Nagyon szép és alapos mérést végzett és írt le *Hoffman Ferenc,* a nagykanizsai Landler Jenő Gimnázium IV. osztályos tanulója. Az ütközési számot az ütközés utáni és előtti sebesség hányadosának definiálta. (Több megoldó az ütközési számot az energiák hányadosaként határozta meg. Ez is gyakori definíció, több könyv is használja. Az utóbbi ütközési szám az előbbi négyzete. Mindkét definíció elfogadható, ha a megoldó egyértelműen közli, hogy melyiket használja.)

Először határozzuk meg elméletileg a pattogás idejét! Ha h_0 az ejtési magasság, és utána rendre h_1, h_2, ... magasságra emelkedik a labda, akkor az ütközési számra:

$$k^2 = \frac{h_1}{h_0} = \frac{h_2}{h_1} = \dots. \tag{1}$$

Legyen T az első pattanástól a megállásig eltelt idő. Ekkor

$$T = 2\sqrt{\frac{2h_1}{g}} + 2\sqrt{\frac{2h_2}{g}} + \dots = 2\sqrt{\frac{2}{g}}\,(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2} + \dots) \tag{2}$$

Az (1), (2) egyenletek alapján könnyen látható, hogy a zárójelben mértani sor található, amelynek első tagja $\sqrt{h_1}$ és hányadosa k. Felhasználva a mértani sor összegképletét, a pattogás idejére a

$$T = 2\sqrt{\frac{2}{g}}\,\frac{k}{1-k}\,\sqrt{h_0} \tag{3}$$

összefüggést kapjuk. Ebből kifejezzük k-t:

$$k = \frac{1}{1 + 2\sqrt{\frac{2}{g}}\,\frac{\sqrt{h_0}}{T}}. \tag{4}$$

T és h_0 mérése esetén k már meghatározható.

A valóságban a labda véges számú pattogás után már nem emelkedik fel, hanem még egy ideig rugalmasan rezeg, majd a rezgés is lecseng. Ez mérésünkben csupán elenyésző hibát jelent, amiről a véges összegzés esetén kapott eredmény alapján történő kiértékeléssel meg is győződhetünk.

Az idő mérése stopperórával történik, a kezdeti magasságé pedig mérőszalaggal. Így T mérési hibája 0,2 s az indítás és a megállítás bizonytalanságával együtt, h_0-é pedig 1 mm. A véletlen hibák kiküszöbölésére minden esetben több mérést kell végezni.

A fent leírt törvény igazolása céljából *Hoffman Ferenc* különböző ejtési magasságokra végzett mérést (10 cm-től 80 cm-ig, 10 cm-enként).

Az ütközési számot a következő felületek esetén határozta meg: gumipadló, íróasztallap, iskolai pad, falap és kőpadló.

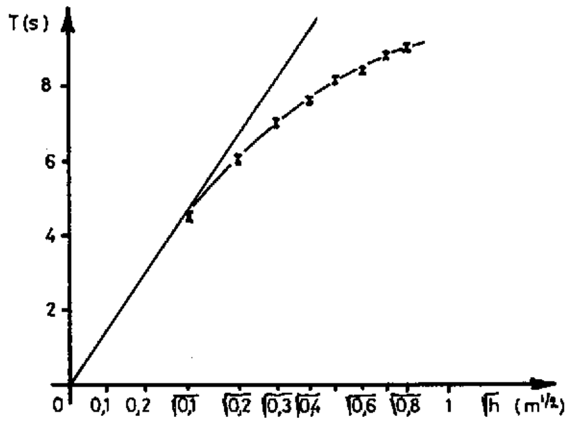
Itt csak a kőpadlón történt mérés eredményeit ismertetjük. A mérési eredményeket a táblázat mutatja:

h_0 (cm)	idő (s)					idő-átlag (s)
10	4,3	4,6	4,6	4,5	4,5	4,50
20	6,3	5,7	5,7	6,1	5,9	5,94
30	7,0	7,3	6,4	7,2	6,8	6,94
40	7,5	7,6	7,6	7,5	7,6	7,56
50	8,5	8,1	8,2	8,0	7,8	8,12
60	8,4	8,2	8,1	8,4	8,7	8,36
70	8,9	8,8	8,8	8,7	8,9	8,82
80	9,0	9,1	9,0	8,9	8,9	8,98

A (3) összefüggés szerint ha T-t a $\sqrt{h_0}$ függvényében ábrázoljuk, akkor az origón áthaladó

$$2\sqrt{\frac{2}{g}}\,\frac{k}{1-k}$$

meredekségű egyenest kell kapnunk. Ha azonban a táblázatban szereplő mérési eredményeket ábrázoljuk, az ábrán látható görbét kapjuk, ami nem egyenes. Ennek oka az, hogy magasabbról történő indítás esetében a közegellenállás lényeges szerepet játszik.



A felső pontok hibája nagy, mivel az előbb említett közegellenállás szisztematikus hibát okoz. Az origóhoz közeli pontok hibája a kis idő mérése miatt nagy. A grafikonba a mérési eredményeink alapján legvalószínűbb egyenest rajzoltunk be. Az egyenes meredeksége:

$$14{,}1\ \mathrm{s\ m}^{-1/2} \pm 10\%.$$

Így a (4) összefüggés alapján az ütközési szám:

$$k = 0{,}94 \pm 0{,}01.$$

A többi anyagra kapott eredmények a következők:

gumipadló	$k = 0{,}80 \pm 0{,}01$
íróasztal	$k = 0{,}92 \pm 0{,}01$
iskolai pad	$k = 0{,}92 \pm 0{,}01$
falap	$k = 0{,}88 \pm 0{,}01$