

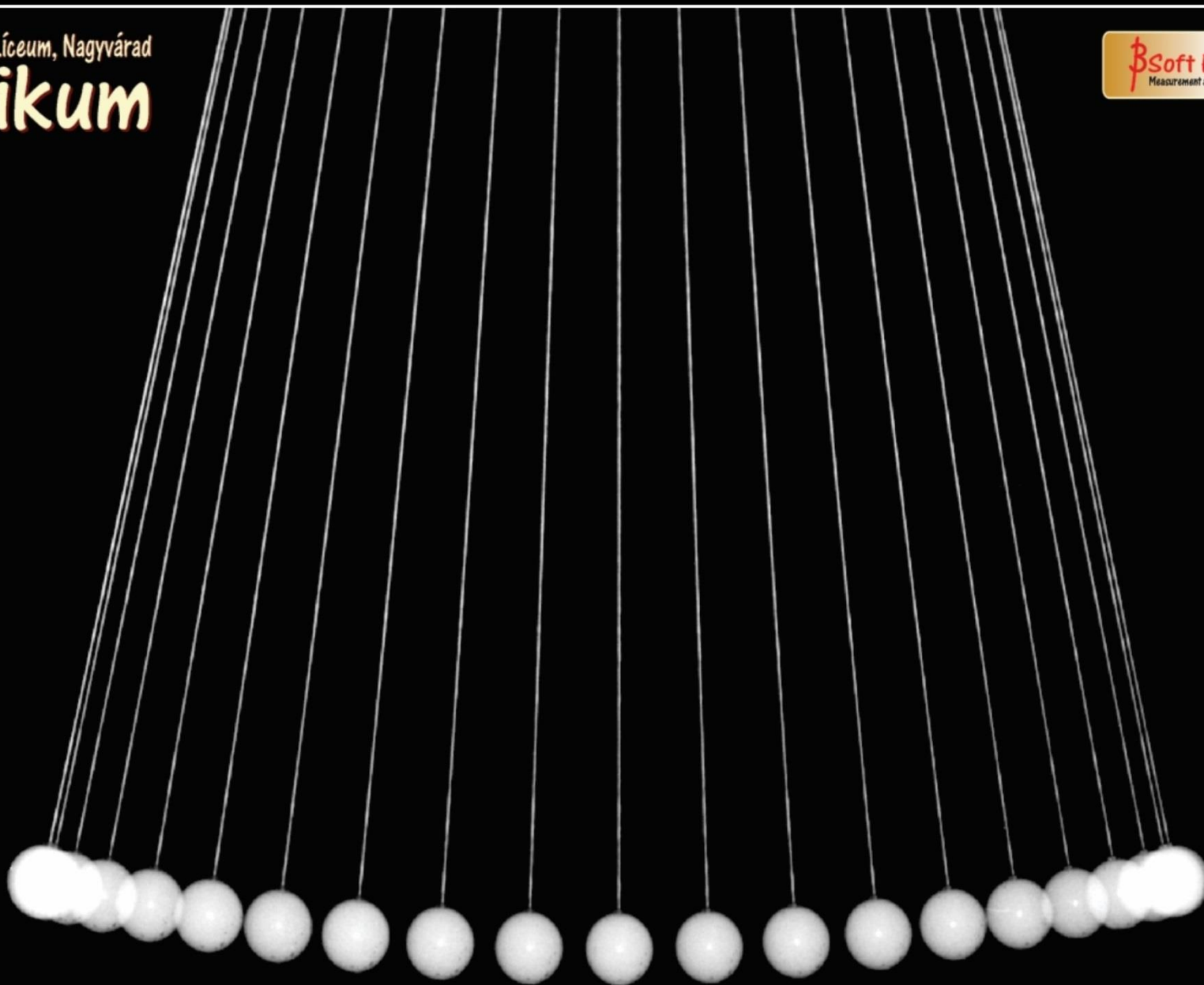


ROMÂNIA HUNGÁRIA
MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
NEMZETI OKTATÁSI MINISZTER
LICEUL TEORETIC-APLICATIV ENDRE ÁDY
GRADUA - NAGYVÁRAD
JUDITUL ENDRE ÁDY



**Stroboszkópos fényképekkel
támogatott fizikaórák
a nagyváradadi Adyban**

dr. Bartos-Elekes István, Nagyvárad, ADY Endre Líceum



Számítógép-vezérelt stroboszkóp

Néhány szó a komplex berendezésről



1975-ben az Altamira sok ezer éves barlangfestményei között egy nyolclábú bölényt láttam. Rögtön megfogalmazódott bennem a fizikatanítást segítő pályaképek készítésének a lehetősége. Hazajövetelem után egy elektronikus stroboszkópot terveztem, és meg is építettem.

A stroboszkóp vezérlése

A klasszikus stroboszkóp 1977-ben épült, de a '80-as évek végére számítógép-vezérlést is kapott. A mostani rendszer egy közepes képességű PC-ből és egy sor, sajátfejlesztésű kiegészítő elektronikus készülékből áll.



Állandó időközű fényképezés. A villantásvezérlőt egy kvarcalapú, rezidens program működteti, de ugyanaz a PC indítja el és állítja meg a kísérletvezérlőt és a fényképezőkocsit is, kezeli a teremvilágítást. Precíziós fénysorompók választják ki a mozgás „kifényképezendő” részét.

Állandó térközű fényképezés (1992). Az addig elterjedt állandó időközű stroboszkópos fényképezéshez képest bevezettem az állandó térközű fényképezést és a villantási időköz táblázatot. Ezzel a módszerrel ezer, tetszésszerű villantási időközt lehet előre beállítani.

A fényképezőkocsi

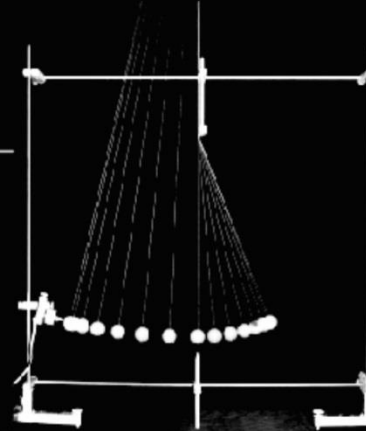
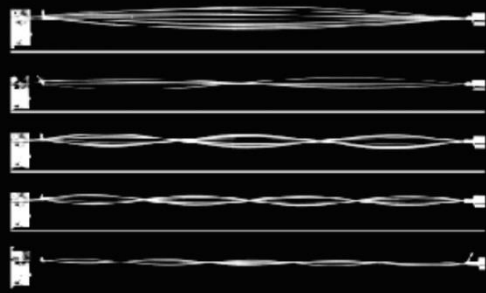
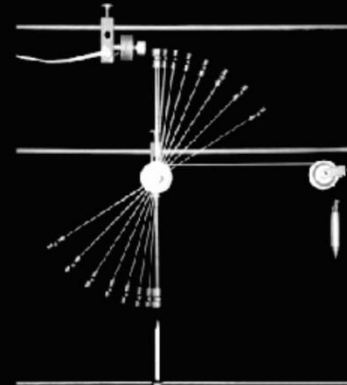
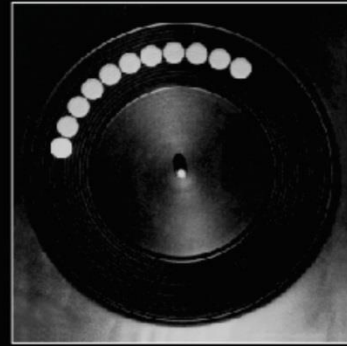
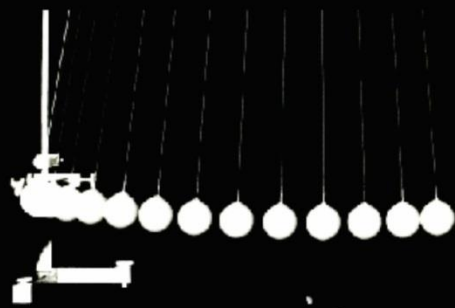
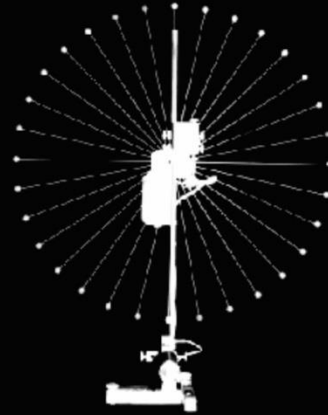
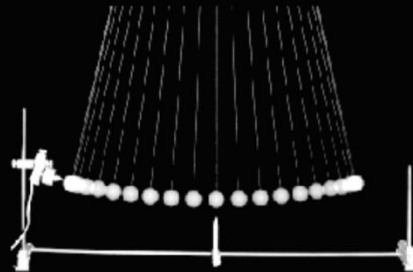
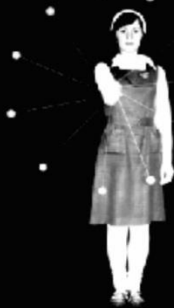
Egy robusztus, párhuzamos ékpályán elmozduló, CNC kiskocsi, rajta a fényképezőgép, a mindenkori megfigyelő. A mechanikai mozgások tanításakor a pálya viszonylagosságát hivatott láttatni.



Optoelektronikus helyzetérzékelő. A kiskocsi mozgását egy másik számítógép vezérli Master-Slave módban a villantásvezérlő Master PC-vel. A mintegy 200 helyzetinformáció alapján a Slave PC a kiskocsi mozgását vezérli az előre megadott idő-elmozdulás függvény szerint.

Ha a **villantási időfüggvény** a mozgásegyenlet inverz-függvénye, akkor egyenletes mozgás látszik a képen. Amennyiben zavaró jelenségek vannak, úgy a stroboszkópos felvétel nem egyenletes mozgást jelez, ekkor megtalálhatjuk, és ki is mérhetjük a zavaró okokat.

Stroboszkópos fényképekkel támogatott
fizikaórák a nagyváradi Adyban

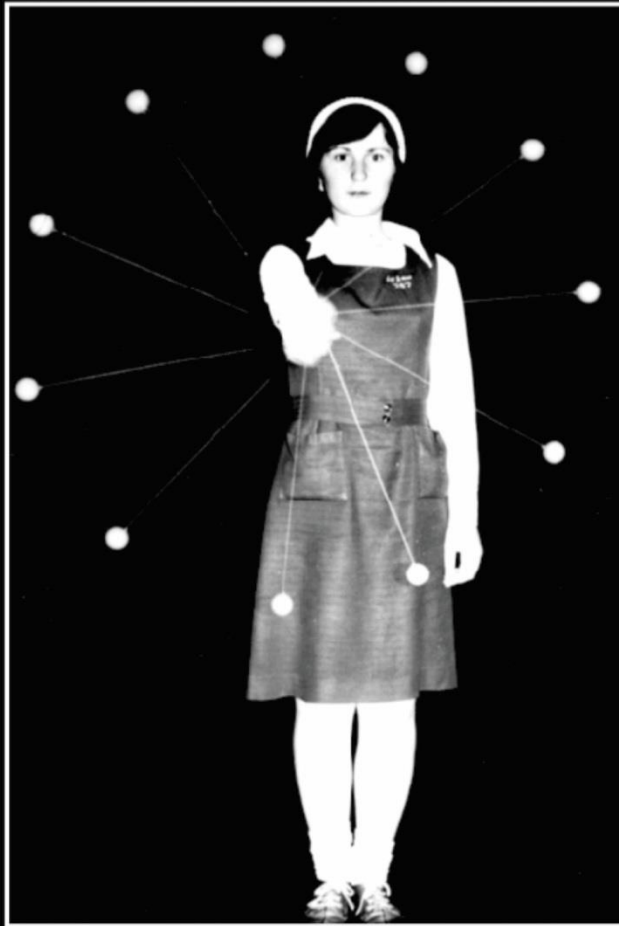


..... Első próbálkozásaim

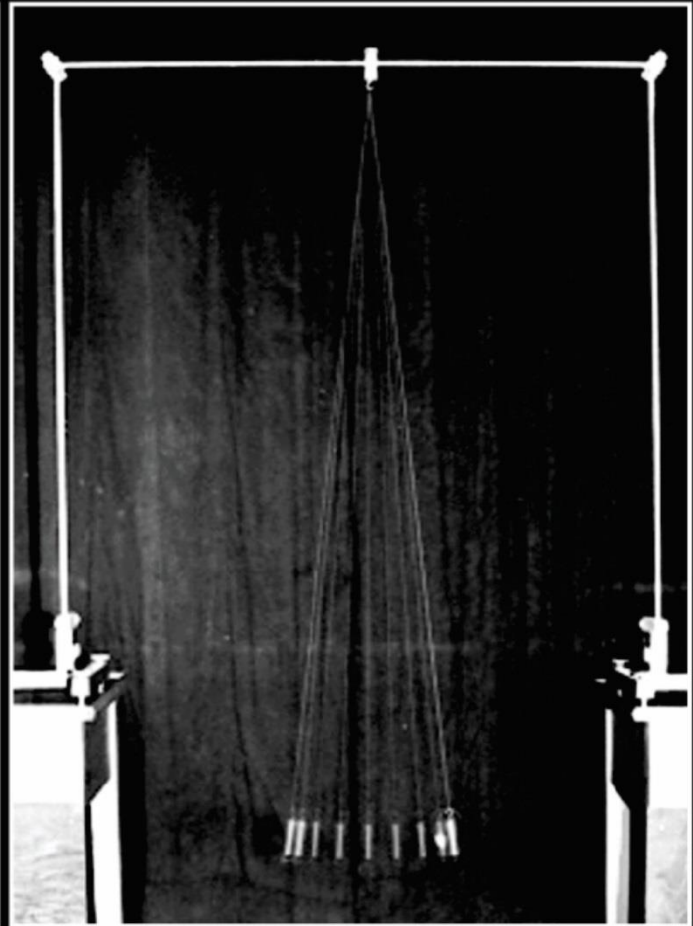
A kezdetek... 1977



A labda szabadesése

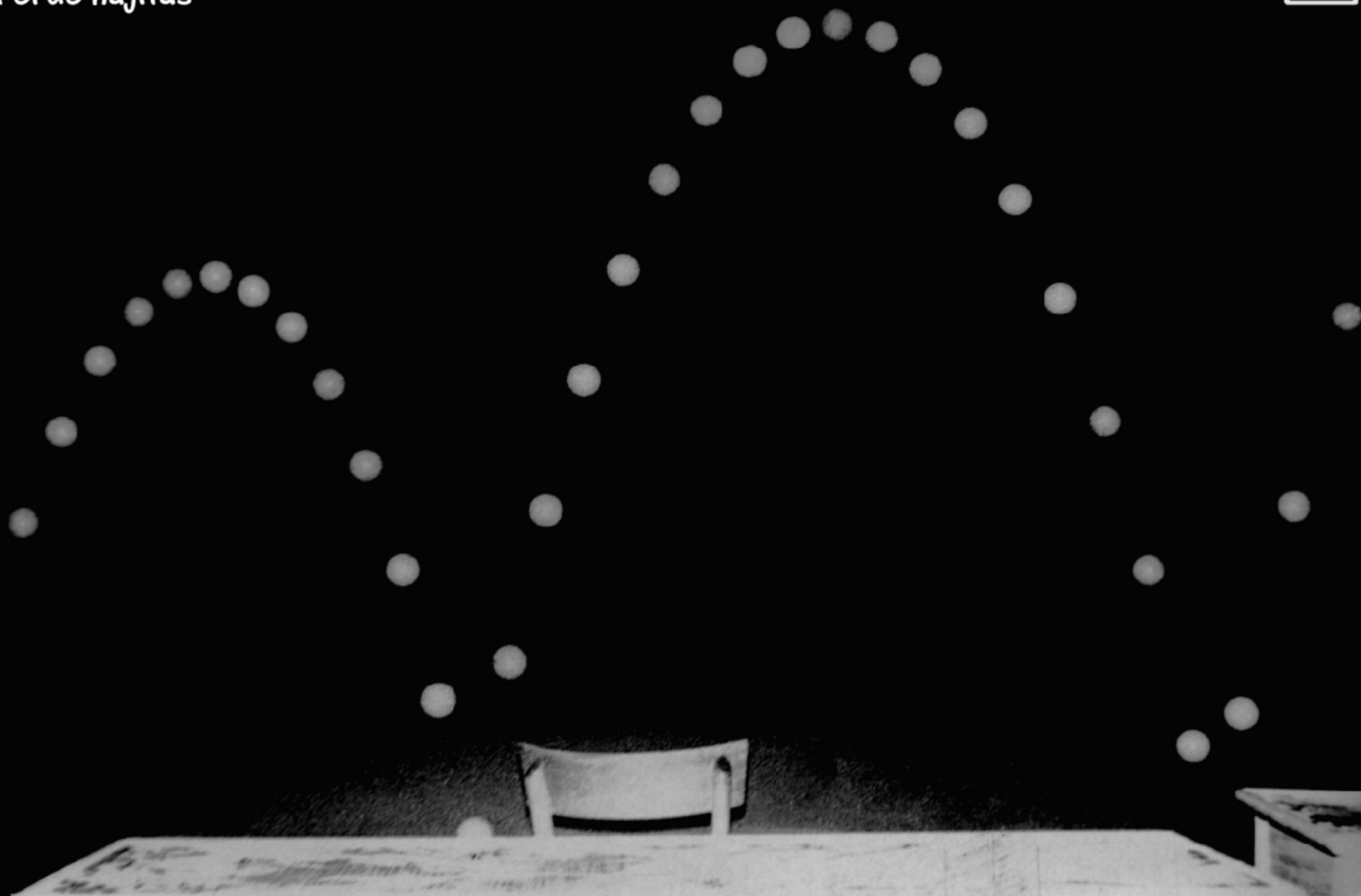


Körmozgás



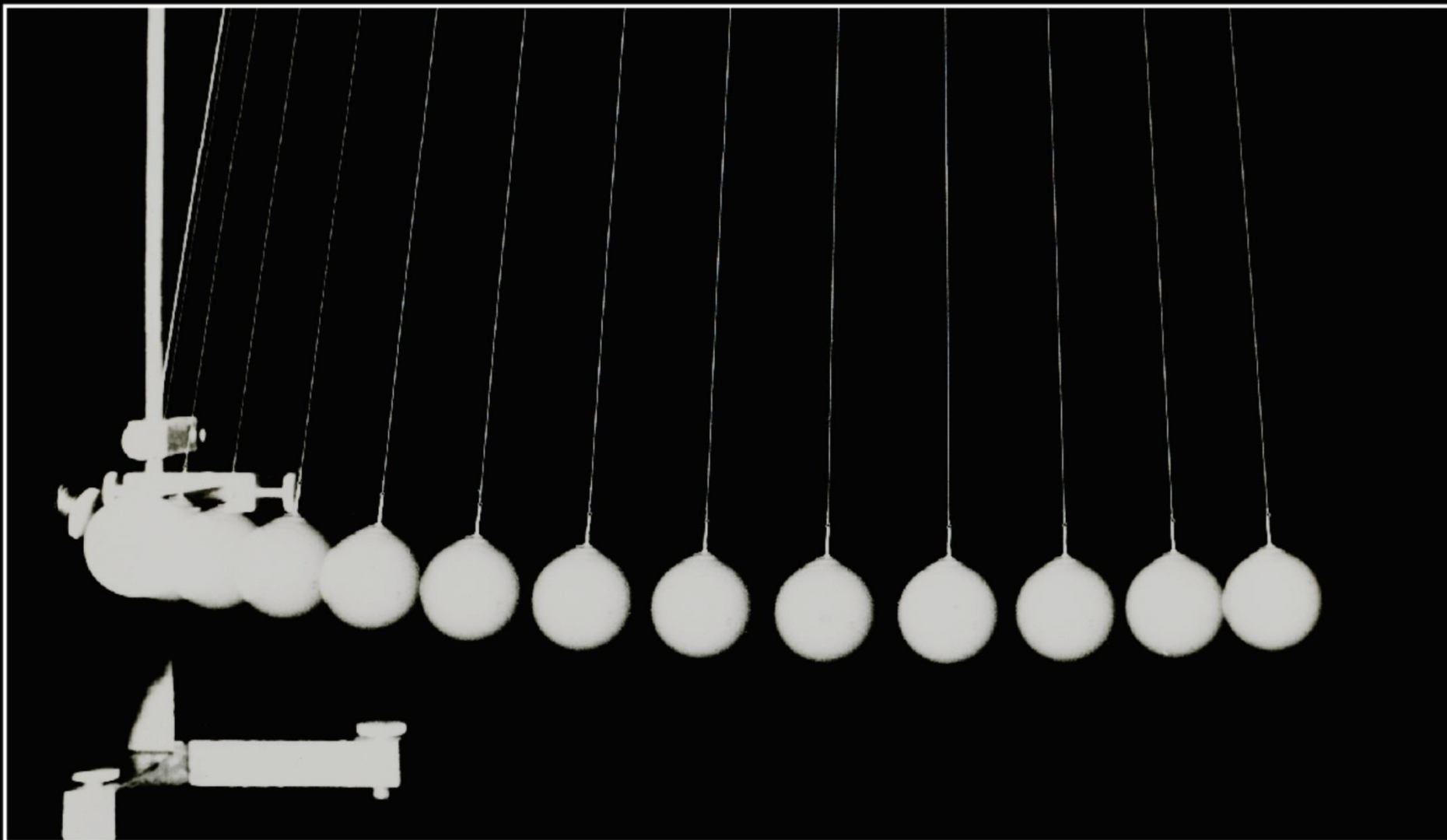
Fonálinga

Ferde hajítás



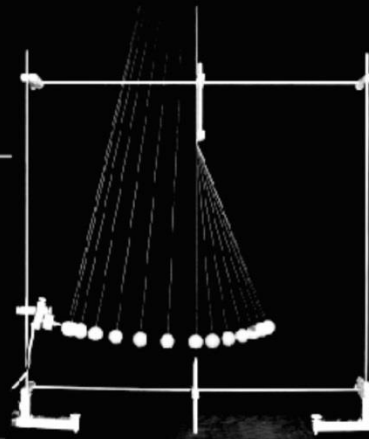
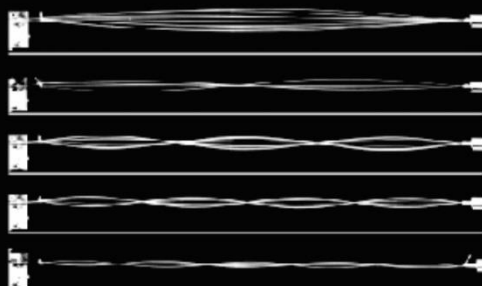
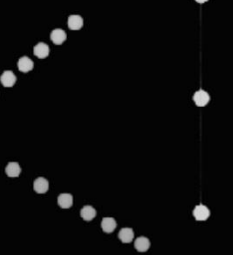
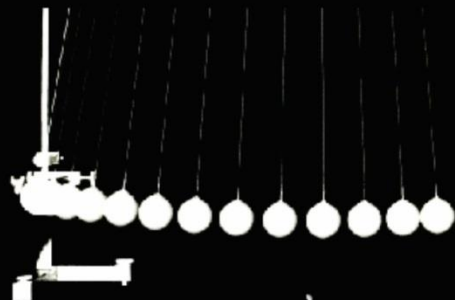
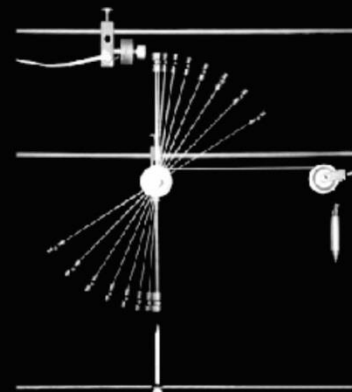
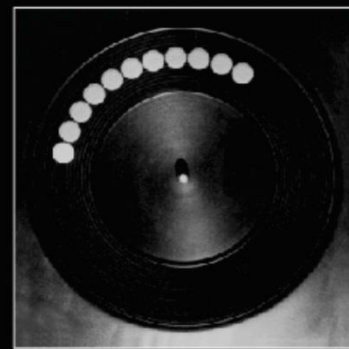
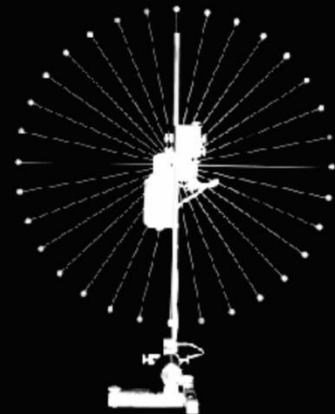
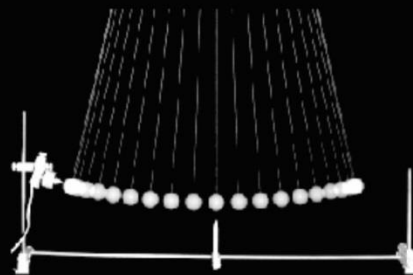
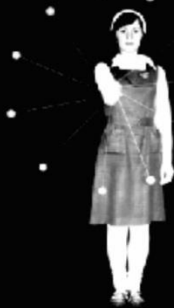
A pingponglabda pattogása. A jobbról érkező labda az asztalról energiavesztésekkel pattan vissza. Nem sikerült elkapni az első ütközést (33 villantás, $\Delta t = 50$ ms).

Fonálinga (töredék)



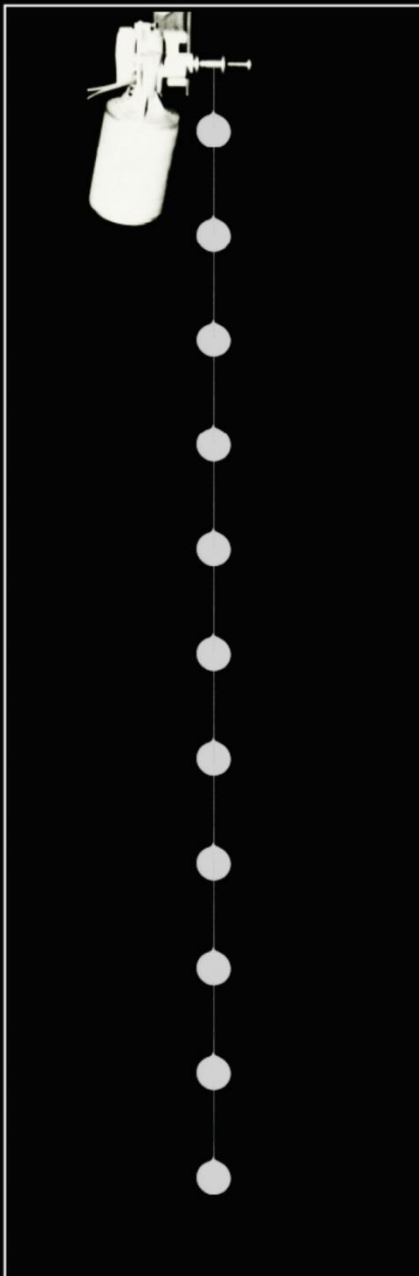
Első stroboszkópos ingaképem. A képkivágást a fényképezőgép 1 s-os zárideje segítségével oldottam meg (14 villantás, $\Delta t = 80$ ms).

Stroboszkópos fényképekkel támogatott
fizikaórák a nagyváradi Adyban

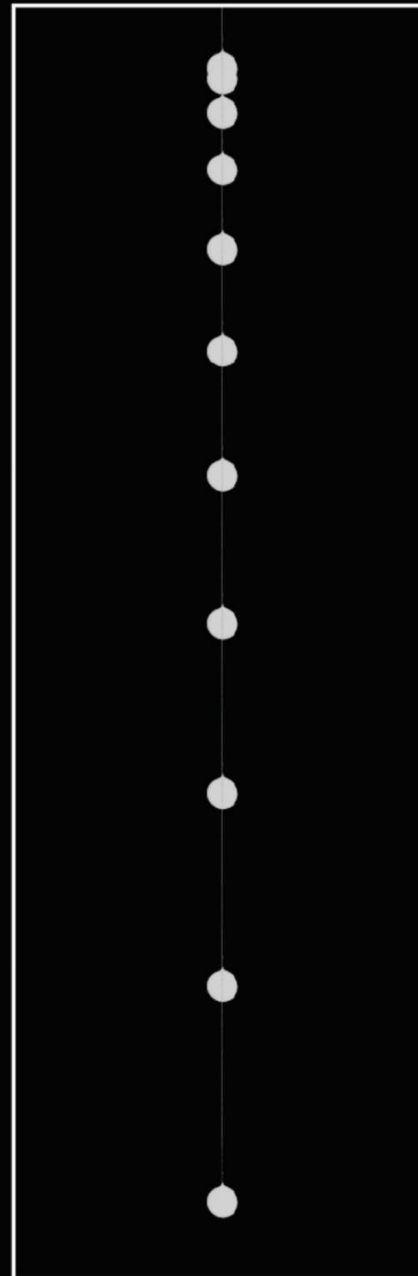


..... Klasszikus stroboszkópos képek

Egyenletes és gyorsuló mozgás (1:4)

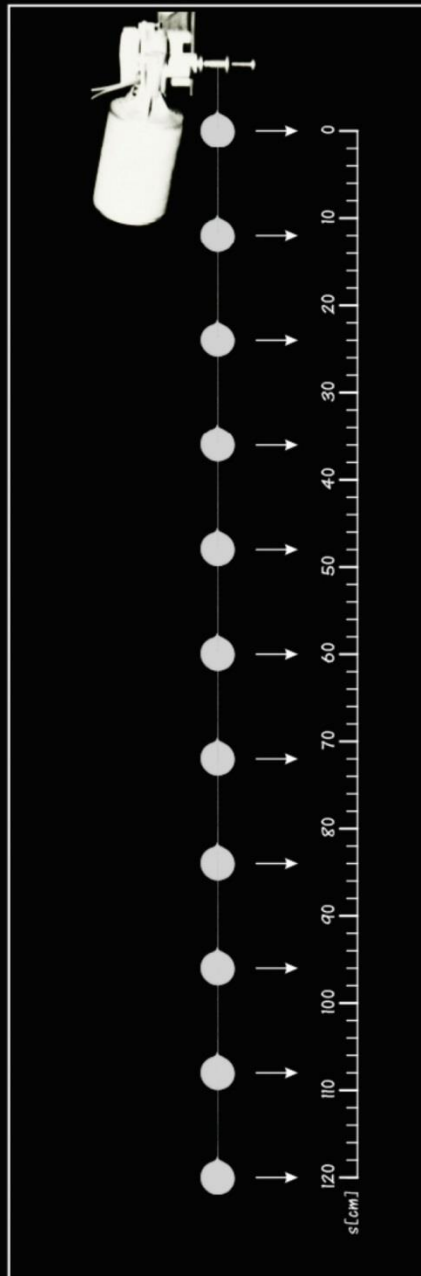


$s = 1,20 \text{ m}$; $v = 1,20 \text{ m/s}$; ($\Delta t = 100 \text{ ms}$)

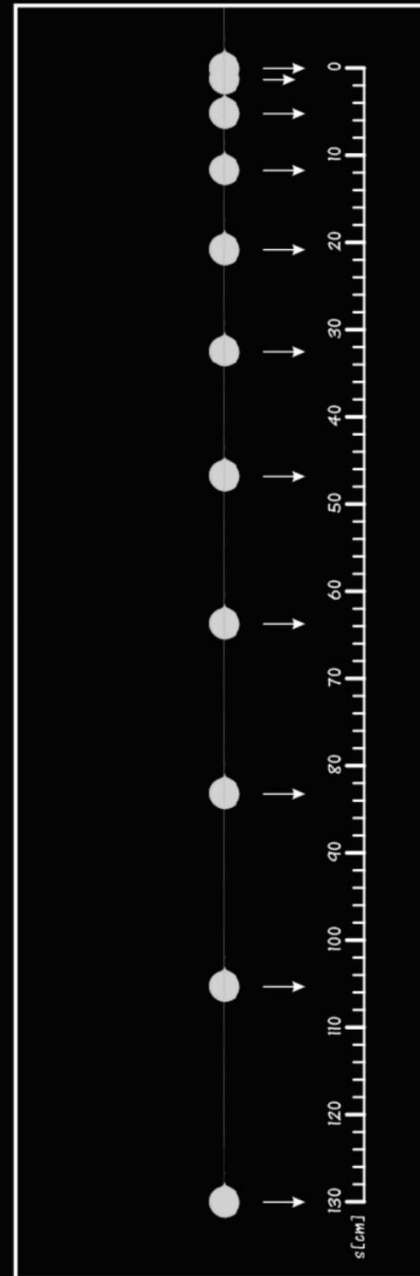


$s = 1,30 \text{ m}$; $a = 2,60 \text{ m/s}^2$; ($\Delta t = 100 \text{ ms}$)

Egyenletes és gyorsuló mozgás (1:4)



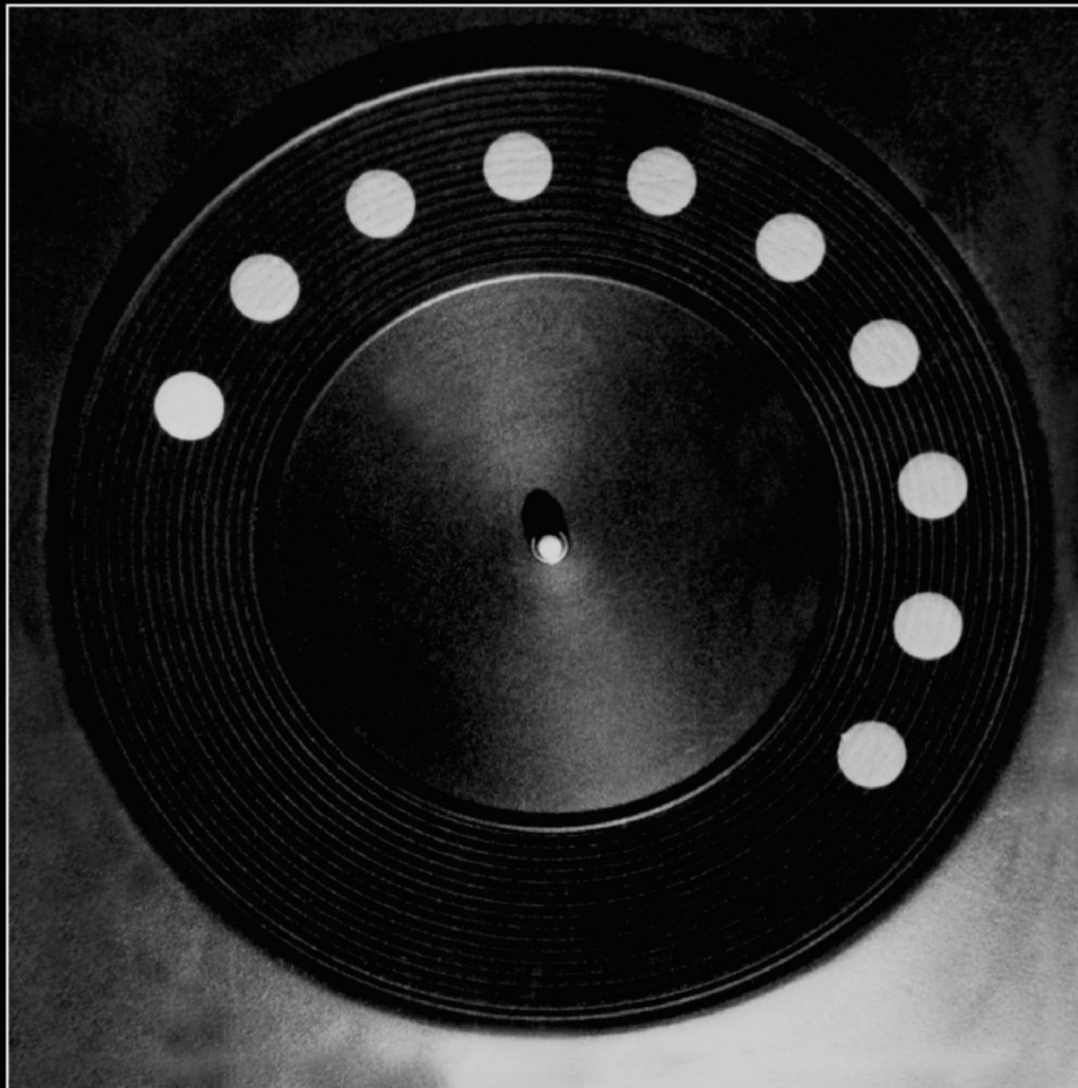
$s = 1,20 \text{ m}$; $v = 1,20 \text{ m/s}$; ($\Delta t = 100 \text{ ms}$)



$s = 1,30 \text{ m}$; $a = 2,60 \text{ m/s}^2$; ($\Delta t = 100 \text{ ms}$)



Egy aszpirin a lemezjátszó korongján (RPM = 16; $\Delta t = 110$ ms)



Egy aszpirin a lemezjátszó korongján (RPM = 33; $\Delta t = 110$ ms)



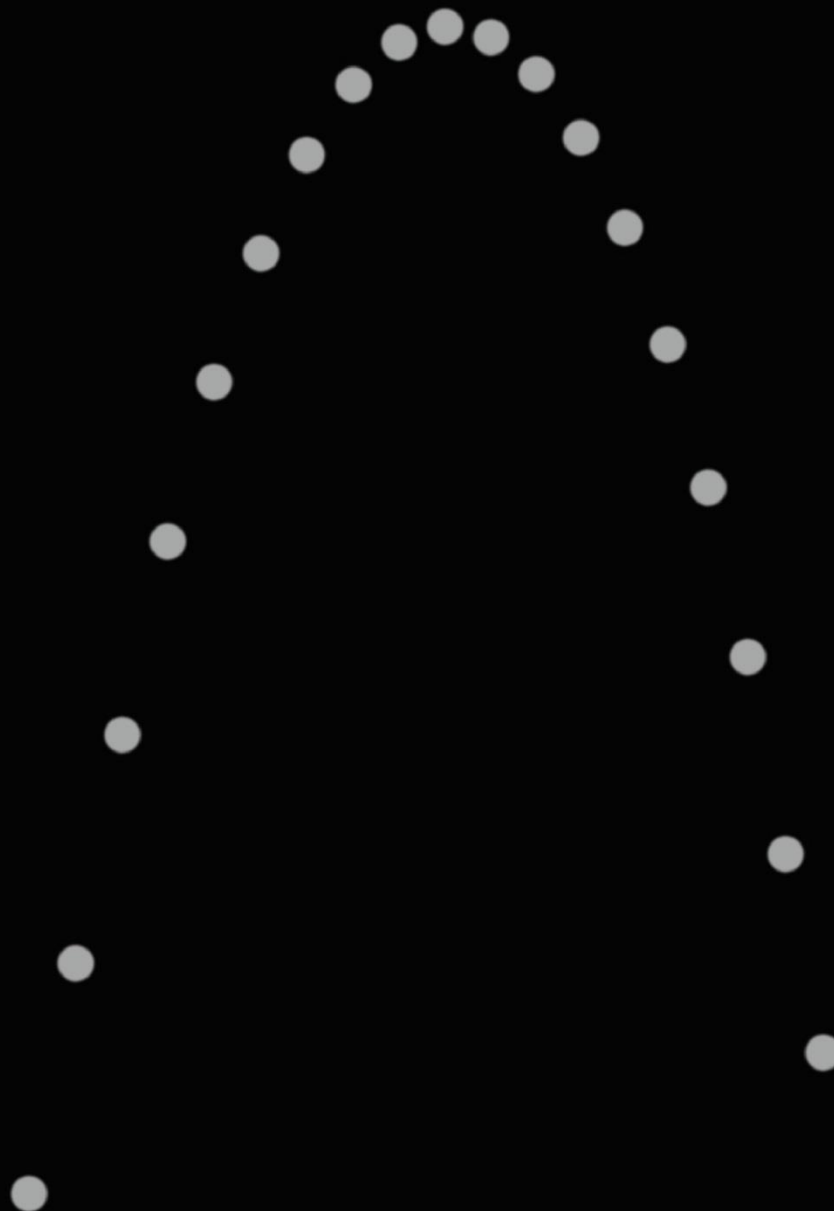
Egy aszpirin a lemezjátszó korongján (RPM = 45; $\Delta t = 110$ ms)

Pattogó pingponglabda



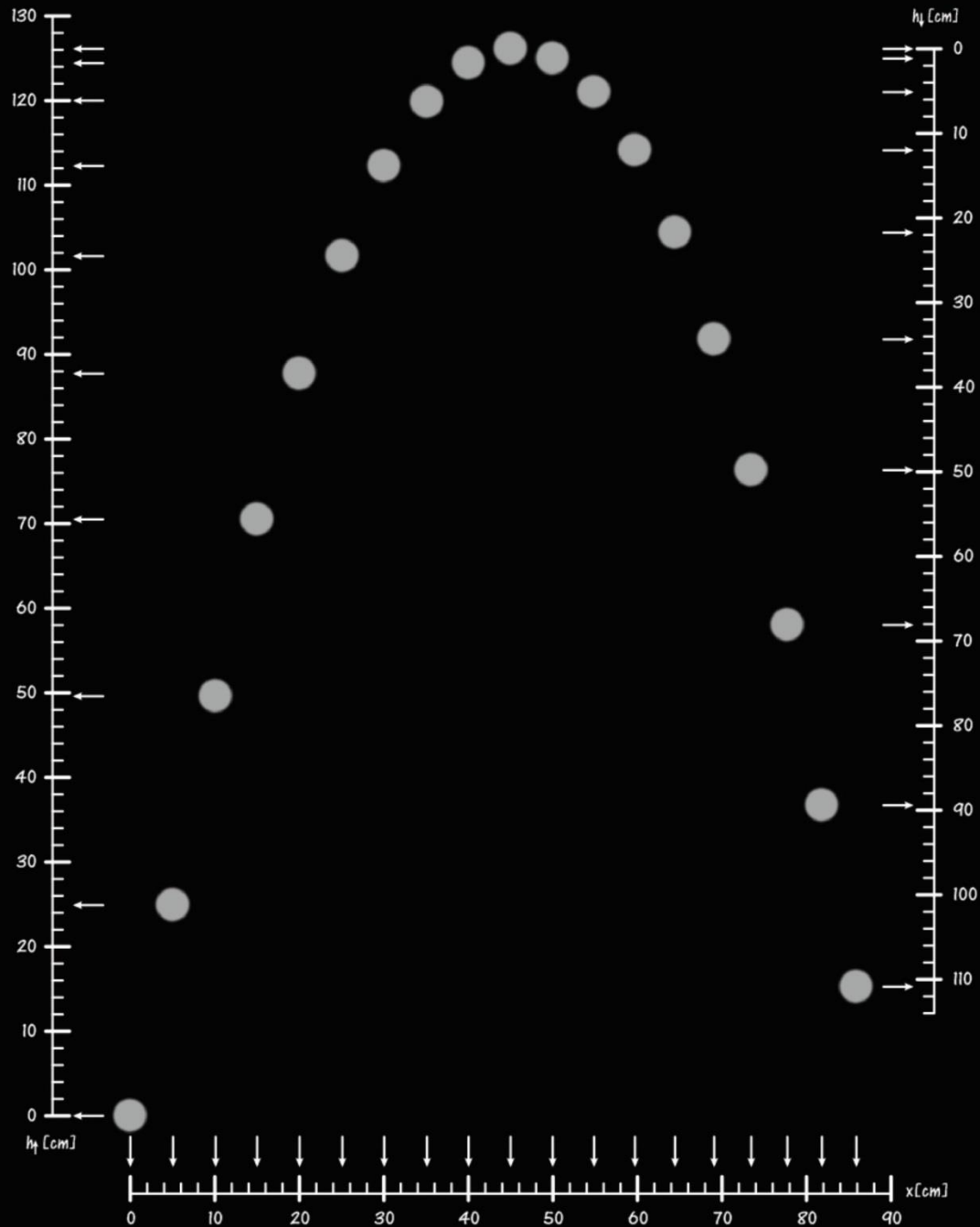
A jobbról érkező labda az asztalról energiavesztésekkel pattan vissza. Nem sikerült elkapni az első ütközést (47 villantás, $\Delta t = 50$ ms).

Valós ferde hajítás



Az asztalról visszapattanó pingponglabda energiavesztéses mozgása (19 villantás, $\Delta t = 60 \text{ ms}$)

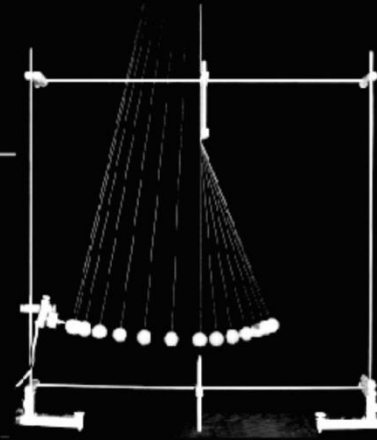
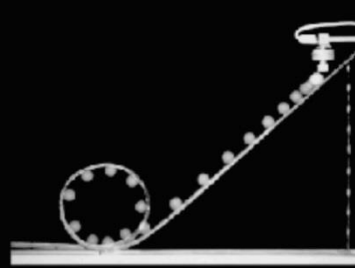
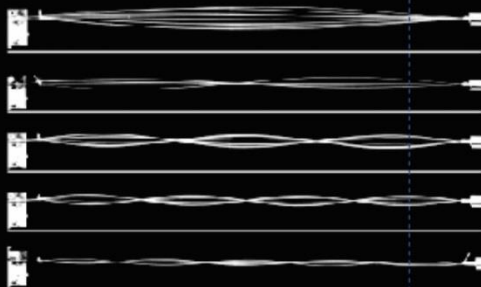
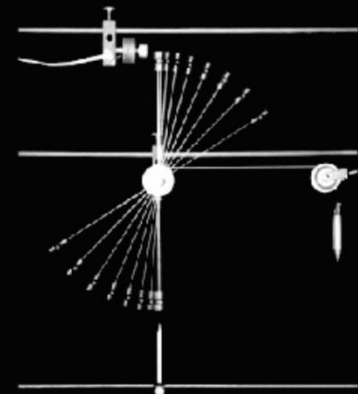
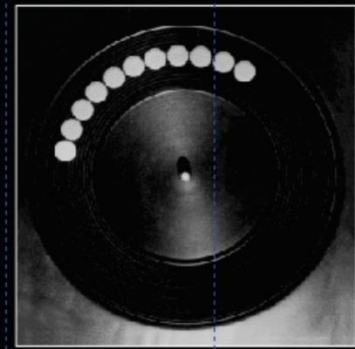
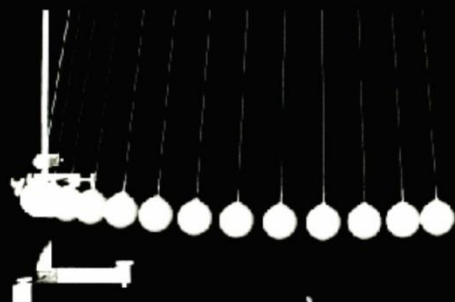
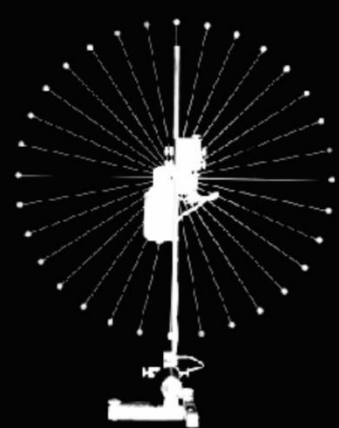
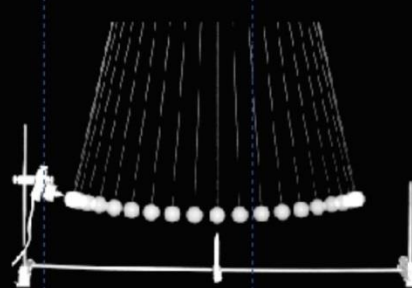
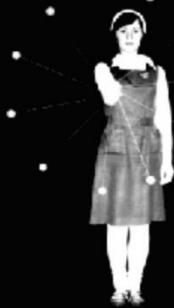
Valós ferde hajítás



Az asztalról visszapattanó pingponglabda energiavesztéses mozgása (19 villantás, $\Delta t = 60 \text{ ms}$)

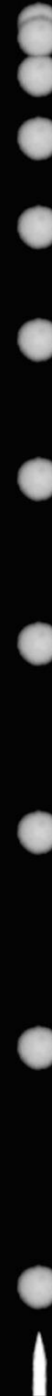
A tejcsepp szabadesése (11 villantás, $\Delta t = 20$ ms)

Stroboszkópos fényképekkel támogatott fizikaórák a nagyváradí Adyban



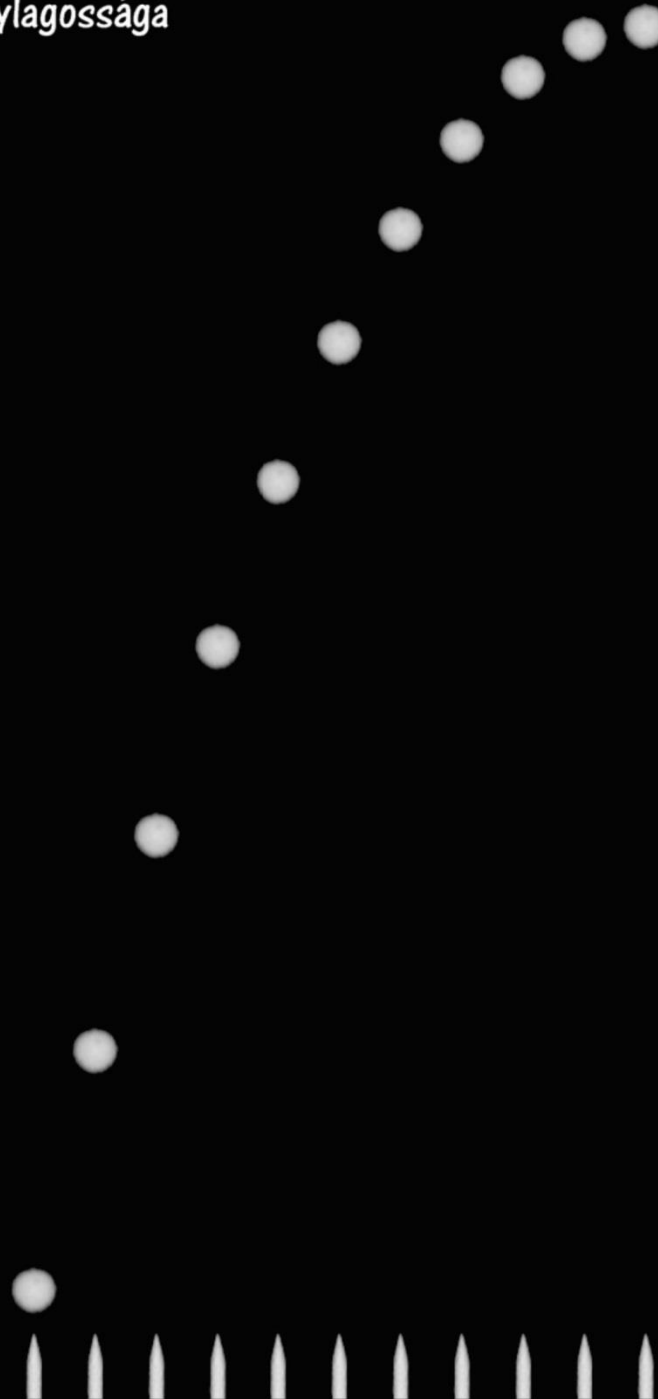
..... A pálya viszonylagossága

A pálya viszonylagossága



Ilyennek látja a szabadon eső test pályáját az álló megfigyelő (állandó időközű felvétel)

A pálya viszonylagossága



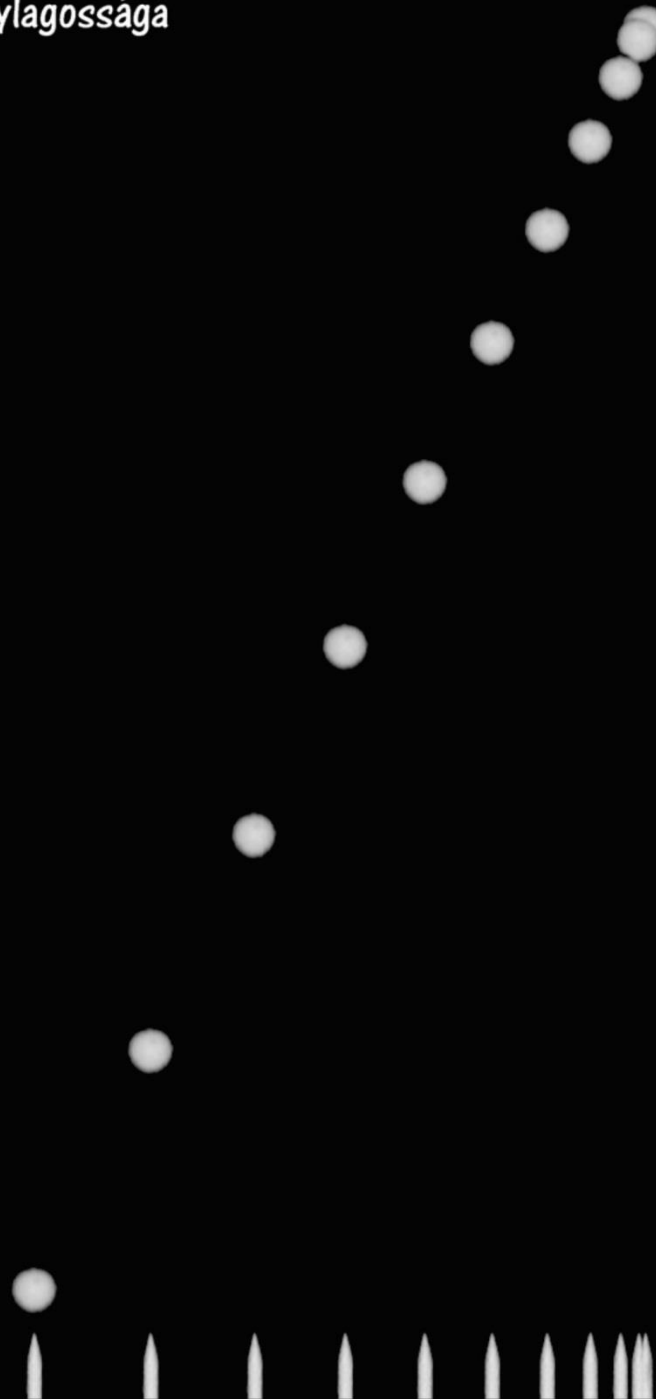
Ilyennek látja a szabadon eső test pályáját a jobbra egyenletesen elmozduló megfigyelő (állandó időközű felvétel)

A pálya viszonylagossága



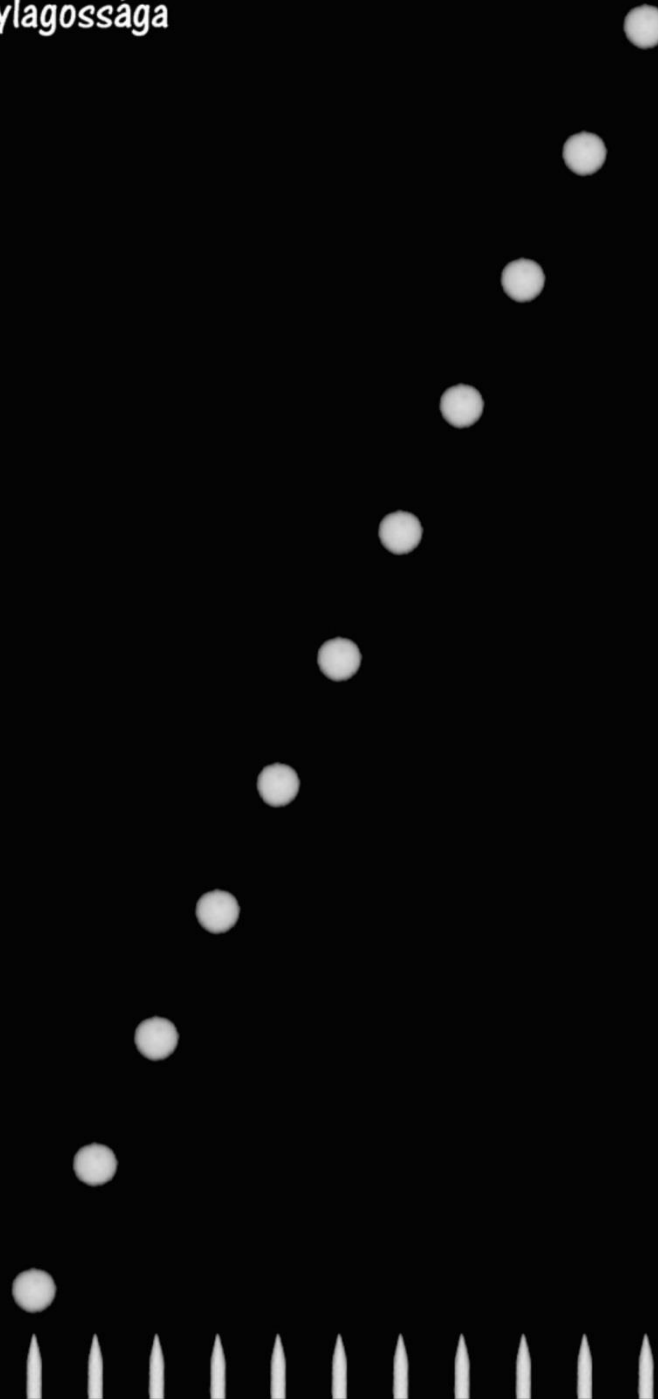
Ilyennek látja a szabadon eső test pályáját az álló megfigyelő (állandó térközü felvétel)

A pálya viszonylagossága



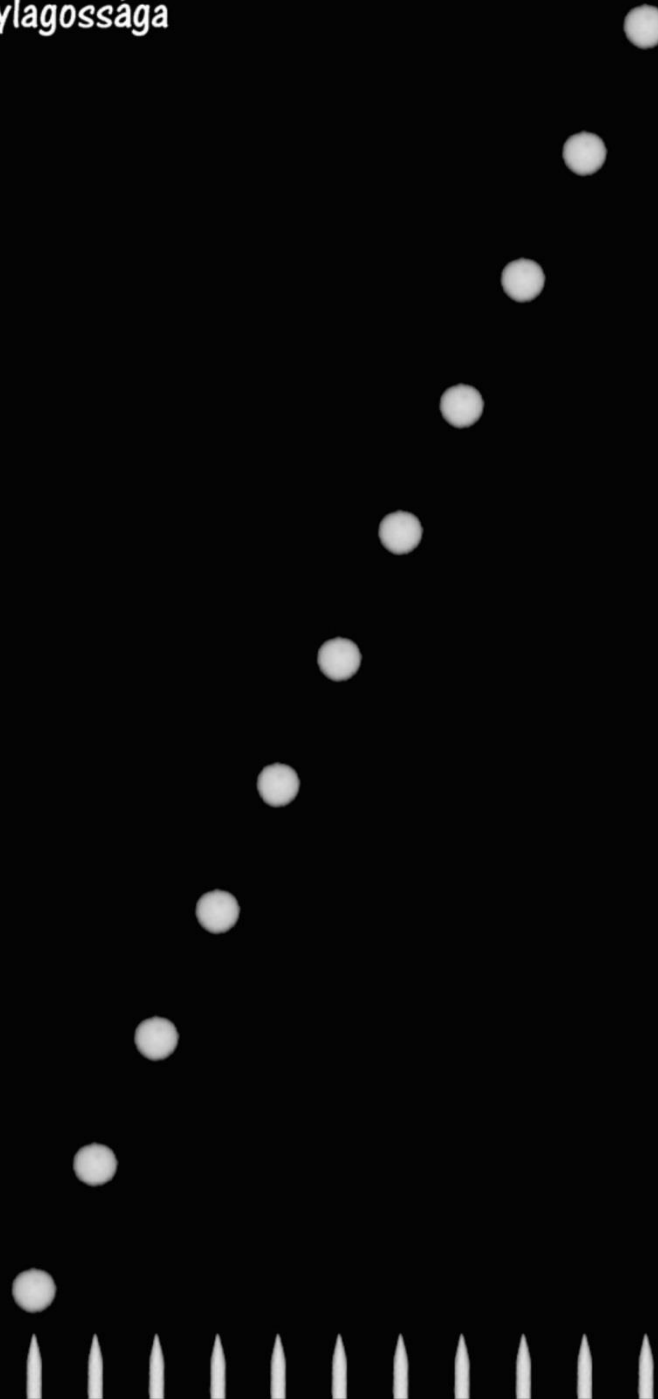
Ilyennek látja a szabadon eső test pályáját a **jobbra gyorsulva** elmozduló megfigyelő (állandó időközű felvétel)

A pálya viszonylagossága



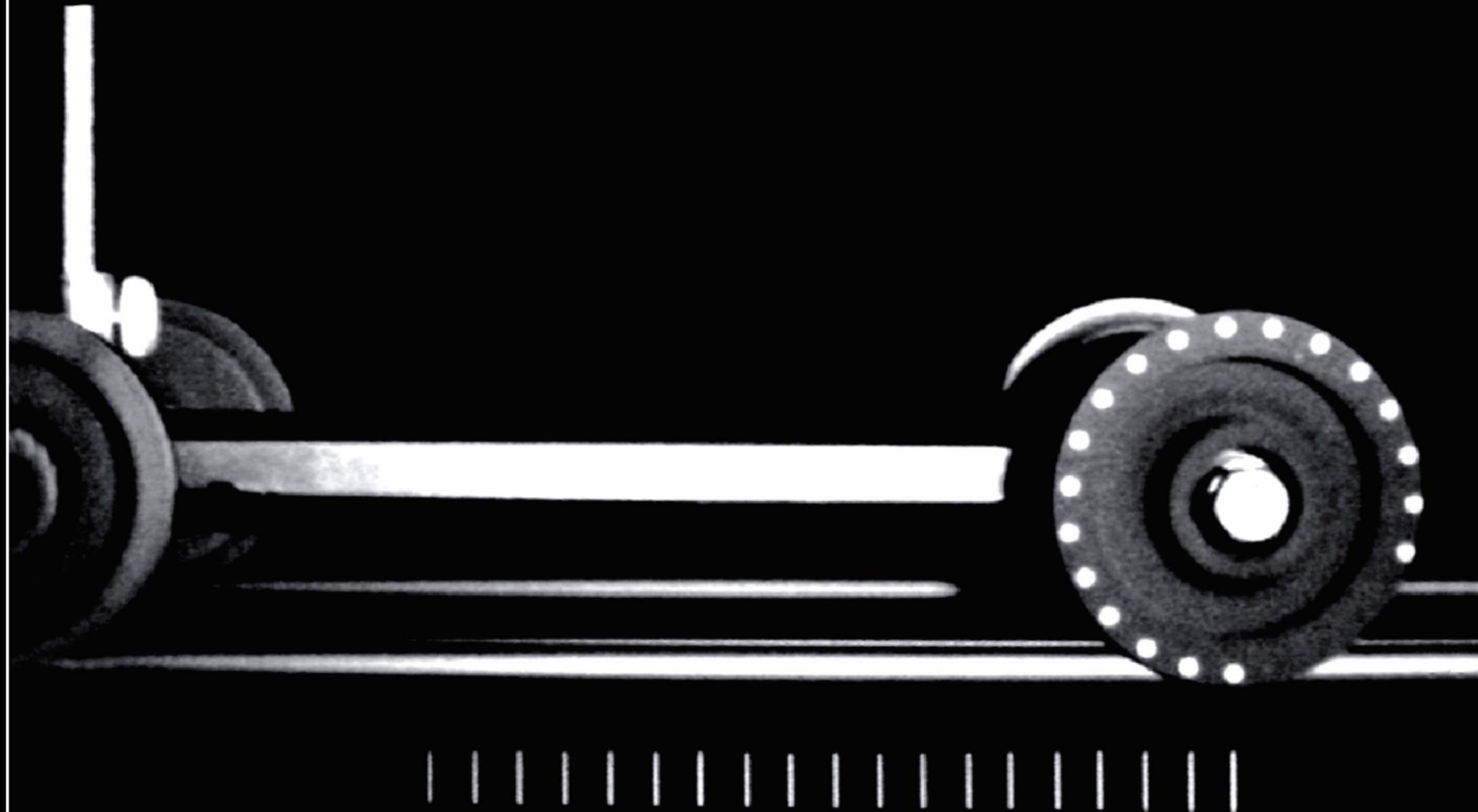
Ilyennek látja a szabadon eső test pályáját a jobbra, gyorsulva elmozduló megfigyelő (állandó térközü felvétel)

A pálya viszonylagossága



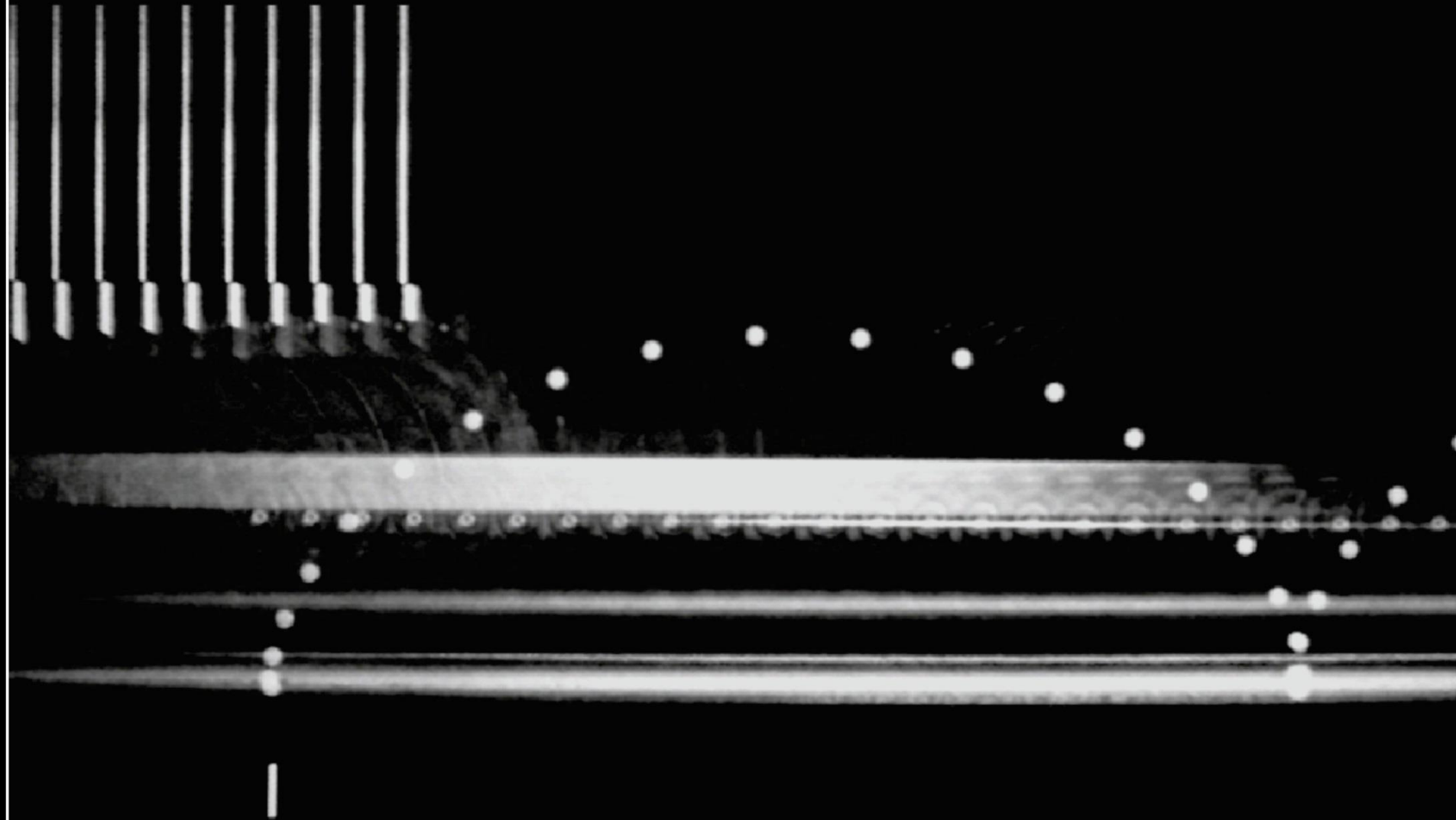
Ilyennek látja a lefele, egyenletesen mozgó test pályáját a jobbra, egyenletesen elmozduló megfigyelő (állandó időközű felvétel)

A pálya viszonylagossága



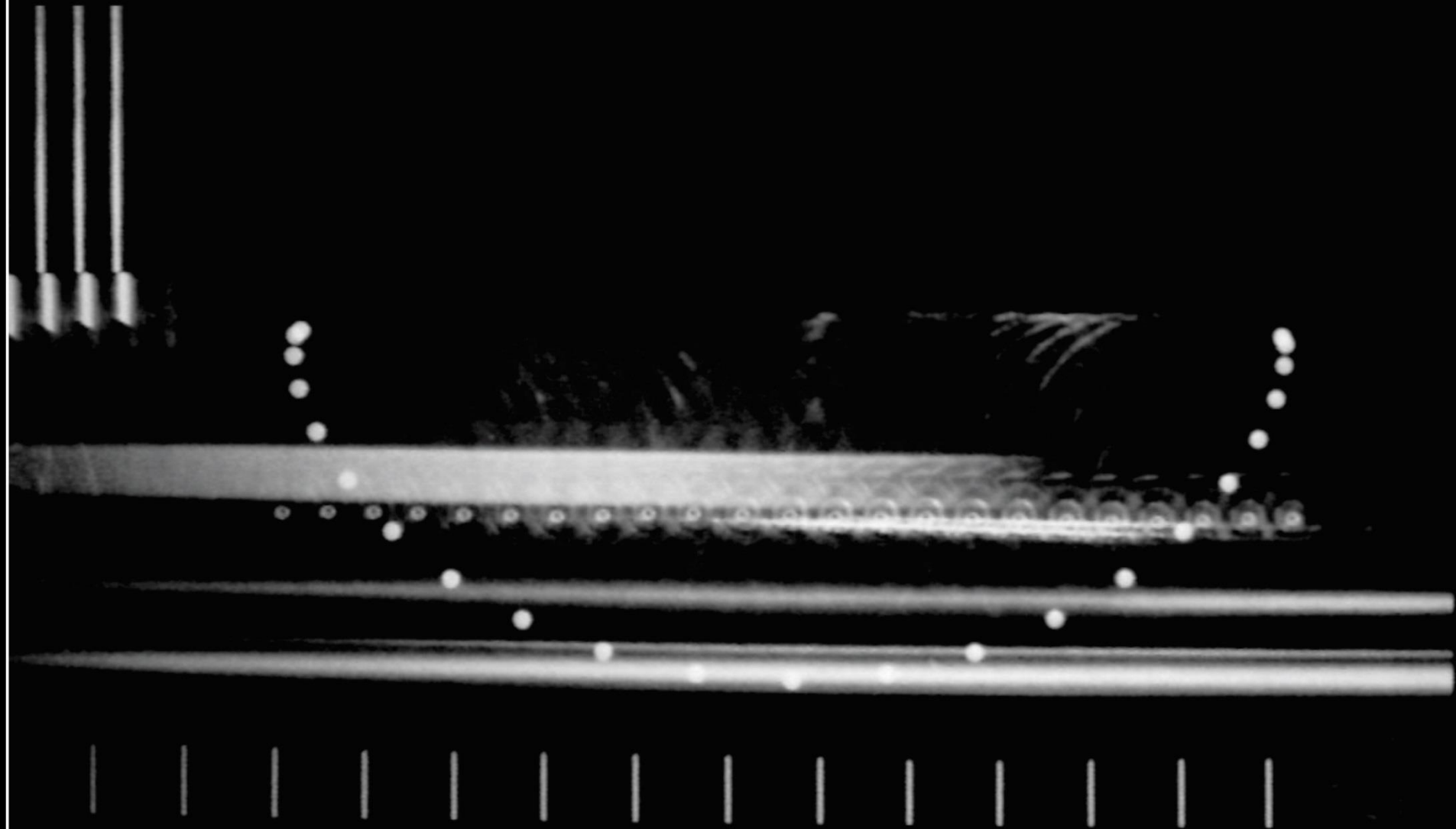
A v sebességű kiskocsi kereke peremén levő fehér petty pályáját ilyenek látja a kocsival együtt, jobbra elmozduló megfigyelő.

A pálya viszonylagossága



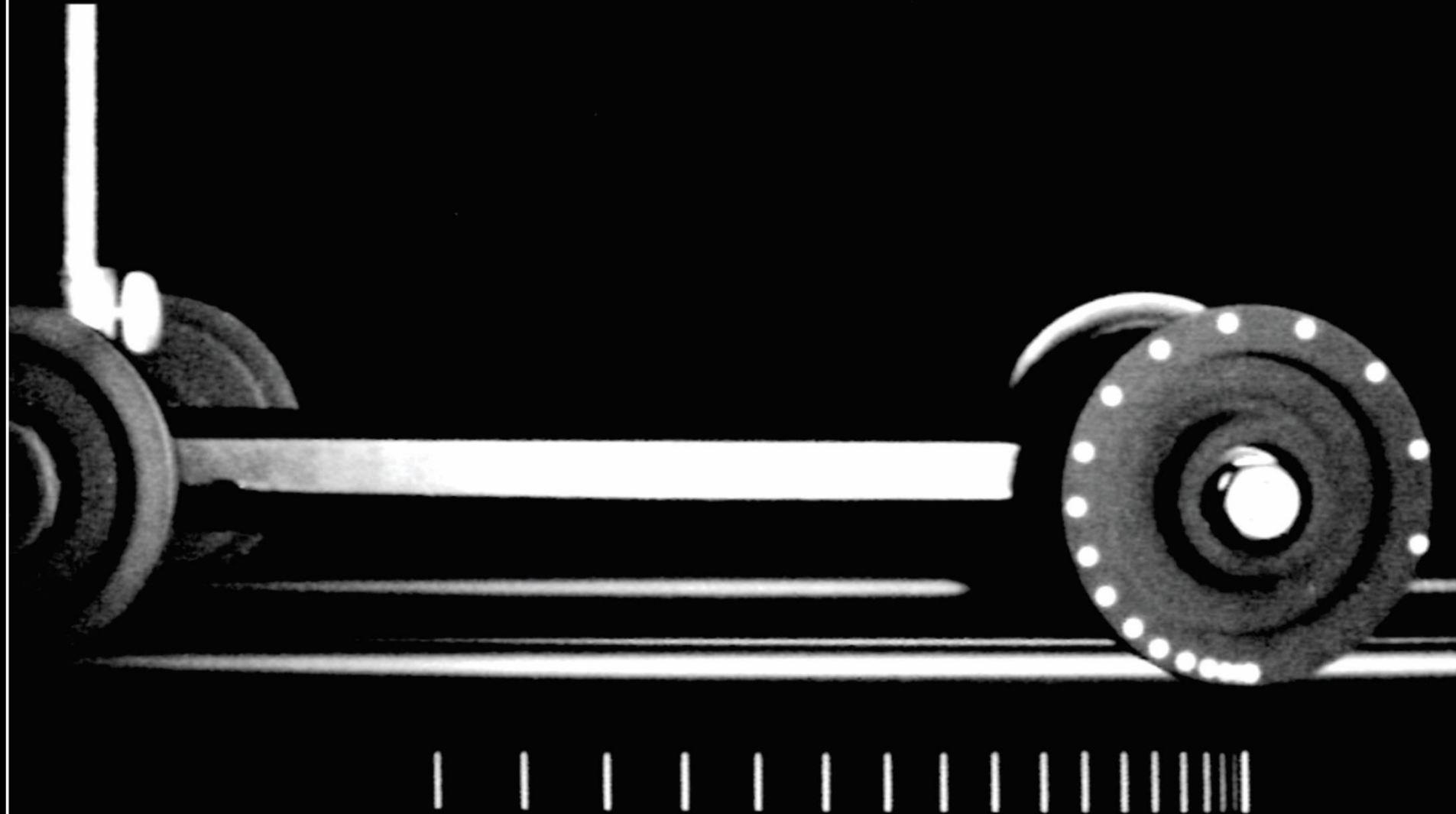
A v sebességű kiskocsi kereke peremén levő fehér petty pályáját ilyenek (ciklois) látja az álló megfigyelő

A pálya viszonylagossága



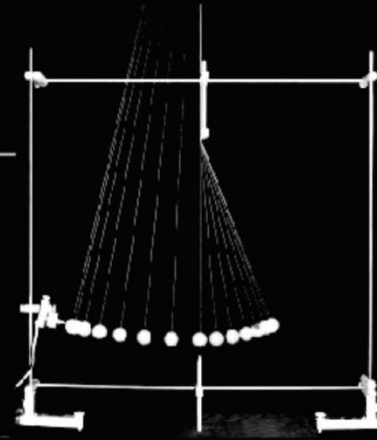
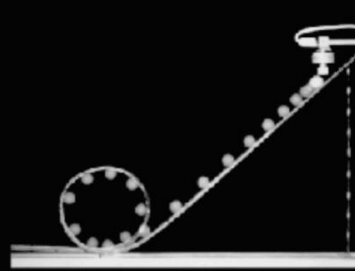
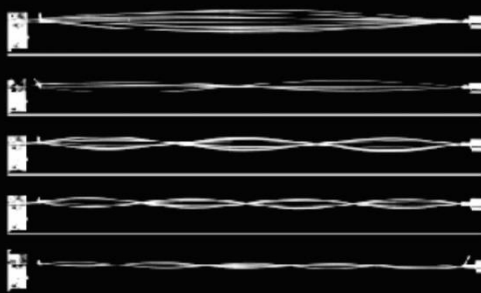
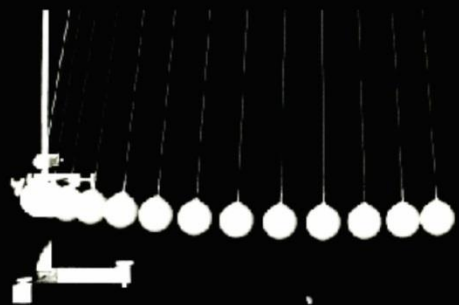
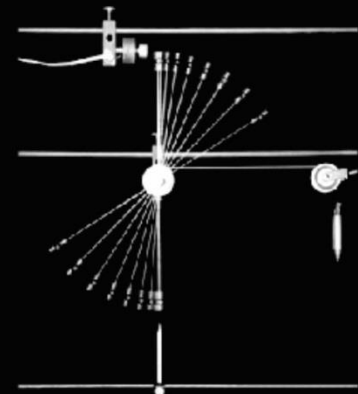
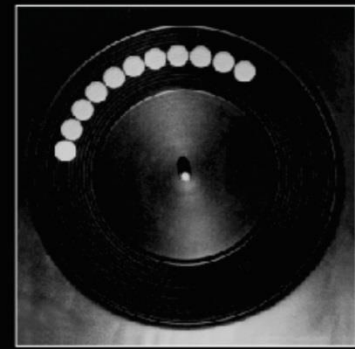
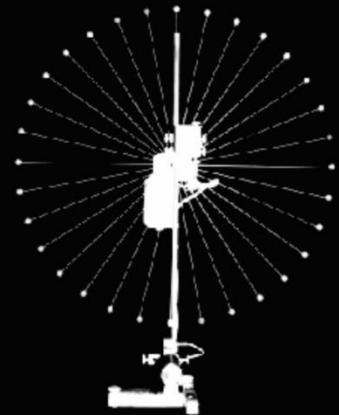
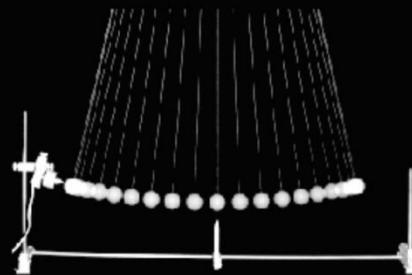
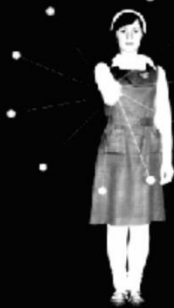
A v sebességgel mozgó kiskocsi kereke peremén levő fehér petty pályáját ilyennek látja a jobbra, 2v-vel elmozduló megfigyelő

A pálya viszonylagossága



A gyorsuló kiskocsi kereke peremén levő fehér petty pályáját ilyenek látja a kocsival együtt, jobbra elmozduló megfigyelő

Stroboszkópos fényképekkel támogatott
fizikaórák a nagyváradí Adyban



Körmozgás

Egyenletes körmozgás



A lemezjátszó korongjára egy aszpírint helyeztem. A stroboszkópos fényképezést egy fénysorompó indítja ($n = 33 \text{ RPM}$; 11 villantás; $\Delta t = 100 \text{ ms}$)

Egyenletes körmozgás



A lemezjátszó korongjára egy aszpirint helyeztem. A stroboszkópos fényképezést egy fénysorompó indítja ($n = 45 \text{ RPM}$; 11 villantás; $\Delta t = 100 \text{ ms}$)

Gyorsuló körmozgás



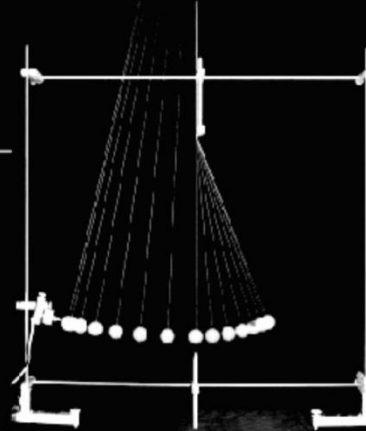
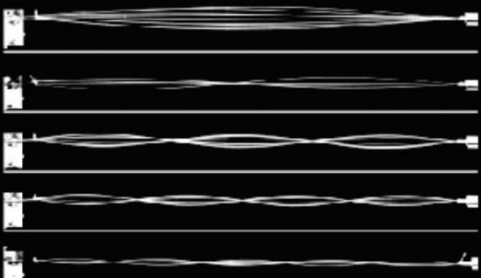
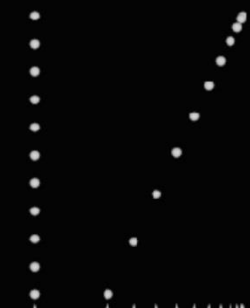
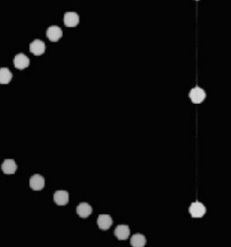
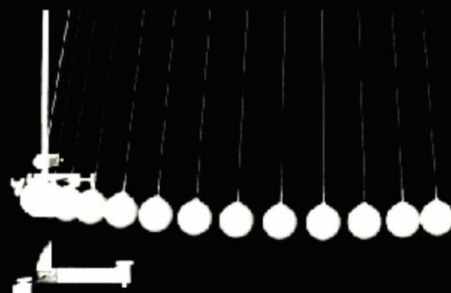
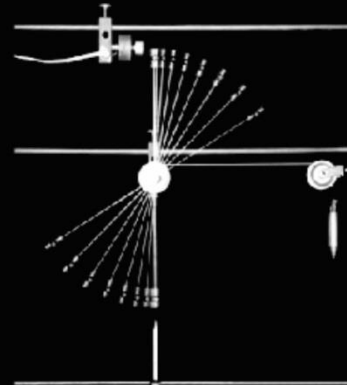
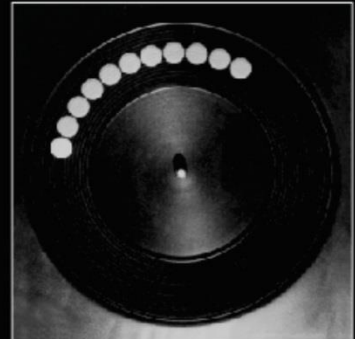
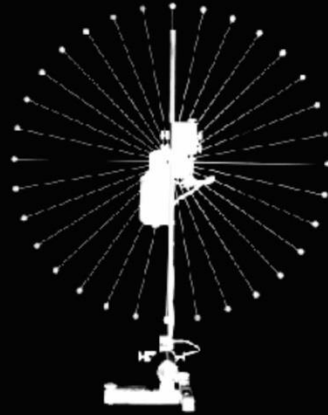
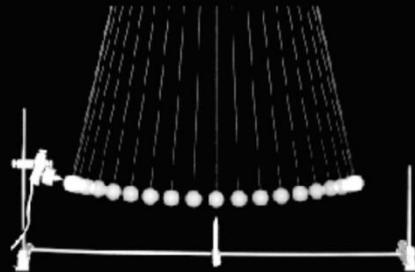
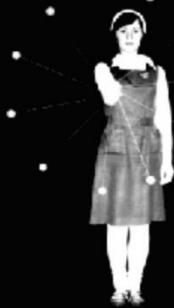
A lemezjátszó korongjára egy aszpirint helyeztem, majd bekapcsoltam a lemezjátszót. A stroboszkópos fényképezést a fényesorompó indítja ($n_{\text{Max}} = 45 \text{ RPM}$; 10 villantás; $\Delta t = 200 \text{ ms}$).

Kerületi sebesség - szögsebesség



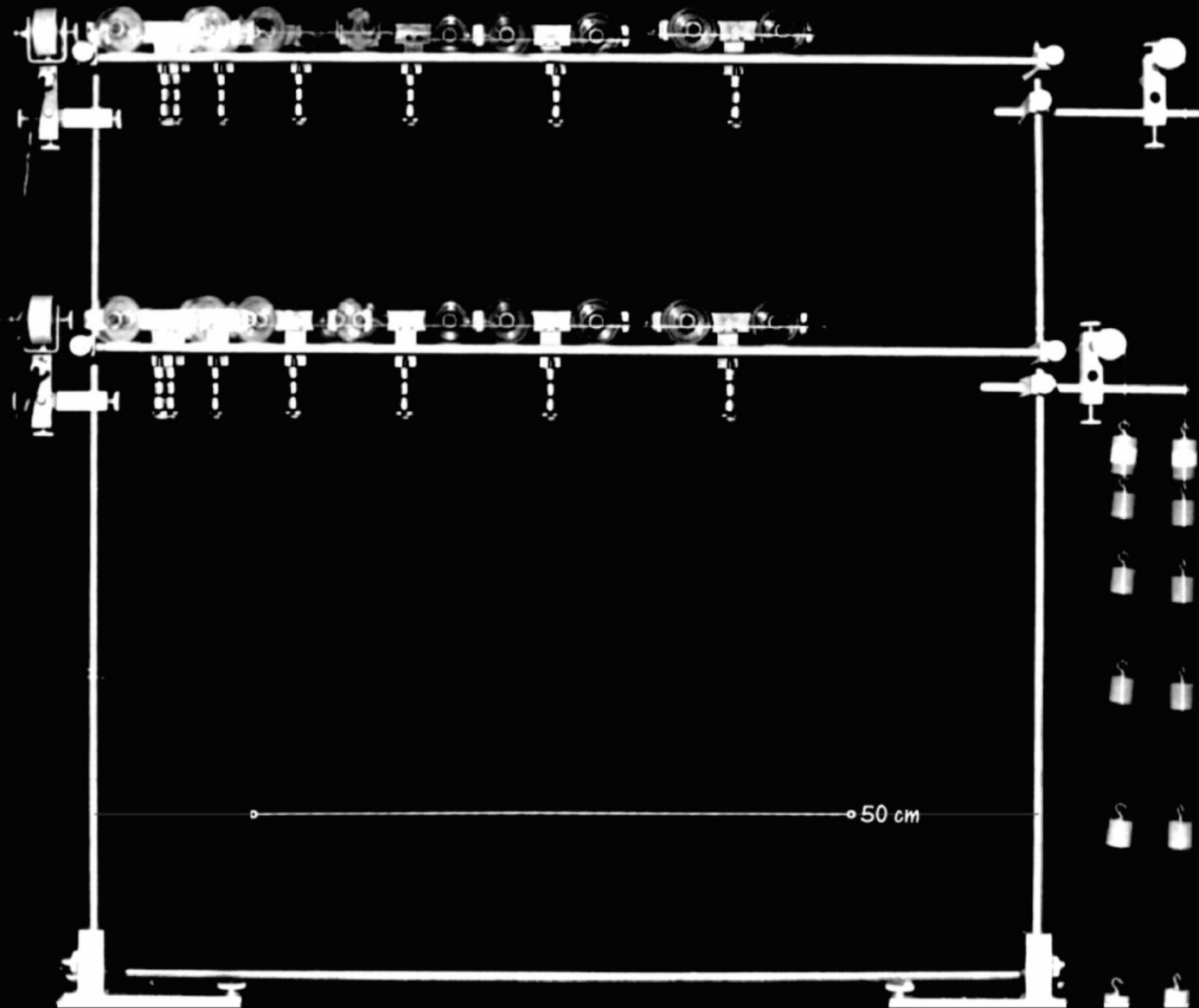
A lemezjátszó korongjára két aszpirint helyeztem. A stroboszkópos fényképezést egy fényzorompó indítja ($n = 45 \text{ RPM}$; 11 villantás; $\Delta t = 100 \text{ ms}$)

Stroboszkópos fényképekkel támogatott
fizikaórák a nagyváradí Adyban



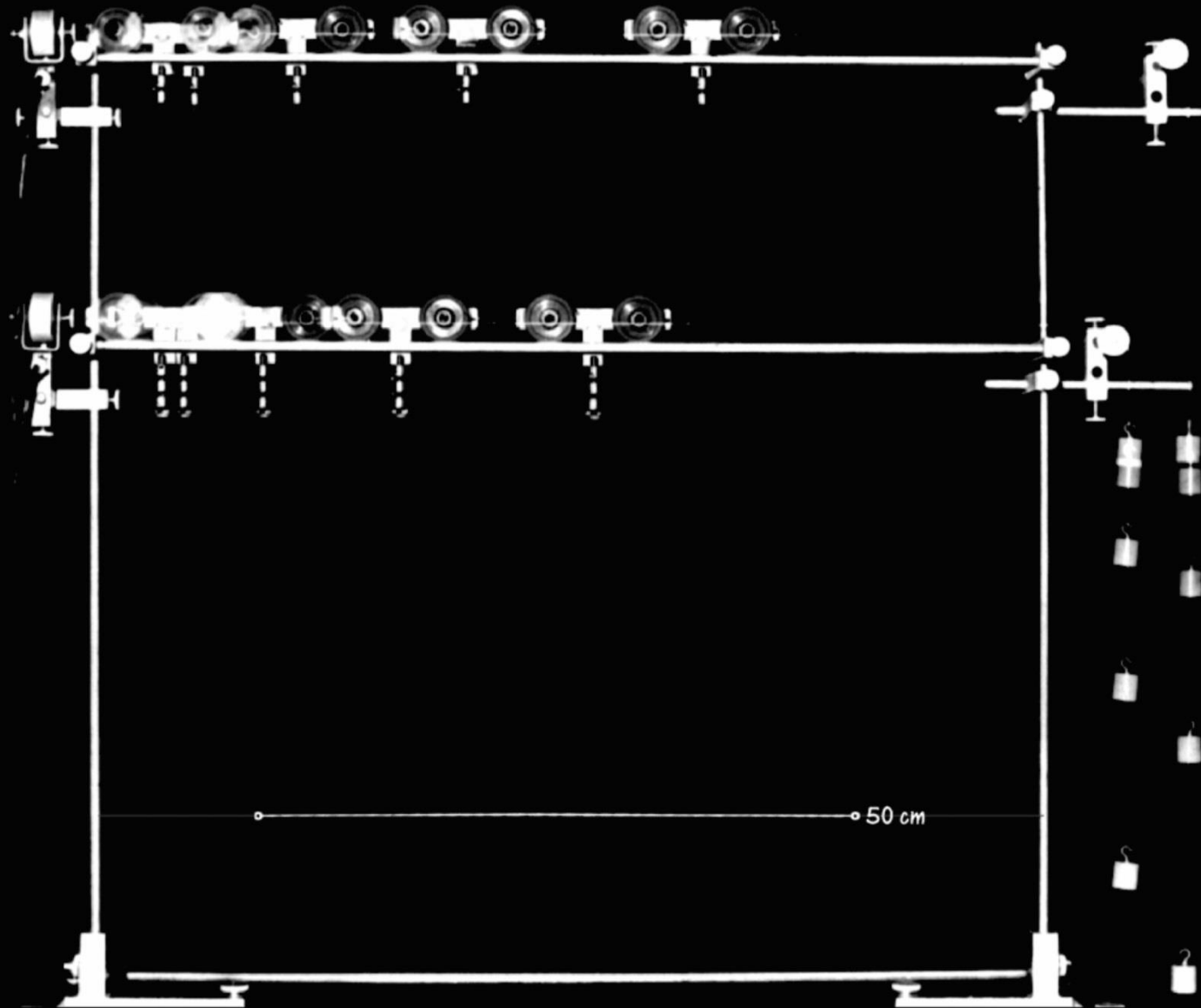
Tehetetlenség

A test tehetetlensége



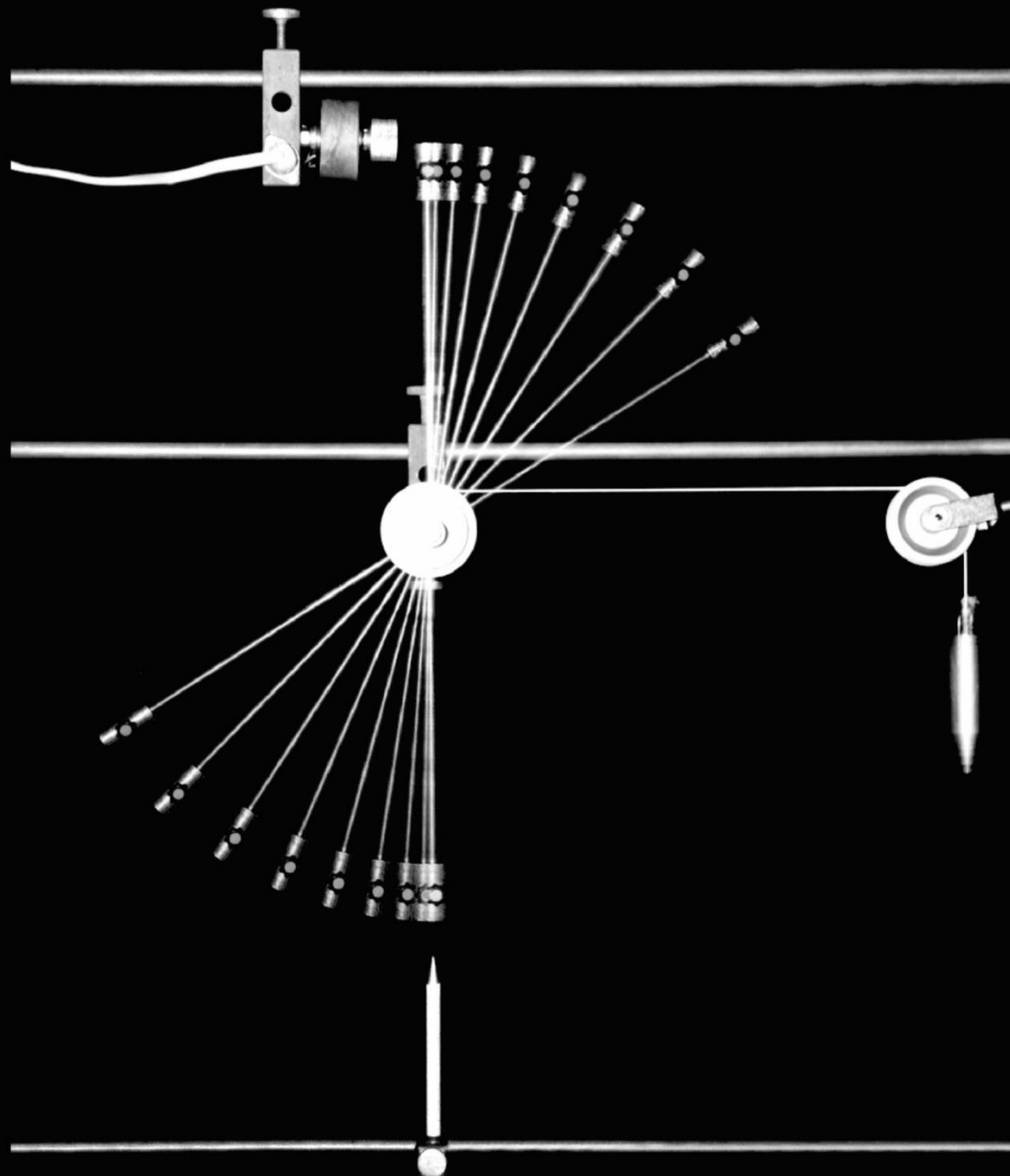
Ugyanakkora nagyságú erők hatására az azonos tömegű testek azonos gyorsulással mozognak

A test tehetetlensége



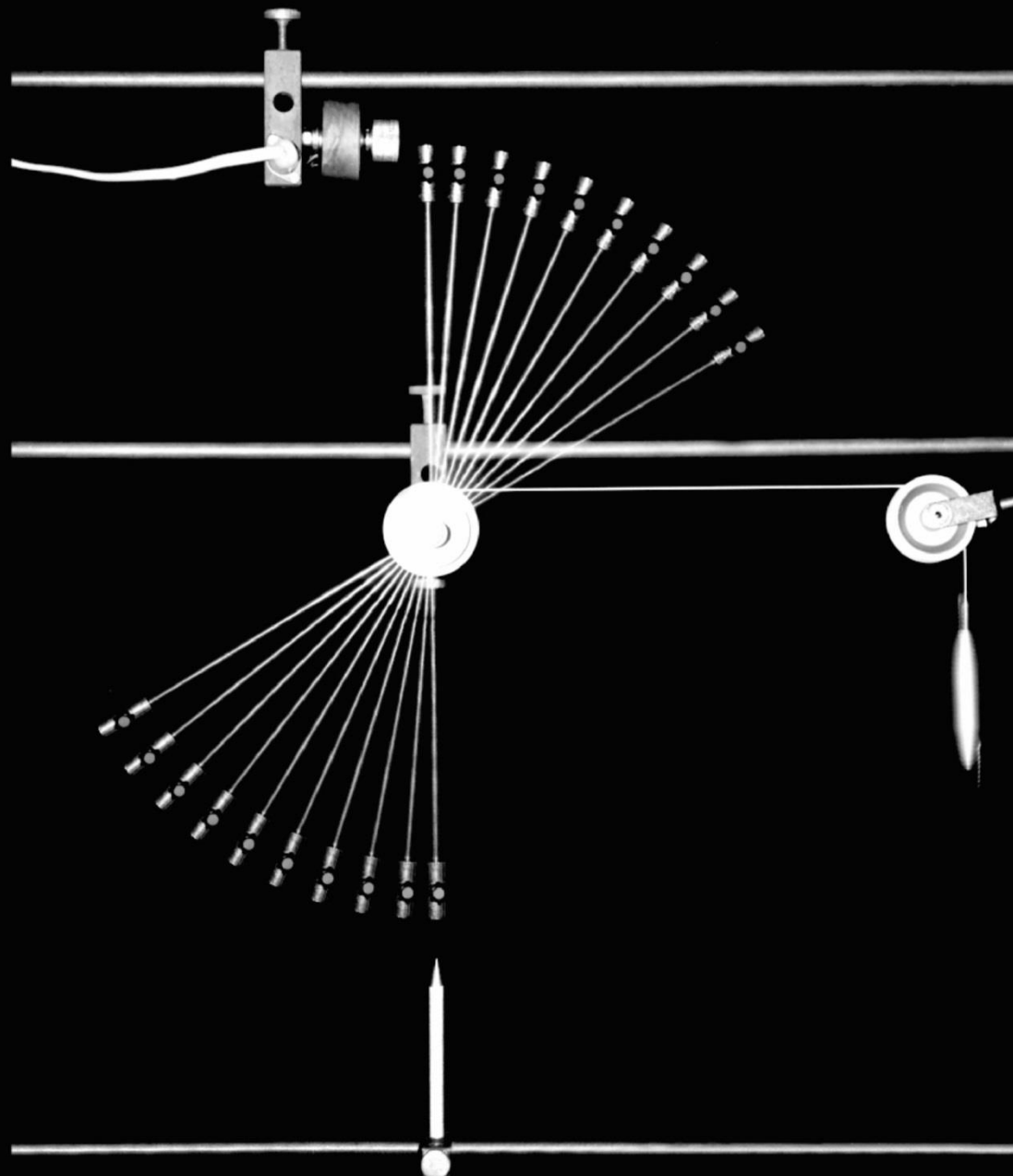
Ugyanakkora erők hatására a különböző tömegű testek más-más gyorsulással mozognak

A merevtest tehetetlensége



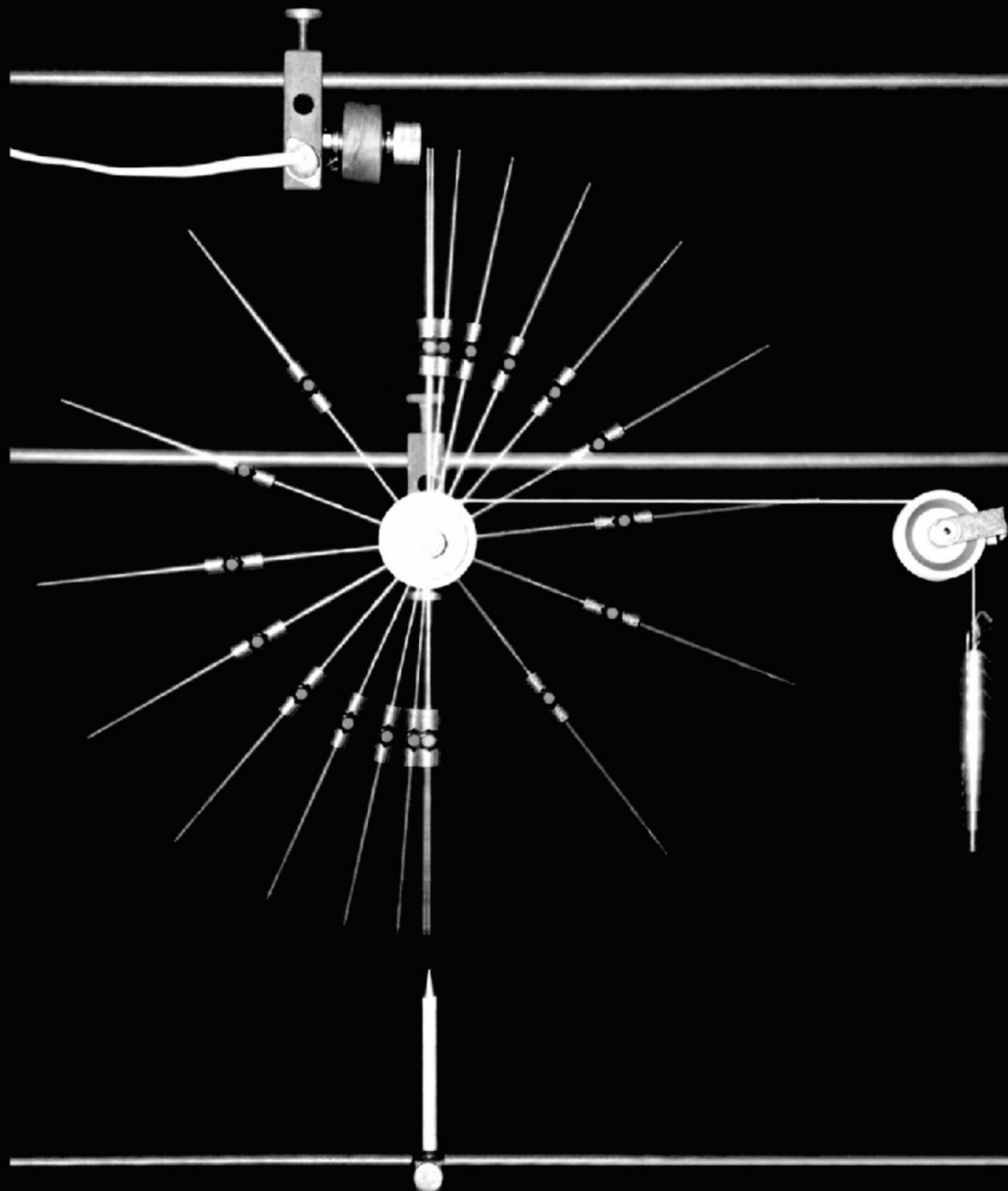
A merevtest tehetetlensége nagy, a gyorsulás kicsi (állandó időközű felvétel)

A merevtest tehetetlensége



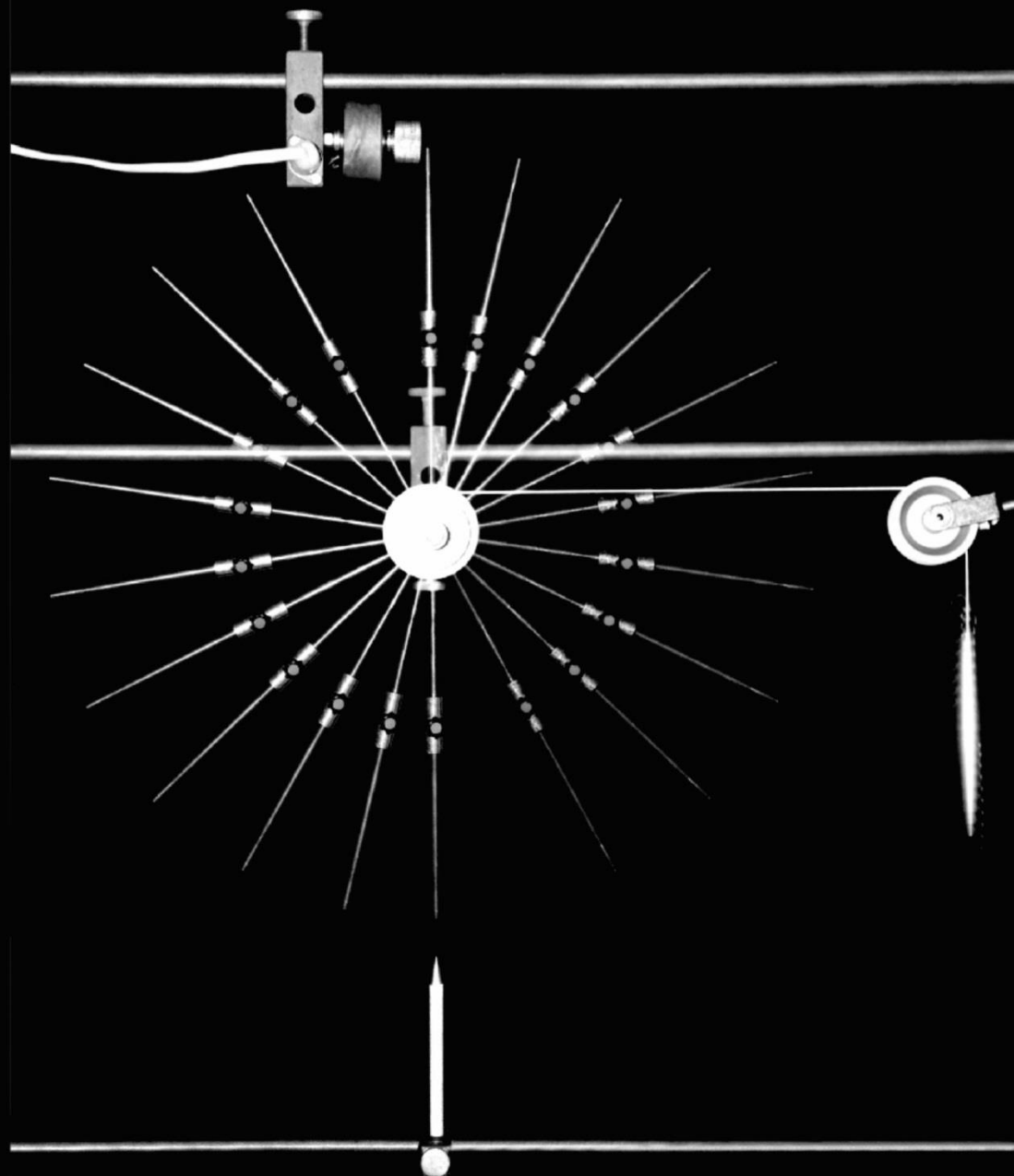
A merevtest tehetetlensége nagy, a gyorsulás kicsi (állandó térfékö felvétél)

A merevtest tehetetlensége



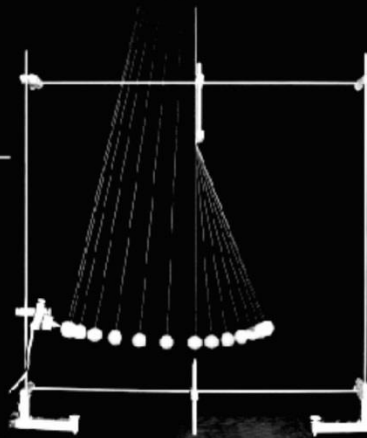
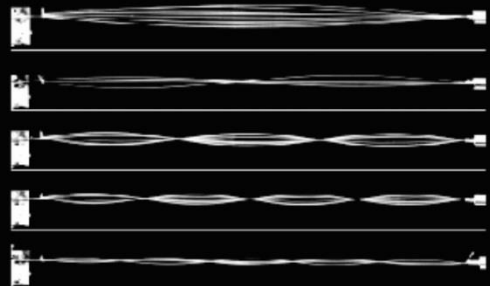
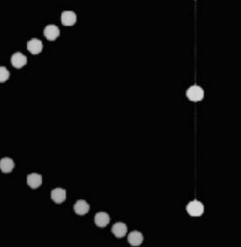
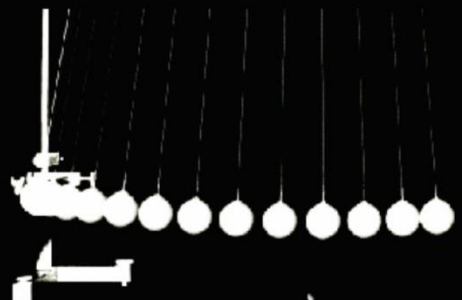
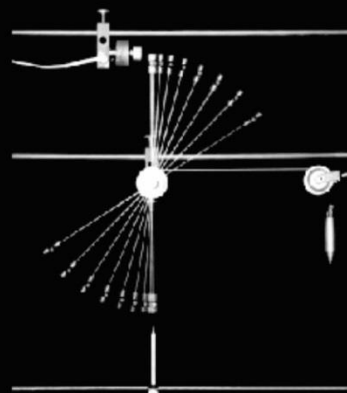
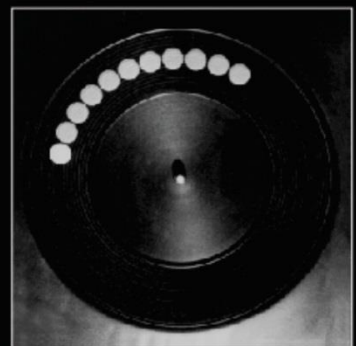
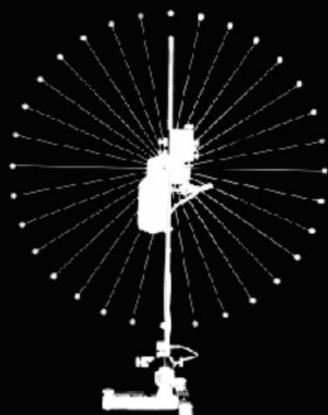
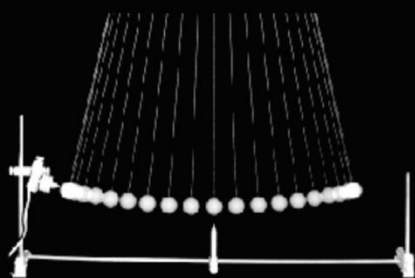
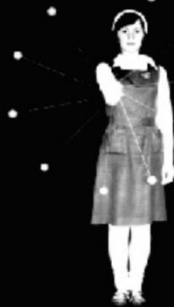
A merevtest tehetetlensége kicsi, a gyorsulás nagy (állandó időközű felvétel)

A merevtest tehetetlensége



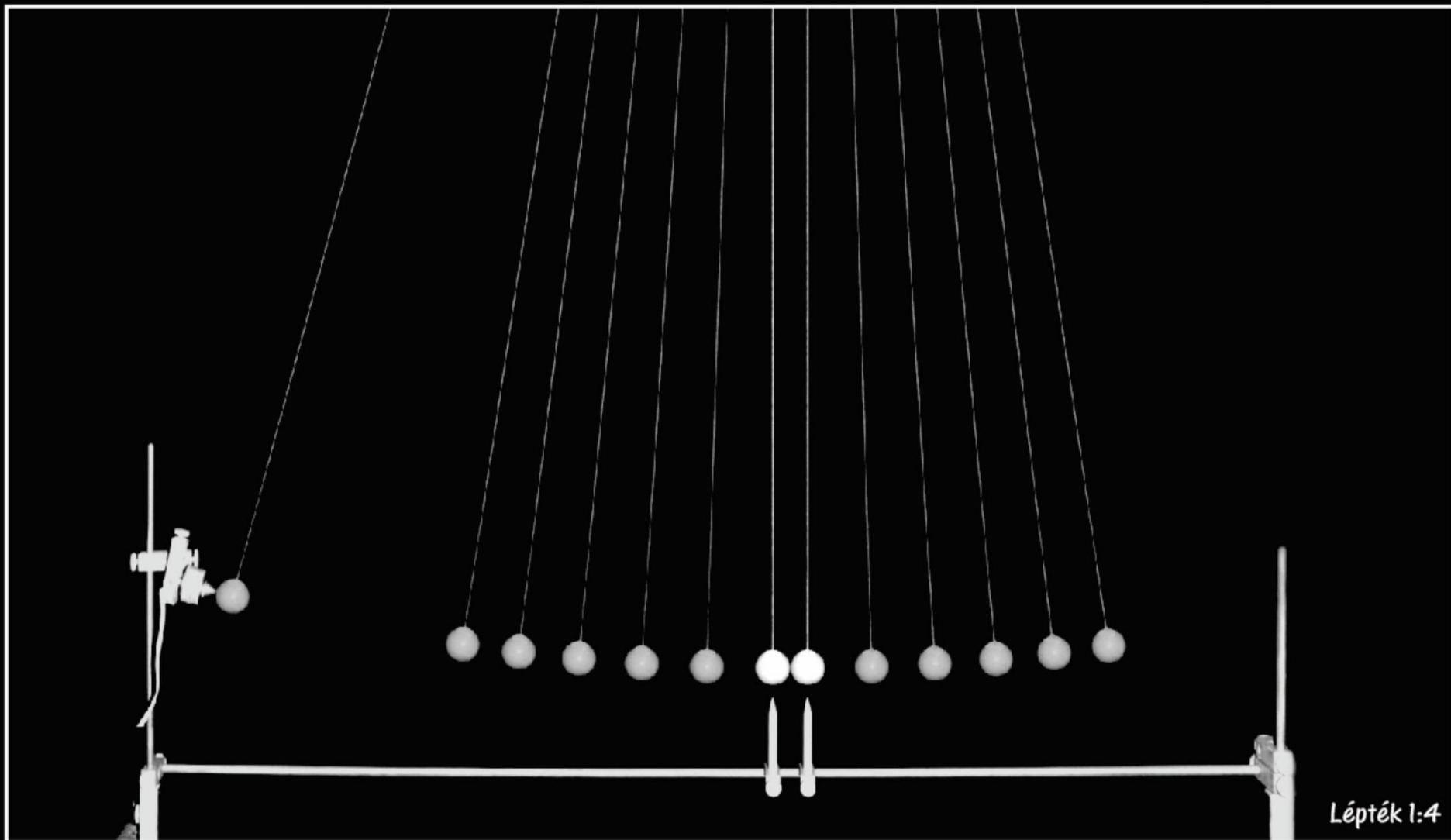
A merevtest tehetetlensége kicsi, a gyorsulás nagy (állandó térközü felvétel)

Stroboszkópos fényképekkel támogatott
fizikaórák a nagyváradi Adyban



..... Rugalmas ütközések

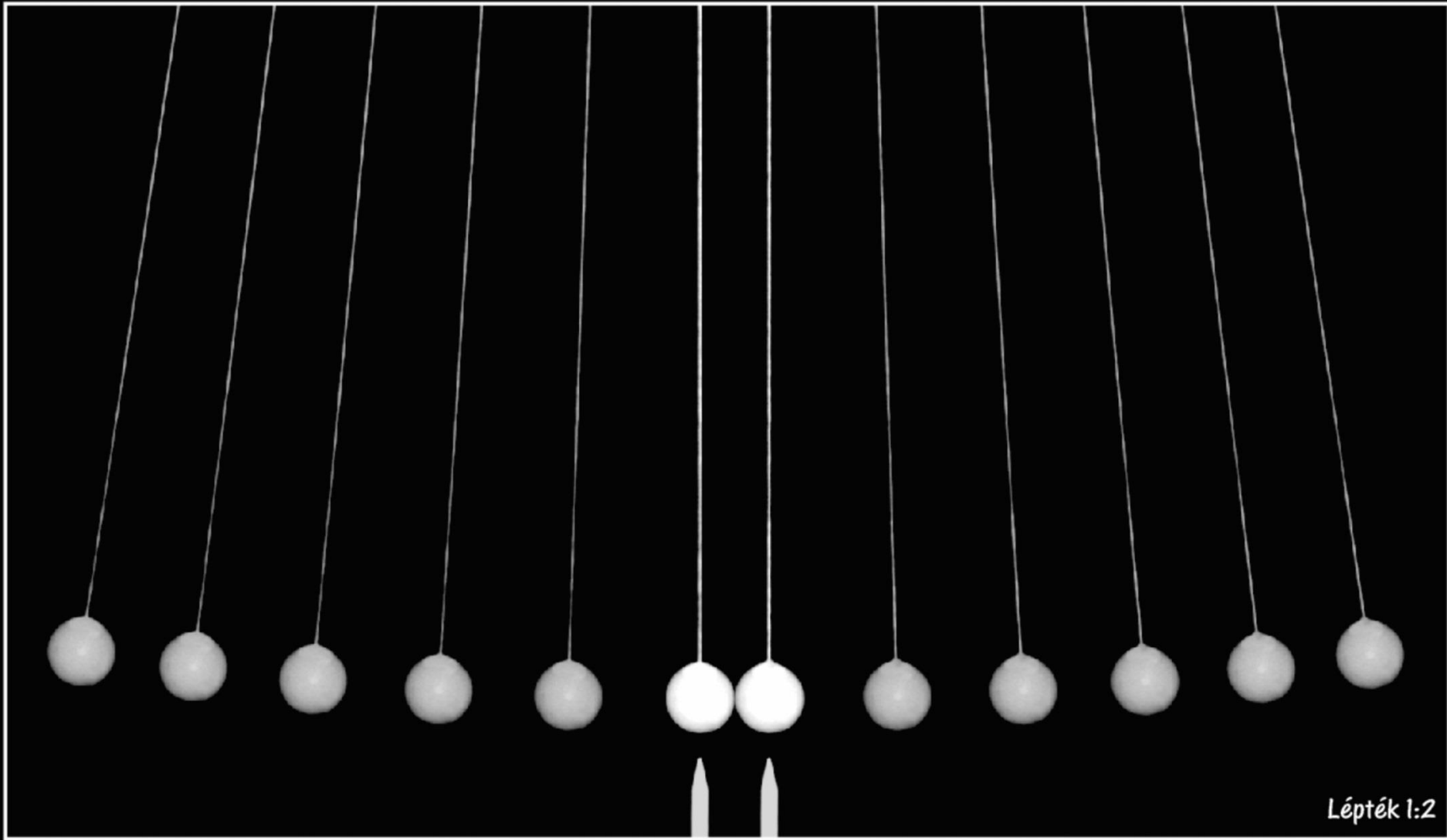
Rugalmas ütközés



Lépték 1:4

A baloldali inga golyója centrálisan ütközik a nyugalomban levő ingával, majd megáll. A másik kis impulzusvesztéssel megy tovább (12 villantás; $\Delta t = 481 \text{ ms} + 10 \times 60 \text{ ms}$).

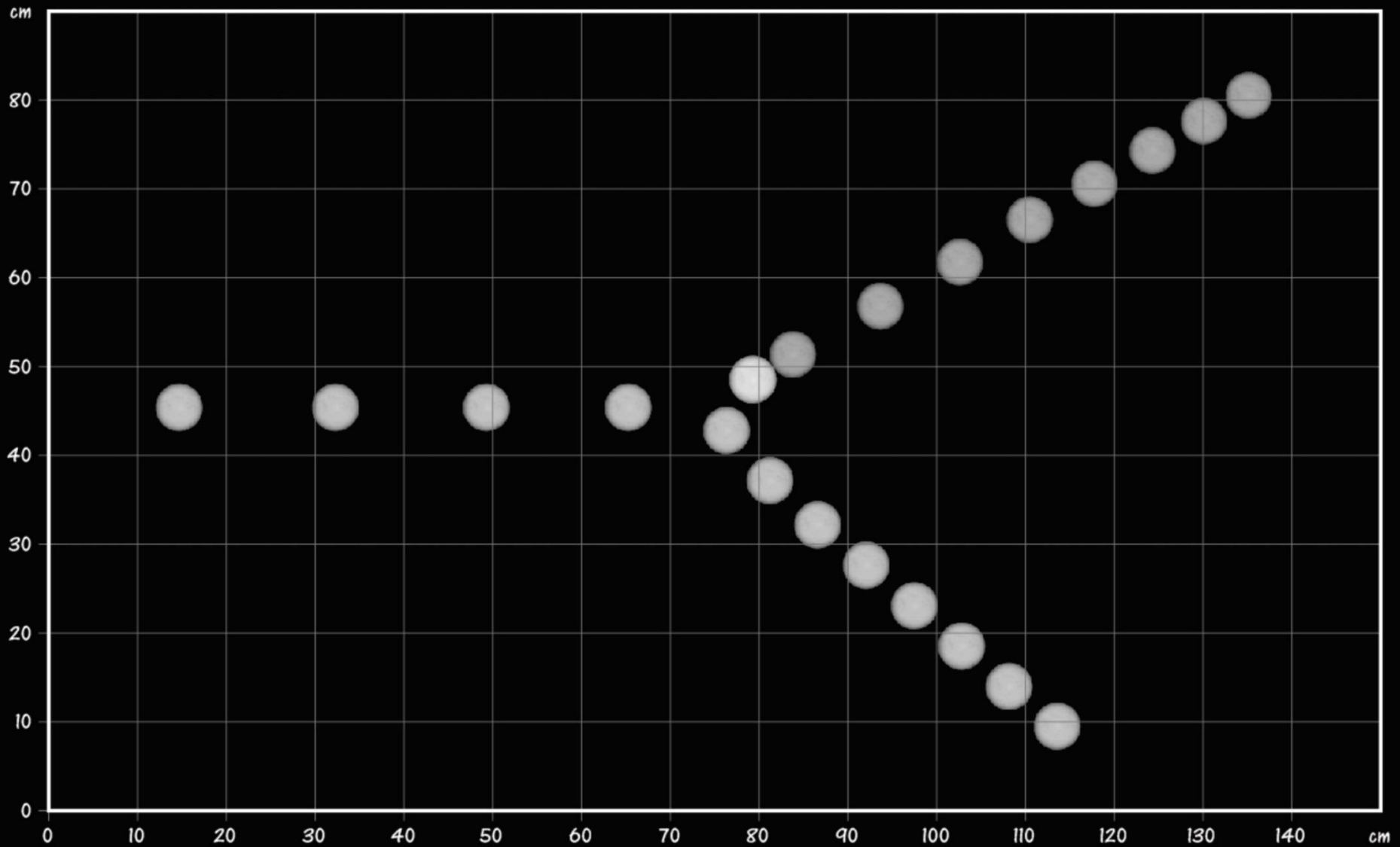
Rugalmas ütközés (részlet)



Lépték 1:2

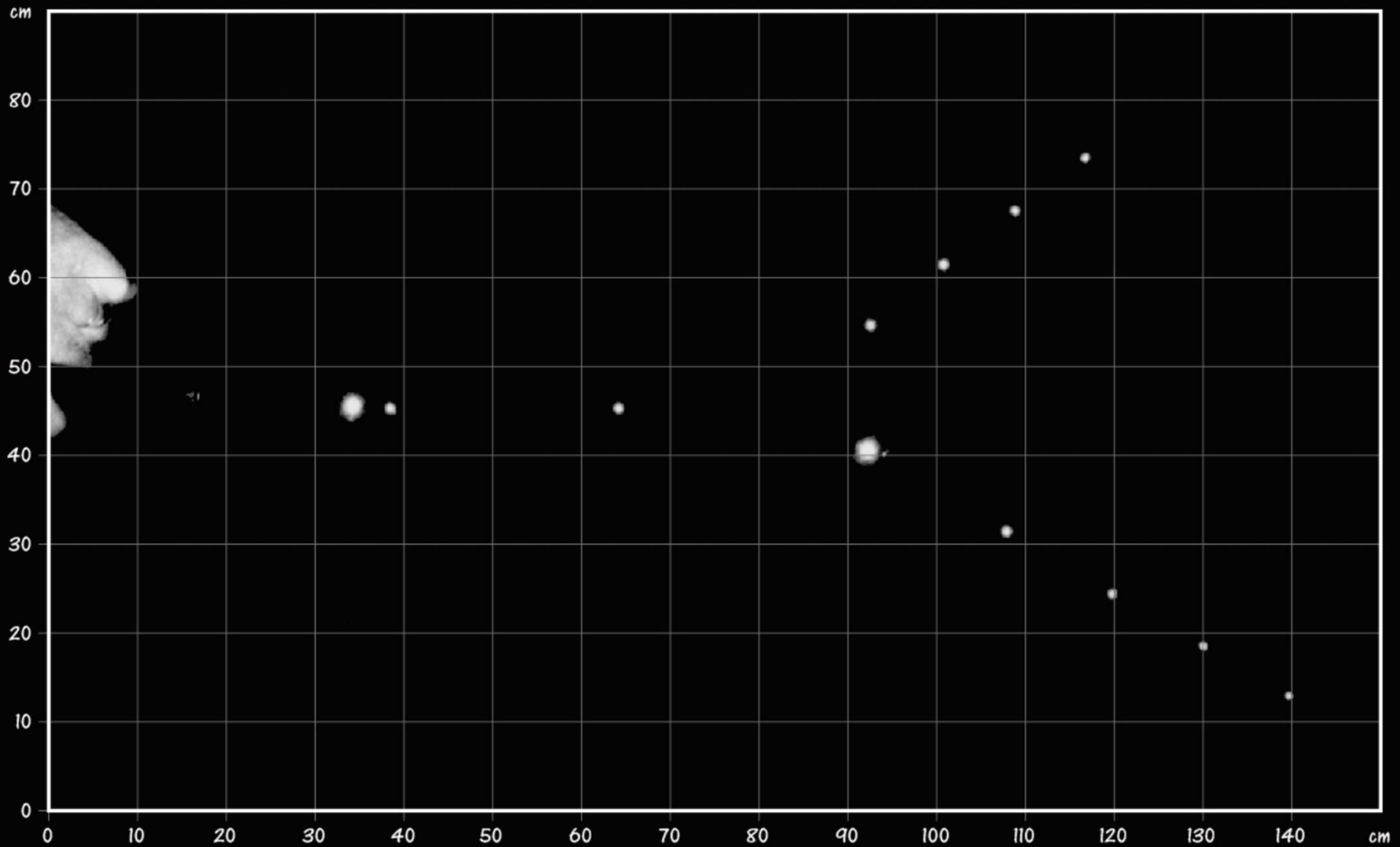
A baloldali inga golyója centrálisan ütközik a nyugalomban levő ingával, majd megáll. A másik kis impulzusvesztéssel megy tovább (11 villantás; $\Delta t = 60$ ms).

Rugalmas ütközés



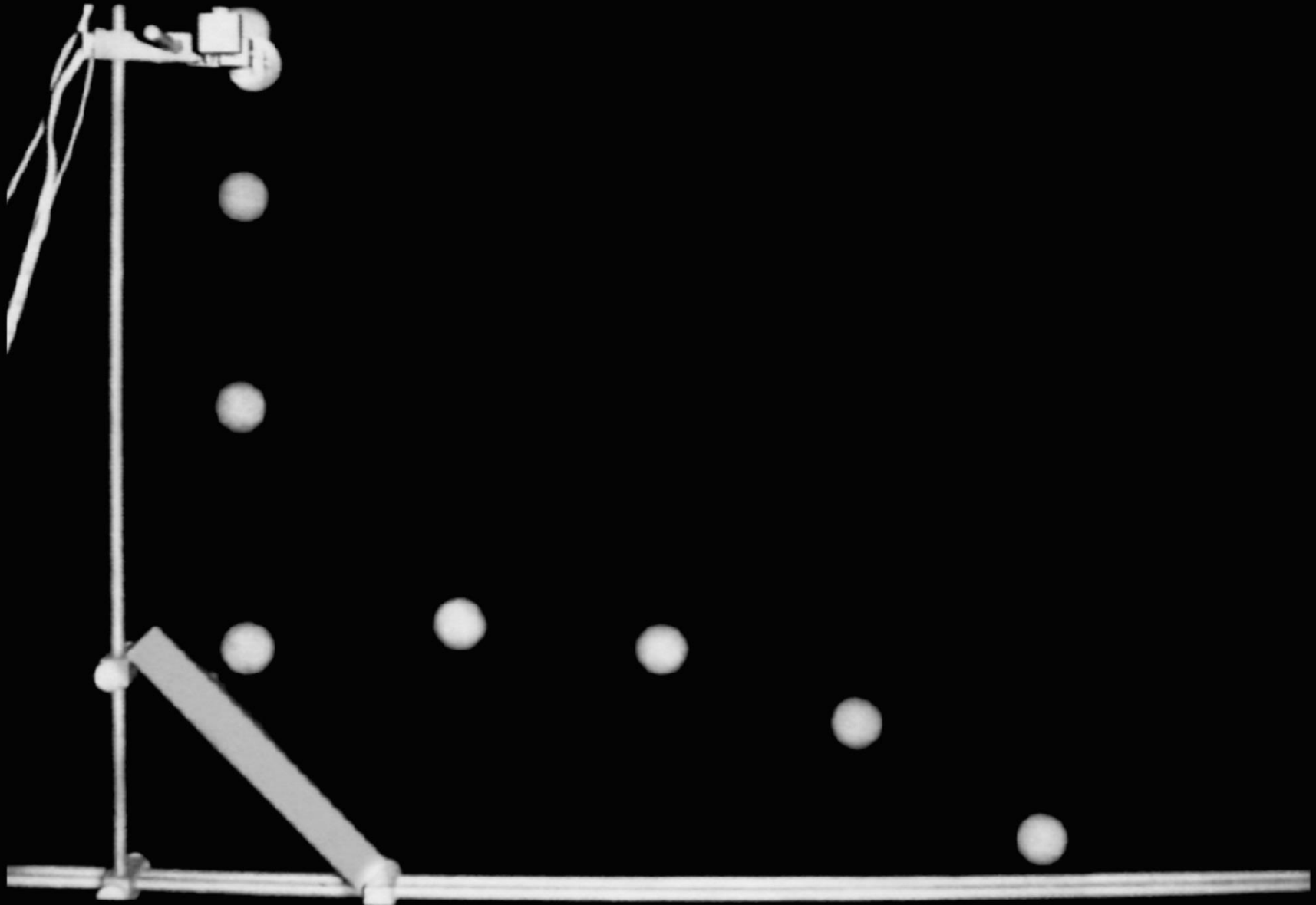
A balról érkező elefántcsontgolyó nem centrálisan ütközik a nyugalomban levő másik golyóval. Nem sikerült elkapnom az ütközés pillanatát (12 villantás, $\Delta t = 75$ ms).

Rugalmas ütközés

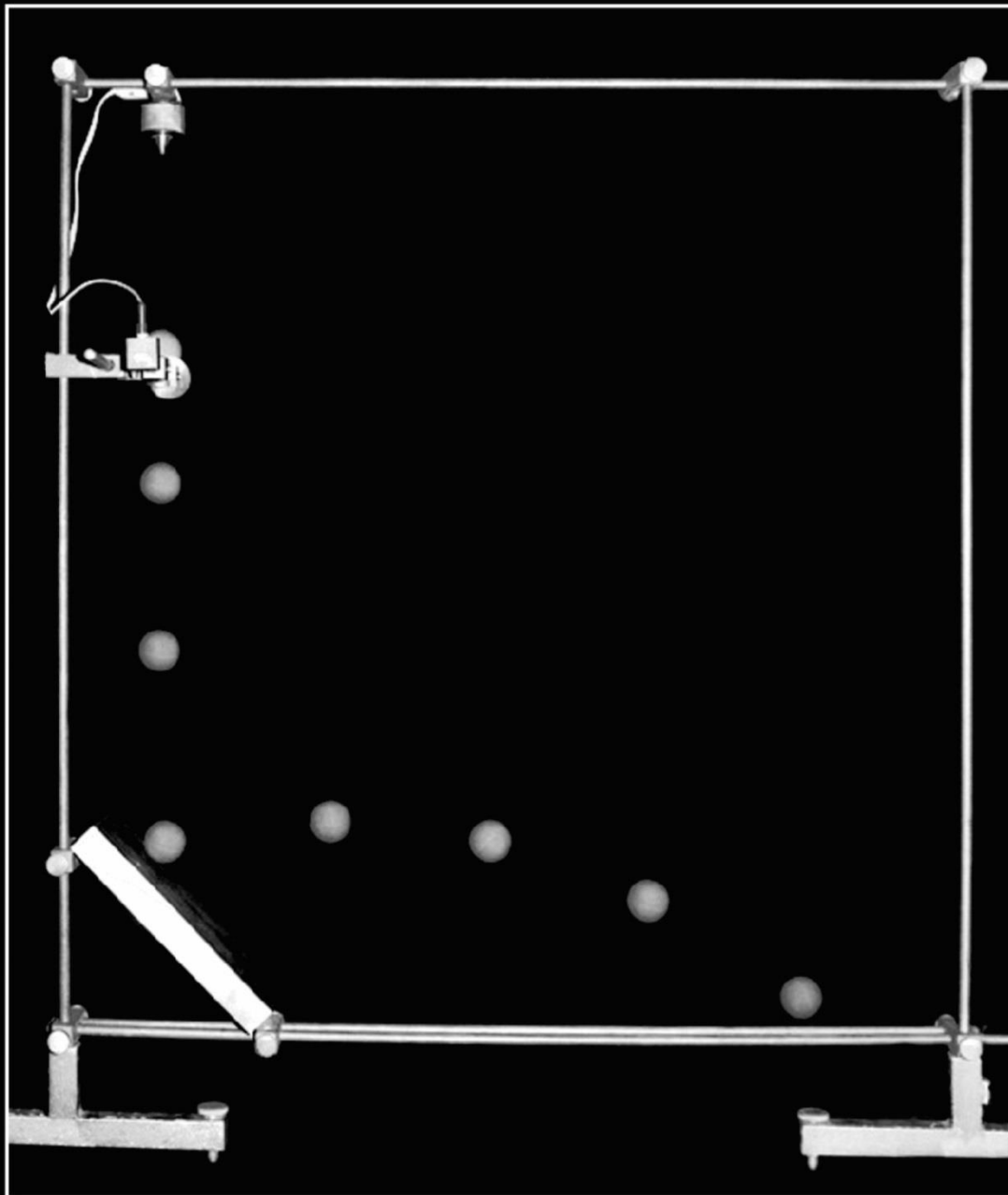


A balról érkező acélgolyó nem centrálisan ütközik a nyugalomban levő másik acélgolyóval. Csak a golyók teteje veri vissza a fényt ($\Delta t = 100$ ms).

Rugalmas ütközés

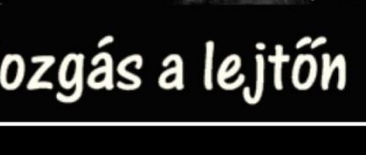
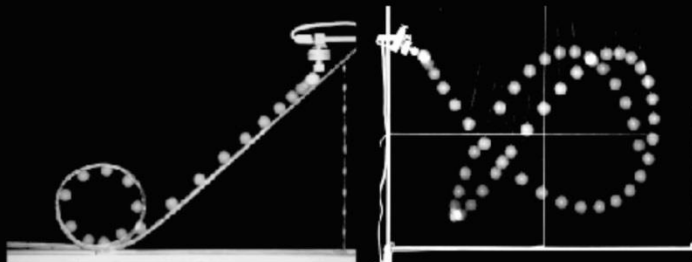
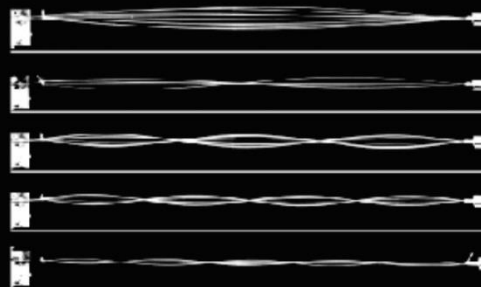
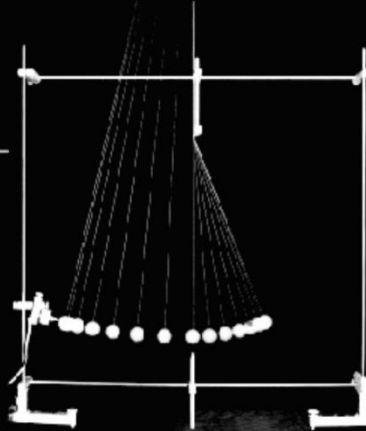
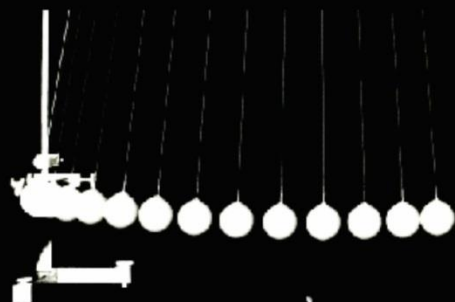
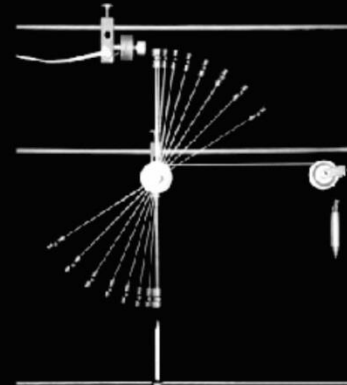
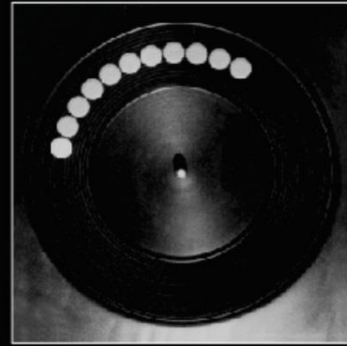
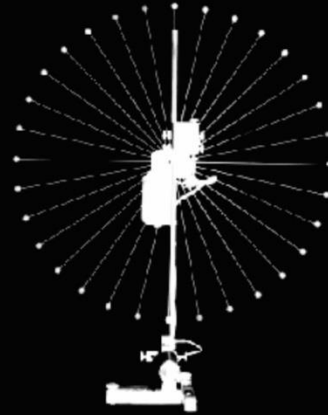
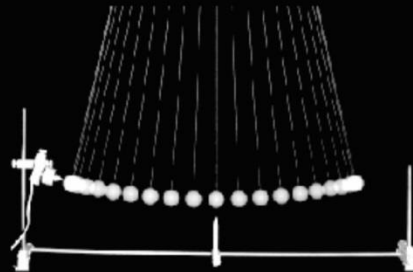
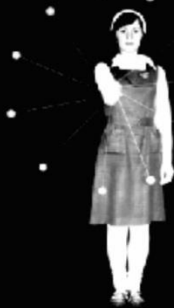


A pingponglabda érkezését jelzi a fotókapu, majd visszapattan a ferdén álló acéllapról (8 villantás; $\Delta t = 50 \text{ ms}$)



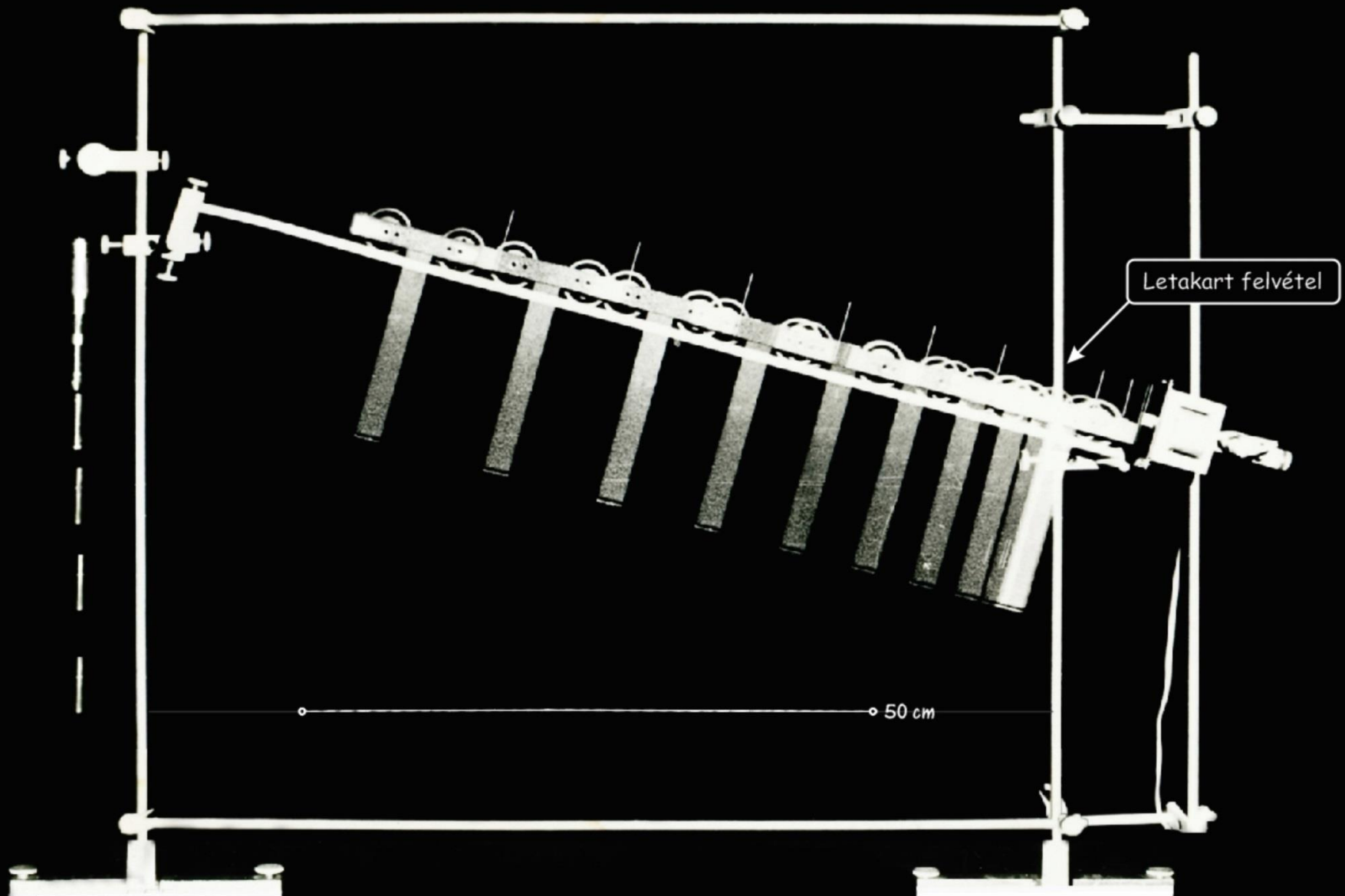
A pingponglabdát jelzi a fotókapu, majd visszapattan a ferdén álló acéllapról (8 villantás; $\Delta t = 50 \text{ ms}$)

Stroboszkópos fényképekkel támogatott
fizikaórák a nagyváradí Adyban



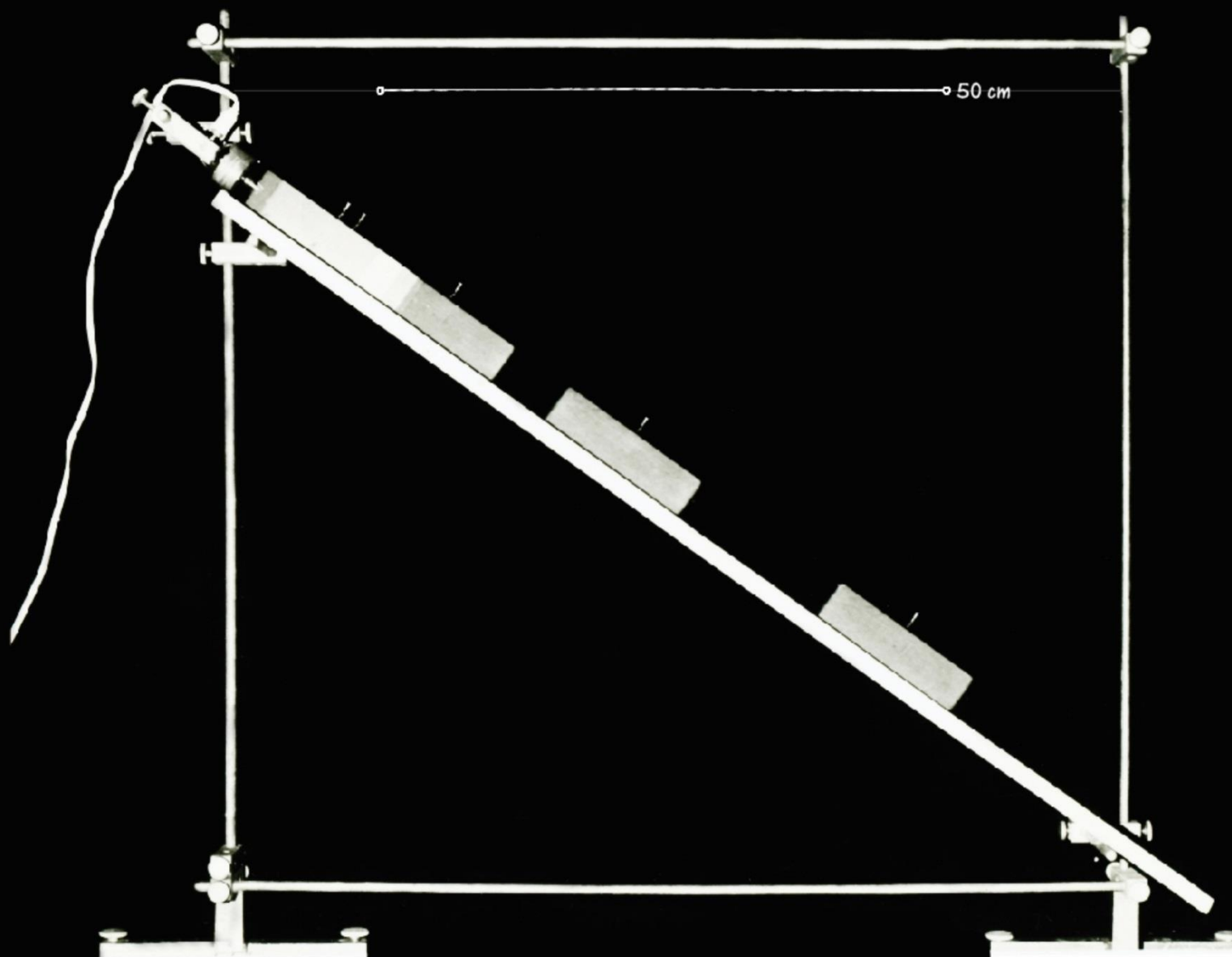
..... Mozgás a lejtőn

Mozgás a lejtőn



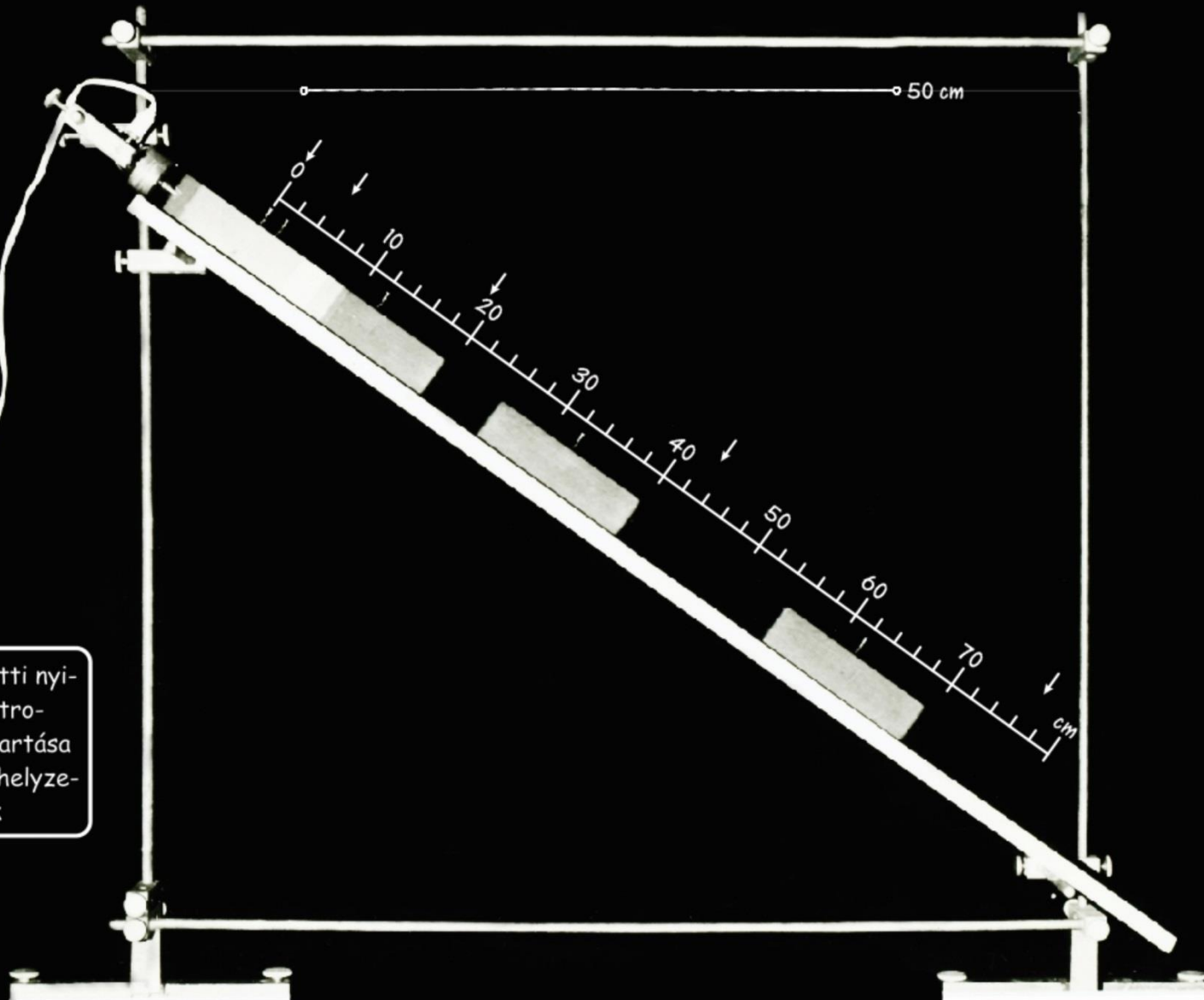
Amikor az elektromágnes (EM) áramát kikapcsoljuk és elsőt villantunk, a kiskocsi elindulhat, de az EM remanenciája miatt késik (11 villantás, $\Delta t = 100$ ms)

Mozgás a lejtőn



Amikor az elektromágnes (EM) áramát kikapcsoljuk és első villantunk, a fahasáb elindulhat a lejtőn, de az EM remanenciája miatt késik (5 villantás, $\Delta t = 250$ ms)

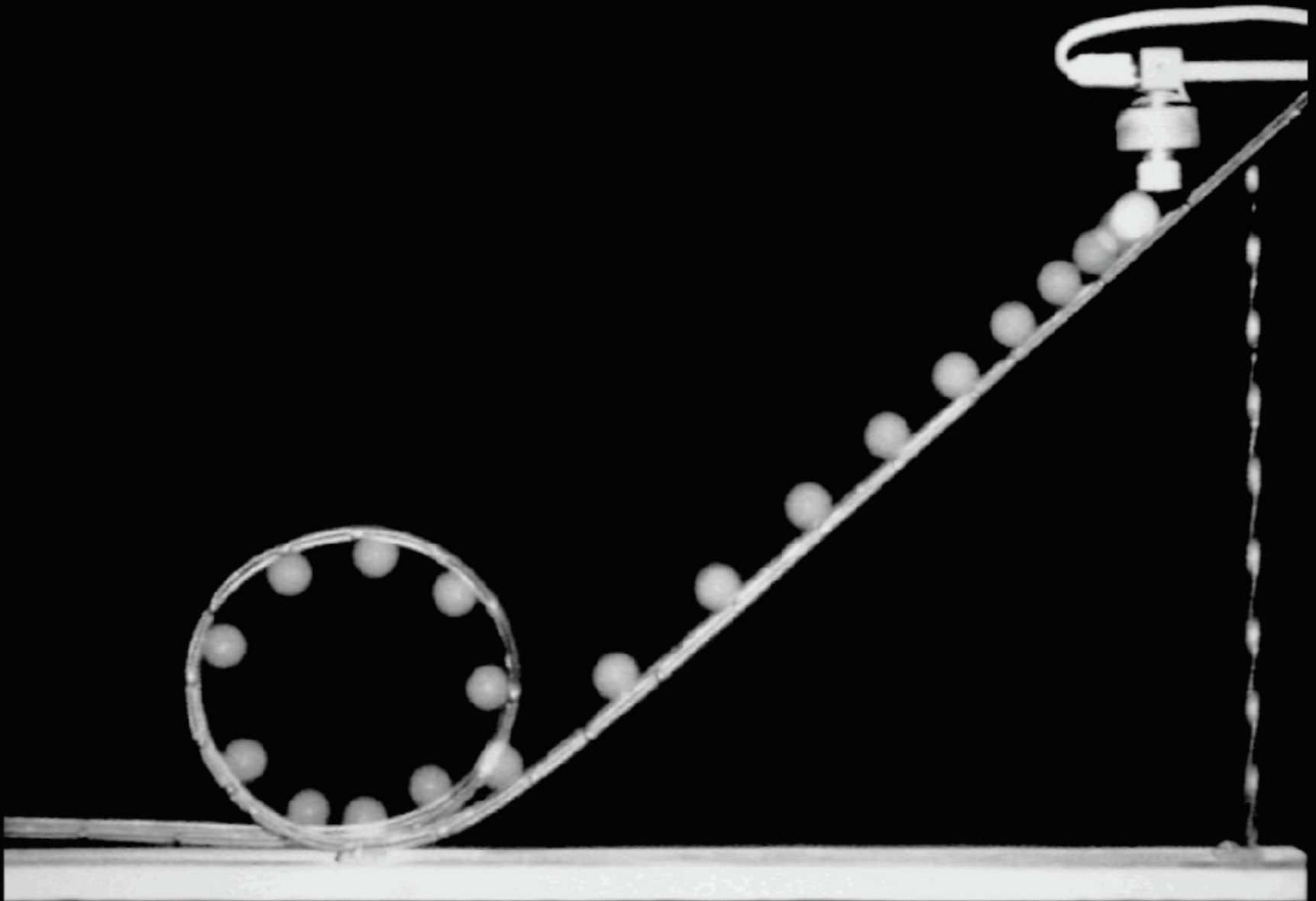
Mozgás a lejtőn



A mérőléc feletti nyíl-
lacskák az elektro-
mágnes visszatartása
nélkül várható helyze-
teket mutatják

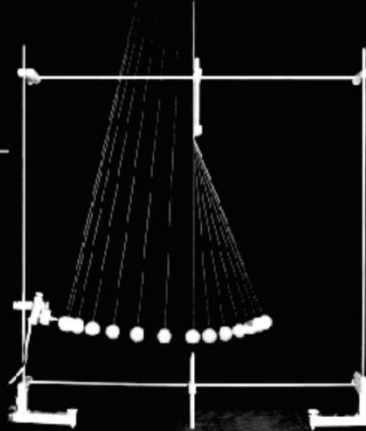
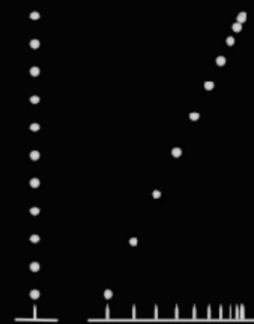
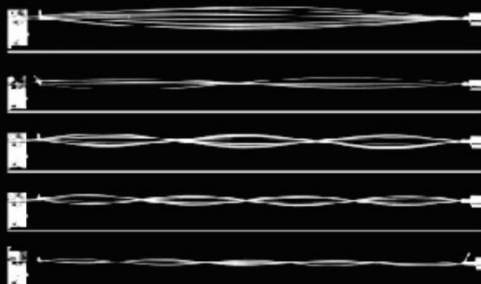
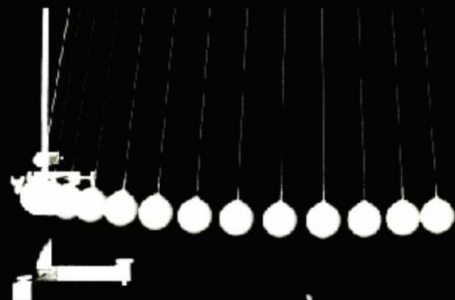
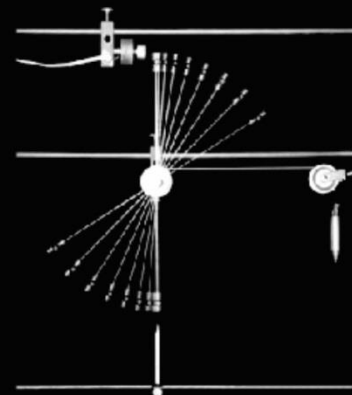
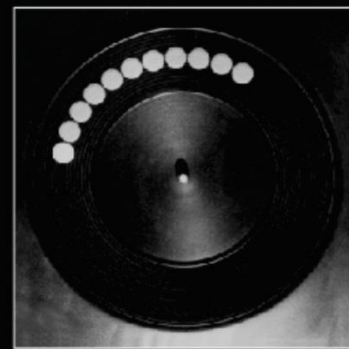
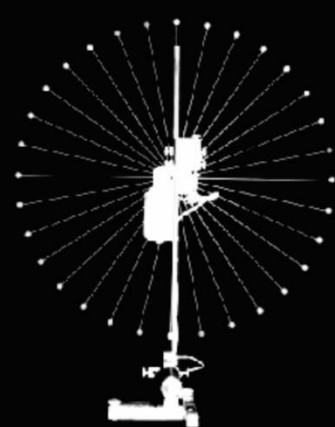
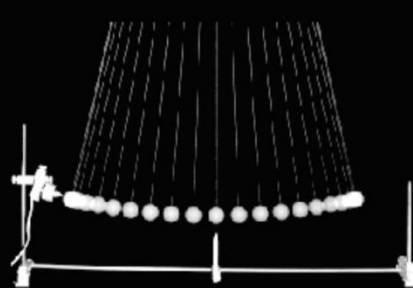
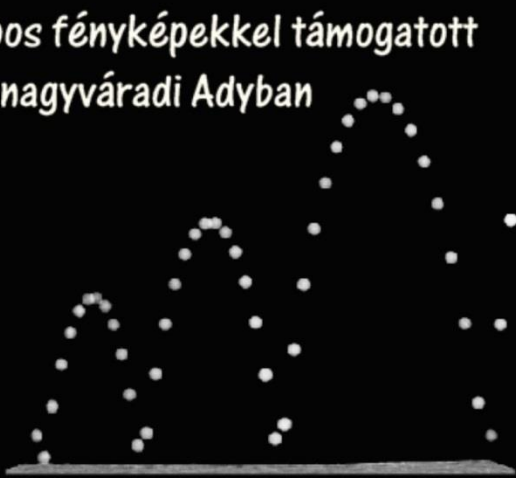
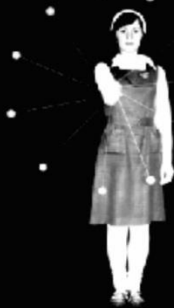
Amikor az elektromágnes (EM) áramát kikapcsoljuk és első villantunk, a fahasáb elindulhat a lejtőn, de az EM remanenciája miatt késik (5 villantás, $\Delta t = 250 \text{ ms}$)

Mozgás a lejtőn

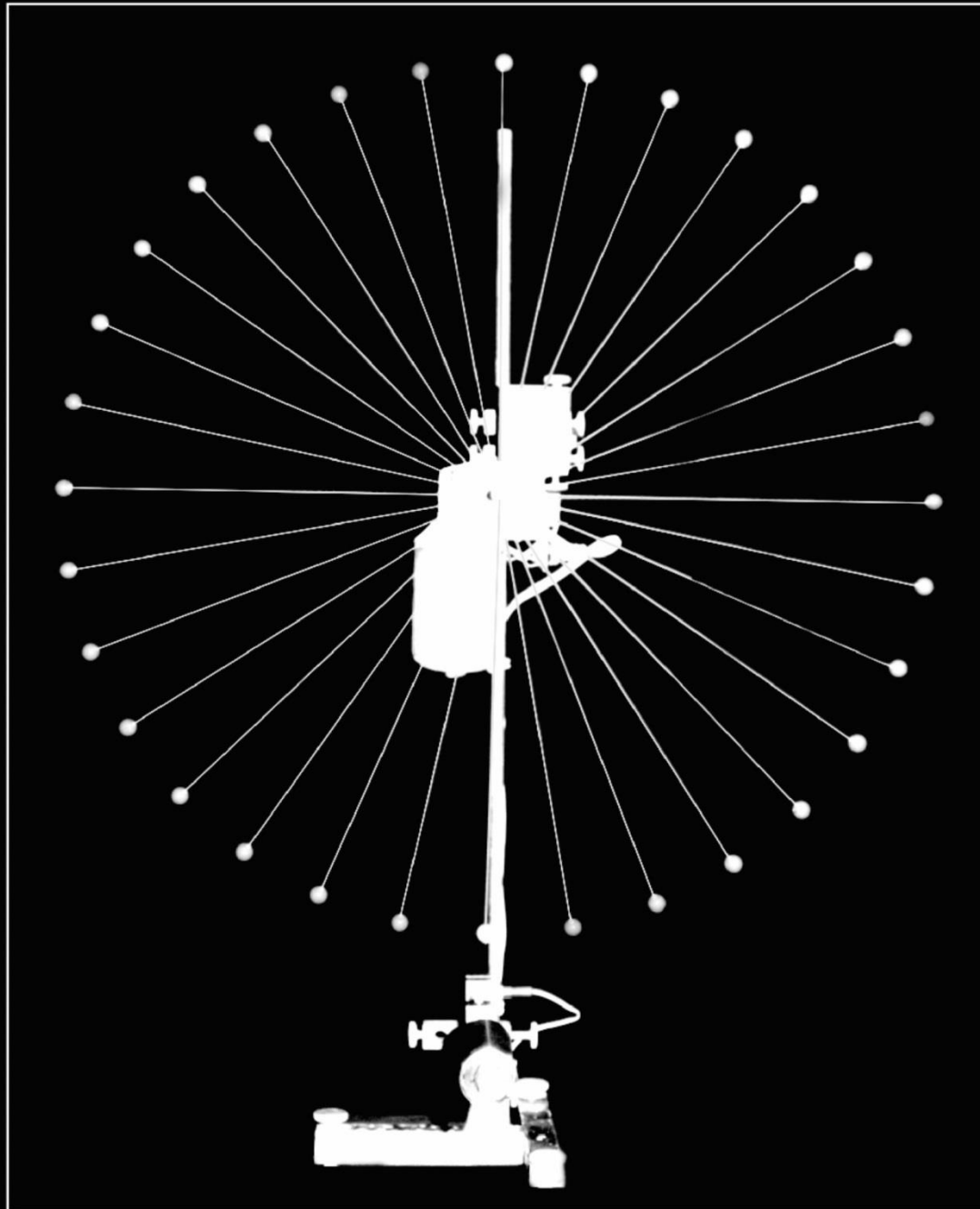


A pingponglabda „Looping” akrobatikája (21 villantás; $\Delta t = 50$ ms)

Stroboszkópos fényképekkel támogatott
fizikaórák a nagyváradí Adyban

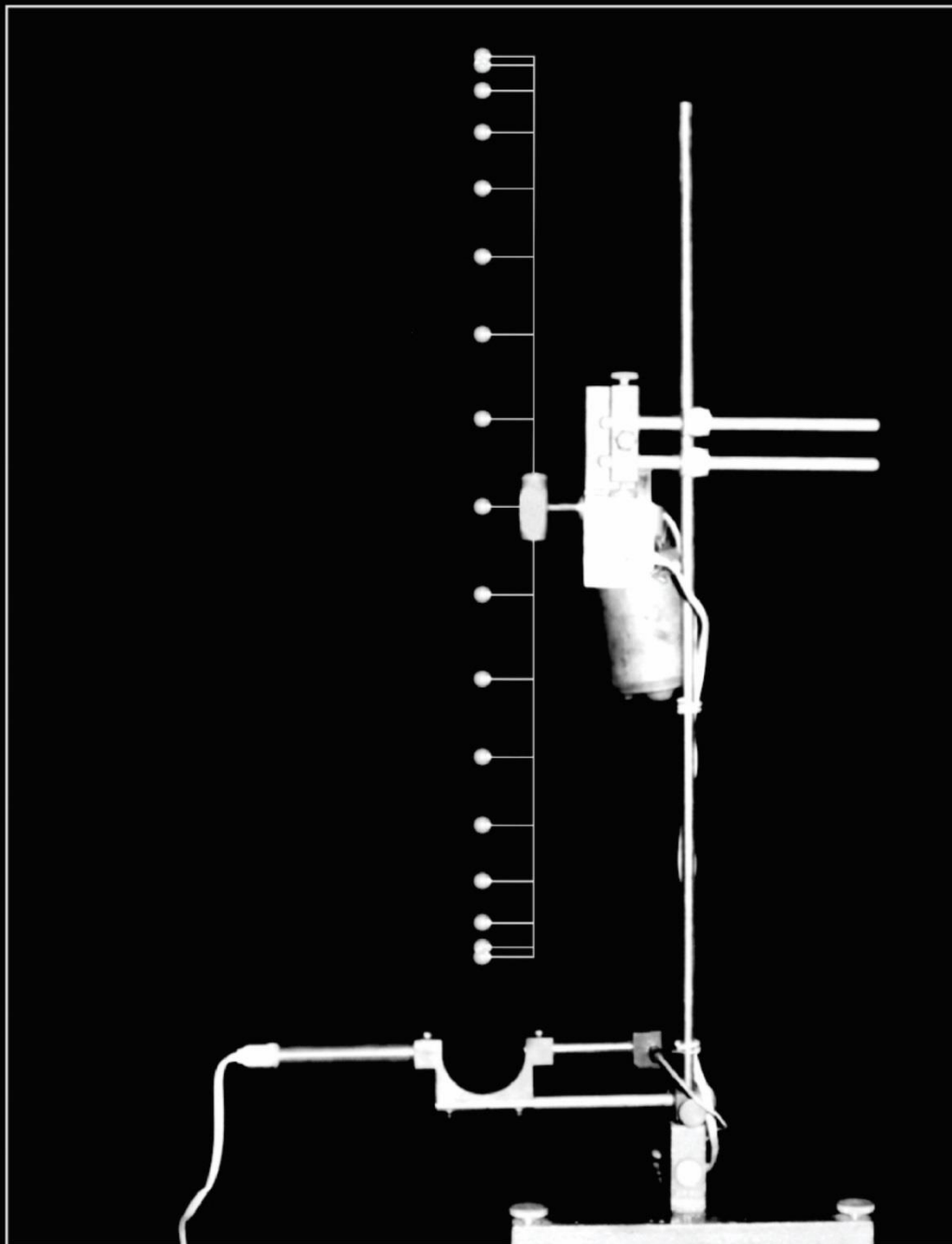


..... Körmozgás - Rezgőmozgás



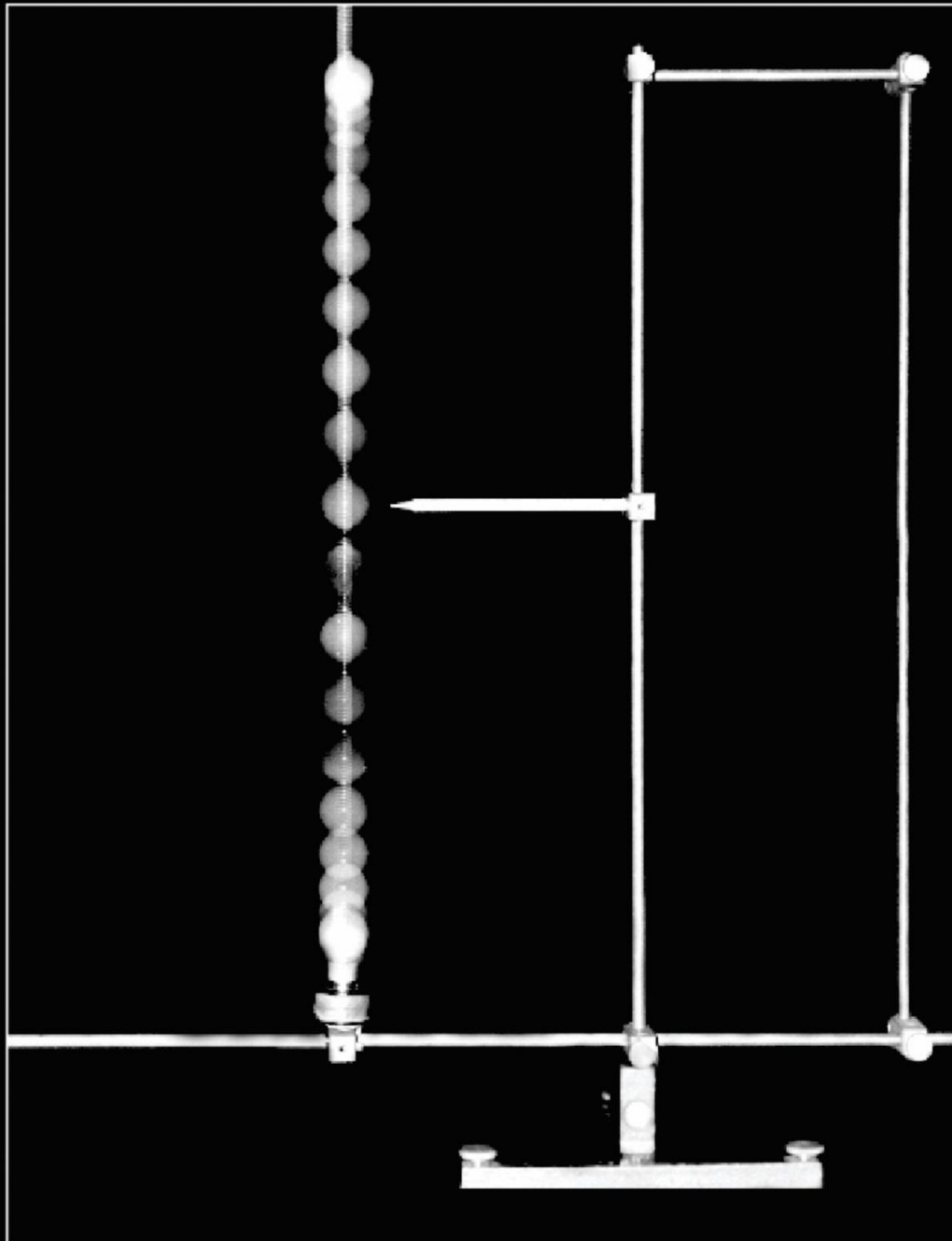
Egy golyó körmozgása a körmozgás tengelye irányából nézve

A körmozgás és a rezgőmozgás kapcsolata



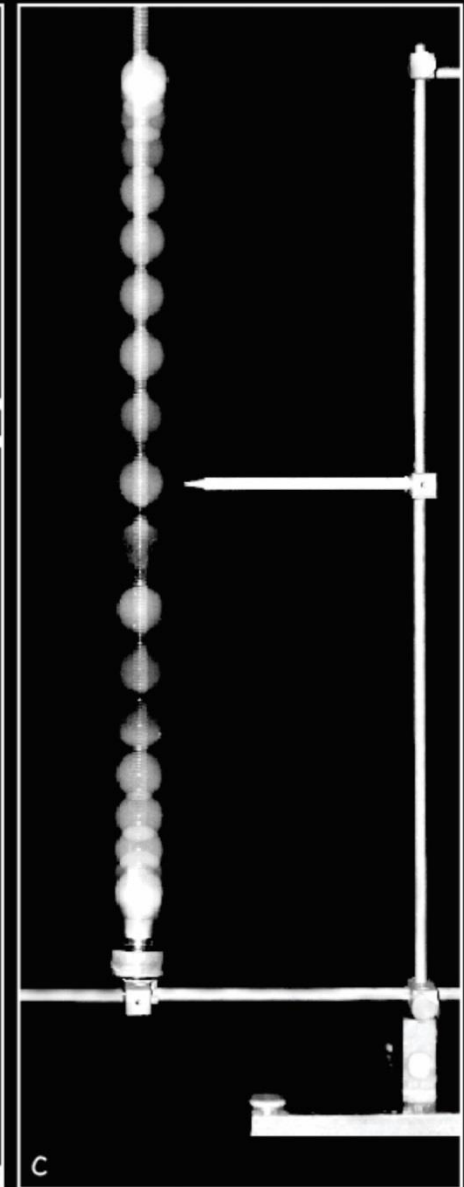
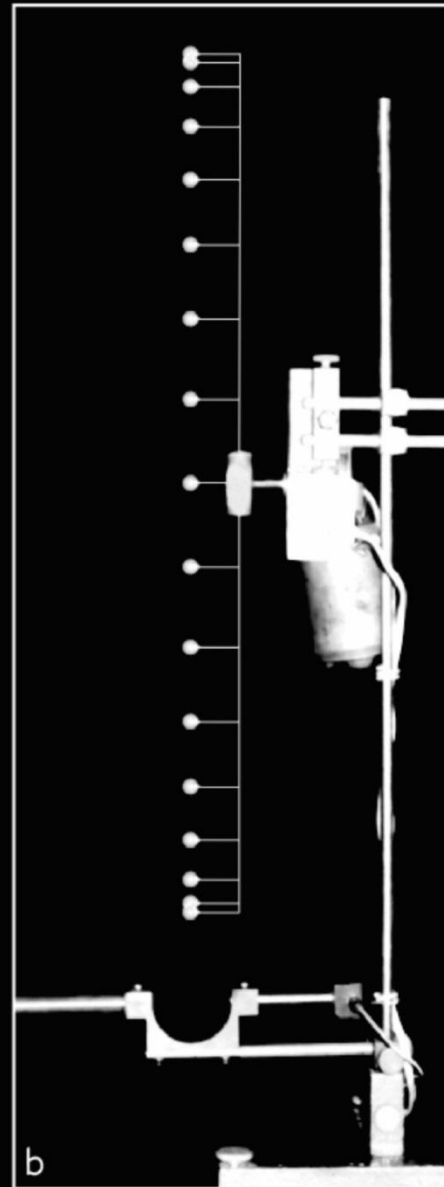
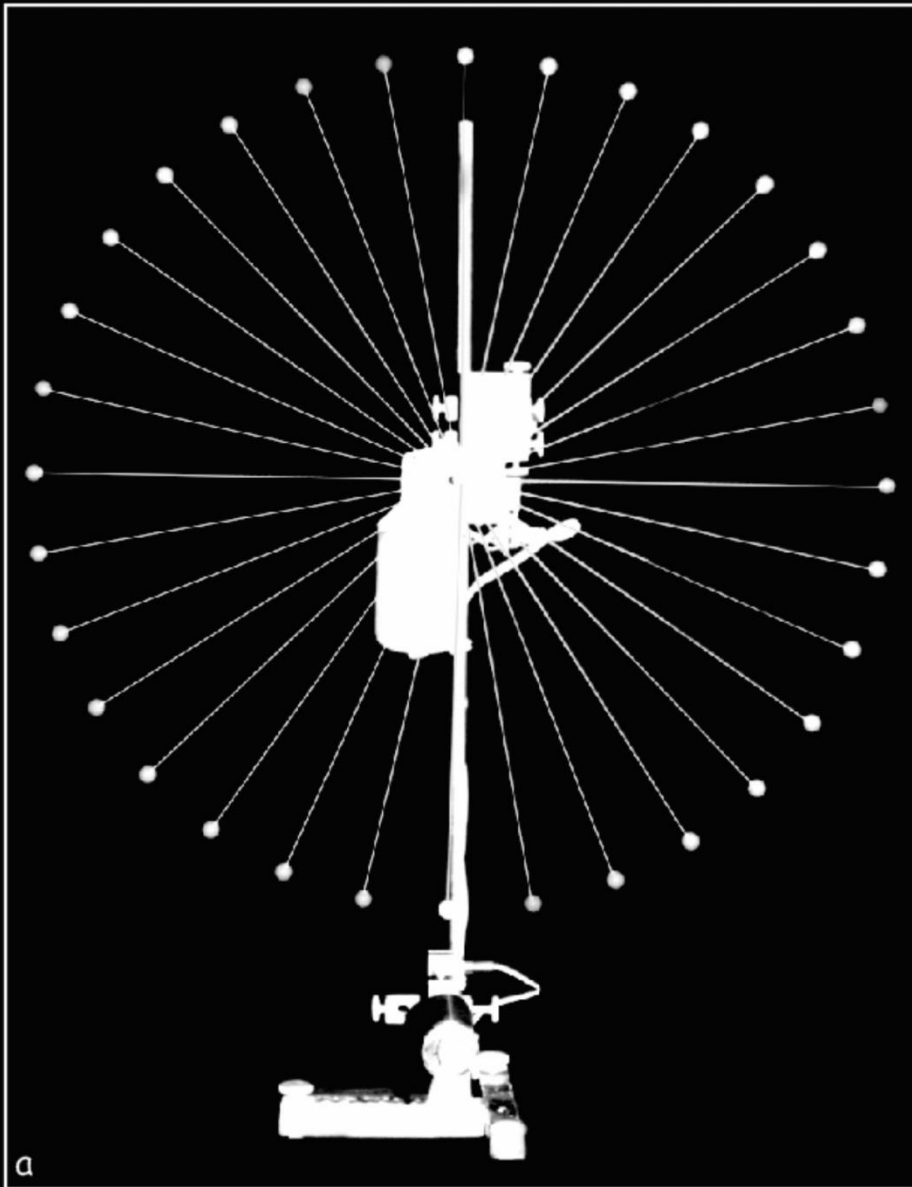
A körmozgást a mozgás síkjából nézve a rezgőmozgáshoz hasonló mozgást látunk

A körmozgás és a rezgőmozgás kapcsolata



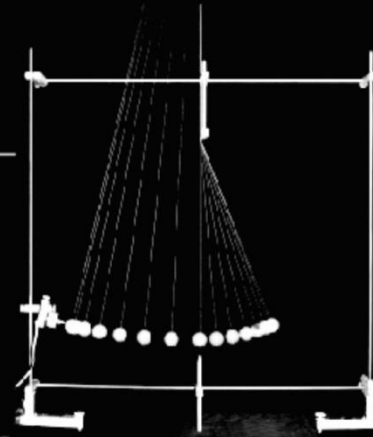
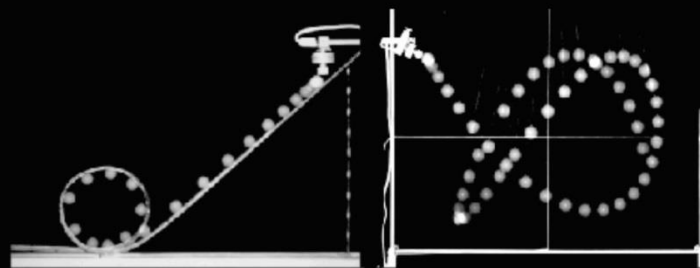
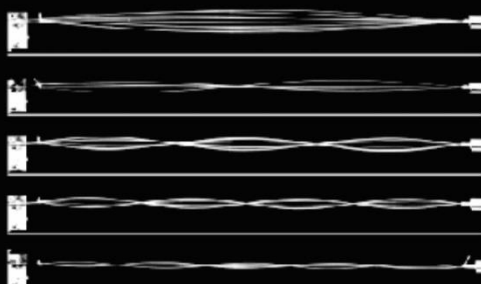
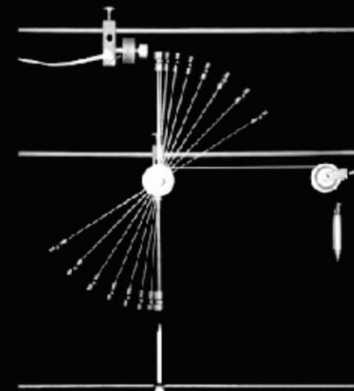
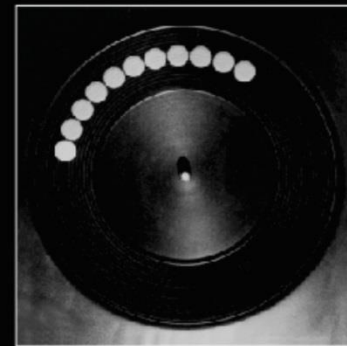
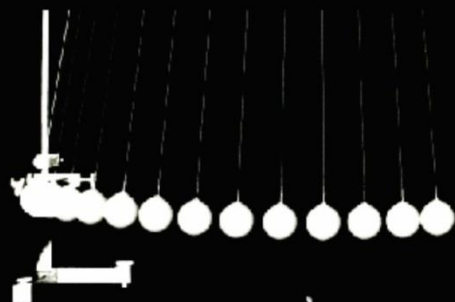
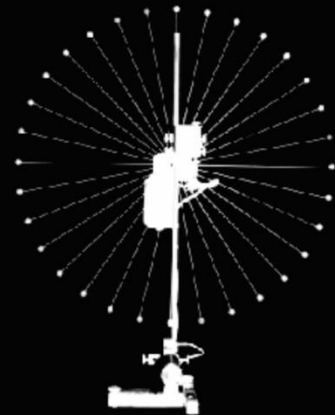
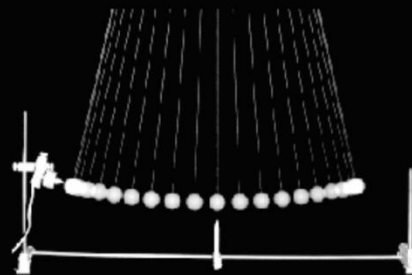
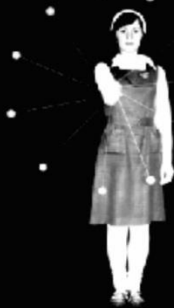
A rugalmas inga mozgása hasonlít a kivetített körmozgáshoz

A körmozgás és a rezgőmozgás kapcsolata



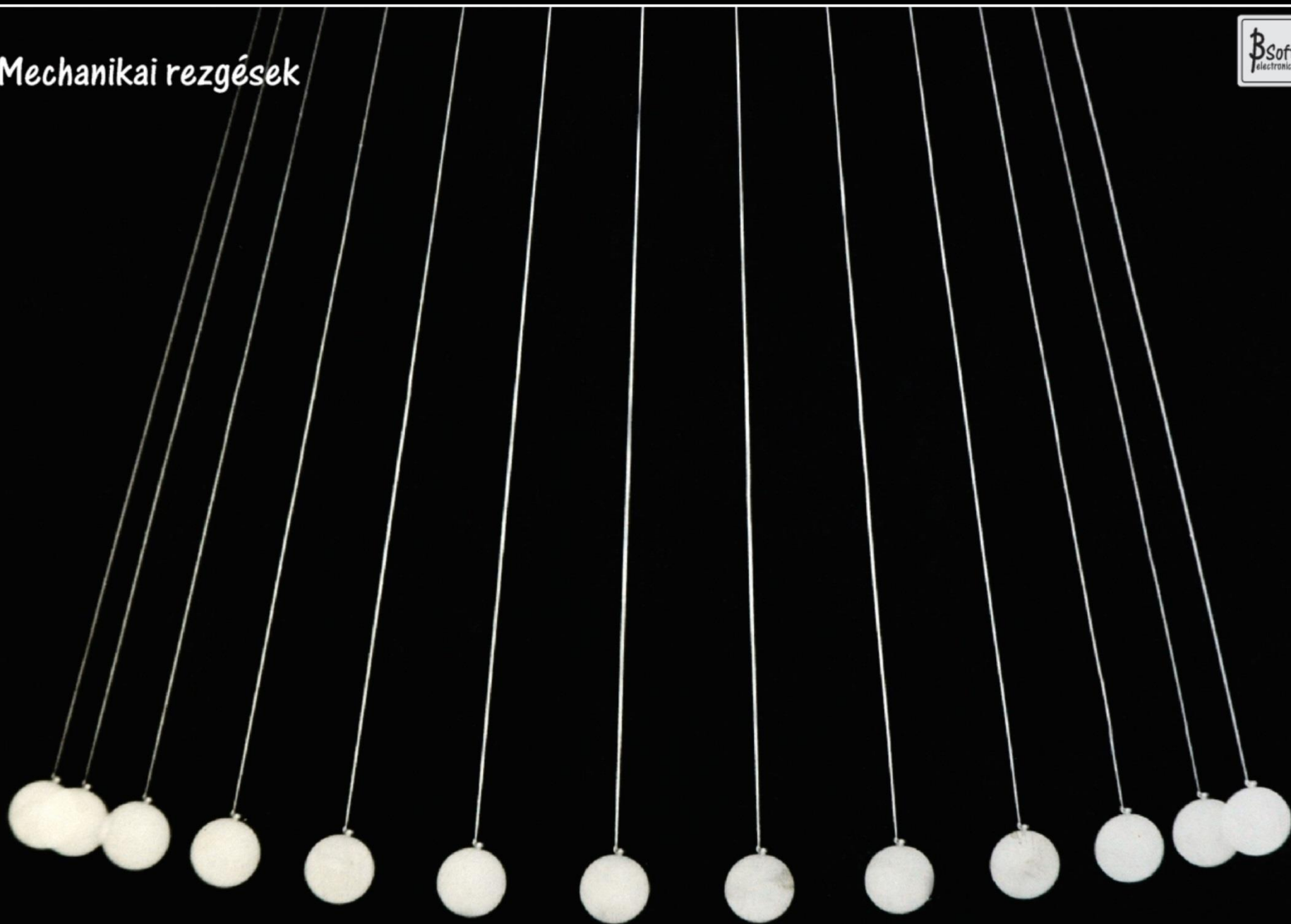
A körmozgást (a) a mozgás síkjából nézve (b) a rezgőmozgáshoz (c) hasonló mozgást látunk

Stroboszkópos fényképekkel támogatott
fizikaórák a nagyváradí Adyban



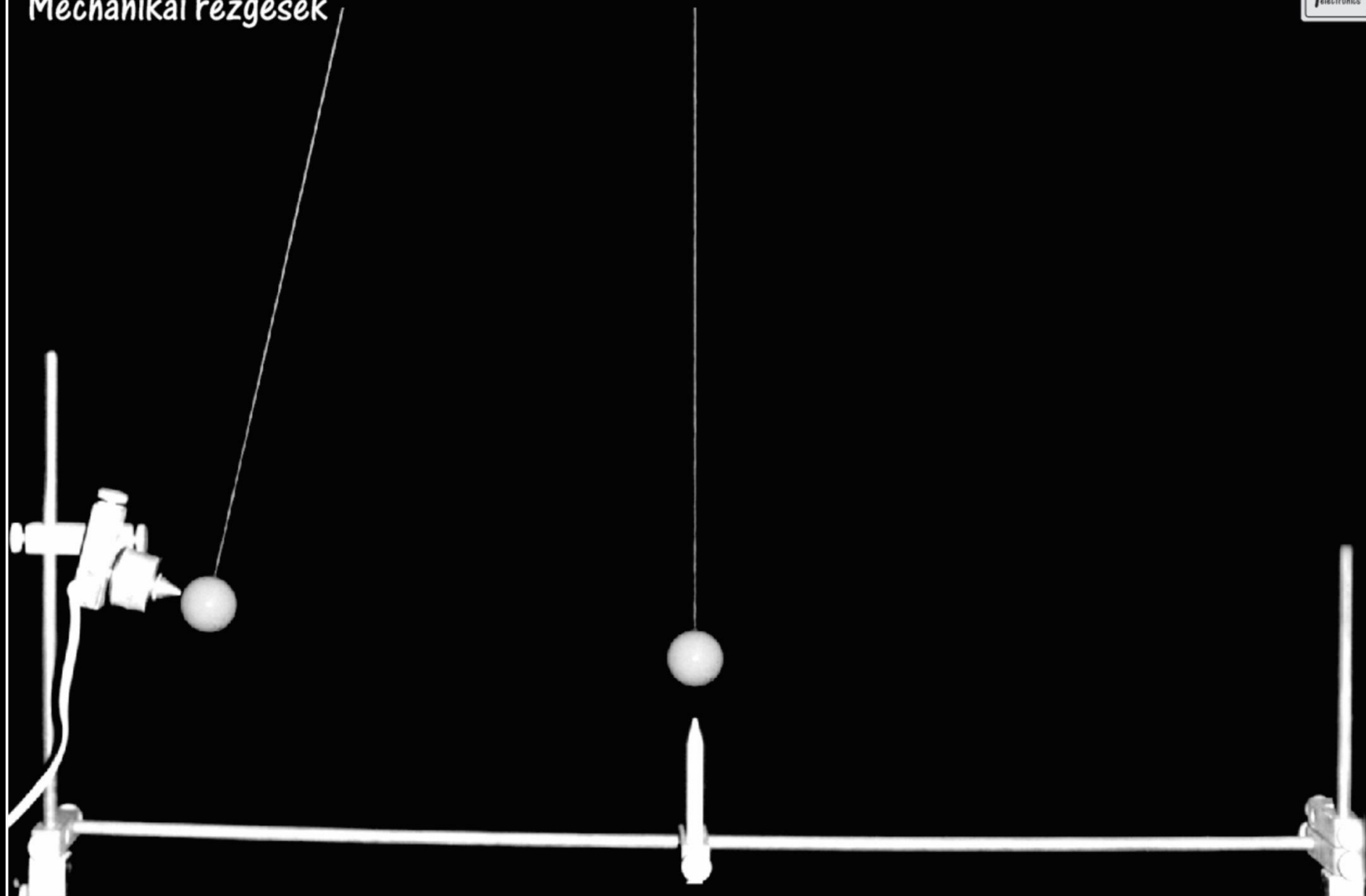
..... Mechanikai rezgések

Mechanikai rezgések



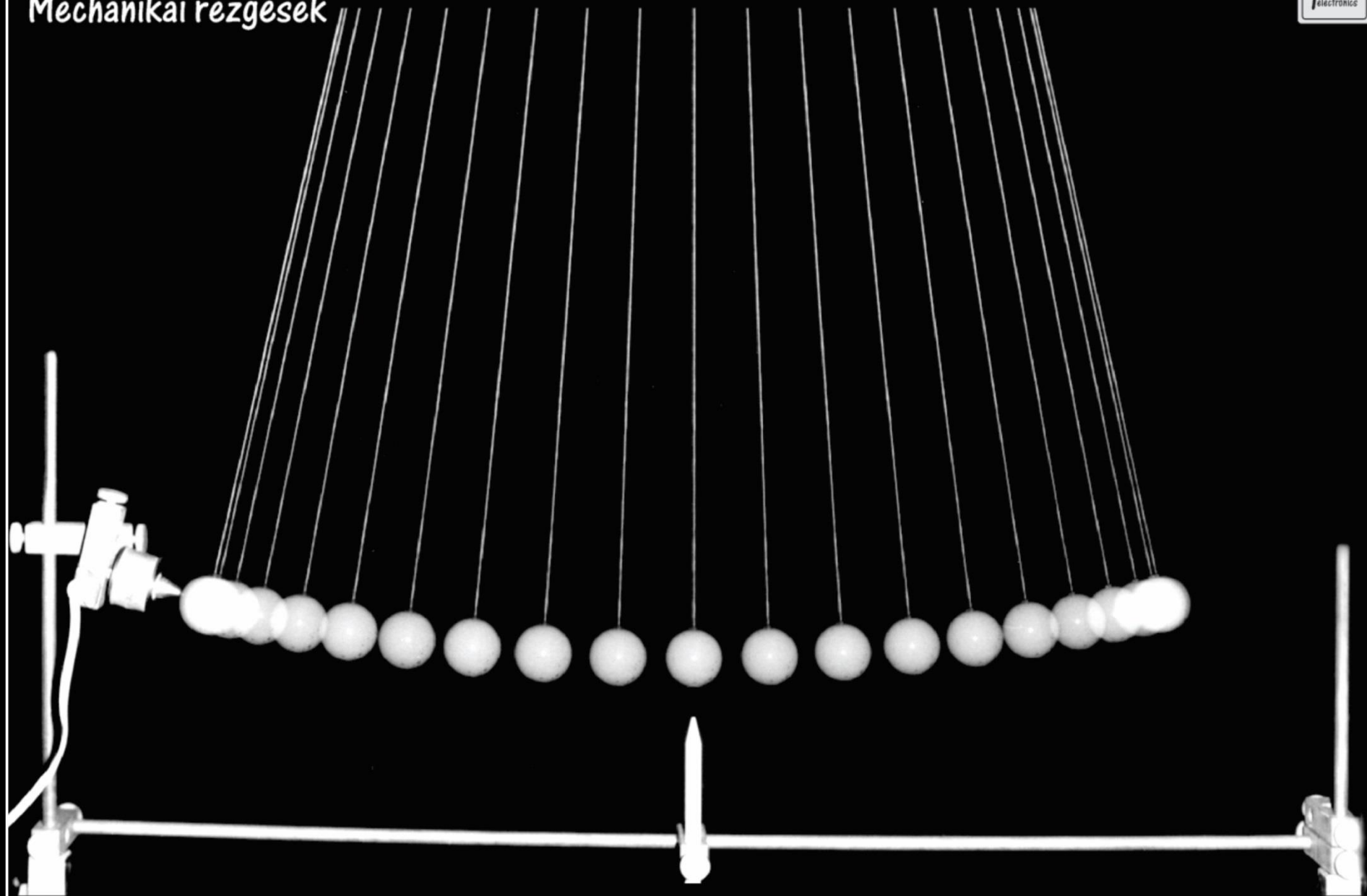
Klasszikus stroboszkópos felvétel. CNC stroboszkóp nélkül lehetetlen eltalálni a teljes félperiódust!

Mechanikai rezgések

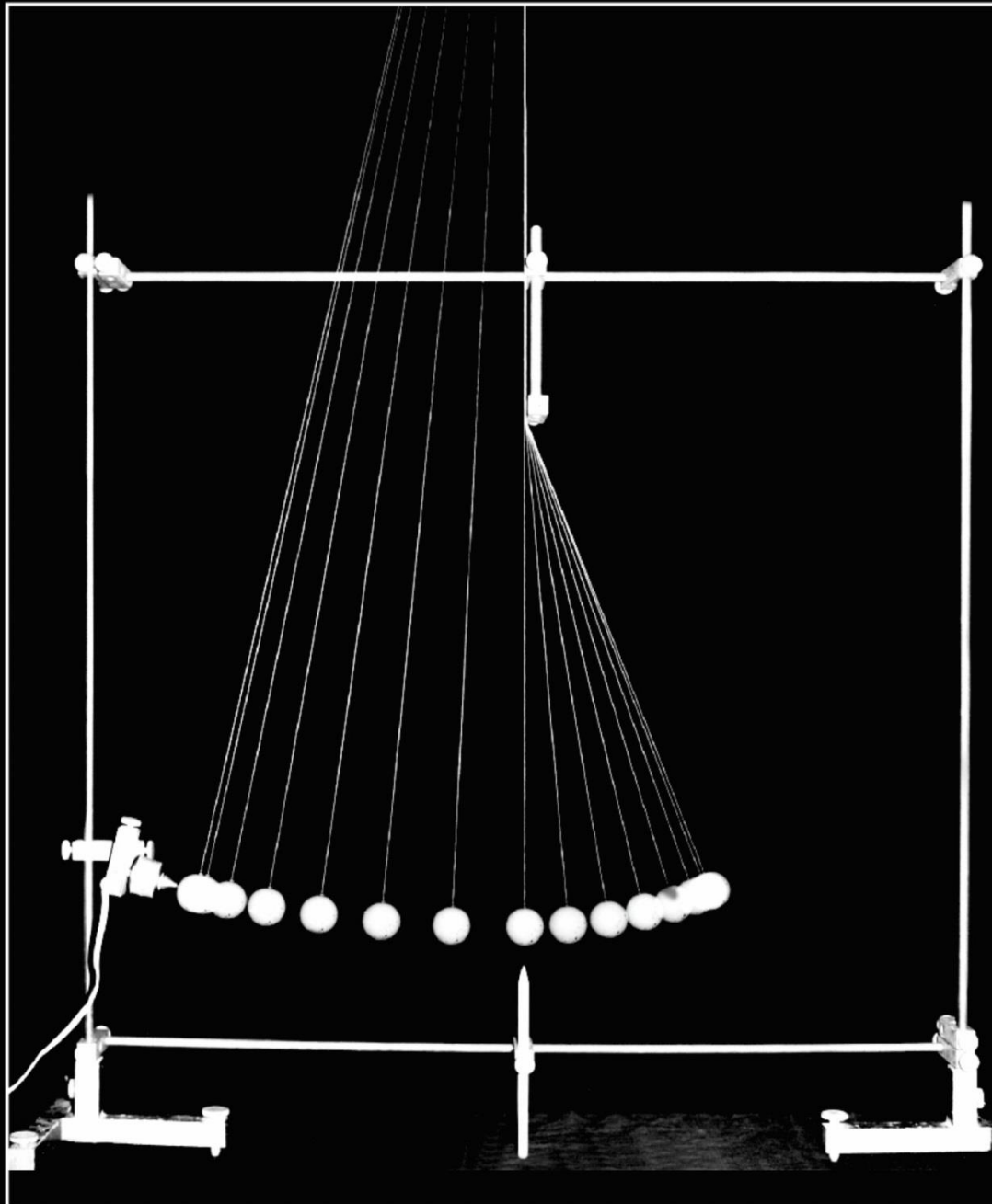


A fonálinga lengési idejének meghatározása az első negyedperiódusban (2 villantás; $\Delta t = 616 \text{ ms}$)

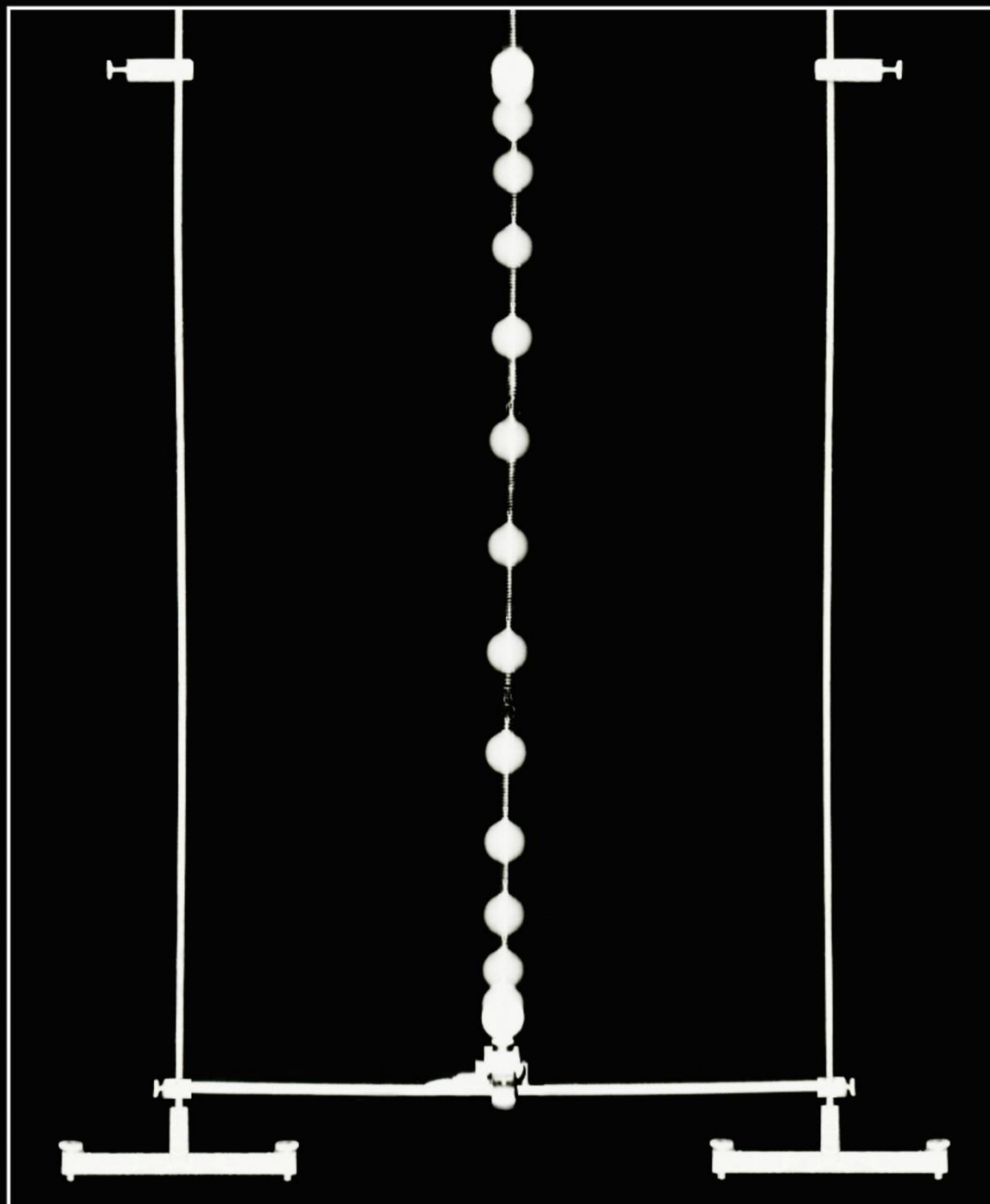
Mechanikai rezgések



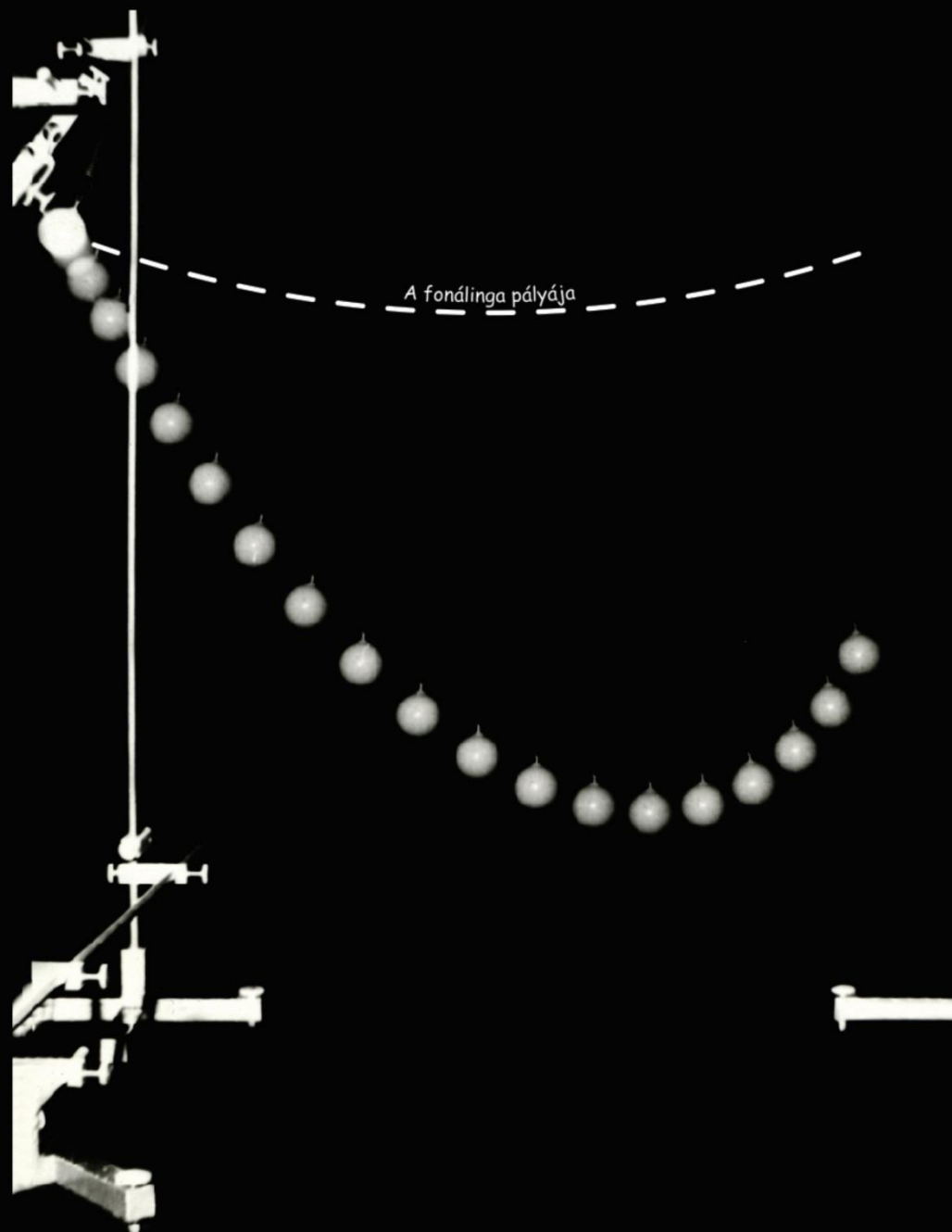
A fonálinga lengésének első félperiódusa (21 villantás; $\Delta t = 61,6 \text{ ms}$)



A megakasztás után a periódus kisebb lesz, ezért kisebb időintervallumokkal fényképezünk (15 villantás)

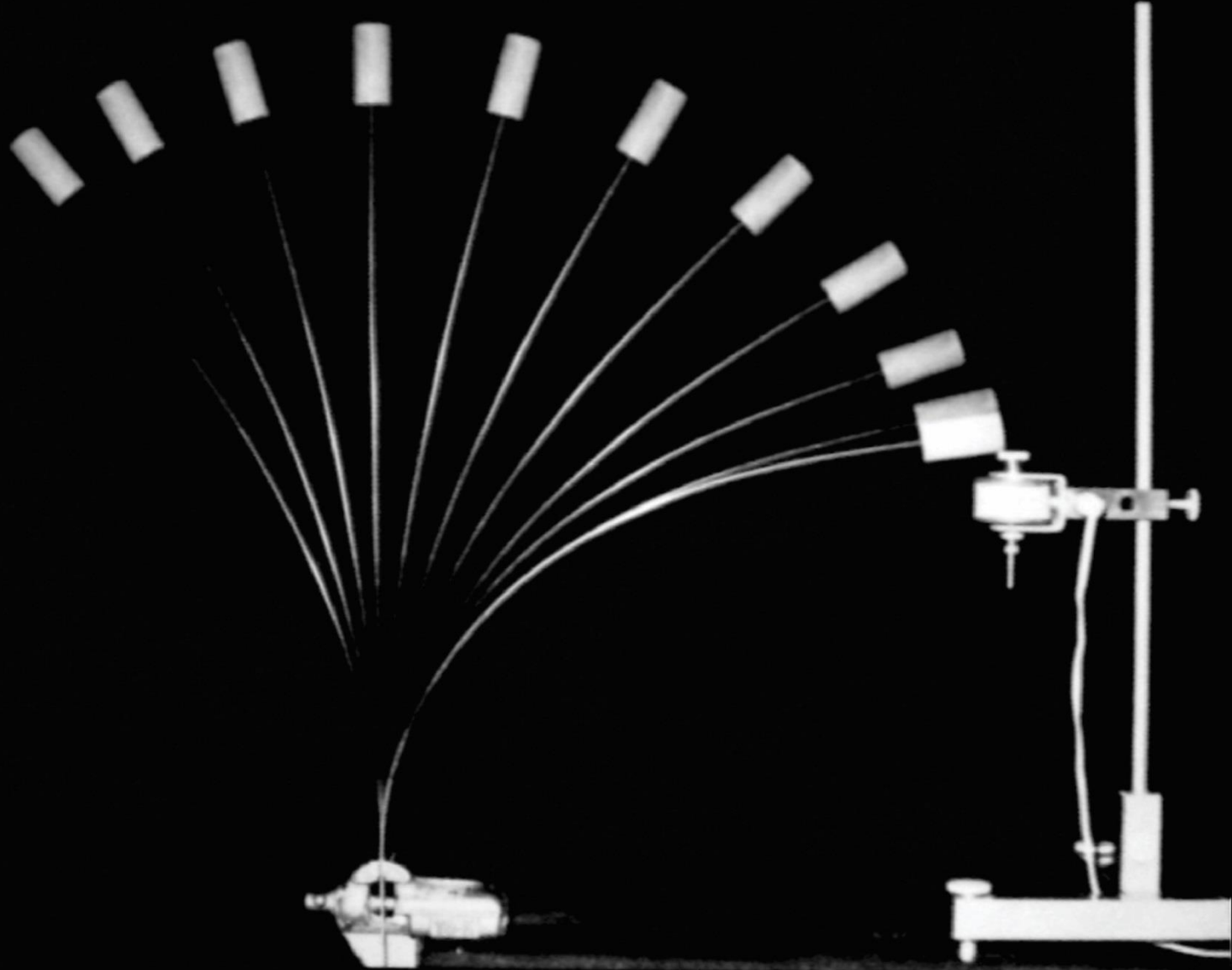


A rugalmas inga első félperiódusa. Klasszikus stroboszkópos felvétel (15 villantás; $\Delta t = 100 \text{ ms}$)

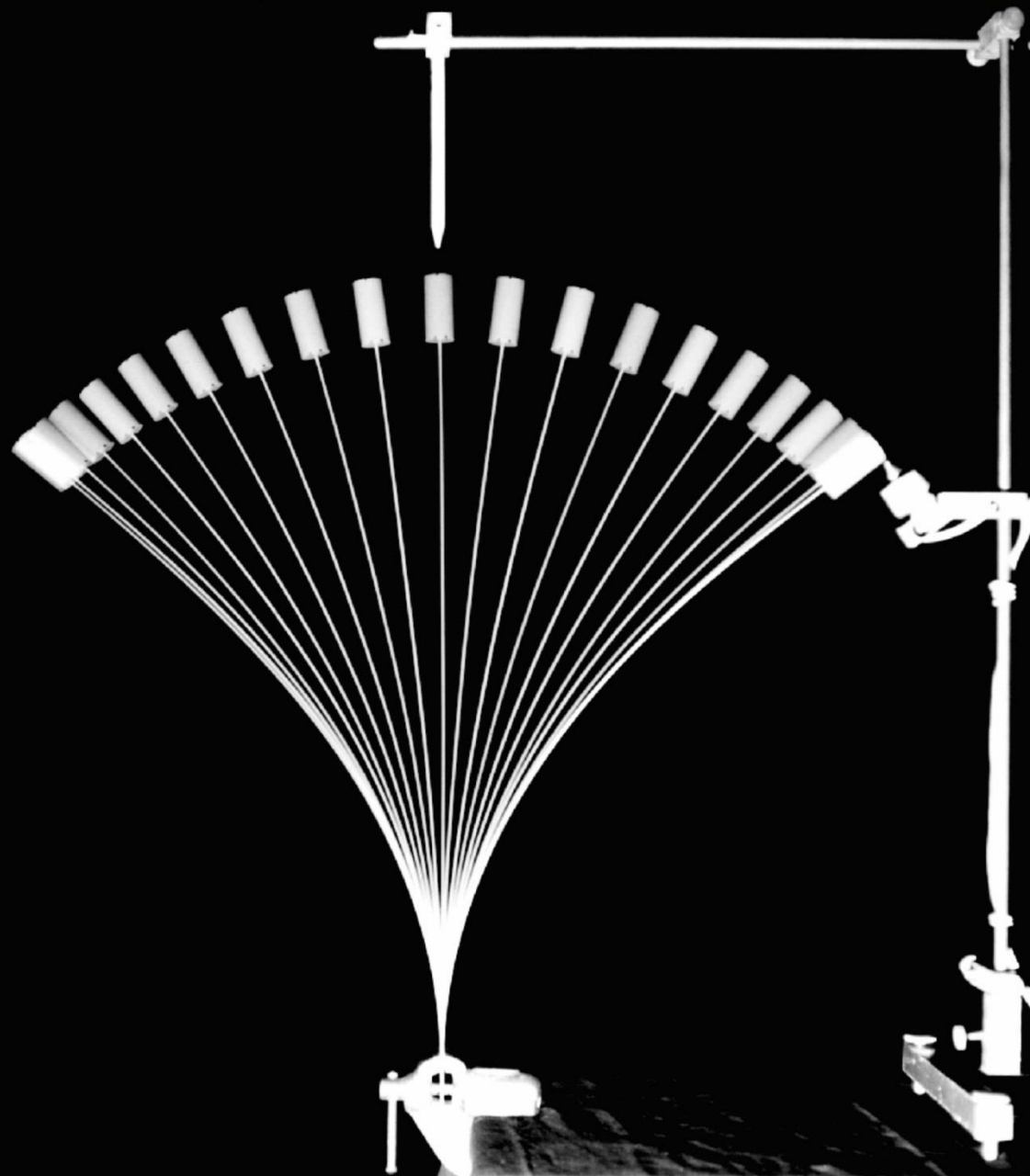


A fonálinga és rugós inga összetett rezgése (21 villantás; $\Delta t = 50 \text{ ms}$)

Mechanikai rezgések

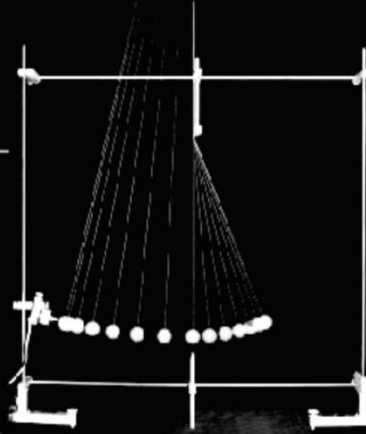
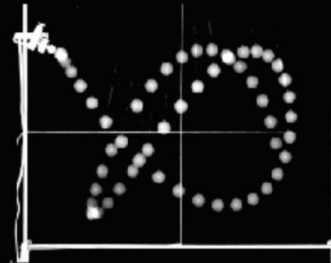
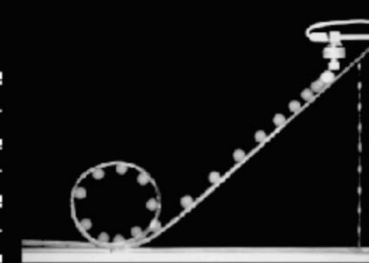
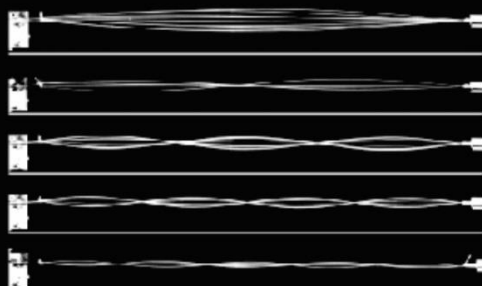
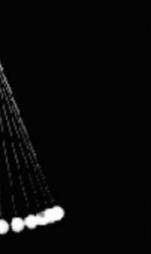
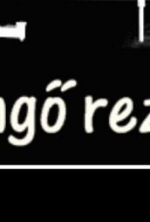
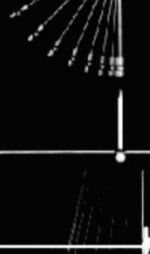
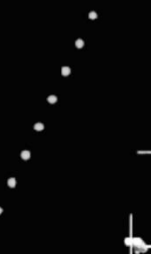
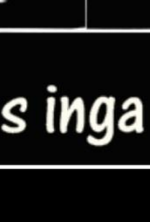
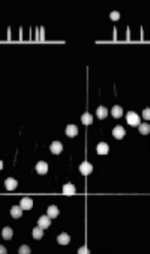
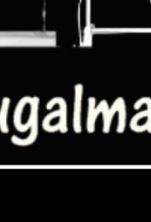
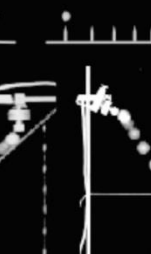
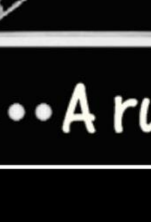
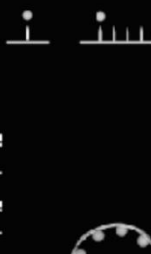
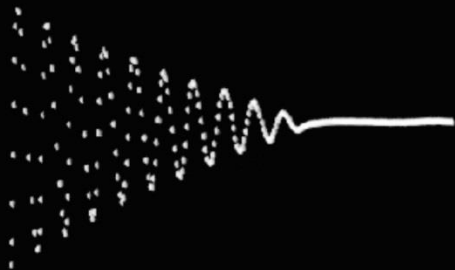
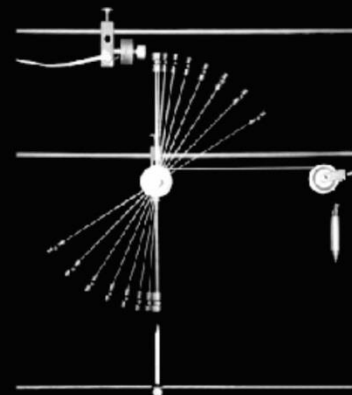
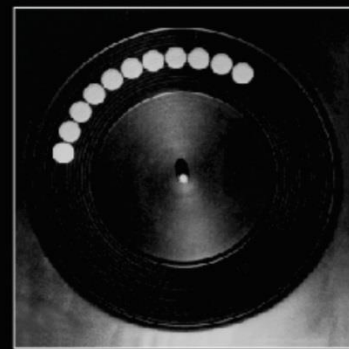
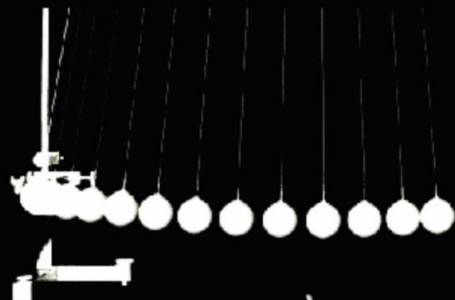
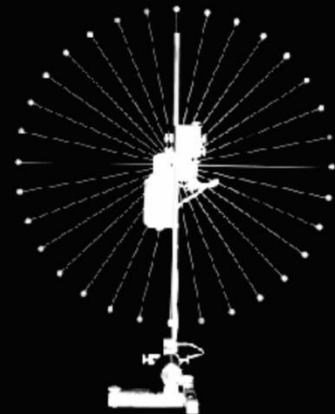
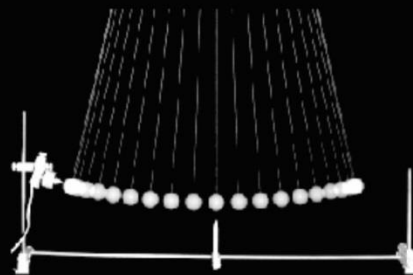
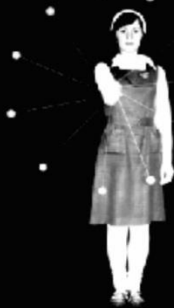


Klasszikus stoboszkópos felvétel. Egy acéldrótra rögzített nehezék rezgései első félperiódusának egy része (11 villantás; $\Delta t = 100$ ms).



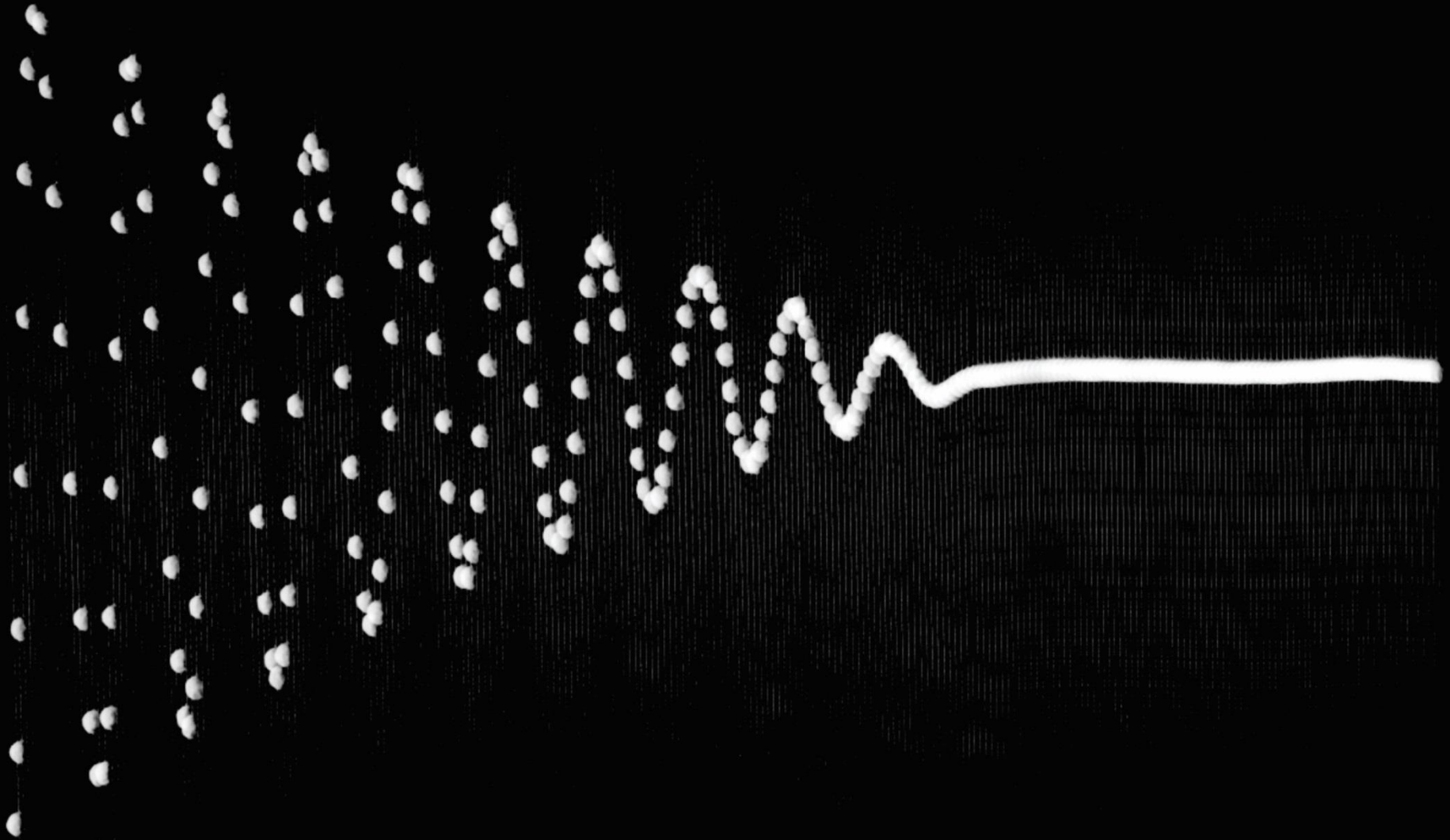
Egy acéldrótra rögzített nehezék rezgéseinek első félperiódusa (21 villantás; $\Delta t = 71,6 \text{ ms}$)

Stroboszkópos fényképekkel támogatott
fizikaórák a nagyváradí Adyban



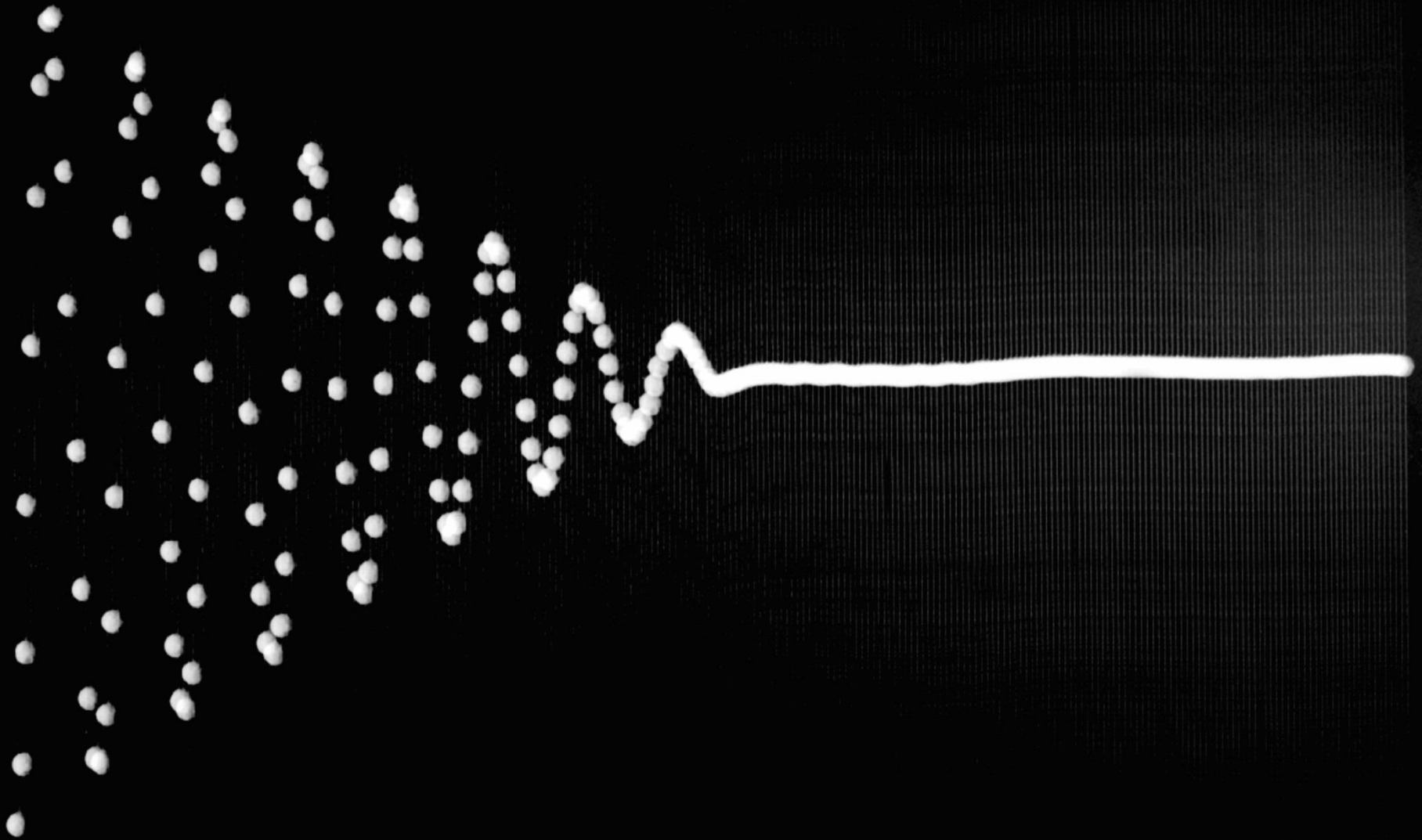
.....A rugalmas inga lecsengő rezgései

A rugalmas inga lecsengő rezgései



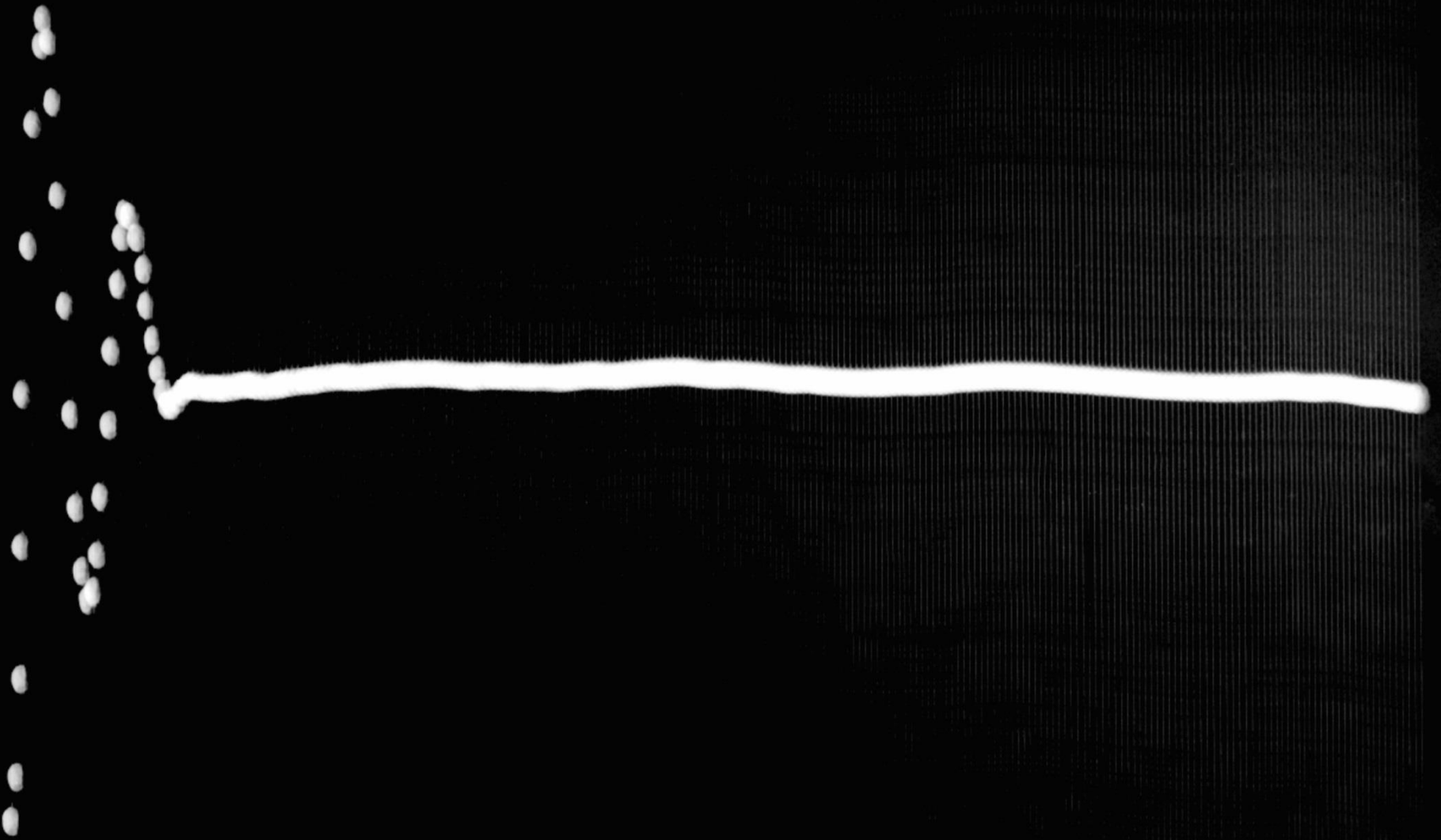
Gyenge súrlódás. A kis krétadarab a rezgést végző nehezék zsinórjához van kötve (250 villantás, $\Delta t = 60$ ms)

A rugalmas inga lecsengő rezgései



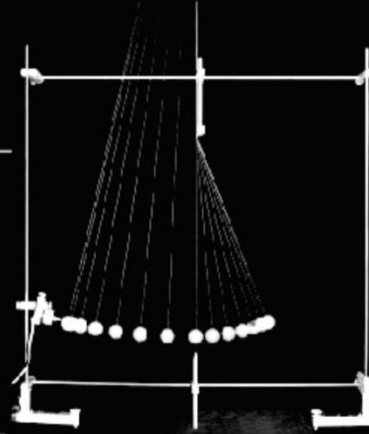
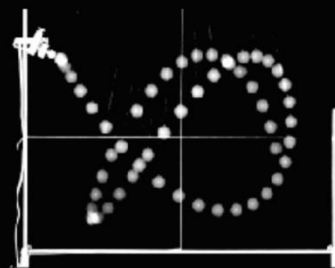
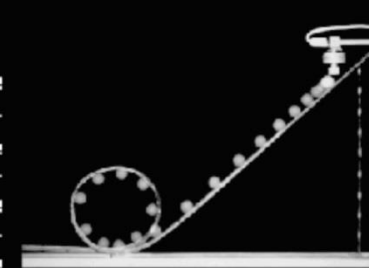
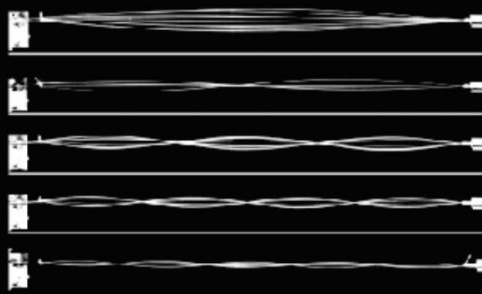
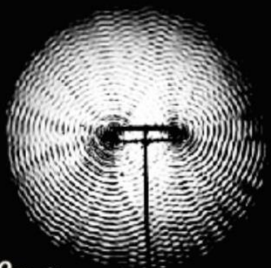
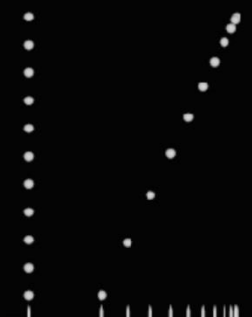
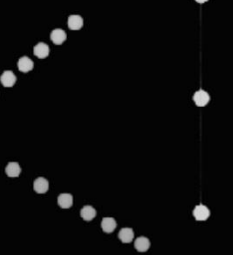
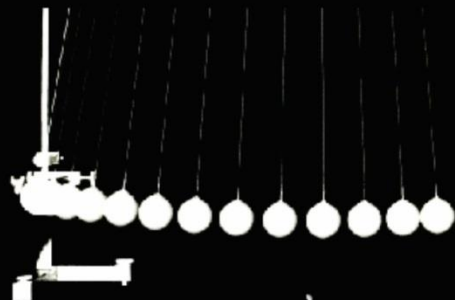
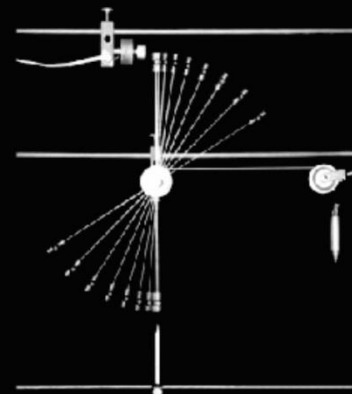
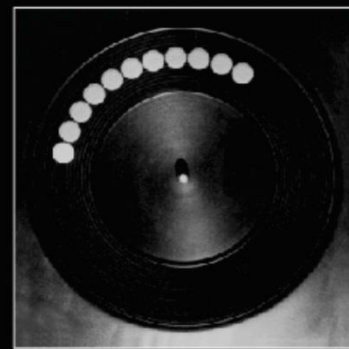
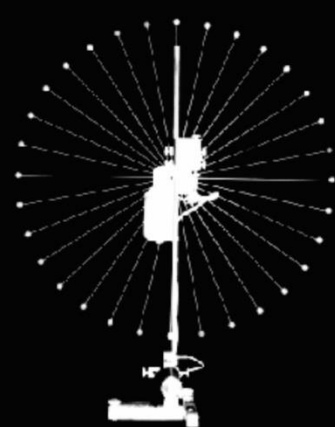
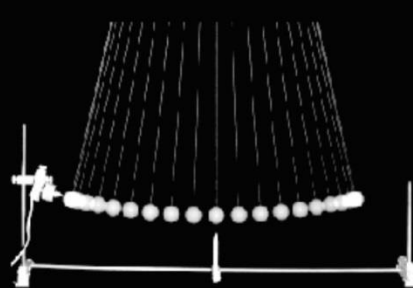
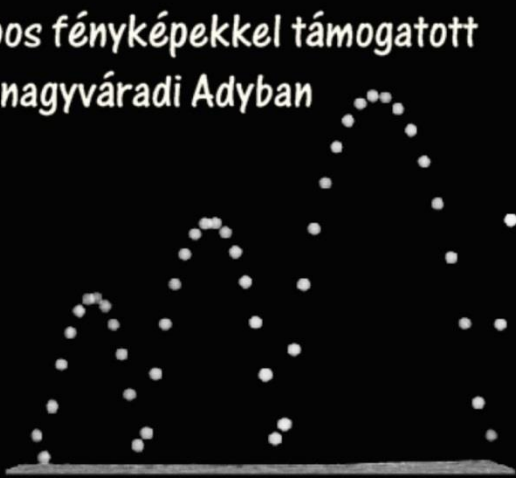
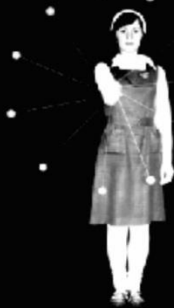
Erősebb súrlódás. A kis krétadarab a rezgést végző nehezék zsinórjához van kötve (250 villantás, $\Delta t = 60 \text{ ms}$)

A rugalmas inga lecsengő rezgései



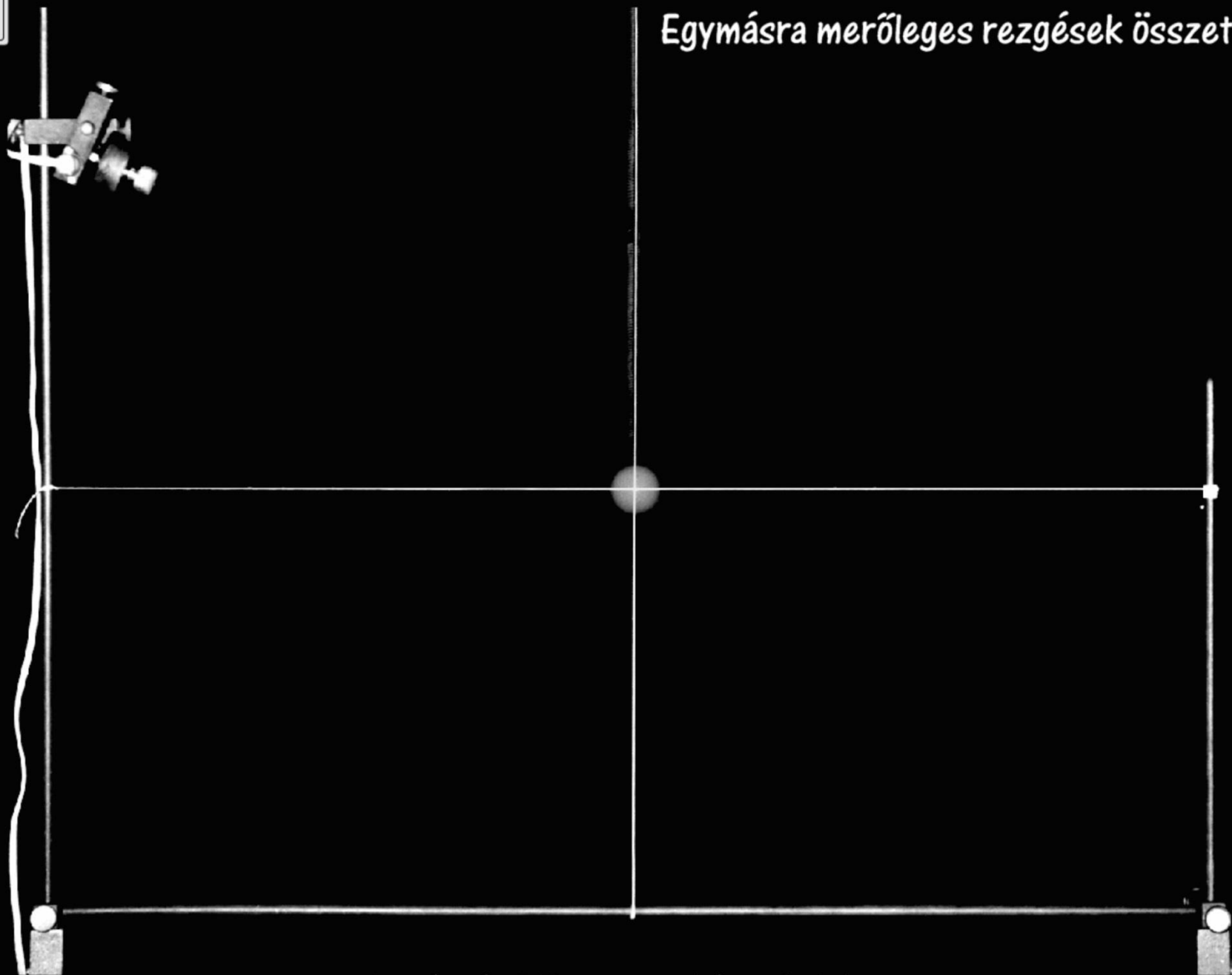
Erős súrlódás. A kis krétadarab a rezgést végző nehezék zsinórjához van kötve (250 villantás, $\Delta t = 60 \text{ ms}$)

Stroboszkópos fényképekkel támogatott
fizikaórák a nagyváradí Adyban



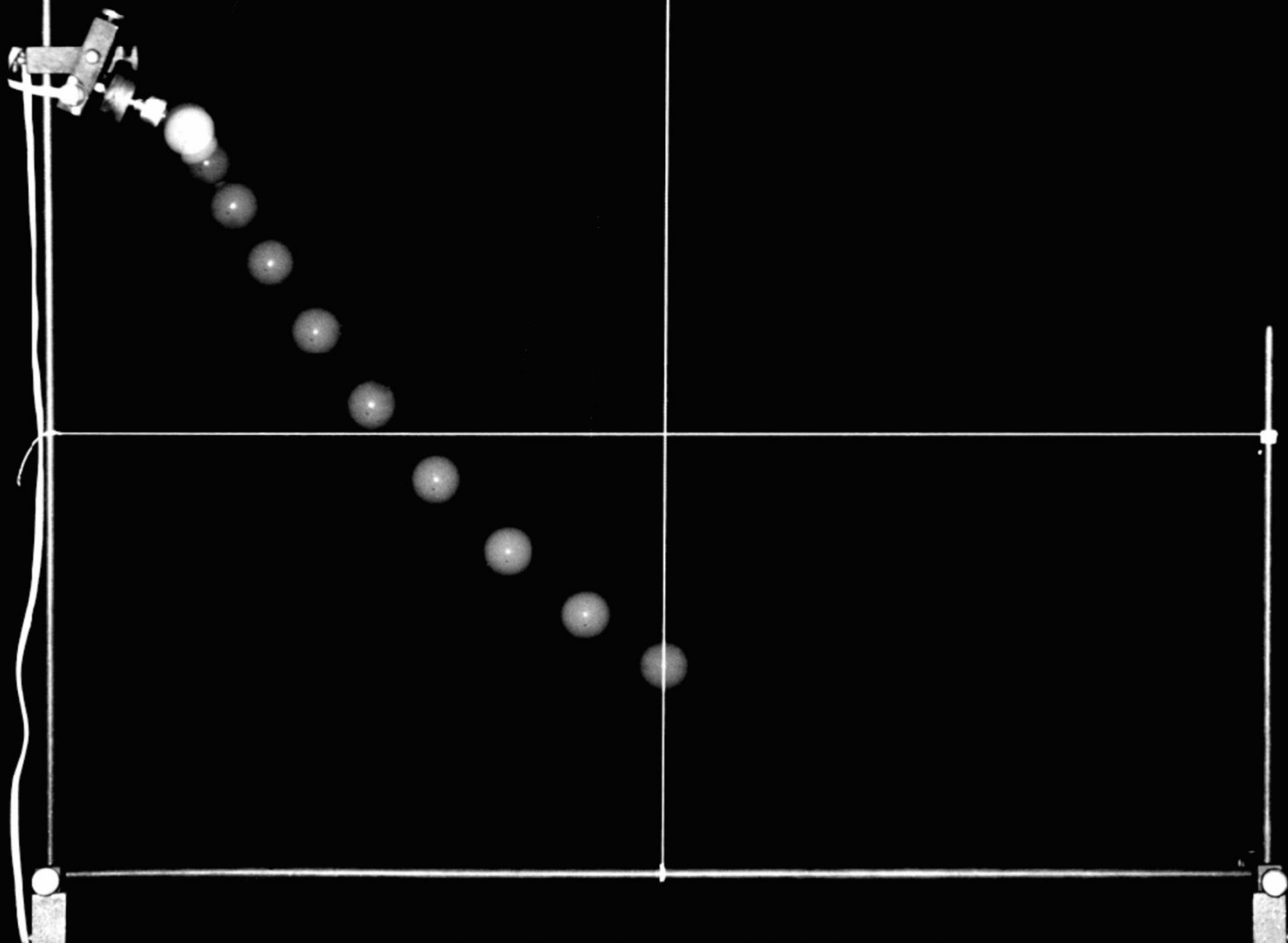
..... Egyásra merőleges rezgések összetétele

Egymásra merőleges rezgések összetétele



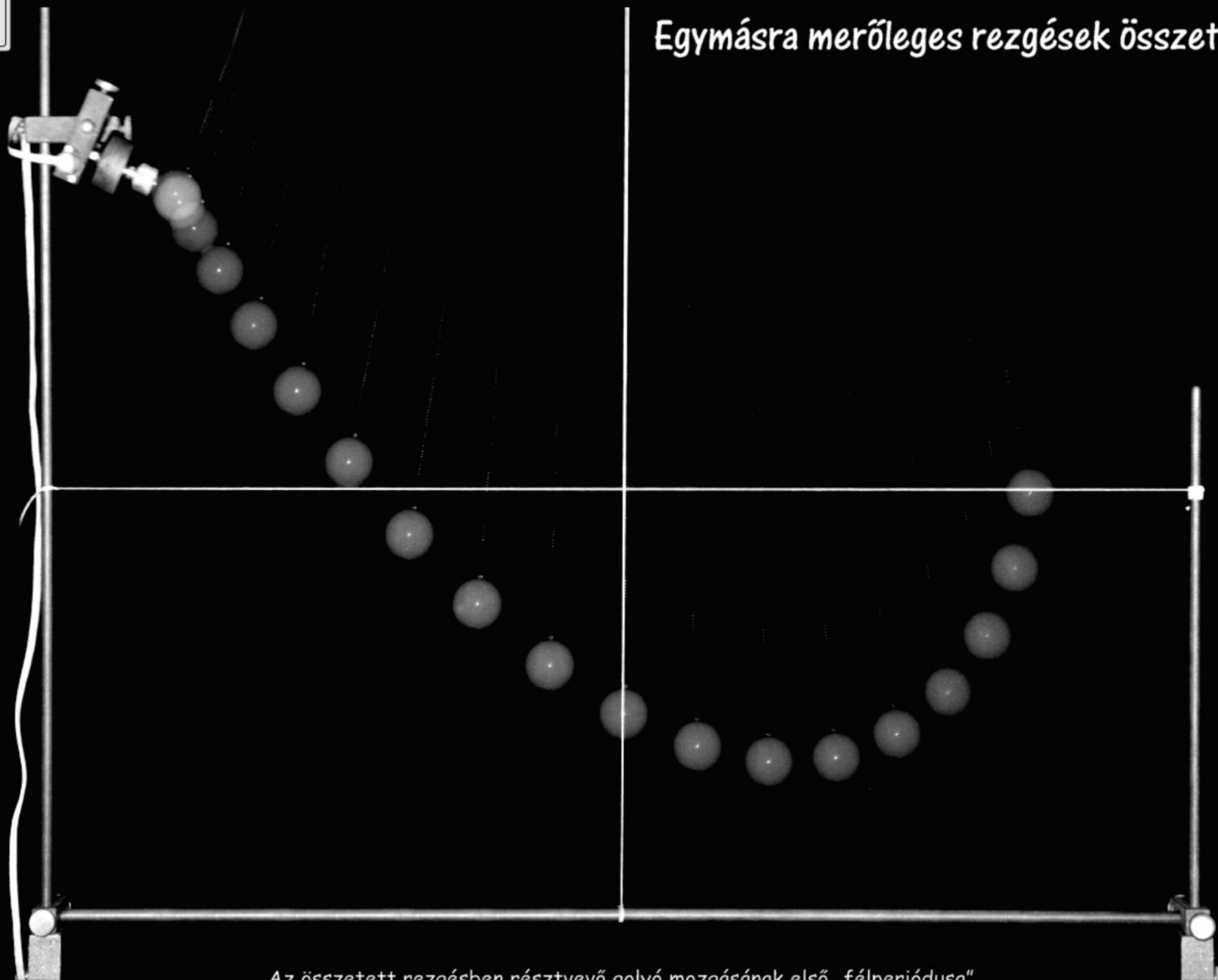
A hosszú rugóra felfüggesztett golyó nyugalmi helyzete

Egymásra merőleges rezgések összetétele



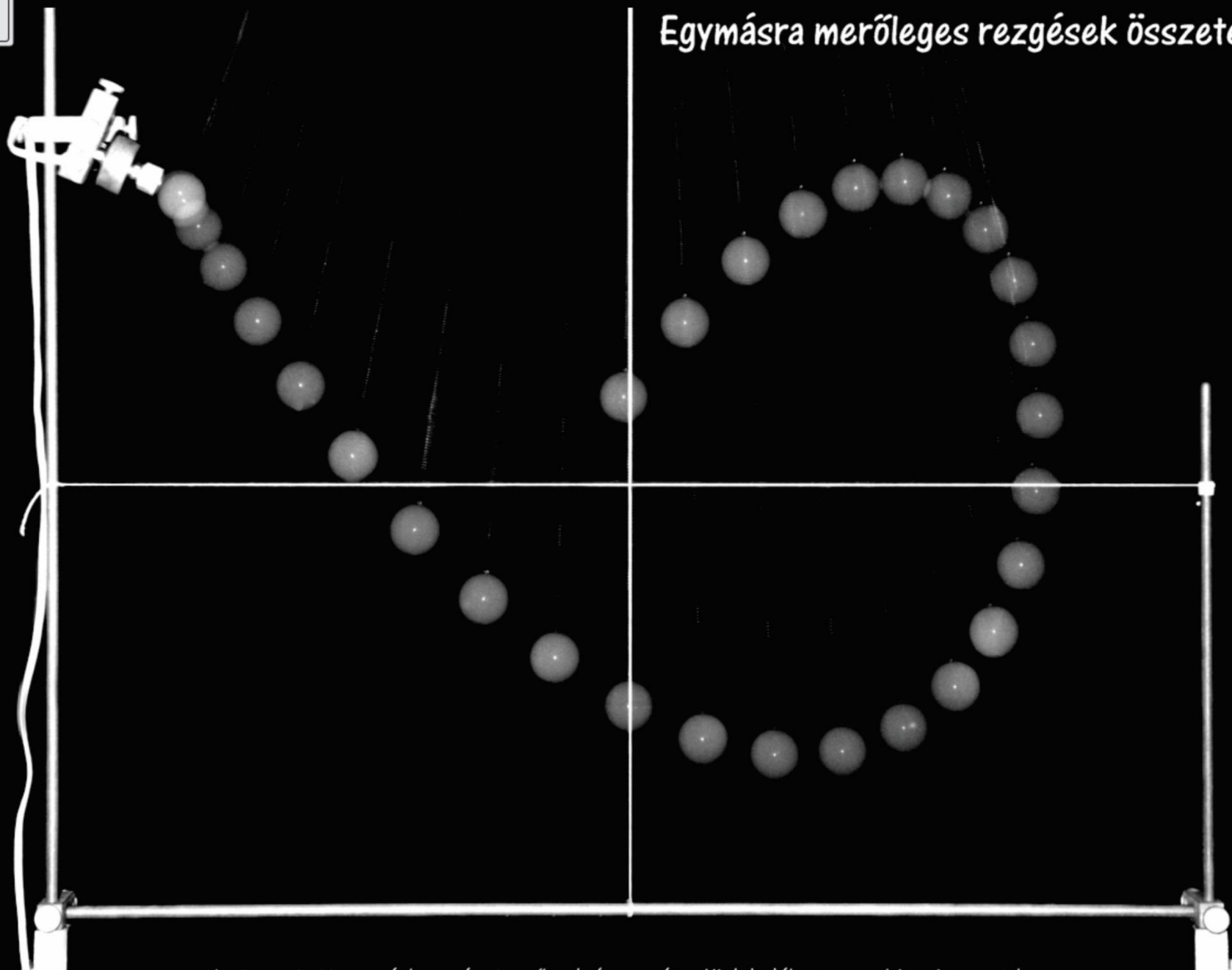
Az összetett rezgésben résztvevő golyó mozgásának első „negyedperiódusa”

Egymásra merőleges rezgések összetétele



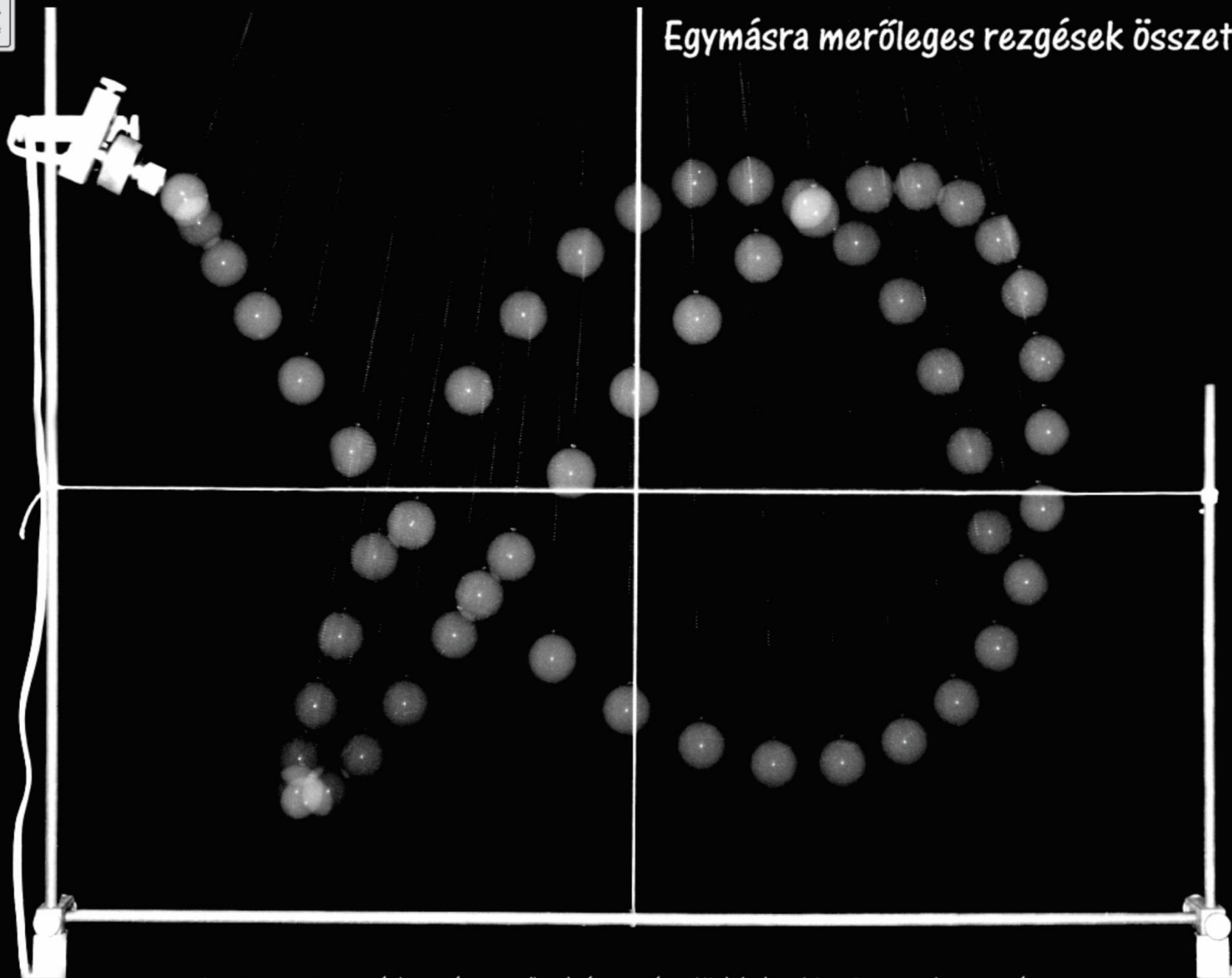
Az összetett rezgésben résztvevő golyó mozgásának első „félperiódusa”

Egymásra merőleges rezgések összetétele



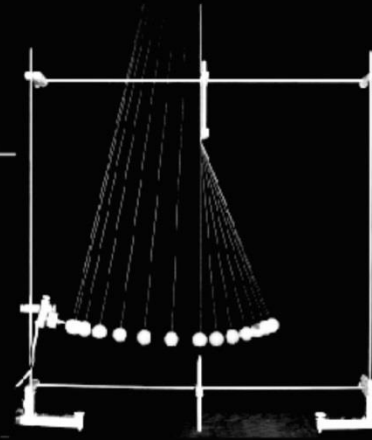
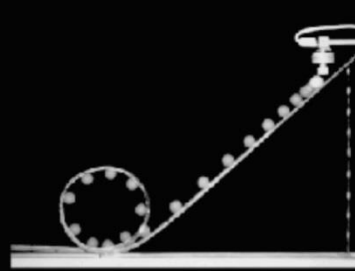
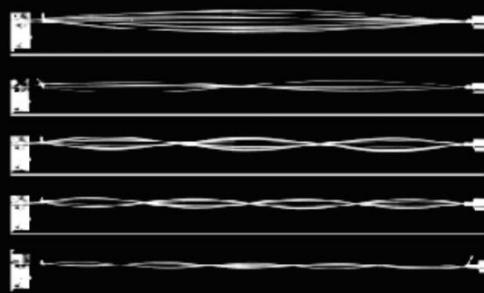
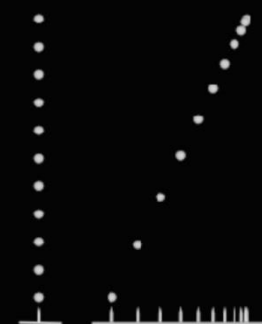
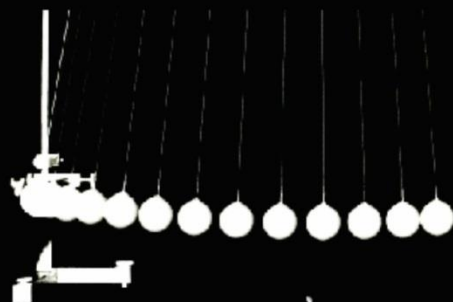
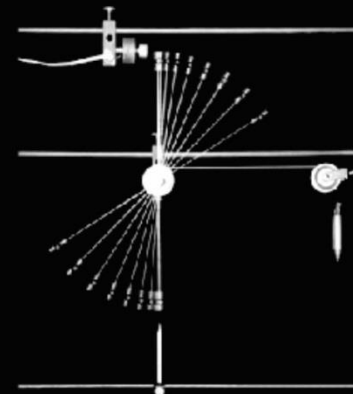
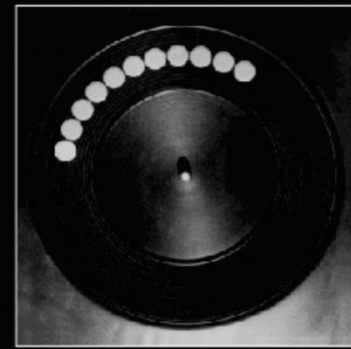
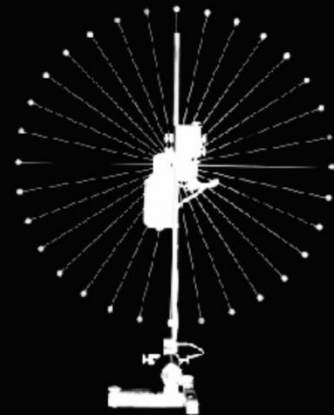
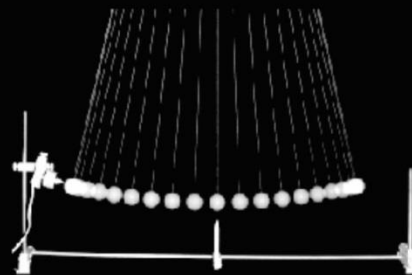
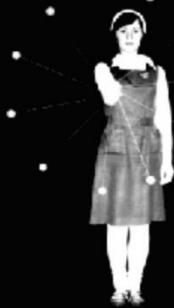
Az összetett rezgésben résztvevő golyó mozgása. Kialakulóban van a Lissajous-görbe.

Egymásra merőleges rezgések összetétele

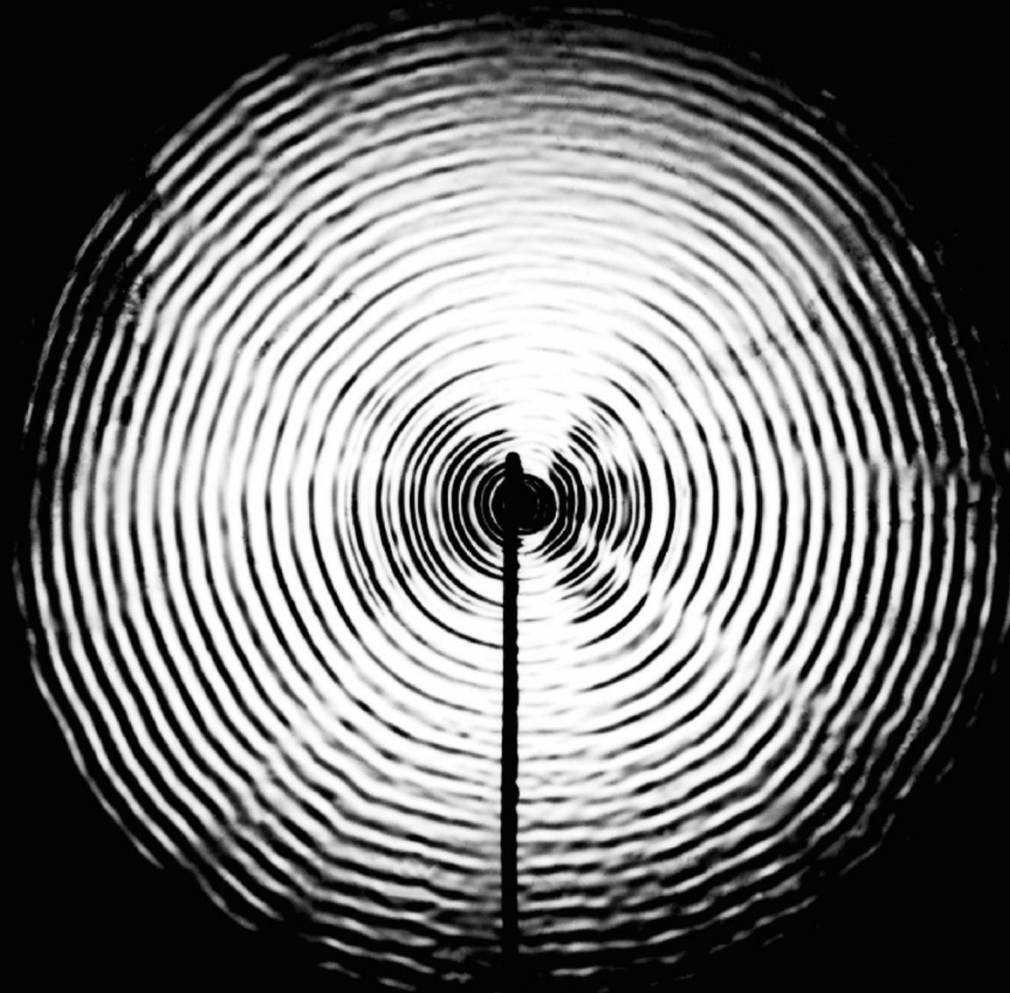


Az összetett rezgésben résztvevő golyó mozgása. Kialakult a Lissajous-görbe egy része.

Stroboszkópos fényképekkel támogatott
fizikaórák a nagyváradí Adyban



..... Felületi hullámok

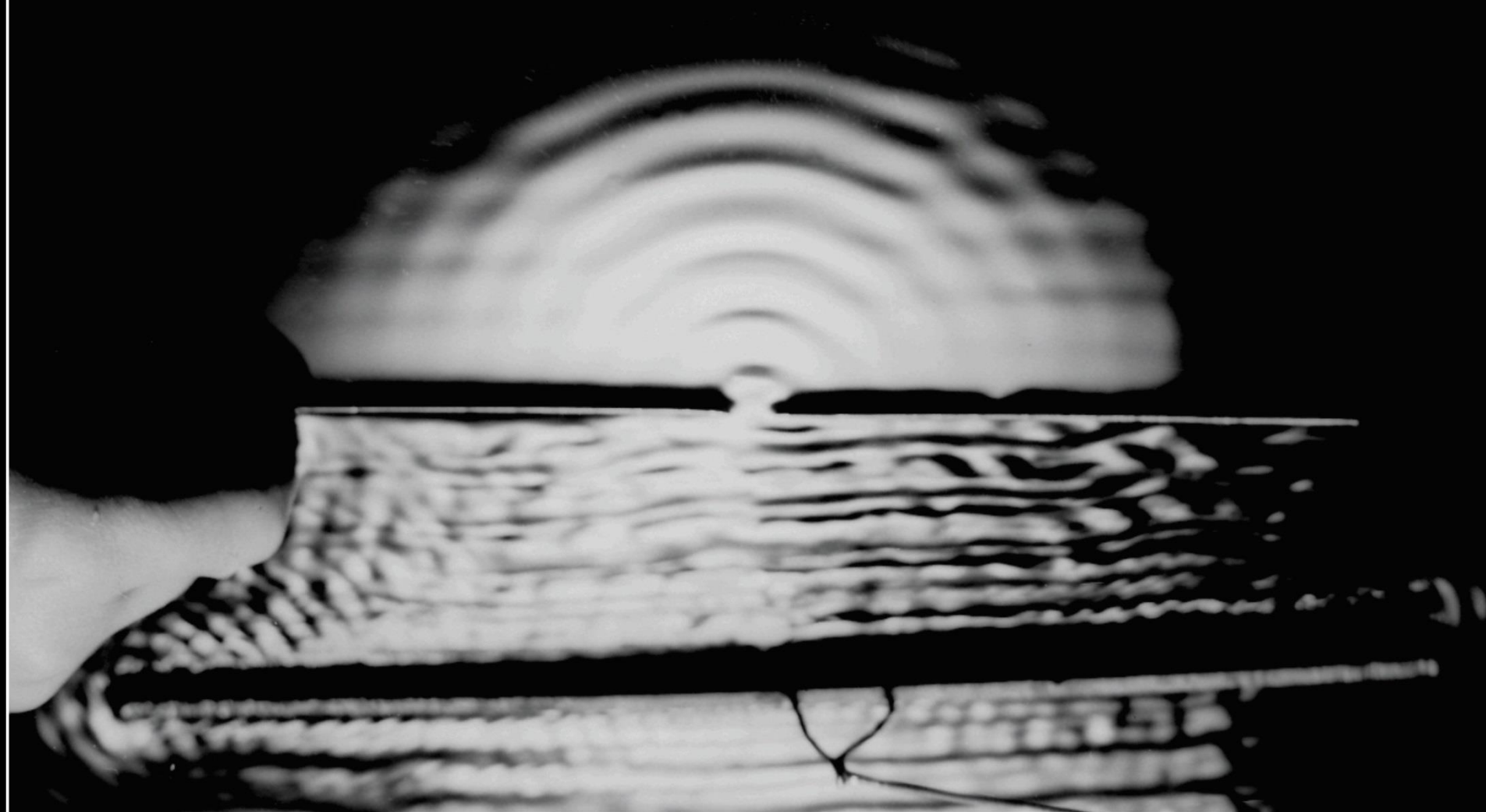


Felületi hullámok



Lineáris hullámok a higany felületén ($\Delta t = 44 \text{ ms}$)

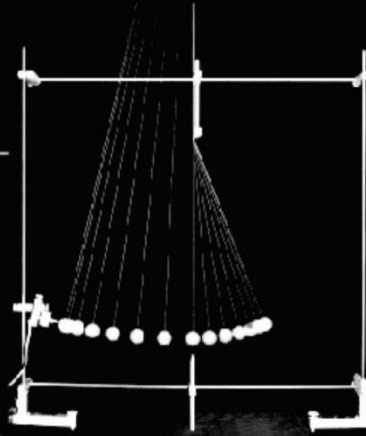
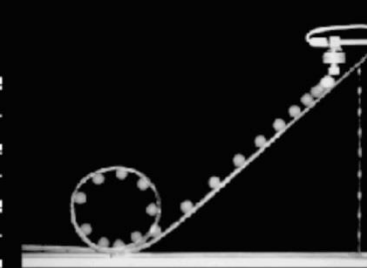
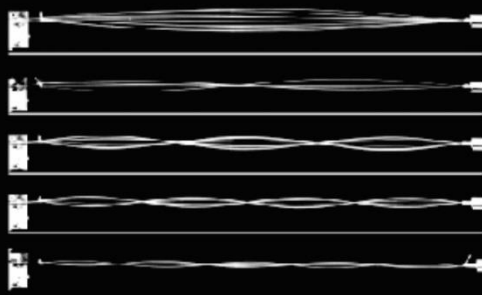
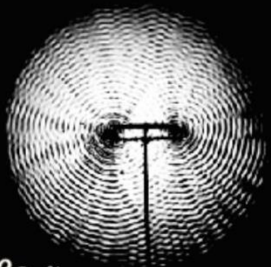
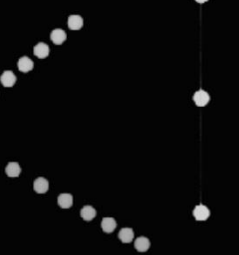
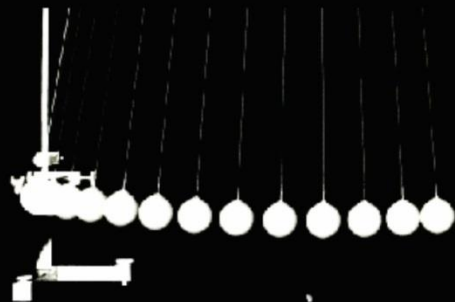
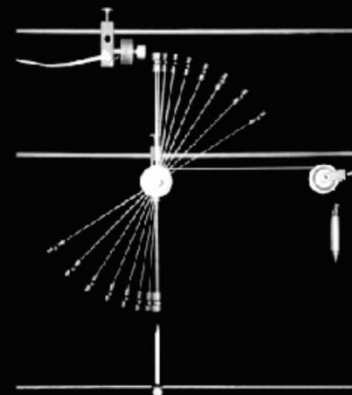
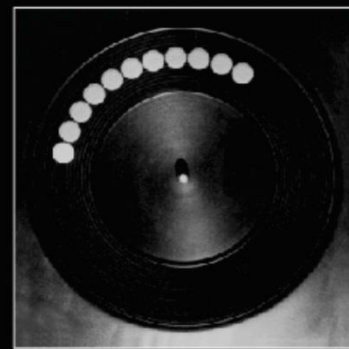
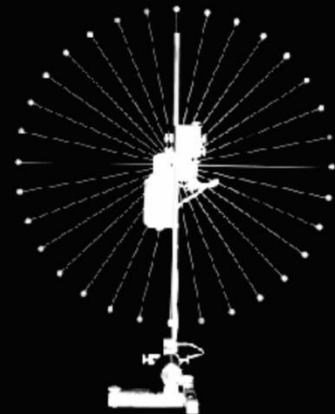
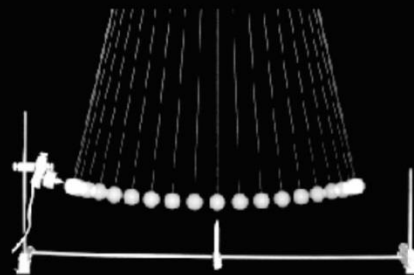
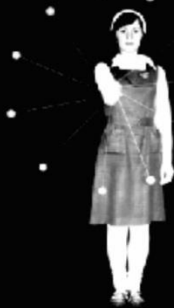
Felületi hullámok



Lineáris hullámok elhajlása a keskeny résnél ($\Delta t = 44 \text{ ms}$)



Stroboszkópos fényképekkel támogatott
fizikaórák a nagyváradí Adyban



..... Állóhullámok a húrokban

Állóhullámok a húrokban



A cérnában fellépő feszítőerő és a gerjesztési frekvencia megfelelő beállításával **egyorsós** állóhullám alakul ki

Állóhullámok a húrokban



A cérnában fellépő feszítőerő és a gerjesztési frekvencia megfelelő beállításával **kétorsós** állóhullám alakul ki

Állóhullámok a húrokban



A cérnában fellépő feszítőerő és a gerjesztési frekvencia megfelelő beállításával **háromorsós** állóhullám alakul ki

Állóhullámok a húrokban



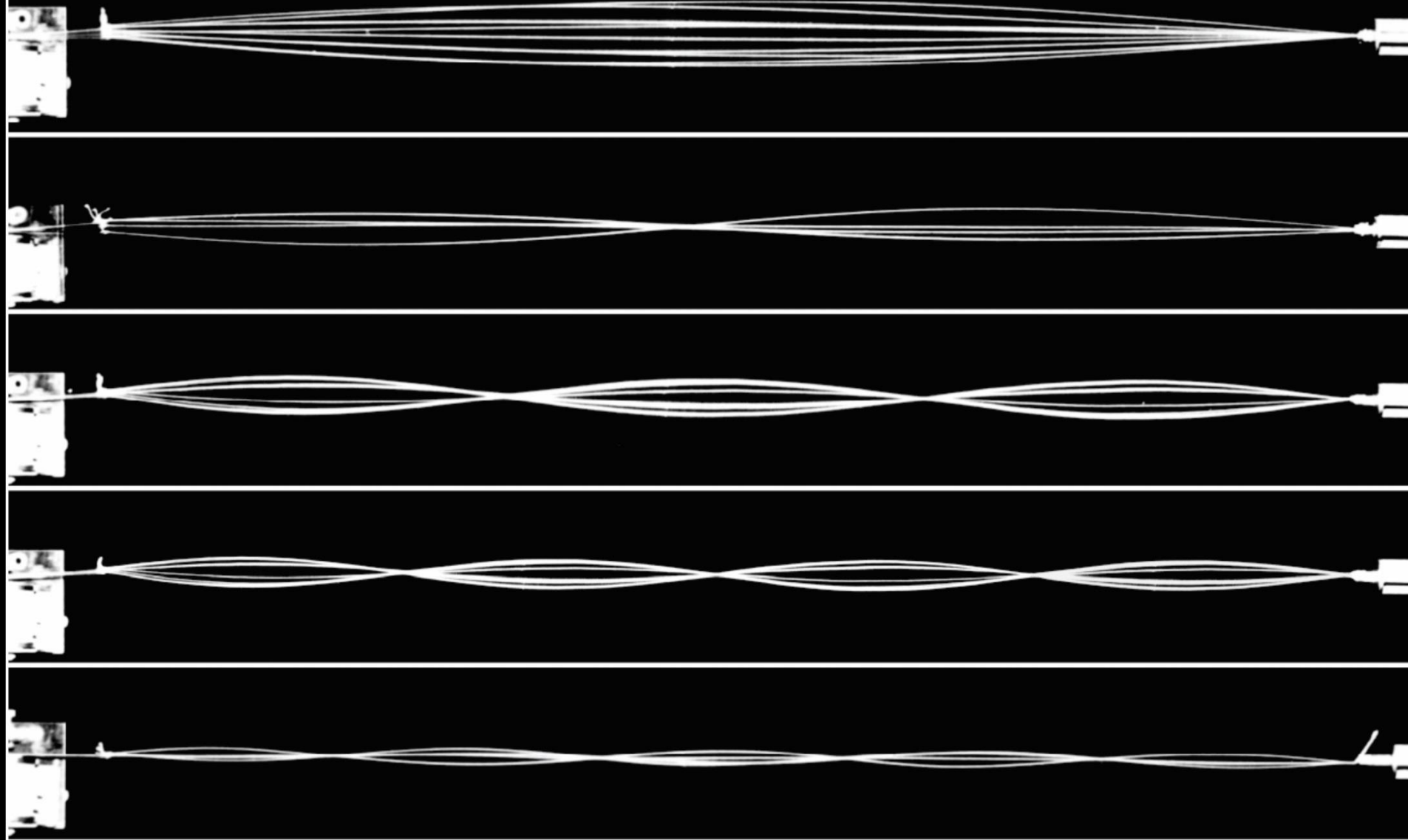
A cérnában fellépő feszítőerő és a gerjesztési frekvencia megfelelő beállításával **négyorsós** állóhullám alakul ki

Állóhullámok a húrokban



A cérnában fellépő feszítőerő és a gerjesztési frekvencia megfelelő beállításával **ötorsós** állóhullám alakul ki

Állóhullámok a húrokban



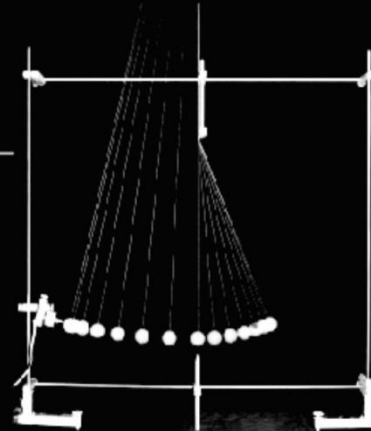
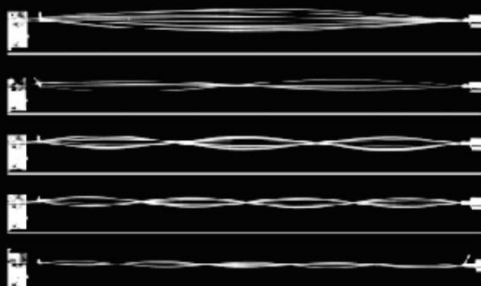
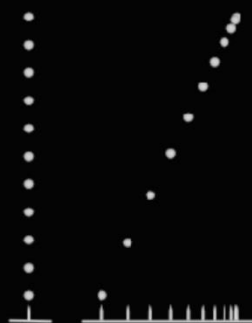
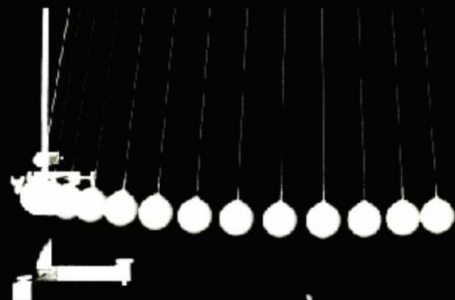
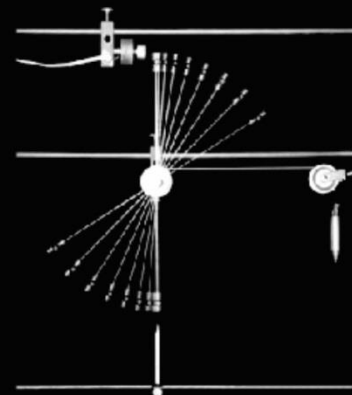
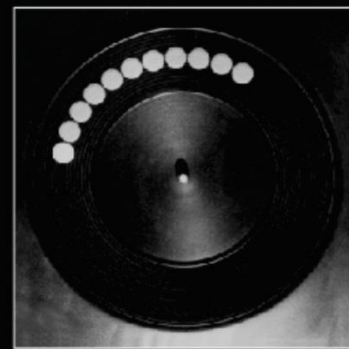
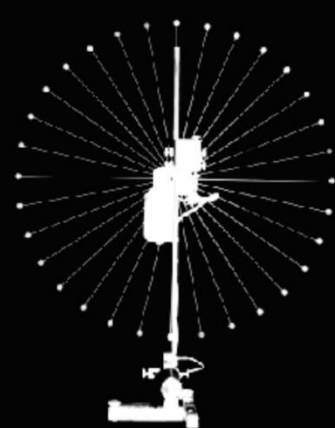
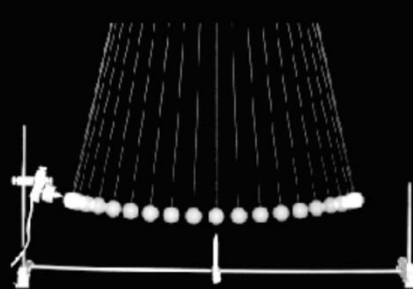
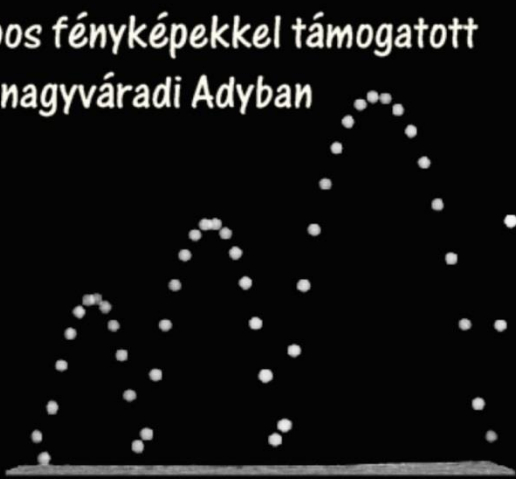
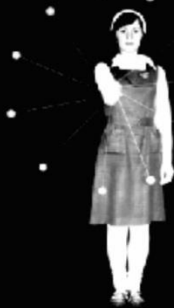
A cérnában fellépő feszítőerő és a gerjesztési frekvencia megfelelő beállításával az **orsók száma** változtatható.

Állóhullámok a húrokban



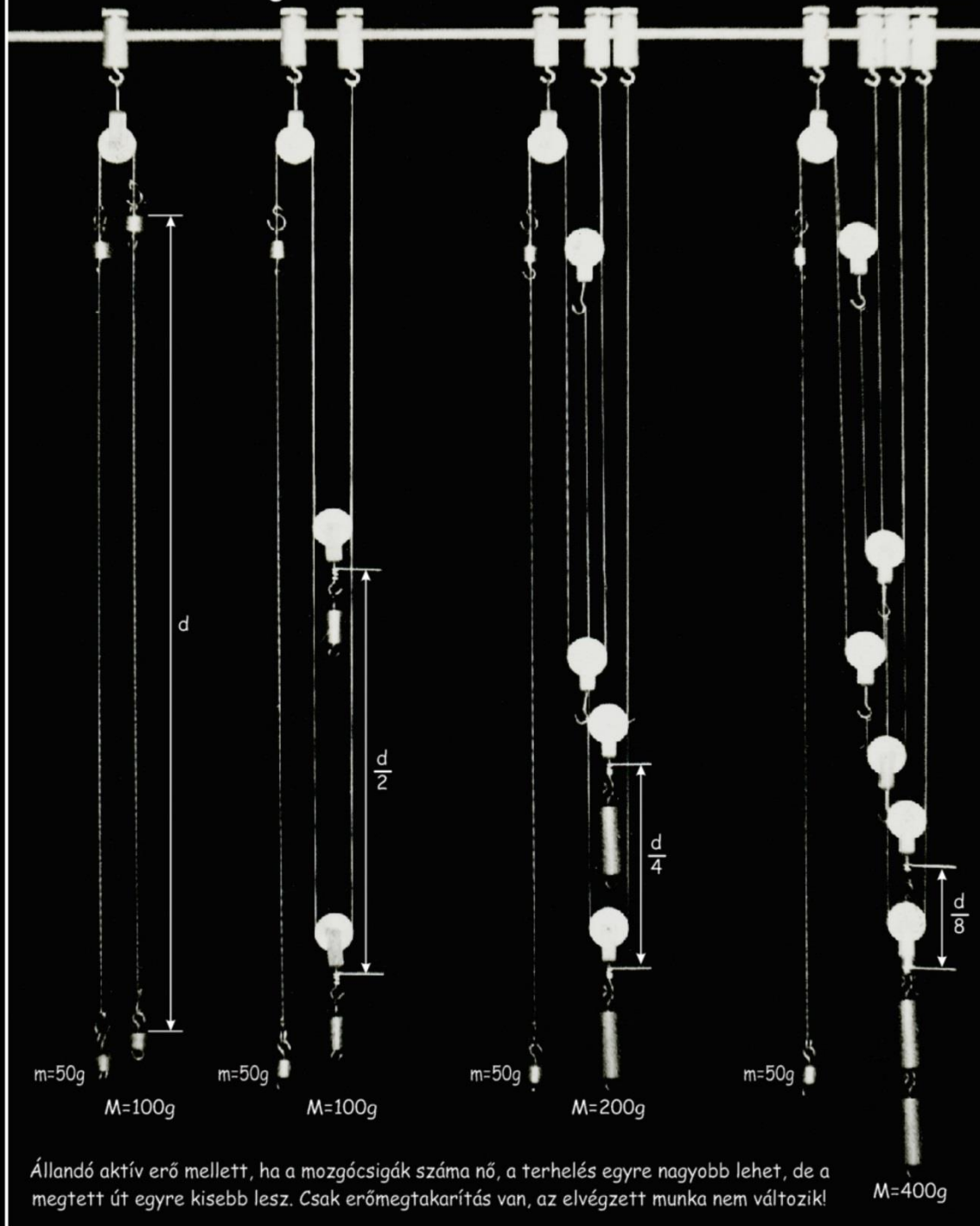
Az állóhullámok törése. A csomótól balra a húr három cérnából áll, míg jobbra csak egyből, tehát a hullámhossz kisebb lesz.

Stroboszkópos fényképekkel támogatott
fizikaórák a nagyváradí Adyban



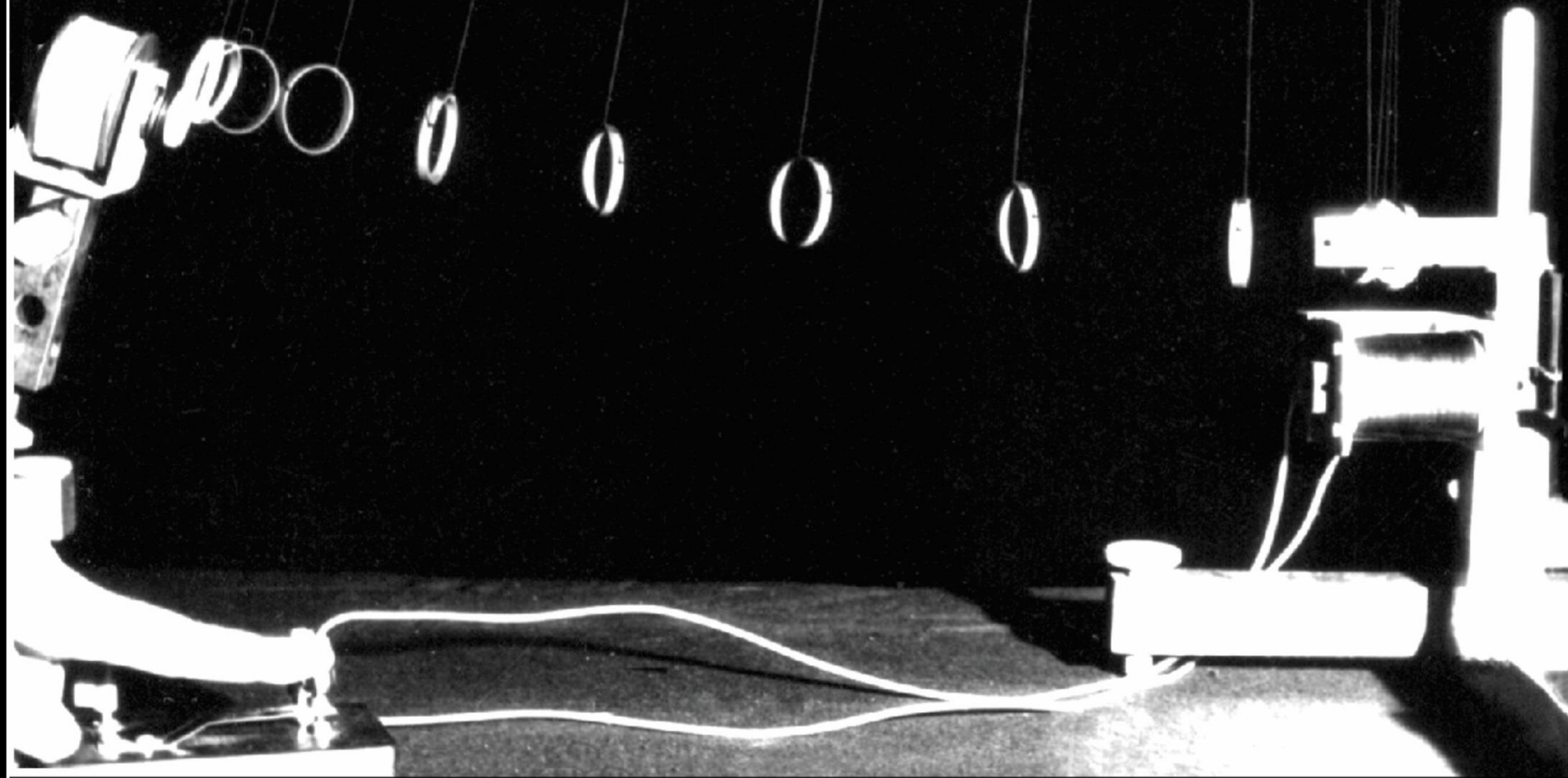
..... Vegyes témájú képek

Arkhimédészi csigasor



Állandó aktív erő mellett, ha a mozgócsigák száma nő, a terhelés egyre nagyobb lehet, de a megtett út egyre kisebb lesz. Csak erőmegtakarítás van, az elvégzett munka nem változik!

Lenz törvényének igazolása



Amint a gyűrű az áramjárta elektromágneshez ér, a benne indukálódott áram mágneses tere azonnal lefékezi. A gyűrű hamarosan megáll.

Gyorsuló mozgás - 1977

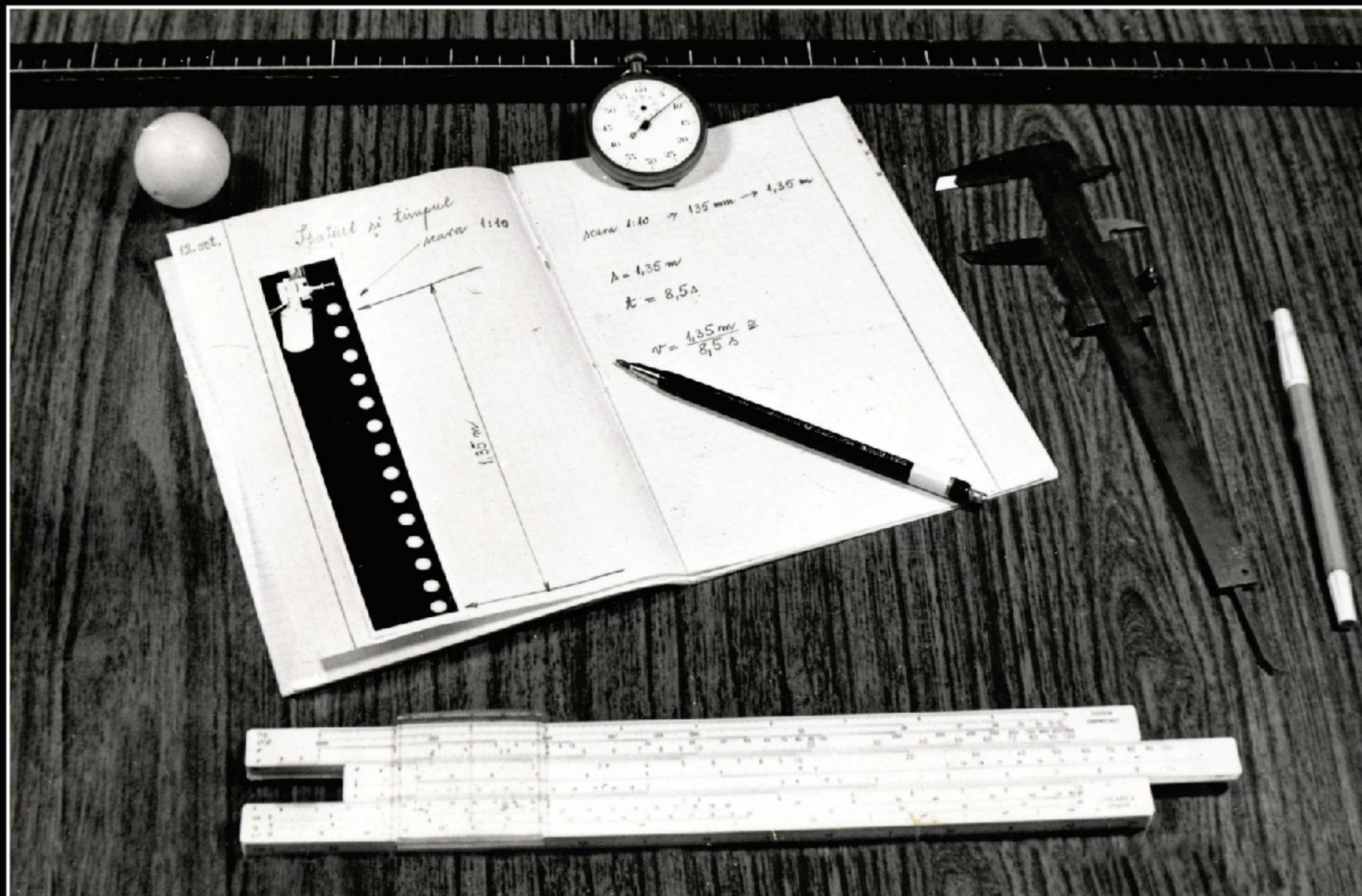


Az atléta startja. Teljes sötétségben készült stroboszkópos felvétel a sportpályán ($n = 3$ villantás; $\Delta t = 150$ ms).

Egyenletes mozgás - 1977



Szinte egyenletes mozgás. Teljes sötéttségben készült stroboszkópos felvétel a sportpályán ($n = 3$ villantás; $\Delta t = 150$ ms).



A stroboszkópos felvétel napján feljegyeztük a távolságokat és a villantási időközt. Később összehasonlítottuk a fényképen látottakkal.

Ne engedjétek a fizikatanárt a játszótér közelébe!



Source: <http://kozepsuli.hu/wp-content/uploads/2015/04/image-c1b772d4ef21a8fc46c271c2b93f9da3086b666c82d8d683bf37e216a47238ec-V.jpg>

Köszönöm a figyelmet!

A stroboszkópos felvételek túlnyomó többsége a nagyváradai Ady Endre Líceum számítógép-vezérelt Fizikumában készült