

# Fotografii stroboscopice în sprijinul predării fizicii la liceul „Ady” din Oradea

dr. Bartos-Elekes István, Oradea, liceul „ADY Endre”

ROMÂNIA  
MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE  
NEMZETI OKTATÁSI MINISZTERIUM  
LICEUL TEORETIC ADY ENDRE ELIMLETI LICEUM  
ORADEA - NAGYVÁRAD  
JUDEȚUL BIHOR



# Cuprins

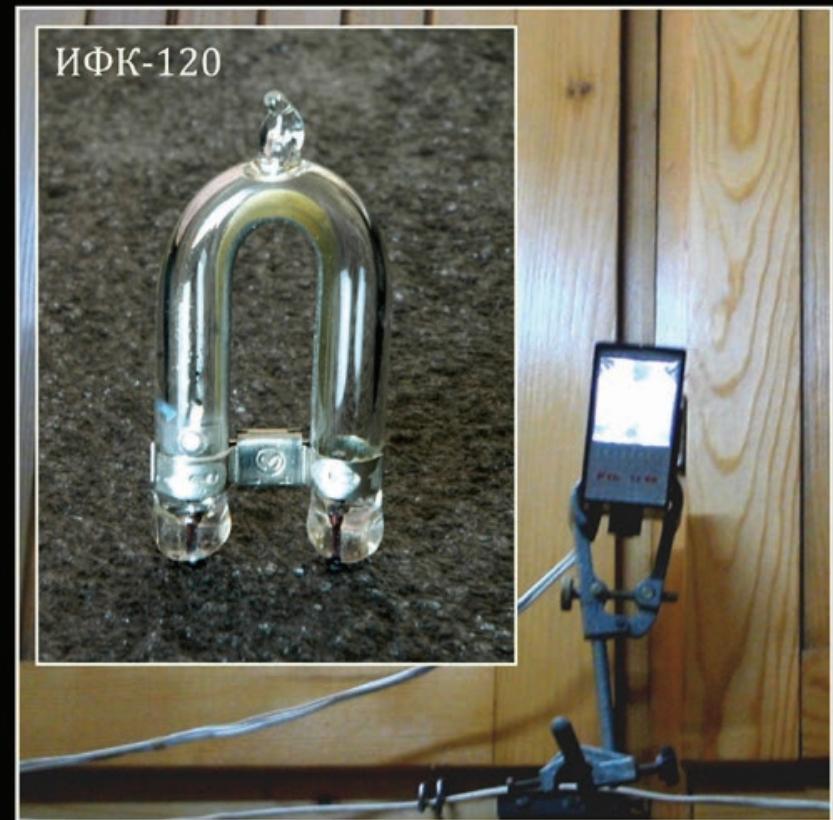
🕒 Câteva cuvinte despre fotografile stroboscopice ale albumului	3
🕒 Câteva cuvinte despre instalația complexă	5
🕒 Primele mele încercări	9
🕒 Fotografii stroboscopice clasice	13
🕒 Relativitatea traiectoriei	23
🕒 Mișcarea circulară	34
🕒 Inertia	39
🕒 Ciocniri elastice	46
🕒 Mișcare pe planul înclinat	53
🕒 Mișcarea circulară - Oscilații	58
🕒 Oscilații mecanice	63
🕒 Oscilații amortizate ale pendulului elastic	73
🕒 Compunerea oscilațiilor perpendiculare	77
🕒 Unde de suprafață	83
🕒 Unde staționare în corzi	88
🕒 Fotografii pe teme diferite	97
🕒 Taste rapide ce completează simpla rulare a albumului	105

## Câteva cuvinte despre fotografiile stroboscopice ale albumului

La sfârșitul anilor '70 ai secolului trecut, am construit un stroboscop electronic calibrat care, la sfârșitul anilor '80, bazat pe invenția mea din 1989 (Parallel Input-Output Interface - PIO), a putut fi comandat prin calculator. Comanda flashului a fost realizată de un program TSR (terminate-and-stay-resident), bazat pe cuarțul calculatorului, însă același PC a pornit și a oprit controlul experimentului și căruciorul de fotografie, a comandat iluminarea sălii, a urmărit obturatorul aparatului foto, a pornit, a comandat, a oprit experimentul, și apoi a tipărit „procesul verbal” al experimentului. Barierele de lumină de precizie au „decupat” partea dorită a fotografiei experimentului. Față de fotografiera stroboscopică la intervale temporale egale răspândită până atunci, am introdus fotografiera la intervale spațiale egale și conform unui tabel de valori ale intervalelor de timp de fotografie. Mișcarea căruciorului de fotografie a fost comandată de un alt PC (în regim Master-Slave), astfel am reușit să fotografiez traectoria corpului văzut cu ochiul observatorului în diferite moduri ale mișcării (uniformă sau accelerată). O coincidență interesantă: prima dată fotografiem căderea liberă a unei bile cu intervale spațiale egale, și o observăm dintr-un cărucior în mișcare accelerată. În cazul al doilea coborârea unei bile o fotografiem cu intervale temporale egale și o observăm dintr-un cărucior în mișcare uniformă. În ambele cazuri o vom vedea ca o traectorie oblică a unui corp în mișcare uniformă.

După dificultățile inițiale, cu echipamente stroboscopice foarte complexe, controlate de calculator, am fotografiat mișările elementare, experimentele de bază legate de inerție, ciocniri, oscilații, unde și alte fenomenele ondulatorii. Am acordat o deosebită atenție relativității traectoriei. O fotografie stroboscopică realizată la intervalele de timp calculate cu funcția inversă a funcției de mișcare este o adevărată delicatesă. Fotografia ar trebui să reprezinte o mișcare uniformă, dar întârzierea datorată remanenței electromagnetului de declanșare duce la o distorsionare a traectoriei. Din mărimea distorsiunii putem regăsi cauza distorsiunii traectoriei. De asemenea, puteți vedea o imagine a unei fraude binevoitoare. Bila în cădere liberă care demonstrează relativitatea traectoriei nu este reținută de un electromagnet. Dacă ar fi, traectoria fotografiată la intervale spațiale egale, ar fi distorsionată. Pentru a evita acest lucru, pentru primul interval de fotografiere am suplimentat cu timpul de reținere al EM, și am șters electromagnetul de prindere (aceasta este frauda). Oscilațiile amortizate ale unui oscilator liniar montat în tavan le-am fotografiat timp de două luni, datorită faptului că pe cele 250 de imagini suprapuse, firul ce susținea bucătăica de cretă, nu a rămas paralel cu el însuși ci, ca un seismograf a sesizat toate mișările din mediu. Când am reușit paralelismul, s-a dovedit că problema este mult mai gravă, amortizarea nefiind exponențială! O analiză a circumstanțelor experimentului a arătat că acest lucru este corect, dar de ce? Dacă ne uităm bine la cele trei fotografii, motivul este clar: amortizarea este cauzată de o forță de frânare care este în esență constantă și nu este proporțională cu viteza, deoarece scripetele de ghidare a cablului a fost frânat cu frecare de alunecare fin reglabilă.

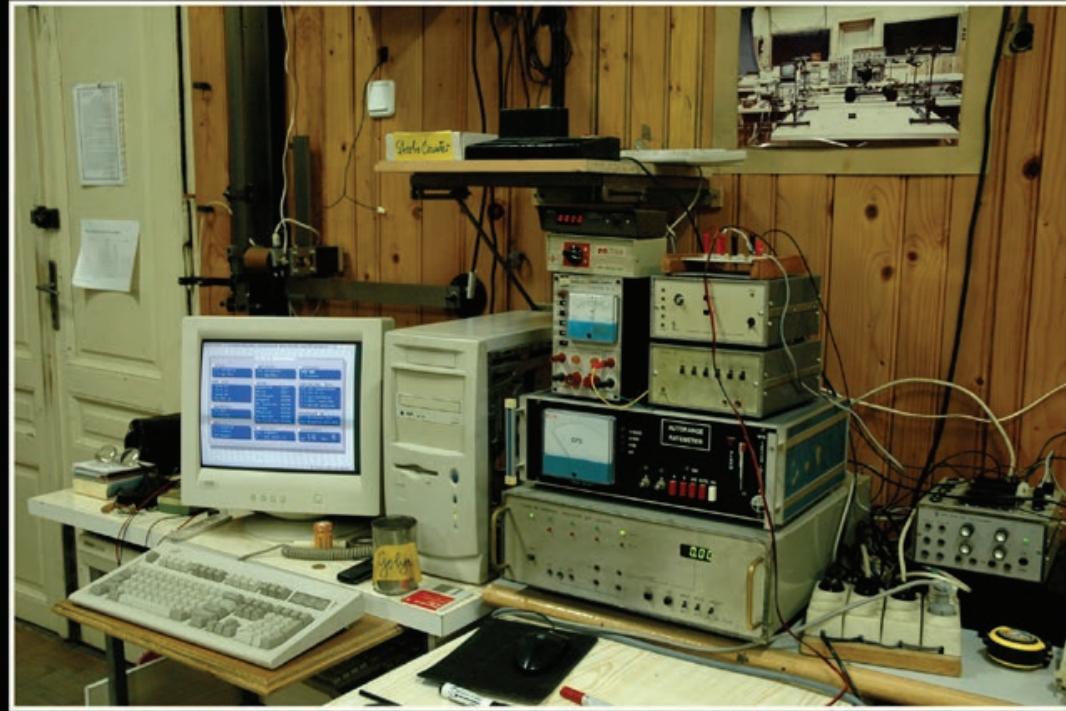
# Câteva cuvinte despre instalația complexă



În 1975, admirând picturile rupestre de la Altamira, vechi de mii de ani, am observat un mistreț cu opt picioare. Imediat m-am gândit la posibilitatea fotografierii traiectoriei unui corp în sprijinul predării fizicii. După ce am ajuns acasă, am proiectat și am construit un stroboscop electronic.

## Comanda stroboscopului

Stroboscopul clasic a fost realizat în 1977, iar la sfârșitul anilor '80 a primit și o comandă prin calculator. Sistemul actual se compune dintr-un PC de capacitate mijlocie și o serie de aparate electronice de concepție proprie.

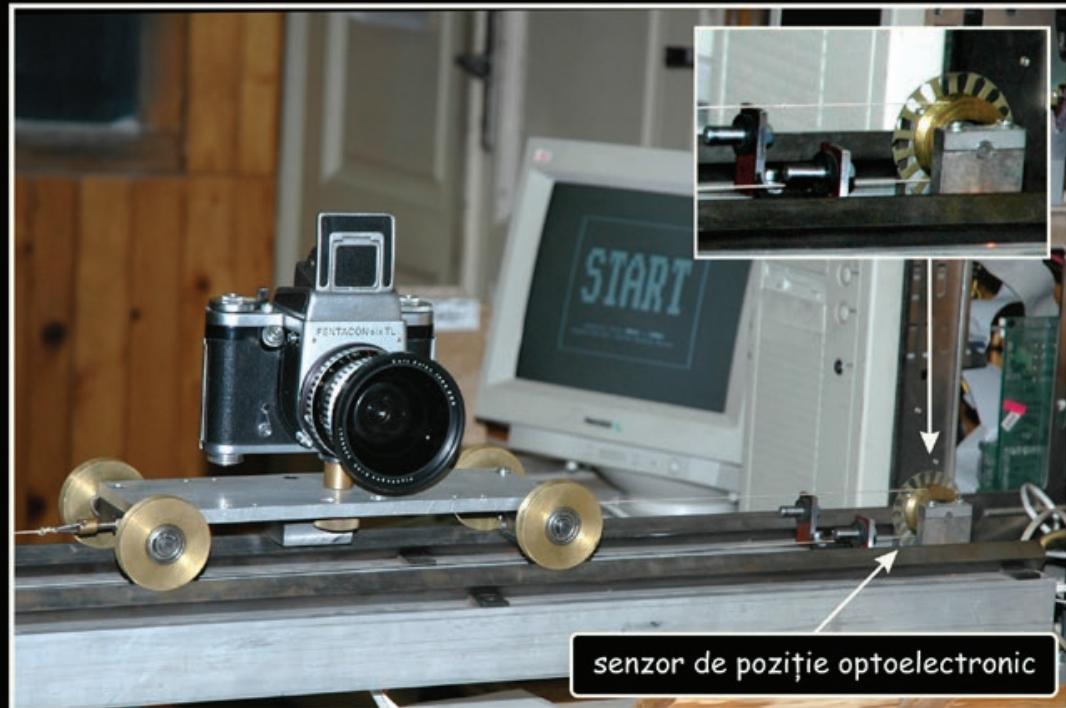


**Fotografiere la intervale egale de timp.** Comanda impulsului luminos este asigurată de un program rezident pe baza de cuarț, dar același PC comandă experimentul și căruciorul de fotografiere, precum și lumina sălii. Barierele de lumină de mare precizie „decupează” partea dorită a mișcării.

**Fotografiere la intervale egale de spațiu (1992).** Pe lângă fotografarea stroboscopică la intervale egale de timp, tipică până atunci, am introdus fotografarea la intervale egale de spațiu și tabelul de intervale de timp. Cu această metodă se pot presta bilo miile de intervale de timp nu neapărat egale între ele.

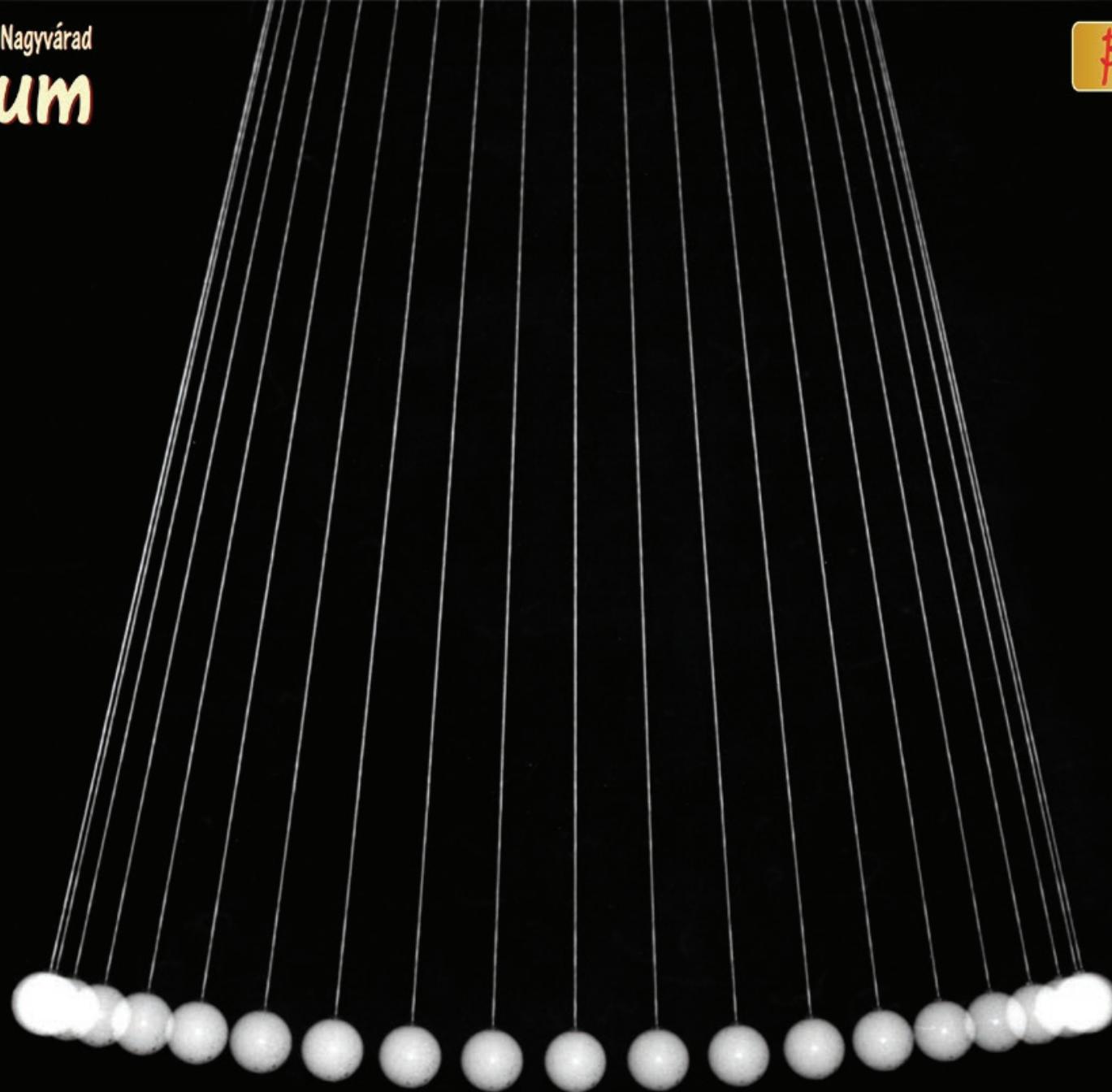
## Caruciorul de fotografiere

Este un mic cărucior CNC, care se deplasează pe două șine robuste în formă de pană. Aparatul fotografic atașat este observatorul mobil, având menirea de a ne arăta relativitatea traiectoriei mișcărilor mecanice.



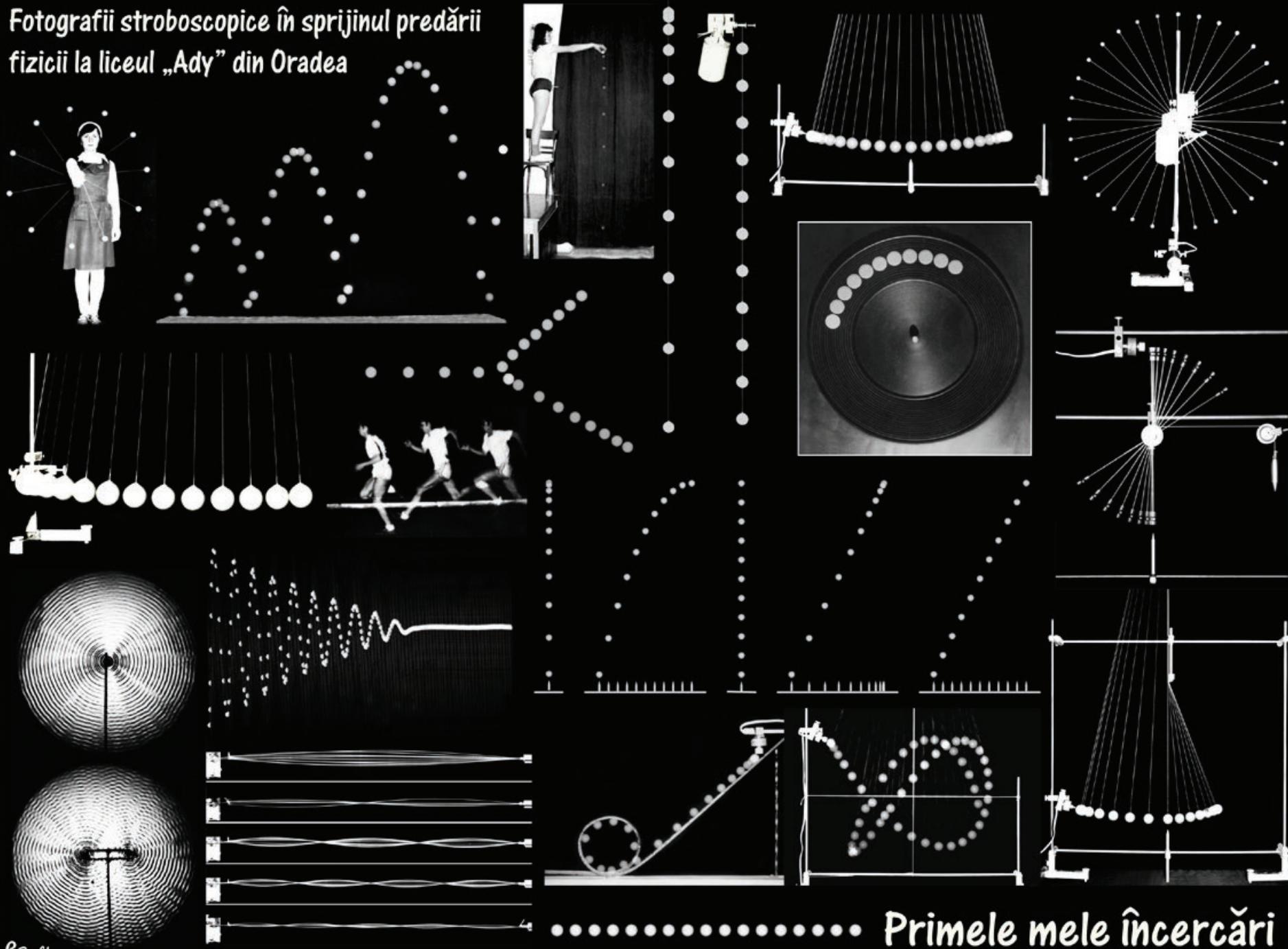
**Senzor de poziție optoelectric.** Deplasarea căruciorului este comandată de un alt PC în regim Master-Slave cu PC-ul Master al impulsurilor luminoase. Pe baza a circa 200 de informații de poziție, PC-ul Slave reglează mișcarea căruciorului în conformitate cu ecuația de mișcare impusă.

Dacă **intervalul de timp între impulsurile luminoase** este dat de funcția inversă a ecuației de mișcare, atunci pe fotografie se va vedea o mișcare uniformă. În cazul fenomenelor perturbatoare mișcarea fotografiată nu mai este uniformă, deci se pot găsi cauzele și în principiu, chiar natura lor.



Stroboscop comandat de calculator

Fotografii stroboscopice în sprijinul predării  
fizicii la liceul „Ady” din Oradea

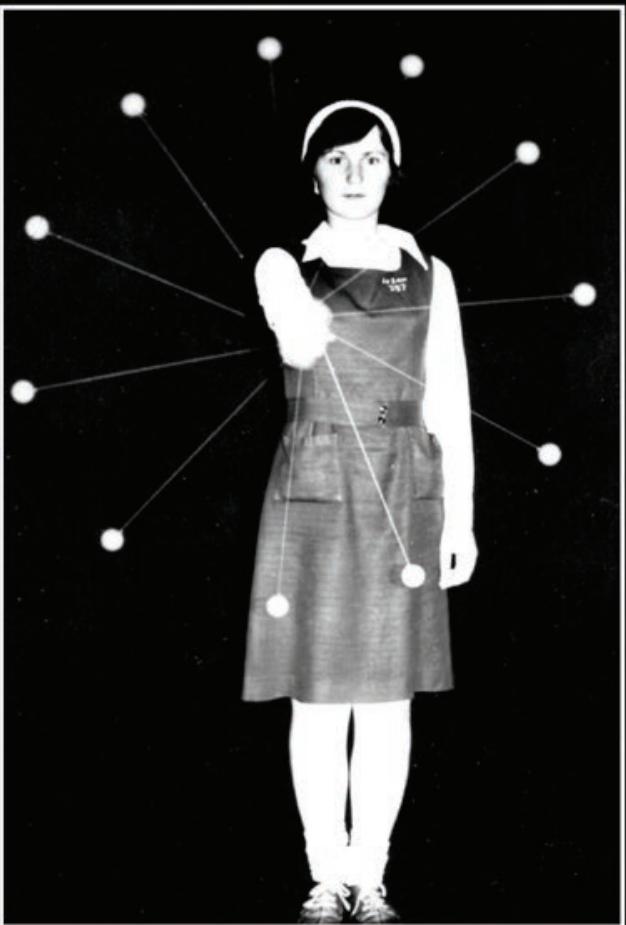


..... Primele mele încercări

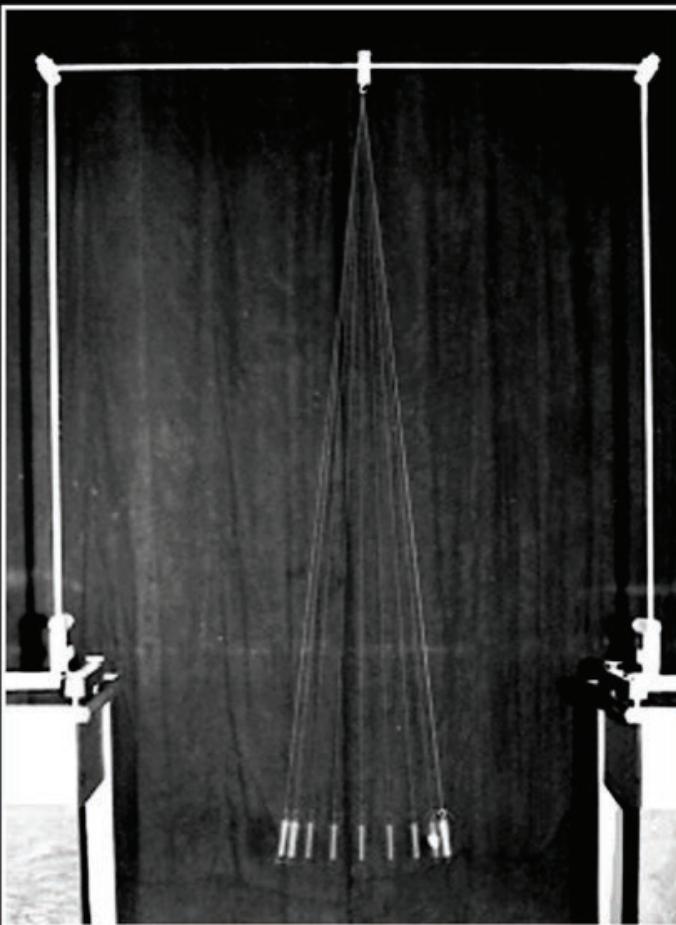
Începuturile... 1977



Cădere liberă a mingii

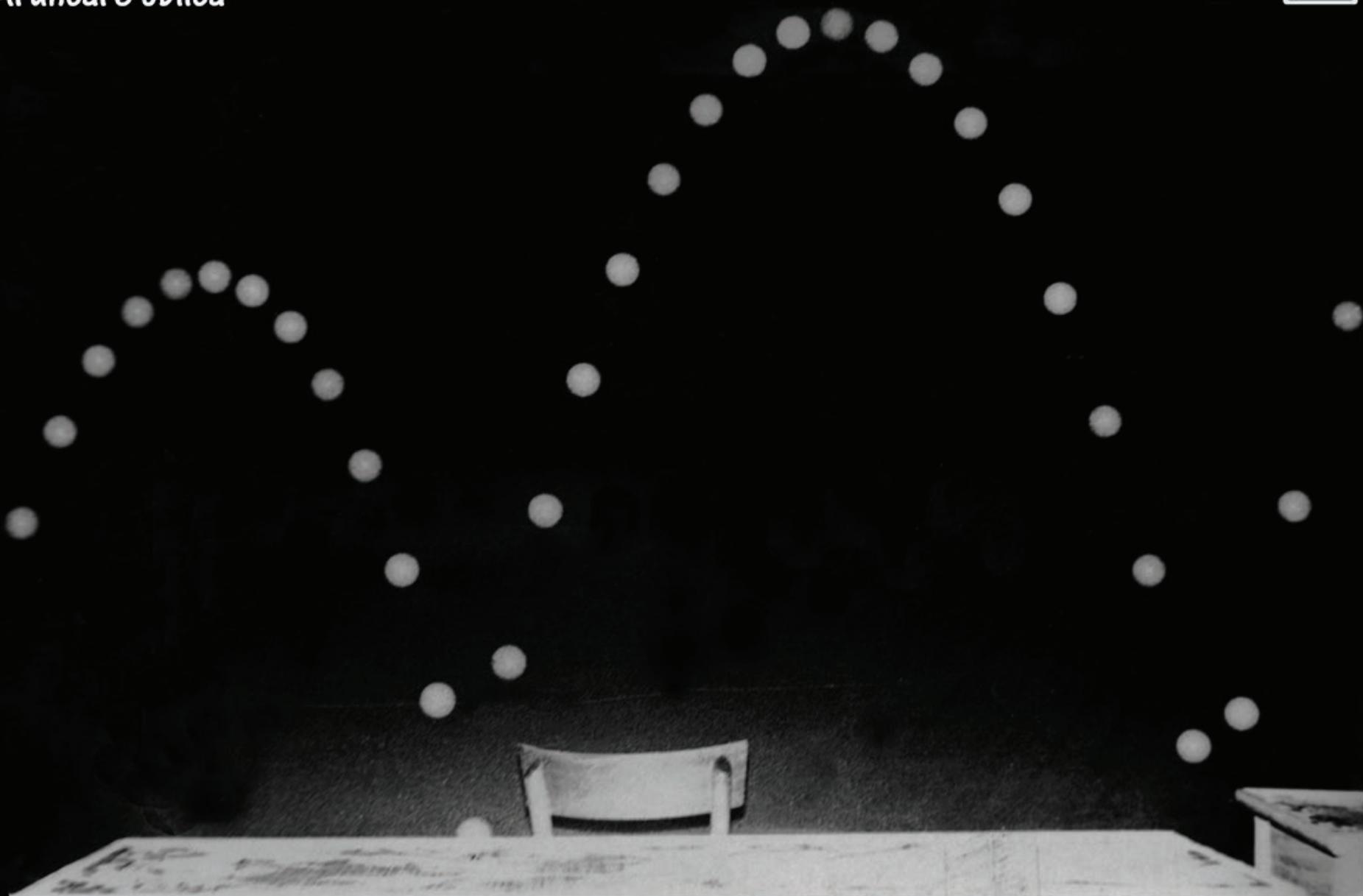


Mișcarea circulară



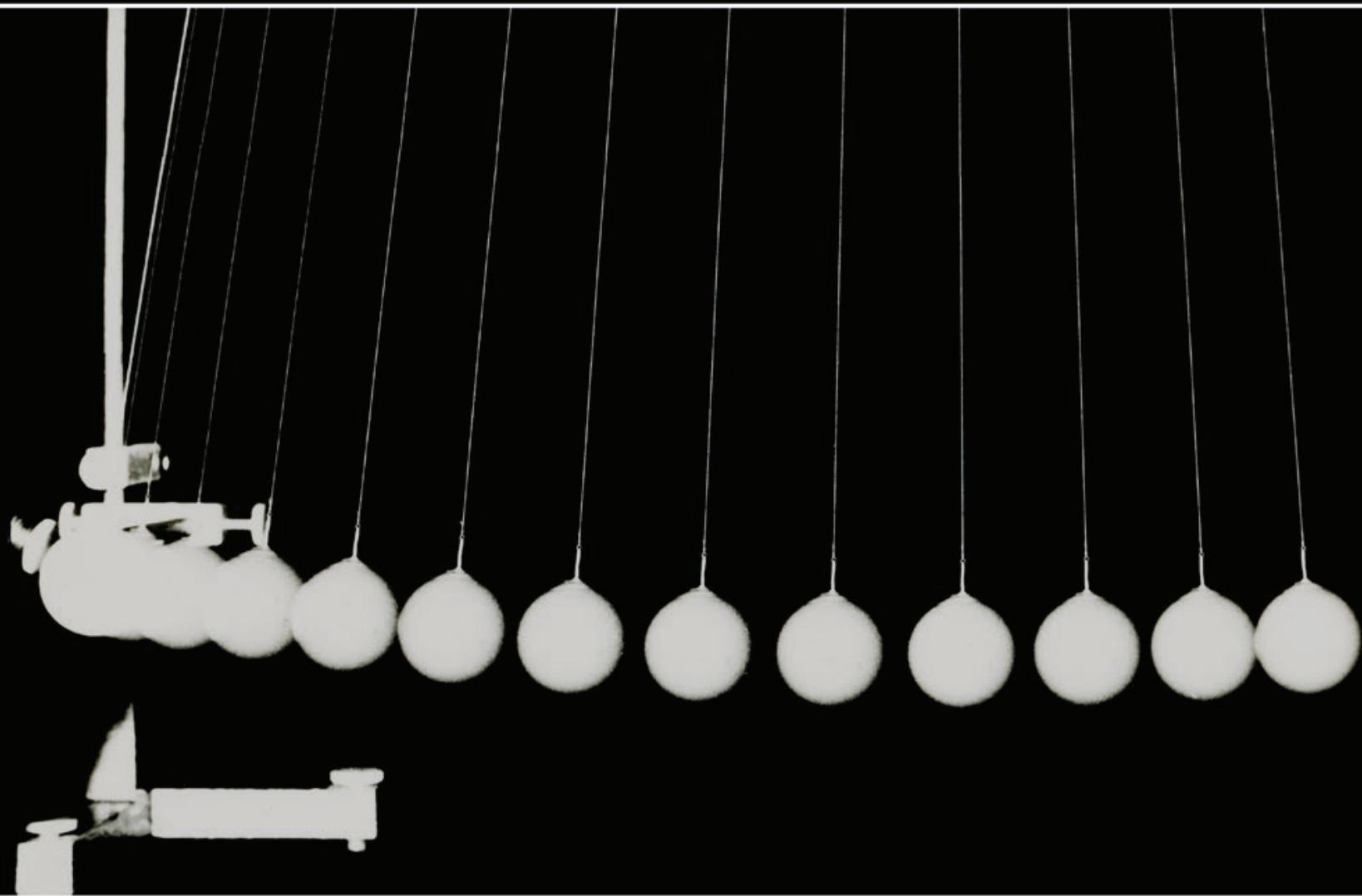
Pendulul cu fir

## Aruncare oblică



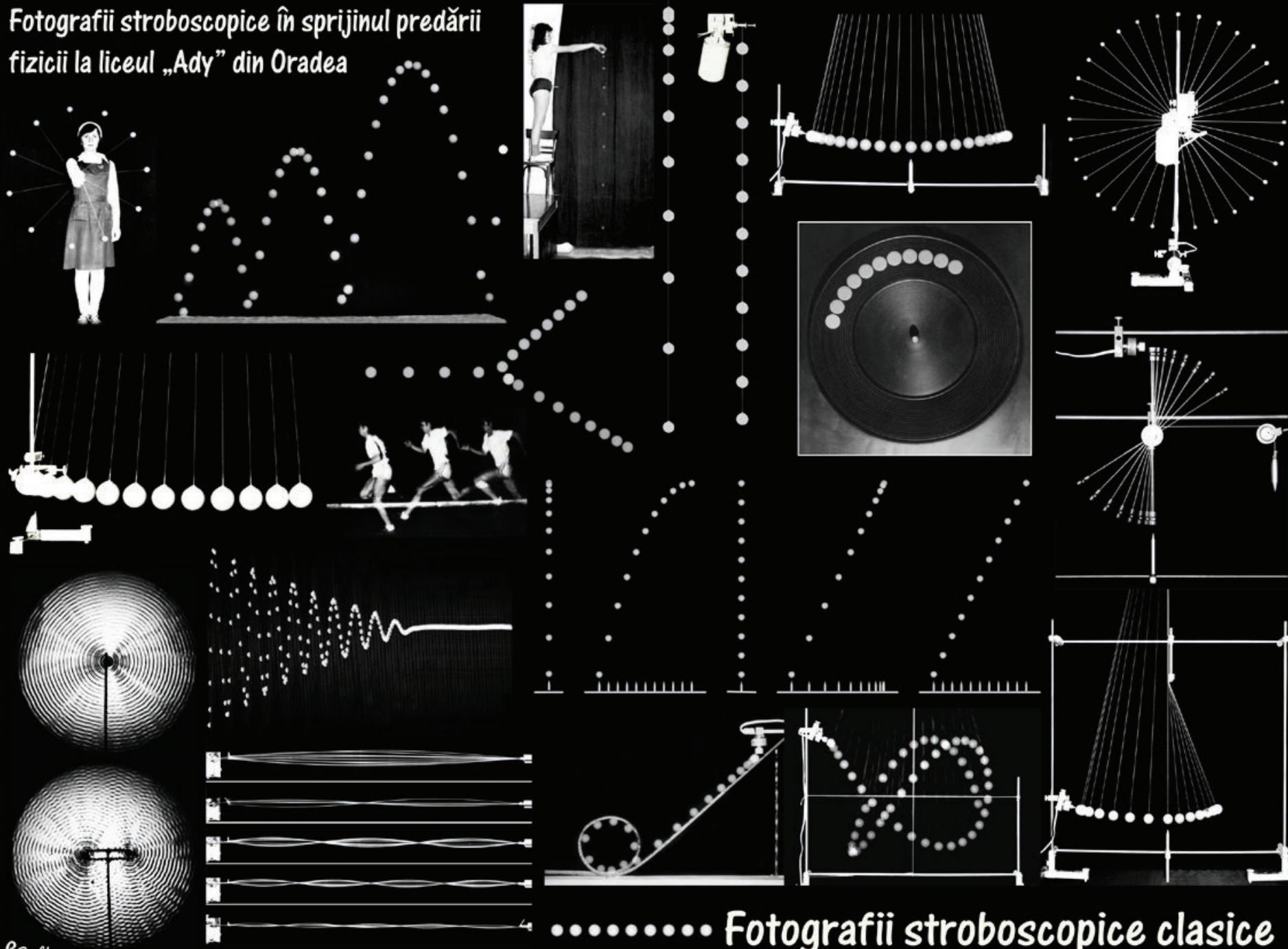
Mingea sosită dinspre dreapta suferă pierderi de energie după ciocnirea cu masa. Nu am reușit să prind momentul primei ciocniri (33 flăsuri,  $\Delta t = 50$  ms).

## Pendulul cu fir (fragment)



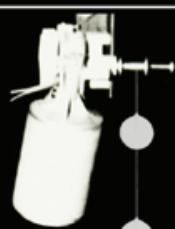
Prima mea fotografie stroboscopica. Decuparea imaginii este realizata cu ajutorul timpului de expunere de 1 s a aparatului fotografic (14 flasuri,  $\Delta t = 80$  ms).

## Fotografii stroboscopice în sprijinul predării fizicii la liceul „Ady” din Oradea

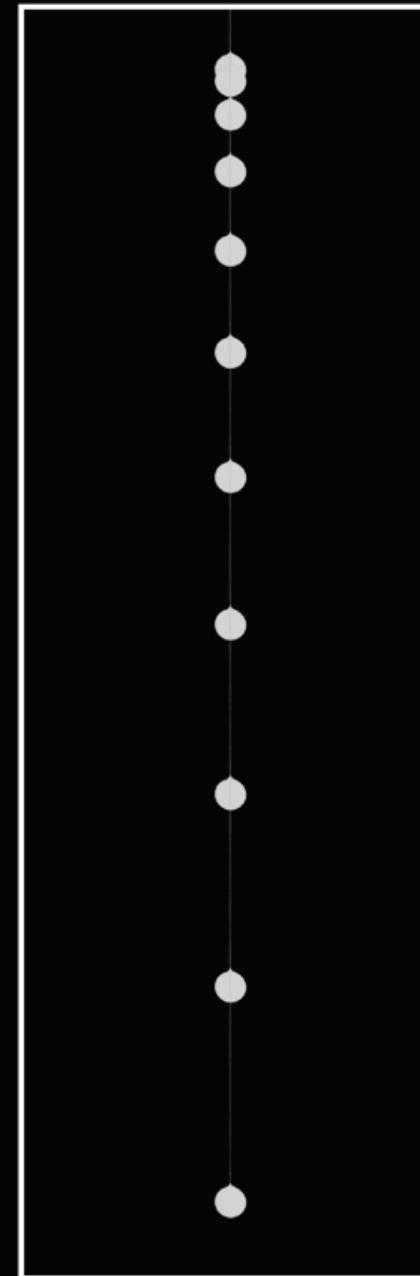


..... Fotografii stroboscopice clasice

## Mișcare uniformă și mișcare accelerată (1:4)

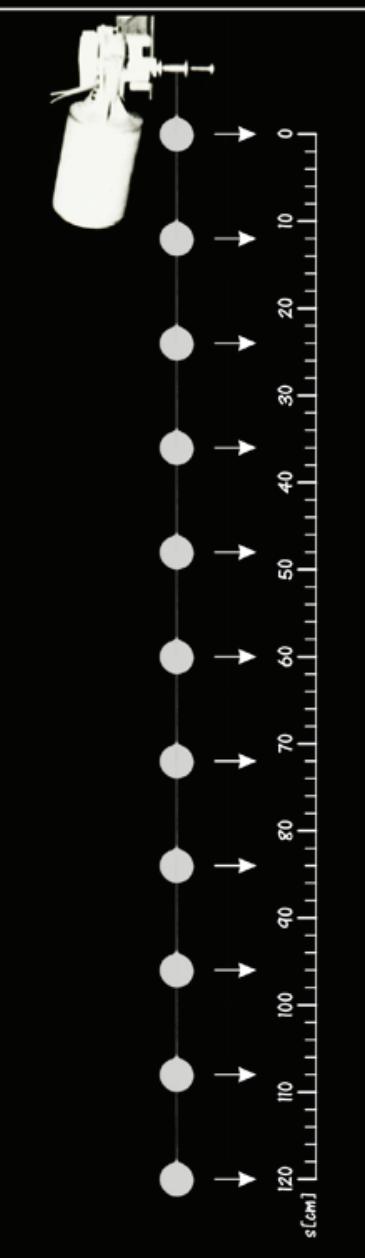


$s = 1,20 \text{ m}$ ;  $v = 1,20 \text{ m/s}$ ; ( $\Delta t = 100 \text{ ms}$ )

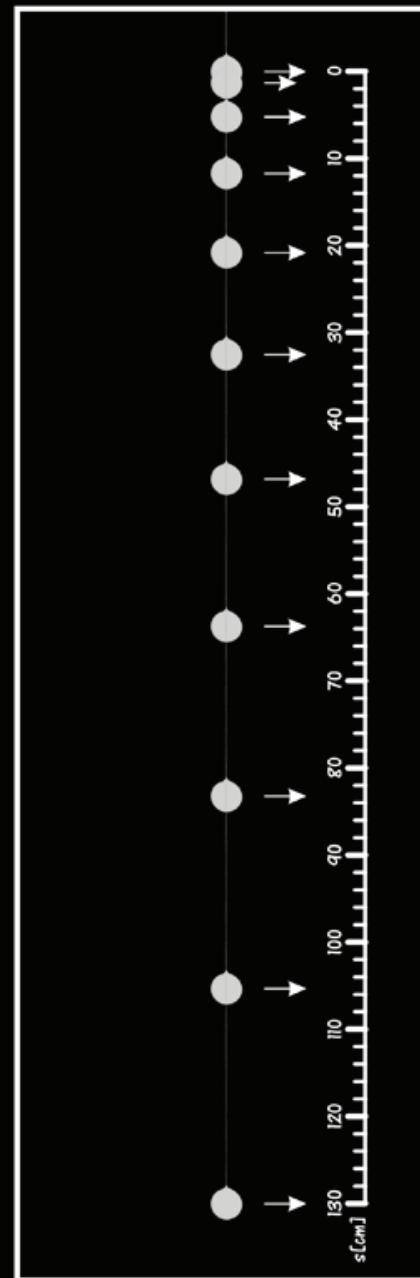


$s = 1,30 \text{ m}$ ;  $a = 2,60 \text{ m/s}^2$ ; ( $\Delta t = 100 \text{ ms}$ )

## Mișcare uniformă și mișcare accelerată (1:4)



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



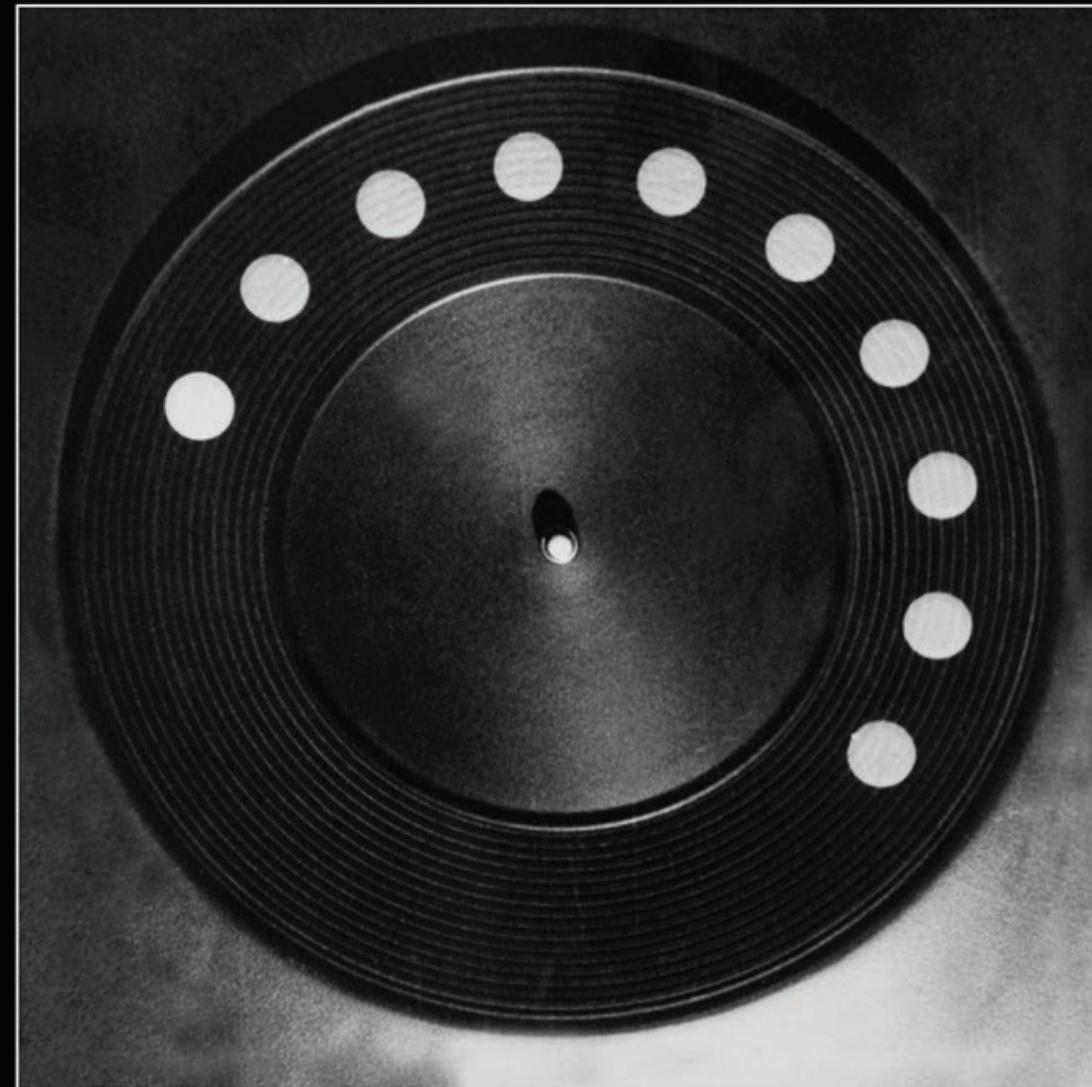
$$s = 1,30 \text{ m}; a = 2,60 \text{ m/s}^2; (\Delta t = 100 \text{ ms})$$

## Mișcare circulară uniformă



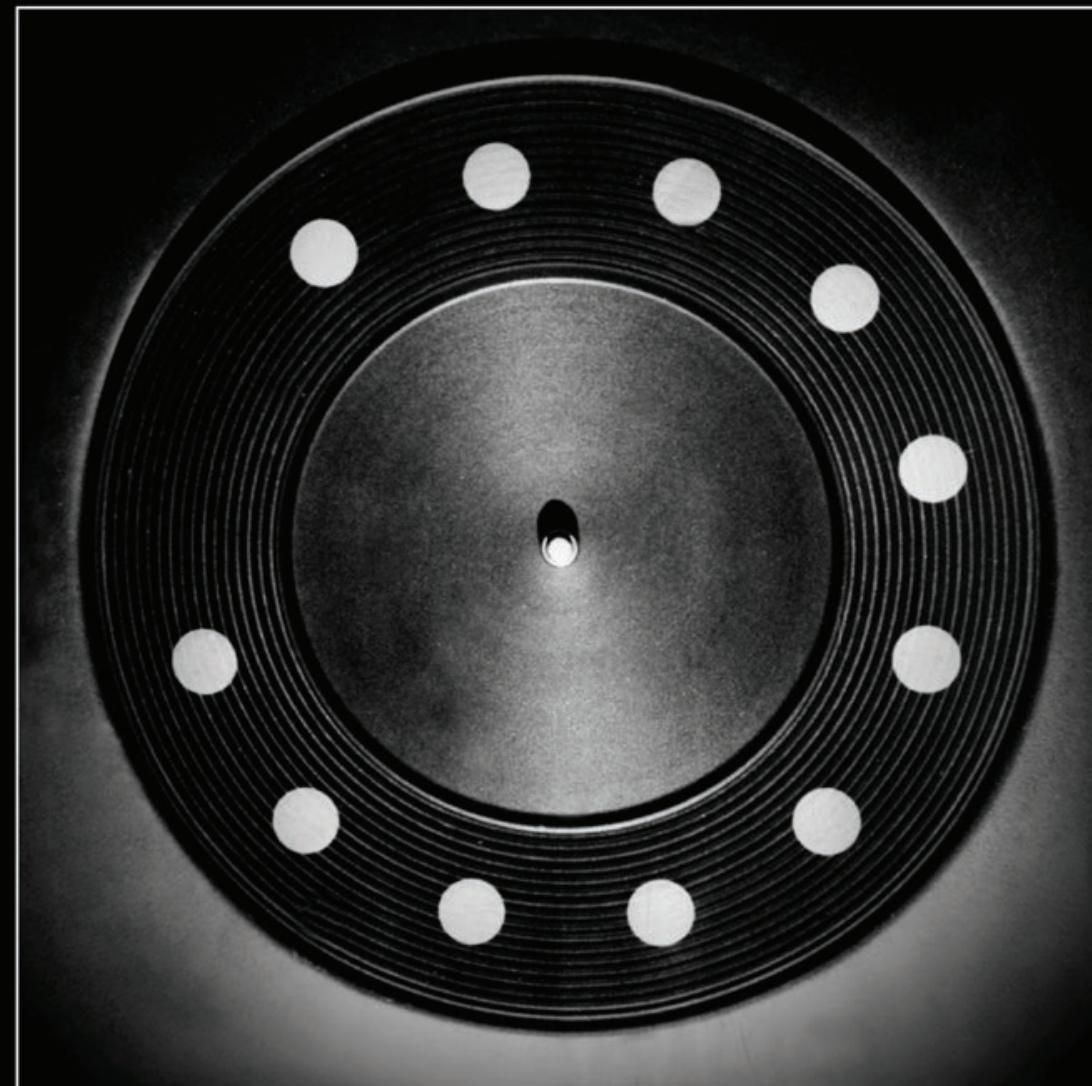
O aspirină pe platanul unui pick-up (RPM = 16;  $\Delta t = 110$  ms)

## Mișcare circulară uniformă



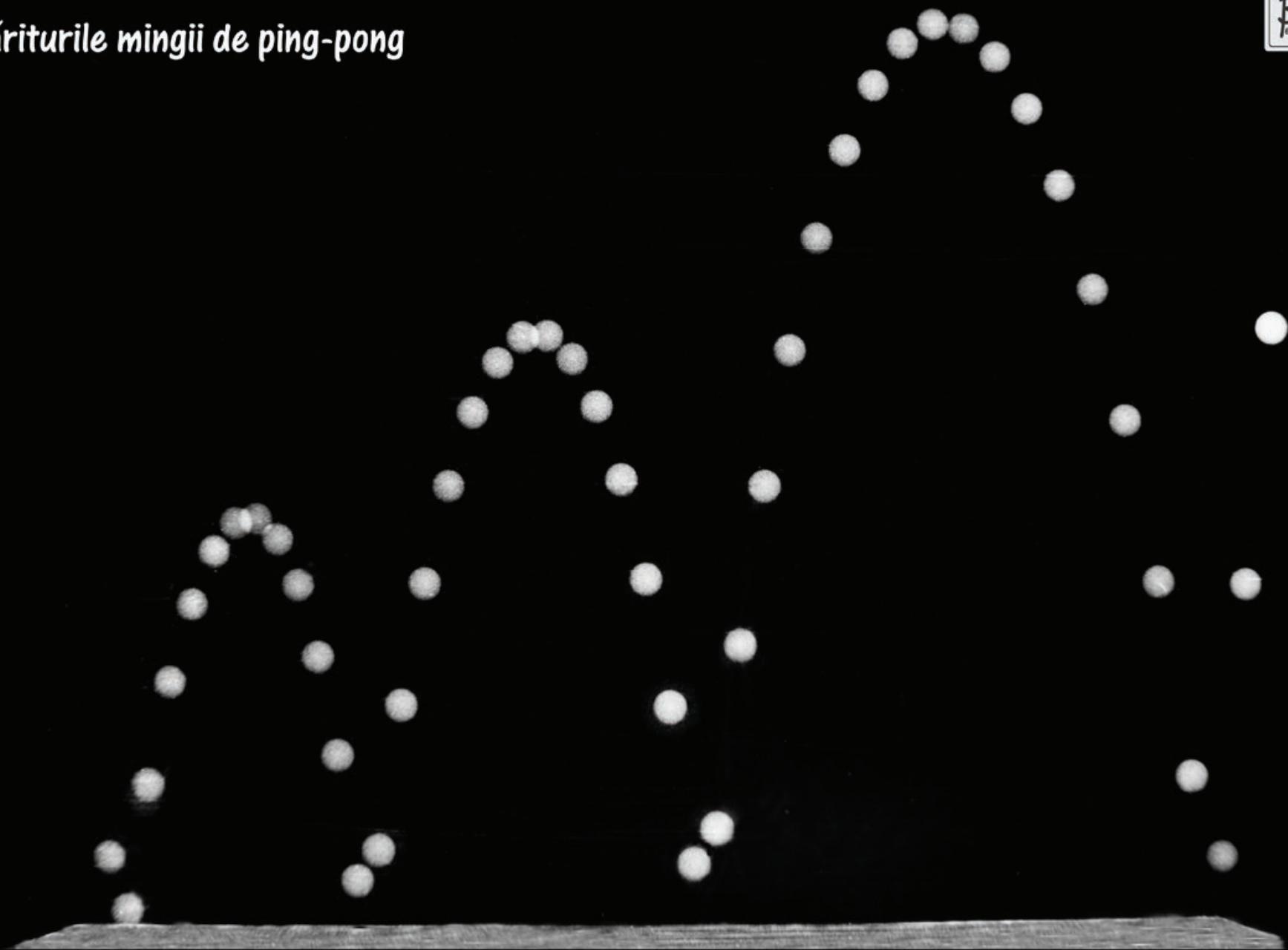
O aspirină pe platanul unui pick-up (RPM = 33;  $\Delta t = 110$  ms)

## Mișcare circulară uniformă



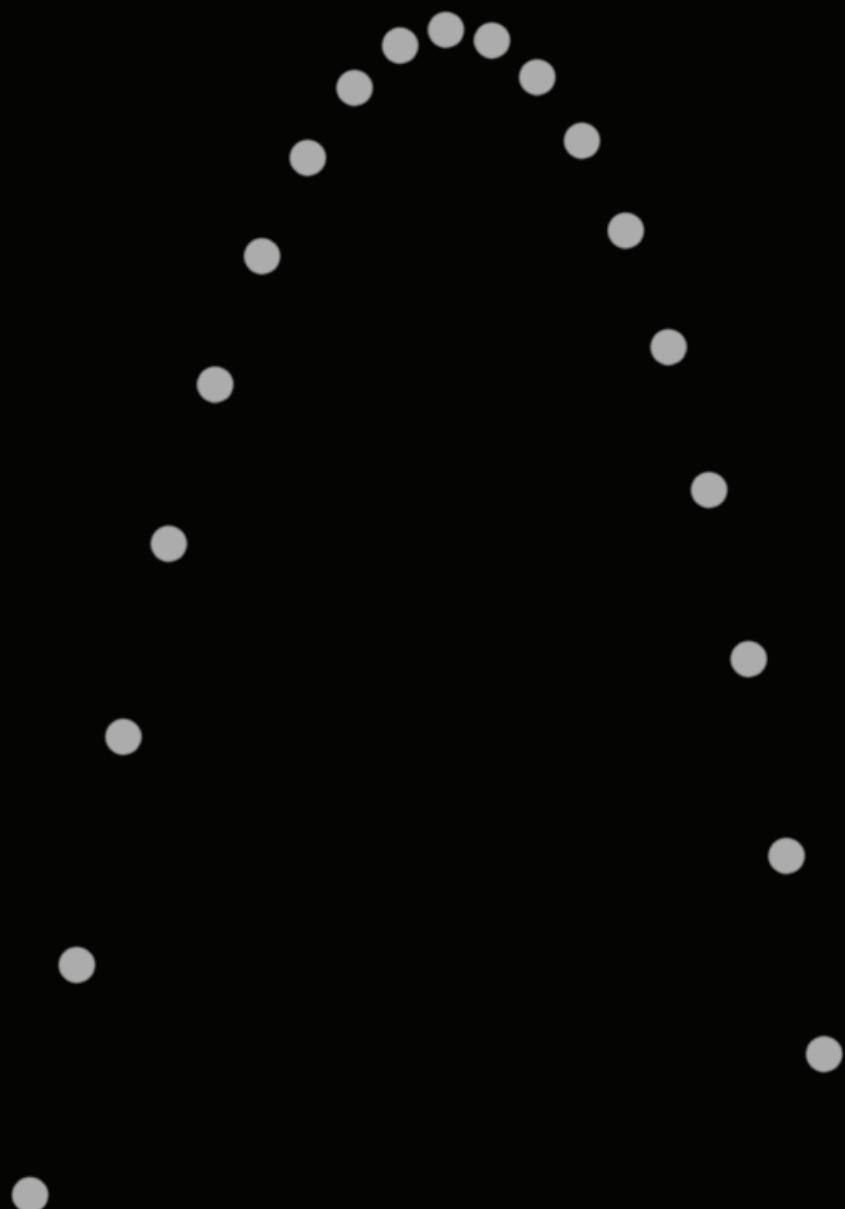
O aspirină pe platoul unui pick-up (RPM = 45;  $\Delta t = 110$  ms)

## Săriturile mingii de ping-pong



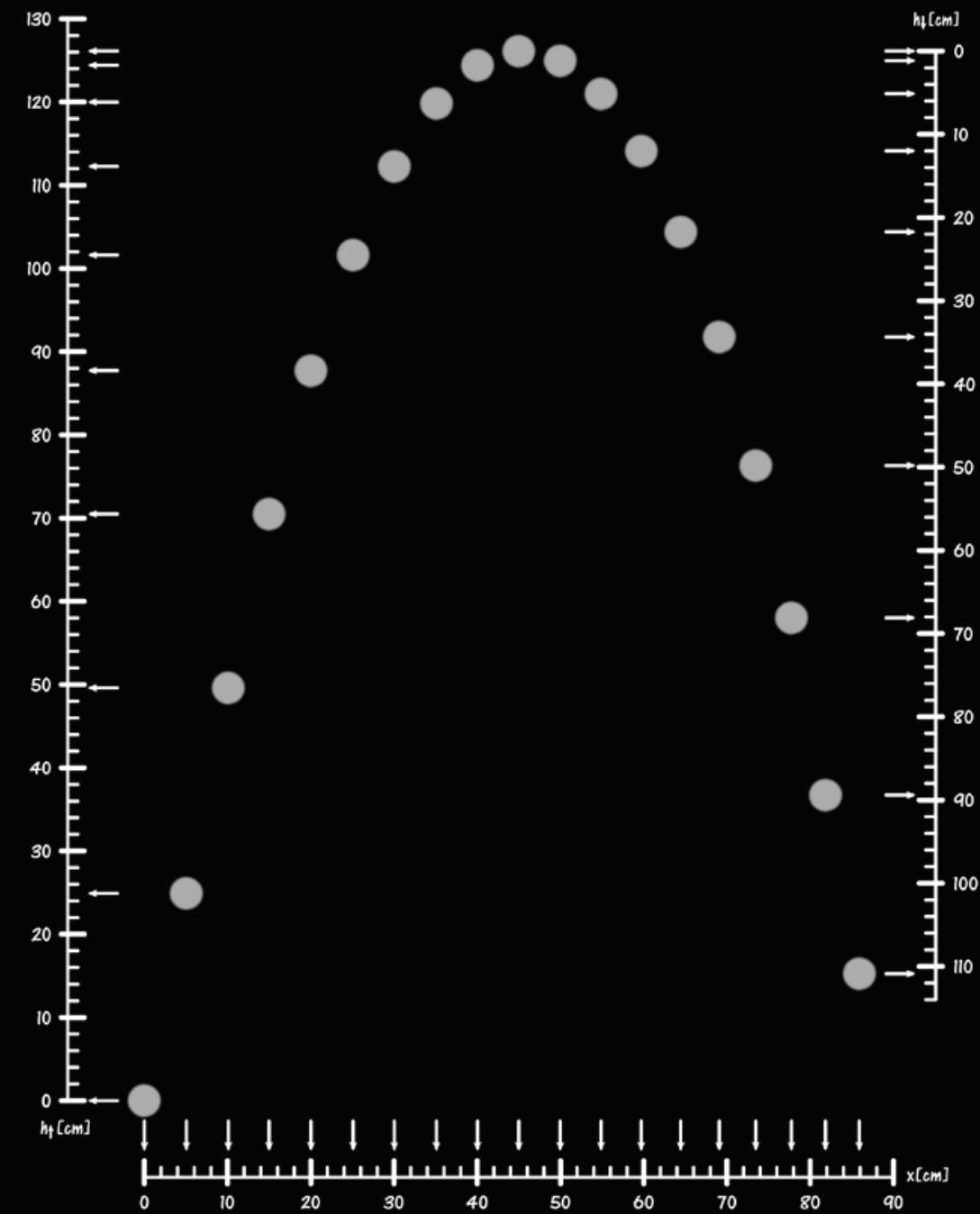
Mingea sosită dinspre dreapta suferă pierderi de energie după ciocnirea cu masa. Nu am reușit să prind momentul primei ciocniri (47 flășuri,  $\Delta t = 50$  ms).

## Aruncarea oblică reală



Mișcarea cu pierderi de energie a mingii de ping-pong după ciocnirea cu o masă (19 flășuri,  $\Delta t = 60 \text{ ms}$ )

## Aruncarea oblică reală



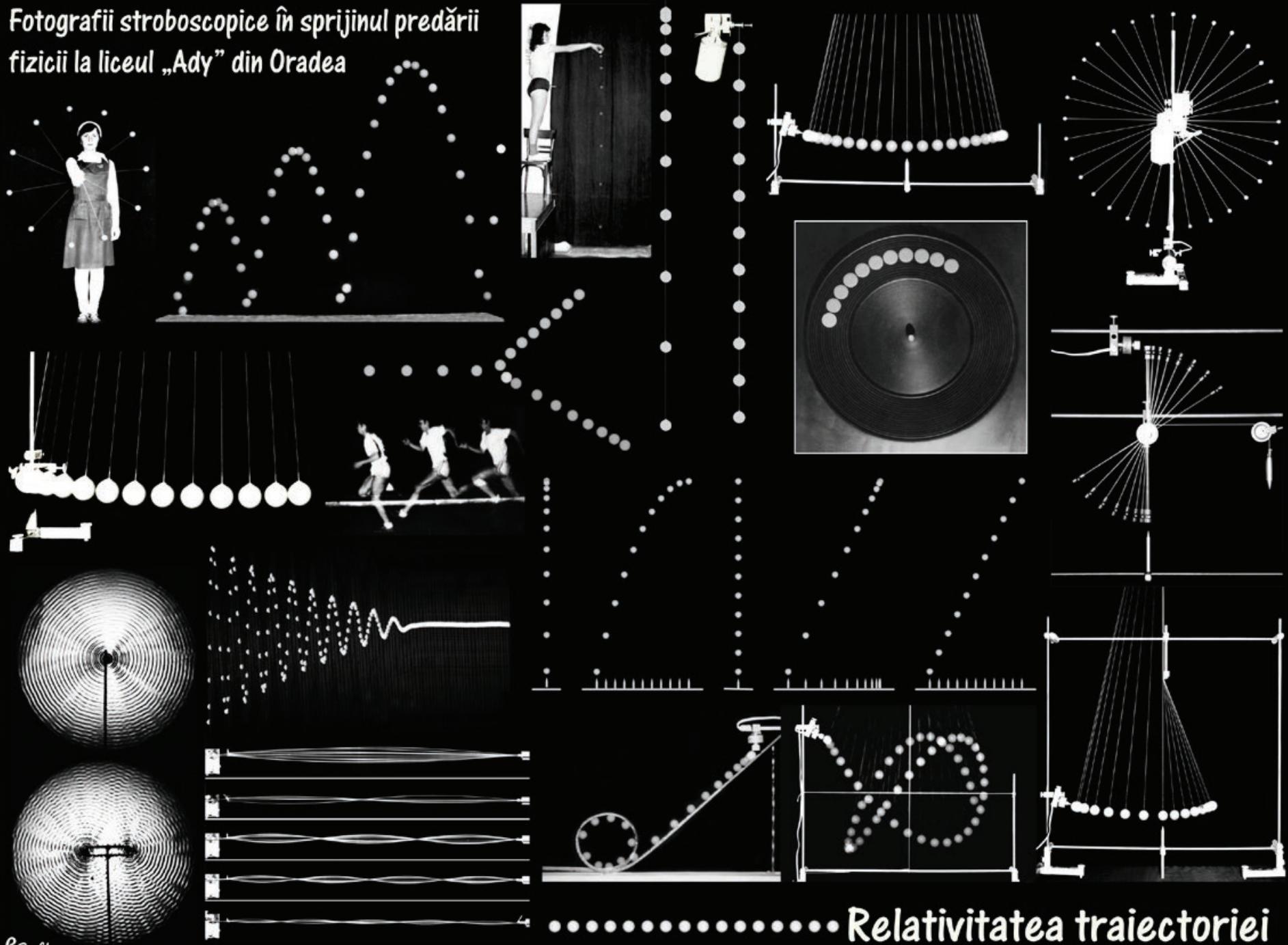
Mișcarea cu pierderi de energie a mingii de ping-pong după ciocnirea cu o masă (19 flășuri,  $\Delta t = 60$  ms)

Cădere liberă



Căderea liberă a picăturii de lapte (11 flashuri,  $\Delta t = 20$  ms)

Fotografii stroboscopice în sprijinul predării  
fizicii la liceul „Ady” din Oradea



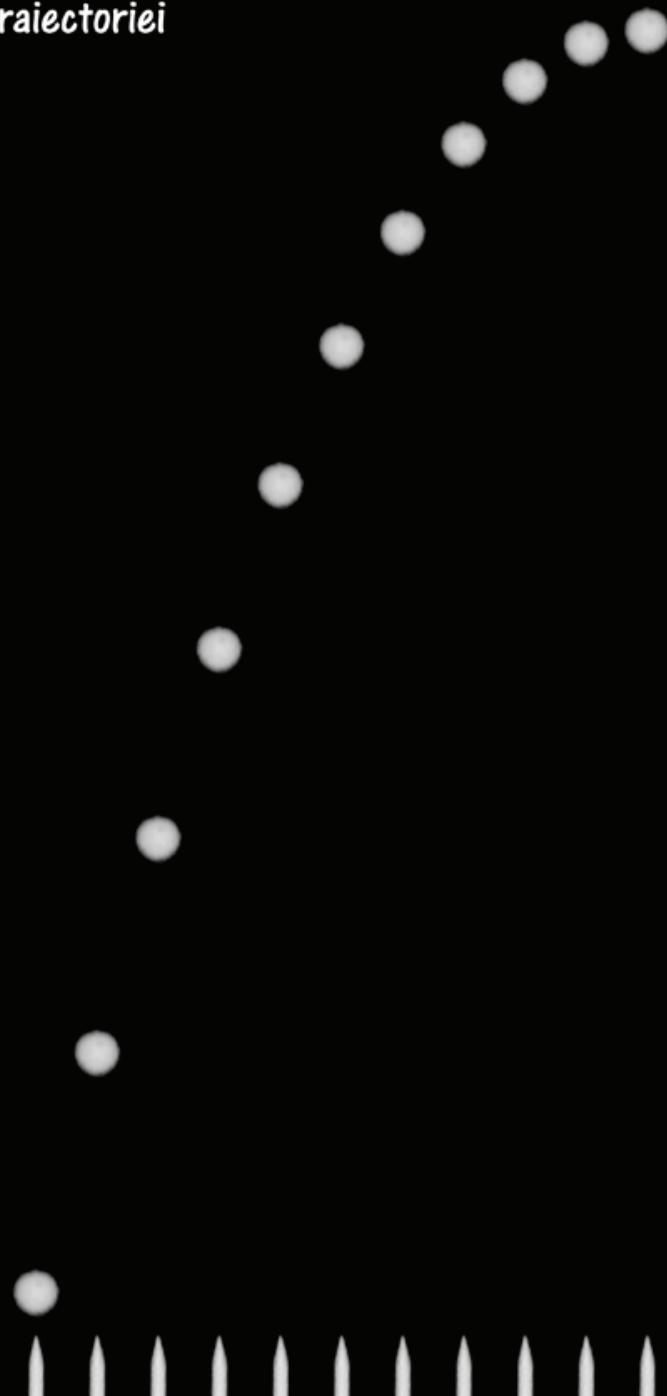
..... Relativitatea traiectoriei

## Relativitatea trajectoiei



Astfel vede trajectoria corpului aflat în cădere liberă observatorul în **repaus** (fotografie la intervale egale de timp)

## Relativitatea trajectoriei



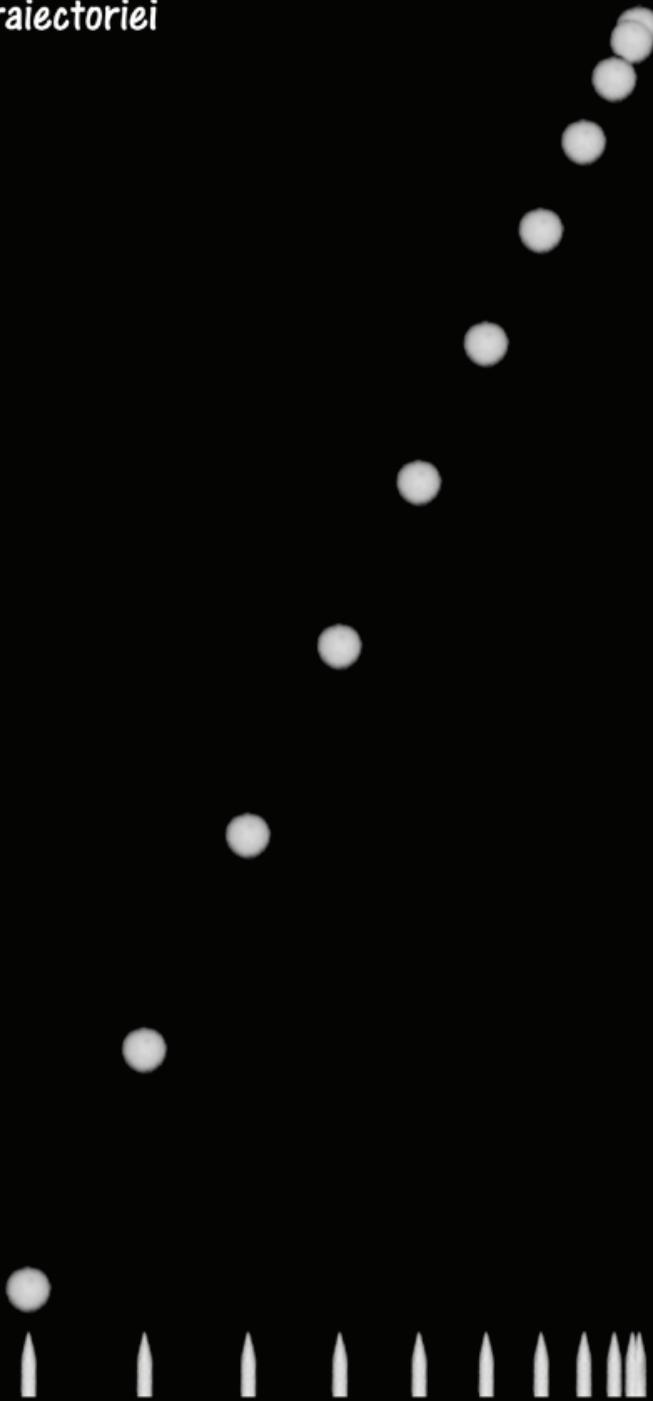
Astfel vede trajectoria corpului aflat în cădere liberă observatorul care se deplasează uniform spre dreapta (fotografie la intervale egale de timp)

## Relativitatea trajectoriei



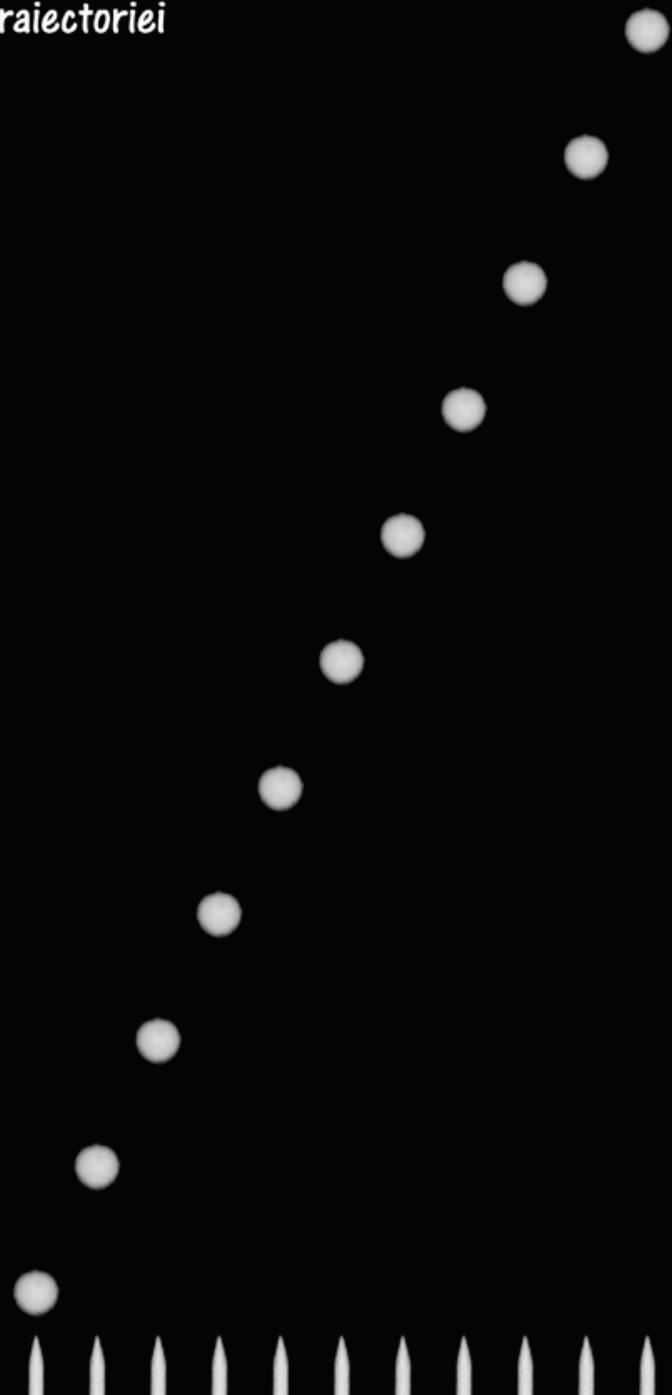
Astfel vede trajectoria corpului aflat în cădere liberă un observator în repaus (fotografie la intervale egale de spațiu)

## Relativitatea trajectoriei



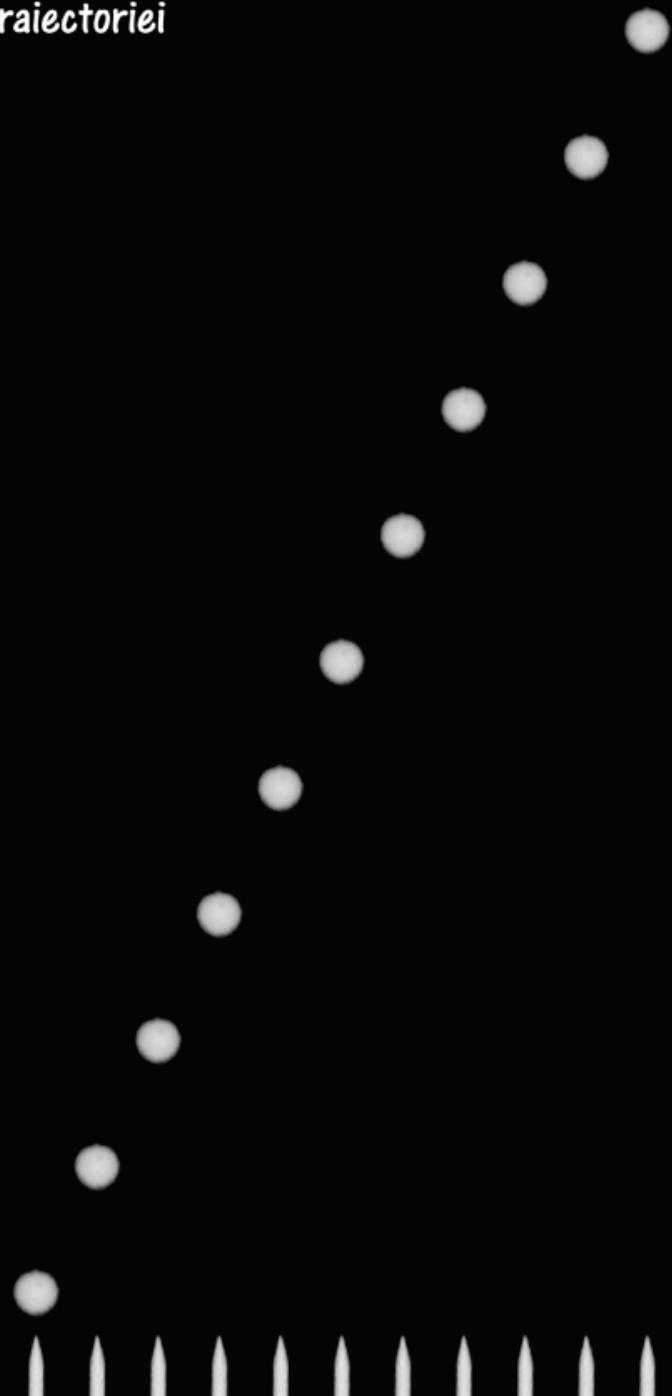
Astfel vede trajectoria corpului aflat în cădere liberă observatorul care se deplacează accelerat spre dreapta (fotografie la intervale egale de timp)

## Relativitatea trajectoriei



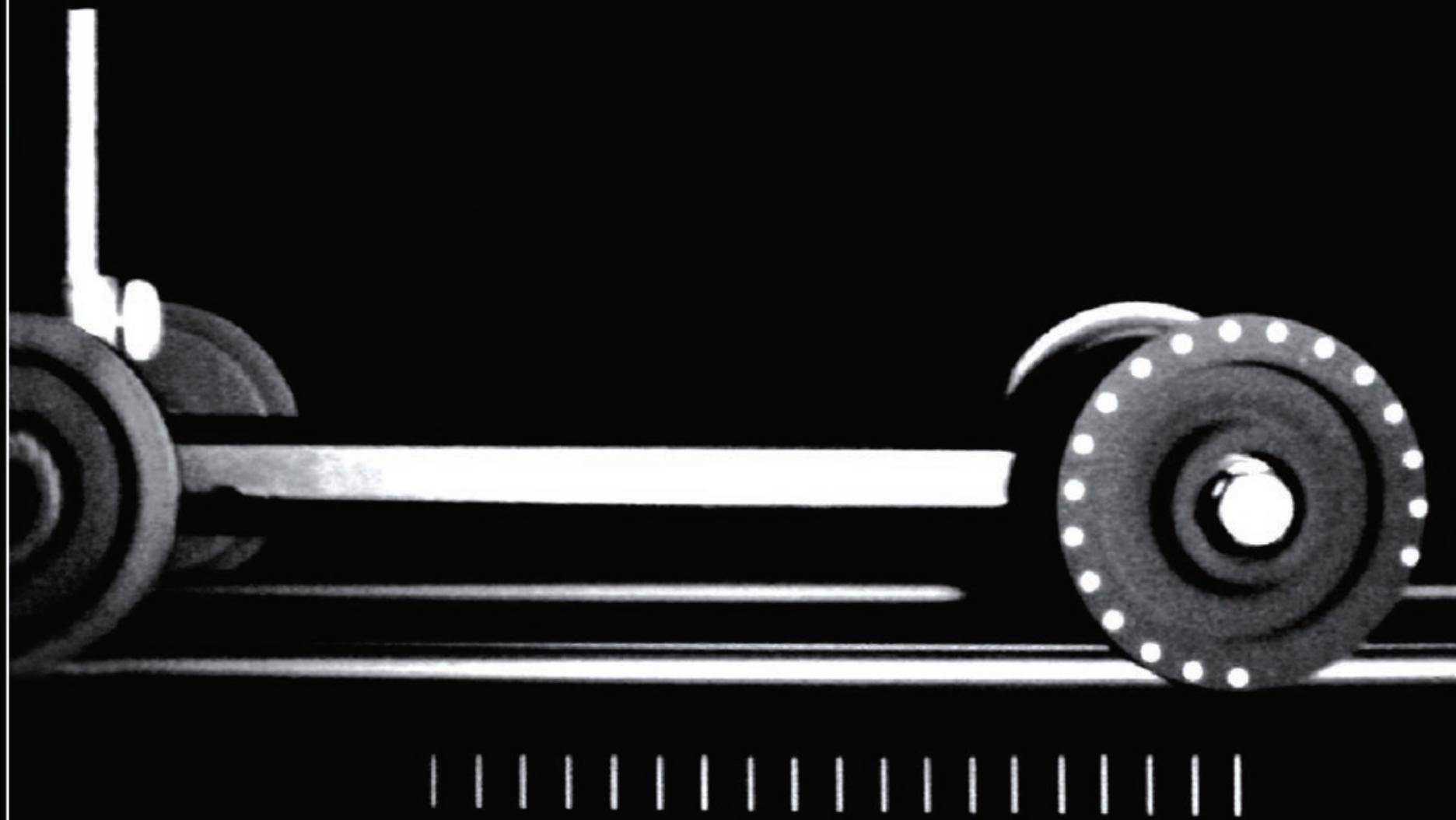
Astfel vede trajectoria corpului aflat în cădere liberă observatorul care se deplasează accelerat spre dreapta (fotografie la intervale egale de spațiu)

## Relativitatea trajectoriei



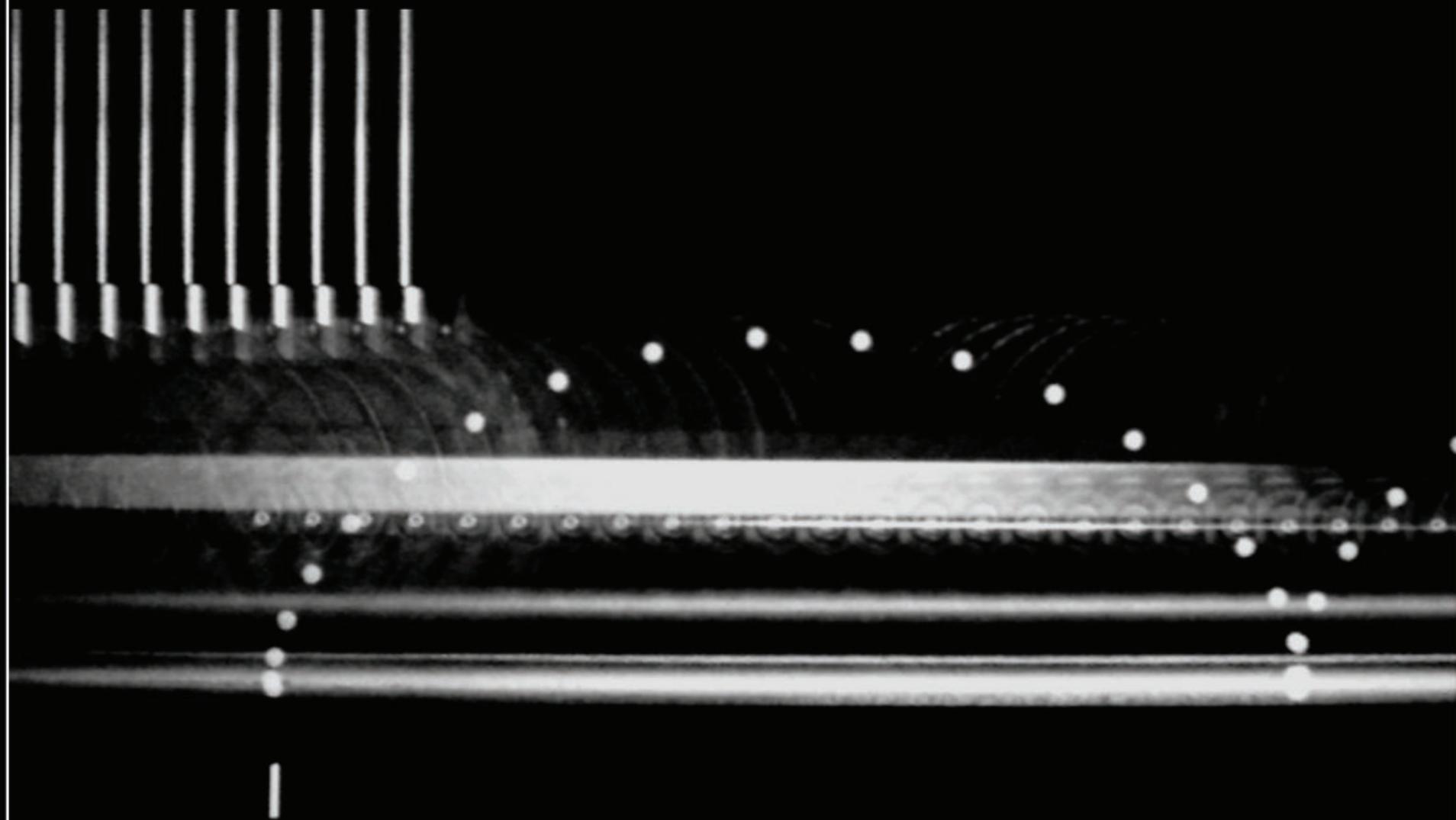
Astfel ar vedea traectoria corpului aflat în coborâre uniformă observatorul care se deplasează uniform spre dreapta (fotografie la intervale egale de timp)

## Realitățitatea traectoriei



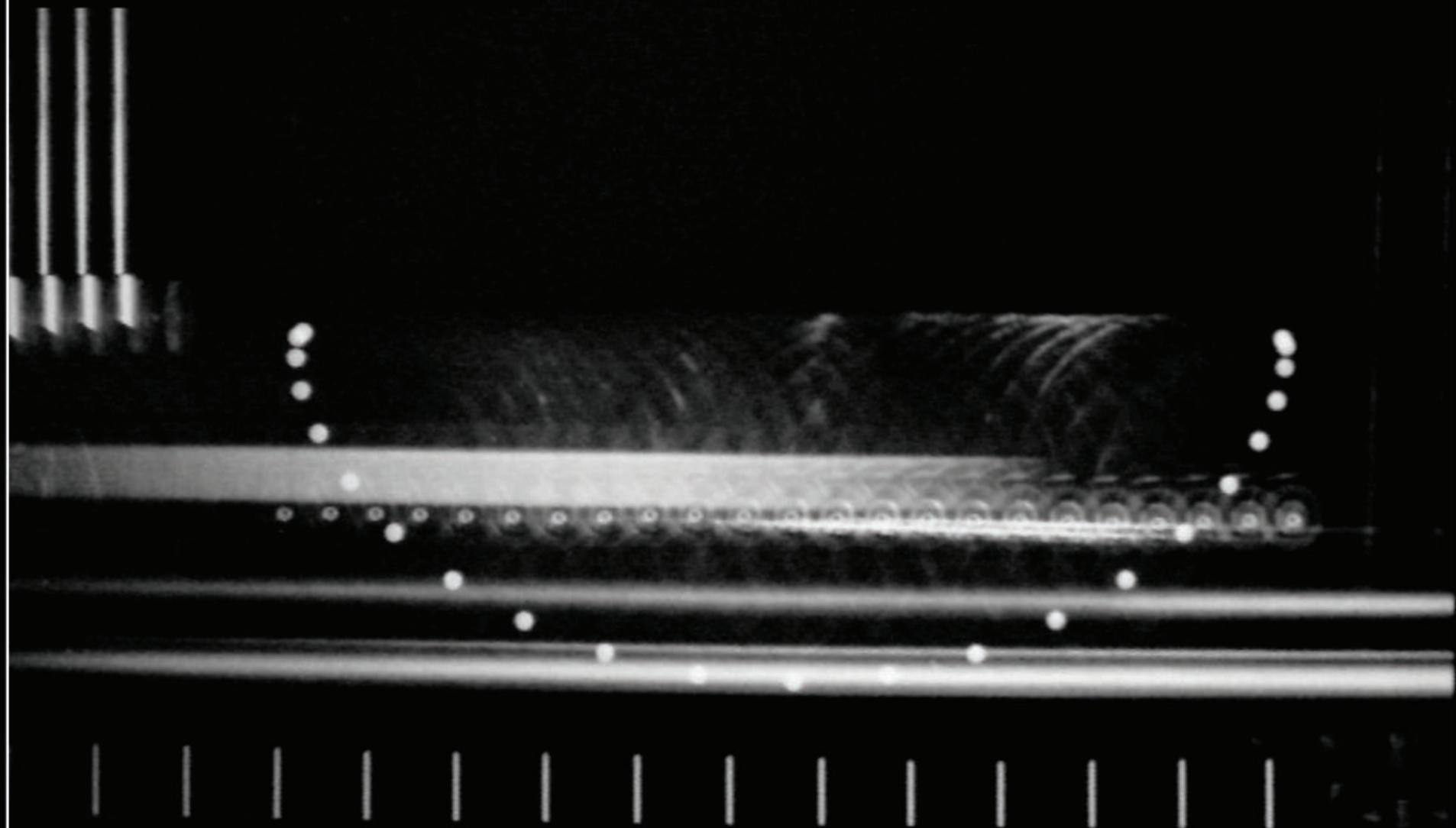
Pe obada roții căruciorului ce se mișcă cu **viteza** v spre dreapta, se află o pată albă. Un observator deplasându-se solidar cu căruciorul vede o asemenea traiectorie.

## Realitățitatea traectoriei



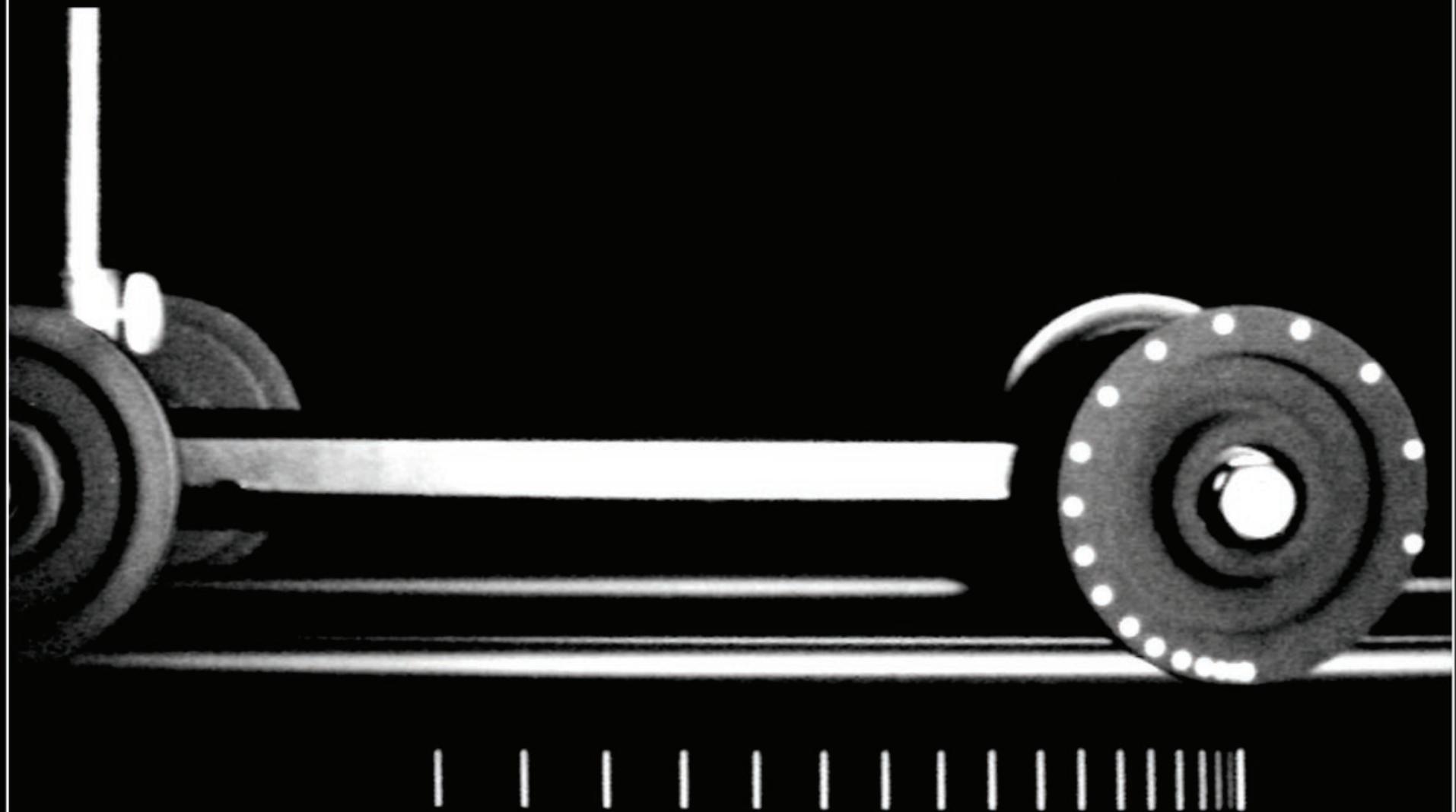
Pe obada roții căruciorului ce se mișcă cu **viteza v spre dreapta**, se află o pată albă. Un observator în repaus vede o asemenea traекторie (cicloida).

## Realitățitatea traectoriei



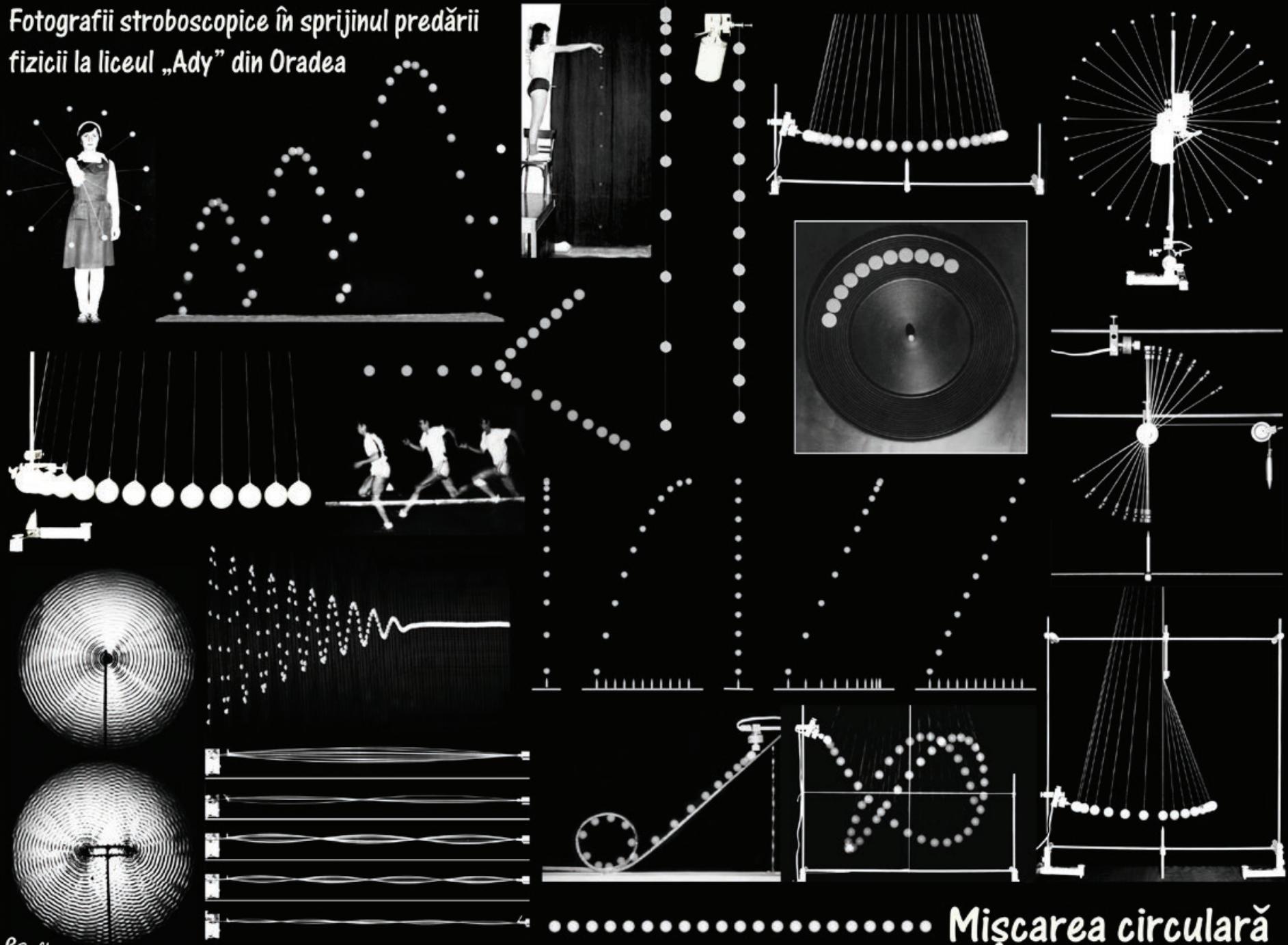
Pe obada roții căruciorului ce se mișcă cu viteza  $v$  spre dreapta, se află o pată albă. Un observator deplasându-se cu viteza  $2v$  vede o asemenea traectorie.

## Realitățitatea traectoriei



Pe obada roții căruciorului ce se mișcă accelerat spre dreapta, se află o pată albă. Un observator deplasându-se solidar cu căruciorul vede o asemenea traectorie

Fotografii stroboscopice în sprijinul predării  
fizicii la liceul „Ady” din Oradea



Mișcarea circulară

Mișcare circulară uniformă



Mișcare circulară uniformă



Pe platoul unui pick-up am pus o aspirină. Fotografierea stroboscopică este declanșată de o barieră de lumină ( $n = 45$  RPM; 11 flășuri;  $\Delta t = 100$  ms)

Mișcare circulară accelerată



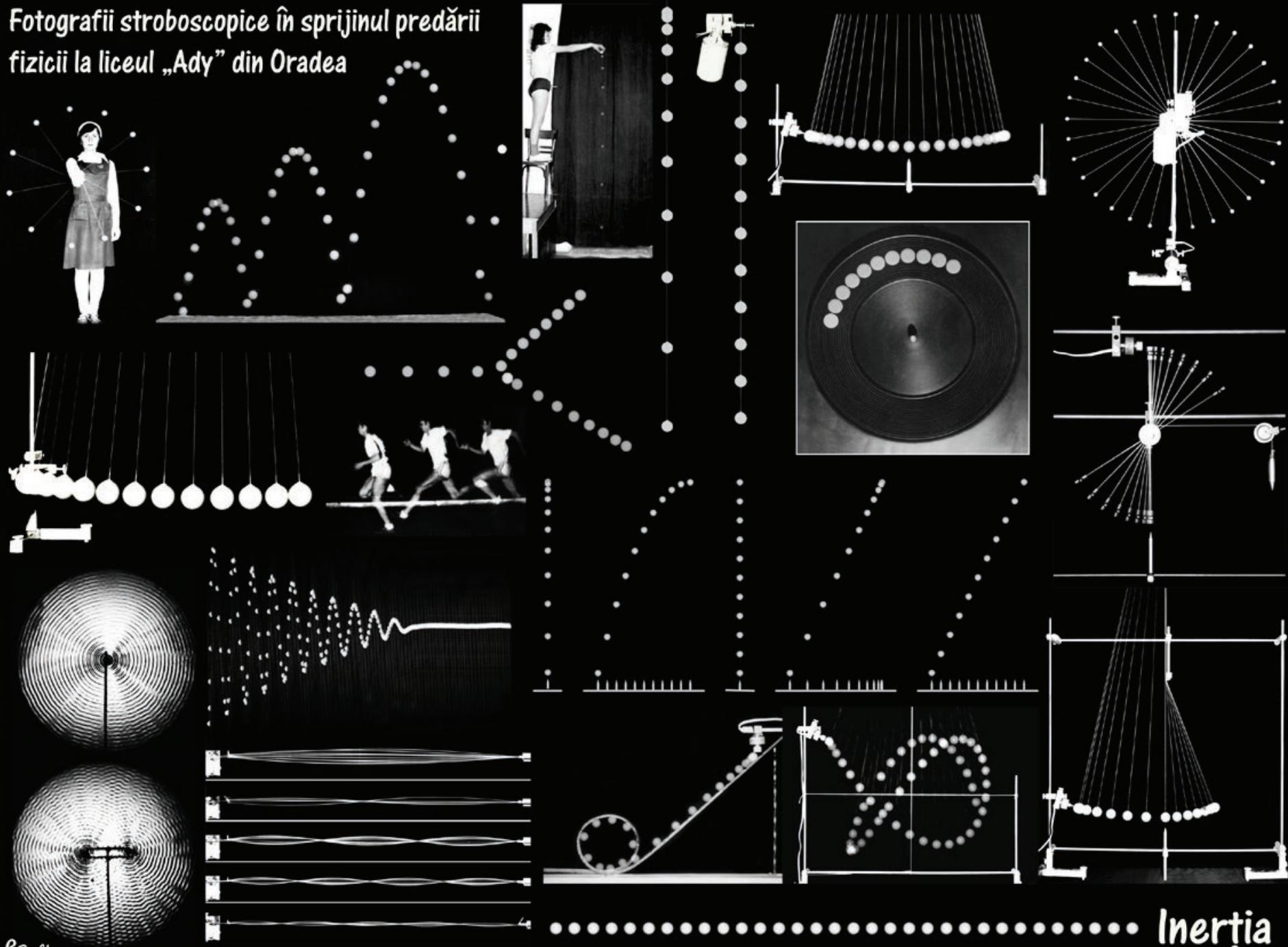
Bsoft  
electronics

Pe platoul unui pick-up am pus o aspirină, apoi am pornit pick-upul. Fotografierea stroboscopică este declanșată de o barieră de lumină ( $n_{Max} = 45$  RPM; 10 flășuri;  $\Delta t = 200$  ms).

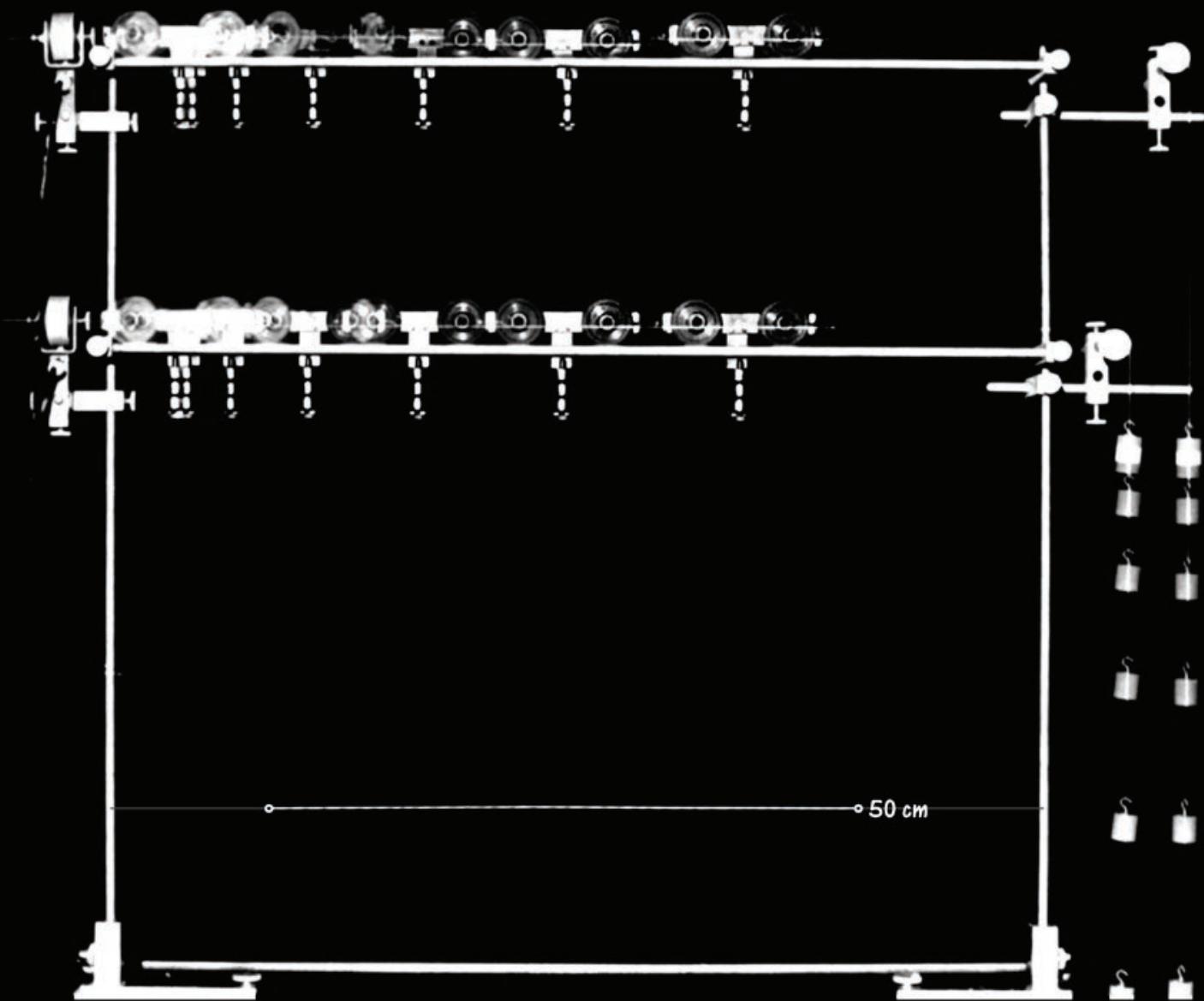
## Viteza periferică - viteza unghiulară



Fotografii stroboscopice în sprijinul predării  
fizicii la liceul „Ady” din Oradea

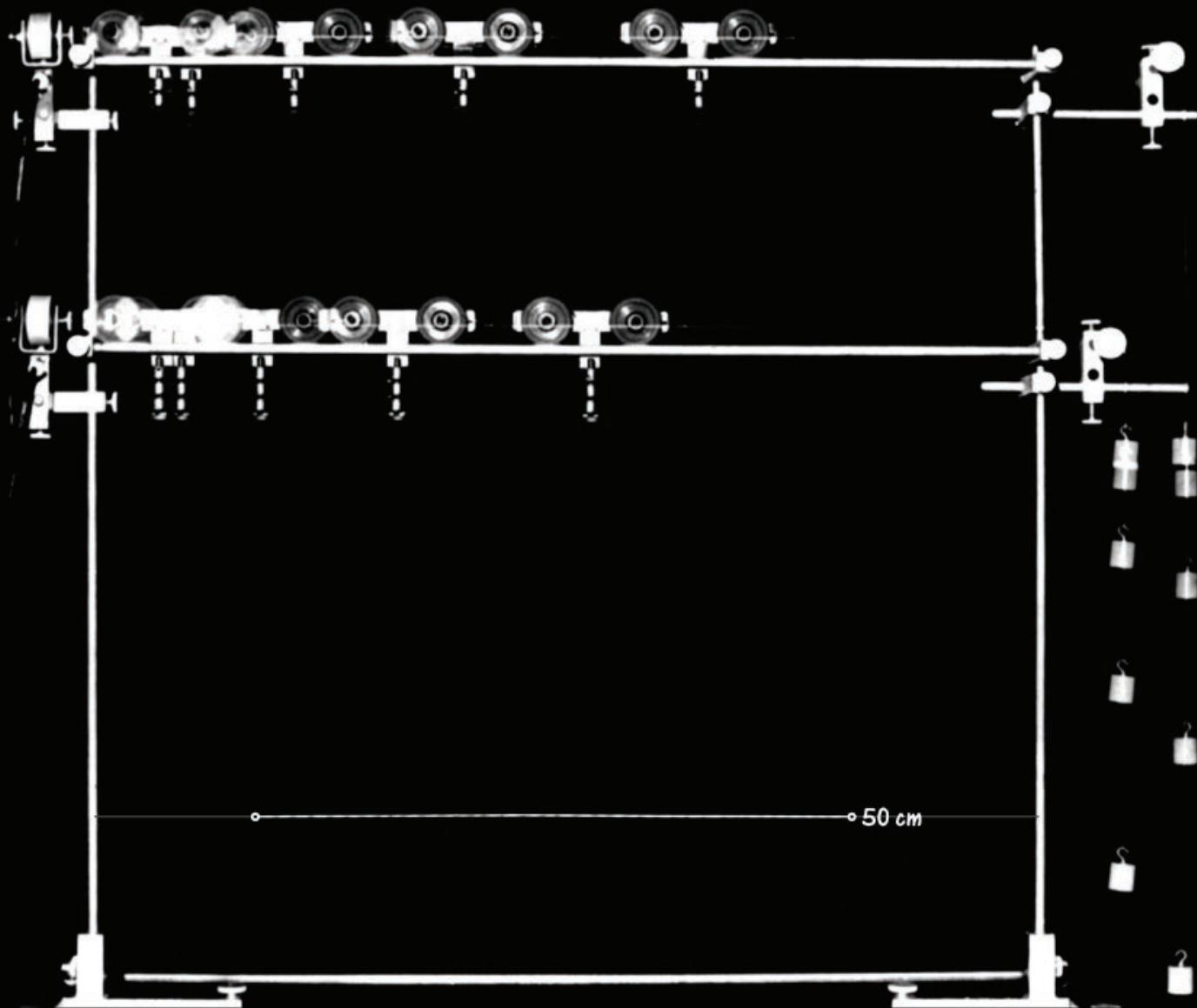


## Inerția corpului



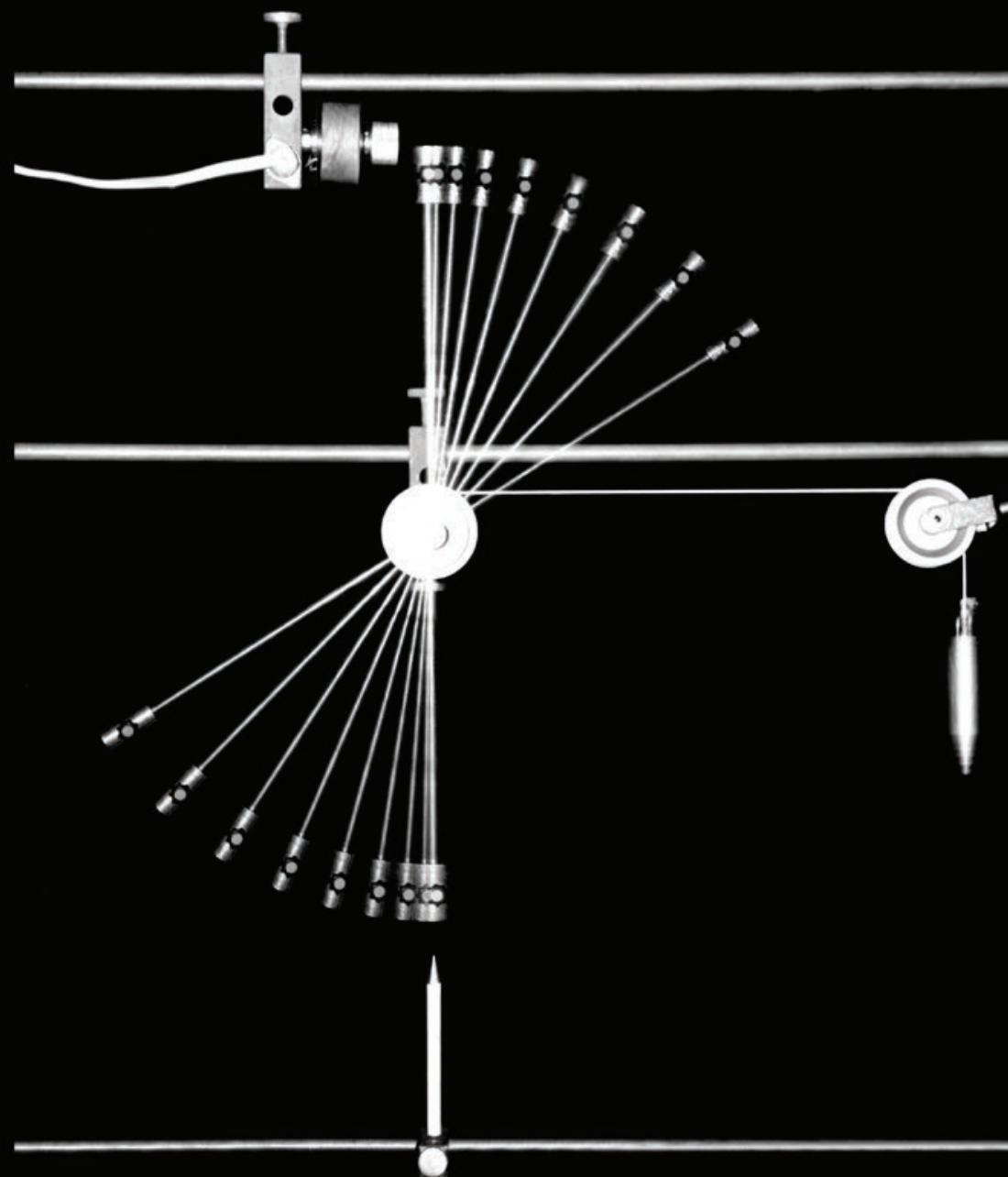
Sub acțiunea unor forțe egale în modul, corpurile având mase egale se mișcă cu accelerării egale

## Inerția corpului



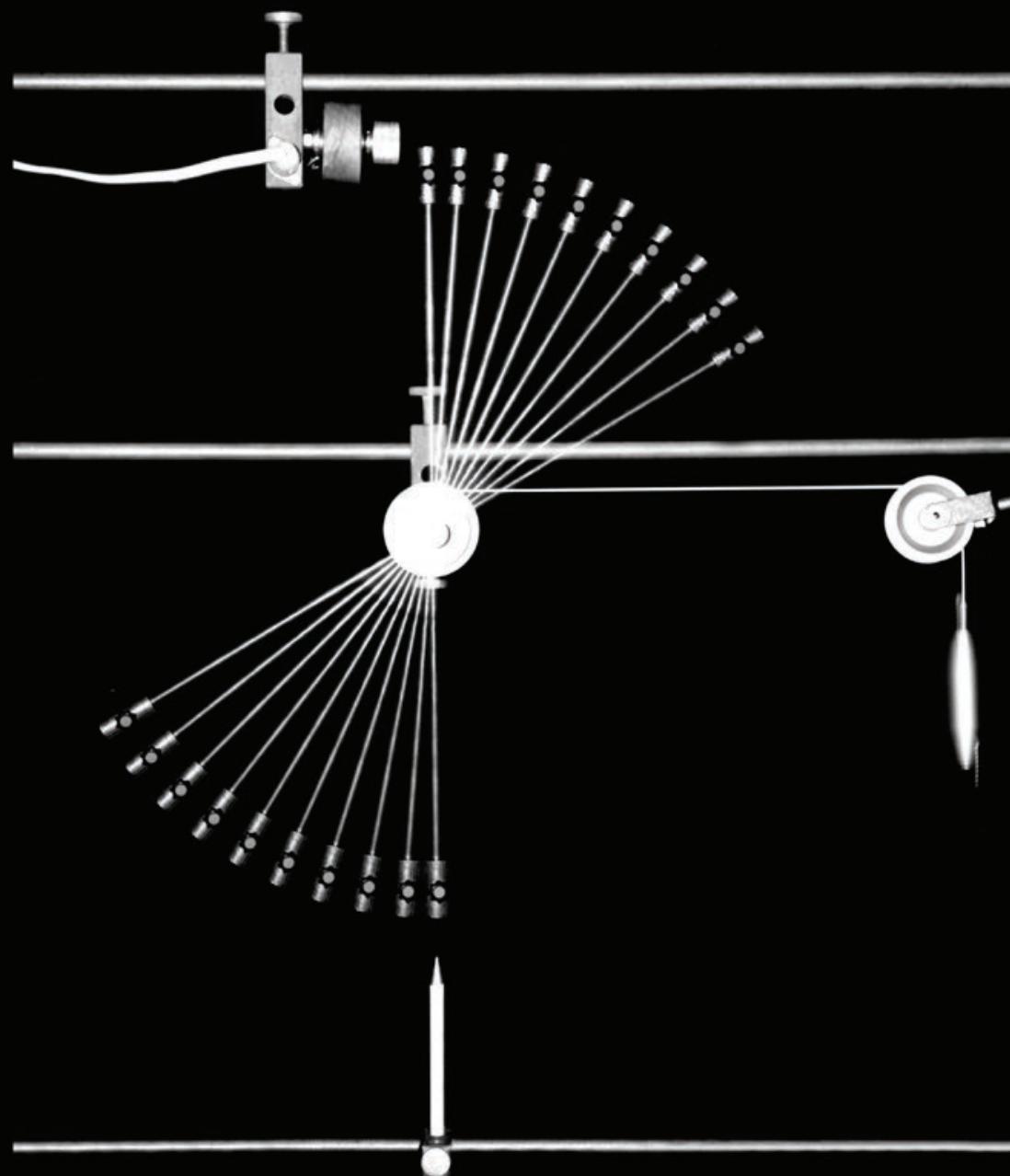
Sub acțiunea unor forțe egale în modul, corpurile cu mase diferite se mișcă cu accelerării diferite

## Inerția corpului rigid



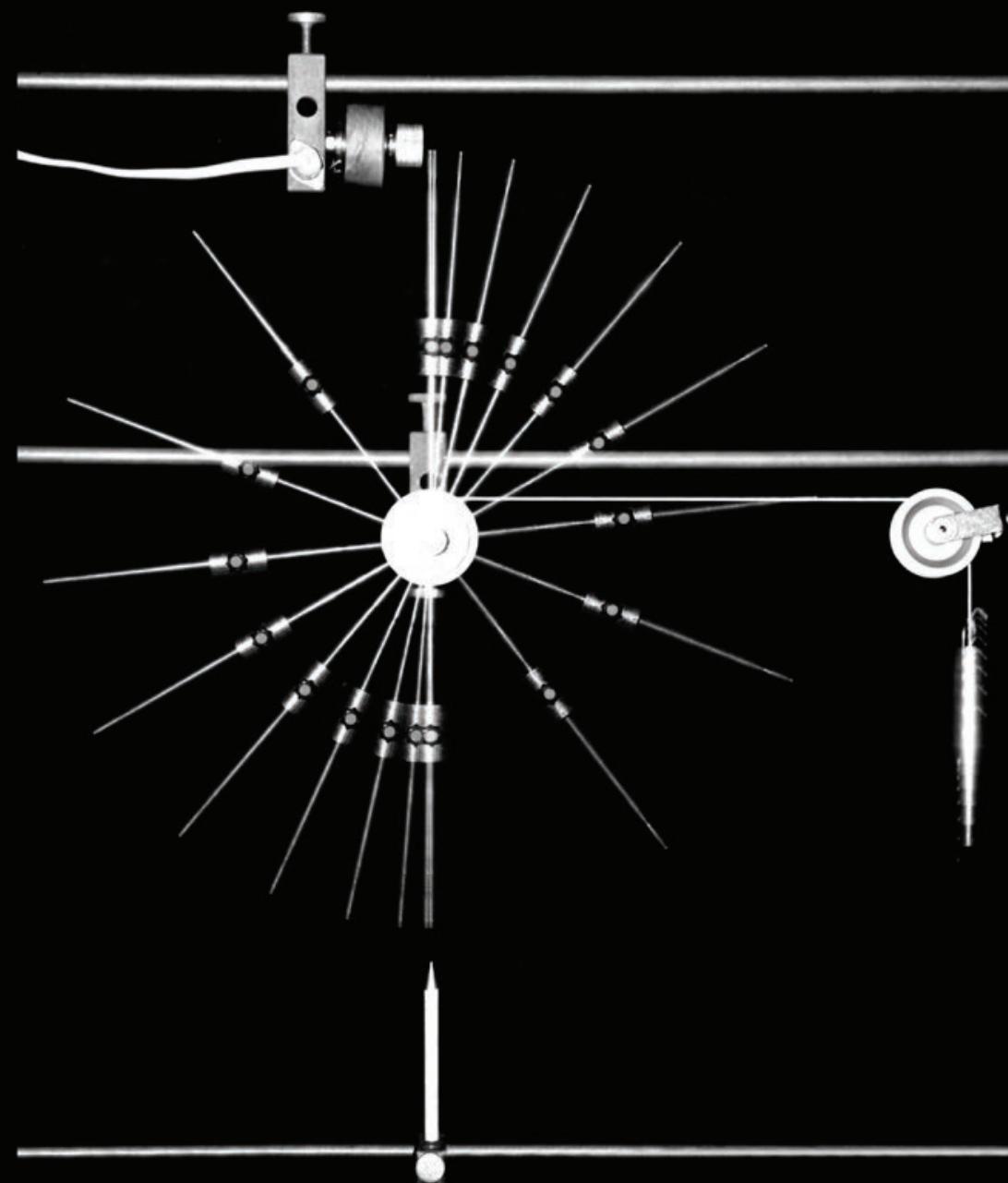
Corp rigid cu moment de inerție mare - accelerarea unghiulară mică (fotografie la intervale egale de timp)

## Inerția corpului rigid



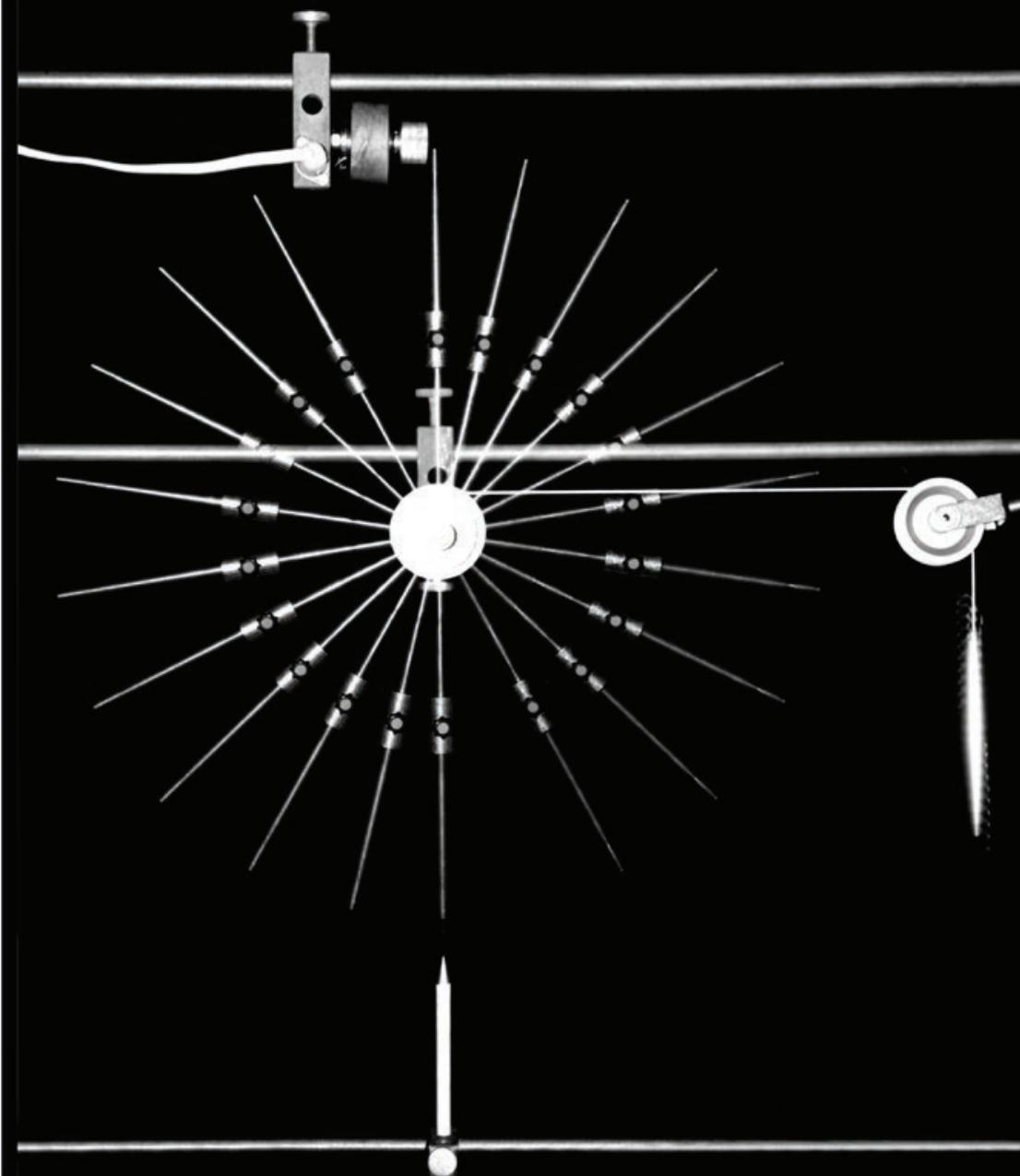
Corp rigid cu moment de inerție mare - accelerarea unghiulară mică (fotografie realizată la intervale egale de spațiu)

## Inerția corpului rigid



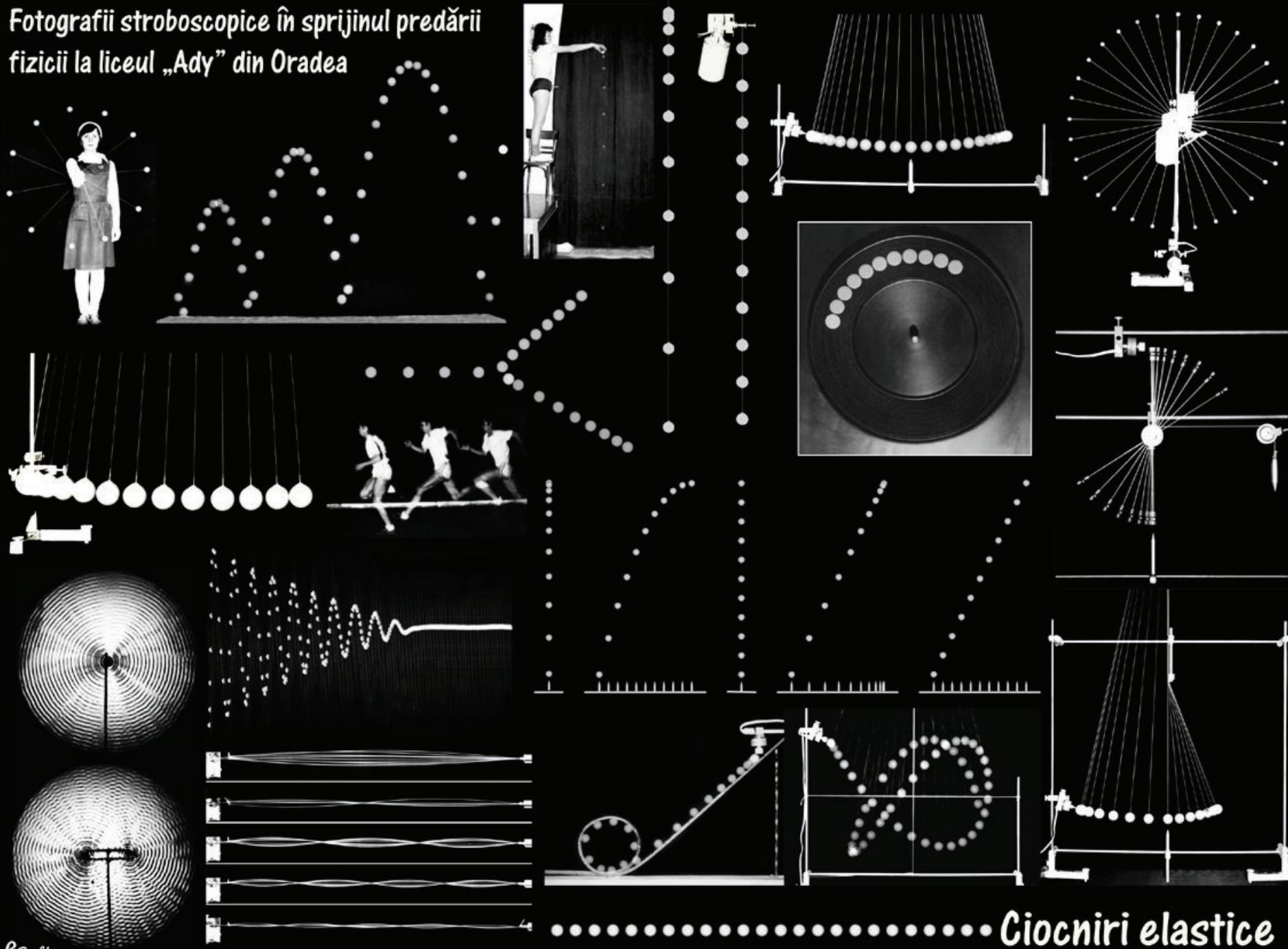
Corp rigid cu moment de inerție mic - accelerarea unghiulară mare (fotografie realizată la intervale egale de timp)

## Inerția corpului rigid



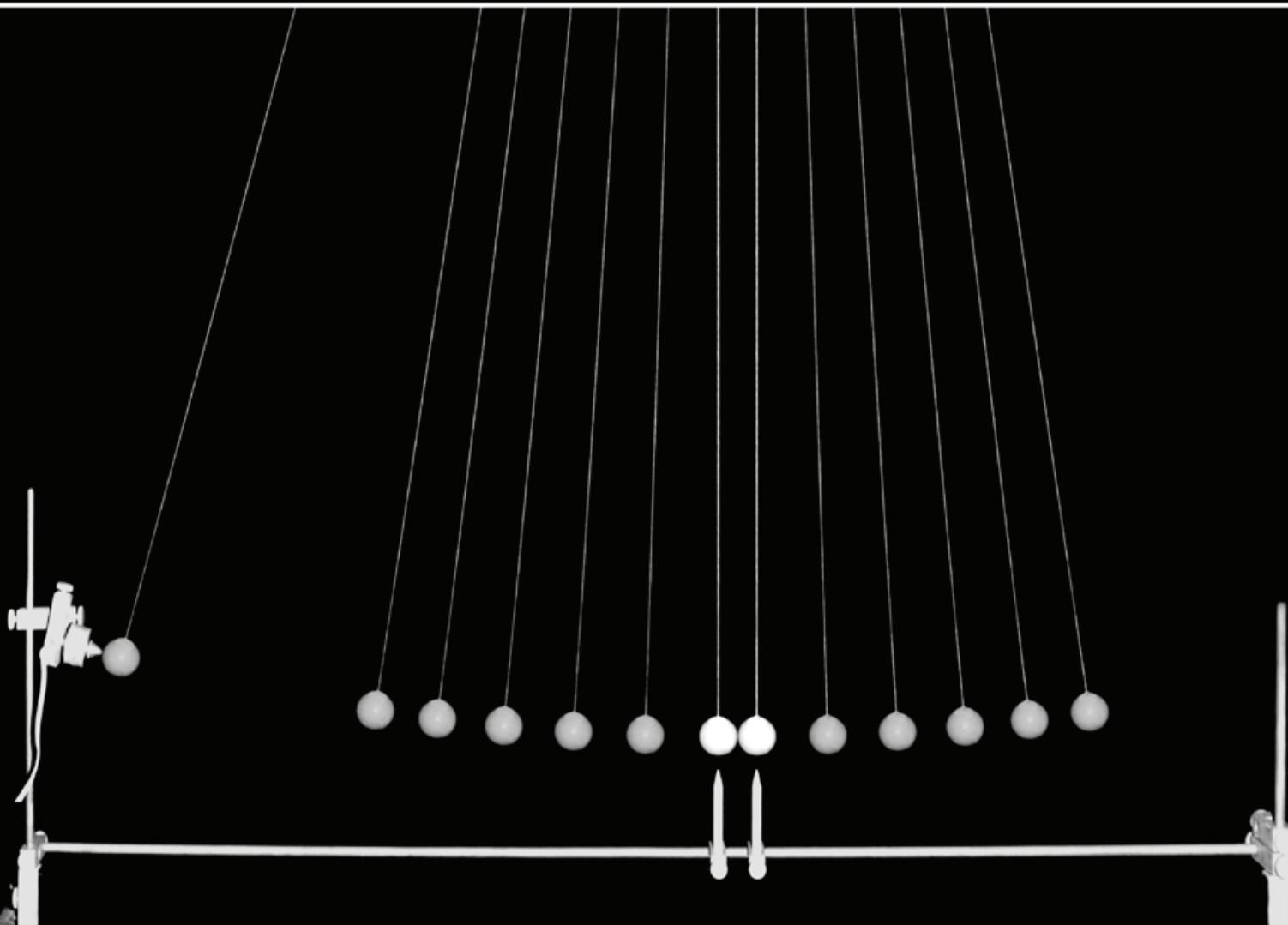
Corp rigid cu moment de inerție mic - accelerăția unghiulară mare (fotografie la intervale egale de spațiu)

Fotografii stroboscopice în sprijinul predării  
fizicii la liceul „Ady” din Oradea



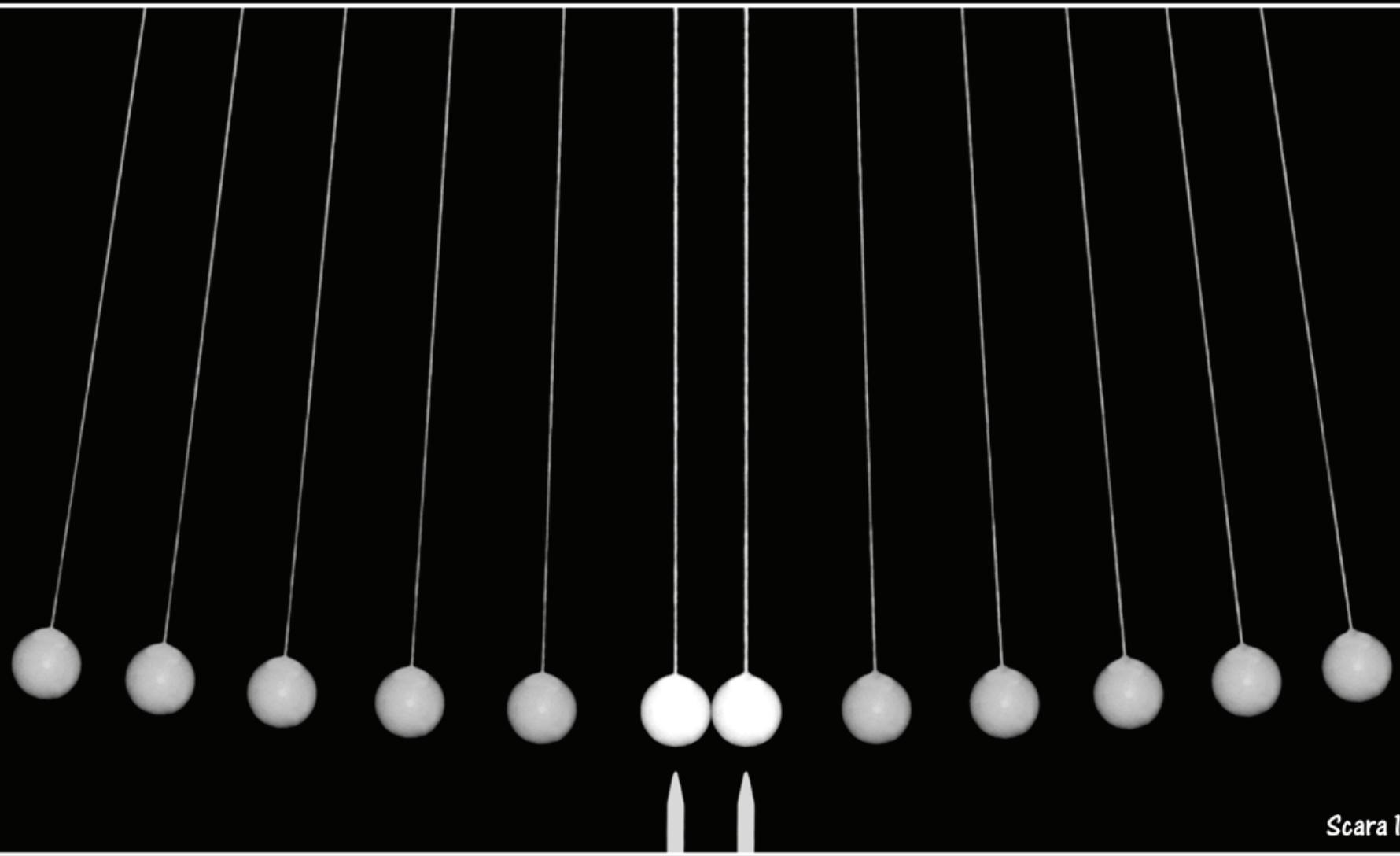
Ciocniri elastice

## Ciocnire elastică



Pendulul sosit dinspre stânga ciocnește central pendulul în repaus și se oprește. Celălalt trece mai departe cu un impuls puțin micșorat (12 flășuri,  $\Delta t = 481 \text{ ms} + 10 \times 60 \text{ ms}$ ).

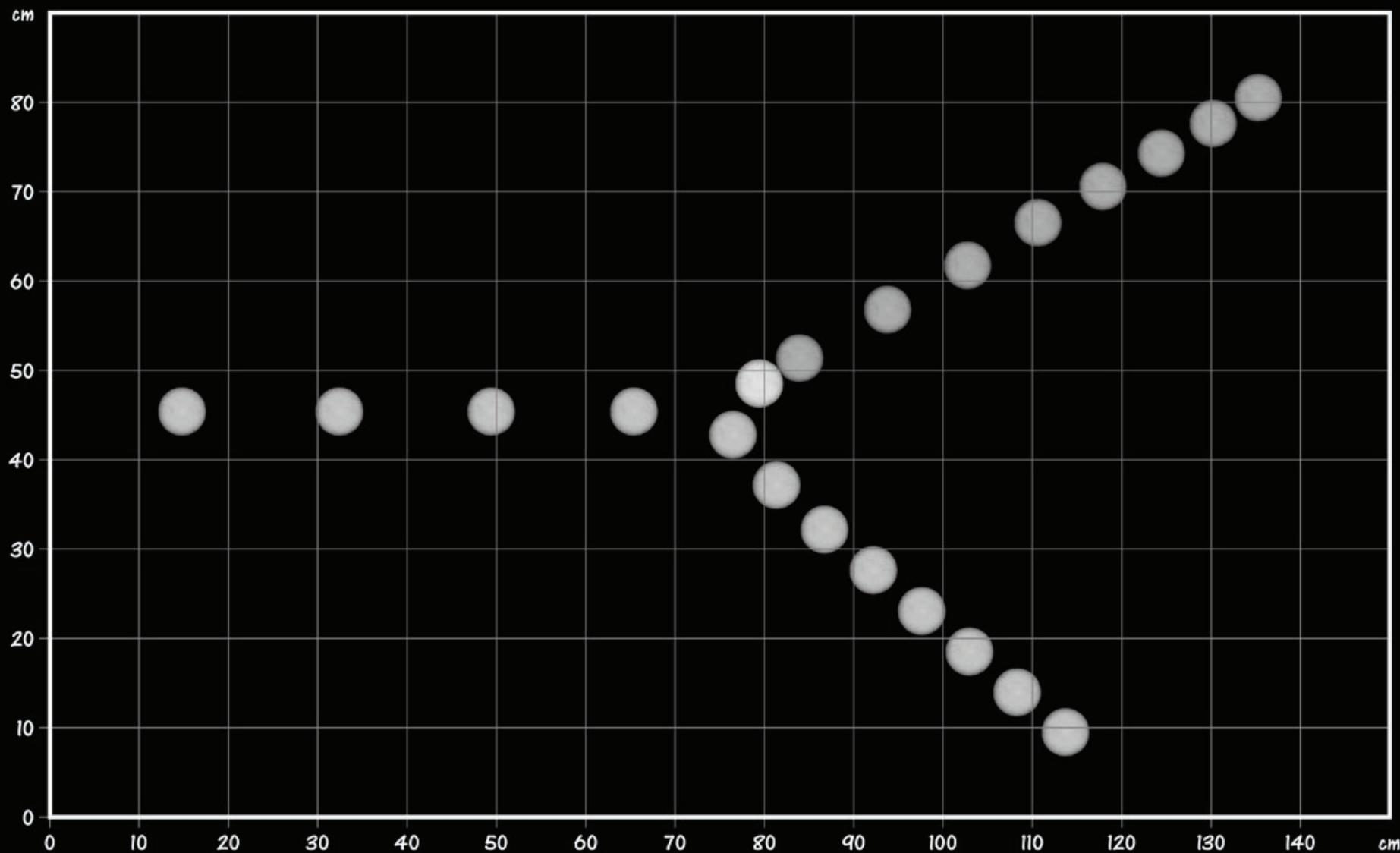
## Ciocnire elastică (fragment)



Scara 1:2

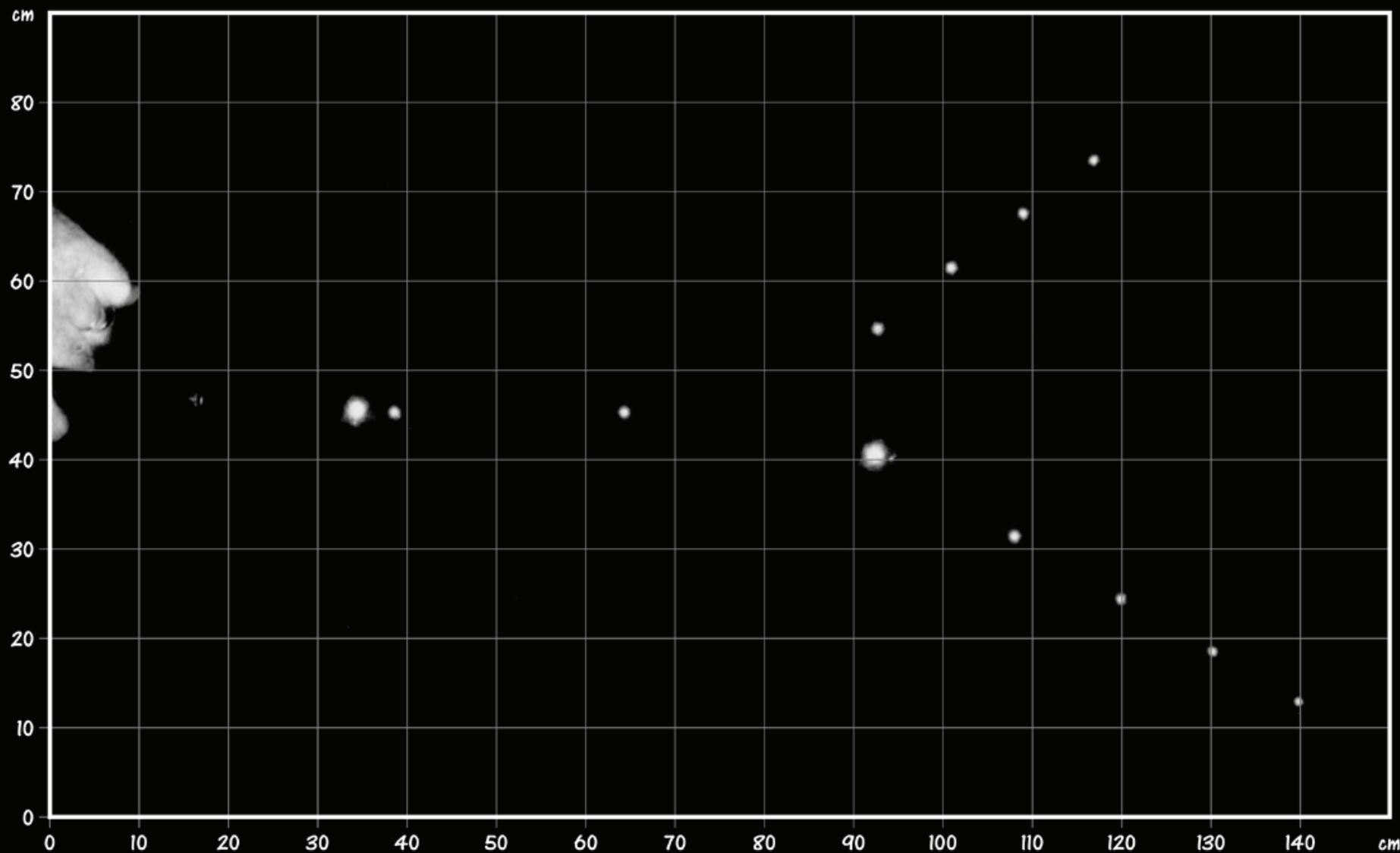
Pendulul sosit dinspre stânga ciocnește central pendulul în repaus și se oprește. Celălalt trece mai departe cu un impuls puțin micșorat (11 flășuri,  $\Delta t = 60$  ms).

## Ciocnire elastică



Bila de fildeș sosită din stânga se ciocnește necentrat cu cealaltă bilă aflată în repaus. Nu am reușit să prind momentul ciocnirii (12 flășuri,  $\Delta t = 75$  ms).

## Ciocnire elastică



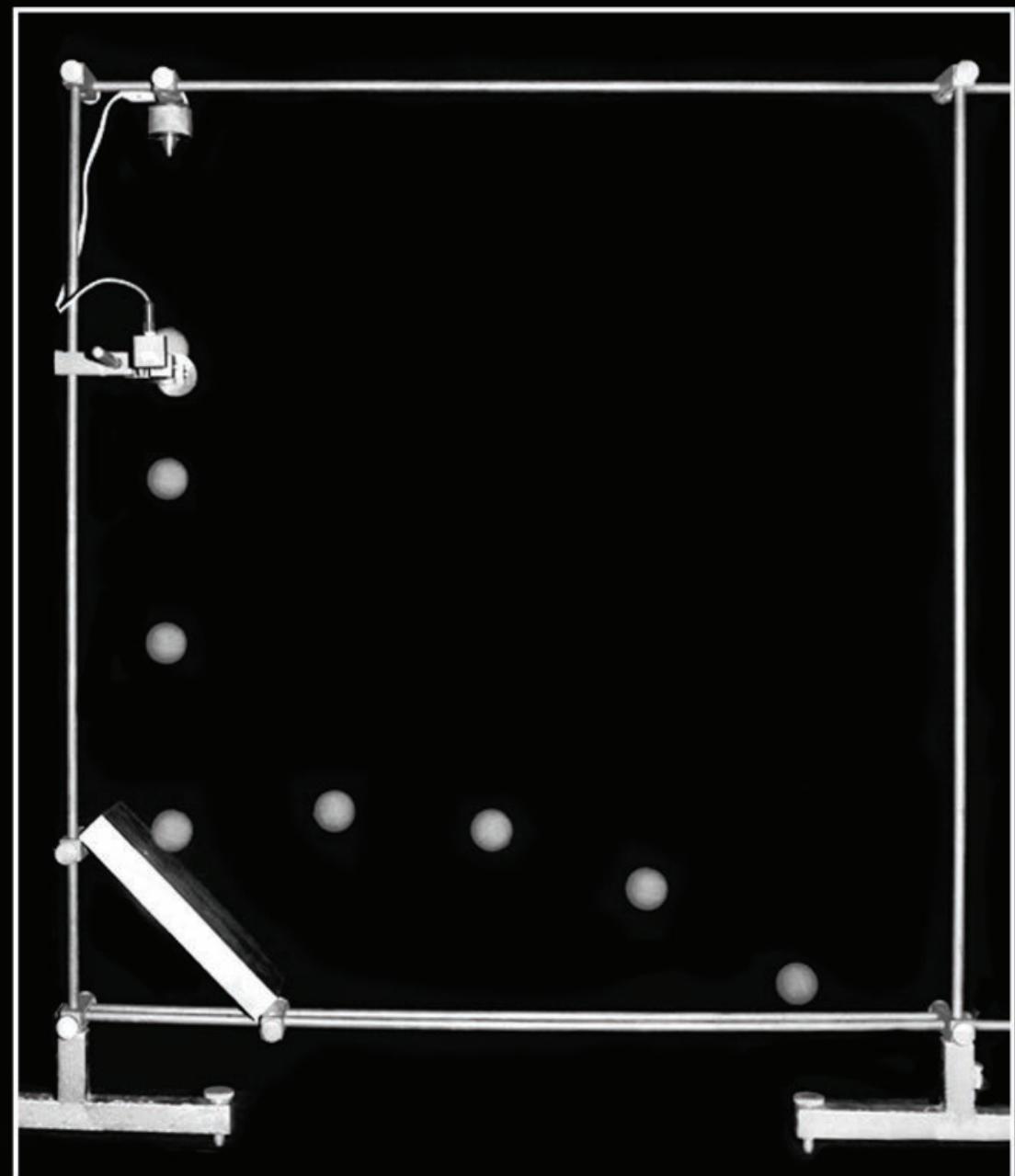
Bila de oțel sosită din stânga se ciocnește necentrat cu cealaltă bilă de oțel aflată în repaus. Numai partea superioară a bilelor reflectă lumina ( $\Delta t = 100$  ms).

## Ciocnire elastică



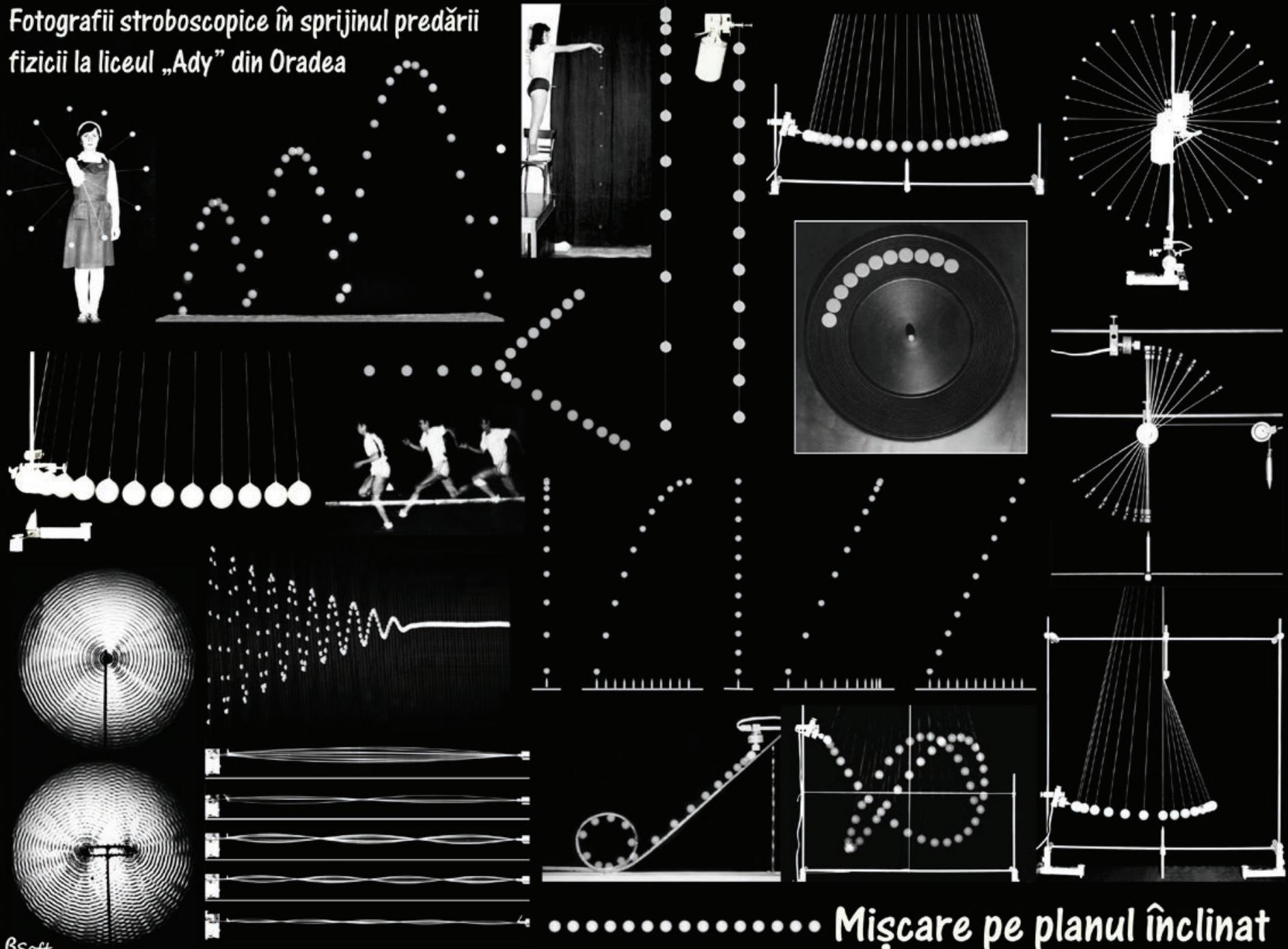
Mingea de ping-pong este observată de bariera de lumină, apoi suferă o ciocnire elastică cu placă oblică din oțel (8 flășuri;  $\Delta t = 50$  ms)

## Ciocnire elastică



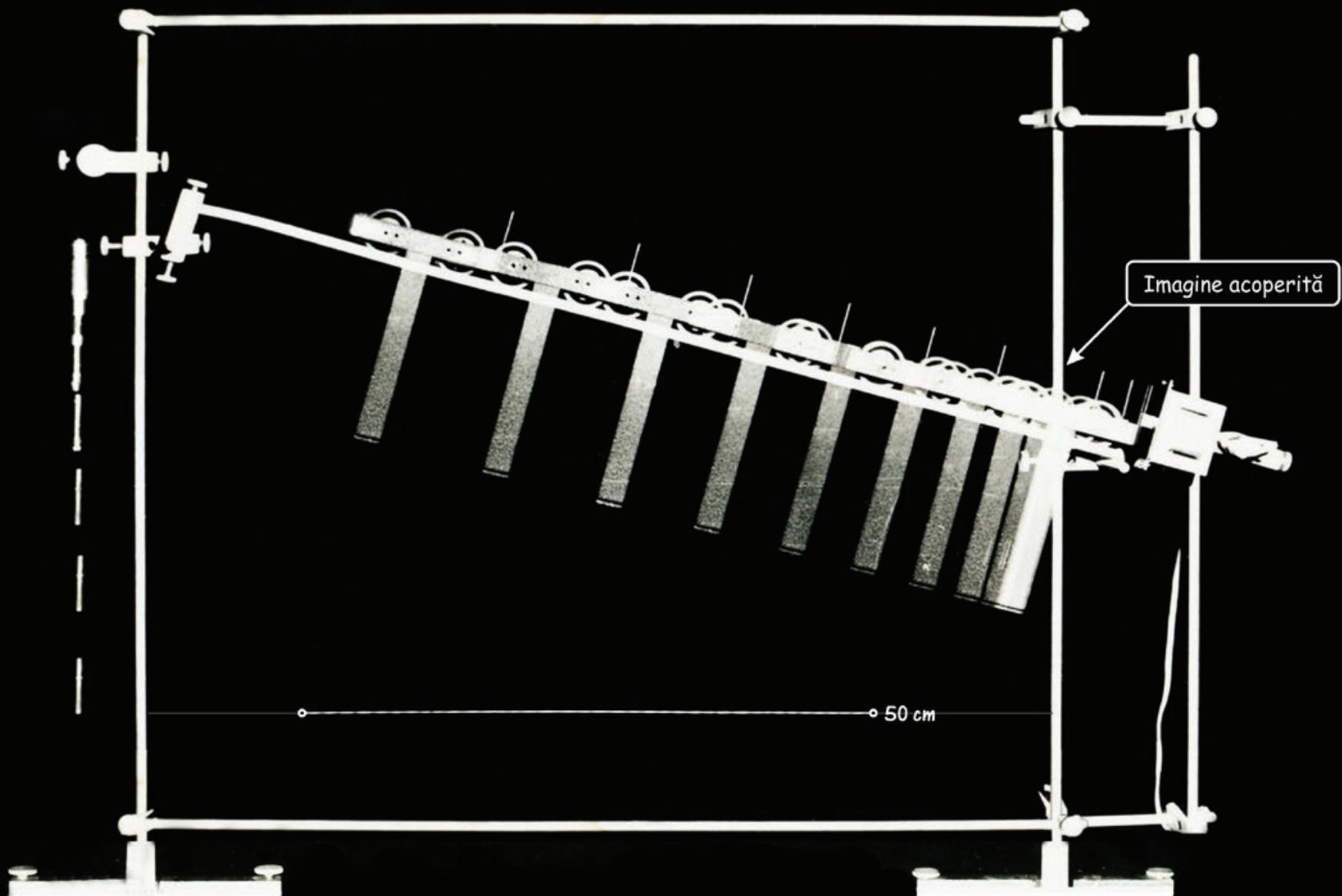
Mingea de ping-pong este observată de bariera de lumină, apoi se ciocnește elastic cu placă oblică din oțel (8 frazuri;  $\Delta t = 50$  ms)

Fotografii stroboscopice în sprijinul predării  
fizicii la liceul „Ady” din Oradea



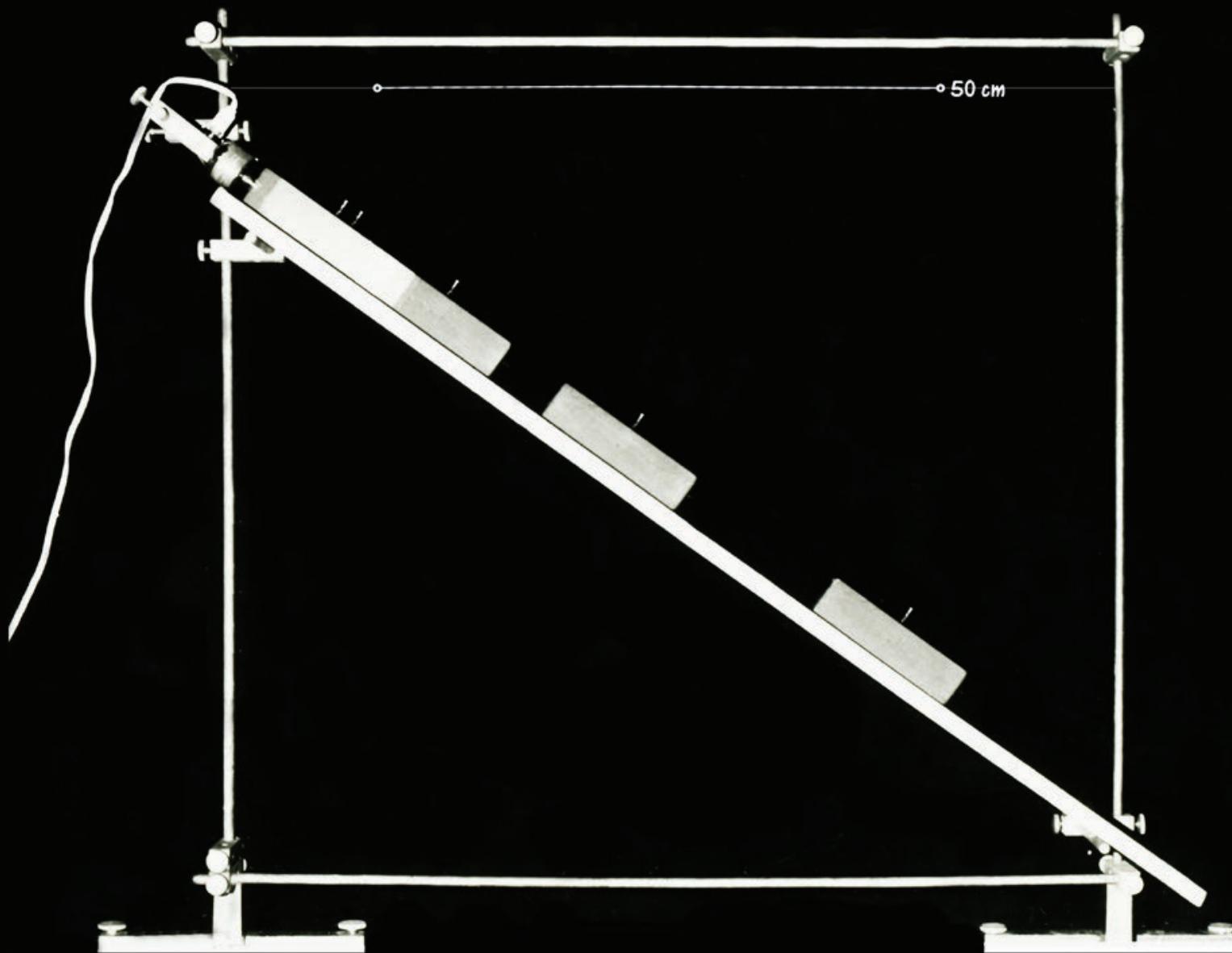
Mișcare pe planul înclinat

## Mișcare pe planul înclinat



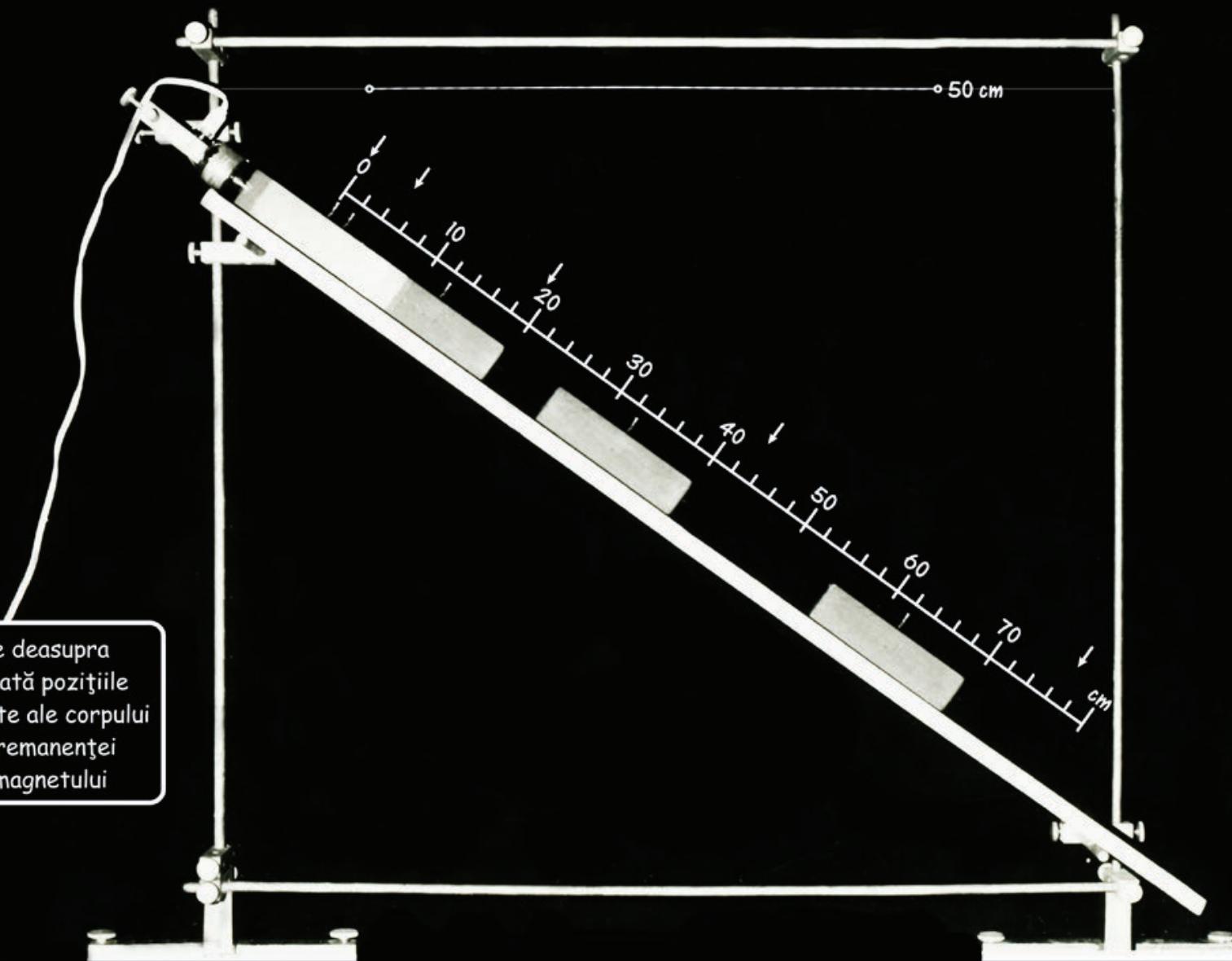
La deconectarea curentului din electromagnet (EM) simultan apare primul flaș, căruciorul ar putea să pornească, dar remanența EM îl întârzie (11 flașuri,  $\Delta t = 100$  ms)

## Mișcare pe planul înclinat



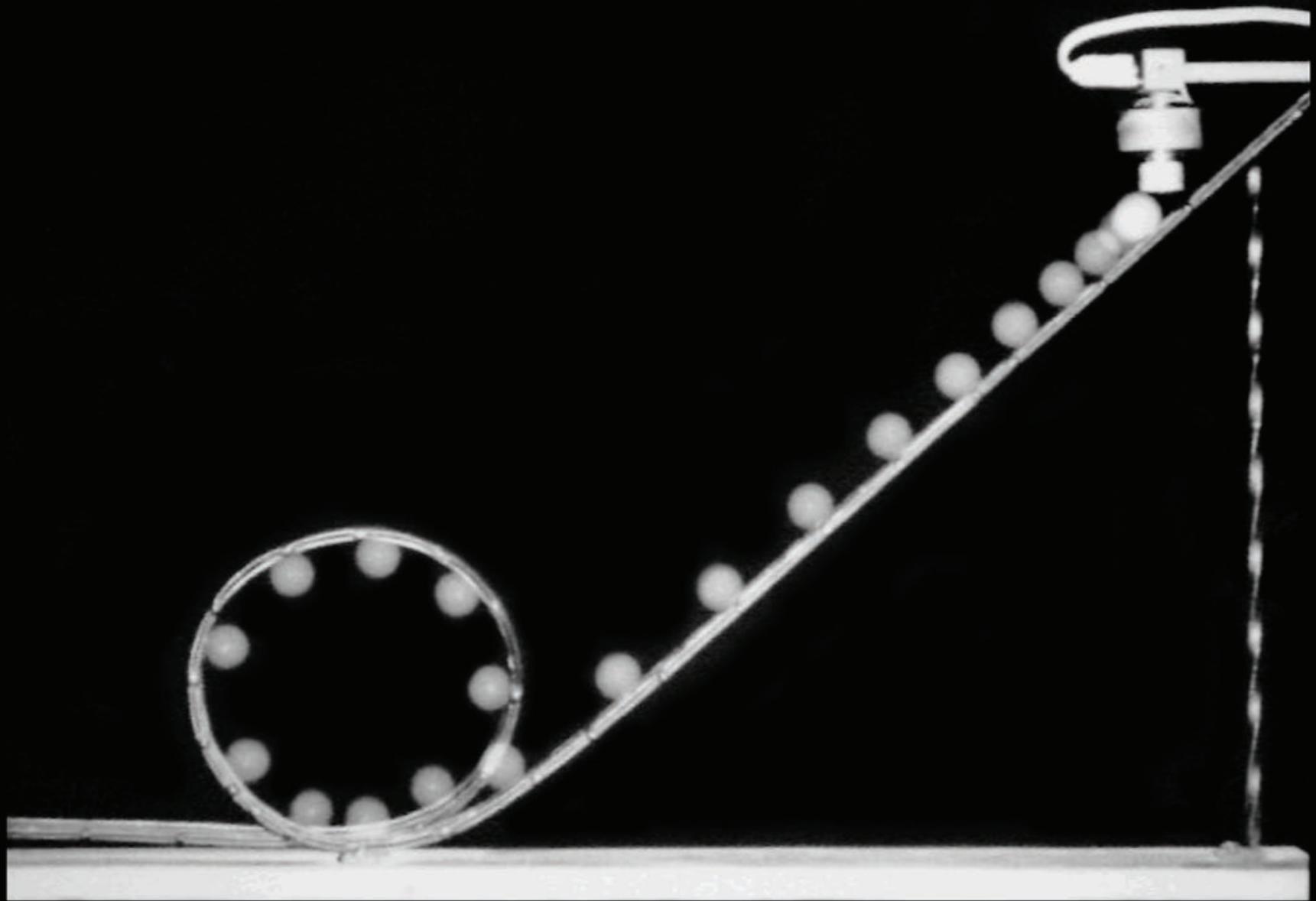
La deconectarea curentului din electromagnet (EM) simultan apare primul flăş, corpul ar putea să pornească, dar remanența EM îl întârzie (5 flăşuri,  $\Delta t = 250$  ms)

## Mișcare pe planul înclinat



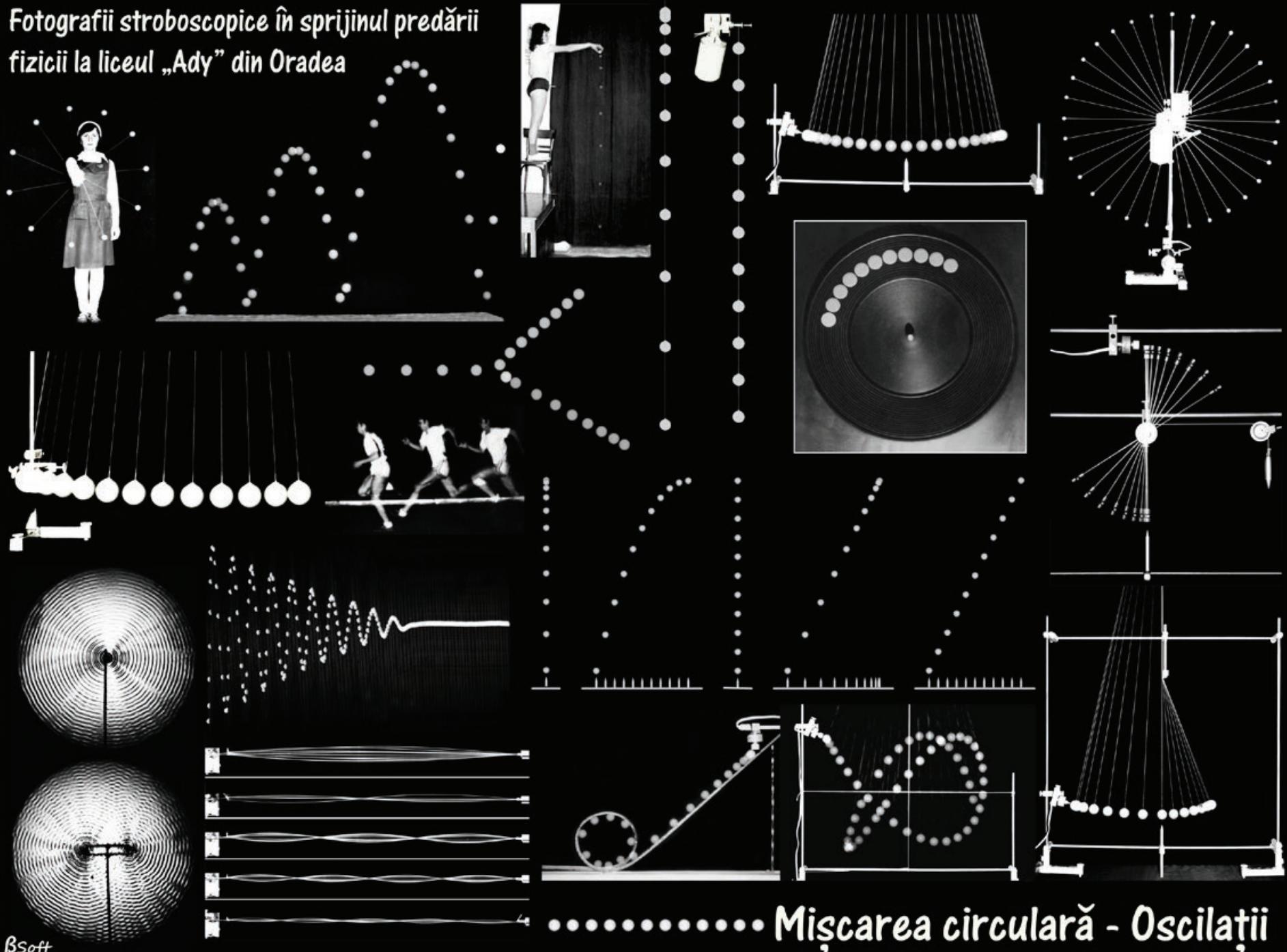
La deconectarea curentului din electromagnet (EM) simultan apare primul flăș, corpul ar putea să pornească, dar remanența EM îl întârzie (5 flășuri,  $\Delta t = 250$  ms)

## Mișcare pe planul înclinat



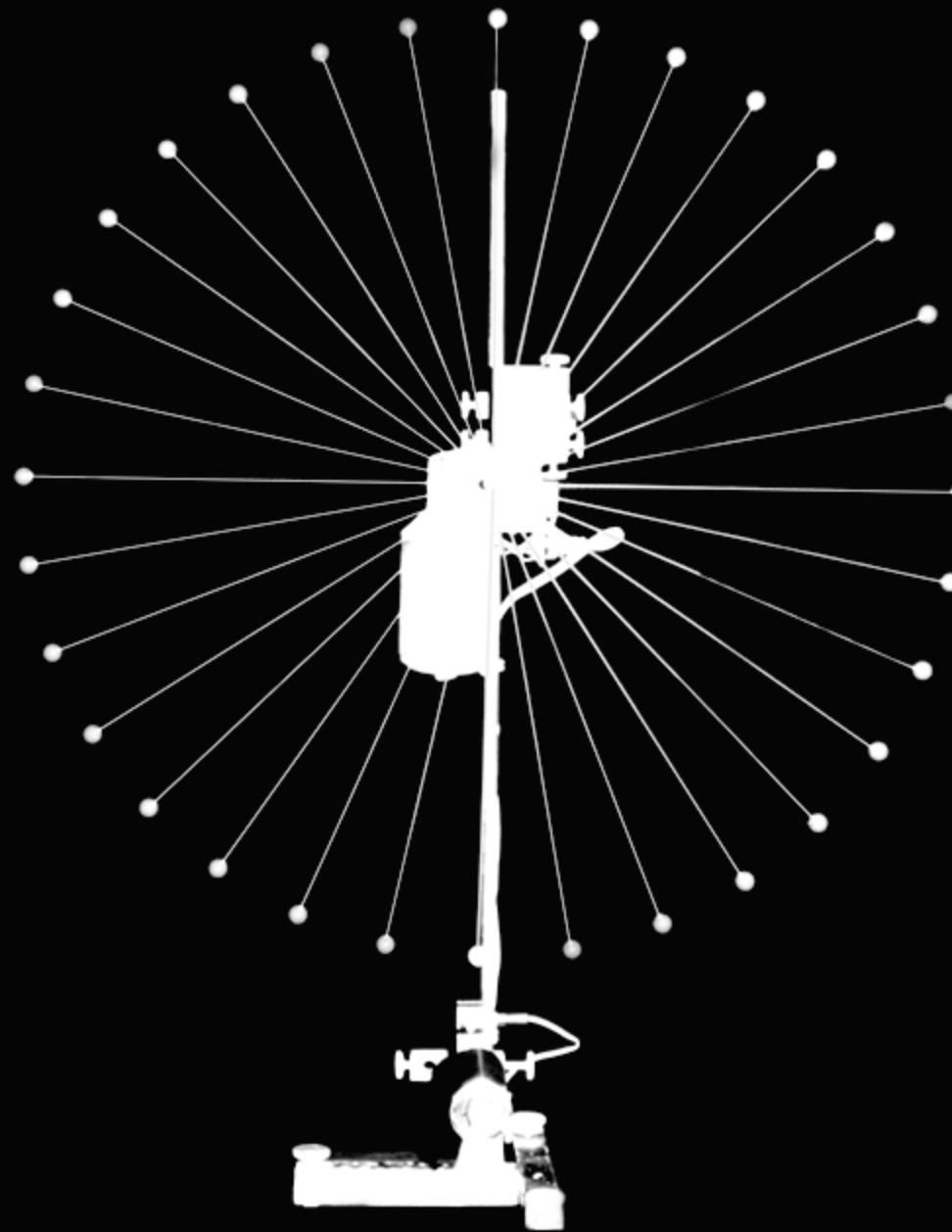
Mișcarea acrobatică „Looping” a mingii de ping-pong (21 flăsuri;  $\Delta t = 50$  ms)

Fotografii stroboscopice în sprijinul predării  
fizicii la liceul „Ady” din Oradea



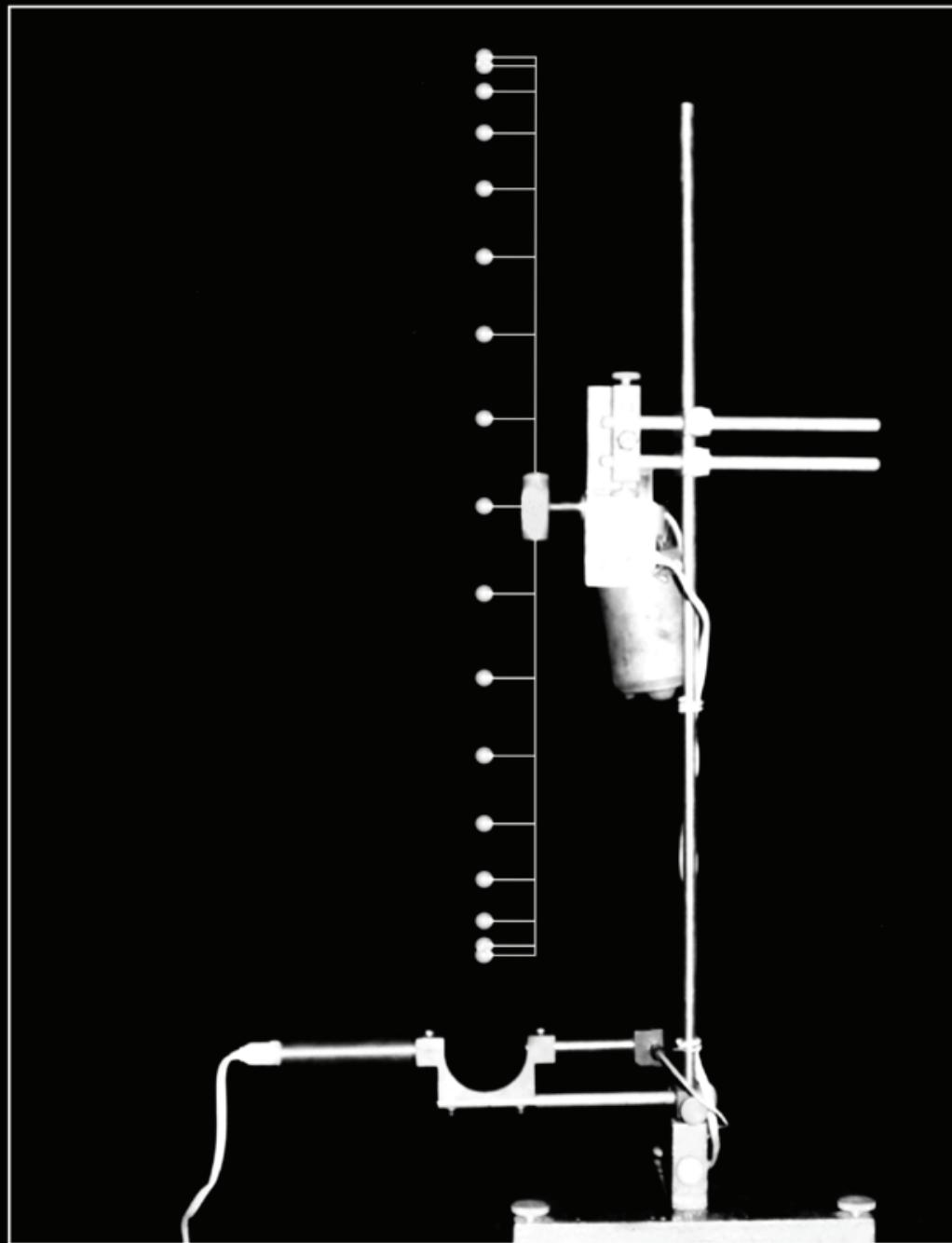
..... Misarea circulară - Oscilații,

## A körmozgás és a rezgőmozgás kapcsolata



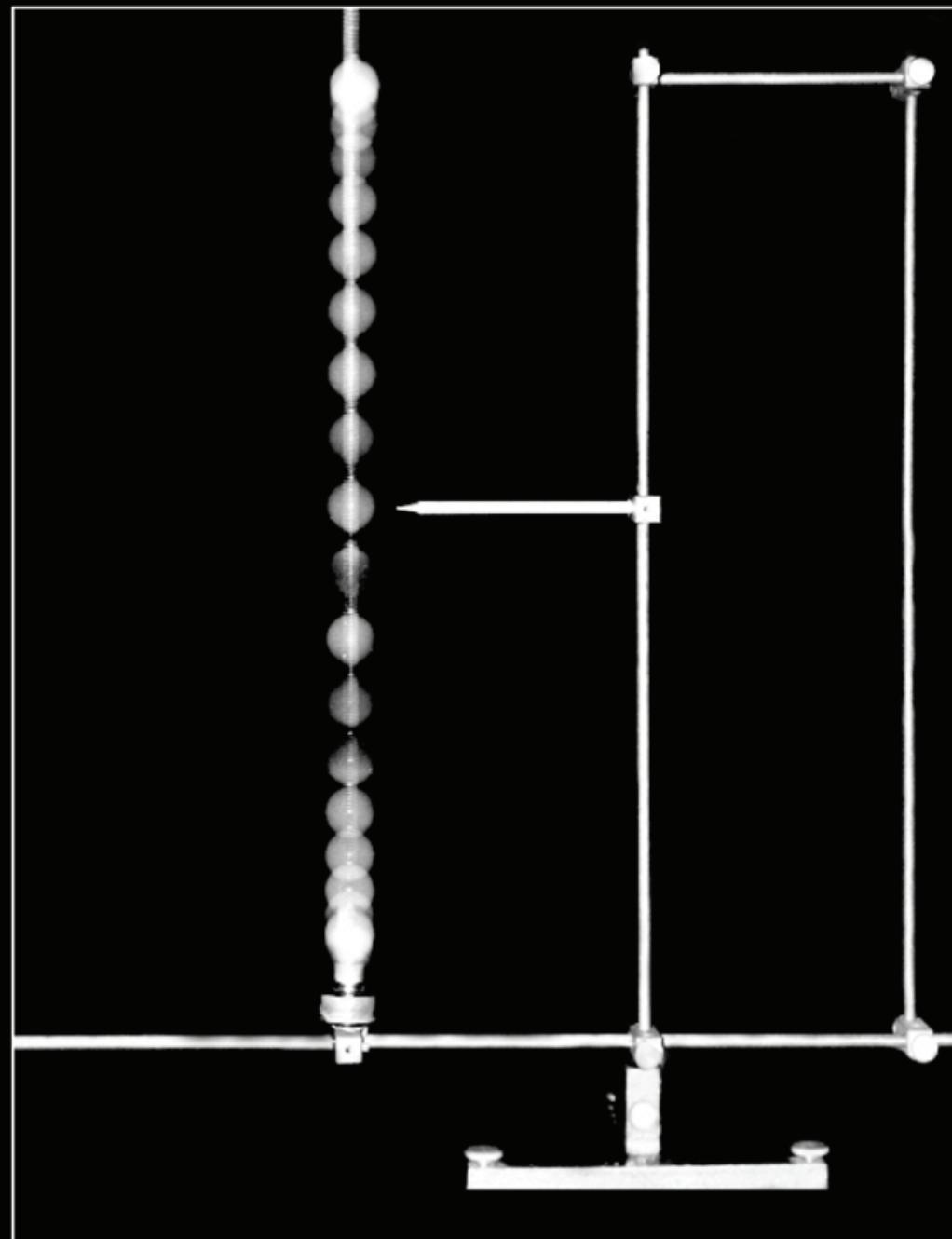
Egy golyó körmozgása a körmozgás tengelye irányából nézve

## Legătura dintre mișcarea circulară și mișcarea oscilatorie



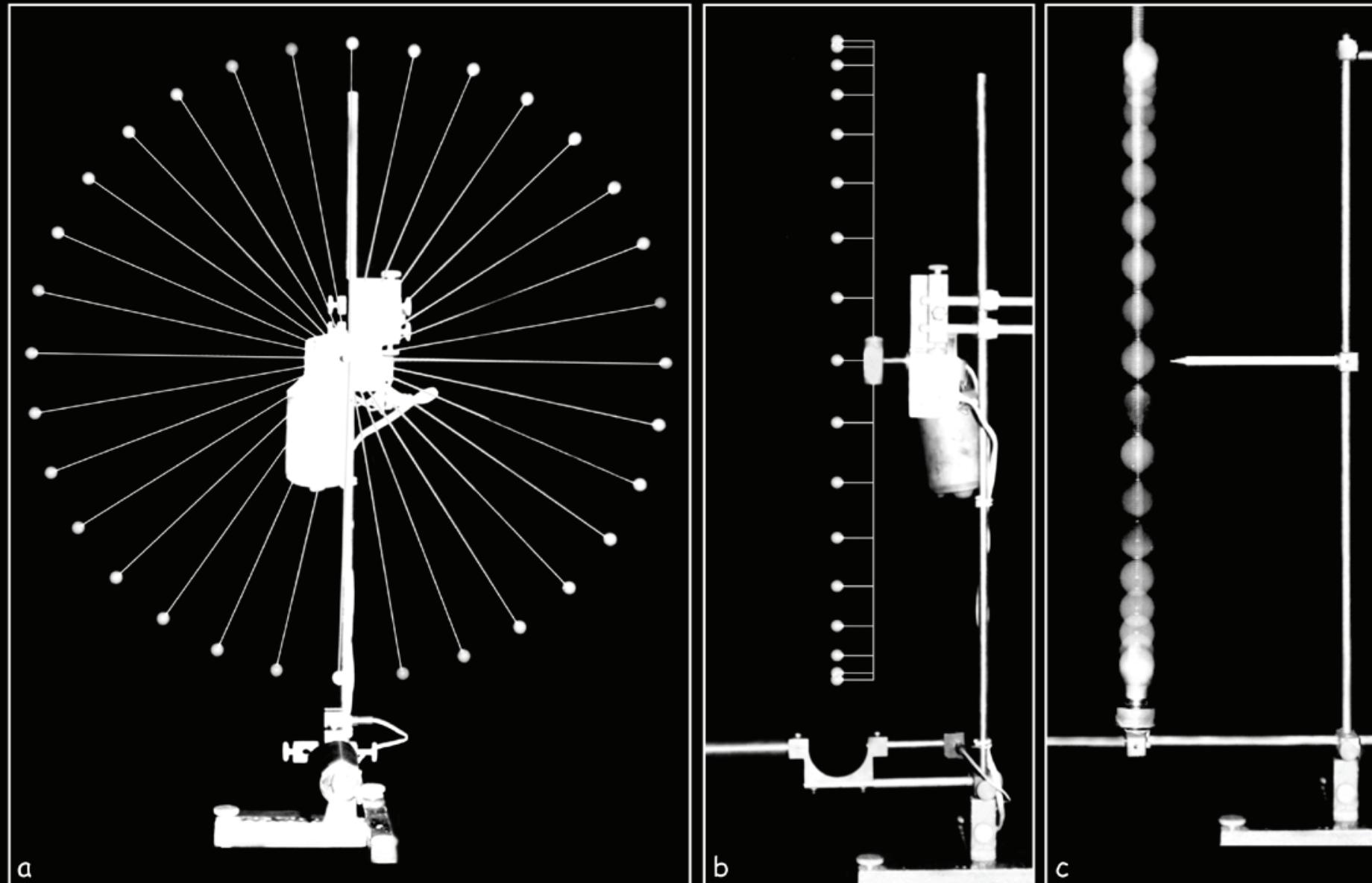
Mișcarea circulară privită din planul de rotație apare ca o mișcare oscilatorie

## Legătura dintre mișcarea circulară și mișcarea oscilatorie



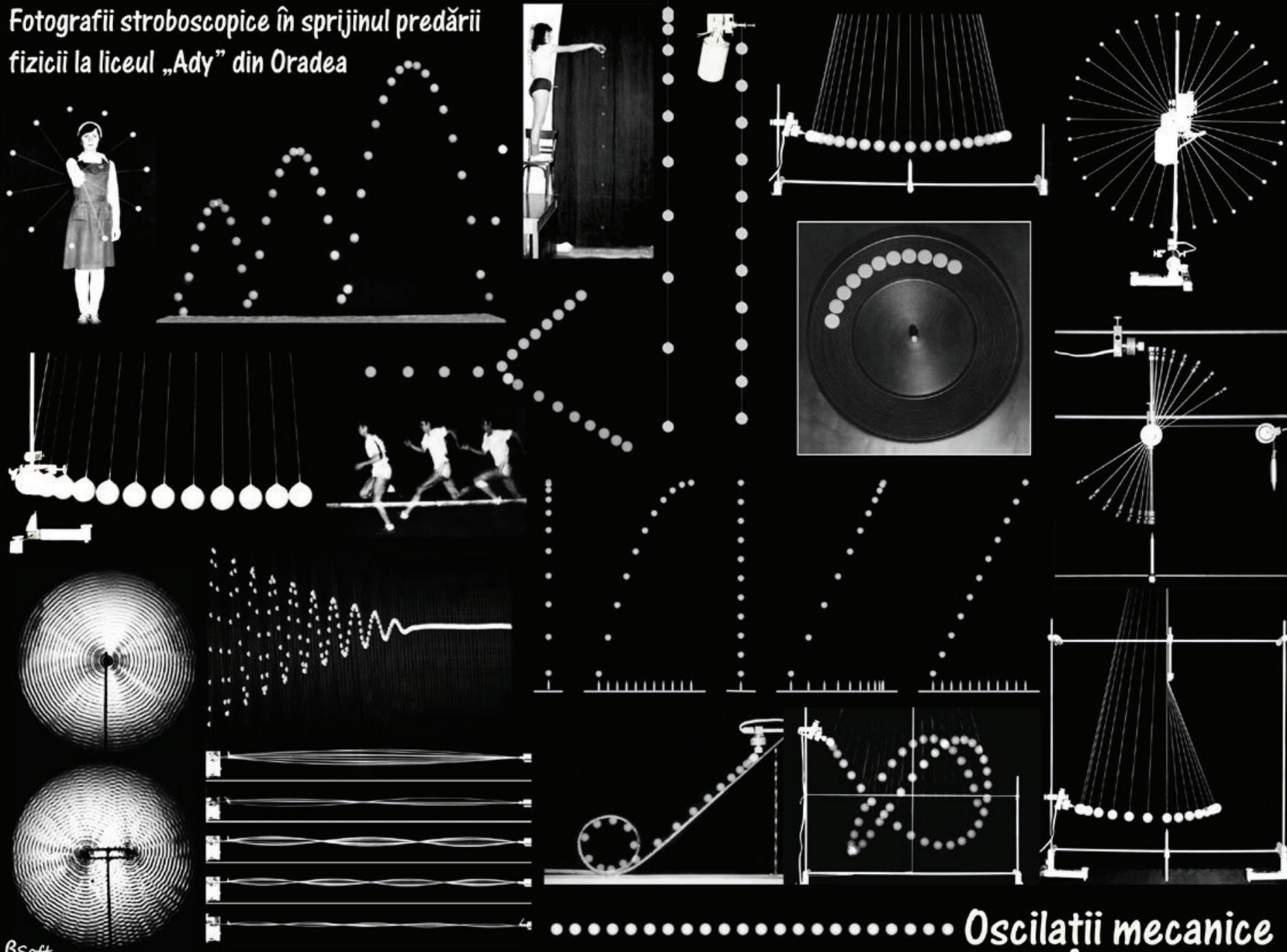
Mișcarea pendulului elastic seamănă cu proiecția mișcării circulare

## Legătura dintre mișcarea circulară și mișcarea oscilatorie



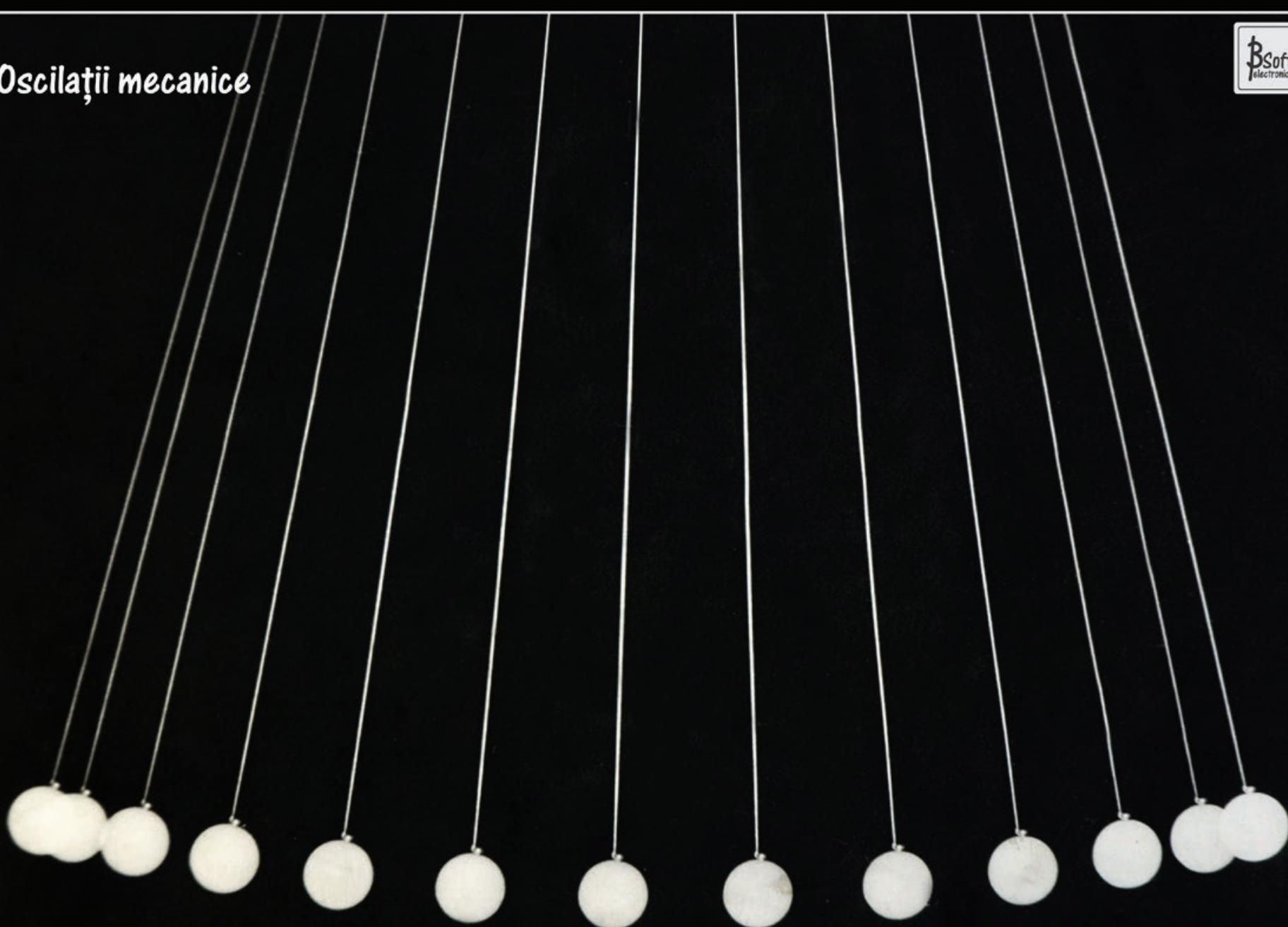
Mișcarea circulară (a) privită din planul de rotație (b) apare ca o mișcare oscilatorie (c)

Fotografii stroboscopice în sprijinul predării  
fizicii la liceul „Ady” din Oradea



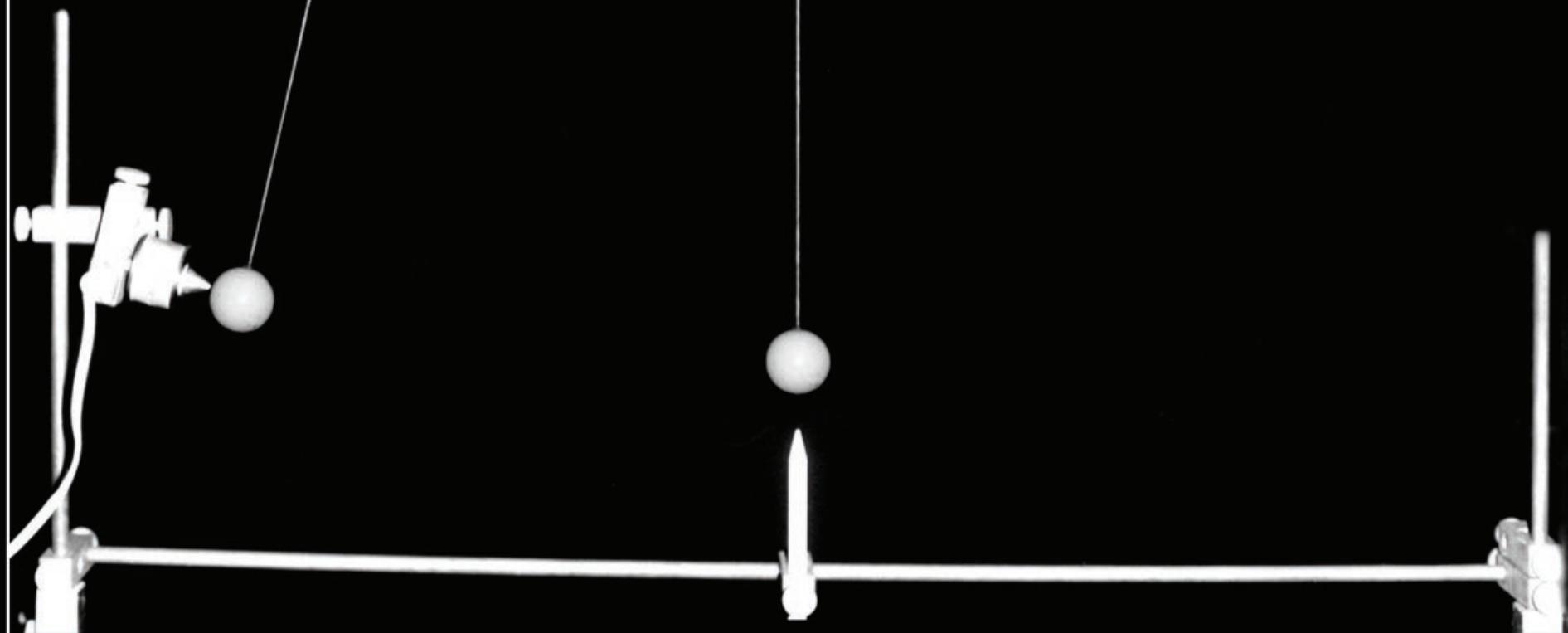
Oscilații mecanice

## Oscilații mecanice



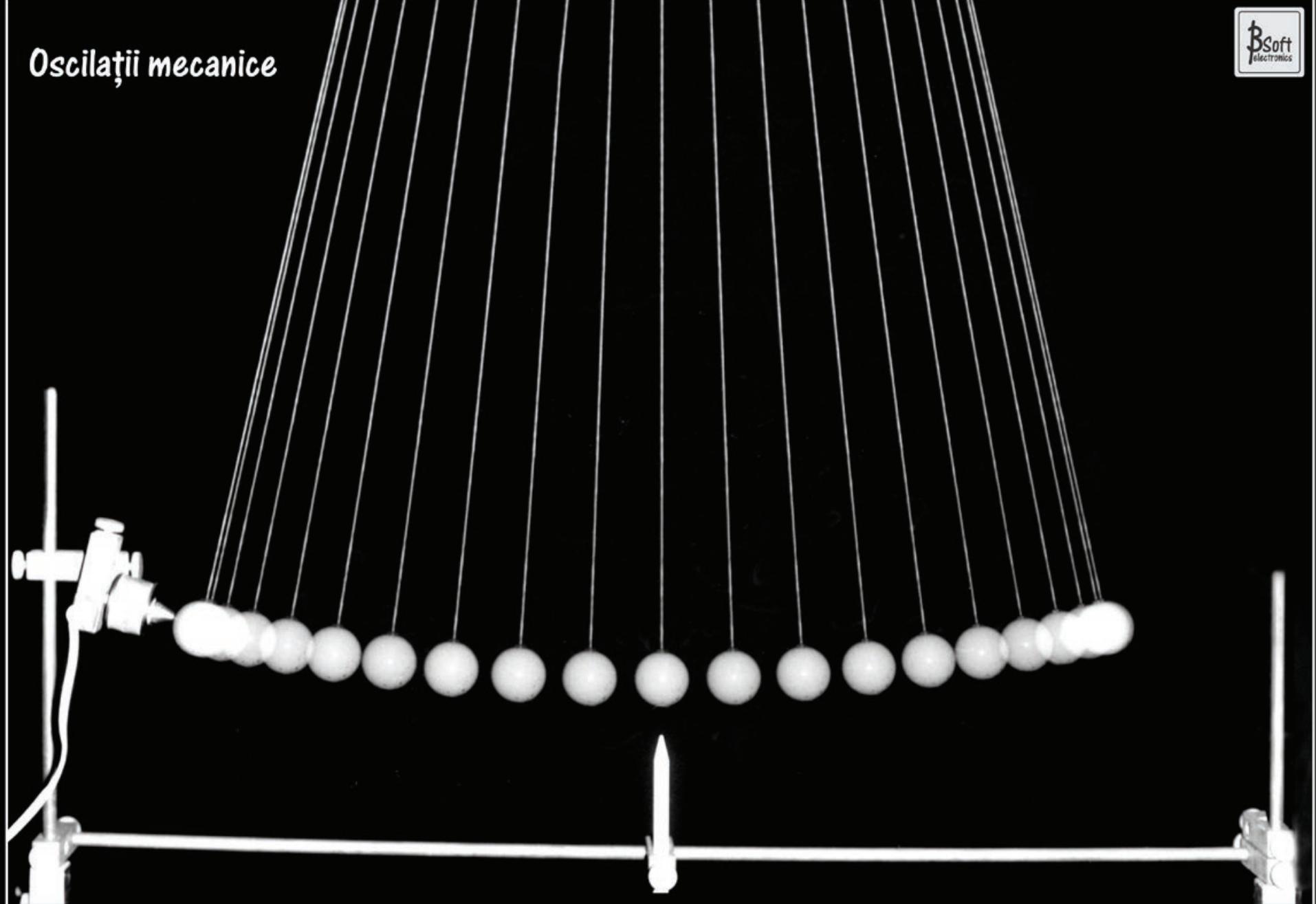
Fotografie stroboscopica clasică. Fără stroboscop CNC este imposibil să nimerim o semiperioadă întreagă!

## Oscilații mecanice



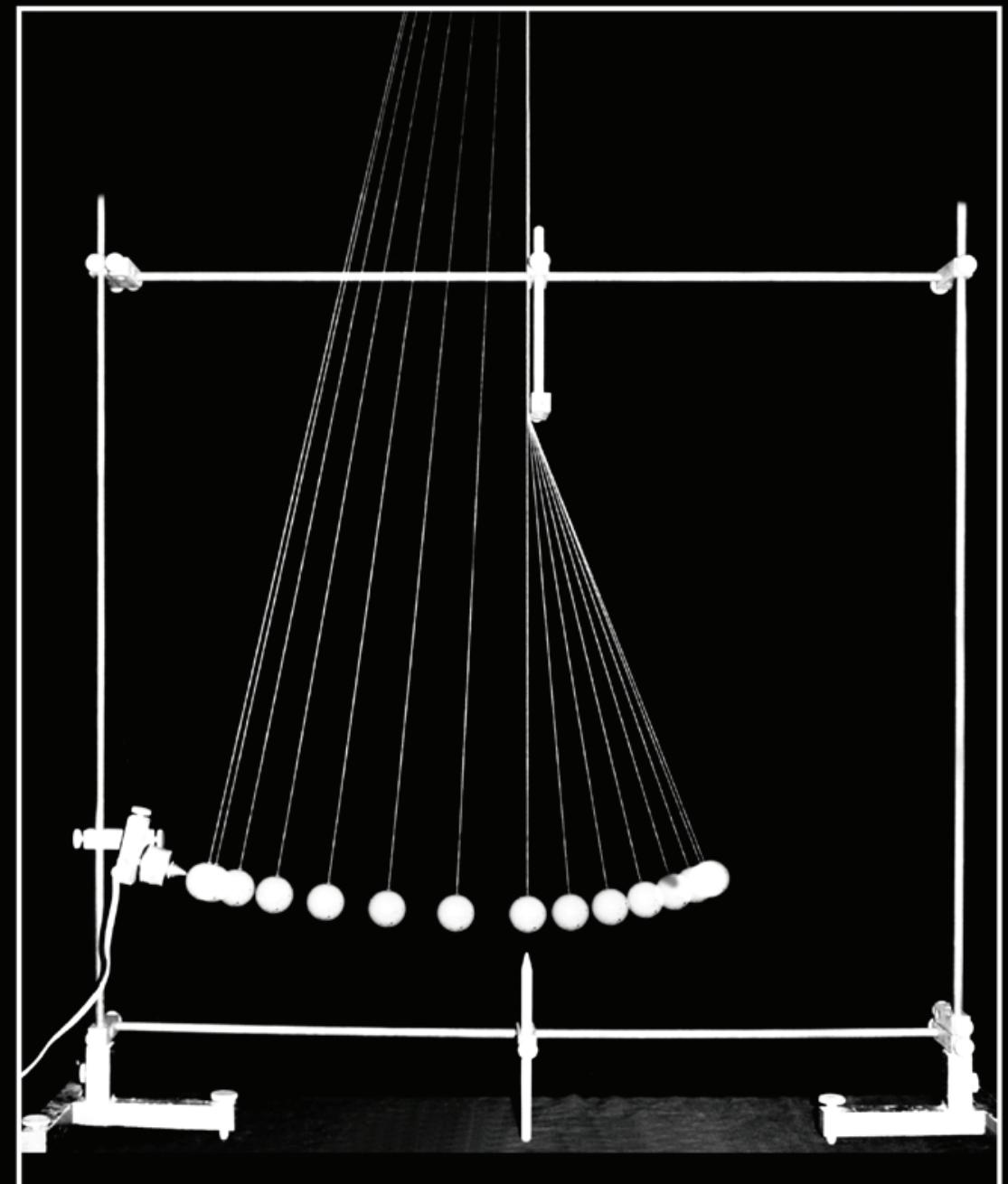
Determinarea duratei primului sfert de perioadă a pendulului cu fir (2 două flașuri;  $\Delta t = 616 \text{ ms}$ )

## Oscilații mecanice



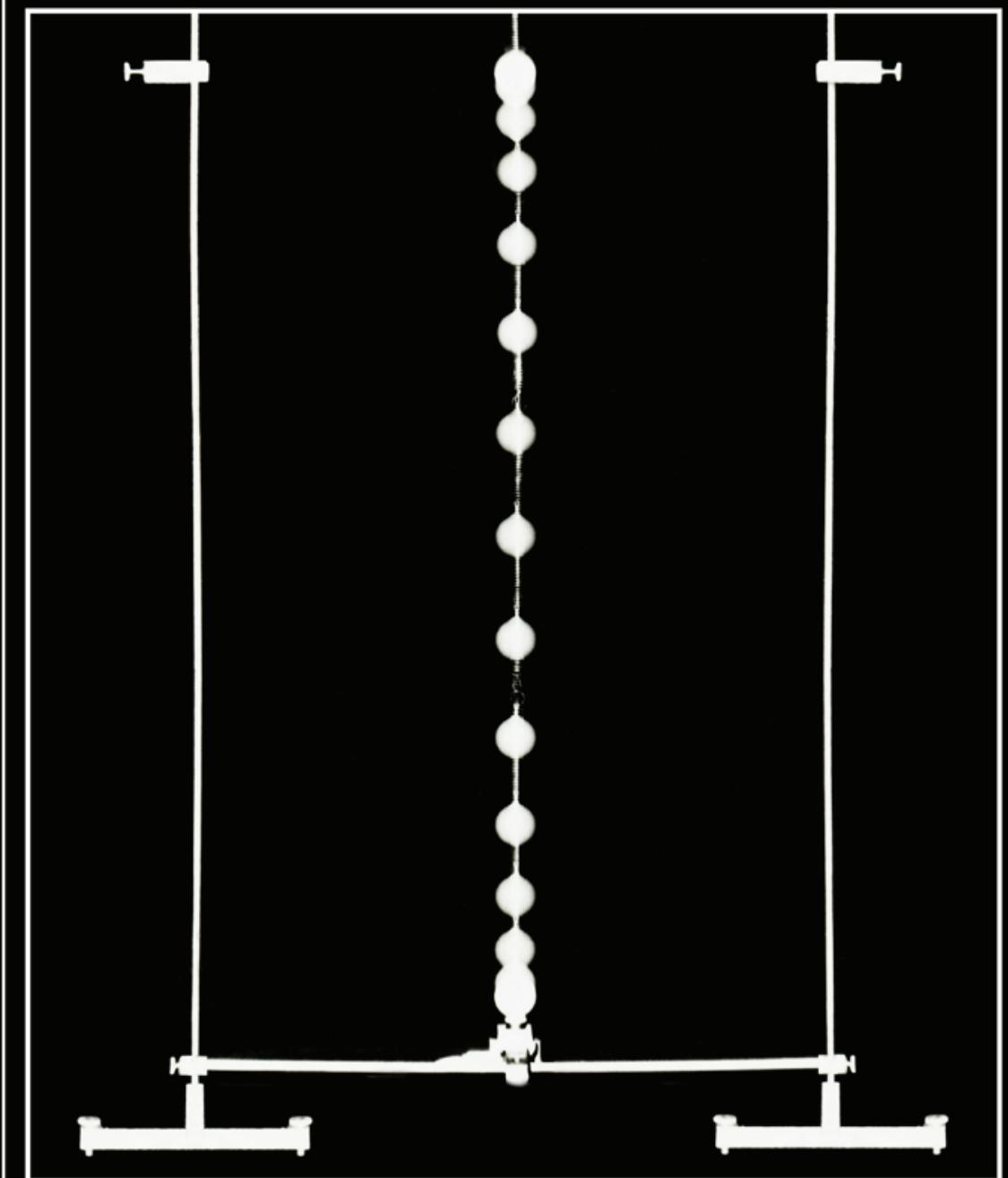
Prima semiperioadă a pendulului cu fir (21 flășuri;  $\Delta t = 61,6 \text{ ms}$ )

## Oscilații mecanice



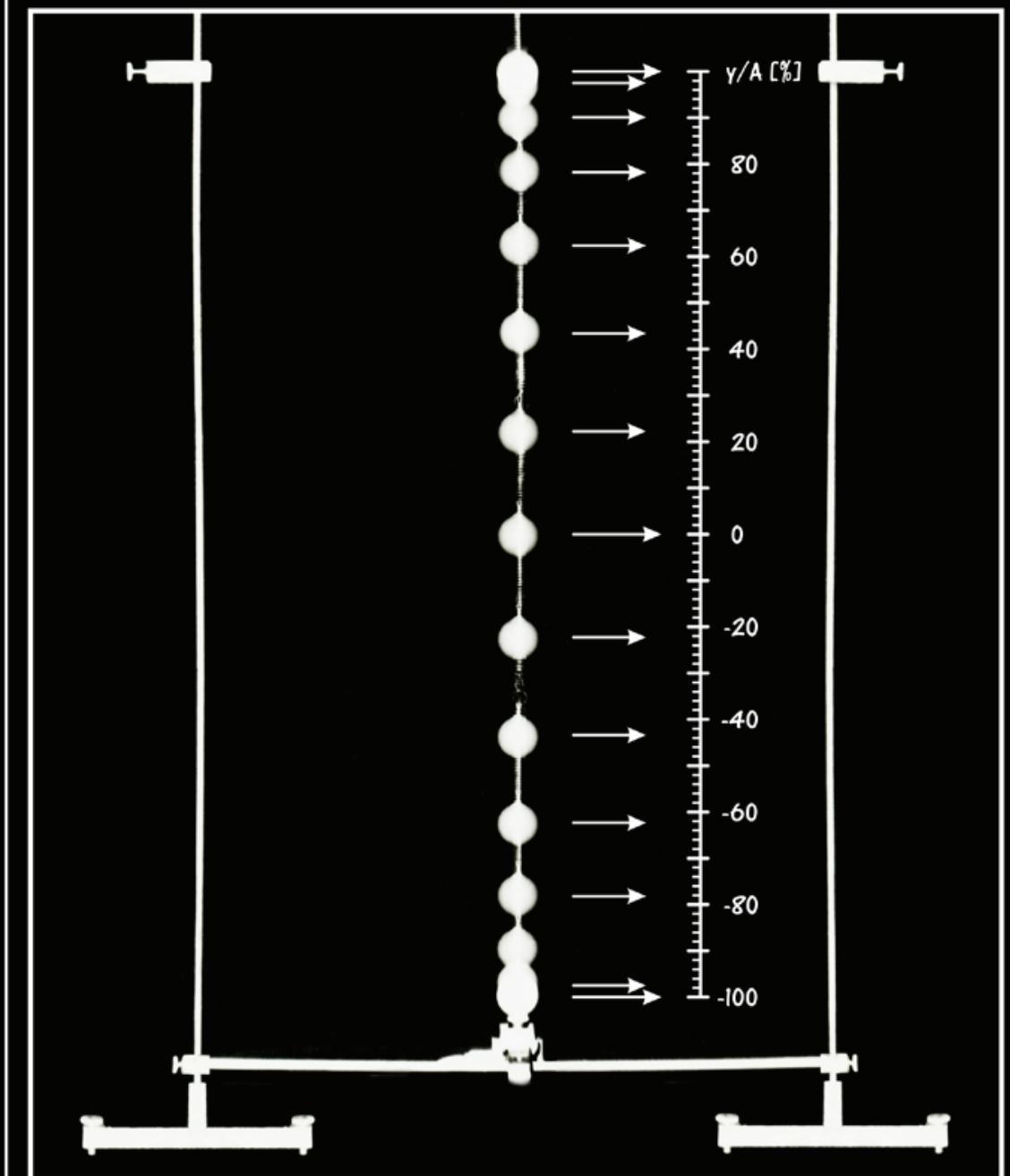
După scurtarea lungimii pendulului, perioada se reduce și folosim intervale mai scurte de timp la fotografiere (15 flășuri)

## Oscilații mecanice



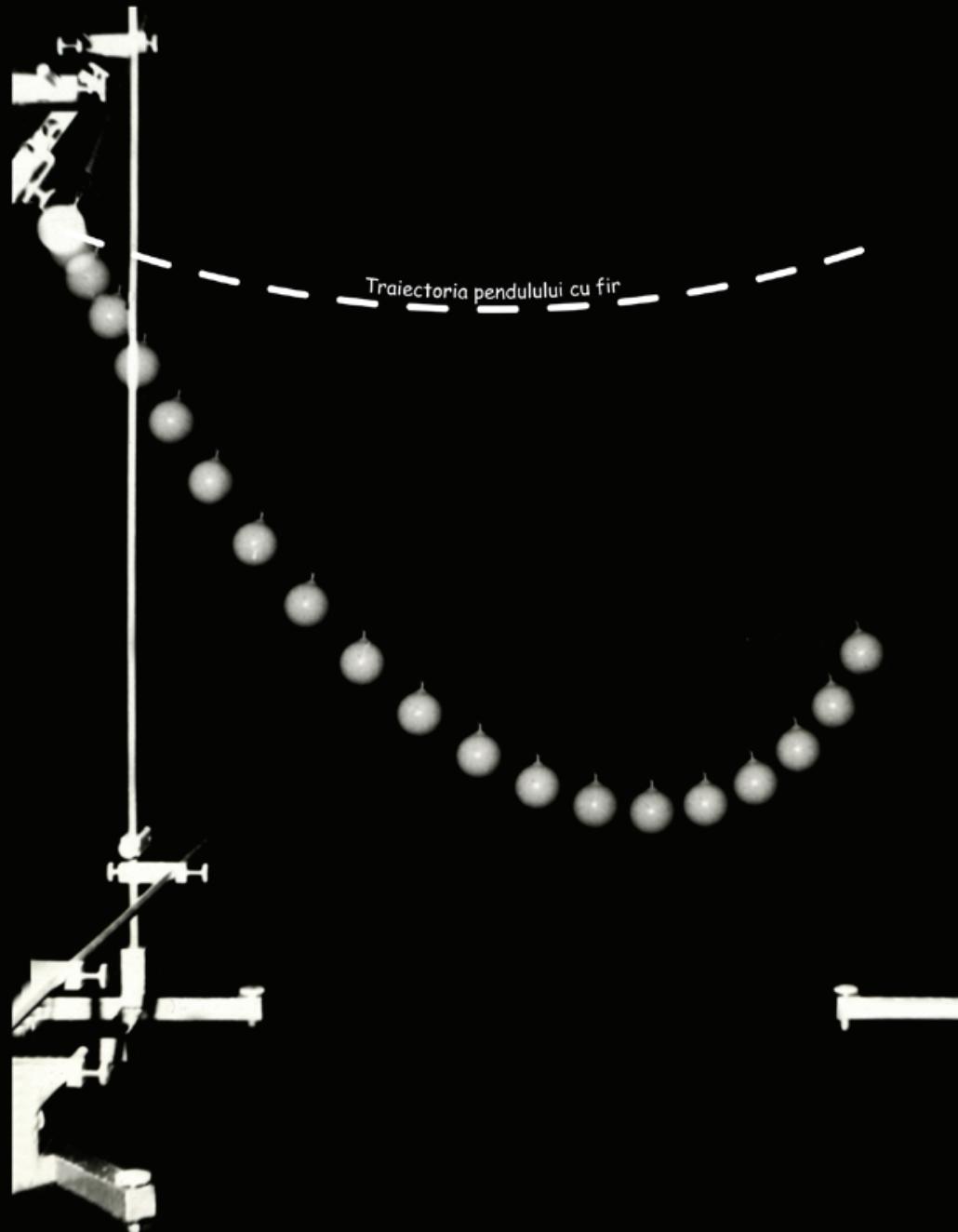
Prima semiperioadă a pendulului elastic. Fotografie stroboscopică clasică (15 flășuri;  $\Delta t = 100$  ms)

## Oscilații mecanice



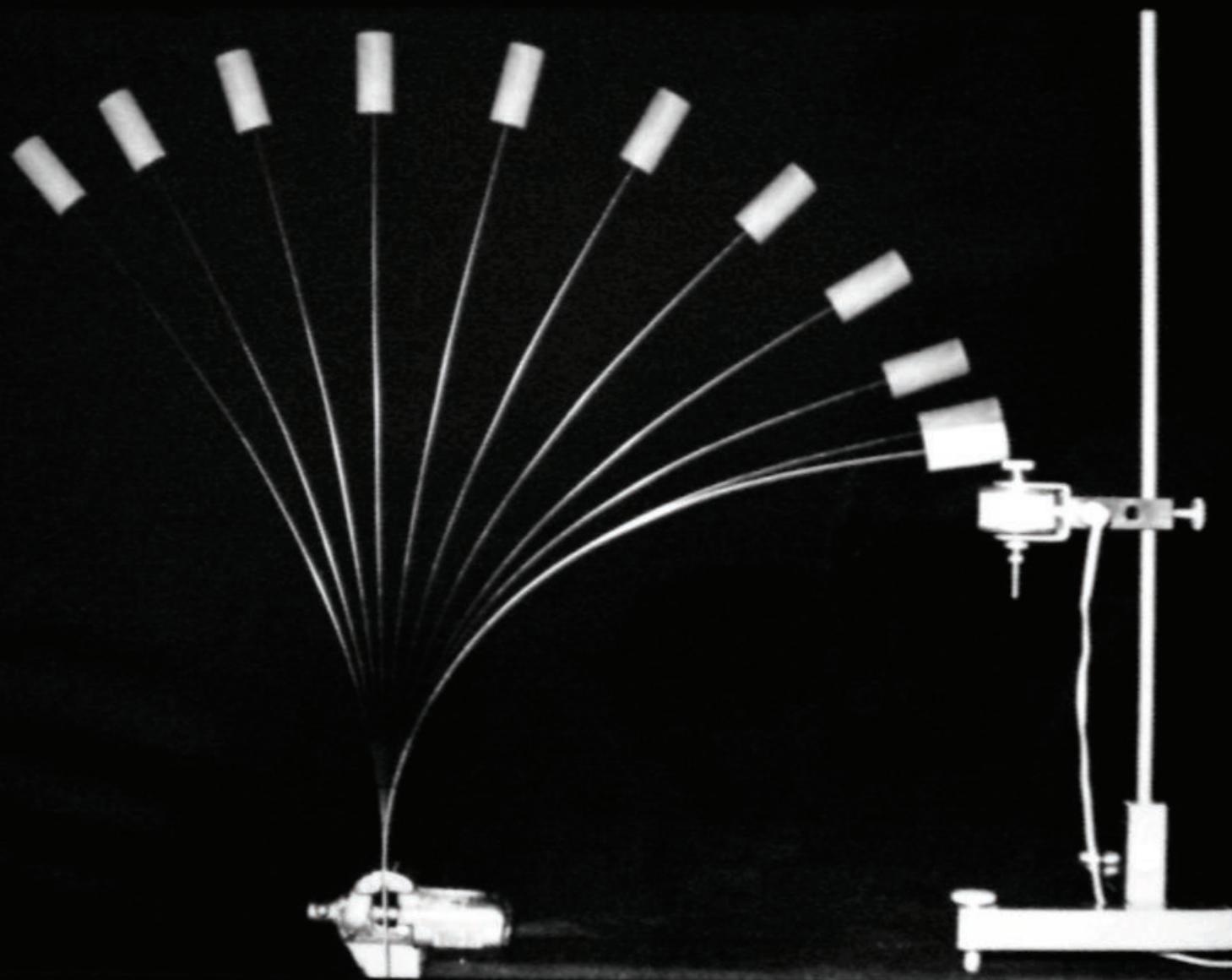
Prima semiperioadă a pendulului elastic. Fotografie stroboscopică clasică (15 flășuri;  $\Delta t = 100$  ms)

## Oscilații mecanice



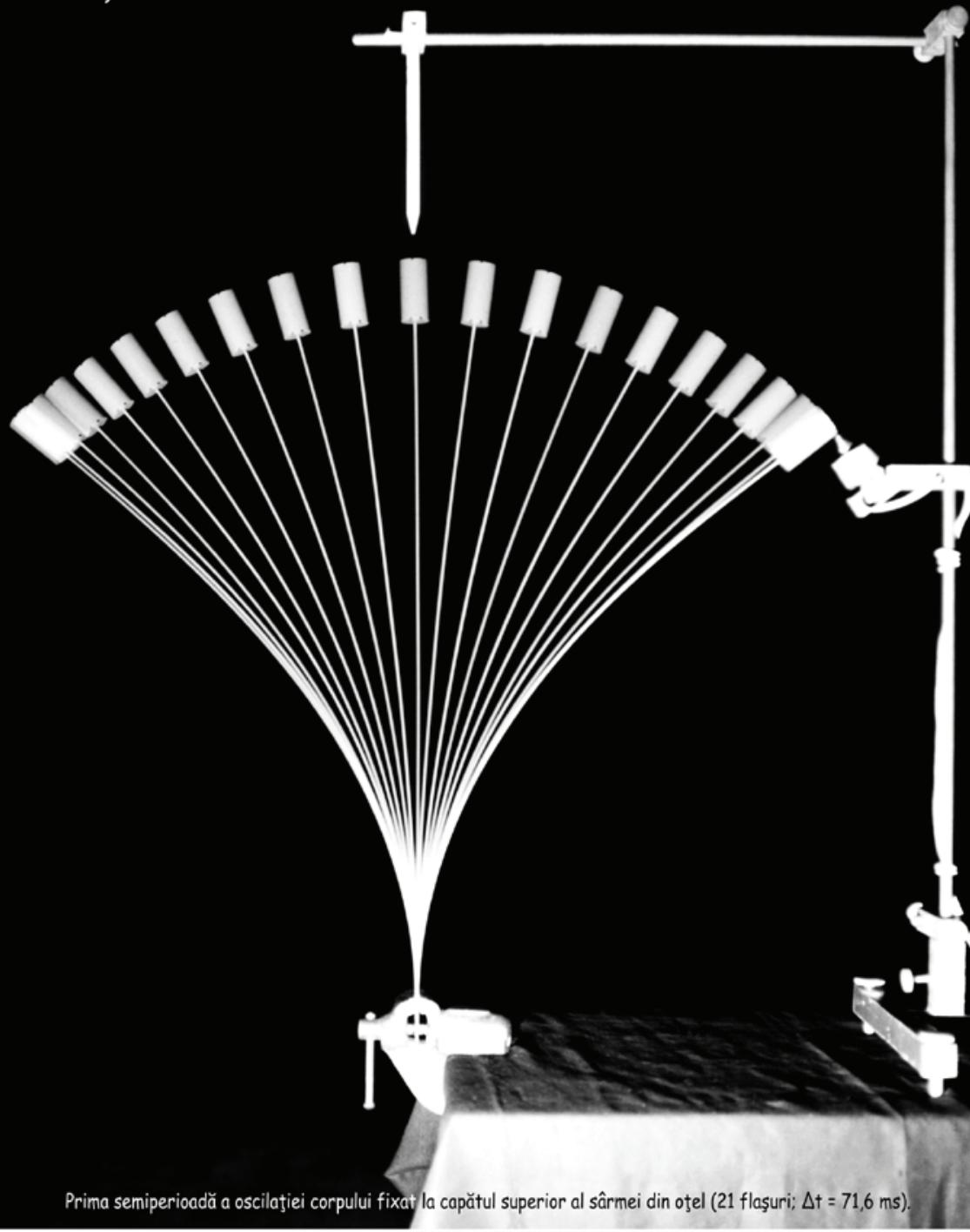
Oscilația compusă a pendulului cu fir și a pendulului elastic (21 flășuri;  $\Delta t = 50$  ms)

## Oscilații mecanice

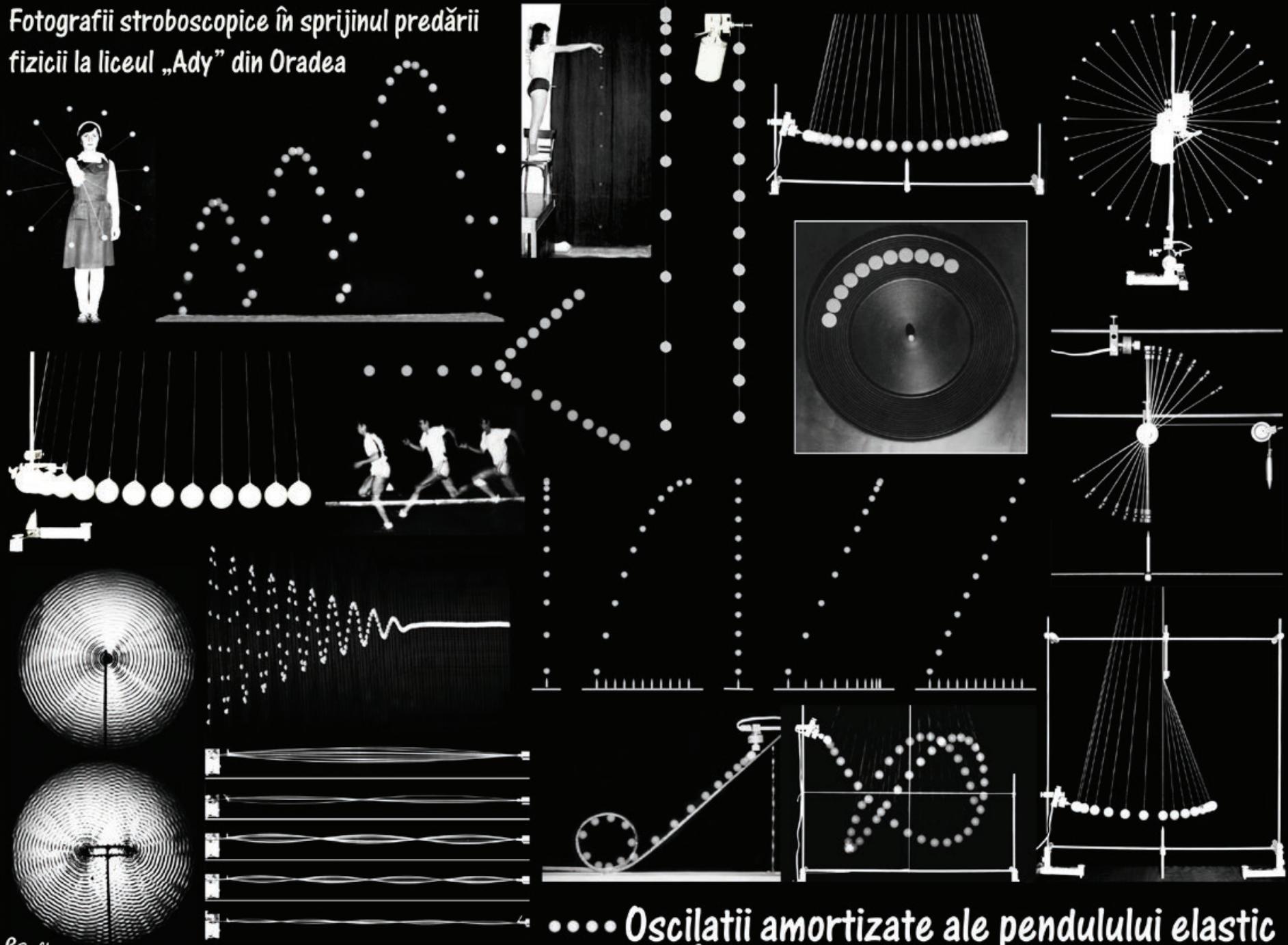


Fotografie stroboscopică clasică. Fragment din prima semiperioadă a oscilației corpului fixat la capătul superior al sârmei din oțel (11 flășuri;  $\Delta t = 100$  ms).

## Oscilații mecanice

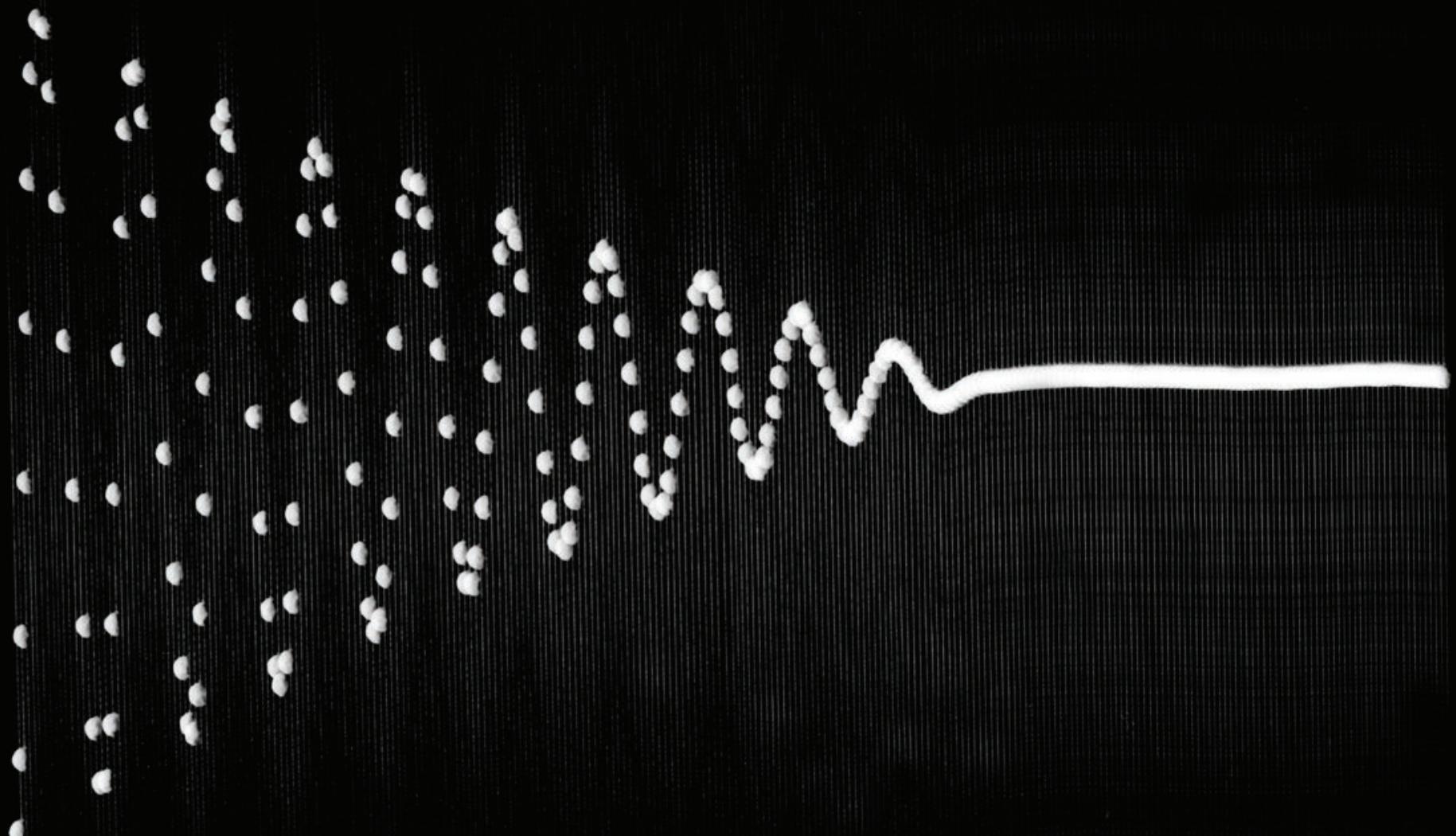


Fotografii stroboscopice în sprijinul predării  
fizicii la liceul „Ady” din Oradea



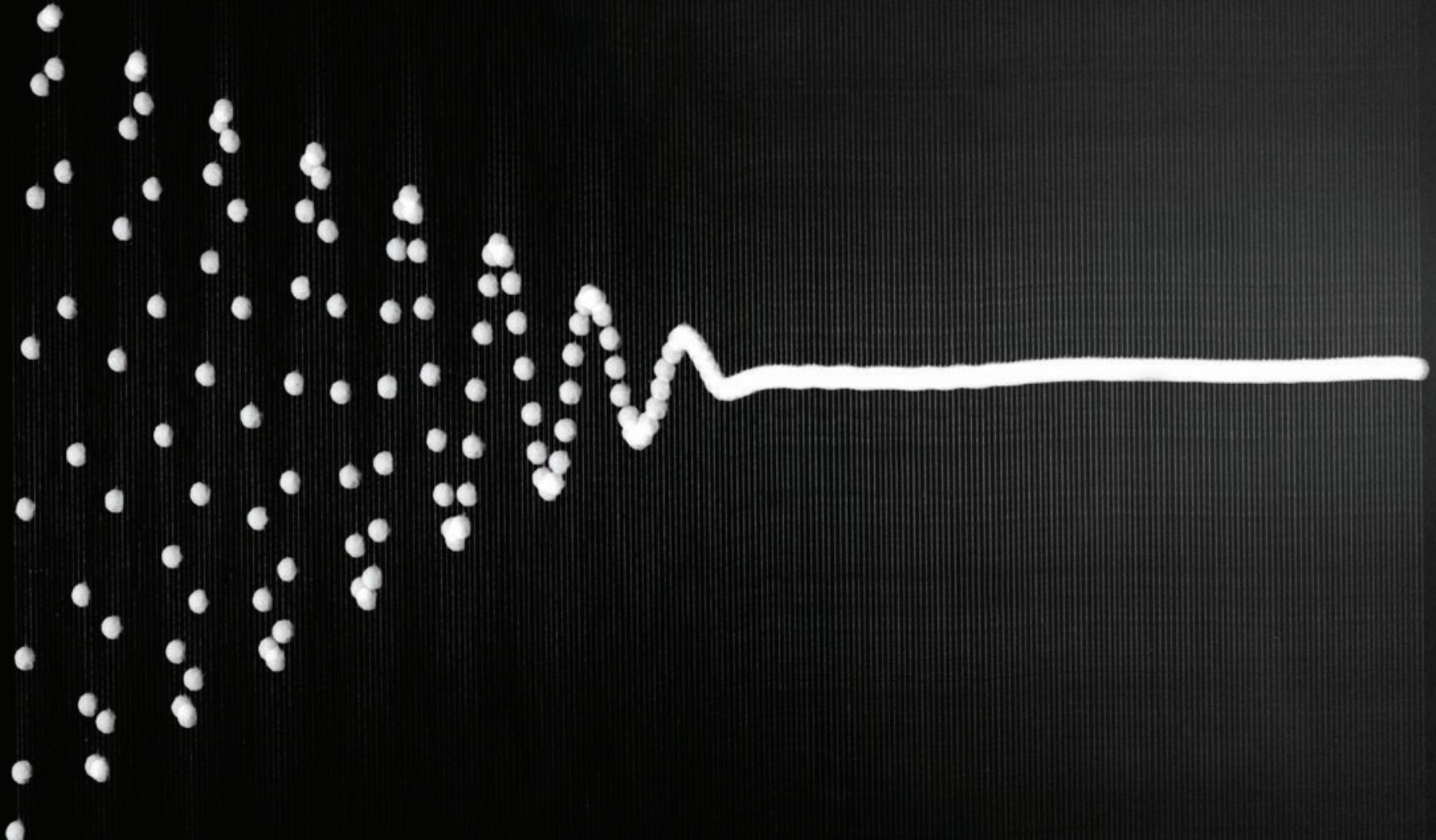
.... Oscilații amortizate ale pendulului elastic

## Oscilații amortizate ale pendului elastic



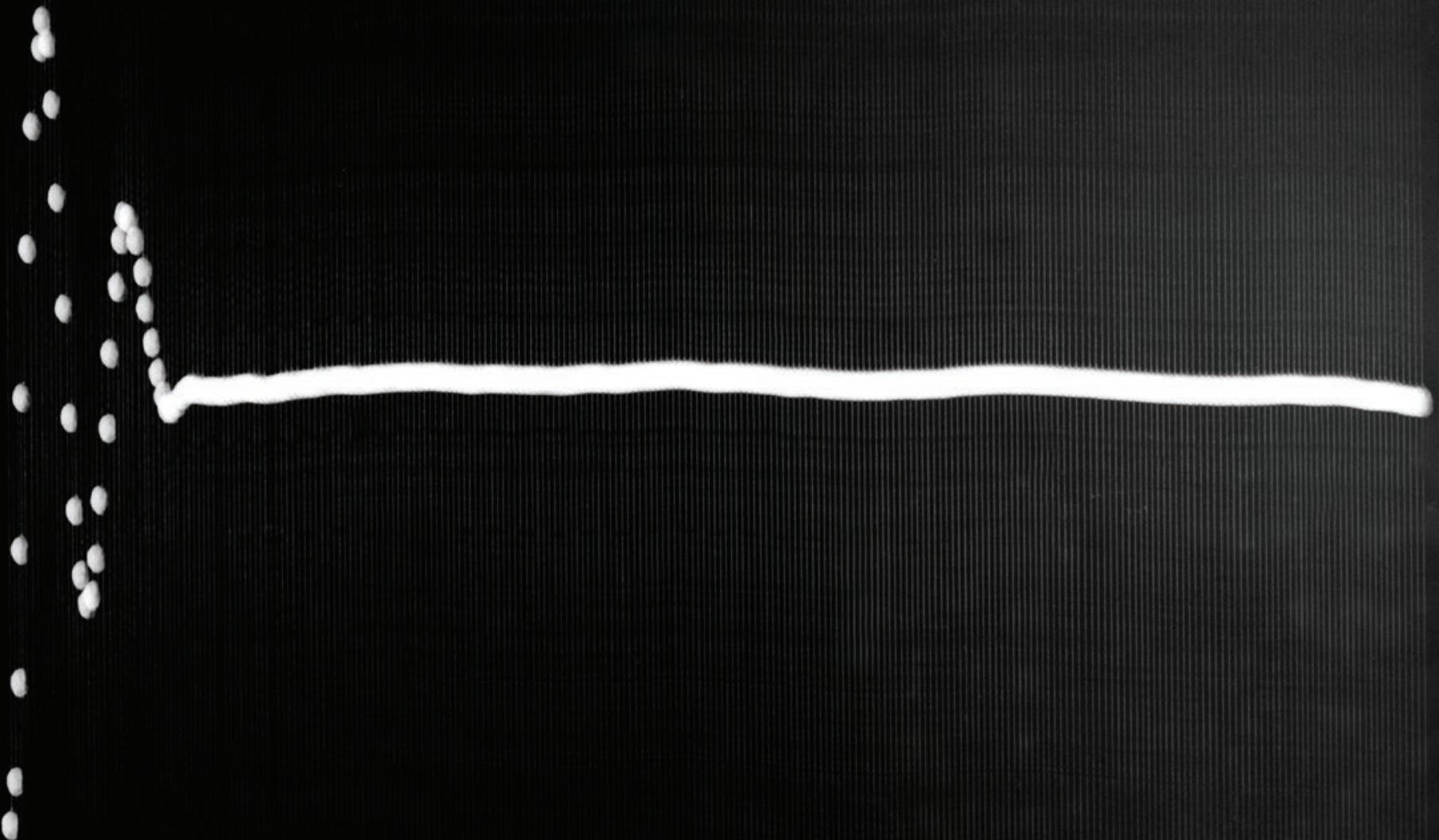
Frecare mică. Bucata de cretă este atașată de firul legat de corpul oscilant. (250 flășuri,  $\Delta t=60$  ms)

## Oscilații amortizate ale pendulului elastic



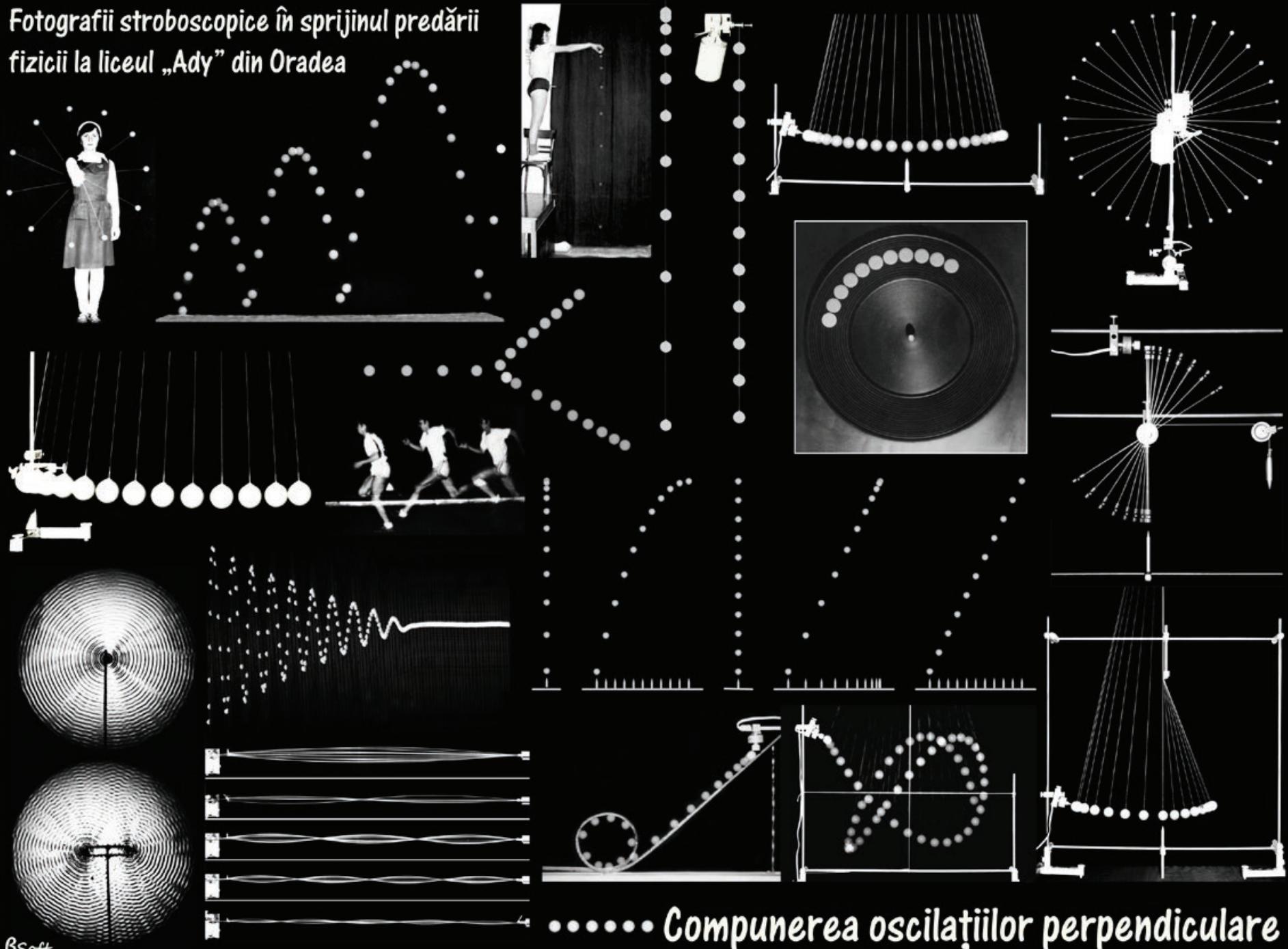
Frecare mai mare. Bucata de cretă este atașată de firul legat de corpul oscilant. (250 flăsuri,  $\Delta t=60$  ms)

## Oscilații amortizate ale pendului elastic

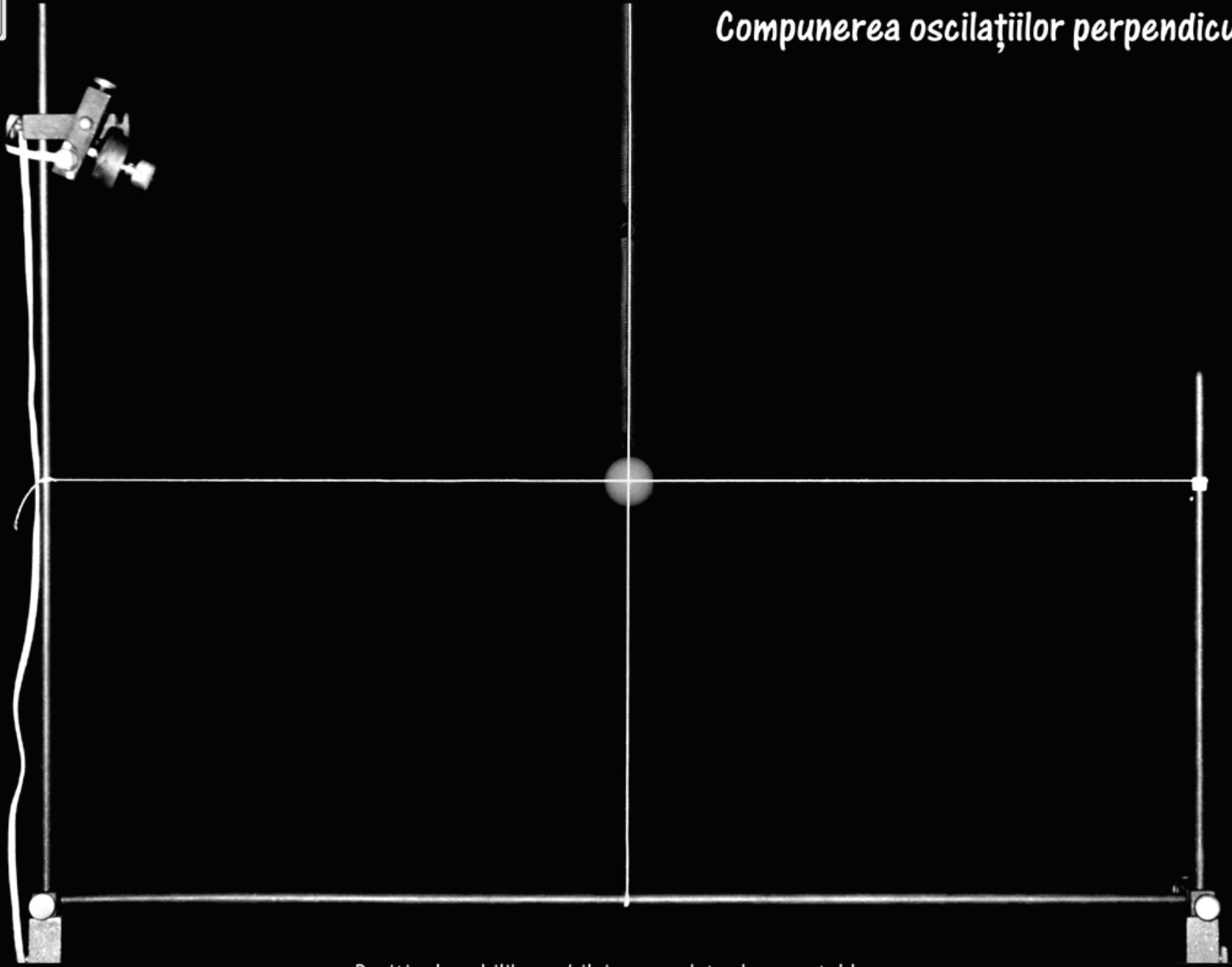


**Frecare mare.** Bucata de cretă este atașată de firul legat de corpul oscilant. (250 flășuri,  $\Delta t=60$  ms)

Fotografii stroboscopice în sprijinul predării  
fizicii la liceul „Ady” din Oradea

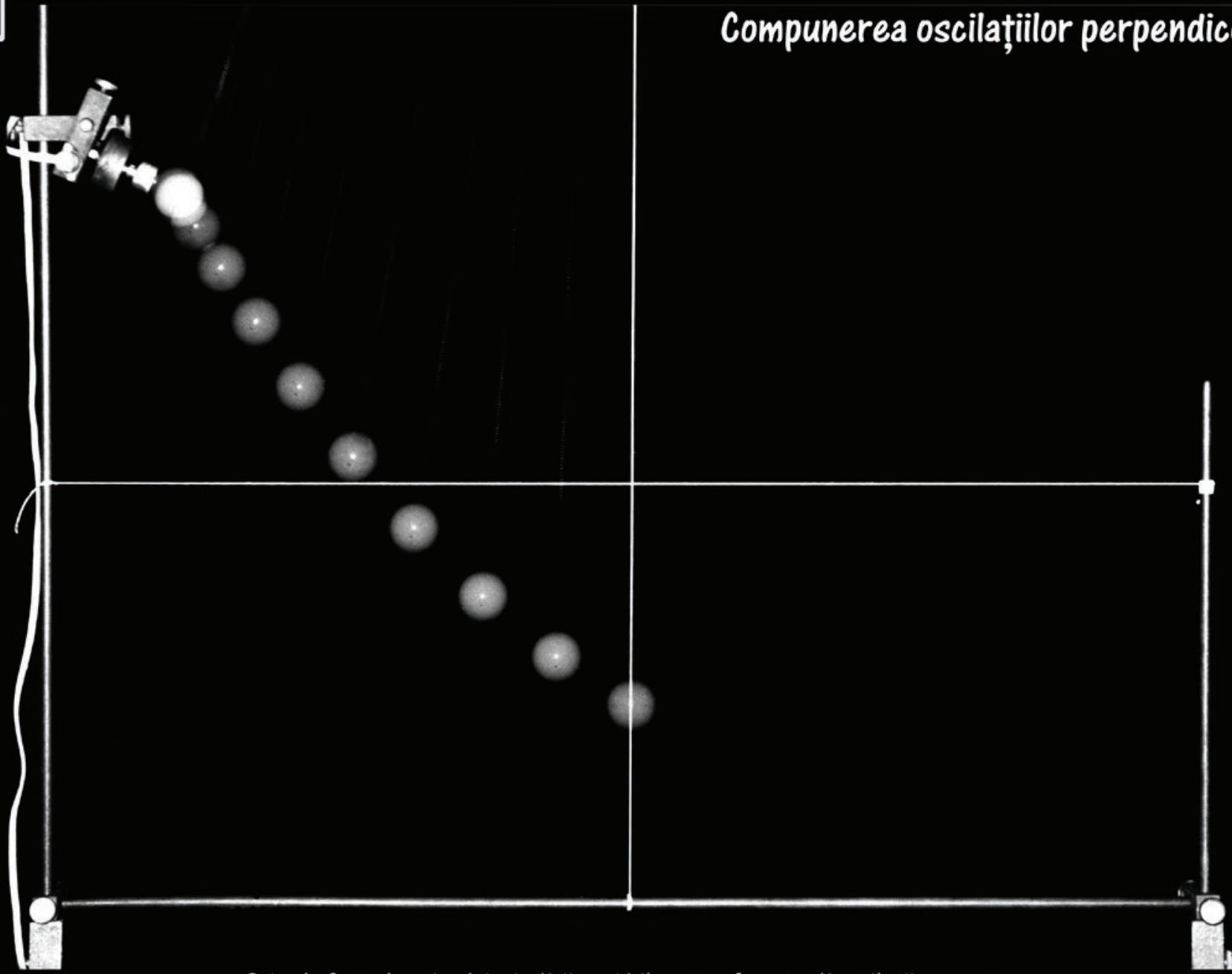


## Componerea oscilațiilor perpendiculare



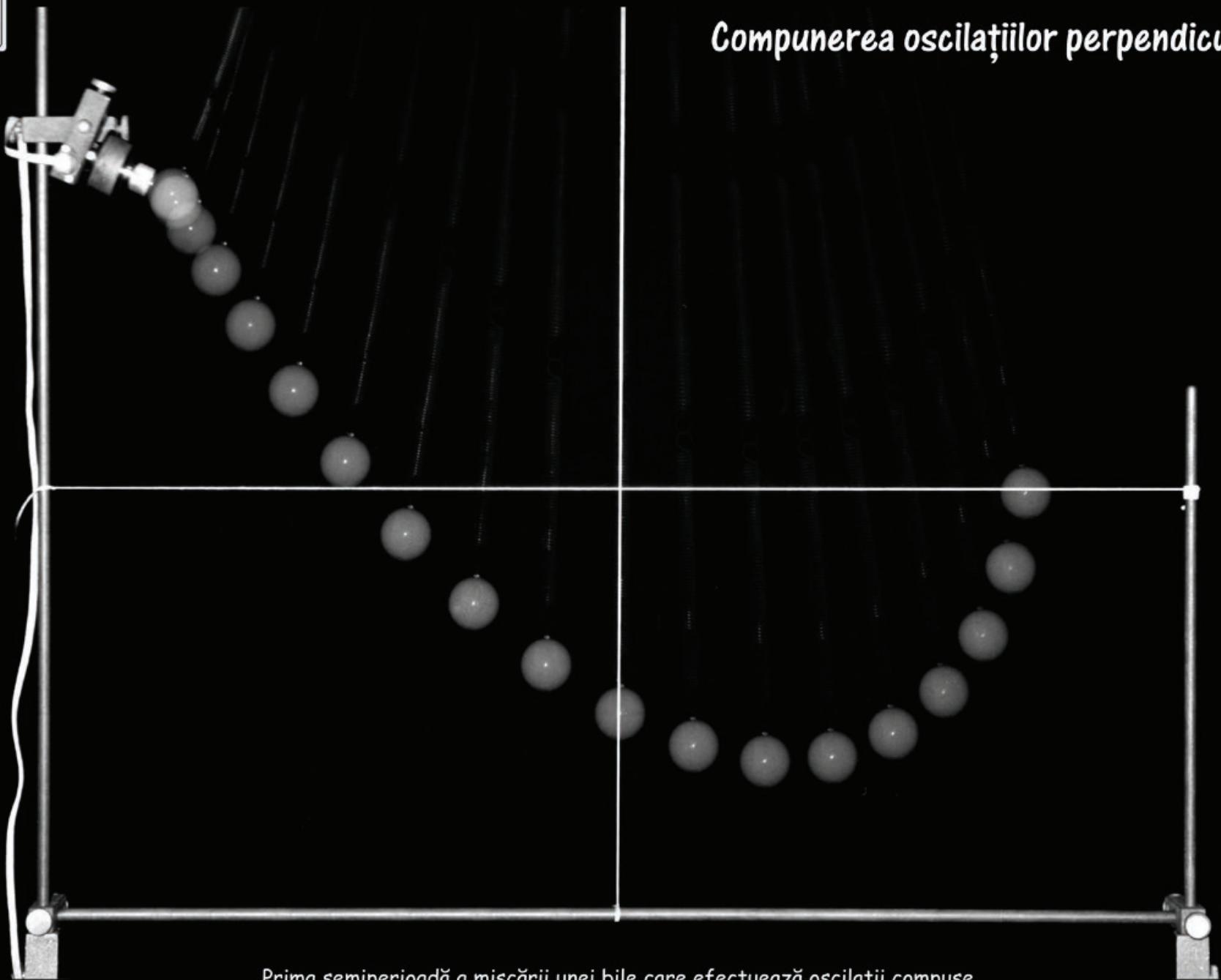
Pozitia de echilibru a bilei suspendate de resortul lung

## Componerea oscilațiilor perpendiculare



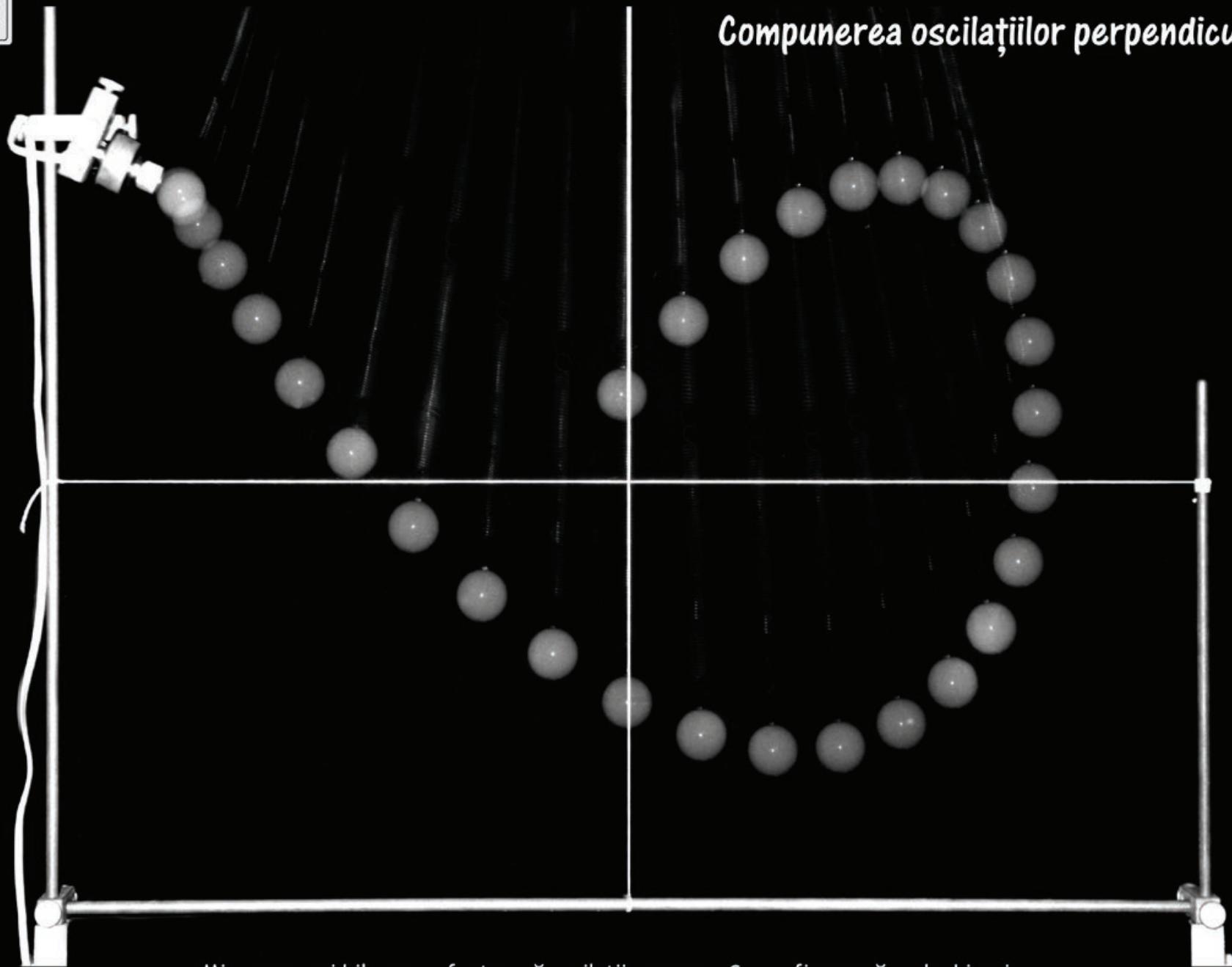
Primul sfert al perioadei mișcării unei bile care efectuează oscilații compuse

## Compunerea oscilațiilor perpendiculare



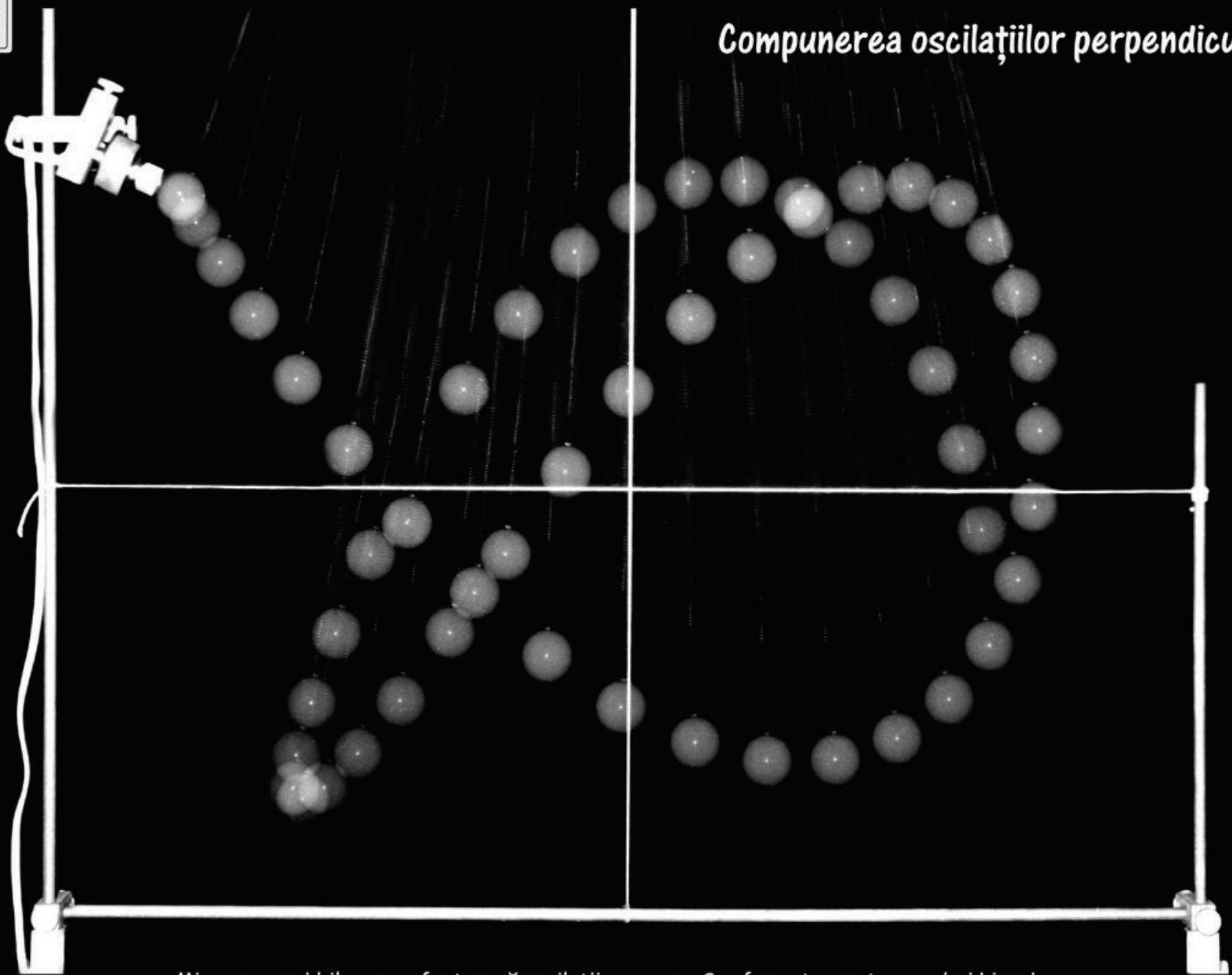
Prima semiperioadă a mișcării unei bile care efectuează oscilații compuse

## Componerea oscilațiilor perpendiculare



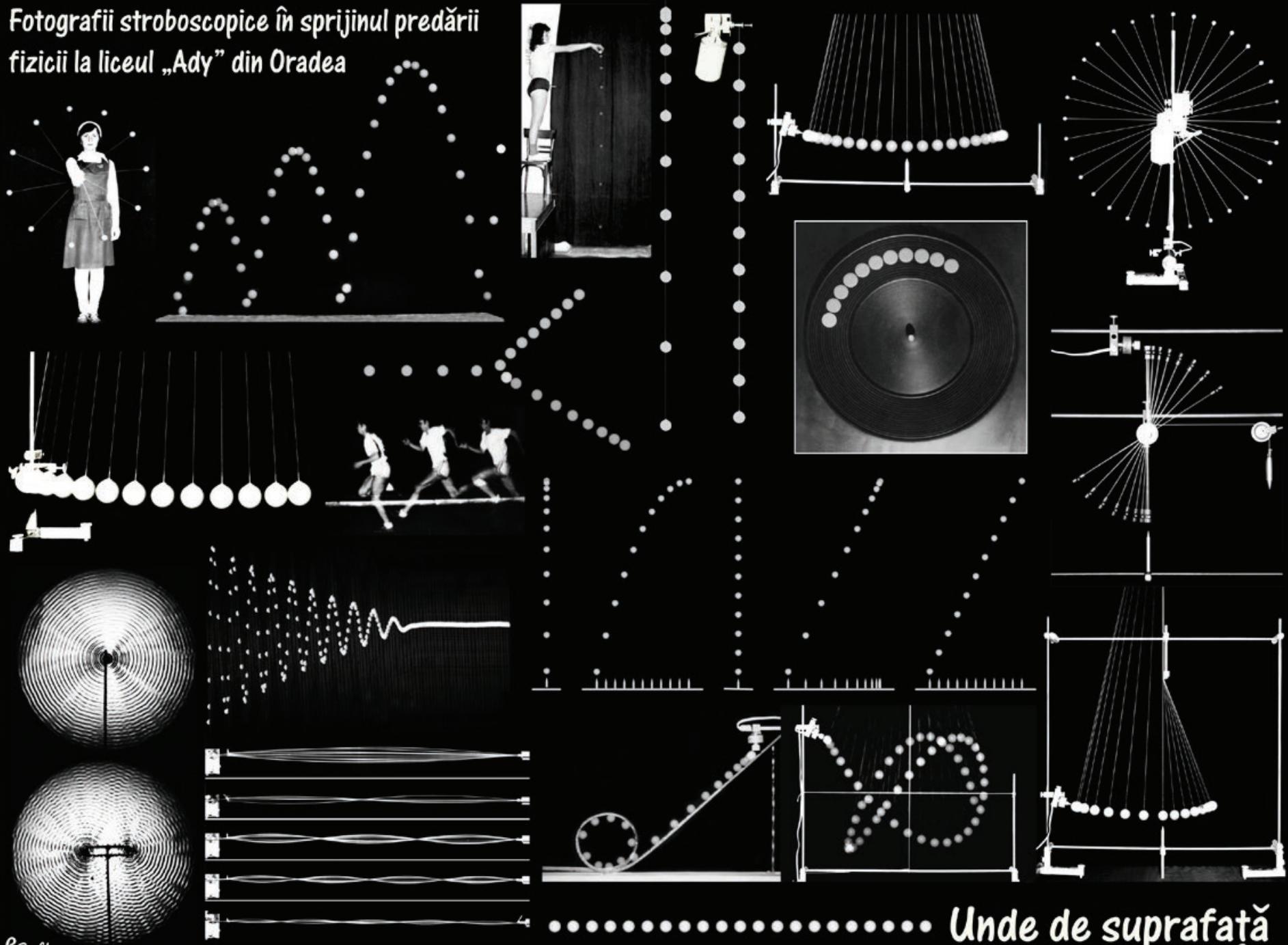
Mișcarea unei bile care efectuează oscilații compuse. Se prefigurează curba Lissajous.

## Componerea oscilațiilor perpendiculare



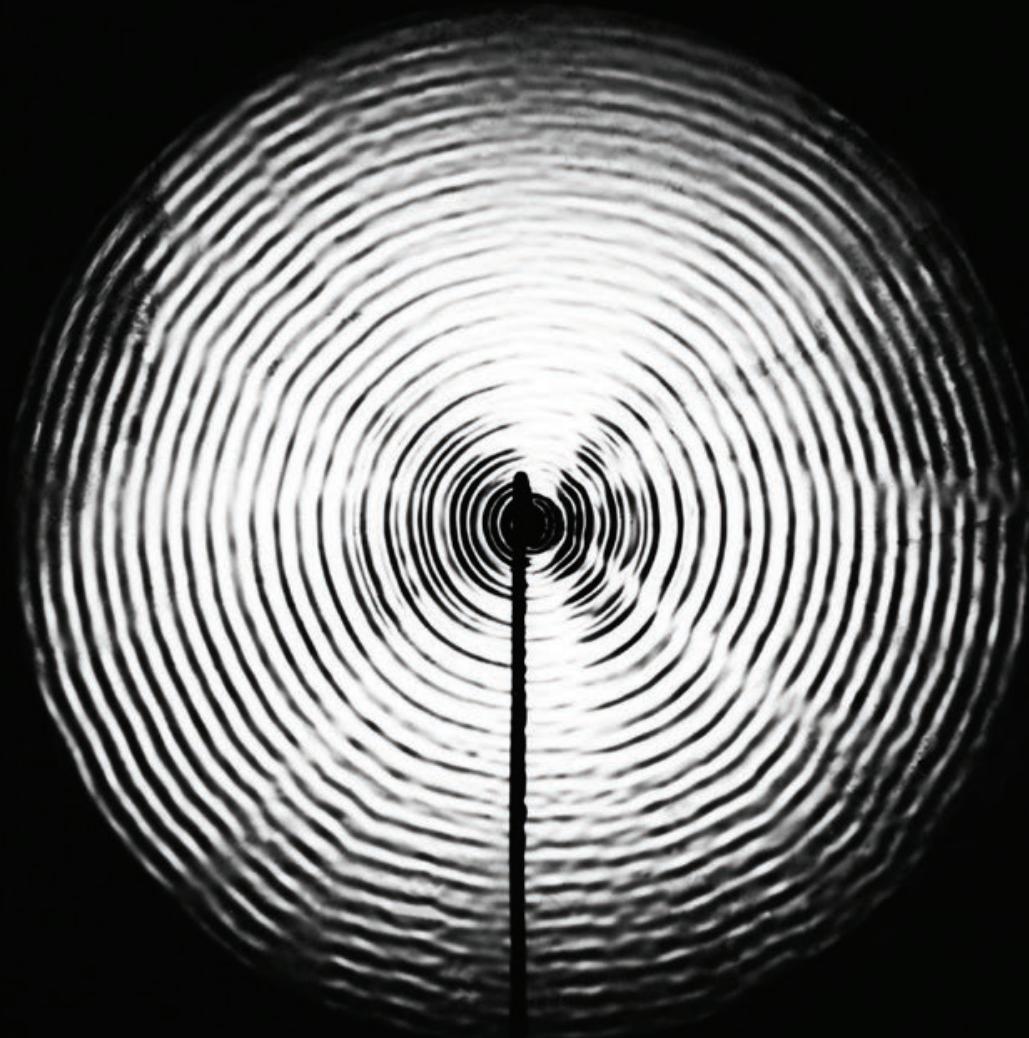
Mișcarea unei bile care efectuează oscilații compuse. S-a format o parte a curbei Lissajous.

Fotografii stroboscopice în sprijinul predării  
fizicii la liceul „Ady” din Oradea



Unde de suprafață

## Unde de suprafață



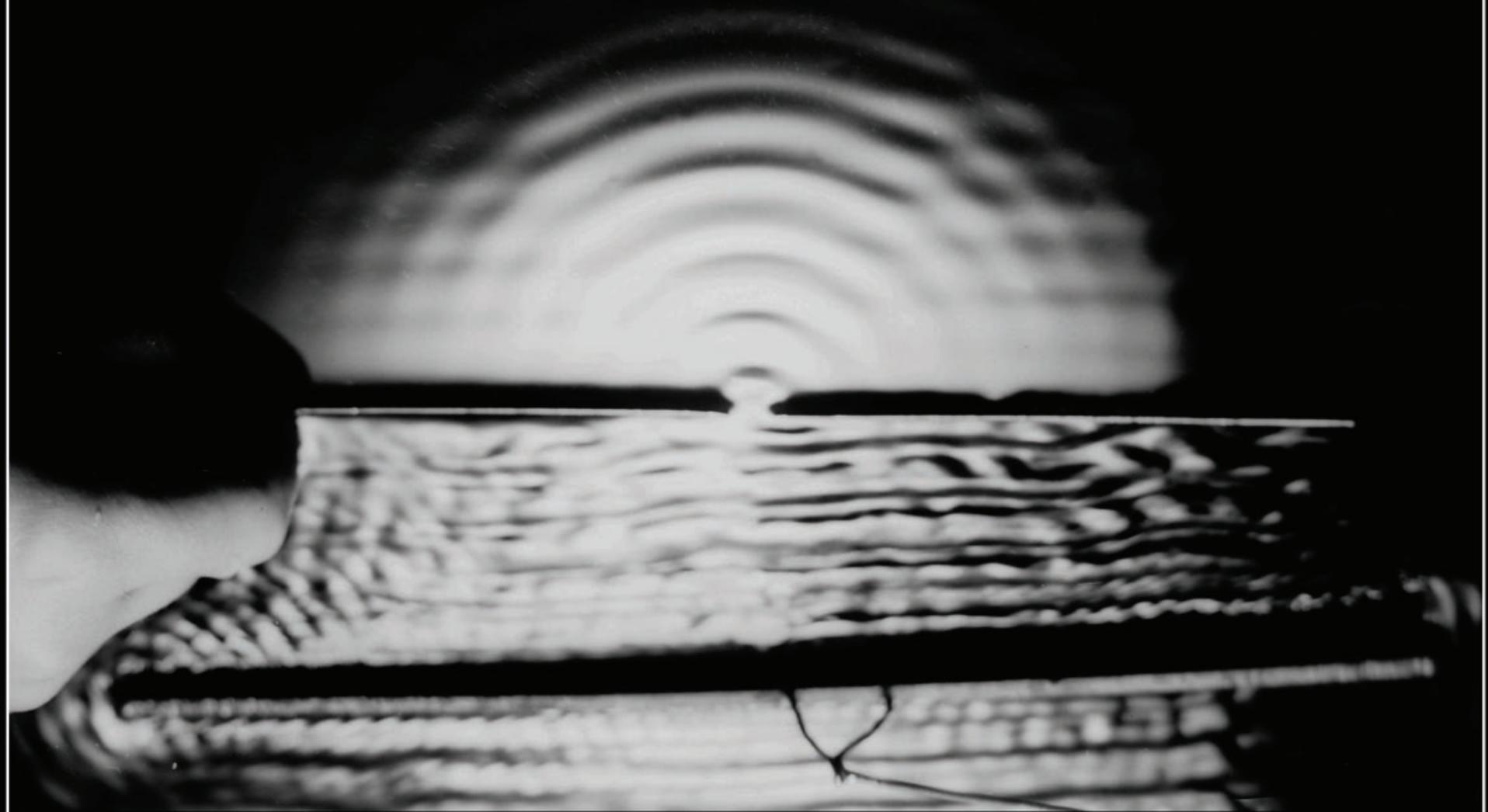
Unde circulare pe suprafața mercurului (24 flășuri;  $\Delta t = 44$  ms)

# Unde de suprafață



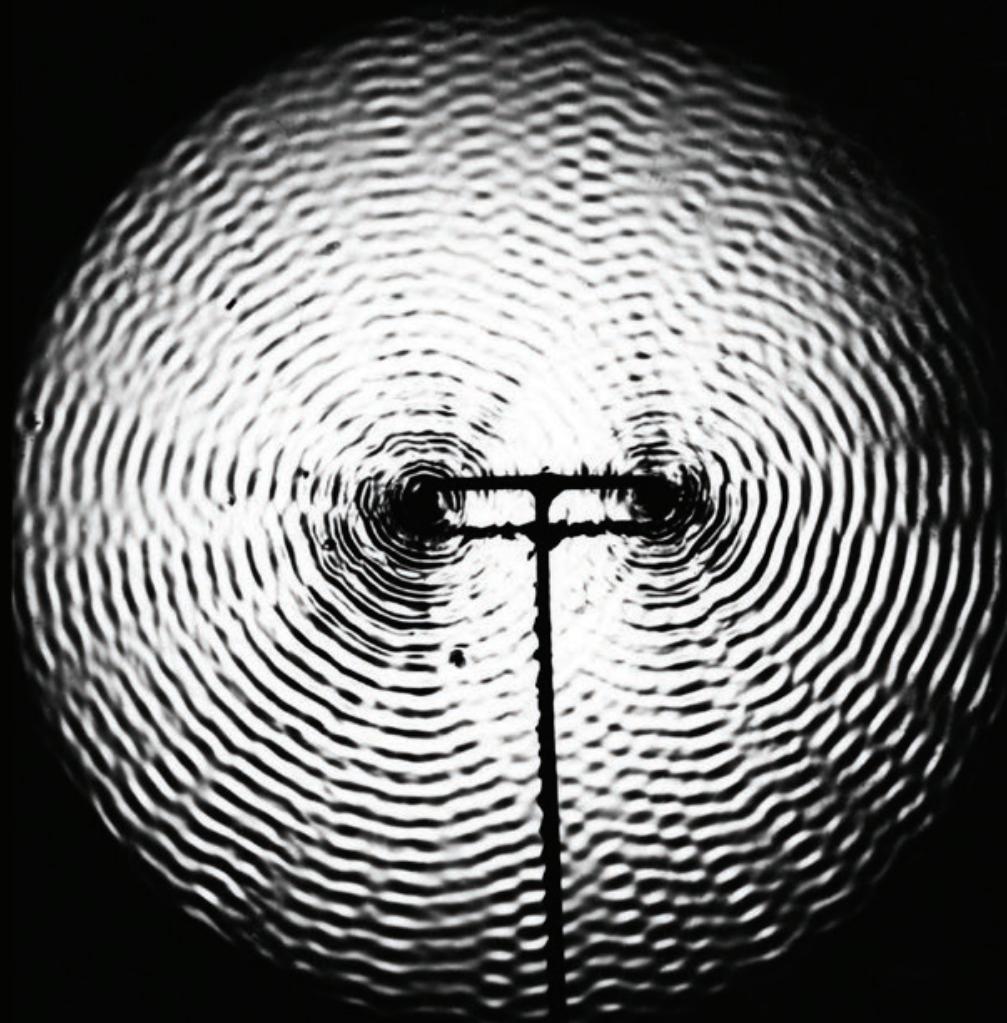
Unde liniare pe suprafața mercurului ( $\Delta t = 44$  ms)

# Unde de suprafață



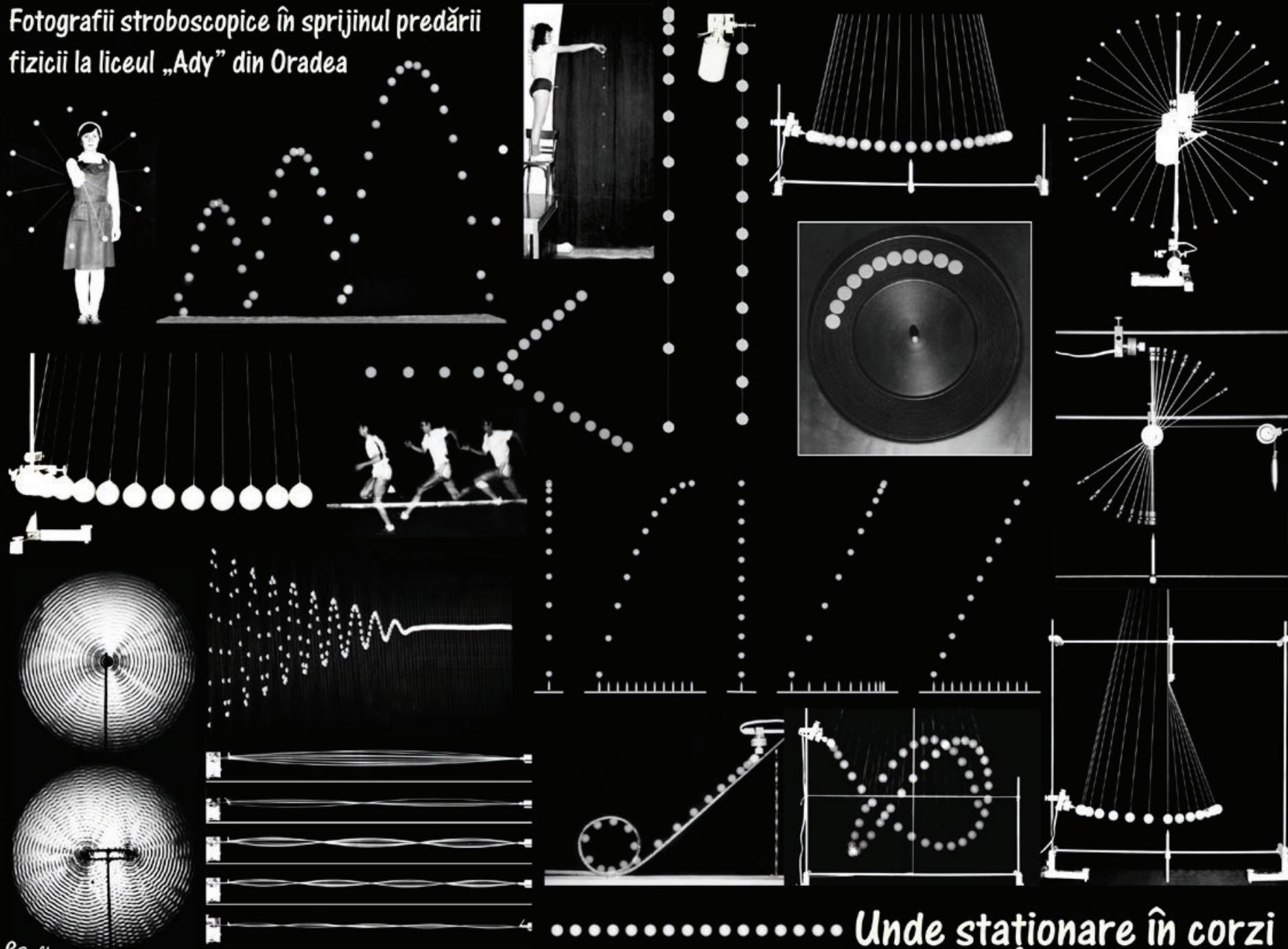
Difracția undelor liniare după trecerea prin fanta ( $\Delta t = 44$  ms)

## Unde de suprafață



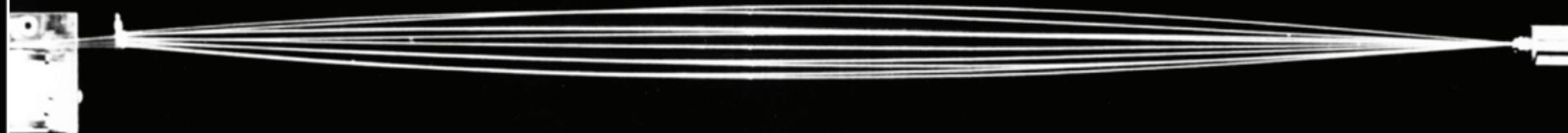
Experimentul lui Young (24 flășuri;  $\Delta t = 44$  ms)

## Fotografii stroboscopice în sprijinul predării fizicii la liceul „Ady” din Oradea



..... Unde staționare în corzi

# Unde staționare în corzi



Prin reglarea potrivită a tensiunii din fir și a frecvenței generatorului obținem o undă staționară cu **un singur ventru**

# Unde staționare în corzi



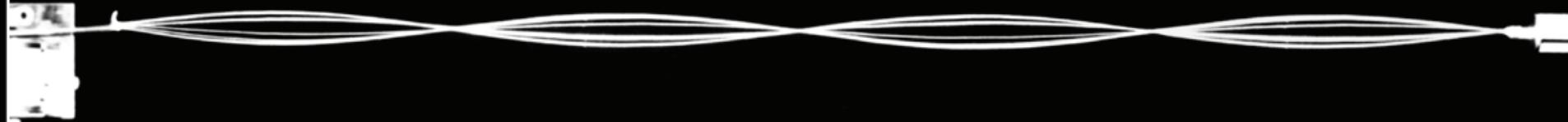
Prin reglarea potrivită a tensiunii din fir și a frecvenței generatorului obținem o undă staționară cu **două ventre**

# Unde staționare în corzi



Prin reglarea potrivită a tensiunii din fir și a frecvenței generatorului obținem o undă staționară cu **trei ventre**

# Unde staționare în corzi



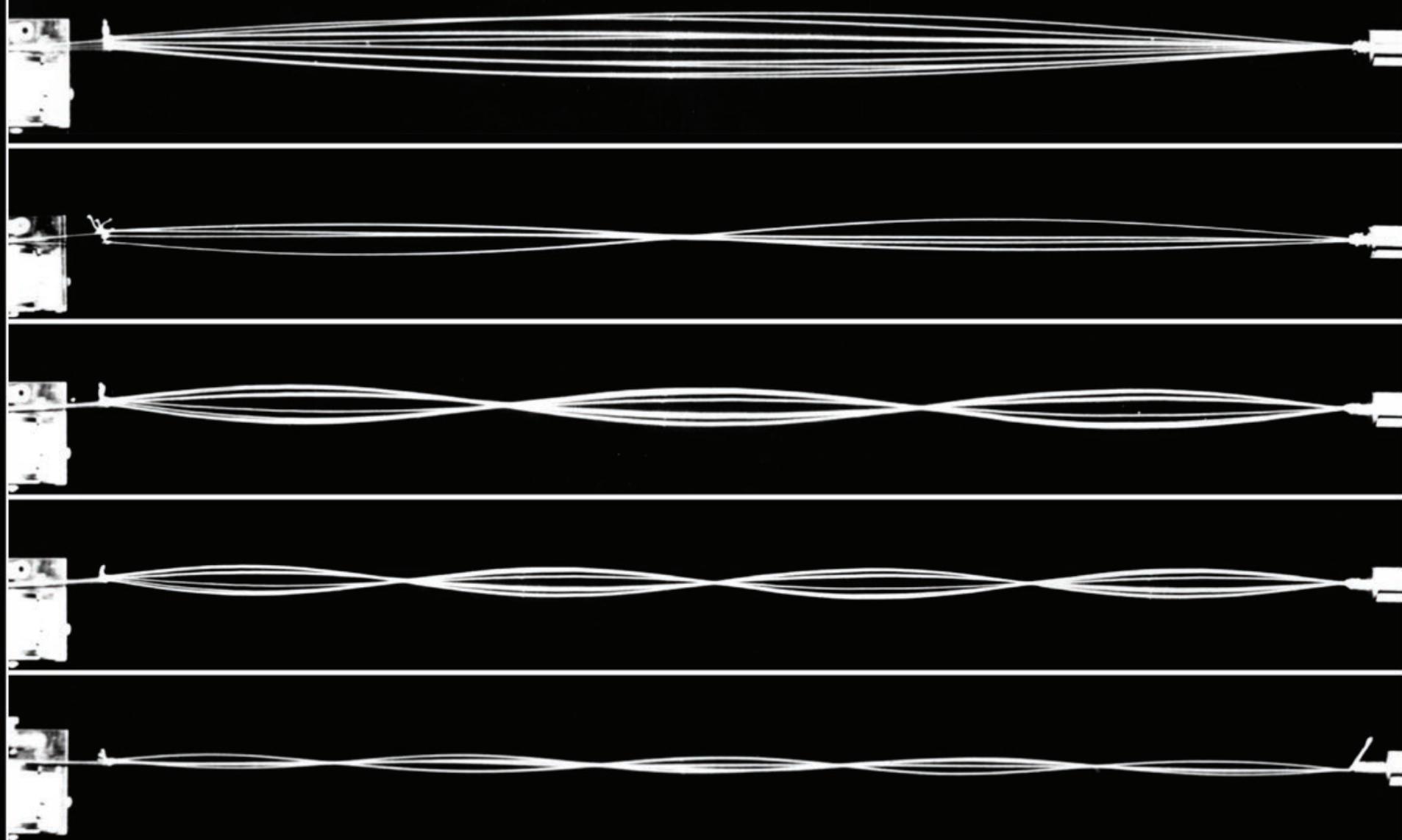
Prin reglarea potrivită a tensiunii din fir și a frecvenței generatorului obținem o undă staționară cu **patru ventre**

# Unde staționare în corzi



Prin reglarea potrivită a tensiunii din fir și a frecvenței generatorului obținem o undă staționară cu **cinci ventre**

## Unde staționare în corzi



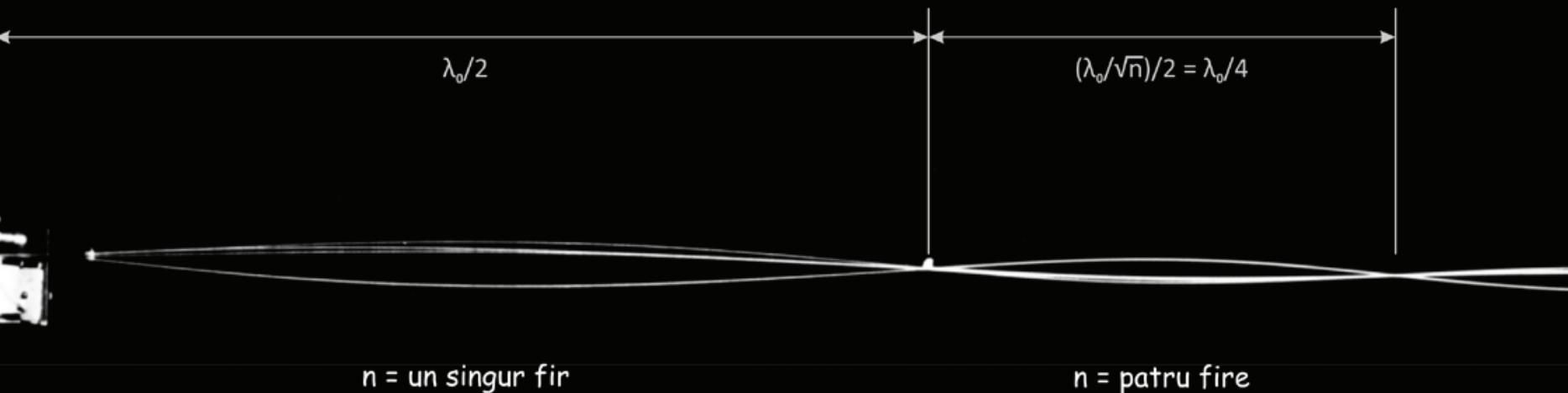
Prin reglarea potrivită a tensiunii din fir și a frecvenței generatorului obținem unde staționare cu **diferite numere de ventre**.

# Unde staționare în corzi



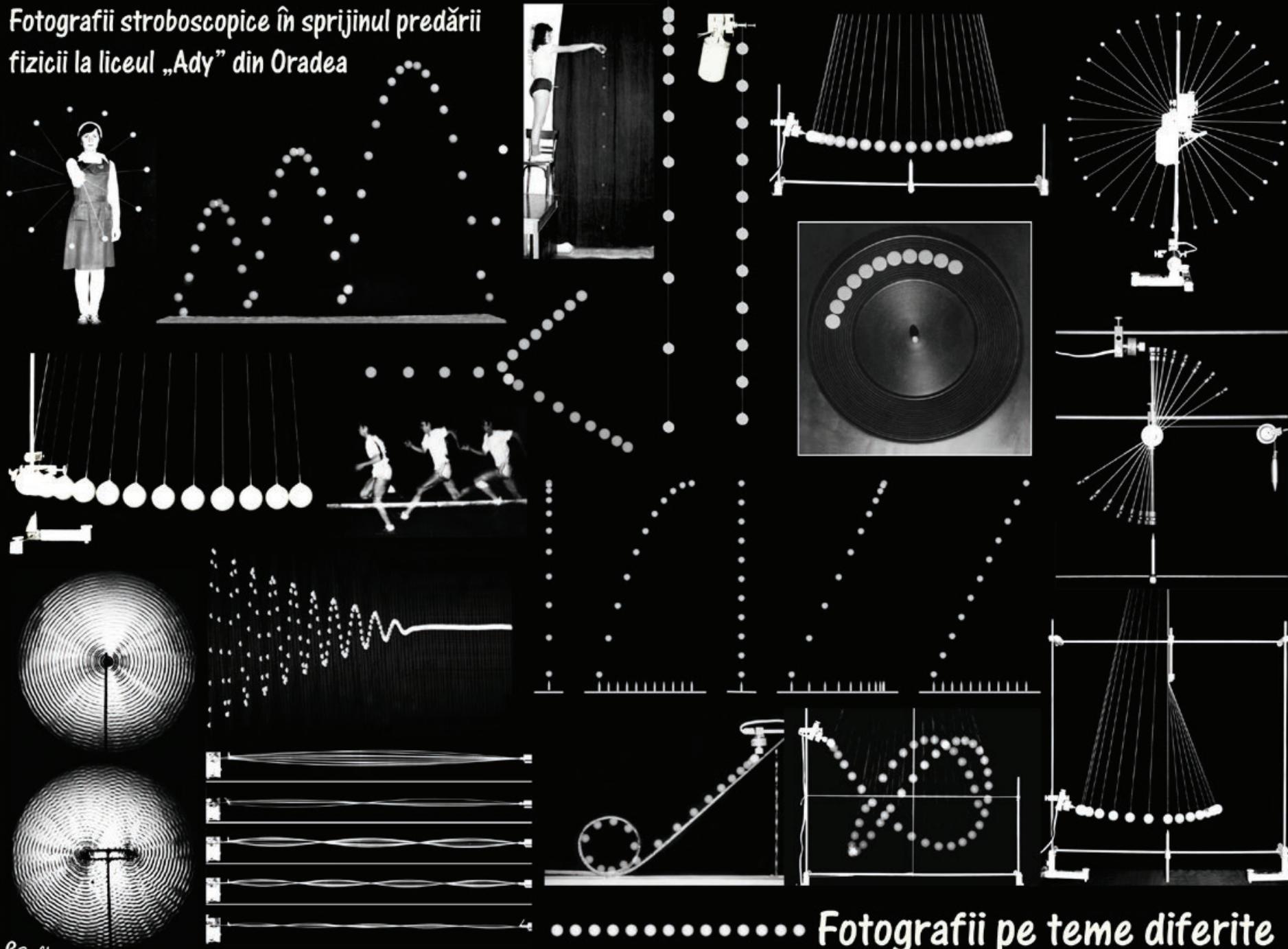
Refracția undelor staționare. La stânga de nod coarda este formată dintr-un singur fir, iar la dreapta din  $n=4$  fire, deci lungimea de undă este mai mică.

# Unde staționare în corzi



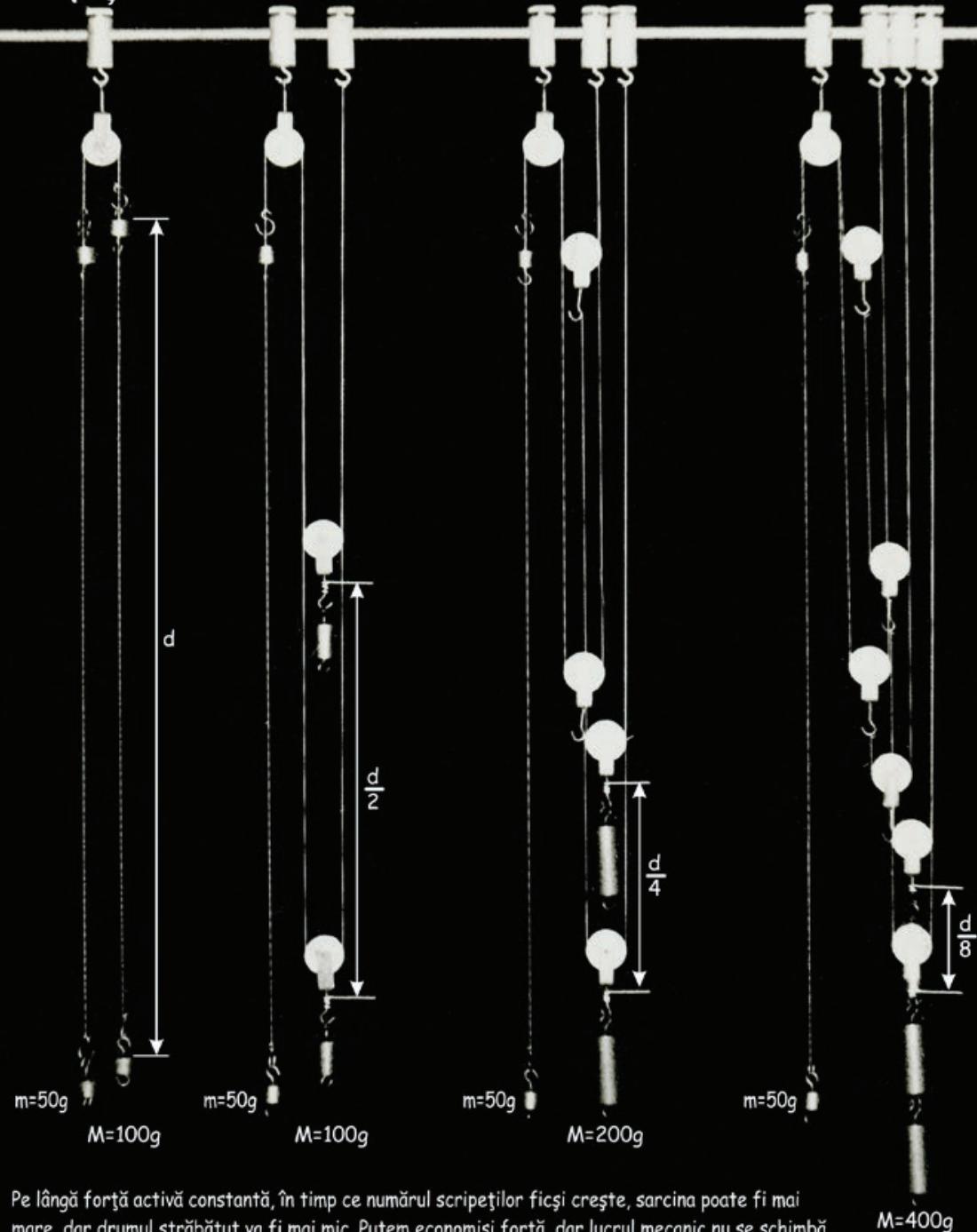
Refracția undelor staționare. La stânga de nod coarda este formată dintr-un singur fir, iar la dreapta din  $n=patru$  fire, deci lungimea de undă este mai mică.

Fotografii stroboscopice în sprijinul predării  
fizicii la liceul „Ady” din Oradea



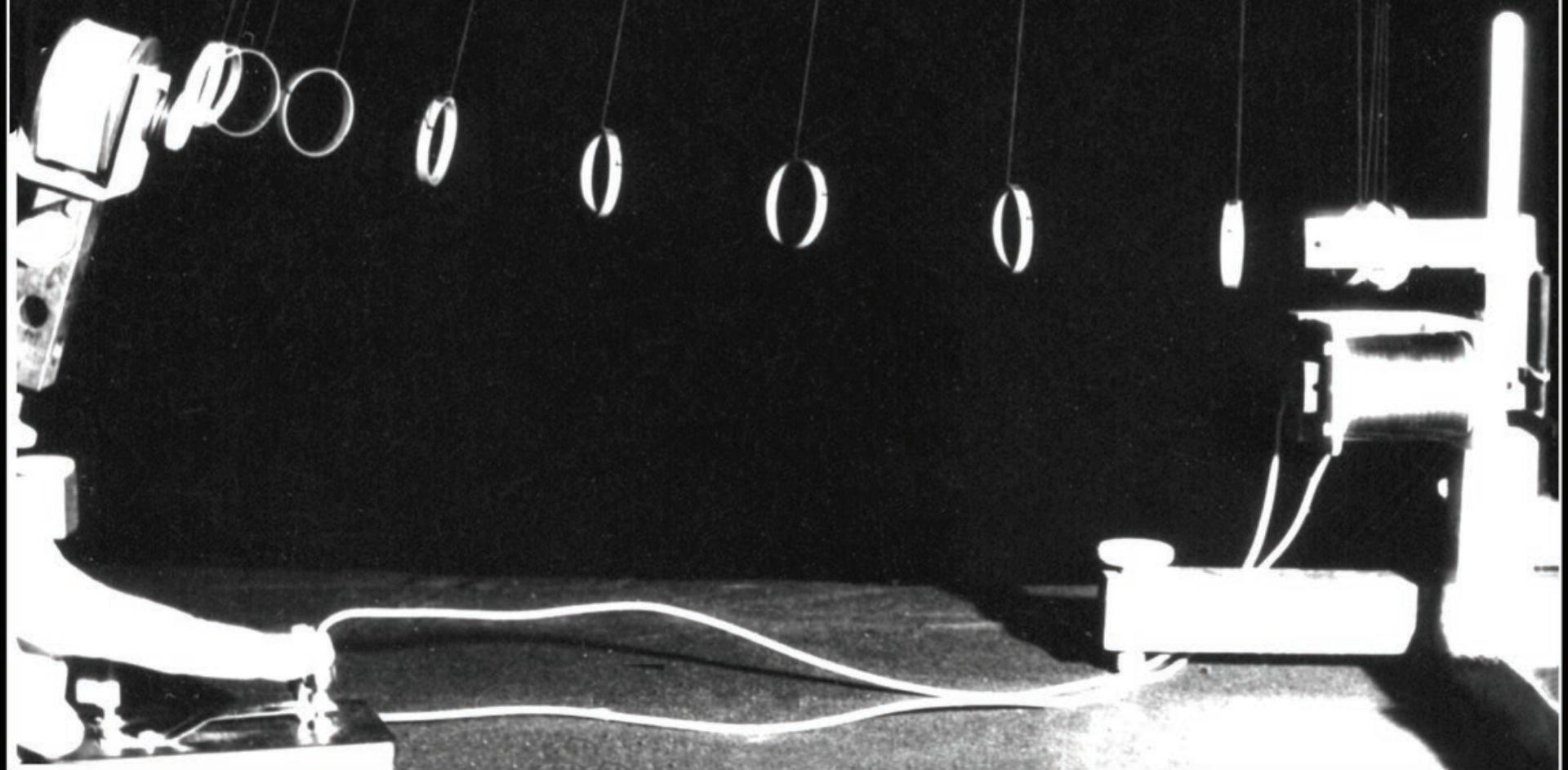
..... Fotografii pe teme diferite

## Scripetii lui Arhimede



Pe lângă forță activă constantă, în timp ce numărul scripetilor ficșii crește, sarcina poate fi mai mare, dar drumul străbătut va fi mai mic. Putem economisi forță, dar lucru mecanic nu se schimbă.

## Verificarea legii lui Lenz



Atunci când inelul ajunge la electromagnetul străbătut de curent, câmpul magnetic al curentului induș în inel, îl frânează. Inelul se va opri în curând.

## Mișcare accelerată - 1977



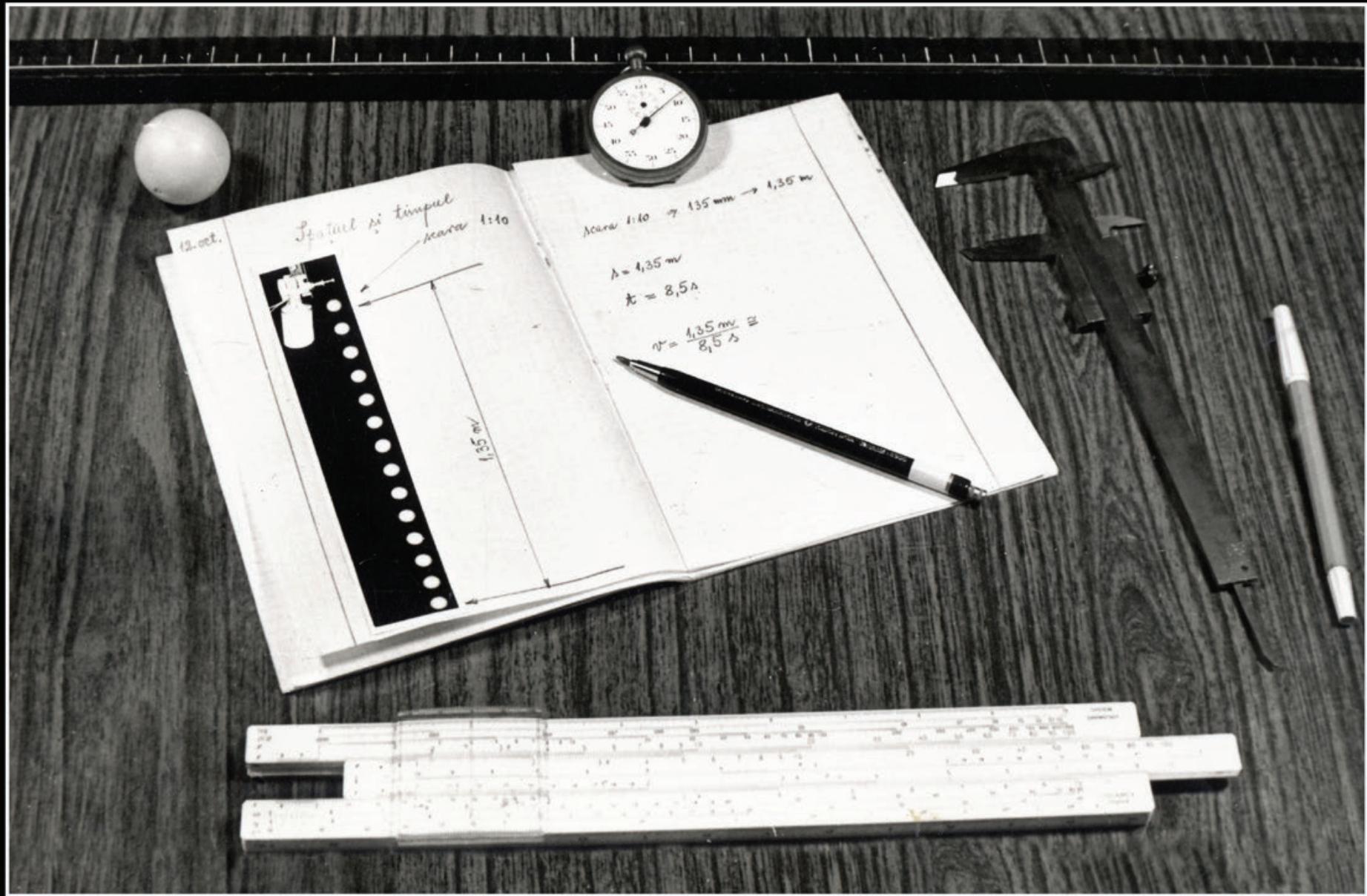
Startul atletului. Fotografie stroboscopică realizată în întuneric pe terenul de sport ( $n = 3$  flășuri;  $\Delta t = 150$  ms).

## Mișcare uniformă - 1977



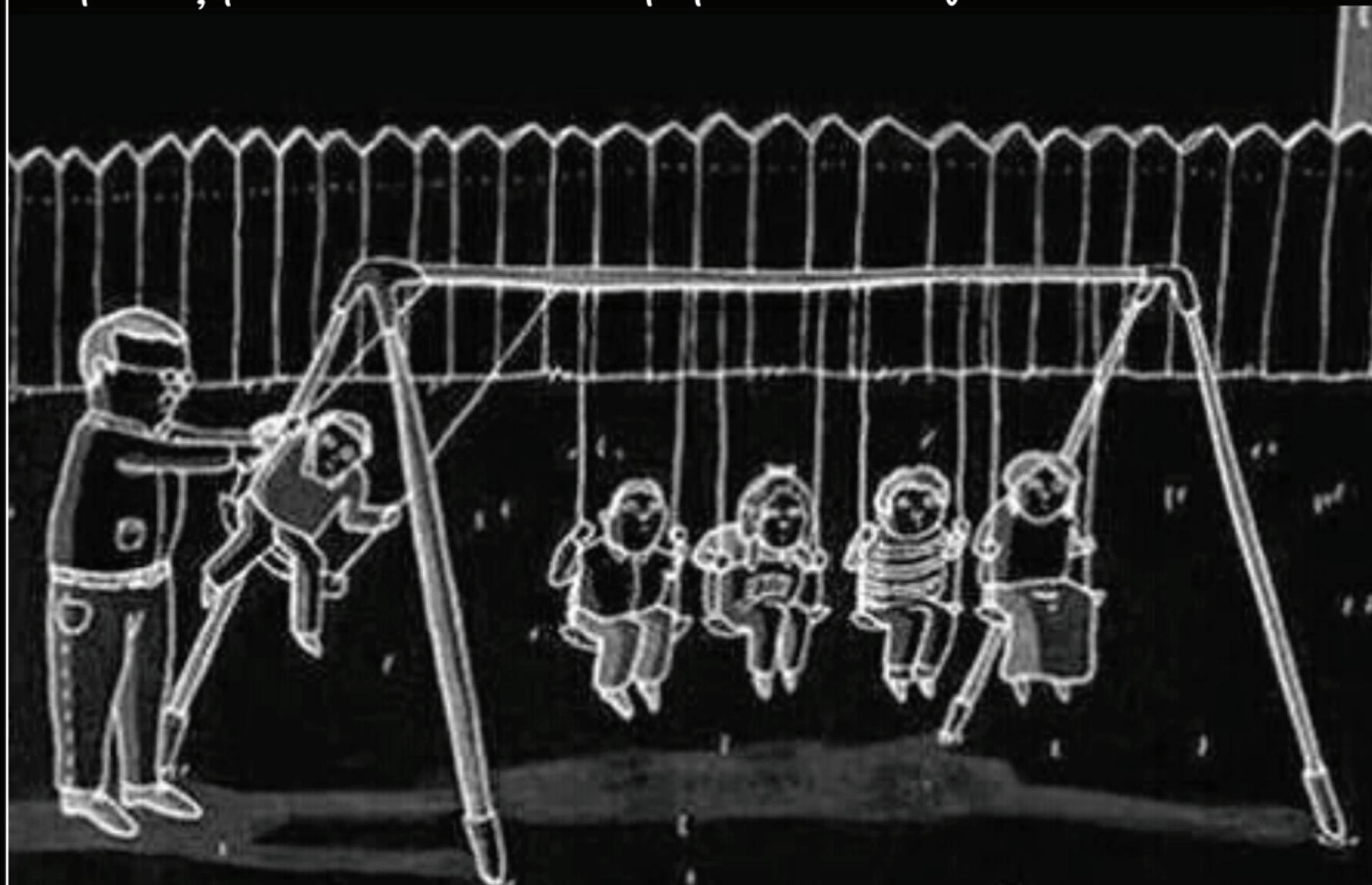
Mișcare aproape uniformă. Fotografie stroboscopică realizată în întuneric pe terenul de sport ( $n = 3$  flășuri;  $\Delta t = 150$  ms).

# Prelucrarea datelor experimentale - 1977



În ziua fotografierii am notat distanțele și intervalele de timp dintre impulsurile luminoase. Mai târziu le-am comparat cu cele de pe fotografie.

Nu permiteți profesorului de fizică să se apropie de terenul de joc!



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

C

Mulțumesc pentru atenție!



Marea majoritate a fotografiilor stroboscopice a fost realizată în laboratorul „Fizikum” al liceului „Ady Endre” din Oradea

Măr. 1976

beistvan@yahoo.com

## Taste rapide ce completează simpla rulare a albumului

Varianta în format pdf al albumului de fotografii stroboscopice conține aproximativ o sută de fotografii de 3000x2400 px, 300 dpi. Rularea obișnuită pdf-ului se face cu ajutorul tastelor săgeată și de paginare respectiv cu butoanele de comandă ale mouse-ului. În cuprinsul albumului găsiți paginile titlu interne ale grupelor de fenomene de aceeași temă, ceea ce vă ajută să vizualizați fotografiile selectate după subiect. Făcând clic pe pictograma ochi, veți ajunge la coperta interioară selectată, vizualizarea ulterioară se va putea face cu butoanele generale menționate mai sus, astfel puteți ajunge chiar și la sfârșitul albumului de fotografii stroboscopice. În colțul din dreapta sus al fiecărei pagini, există o literă **C** de culoare cyan pe care puteți face clic pentru a reveni la cuprins. Apăsând tasta **Esc** oriunde puteți părăsi albumul.

Această scurtă explicație a ajuns la sfârșitul prezentării, dar poate fi apelată direct și din cuprins. Iarăși apare litera **C** de culoare cyan, făcând clic pe **C** puteți reveni la cuprins, unde puteți selecta tema pentru o vizualizare ulterioară.

**Recomandare.** Fotografiile de tipul „doar pete albe” aparent foarte simple, la prima vedere toată lumea - în frunte cu mine - pare să le înțeleagă. Există o confuzie aproape generală cu privire la relativitatea traectoriei: cei care se uită superficial, își închipuie tocmai în sensul opus mișcarea căruciorului de fotografiere comandată de calculator. După ce acceptă comentariul din partea de jos a fotografiilor și se cufundă în vizionarea lor, găsesc noi greșeli. Și eu fac la fel! Dacă o fotografie nu am văzut-o de mult timp, cred că legenda sa la prima vedere - în principiu - este incorectă. Acceptul de multe ori apare doar după un raționament îndelungat, în acest timp de obicei, mă gândesc și la beneficiile fotografiilor stroboscopice la orele de fizică.

L-am folosit foarte mult, l-aș recomanda la toată lumea!