

NATUURKUNDE OLYMPIADE EINDRONDE 2020 PRAKTIKUMTOETS 1

EEN BOTSING IN 2 DIMENSIES

UITWERKING

Proef n.a.v.: Two-penny physics: Teaching 2D linear momentum conservation, Lorenzo Galante, and Ivan Gnesi, American Journal of Physics 88, 279 (2020).

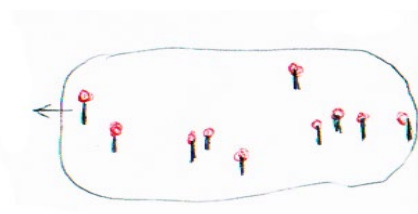
Opdracht A

10 metingen (zie plaatje), gemiddelde en standaard deviatie.

24,5 24,9 25,8 26,0 26,5 27,1 27,4 27,6 27,9 28,5

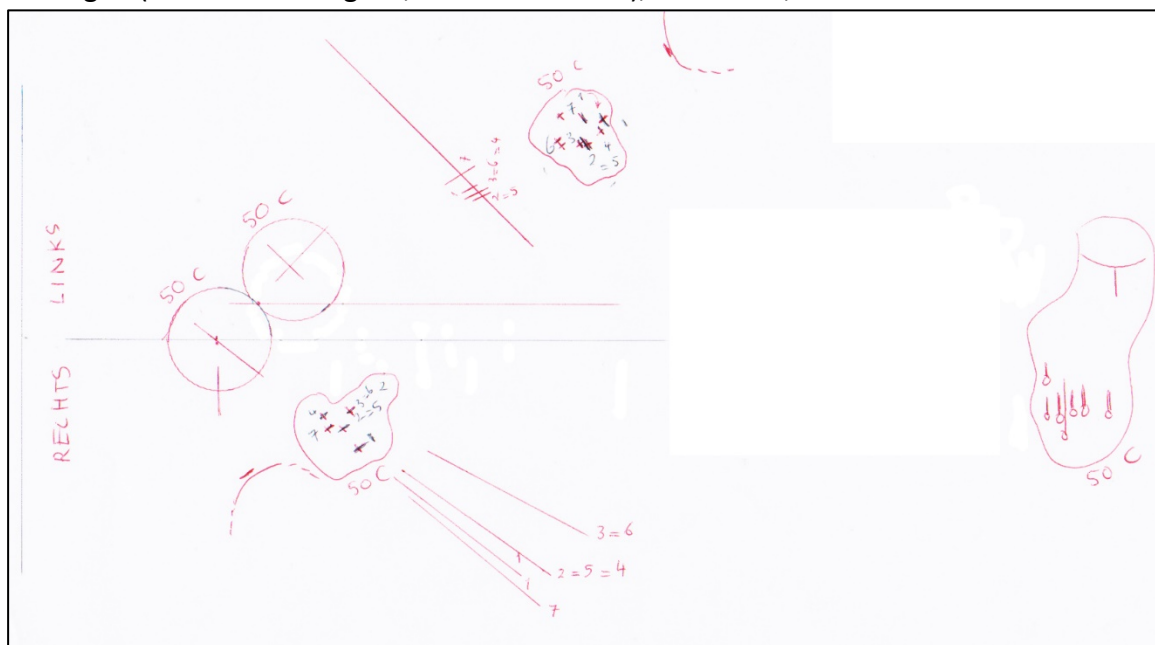
$\langle \rangle = 26,6 \text{ cm}$

SD = 1,2 cm



Opdracht B

Metingen (niet 100%weergave, kader is ca. 1 A4), 7X botsen, 7X niet botsen:

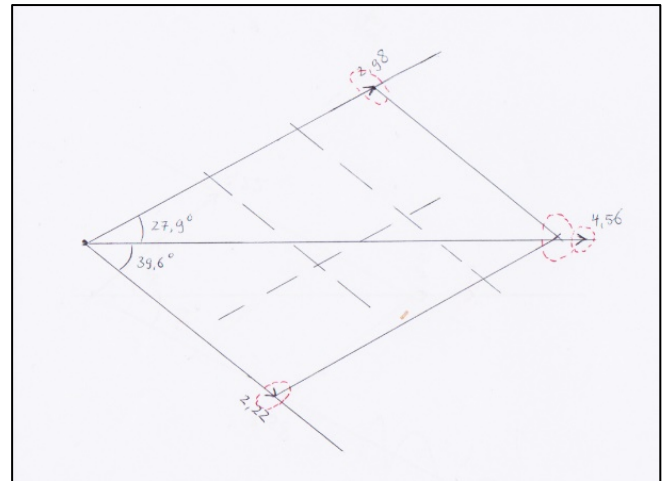


Opmeten in tabelvorm:

nr.	rechtdoor		botsing									
	munt A ₂		munt A ₁					munt B ₁				
	<i>d</i> (cm)	<i>v</i> (\sqrt{d})	<i>d</i> (cm)	hoek (gr)	<i>v</i> (\sqrt{d})	<i>v</i> _x	<i>v</i> _y	<i>d</i> (cm)	hoek (gr)	<i>v</i> (\sqrt{d})	<i>v</i> _x	<i>v</i> _y
#1	20,2	4,49	5,6	-44	2,37	1,70	-1,64	9,5	29	3,08	2,70	1,49
#2	20,3	4,51	5,0	-41	2,24	1,69	-1,47	8,9	26	2,98	2,68	1,31
#3	20,6	4,54	4,9	-32	2,21	1,88	-1,17	8,3	27	2,88	2,57	1,31
#4	20,7	4,55	4,4	-41	2,10	1,58	-1,38	9,4	27	3,07	2,73	1,39
#5	20,9	4,57	5,0	-41	2,24	1,69	-1,47	8,9	26	2,98	2,68	1,31
#6	21,1	4,59	4,9	-32	2,21	1,88	-1,17	8,3	27	2,88	2,57	1,31
#7	21,8	4,67	4,7	-46	2,17	1,51	-1,56	8,7	33	2,95	2,47	1,61
$\langle \rangle$	20,8	4,56	4,93	-39,6	2,22	1,70	-1,41	8,86	27,9	2,98	2,63	1,39
SD	0,5	0,05	0,34	5,1	0,08	0,13	0,17	0,44	2,3	0,07	0,09	0,11

Verwerking 1

Er kan nu een vector plaatje gemaakt worden. De vectorsom van de twee snelheden mét botsing (grootte kolom 6 en 11 en richting kolom 7 en 12) moet gelijk zijn aan de snelheidsvector zónder botsing (kolom 3). De twee snelheden van de situatie mét botsing hebben een fout in grootte en richting (vandaar een ellips), de snelheid van de vector zónder botsing alleen in grootte, de hoek is niet opgemeten.



Verwerking 2

Er moet impuls behoud zijn zowel in de x -richting (initiële glijrichting), als in de richting daar loodrecht op (y -richting). Daarom moeten de waarden in de 8^e en 13^e kolom in grootte aan elkaar gelijk zijn. Zo moet ook de 3^e kolom gelijk zijn aan de som van de 7^e en 12^e kolom.

Impuls	munt A ₂	munt A ₁	munt B ₁	A ₁ + B ₁
x -richting	4,56 ± 0,05	1,70 ± 0,13	2,63 ± 0,09	4,33 ± 0,16
y -richting	nvt	-1,41 ± 0,17	1,39 ± 0,11	nvt

Hieruit blijkt dat in de y -richting de waarden in elkaars foutmarge vallen. Voor de x -richting is dat niet het geval. Dat was in het vectorplaatje ook al te zien.

Opdracht C

Het deel dat behouden blijft is:

$$\eta = \frac{U_{kA,na} + U_{kB,na}}{U_{kA,voor}}$$

Eerder is gevonden dat $v \propto \sqrt{L}$ en dus dat $v^2 \propto L$. De glijafstand L is dus een maat voor de kinetische energie. Dus volgt:

$$\eta = \frac{L_{A,na} + L_{B,na}}{L_{A,voor}}$$

In tabelvorm:

	Energie		
	A ₂	A ₁ +B ₁	η
	20,2	15,1	75
	20,3	13,9	68
	20,6	13,2	64
	20,7	13,8	67
	20,9	13,9	67
	21,1	13,2	63
	21,8	13,4	61
<>	20,80	13,79	66
SD	0,50	0,61	4

Hieruit blijkt dus dat ongeveer één derde van de tijdens de botsing verloren gaat.

NATUURKUNDE OLYMPIADE EINDRONDE 2020 PRAKTIKUMTOETS 1
EEN BOTSING IN 2 DIMENSIES
BEOORDELINGSSHEMA

Onderdeel	Item	Punten	Score
A	Foto opstelling	0,5	
	Voldoende metingen (0 t/m 5: 0,5 pt, >5: 1 pt)	1	
	Fout in L	0,5	
B	Metingen (A_1 , A_2 en B_2), herhaling min. 7X	2	
	Metingen (hoeken), herhaling min 7X	2	
	Tabel	2	
	Uitbreiden tabel met \sqrt{L}	2	
	Verwerking 1, vectorplaatje met fouten	3	
	Verwerking 2, tabel met fouten	3	
C	Notie $E \propto L$	2	
	Berekenen E en η (uitbreiden tabel)	1	
	Fout in E en η	1	
BONUS	Voor creatieve of alternatieve manieren	3	
TOTAAL		20	

Een bolle lens, uitwerking



Opdracht:

Bepaal zo nauwkeurig mogelijk de brekingsindex van water met behulp van deze opstelling. Onderbouw je aanpak, waarom je denkt dat deze aanpak een nauwkeurige bepaling is. Beschrijf duidelijk wat je gedaan hebt en laat je opstelling zien (foto).

We verwachten ook een onderbouwde indicatie van de meetonzekerheid.

Uitwerking

Voor de lenzenmakersformule geldt in het algemeen (Longhurst, 1967) voor dikke lenzen met bolvormige oppervlakken in lucht:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) - \frac{(n - 1)^2 d}{n R_1 R_2}$$

$$\text{Met } d = R_1 + R_2$$

Deze formule kun je stevig vereenvoudigen voor een bolvormige lens met straal R .

$$\frac{1}{f} = \frac{2(n - 1)}{R} - \frac{2(n - 1)^2}{nR} = \frac{2(n - 1)}{nR}$$

Omwerken om n te bepalen levert: $n = \frac{2f}{2f - R}$.

We moeten dus f bepalen om n uit te kunnen rekenen.

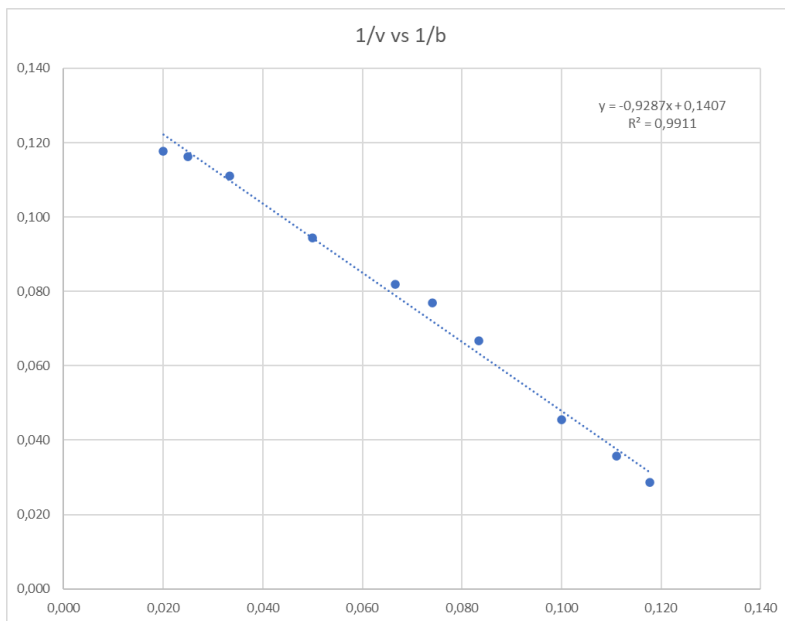
Voor dunne lenzen geldt:

$$1/f = 1/v + 1/b$$

Dat geldt dus niet direct voor de bolvormige lens, maar wel een beetje. Daar heb je ook dat vanuit oneindig de stralen in f bij elkaar komen of vanuit f naar elkaar toe gaan. Ook hier is een plek te vinden waar $v = b$ en dan geldt $v = b \approx 2f$.

Metingen (straal bol R=3,65 cm)

v (cm)	b (cm)	1/v	1/b		1/f		f (cm)
50	8,5	0,020	0,118		0,138		7,265
40	8,6	0,025	0,116		0,141		7,078
30	9	0,033	0,111		0,144		6,923
20	10,6	0,050	0,094		0,144		6,928
15	12,2	0,067	0,082		0,149		6,728
13,5	13	0,074	0,077		0,151		6,623
12	15	0,083	0,067		0,150		6,667
10	22	0,100	0,045		0,145		6,875
9	28	0,111	0,036		0,147		6,811
8,5	35	0,118	0,029		0,146		6,839



Met de berekening komt er dan voor uit dat $n=1,35$

Voor een grove meting niet eens zo slecht.

Longhurst R (1967) Geometrical and physical optics, second edition, Longmans, London – par 2.17

Beoordelingsschema

Onderdeel	Item	Punten	Score
A 1	Foto opstelling	0,5	
A 2	Formule verwerkt naar n bepalen	1	
A 3	Onderbouwing aanpak	1,5	
B 1	Voldoende metingen (0 t/m 3: 0 pt, 4<n<6: 1 pt n>6: 2pt)	2	
B 2	Fout in v met onderbouwing	0,5	
B 3	Fout in b met onderbouwing	0,5	
B 4	Spreiding (van min 1m tot max 8,5 cm)	2	
B 5	Metingen v en b tenminste 2x gedaan?	1	
C 1	Tabel	0,5	
C 2	Uitbreiden tabel met $\frac{1}{v}$ en $\frac{1}{b}$	1	
C 3	Grafiek $\frac{1}{v}$ tegen $\frac{1}{b}$	2,5	
C 4	Notie $r.c = -1$	1	
D 1	Nette bepaling van f	2	
D 2	Berekenen n	1	
D 3	Fout in n met onderbouwing	1	
E 1	Voor creatieve of alternatieve manieren	2	
TOTAAL		20	