

### 3. VAJA

## MARKOVSKA PROCENA

### 1. UVOD

Padanje je enakomerno pospešeno gibanje z začetno hitrostjo nič. Pot narašča s kvadratom časa:

$$s = \frac{a t^2}{2}$$

## **2. NALOGA**

Določi pospešek pri padanju telesa!

## **3. PRIPOMOČKI**

- stojalo (2)
- prižema (4)
- brnač, trak, železna kroglica
- ŠMI-03
- računalnik PC 286 z vmesnikom CMC - S2
- priročno stikalo, stikalo tipka
- tuljava z železnim jedrom
- vezne žice (8)

## **4. POTEK DELA**

### **A.**

Brnač sem pritržil na stojalo in ga priključil na ŠMI in sicer na izmenično napetost 6 V. Papirnati trak (z dolžino okoli 1m) sem speljal skozi brnač, na katerem je bil indigo papir. Na konec traku sem pritržil kovinsko kroglico. Papirnati trak sem držal tako, da je bil položaj železne kroglice tik ob brnaču. Vključil sem ŠMI in izpustil trak. Kroglica je padala in za seboj vlekla papirnati trak. Brnač v eni sekundi zapiše na trak 50 pik. Na začetku so bile te zelo goste. Prvo, ki se je jasno ločila od ostalih sem označil. Ob njej sem napisal  $t=0$ . Peto piko je brnač zapisal desetinko sekunde kasneje, in tako sem ob njej zapisal 0,1. To sem ponavljal, dokler ni zmanjkalo traku. Na traku sem izmeril poti, ki jih je kroglica opravila v časih, kot prikazuje tabela na delovnem listu. Lege  $s(t)$  sem vpisoval v vrstico časov, premike  $\Delta s$  in hitrosti pa v vmesno vrstico. Pospešek je v vrstici med parom hitrosti, s katerim sem ga izračunal. Potem sem sestavil razpredelnico.

Izračunal sem tudi povprečno vrednost pospeška in ocenil napako, s katero sem ga izmeril. Narisal sem graf  $v(t)$  na milimetrski papir. Skozi točke sem potegnili premico, ki se je najbolj prilegla. S strmine premice sem razbral pospešek. Ocenil sem tudi natančnost odčitane pospeška.

t(s)	s(cm)	$\Delta s(\text{cm})$	v(cm/s)	a(cm/s <sup>2</sup> )
0	0	0	0	0
0,1	2,1	2,1	21	420
0,2	8,7	6,6	66	435
0,3	21,5	12,8	128	477
0,4	40,2	18,7	187	502
0,5	65,7	25,5	255	526
0,6	96,9	31,2	312	538

-> **FORMULI, S KATERIMI SEM IZRAČUNAL HITROST IN POSPEŠEK**

- $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

**PRIMER za t=0,5s:**

$$\Delta t = 0,1 \text{ s}$$

$$\Delta s = 25,5 \text{ cm}$$

$$v = \frac{25,5 \text{ cm}}{0,1 \text{ s}} = 255 \text{ cm/s}$$

- $s = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2}$

**PRIMER za t=0,5s:**

$$s = 65,7 \text{ cm}$$

$$t = 0,5 \text{ s}$$

$$a = \frac{2 \cdot 65,7 \text{ cm}}{(0,5 \text{ s})^2} = 526 \text{ cm/s}^2$$

$$\bar{a} = \frac{420 \text{ cm/s}^2 + 435 \text{ cm/s}^2 + 477 \text{ cm/s}^2 + 502 \text{ cm/s}^2 + 526 \text{ cm/s}^2 + 538 \text{ cm/s}^2}{6}$$

$$\bar{a} = 483 \text{ cm/s}^2$$

Povprečna vrednost pospeška: **483 cm/s<sup>2</sup>**

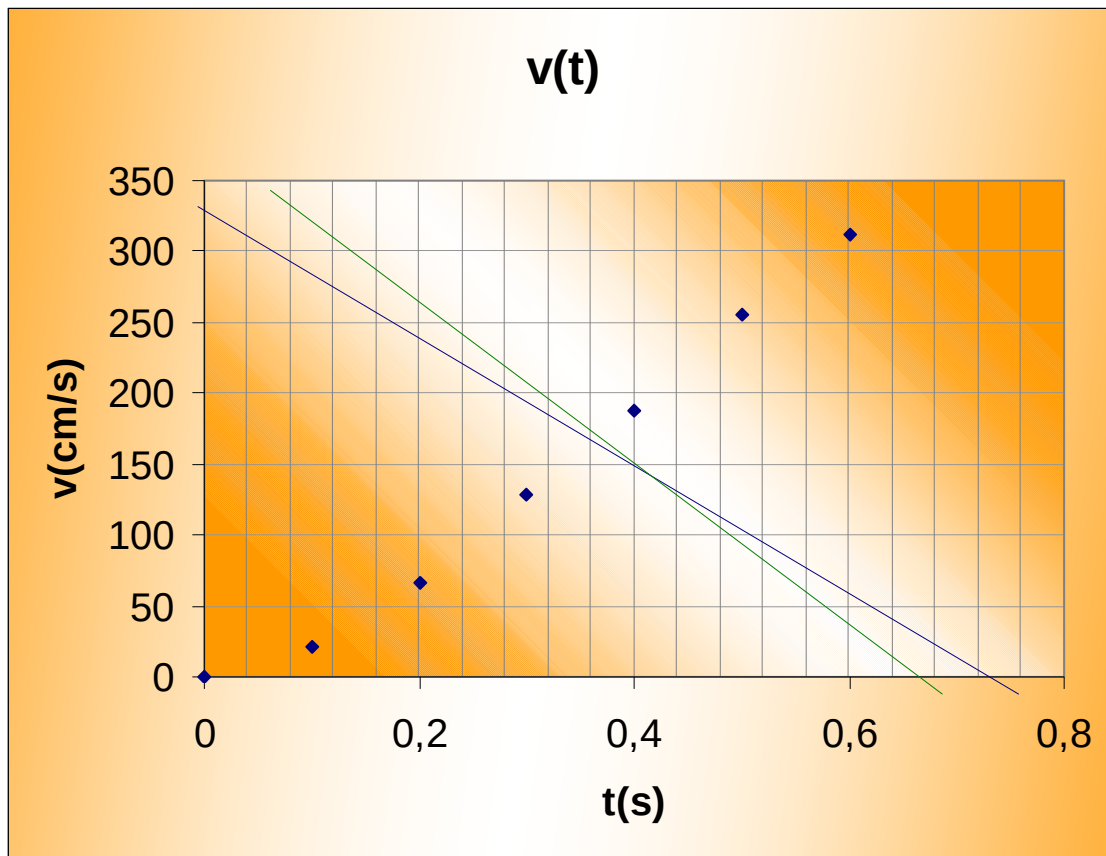
Absolutna napaka:  $\pm$  **48 cm/s<sup>2</sup>**

Relativna napaka: **9,9%**

Rezultat:

$$a = 483 \text{ cm/s}^2 \pm 48 \text{ cm/s}^2$$

$$a = 483 \text{ cm/s}^2 [1 \pm 0,099]$$



## **KOMENTAR**

Samo merjenje časa se mi zdi dovolj natančno, saj naj bi brnač deloval kolikor toliko natančno (frekvenca se ne spreminja). Meritev razdalj pik je zmotila le majhna zamazanost pik, vendar je natančnost meritev kljub temu dobra, saj merimo vedno od začetka pike. Tako sta tudi izračunana pospešek in hitrost dokaj točna (za vsako meritev posebej). Dokaj problem pri tej vaji pa je vpliv trenja. Gravitacijski pospešek znaša  $9,81 \text{ m/s}^2$ , za kar poskrbi Zemlja. Ob pogledu dobljenih rezultatov pa vidimo, da so v povprečju za približno polovico manjši. Ko namreč papir s kroglico drsi skozi brnač, se le-ta drgne ob njega, kar kroglico zaustavlja. Najbolj pa trak zaustavlja izredno pogosto pritiskanje indiga na papir, kar posledično vpliva na zmanjšanje hitrosti kroglic in zmanjšanje rezultatov od že vnaprej predvidenih. Opazimo pa lahko tudi, da je pospešek z vsako meritvijo večji. Na to vpliva dejstvo, da brnač papir bolj zaustavi pri manjših hitrostih. Ugotovimo, da se pri večjih hitrostih njegov vpliv počasi izgublja, zaradi česar pospešek raste.

## **B.**

### **POTEK DELA**

Čas prostega pada kroglice lahko merimo tudi z uporabo računalnika. V ta namen sem uporabil program KINEMATIKA 1.0. Izbral se opcijo, ki stimulira funkcijo merilne ure («ŠTOPARICA»). Sledil sem navodilom programa in izbral ustrezne nastavitve.

V tokokrog sem zvezal baterijo, stikalo in tuljavo z železnim jedrom. Ko pritisnemo na stikalo, sklenemo tokokrog in tuljava z železnim jedrom postane elektromagnet.

Vklopil sem ŠMI (enosmerna napetost 8V), pritisnil sivo tipko in na železno jedro elektromagneta pritrdil železno kroglico. Zaprl sem vrata stikala, ki jih je odprla padajoča kroglica. Pritisnil sem tipko ENTER, s katero sem resetiral merilno uro. Ponovno sem pritisnil sivo tipko. Ker železno jedro ni bilo več namagneteno, je začela železne kroglica prosto padati. Istočasno je računalniški program pognal merilno uro, ki se je zaustavila ob padcu kroglice na priročno stikalo. Čas padanja železne kroglice sem izmeril šestkrat. Izmeril sem še razdaljo, ki jo je preletela železna kroglica. Iz podatkov sem določil  $g$  z absolutno in relativno napako.

### **MERITVE, TABELE, RAČUNI**

$s = 0,6725\text{m}$

Formula s pomočjo katerih sem dobil sledeče rezultate:

$$s = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2}$$

<b>Meritev</b>	<b><math>t(s)</math></b>	<b><math>a(m/s^2)</math></b>
1	0,367	9,99
2	0,361	10,32
3	0,364	10,15
4	0,366	10,04
5	0,369	9,88

6	0,360	10,38
---	-------	-------

$$\bar{a} = \frac{9,99 \text{ m/s}^2 + 10,32 \text{ m/s}^2 + 10,15 \text{ m/s}^2 + 10,04 \text{ m/s}^2 + 9,88 \text{ m/s}^2 + 10,38 \text{ m/s}^2}{6}$$

$$\bar{a} = 10,13 \text{ m/s}^2$$

Povprečna vrednost pospeška: **10,13 m/s<sup>2</sup>**

Absolutna napaka:  $\pm$  **0,19 m/s<sup>2</sup>**

Relativna napaka: **1,8%**

Rezultat:

$$a = 10,13 \text{ m/s}^2 \pm 0,19 \text{ m/s}^2$$

$$a = 10,13 \text{ m/s}^2 [1 \pm 0,019]$$

## **KOMENTAR**

Ta vaja je bila ena od najnatančnejših. Čas je merjen elektronsko, tako da slučajne napake lahko zanemarimo. Upor zraka pa je skorajda zanemarljiv. Zelo natančno sem izmeril tudi pot. Kljub temu, da je že uveljavljen težni pospešek  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , pa so dobljeni rezultati še vedno v povprečju nad  $10 \text{ m/s}^2$ . Ko sem pritisnil sivo tipko za razmagnetenje, se je ta proces v tuljavi zgodil praktično takoj. Ura pa je očitno začela šteti čas drobec sekunde pozneje. Tako bi kroglica morala opraviti manjšo pot, za čisto natančen pospešek. Ker pa je opravila »daljšo« pot v istem času, je pospešek neznatno večji. Vse skupaj pa lahko zanemarimo, saj gre za zanemarljivo odstopanje le s stotinkami razlike.

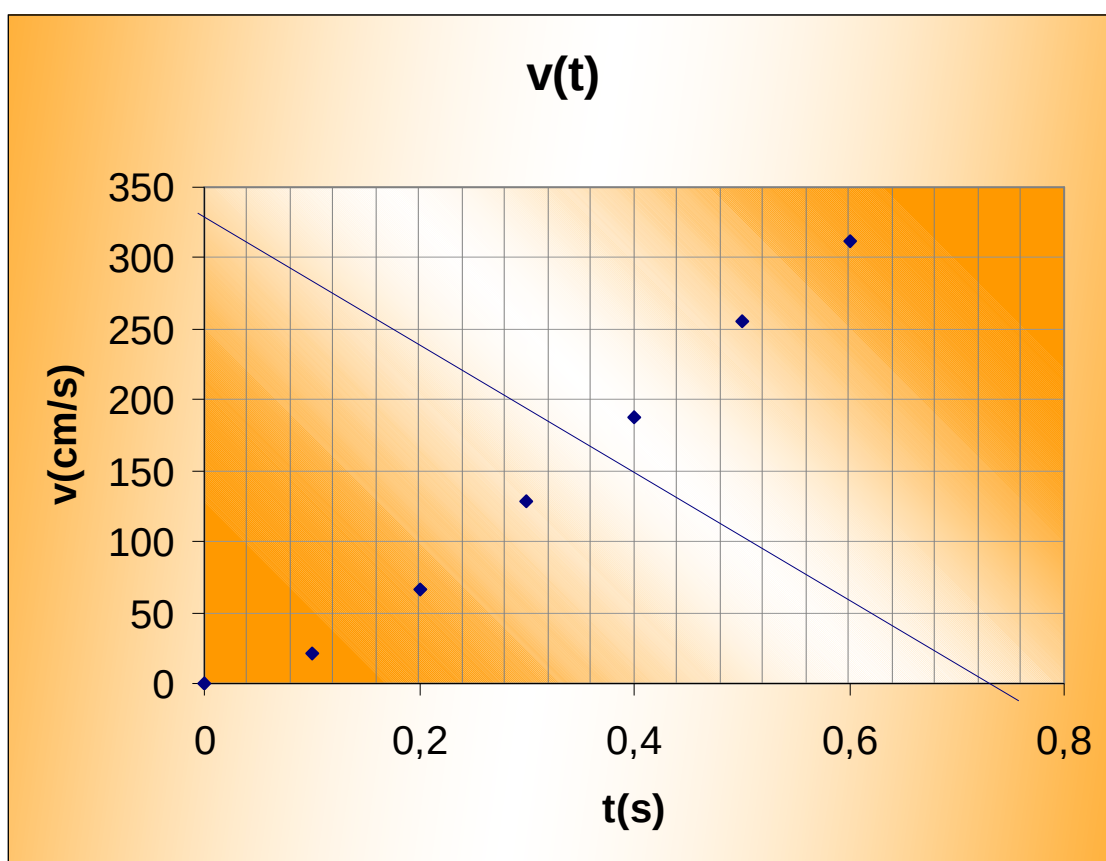
## **VPRAŠANJA** (za nalogo A)

**1. Ni nujno, da gre premica skozi izhodišče. Kaj razberemo iz presečišča s časovno osjo in kaj iz presečišča z osjo, na katero nanašamo hitrost?**

**2. Izmeri in računsko preveri, kolikšno pot opravi kroglica v tretji desetinki sekunde!**

**3. V katerih trenutkih ima padajoče telo izračunano vrednost  $v$ ? Navedi jih nekaj!**

**4. Zakaj je pospešek manjši od težnega pospeška, saj nam se zdi, da kroglico prosto pada? Nariši vse sile na kroglico in zapiši za gibanje kroglice II. Newtonov zakon!**

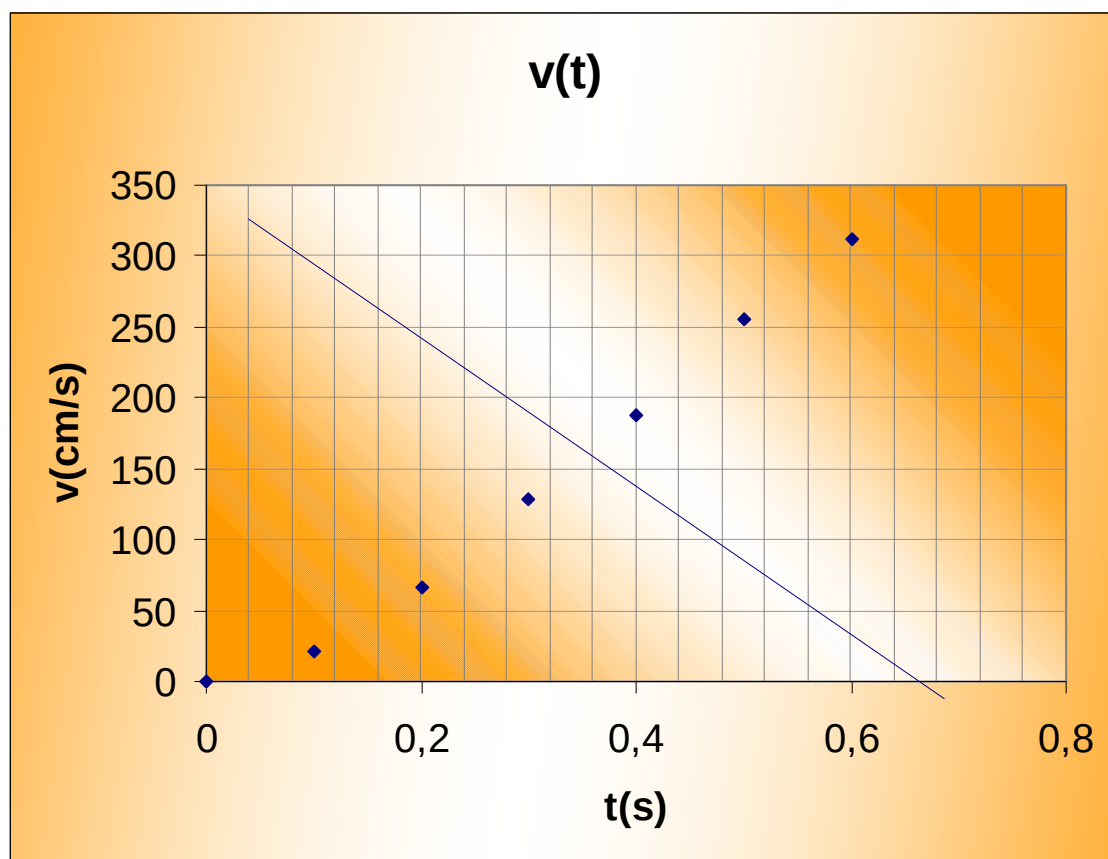


### **KOMENTAR**

Samo merjenje časa se mi zdi dovolj natančno, saj naj bi brnač deloval kolikor toliko natančno (frekvenca se ne spreminja). Meritev razdalj pik je zmotila le majhna zamazanost pik, vendar je natančnost meritev kljub temu dobra, saj merimo vedno od začetka pike. Tako sta tudi izračunana pospešek in hitrost dokaj točna (za vsako meritev posebej). Dokaj problem pri tej vaji pa je vpliv trenja. Gravitacijski pospešek znaša  $9,81 \text{ m/s}^2$ , za kar poskrbi Zemlja. Ob pogledu dobljenih rezultatov pa vidimo, da so v povprečju za približno polovico manjši. Ko



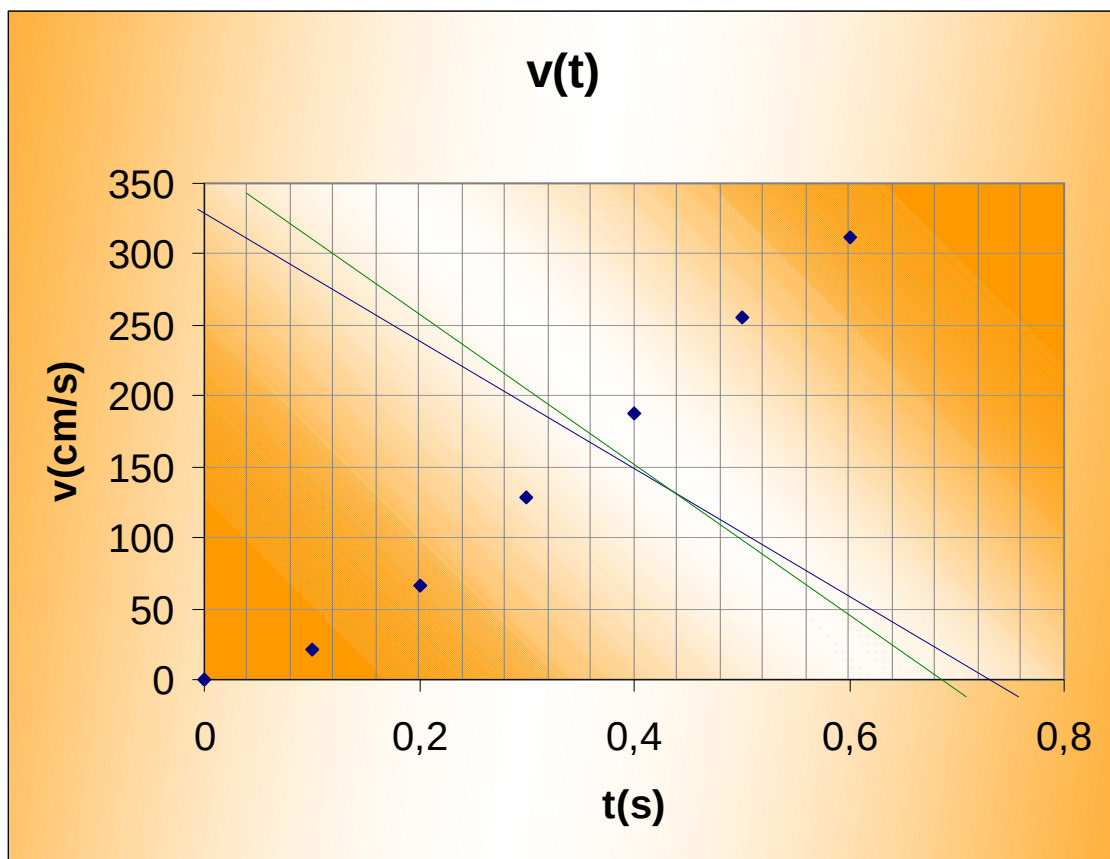
namreč papir s kroglico drsi skozi brnač, se le-ta drgne ob njega, kar kroglico zaustavlja. Najbolj pa trak zaustavlja izredno pogosto pritiskanje indiga na papir, kar posledično vpliva na zmanjšanje hitrosti kroglic in zmanjšanje rezultatov od že vnaprej predvidenih. Opazimo pa lahko tudi, da je pospešek z vsako meritvijo večji. Na to vpliva dejstvo, da brnač papir bolj zaustavi pri manjših hitrostih. Ugotovimo, da se pri večjih hitrostih njegov vpliv počasi izgublja, zaradi česar pospešek raste.



## **KOMENTAR**

Samo merjenje časa se mi zdi dovolj natančno, saj naj bi brnač deloval kolikor toliko natančno (frekvenca se ne spreminja). Meritev razdalj pik je zmotila le majhna zamazanost pik, vendar je natančnost meritev kljub temu dobra, saj merimo vedno od začetka pike. Tako sta tudi izračunana pospešek in hitrost dokaj točna (za vsako meritev posebej). Dokaj problem pri tej vaji pa je vpliv trenja. Gravitacijski pospešek znaša  $9,81 \text{ m/s}^2$ , za kar poskrbi Zemlja. Ob pogledu

dobljenih rezultatov pa vidimo, da so v povprečju za približno polovico manjši. Ko namreč papir s kroglico drsi skozi brnač, se le-ta drgne ob njega, kar kroglico zaustavlja. Najbolj pa trak zaustavlja izredno pogosto pritiskanje indiga na papir, kar posledično vpliva na zmanjšanje hitrosti kroglic in zmanjšanje rezultatov od že vnaprej predvidenih. Opazimo pa lahko tudi, da je pospešek z vsako meritvijo večji. Na to vpliva dejstvo, da brnač papir bolj zaustavi pri manjših hitrostih. Ugotovimo, da se pri večjih hitrostih njegov vpliv počasi izgublja, zaradi česar pospešek raste.



## **KOMENTAR**

Samo merjenje časa se mi zdi dovolj natančno, saj naj bi brnač deloval kolikor toliko natančno (frekvenca se ne spreminja). Meritev razdalj pik je zmotila le majhna zamazanost pik, vendar je natančnost meritev kljub temu dobra, saj merimo vedno od začetka pike. Tako sta tudi izračunana pospešek in hitrost dokaj točna (za vsako meritev posebej). Dokaj problem pri tej vaji pa je vpliv

trenja. Gravitacijski pospešek znaša  $9,81 \text{ m/s}^2$ , za kar poskrbi Zemlja. Ob pogledu dobljenih rezultatov pa vidimo, da so v povprečju za približno polovico manjši. Ko namreč papir s kroglico drsi skozi brnač, se le-ta drgne ob njega, kar kroglico zaustavlja. Najbolj pa trak zaustavlja izredno pogosto pritiskanje indiga na papir, kar posledično vpliva na zmanjšanje hitrosti kroglic in zmanjšanje rezultatov od že vnaprej predvidenih. Opazimo pa lahko tudi, da je pospešek z vsako meritvijo večji. Na to vpliva dejstvo, da brnač papir bolj zaustavi pri manjših hitrostih. Ugotovimo, da se pri večjih hitrostih njegov vpliv počasi izgublja, zaradi česar pospešek raste.