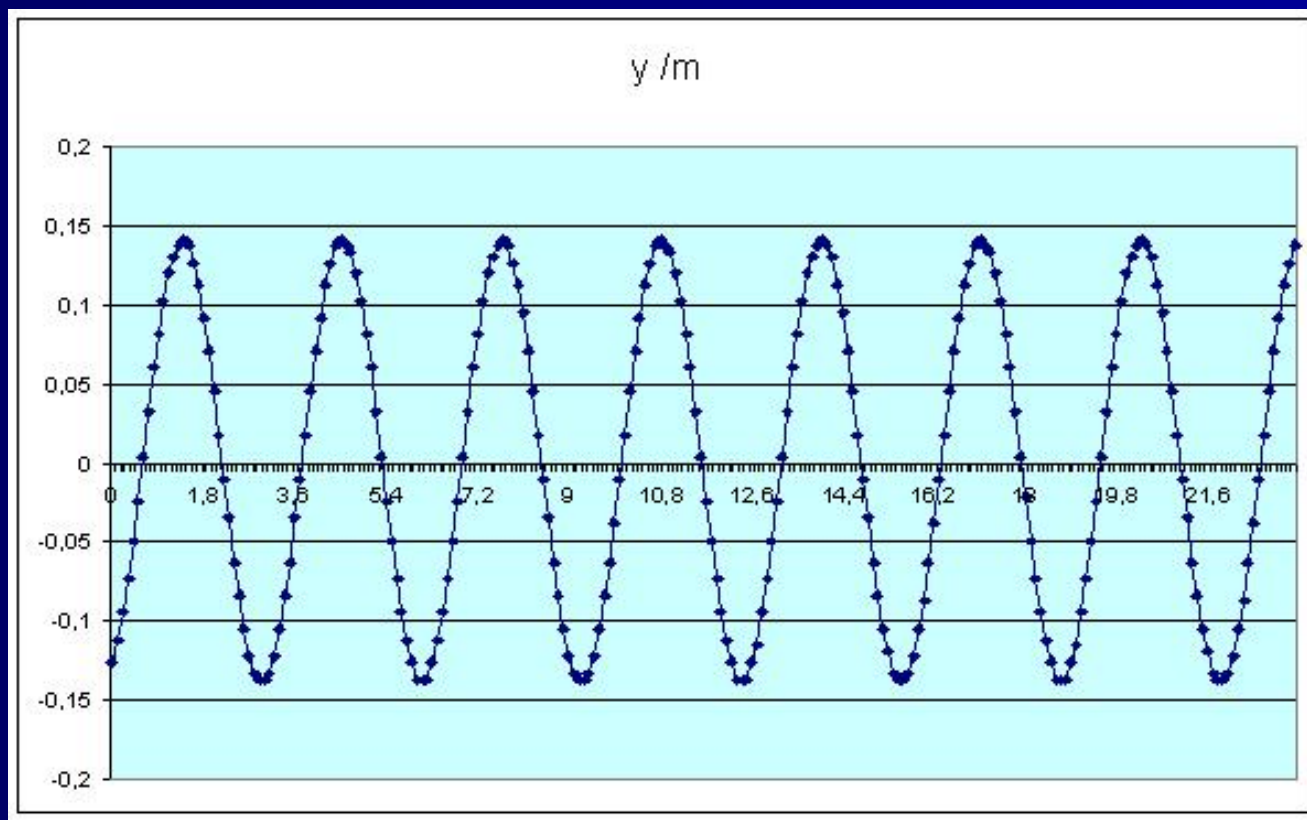
Záznam kmitání mechanického oscilátoru programem ISES



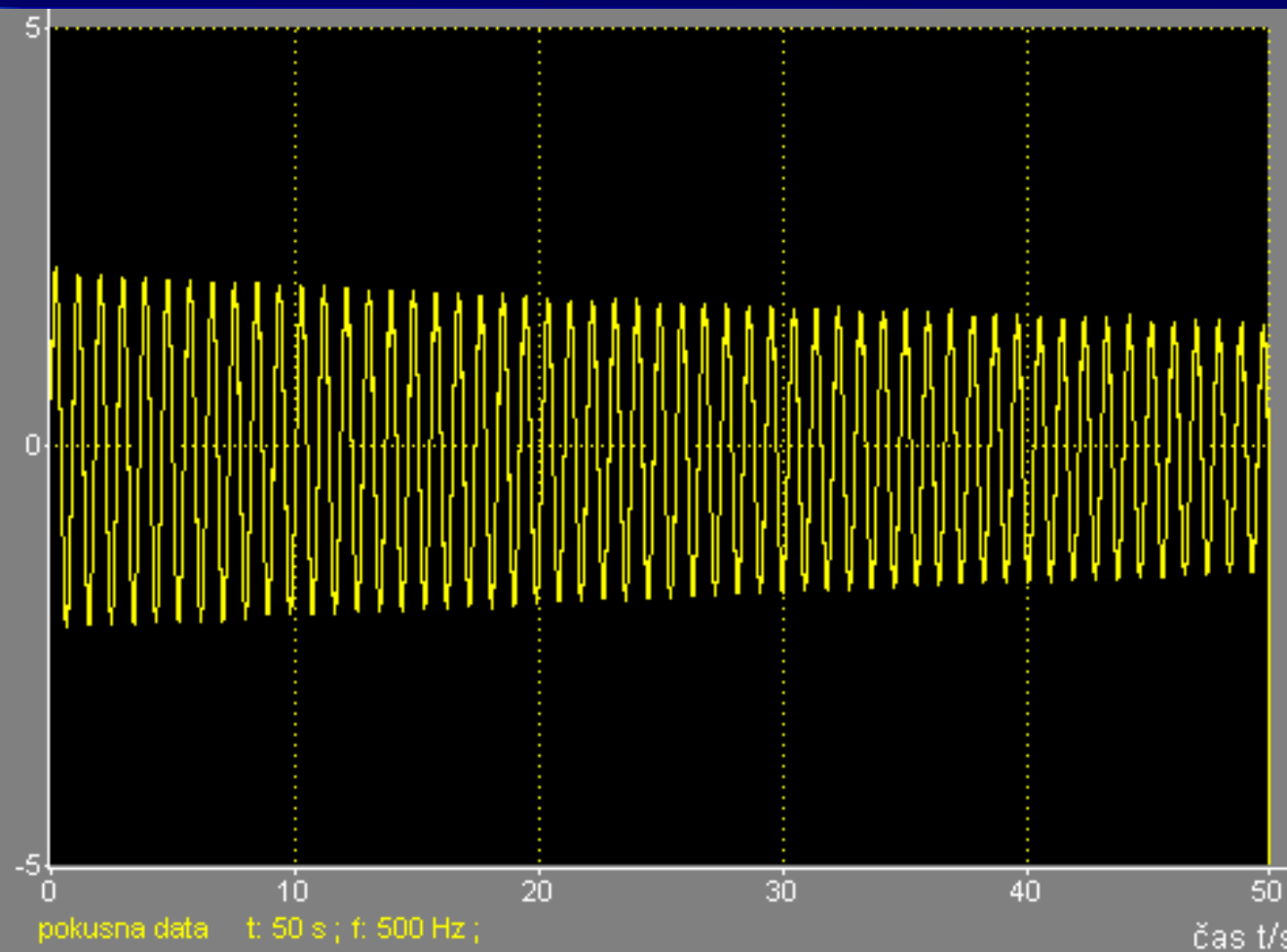
Záznam kmitání mechanického oscilátoru programem VIANA



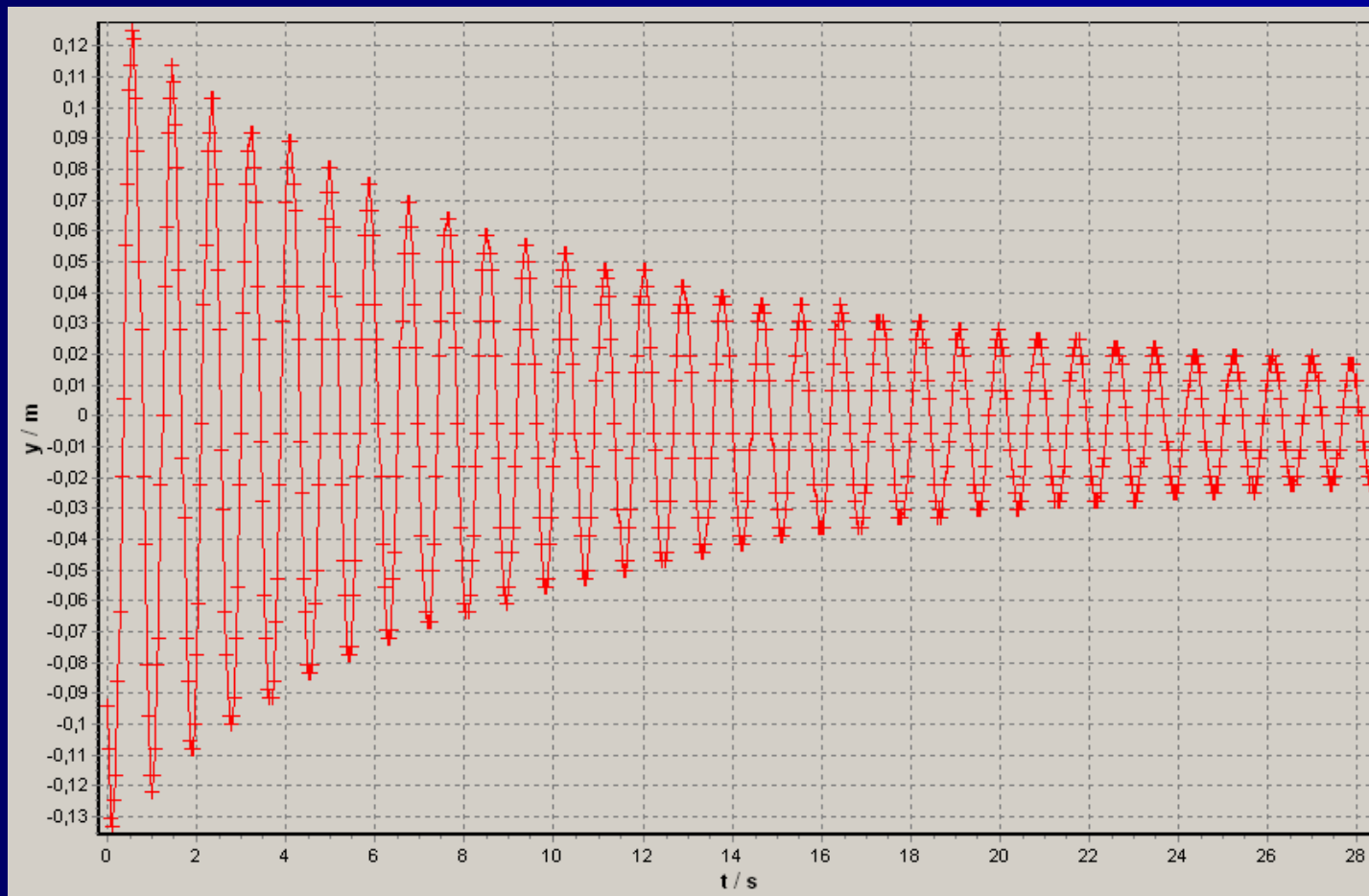
Zpracování dat programem EXCEL



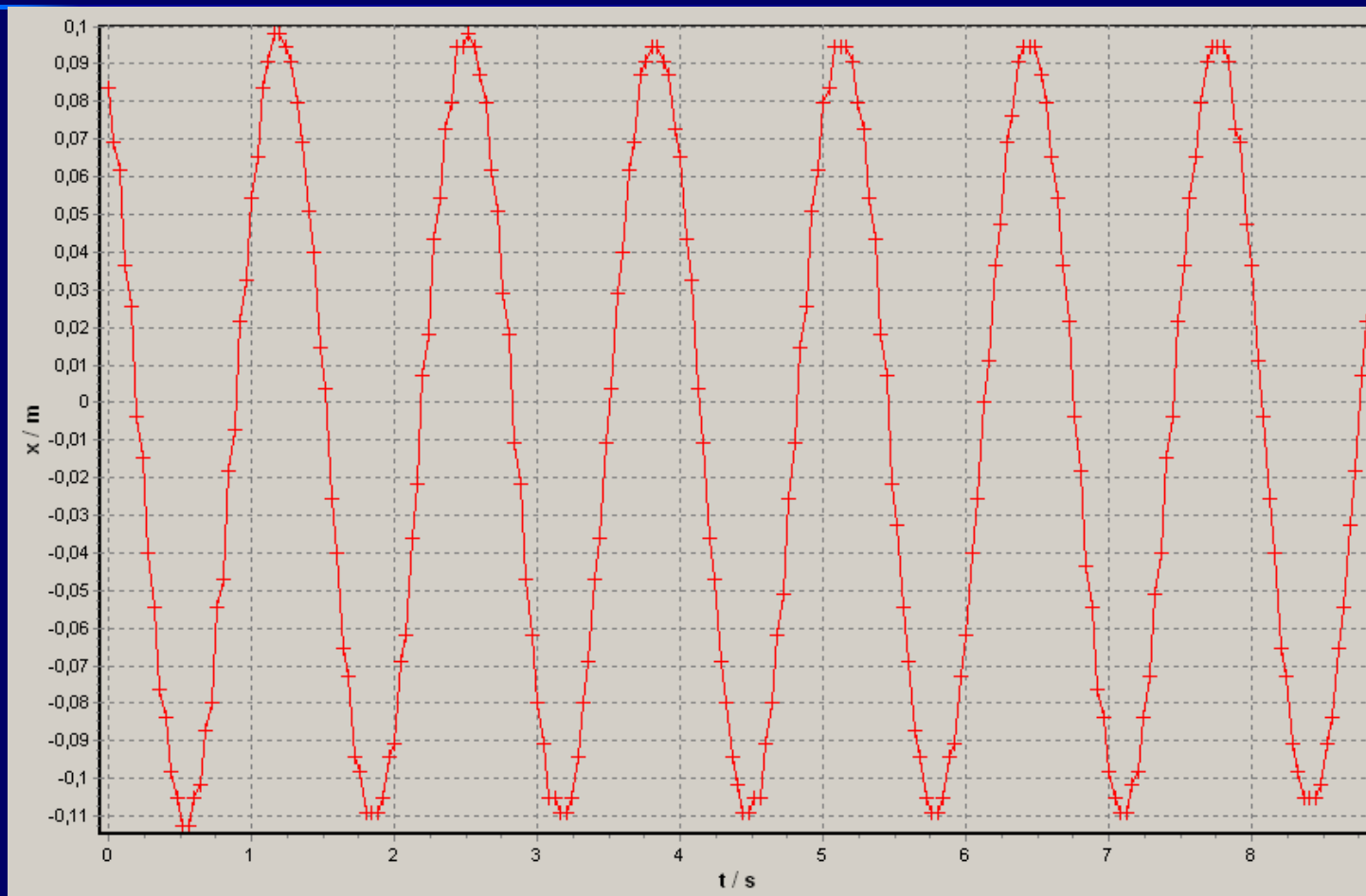
Záznam tlumeného kmitání oscilátoru programem ISES



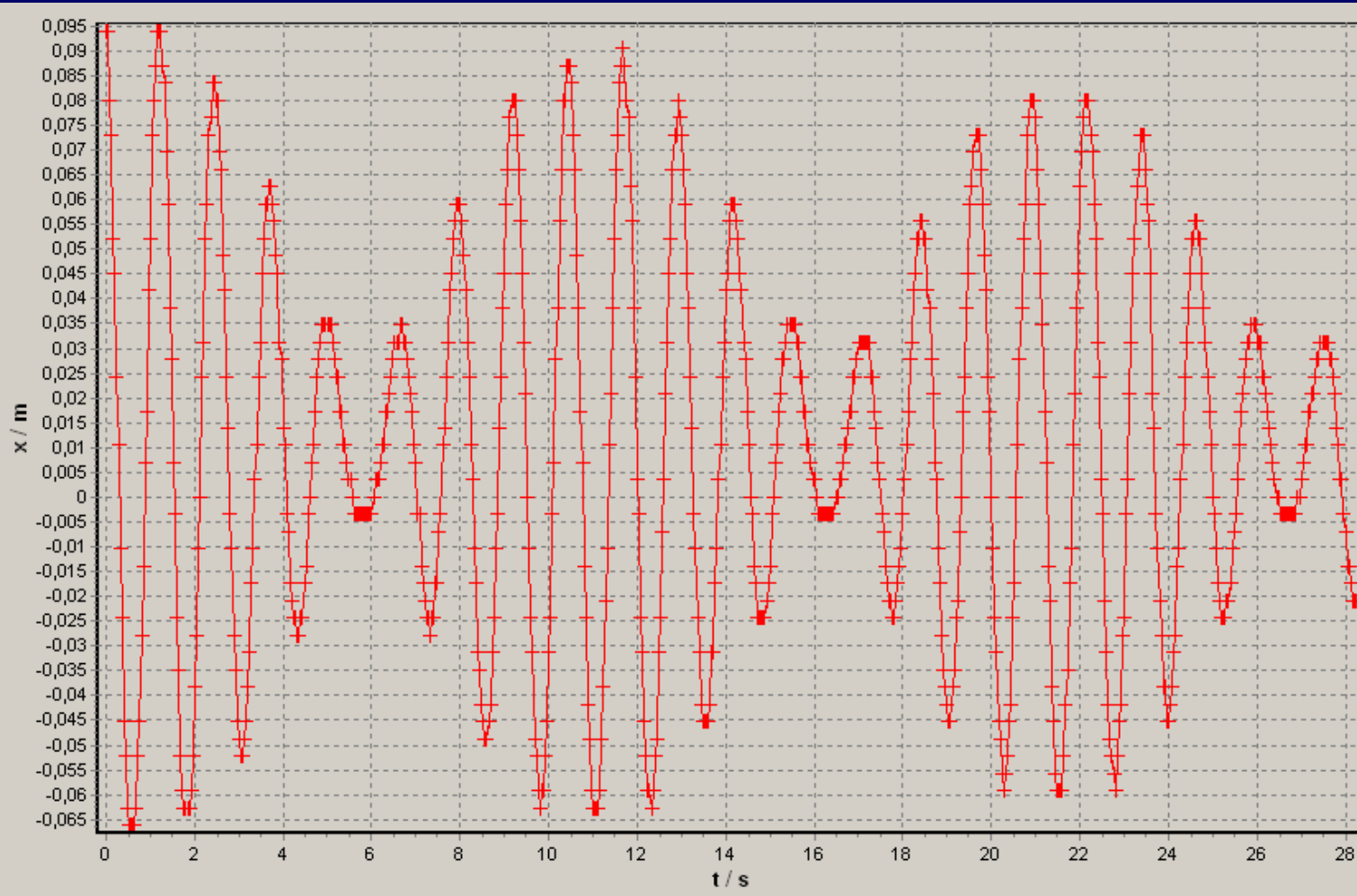
Záznam tlumeného kmitání oscilátoru programem VIANA



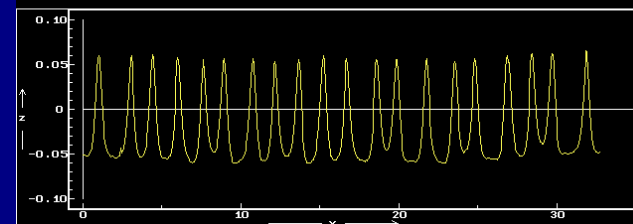
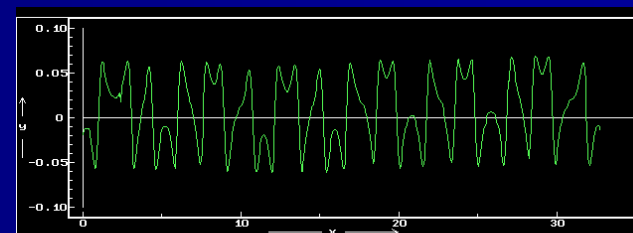
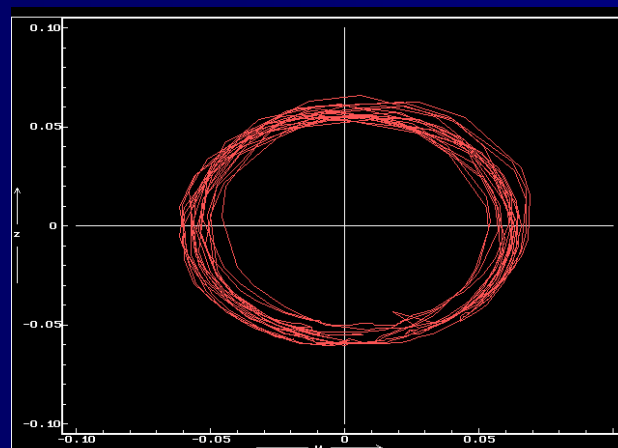
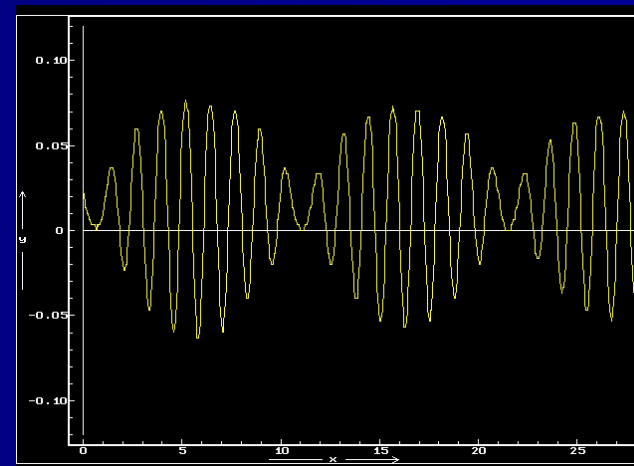
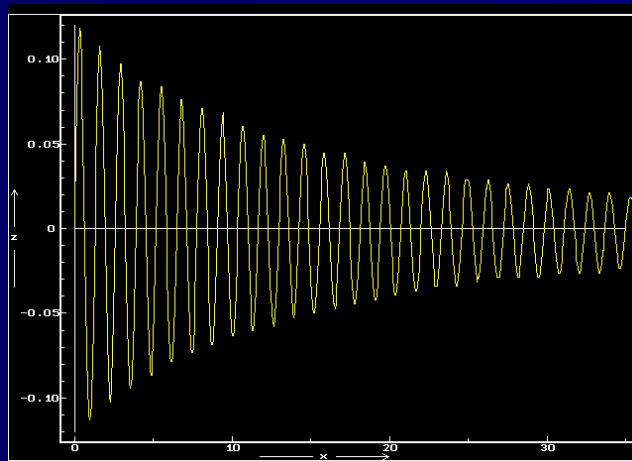
Záznam kmitání kyvadla



Záznam kmitání spřažených kyvadel



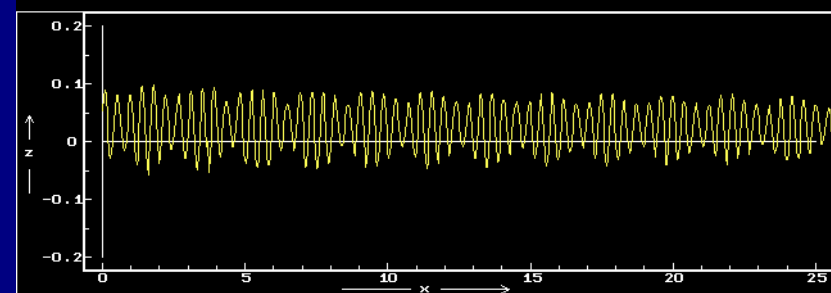
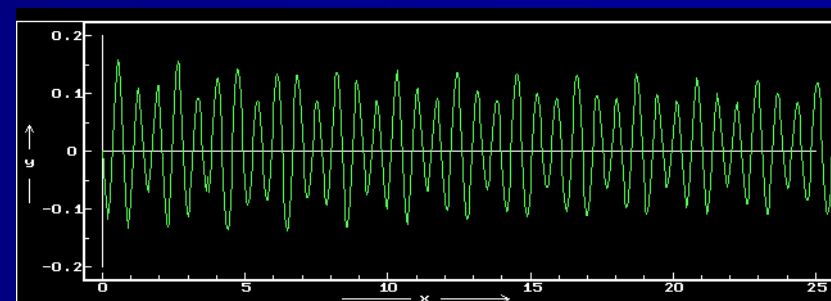
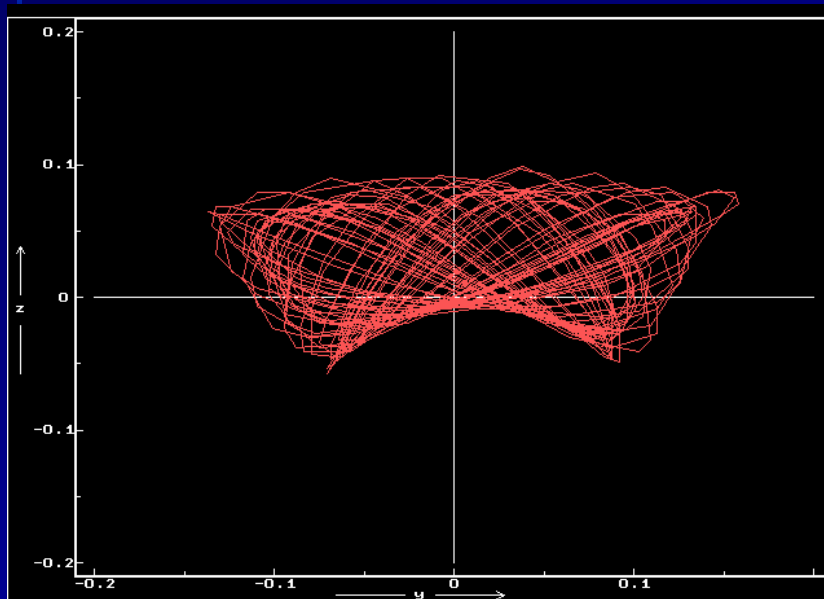
Příklady zpracování dat programem FAMULUS



Složené kmitání pružinového oscilátoru



Složené kmitání pružinového oscilátoru

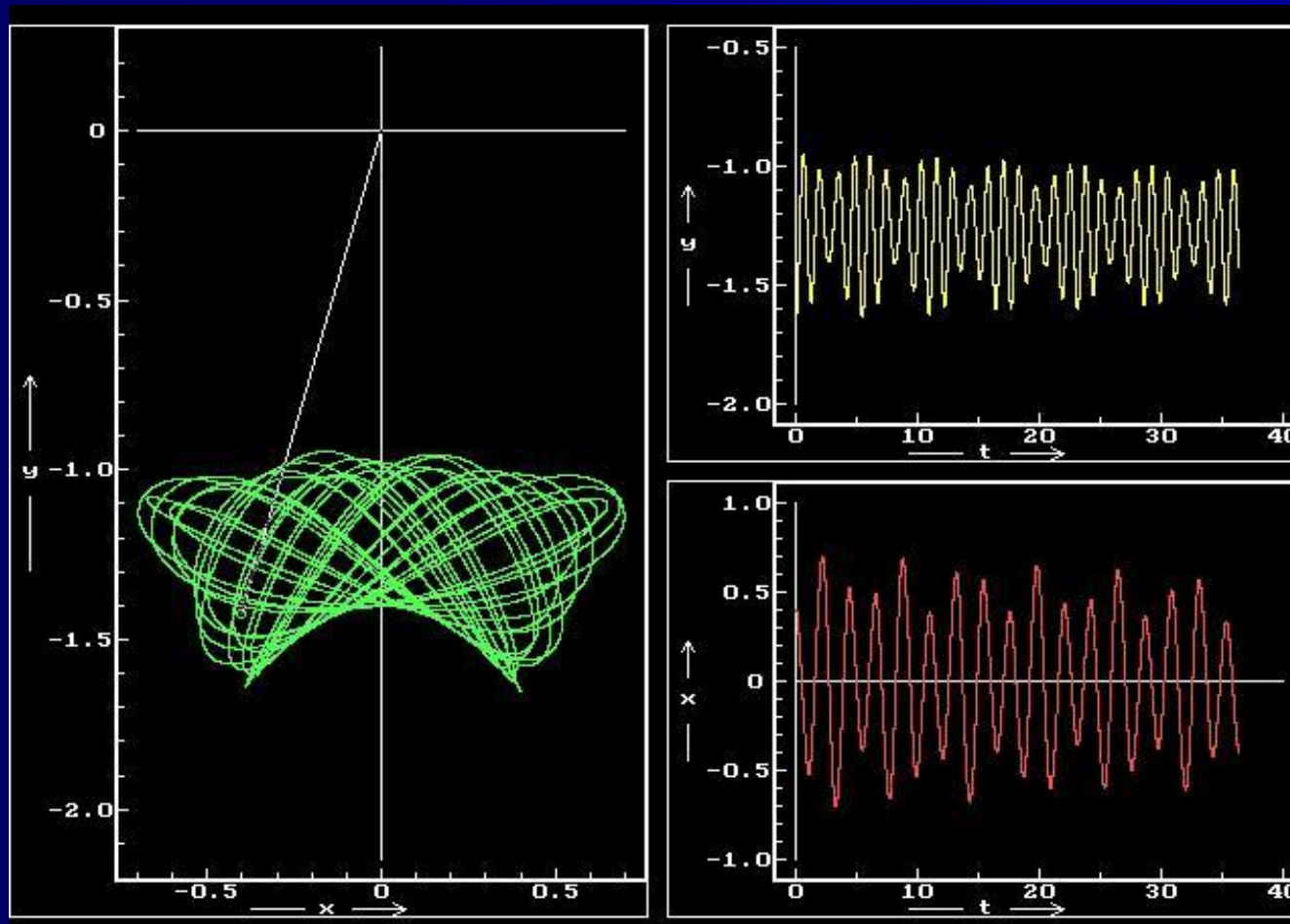


Data z videoanalýzy zpracovaná programem FAMULUS

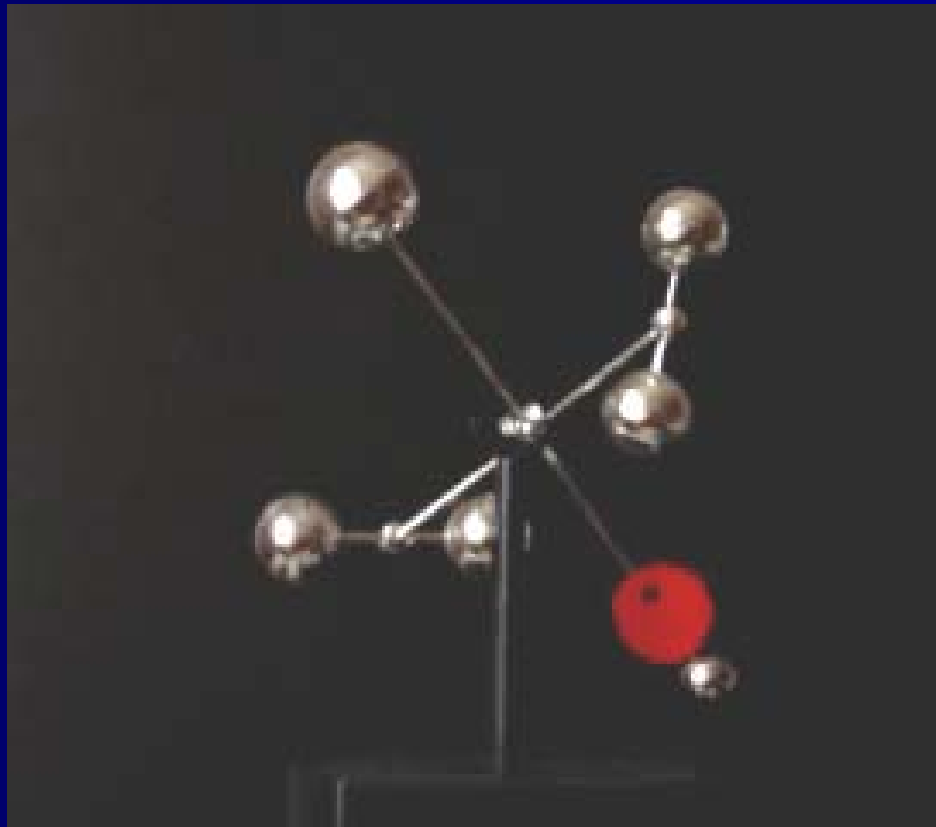
Dynamický model složeného kmitání mechanického oscilátoru

```
r=sqrt(x^2+y^2); v=sqrt(vx^2+vy^2)
IF r>1 THEN
    ax=-K*(r-1)/r*x-L*v*vx; ay=-g-K*(r-1)/r*y-L*v*vy
ELSE
    ax=-L*v*vx; ay=-g-L*v*vy
END
vx=vx+ax*h; vy=vy+ay*h
x=x+vx*h; y=y+vy*h
t=t+h
IF t=50 THEN STOP END
```

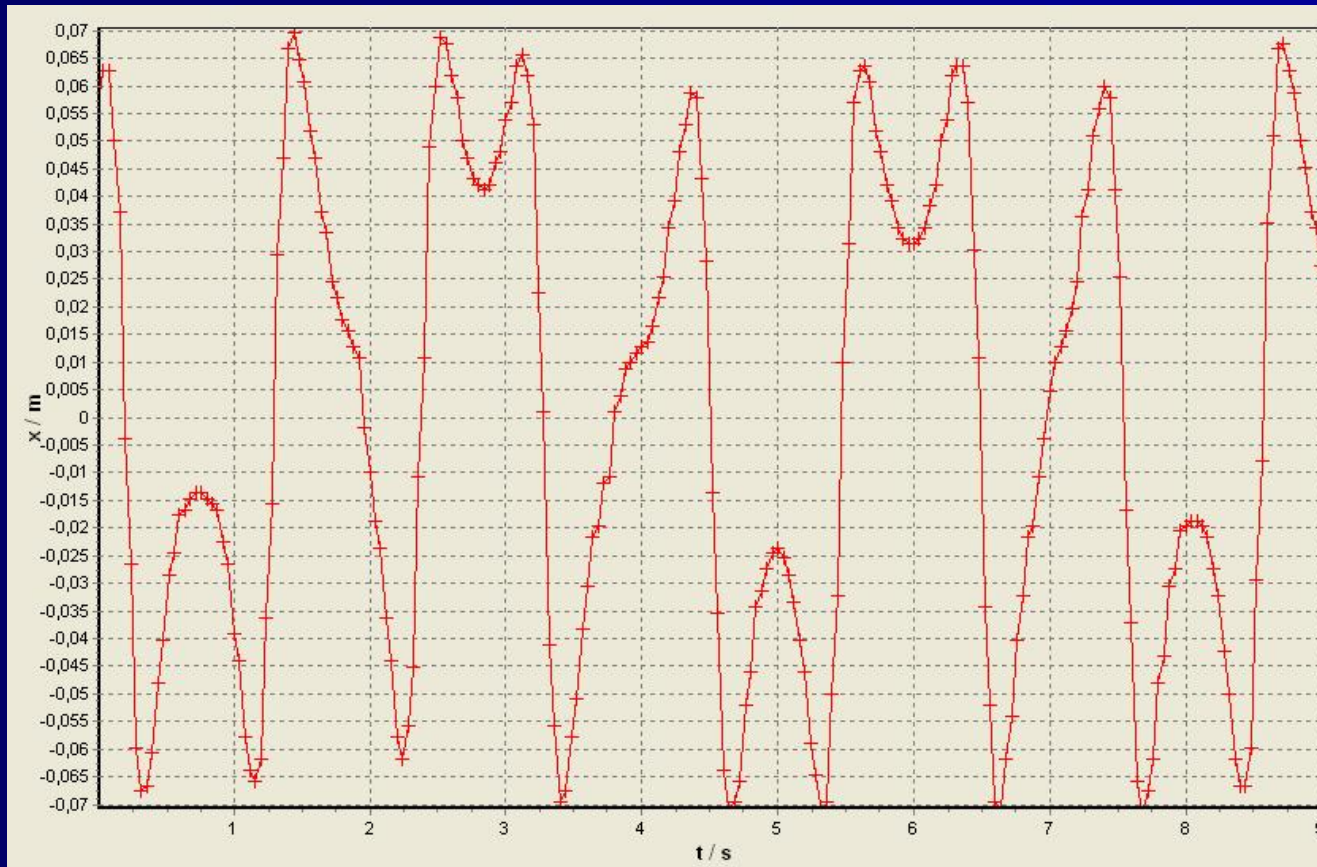
Složené kmitání vytvořené dynamickým modelem



Chaotické kyvadlo



Záznam kmitání chaotického kyvadla



Informační zdroje k videoanalýze na webu

<http://www.bastgen.de/schule/physik/physik.htm> (EASYVID)

<http://didaktik.physik.uni-essen.de/viana>

<http://www.virtualdub.org/index>

<http://didaktik.physik.uni-wuerzburg.de/~suleder/software/ava/>

<http://www.physik.uni-mainz.de/lehramt/ViMPS/welcome.html>

<http://www.physik.uni-muenchen.de/didaktik/Computer/DAVIDdavid.htm>

<http://didaktik.physik.uni-wuerzburg.de/~pkrahmer/home/galileo.html>

<http://home.t-online/home/320059914833-0001/Physik/DiVA/diva.htm>

<http://www.lsw.com/videopoint/> (placený)