

Uitwerkingen Vacuümpomp, 3HV, §1: Onderzoeken: theorieën, modellen en experimenten.

Opgaven

1.1 C.

- B 2.** Als een goed uitgevoerd experiment en een goed rekenmodel daarbij niet dezelfde uitkomsten geven, zal de onderliggende theorie niet kloppen. Je bewijst dan dus dat een theorie niet klopt. Maar als ze wel overeenkomen, kan het best zijn, dat het “toevallig” klopt. Misschien is een hele andere theorie, die we misschien nog niet eens kennen, de juiste. Uiteindelijk zal niets zeker zijn. Bijvoorbeeld: voor zover wij weten, valt op aarde altijd alles naar beneden. Maar we kunnen niet eens zeker weten, of dat morgen ook zo zal zijn (al rekenen we daar natuurlijk wel op). Pas na morgen kunnen we er misschien iets over zeggen, dan is het experiment gedaan.

Uitwerkingen Vacuümpomp, 3HV, §2: De vacuümpomp.

Opgaven

2.2 Je wilt dat alle lucht uit de pompruimte er tijdens de pompslag uitgaat. Als klep 1 niet snel dicht gaat, lekt er lucht terug naar de vacuümklok. Bij de terugslag mag er geen lucht van buiten door klep 2 lekken, daarom moet klep 2 goed dicht zitten.

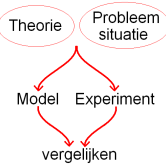
2.3 $1 - 0,15 = 0,85$ bar

2.4 D. (hij staat immers in contact met de buitenlucht)

2.5a. A. Klep 2 lekt, dus stroomt er steeds wat lucht van buiten naar de pompruimte.

b. Een snelle terugslag. Dan zal de druk in de pompruimte snel laag worden en zal klep 2 door de buitendruk worden dicht geduwd.

2.6. De hogere temperatuur zorgt er voor dat de druk bij A hoger zal zijn.



Uitwerkingen Vacuümpomp, 3HV, §3: Metingen doen aan een vacuümpomp.

Practicum 3.1

b. $1 - 0,1 = 0,9$ bar

Opdracht 3.2

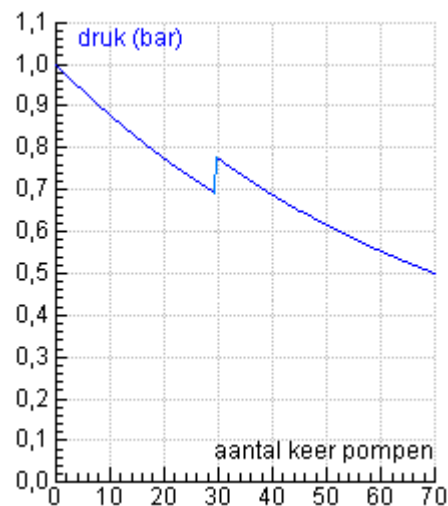
b. Bij de eerste pompslagen wordt er meer lucht weggepompt dan bij de latere pompslagen, omdat de dichtheid steeds kleiner wordt. Een rechte lijn zou betekenen dat er elke slag evenveel lucht zou worden weggepompt.

d. Er zijn heel veel mogelijkheden:

- afleesfouten (die kun je soms niet voorkomen)
- lekken van de kleppen
- temperatuurverandering tijdens het pompen
- een lekkende klok
- geen volledige pompslagen maken
- geen volledige terugslagen maken

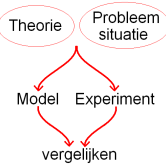
Opgaven

3.3



3.4a. De druk daalt verdacht snel tussen het derde en vierde meetpunt.

b. Mogelijke oorzaak: een telfout bij het tellen van de pompslagen.



Uitwerkingen Vacuümpomp, 3HV, §4: Het model met de hand doorrekenen.

Opdracht 4.1

(a.) $2/20 = 0,1$

(b.) 0 slagen:

$$N_p = \frac{2}{20} \cdot 500 = 0,1 \cdot 500 = 50 \text{ triljard}$$

(c,d.) 1 slag: $N_{tot} = 500 - 50 = 450$ triljard;

$$N_p = 0,1 \cdot 450 = 45 \text{ triljard}$$

(e. er gaat steeds een zelfde *deel* uit van alle moleculen die er nog zijn. Naarmate er minder moleculen over zijn, gaan er dus ook steeds minder moleculen uit).

(f.) 2 slagen: $N_{tot} = 450 - 45 = 405$ triljard;

$$N_p = 0,1 \cdot 405 = 40,5 \text{ triljard}$$

(g.) 3 slagen: $N_{tot} = 405 - 40,5 = 364,5$ triljard;

$$N_p = 0,1 \cdot 364,5 = 36,45 \text{ triljard}$$

(enz.)

Aantal keer pompen	N_{tot} (× triljard = 10^{21})	N_p (× triljard = 10^{21})
0	500	50
1	450	45
2	405	40,5
3	364,5	36,45

Opgaven

4.2. De leerling denkt dat er elke slag evenveel moleculen uitgaan, maar dat is niet zo. Er gaat elke slag een even groot *deel* uit ($1/20^e$). Hij verwacht dus het *deel* met het *aantal*.

4.3a. Meten hoeveel water er in gaat.

b. $L \cdot \pi r^2$. Je moet dus de lengte en de straal (of de diameter) van de pompruimte meten.

4.4a. totaal volume = $38+2=40$ liter; pompfactor = $2/40 = 0,05$.

b. totaal volume = $43,1+0,7=43,8$ liter; pompfactor = $0,7/43,8 = 0,016$.

c. totaal volume = $6,35+0,11=6,46$ liter; pompfactor = $0,11/6,46 = 0,017$.

4.5a. $N_p = 0,07 \cdot 600 = 42$ triljard $\rightarrow N_{tot} = 600 - 42 = 558$ triljard.

b. $N_p = 0,07 \cdot 558 = 39,06$ triljard $\rightarrow N_{tot} = 558 - 39,06 = 518,94$ triljard.

4.6a. Een constante.

b. Een variabele.

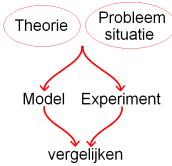
4.7 Formules (er staat steeds een verband tussen twee onbekende grootheden).

4.8a. $7 \cdot 1,79$

b. $K = N \cdot p$

c. $p = K/N$

4.9a. Als de moleculen zich gelijkmatig hebben verspreid over de klok en pomp verandert er voor het rekenmodel en het aantal moleculen niets. In A en B zullen evenveel moleculen zitten.



b. Omdat de temperatuur ook is veranderd is de druk bij A geen goede maat meer voor het aantal moleculen.

4.10a. Nee.

b. Bij elke pompslag gaat er een gedeelte van de moleculen weg, je houdt dus altijd ook een gedeelte over. Dat gedeelte kan op gegeven moment zelfs kleiner dan 1 worden. Vanuit moleculen gezien kan dat niet, maar voor het rekenmodel kan dat wel..

B 4.11. Dit zou het experiment kunnen verstoren als we heel snel zouden (kunnen) pompen. Als we minder snel pompen, zullen ook langzamere moleculen in de pompruimte komen, en kunnen snellere moleculen weer uit de pompruimte teruggaan naar de klok. Als we nog wat langer wachten, zal de lucht in de klok op kunnen worden gewarmd doordat de buitenlucht en de wanden van de klok warmer zijn. Je moet dus niet 'te snel' pompen. Om te weten wat 'te snel' is, kun je het beste de temperatuur van de lucht in de klok voortdurend meten.

Uitwerking 3HV Vacuümpomp, §5, Werking van computermodellen.

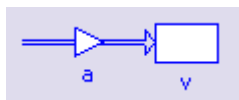
Opgaven

5.1a. $\Delta Q = I \cdot \Delta t$ (Kijk goed waar wel Δ 's staan en waar niet!)

b. $\Delta y = x \cdot \Delta t$.

c. In figuur 5.11 geeft de rechthoek de waarde van Q aan, met de formule bereken je de verandering van Q.

d. In de figuur én in de formule gaat het om de waarden van I zelf, niet om de verandering van I.

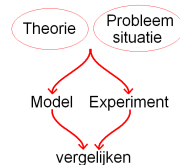


5.2. $\Delta v = a \cdot \Delta t \rightarrow$

(Let op waar wel en geen Δ 's staan!)

5.3.

t (s)	x (m)	v (m/s)	Δt (s)	Δx (m)
0,0	10,00	0,0	0,5	$0 \times 0,5 = 0$
0,5	$10 + 0 = 10,00$	2,3	0,5	$2,3 \times 0,5 = 1,15$
1,0	$10 + 1,15 = 11,15$	6,5	0,5	$6,5 \times 0,5 = 3,25$
1,5	$11,15 + 3,25 = 14,40$	8,3	0,5	$8,3 \times 0,5 = 4,15$
2,0	$14,40 + 4,15 = 18,55$			



Uitwerkingen Vacuümpomp, 3HV, §6: Computermodellen bouwen.

Opgaven

6.2a. Het aantal moleculen waarmee je begon (zie je practicumresultaat).

b. De formule waarmee N_p berekend moest worden (zie je practicumresultaat).

c. Nee.

d. - Het was moeilijk om het volume van de pompruimte te meten, daar kan dus een fout in zitten.

- Bij het volume van de klok moeten we ook het volume van de ruimte tussen de pompruimte en de klok meetellen. Dat hebben we niet gedaan. Als we dat wel gedaan zouden hebben, zouden we een kleinere pompfactor hebben gekregen.

- als de kleppen een beetje lekken, gaan er per keer pompen minder moleculen naar buiten dan verwacht. Er wordt een kleiner deel van de moleculen weggepompt. Dat betekent, dat in feite de pompfactor kleiner is.

6.3a. De grafiek is een rechte lijn. Hij zou af moeten buigen en steeds minder stijl moeten worden.

B b. De leerling moet een getal hebben ingevuld voor N_p in plaats van een formule. Daardoor neemt N_{tot} volgens zijn model elke pompslag evenveel af (in plaats van steeds minder) en krijg je een rechte lijn.

+ Je kunt dat getal zelfs terugvinden met een berekening. In 50 slagen neemt N_{tot} af met 1 75-85=90 triljard moleculen. Per slag is dat $90/50=1,8$ triljard. Hij heeft dus $N_p = 1,8$ ingevuld.

6.4 Je moet doen wat het hoofd van de groep ook deed. Die heeft alle stappen van het experiment zorgvuldig laten controleren op ook maar de kleinste fouten. Vervolgens heeft hij het experiment een keer of zes herhaald, om toevallige fouten en afleesfouten helemaal uit te sluiten. Vervolgens heeft hij (pas in 2011) een verslag van dit alles gepubliceerd en een oproep gedaan aan andere wetenschappers om het experiment ook uit te voeren. Wat hij NIET deed was direct roepen dat de theorie van Einstein fout was. Eerst moeten alle mogelijke andere oorzaken uitgesloten worden.

6.5a. Dat kun je niet zeker weten totdat het "experiment" gedaan is. We kunnen dan achteraf constateren, dat we het niet hadden moeten doen....

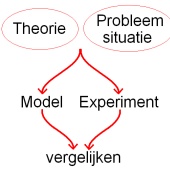
Wat we wel kunnen doen, is onderdelen van het computermodel testen, door situaties uit het verleden door te rekenen en door de atmosfeer te simuleren in hele grote broeikassen.

6.6a. Je krijgt het tweede jaar ook rente over de rente van het eerste jaar.

b.

Tijd (jaar)	Saldo (€)	Rentebedrag (€) (bij 3% rente)
0	10 000,-	300,-
1	10 300,-	309,-
2	10 609,-	318,27
3	10 927,27	327,8181

c. Rentebedrag = $0,03 \cdot \text{Saldo}$ (of Rentebedrag = $\frac{3}{100} \cdot \text{Saldo}$)



d. $\Delta \text{ Saldo} = \text{Rentebedrag} \cdot \Delta t$

(N.B.: Δt in jaren)

e. $0,03 \cdot \text{Saldo}$

f. 10 000

6.7 Er zijn heel veel aannames gemaakt, we hebben aangenomen:

- dat de VanderWaalskrachten verwaarloosd kunnen worden,
- dat de temperatuur in de klok tijdens het pompen constant blijft,
- dat het volume van de pomp en de klok niet veranderen,
- dat de moleculen zich gelijkmatig over de klok plus de pompruimte verdelen,
- dat alle moleculen uit de pompruimte tijdens een pompslag weggepompt worden,
- dat de kleppen snel genoeg sluiten en niet lekken,
- dat de druk van de buitenlucht 1 bar is,
- dat het aantal moleculen in de beginsituatie is zoals het boek beweert.

Misschien ontbreken er in deze lijst nog een paar.