

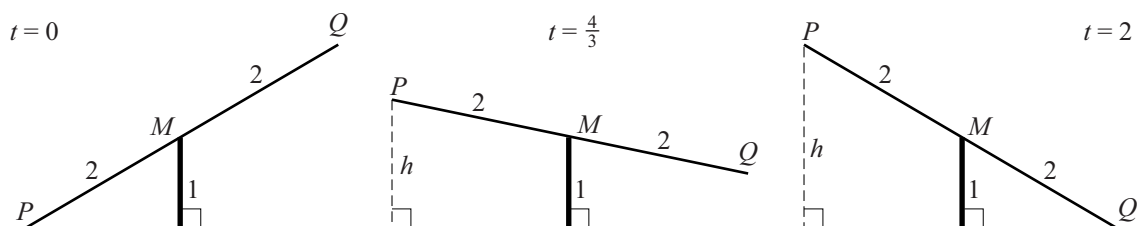
Het uiteinde van een wip

We bekijken in deze opgave een wiskundig model voor de beweging van het uiteinde van een wip.



Lijnstuk PQ met midden M en lengte 4 draait om M . De hoogte van M is 1. Zie figuur 1. We kijken naar het verloop van de hoogte h van P . Op tijdstip $t = 0$ is de hoogte van P gelijk aan 0. Van $t = 0$ tot $t = 2$ beweegt P omhoog. In figuur 1 is het lijnstuk getekend op drie tijdstippen: op $t = 0$, op $t = \frac{4}{3}$ en op $t = 2$.

figuur 1



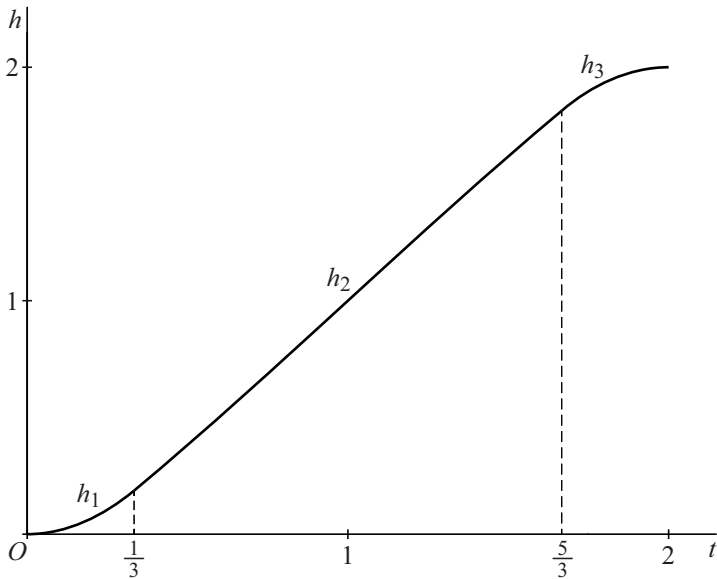
De hoogte van P tijdens de omhooggaande beweging wordt beschreven door het volgende model:

- fase 1: $h_1(t) = 1 + 2 \sin\left(\frac{3\pi}{10}t^2 - \frac{\pi}{6}\right)$ voor $0 \leq t \leq \frac{1}{3}$
- fase 2: $h_2(t) = 1 + 2 \sin\left(\frac{\pi}{5}t - \frac{\pi}{5}\right)$ voor $\frac{1}{3} < t \leq \frac{5}{3}$
- fase 3: $h_3(t) = 1 + 2 \sin\left(-\frac{3\pi}{10}t^2 + \frac{6\pi}{5}t - \frac{31\pi}{30}\right)$ voor $\frac{5}{3} < t \leq 2$

Hierin zijn h_1 , h_2 en h_3 de hoogtes van P in de verschillende fasen.

In figuur 2 is de grafiek van de hoogte van P in de fasen 1, 2 en 3 getekend.

figuur 2



De hoogte van P aan het eind van fase 2 is $h_2\left(\frac{5}{3}\right)$. Door $t = \frac{5}{3}$ in te vullen in de formule van h_3 kan worden bewezen dat de hoogte van P aan het begin van fase 3 gelijk is aan de hoogte van P aan het eind van fase 2.

3p **3** Bewijs dat deze hoogtes gelijk zijn.

De helling van de grafiek van h_2 aan het begin van fase 2 is $\frac{2\pi}{5} \cos\left(\frac{2\pi}{15}\right)$.

4p **4** Bewijs dat de helling van de grafiek van h_1 aan het eind van fase 1 hieraan gelijk is.

Voor elke waarde van a , met $0 < a < \frac{2}{3}$, geldt:

$$\frac{h_2(1-a) + h_2(1+a)}{2} = 1$$

4p **5** Bewijs deze gelijkheid.

Een foto van de Eusebiuskerk

We bekijken de volgende goniometrische formule:

$$\tan(\alpha - \beta) = \frac{\tan(\alpha) - \tan(\beta)}{1 + \tan(\alpha) \cdot \tan(\beta)} \quad (1)$$

De juistheid van deze formule kan worden bewezen door gebruik te maken van:

$$\tan(\alpha - \beta) = \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos(\alpha - \beta)} \quad (2)$$

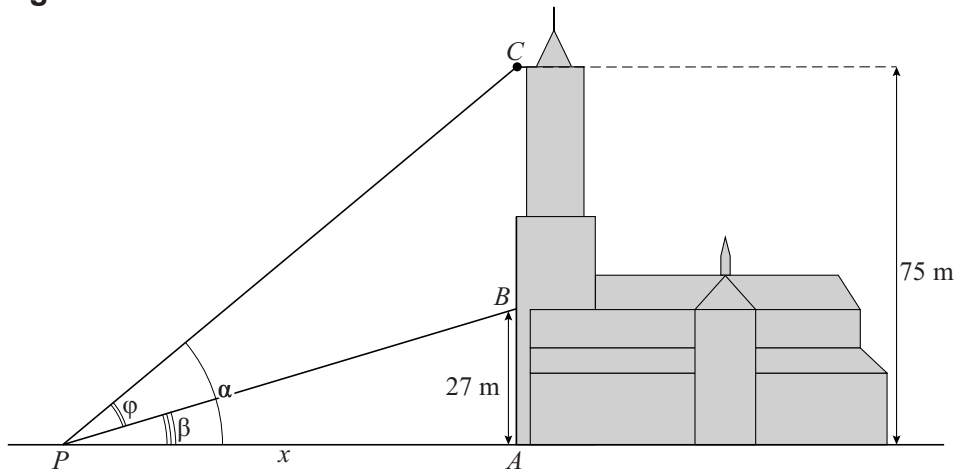
3p 13 Bewijs dat formule 1 juist is.

Een fotograaf wil de toren van de Eusebiuskerk in Arnhem zo duidelijk mogelijk op de foto krijgen. Hij vraagt zich af op welke afstand van de kerk hij dan moet gaan staan. Deze afstand berekenen we in deze opgave.



In figuur 1, op de volgende bladzijde, is de situatie schematisch weergegeven. Punt A is een punt aan de voet van de toren. De punten B en C liggen beide recht boven punt A . Punt B ligt op een hoogte van 27 meter boven A . Punt C ligt op een hoogte van 75 meter boven A . De fotograaf staat bij punt P op een afstand van x meter van A . Hij zet zijn camera in P op de grond zó dat alleen het deel van de toren tussen B en C op de foto staat. Er geldt: $\angle PAB = 90^\circ$. Verder is $\alpha = \angle APC$, $\beta = \angle APB$ en $\varphi = \alpha - \beta$. We noemen φ de **kijkhoek**.

figuur 1



Door gebruik te maken van formule 1 is het mogelijk $\tan(\varphi)$ uit te drukken in x . Er geldt:

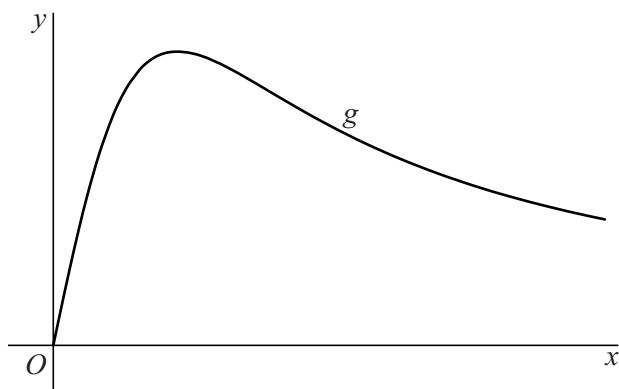
$$\tan(\varphi) = \frac{48x}{x^2 + 2025} \quad (3)$$

3p 14 Bewijs dat formule 3 juist is.

In figuur 2 is de grafiek van de functie g met functievoorschrift

$$g(x) = \frac{48x}{x^2 + 2025} \text{ geschetst.}$$

figuur 2



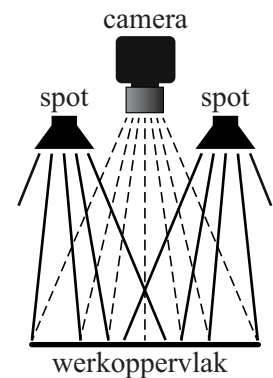
Om het deel van de toren tussen B en C zo duidelijk mogelijk op de foto te krijgen, moet kijkhoek φ maximaal zijn. Dat is het geval als $\tan(\varphi)$ maximaal is. In figuur 2 is te zien dat er een waarde van x bestaat waarvoor $g(x)$ en dus $\tan(\varphi)$ maximaal is.

4p 15 Bereken exact op welke afstand de fotograaf moet staan zodat de kijkhoek maximaal is.

Spots

Veel industriële en medische processen worden gestuurd door een digitale camera die gekoppeld is aan een computer. Hierbij is een gelijkmatige verlichting van het werkoppervlak van groot belang. Voor de belichting gebruikt men vaak een of meer kleine spots. Zie figuur 1.

figuur 1



Om de belichting goed te kunnen instellen is de hoogte van de spots boven het werkoppervlak variabel.

We bekijken eerst de situatie met één spot S . Zie figuur 2.

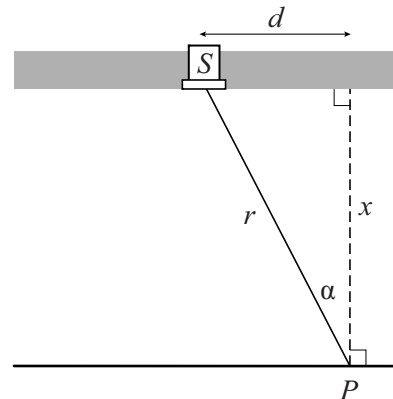
De waargenomen verlichtingssterkte E (in lux) in een punt P van een horizontaal oppervlak kan berekend worden met de formule:

$$E = \frac{I_{\text{spot}}}{4\pi r^2} \cdot \cos \alpha$$

Hierin is:

- I_{spot} een constante: de door de spot uitgezonden lichtstroom (in microlumen)
- r de afstand (in mm) tot de spot
- α de hoek (in radialen) tussen de lichtstraal en de loodlijn in P op het werkoppervlak

figuur 2



In figuur 2 is d de horizontale afstand in mm van de spot tot P en x de verticale afstand in mm van de spot tot P . Er geldt:

$$E = \frac{I_{\text{spot}}}{4\pi} \cdot \frac{x}{(x^2 + d^2)^{\frac{3}{2}}}$$

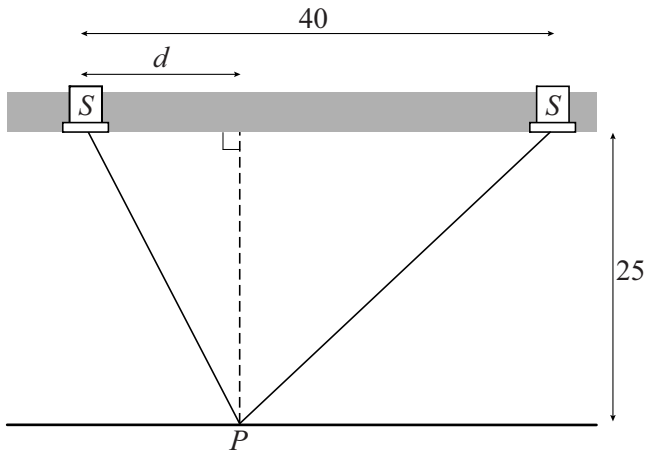
4p 3 Bewijs dit.

We kiezen $d = 10$. Er is een waarde van x waarvoor E maximaal is.

7p 4 Bereken algebraïsch deze waarde van x . Rond je antwoord af op één decimaal.

In de rest van deze opgave bekijken we de situatie met twee identieke spots. Voor elke spot geldt: $I_{\text{spot}} = 500$. De spots hebben horizontaal een onderlinge afstand van 40 mm en schijnen recht naar beneden. De verticale afstand van de spots tot het werkkoppervlak is 25 mm. Zie figuur 3. Hierin is ook d aangegeven, de horizontale afstand in mm van de linker spot tot P .

figuur 3



De totale verlichtingssterkte E_{totaal} in een punt op het werkkoppervlak is de som van de waargenomen verlichtingssterktes in dat punt van beide spots.

Het deel van het werkkoppervlak tussen de spots wordt voldoende gelijkmatig belicht als de laagste waarde van E_{totaal} in dat deel minstens 80% van de hoogste waarde van E_{totaal} bedraagt.

- 6p **5** Onderzoek of bij de ingestelde verticale afstand van 25 mm het deel van het werkkoppervlak tussen de spots voldoende gelijkmatig belicht wordt.

Straal van een waterstraal

In deze opgave kijken we naar water dat uit een cirkelvormige kraanopening stroomt.

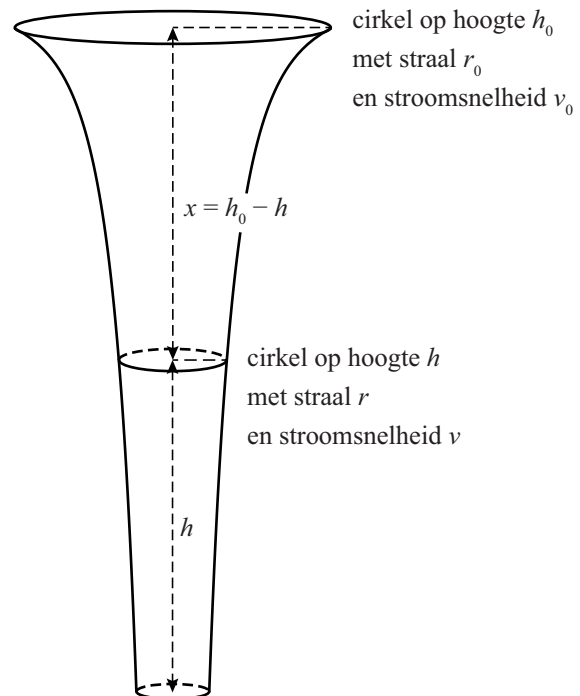
In figuur 1 is de vorm van de waterstraal getekend. Op elke hoogte is de horizontale doorsnede van de waterstraal een cirkel. De straal van die cirkel wordt naar beneden toe steeds kleiner.

Op hoogte h heeft de horizontale doorsnede straal r en is de stroomsnelheid van het water v . De kraanopening heeft straal r_0 en bevindt zich op hoogte h_0 .

De snelheid waarmee het water uit de kraan stroomt, is v_0 .

Het hoogteverschil $h_0 - h$ geven we aan met x .

figuur 1



In de formules van deze opgave is meter de eenheid van lengte en meter per seconde de eenheid van snelheid.

Uit de (natuurkundige) Wet van behoud van energie volgt:

$$v_0^2 + 2gh_0 = v^2 + 2gh \quad (1)$$

Hierin is g de valversnelling van $9,81 \text{ m/s}^2$.

De hoeveelheid water die per seconde op een bepaalde hoogte voorbijstroomt, is voor elke hoogte gelijk. Hieruit is af te leiden:

$$r_0^2 \cdot v_0 = r^2 \cdot v \quad (2)$$

Door formule 1 en formule 2 te combineren kan worden aangetoond:

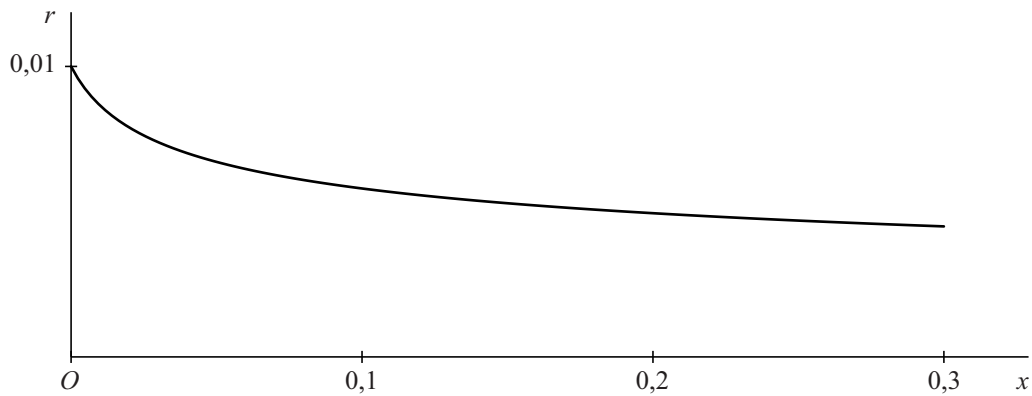
$$r = r_0 \cdot \sqrt[4]{\frac{v_0^2}{v_0^2 + 2gx}} \quad (3)$$

5p 8 Toon door formule 1 en formule 2 te combineren aan dat formule 3 juist is.

Een bepaalde kraan heeft een opening met een diameter van 2 cm. De opening bevindt zich 30 cm boven een oppervlak. De kraan wordt zo ver opengedraaid dat $v_0 = 0,5$ m/s.

In figuur 2 is voor deze waterkraan de grafiek getekend die het verband weergeeft tussen het hoogteverschil x en de straal r .

figuur 2



Als deze grafiek wordt gewenteld om de horizontale x -as, ontstaat de vorm van de waterstraal (90 graden linksom gedraaid).

De inhoud van het omwentelingslichaam is gelijk aan de hoeveelheid water waaruit de waterstraal op een bepaald moment bestaat.

- 5p **9** Bereken deze hoeveelheid. Rond je eindantwoord af op een geheel aantal cm^3 .

De vergelijking van Arrhenius

Om een chemische reactie tot stand te brengen is een bepaalde hoeveelheid **activeringsenergie** nodig. De Zweedse scheikundige en Nobelprijswinnaar Svante Arrhenius heeft een vergelijking opgesteld die het verband aangeeft tussen het aantal reagerende moleculen, de temperatuur en de activeringsenergie:

$$k = A \cdot e^{-\left(\frac{E}{8,314T}\right)}$$



Hierin is

- A de constante van Arrhenius;
- E de activeringsenergie (in joule per mol);
- T de temperatuur (in kelvin);
- k een getal dat aangeeft hoeveel moleculen er per seconde reageren.

De vergelijking van Arrhenius kun je herleiden tot de volgende vorm:

$$E = 8,314T \cdot \ln\left(\frac{A}{k}\right)$$

4p 11 Geef een herleiding waaruit dit blijkt.

E en A hebben voor elk soort reactie een eigen waarde. De waarden van E en A hangen niet af van de temperatuur. Omdat ze niet direct te meten zijn, meet men bij een reactie de waarde van k bij twee verschillende temperaturen. Hieruit zijn dan met de vergelijking van Arrhenius de bij die reactie horende waarden van E en A te berekenen.

Als voorbeeld bekijken we de chemische reactie waarbij stikstofdioxide wordt omgezet naar stikstofmonoxide en zuurstof.

Voor deze reactie is in een proef vastgesteld dat $k = 2,7 \cdot 10^{-2}$ als $T = 500$ en dat $k = 2,4 \cdot 10^{-1}$ als $T = 550$.

3p 12 Bereken de waarde van E van deze reactie. Geef je eindantwoord in de vorm $a \cdot 10^5$, met a afgerond op één decimaal.

Droogligtijd

In de Waddenzee varieert de waterhoogte in de loop van de tijd. Eb en vloed wisselen elkaar voortdurend af in een getijdencyclus met een periode van ongeveer 745 minuten. De waterhoogte in het oostelijke deel van de Waddenzee kan worden benaderd met de formule:

$$h = 125 \cos\left(\frac{2\pi}{745} t\right)$$

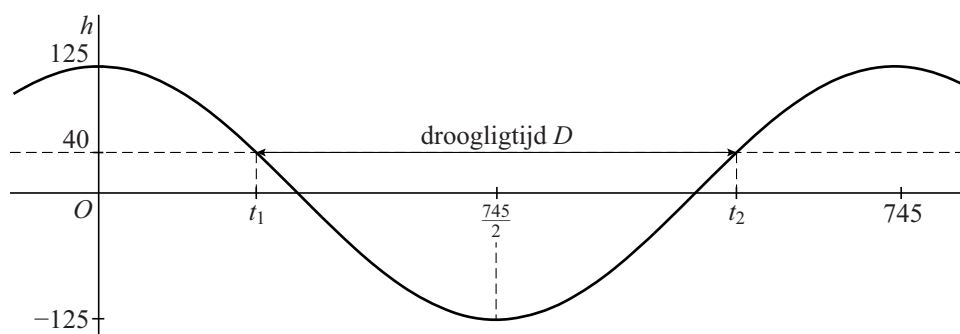
Hierbij is h de waterhoogte in cm ten opzichte van NAP (Normaal Amsterdams Peil) en is t de tijd in minuten. Tijdstip $t = 0$ komt overeen met een moment waarop $h = 125$.

In het oostelijk deel van de Waddenzee liggen verschillende zandbanken die gedurende een deel van een getijdencyclus droog komen te liggen. De **droogligtijd** D is het aantal minuten per getijdencyclus dat een zandbank niet geheel onder water ligt. De droogligtijd hangt af van de hoogte van de zandbank: de hoogte van het hoogste punt van de zandbank ten opzichte van NAP.

In het oostelijk deel van de Waddenzee bevindt zich een zandbank met een hoogte van 40 cm boven NAP.

In figuur 1 is de grafiek van de waterhoogte h getekend. Tevens is de hoogte van deze zandbank weergegeven. Gedurende één periode zijn er twee tijdstippen waarop de waterhoogte h gelijk is aan de hoogte van de zandbank. We noemen deze tijdstippen t_1 en t_2 . Het verschil tussen t_2 en t_1 is de droogligtijd D .

figuur 1



- 4p 12 Bereken de droogligtijd D van deze zandbank. Rond je antwoord af op een geheel aantal minuten.

Op drooggevallen zandbanken kunnen waddenvogels voedsel vinden. Daarom willen natuuronderzoekers het verband weten tussen de hoogte van de zandbanken en de tijd dat ze droog liggen.

Met z duiden we de hoogte in cm van de zandbank aan, ten opzichte van NAP. Er geldt dan:

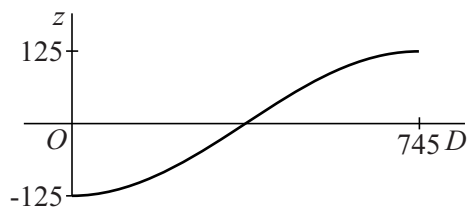
$$z = 125 \cos\left(\pi - \frac{\pi}{745} D\right)$$

5p 13 Bewijs dit.

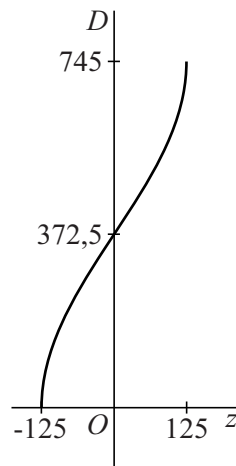
In figuur 2 is de grafiek van z getekend voor waarden van D tussen 0 en 745.

Ook kan een grafiek van het verband tussen D en z worden getekend waarbij z op de horizontale as en D op de verticale as wordt gekozen. Zie figuur 3.

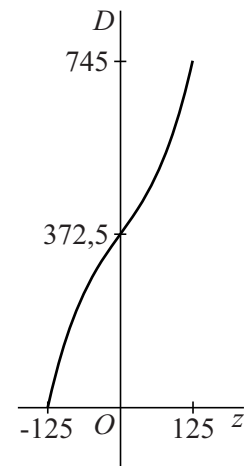
figuur 2



figuur 3



figuur 4



In onderzoeksrapporten wordt, in plaats van de formule die bij figuur 3 hoort, ook wel de volgende derdegraads formule gebruikt:

$$D = 8 \cdot 10^{-5} z^3 + 1,7z + 372,5$$

De bijbehorende grafiek staat in figuur 4.

De grafieken in figuren 3 en 4 lijken op elkaar. Zo verschillen de hellingen van beide grafieken in het punt $(0; 372,5)$ niet veel.

De helling in een punt op de grafiek van figuur 3 kan worden berekend met behulp van de helling in het overeenkomstige punt in figuur 2: er geldt dat het product van deze twee hellingen gelijk is aan 1.

5p 14 Bereken op algebraïsche wijze bij elk van de figuren 3 en 4 de helling van de grafiek in het punt $(0; 372,5)$. Rond je antwoorden af op één decimaal.

Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

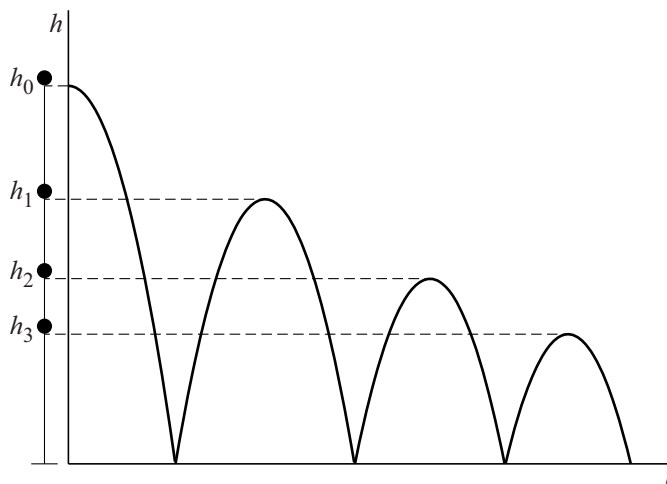
Stuiterende bal

Een bal wordt vanaf een bepaalde hoogte boven een vloer losgelaten en begint vervolgens te stuiteren. In deze opgave bekijken we een wiskundig model van deze situatie.

Op het moment van loslaten bevindt de onderkant van de bal zich h_0 meter boven de vloer. De maximale hoogte van de onderkant van de bal tussen twee keer stuiteren noemen we de **stuihoogte**. De stuihoogte na de eerste keer stuiteren noemen we h_1 , die na de tweede keer stuiteren h_2 , enzovoorts.

Aan de linkerkant van figuur 1 is de bal getekend op verschillende stuihoogtes. Rechts daarvan is de hoogte h van de stuiterende bal (in meters) uitgezet tegen de tijd t (in seconden).

figuur 1



In deze opgave gaan we ervan uit dat de verhouding tussen twee opeenvolgende stuihoogtes constant is, dus $h_1 : h_0$ is gelijk aan $h_2 : h_1$, enzovoorts. Deze verhouding noemen we a . Voor de stuihoogte na n keer stuiteren geldt dan:

$$h_n = h_0 \cdot a^n$$

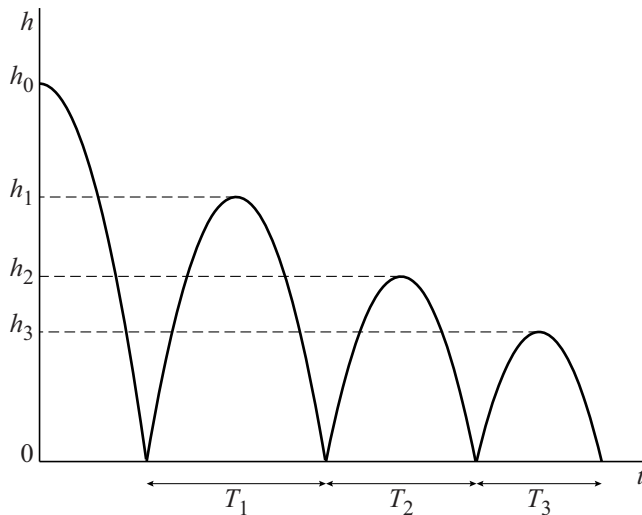
De waarde van a hangt af van het soort bal.

- 3p 8 Bereken de waarde van a voor een bal waarvan na 7 keer stuiteren de stuihoogte 5 keer zo klein is als de hoogte waarop de bal is losgelaten. Geef het antwoord in twee decimalen nauwkeurig.

De hoogte van de onderkant van de bal tussen twee opeenvolgende keren stuiten is een functie van de tijd. De grafiek van deze functie is een bergparabool.

De tijd in seconden tussen de n -de en de $(n+1)$ -ste keer stuiten noemen we de **stuittijd** T_n . In figuur 2 zijn drie stuitijden aangegeven.

figuur 2



De stuittijd T_n kan worden uitgedrukt in de stuihoogte h_n .

Er geldt:

$$T_n = 2 \cdot \sqrt{\frac{h_n}{4,9}}$$

Een bal wordt losgelaten vanaf hoogte h_0 . De stuittijd T_1 is 1,11 seconden en de stuittijd T_4 is 0,68 seconden.

5p **9** Bereken h_0 . Geef je antwoord in decimeters nauwkeurig.

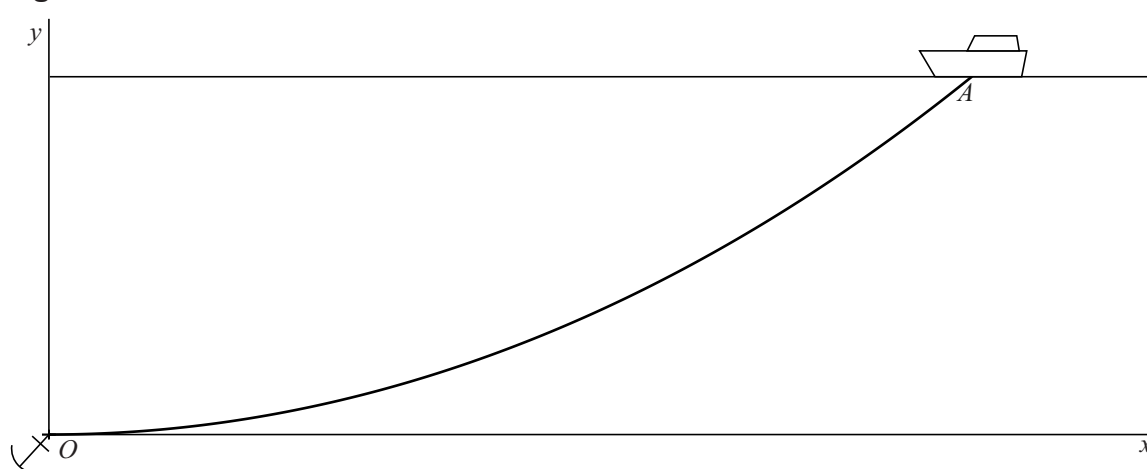
Ankerketting

Een schip ligt op zee voor anker. Door stroming en wind trekt het schip aan de ankerketting. Hierdoor en door het eigen gewicht van de ankerketting neemt de ketting een vorm aan die bekend staat als een kettinglijn. In de figuur is deze situatie schematisch in een assenstelsel weergegeven. De x -as valt samen met de horizontale zeebodem, waarop het anker ligt.

De oorsprong O van het assenstelsel is gekozen in het punt waar de ankerketting aan het anker is bevestigd. Aan het schip zit de ankerketting vast in punt A . We gaan ervan uit dat de ankerketting daar direct het water in gaat.

Het punt A bevindt zich 96 meter rechts van de y -as.

figuur



Een kettinglijn waarvan het laagste punt door O gaat, kan worden beschouwd als een deel van de grafiek van de functie f gegeven door:

$$f(x) = \frac{1}{2a} \cdot (e^{ax} + e^{-ax} - 2), \text{ met } a > 0$$

Voor de functie f geldt:

$$1 + (f'(x))^2 = \left(\frac{1}{2}e^{ax} + \frac{1}{2}e^{-ax}\right)^2$$

6p 8 Bewijs deze gelijkheid.

Voor de ankerketting in de figuur geldt $a = \frac{1}{140}$ en $0 \leq x \leq 96$. Hierin zijn x en $f(x)$ in meters. Door golven en wind kan een schip flinke bewegingen maken. Bij een korte ankerketting kan dan het anker losraken. Om dit te voorkomen geeft men bij het uitwerpen van een anker de ankerketting veel lengte. Hiervoor hanteert men in de scheepvaart de vuistregel dat de lengte van de ankerketting tussen anker en schip ten minste driemaal de waterdiepte moet zijn.

5p 9 Onderzoek of de ankerketting in de figuur aan deze vuistregel voldoet.

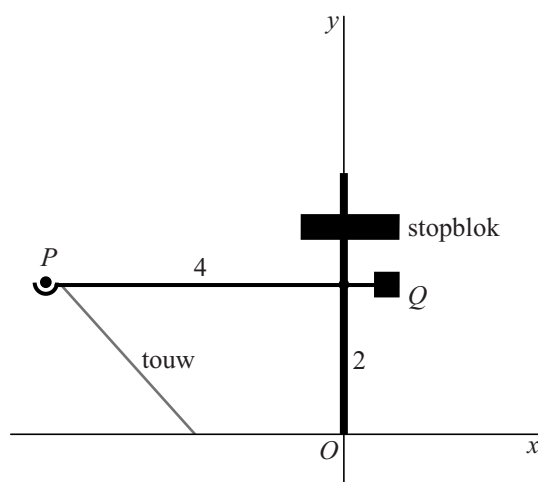
Over de muur

In vroeger tijden probeerde men met een katapult kogels over vestingmuren te slingeren. In deze opgave bekijken we een katapult met een draaibare hefboom. Het linker deel van de hefboom is 4 meter lang. Op het einde daarvan ligt een kogel met middelpunt P . Aan het einde van het rechter deel van de hefboom zit een contragewicht Q . In het begin wordt de hefboom horizontaal gehouden door een touw tussen de hefboom en de grond. De hoogte van de hefboom is dan 2 meter.

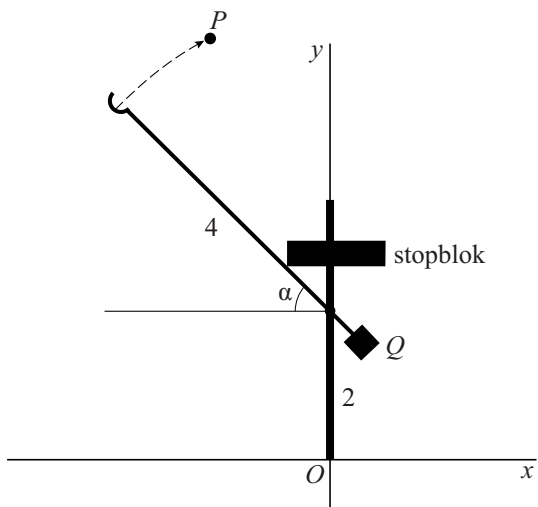
In figuur 1 is deze beginstand getekend in een assenstelsel met oorsprong O op de grond. Punt P heeft dan coördinaten $(-4, 2)$.

Nadat het touw wordt doorgesneden, gaat de hefboom draaien in de richting van de wijzers van de klok, tot deze draaiing door een verstelbaar stopblok wordt gestopt en de kogel wegvliegt. De draaihoek in de eindstand wordt de **stophoek** α genoemd, met $0 < \alpha < \frac{1}{2}\pi$ radialen. In figuur 2 is de eindstand getekend.

figuur 1
beginstand



figuur 2
eindstand



- 2p 10 Druk de coördinaten van P uit in de stophoek α op het moment dat de eindstand wordt bereikt.

Als de hefboom bij stophoek α tot stilstand komt, verlaat de kogel de hefboom en vliegt vervolgens door de lucht. De baan die P dan beschrijft is bij benadering gegeven door de bewegingsvergelijkingen:

$$\begin{cases} x(t) = 20t \cdot \sin \alpha \cdot \sqrt{\sin \alpha} - 4 \cos \alpha \\ y(t) = -5t^2 + 2 + 20t \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{\sin \alpha} + 4 \sin \alpha \end{cases}$$

Hierin is t de tijd in seconden vanaf het moment dat de kogel de hefboom verlaat. Verder zijn $x(t)$ en $y(t)$ in meter en is α in radialen.

Voor y_{top} , de y -coördinaat van het hoogste punt van de baan van P , geldt:

$$y_{\text{top}} = 2 + 24 \sin \alpha - 20 \sin^3 \alpha$$

- 5p 11 Bewijs dat de formule voor y_{top} volgt uit de bewegingsvergelijkingen.

Uit de formule voor y_{top} kan de waarde van de stophoek α worden berekend waarvoor de kogel de grootst mogelijke hoogte bereikt. In dit optimale geval zijn de bewegingsvergelijkingen voor P bij benadering gelijk aan:

$$\begin{cases} x(t) = 10,1t - 3,1 \\ y(t) = -5t^2 + 12,3t + 4,5 \end{cases}$$

- 4p 12 Toon met een berekening aan dat in dit geval inderdaad bij benadering geldt: $y(t) = -5t^2 + 12,3t + 4,5$

De stophoek is zo ingesteld dat de kogel zo hoog mogelijk komt. Als de katapult, gemeten vanaf O , 24 meter van een 6 meter hoge vestingmuur staat, komt de kogel niet over de muur.

- 5p 13 Bereken de afstand waarover de katapult minstens in de richting van de muur moet worden verschoven zodat de kogel wel over de muur komt. Geef het antwoord in gehele meters.

Verouderingskromme

De Rijksgebouwendienst beschrijft in een handboek manieren om de conditie van gebouwen te bepalen. Op basis van inspecties waarbij voor elk bouwdeel (deel van een gebouw) een **conditiescore** wordt vastgesteld, is het mogelijk plannen voor onderhoud, renovatie en nieuwbouw te maken.

Een conditiescore is een geheel getal van 1 tot en met 6. Conditiescore 1 hoort bij een nieuw bouwdeel. Naarmate de leeftijd van het bouwdeel toeneemt, zal slijtage optreden en daarbij horen hogere conditiescores. Als het bouwdeel niet meer bruikbaar is, krijgt het conditiescore 6.

In een model waarmee de conditiescore van een bouwdeel wordt berekend, wordt gebruikgemaakt van drie variabelen:

- t : de leeftijd van het bouwdeel (in jaren),
- L : de theoretische levensduur van het bouwdeel (in jaren) als het niet wordt onderhouden en
- C : een getal waarmee de uiteindelijke conditiescore wordt berekend. Hierbij is $t \leq L$.

Oorspronkelijk werd door de inspecteurs van de Rijksgebouwendienst voor een normaal verouderingsproces het volgende verband tussen deze variabelen gehanteerd:

$$C = 6 - 5 \left(1 - \frac{t}{L} \right)^{\frac{1}{2,3}} \quad (1)$$

De uiteindelijke conditiescore werd bepaald door bij de berekende waarde van C alle decimalen weg te laten. Zo geldt bijvoorbeeld voor een bouwdeel met een leeftijd die gelijk is aan een kwart van zijn theoretische levensduur dat $C \approx 1,59$. In dat geval is de conditiescore gelijk aan 1.

Door het weglaten van de decimalen leveren verschillende leeftijden soms dezelfde conditiescore op.

- 3p **10** Bereken voor een bouwdeel met een theoretische levensduur van 25 jaar gedurende hoeveel jaar dat bouwdeel conditiescore 2 krijgt. Geef je antwoord in één decimaal nauwkeurig.

De Rijksgebouwendienst hanteerde ook een formule waarin t is uitgedrukt in L en C . Deze formule ontstaat door formule (1) te herleiden tot een formule van de volgende vorm:

$$t = L - L \cdot a(6 - C)^b \quad (2)$$

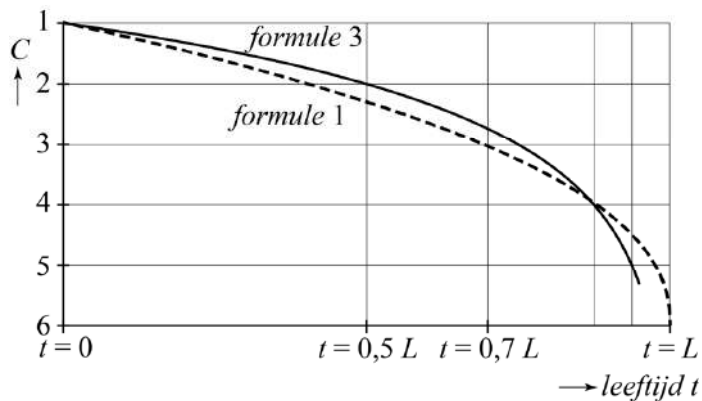
- 4p **11** Bepaal de waarden van a en b door formule 1 te herleiden tot formule 2. Rond je berekende waarden zo nodig af op drie decimalen.

Nieuwe inzichten van de inspecteurs hebben ertoe geleid dat in de loop van de tijd formule 1 is vervangen door:

$$C = 1 + \frac{1}{2} \log\left(1 - \frac{t}{L}\right) \quad (3)$$

In de figuur is van formule 1 en van formule 3 de bijbehorende **verouderingskromme** weergegeven. De kromme die hoort bij formule 1 is gestippeld weergegeven. Op de verticale as staat C ; hoge waarden van C staan onderaan.

figuur



Op de horizontale as staat de leeftijd t van een bouwdeel uitgedrukt in de theoretische levensduur L . Zo betekent $t = 0,5L$ dat een bouwdeel de helft van zijn theoretische levensduur heeft bereikt.

In de figuur is te zien dat volgens formule 1 conditiescore 3 wordt bereikt als de leeftijd van een bouwdeel bijna 70 procent van de theoretische leeftijd is. Volgens formule 3 bereikt dat bouwdeel conditiescore 3 later dan volgens formule 1.

- 3p 12 Bereken exact na hoeveel procent van de theoretische levensduur het bouwdeel conditiescore 3 bereikt volgens formule 3.