```
of klik met de linker muisknop op de hamerknop in dit venster.
Kies 'Analyse' > 'Functiefit' en probeer de best bijpassende
parabool te vinden.
```

In andere COACH activiteiten over bruggen en gebouwen zul je de parabool steeds weer tegen komen. Hier is een goede reden voor en met enige kennis van wiskunde en natuurkunde is dit verder uit te zoeken.

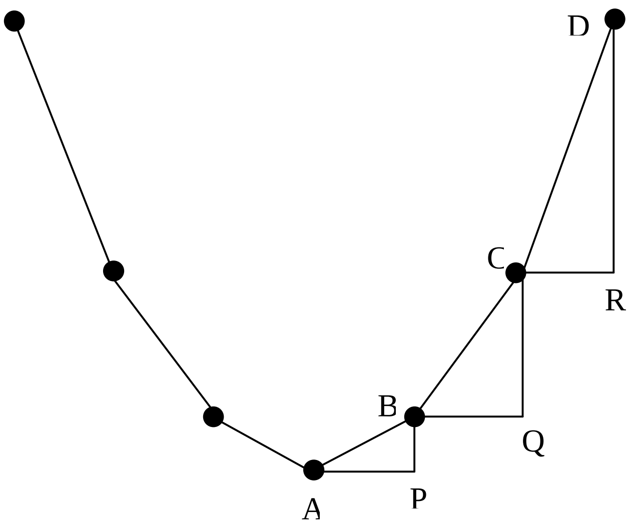
Activiteit 3: vijf gewichten

Inleiding

De paraboolvorm bij de Zeeburgerbrug en bij de brug over de Bixby Creek is geen toeval. In deze activiteit zul je aan de hand van de opdrachten en eigen vindingrijkheid een wis- en natuurkundige verklaring op het spoor komen.

Fysisch model

De boog van de Zeeburgerbrug kun je zien als en parabool, waaraan op (in horizontale richting) gelijke afstanden gelijke gewichten hangen. Iedere kabel “draagt” een even groot deel van het wegdek.
De boog van de brug over de Bixby Creek is een parabool waarop (ook weer op gelijke horizontale afstand) een gelijk gewicht steunt.
We kiezen een “andersom” model: een ketting waaraan (op gelijke horizontale afstanden) gelijke gewichten hangen.



Kies de activiteit gewichten

Op de videoclip zie je een ketting met daaraan vijf gelijke gewichten. Deze gewichten zijn symmetrisch geplaatst zo, dat de horizontale afstand steeds 1 dm is.
Assenstelsel en schaal zijn al aanwezig.

Opdrachten

1 Kies zeven meetpunten: de beide punten waar de ketting opgehangen is en de ophangpunten van de vijf gewichten.

Tekstvensters in COACH kennen nog niet alle mogelijkheden van een tekstverwerker. Daarom staan er nu een aantal opdrachten alleen maar op papier. Bovenstaande tekening is en versimpelde weergave van het videobeeld.

2 Meet in het videovenster de hellingshoeken ∠A, ∠B en ∠C. Meet in het grafiekenvenster de helling van lijnstuk AB, van BC en van CD.

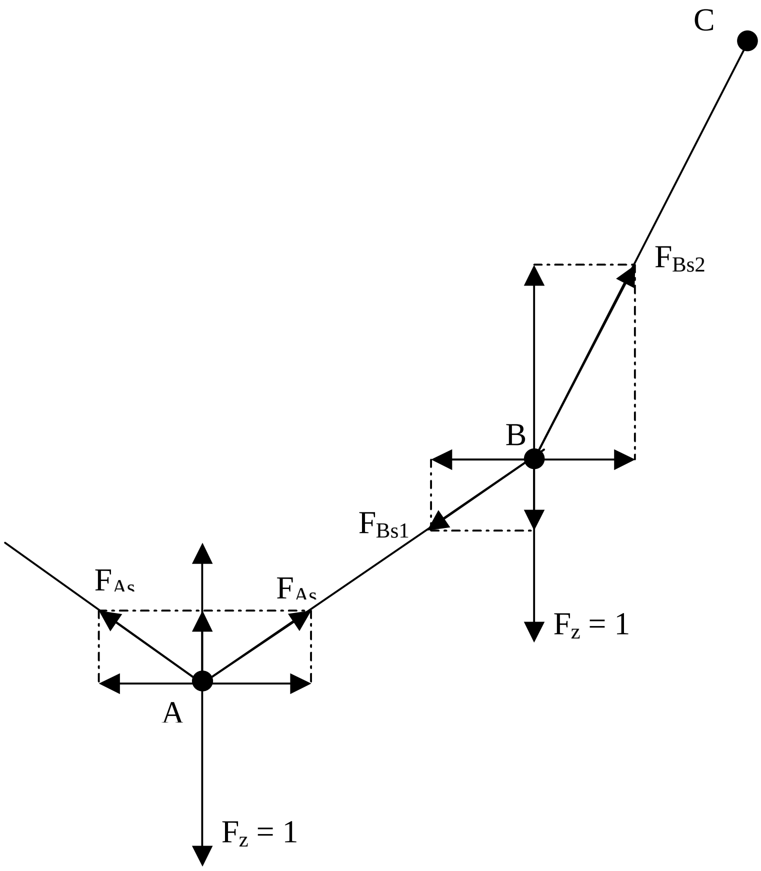
Zie je misschien regelmaat in hoeken en/of hellingen of in verhoudingen daarvan?

3 Teken op een blaadje de grafiek van de standaardparabool $y = x^2$ met A(0,0), B(1,1), C(2,4) en D(3,9). Bereken ∠A, ∠B en ∠C. Bereken ook de helling van AB, van BC en van CD.

4 Onderzoek of je de regelmaat die je bij 3 gevonden hebt ook aanwezig is bij de standaardparabool. Heb je bij 3 geen regelmaat ontdekt, kijk dan of je regelmaat die je bij 4 ziet (bij benadering) terugvindt bij 3. (Bereken zo nodig de coördinaten van nog enkele punten van de standaardparabool.)

Theoretische afsluiting

Je hebt gezien dat het model van de gewichten aan de ketting inderdaad een parabool geeft. Hopelijk heb je ook gevonden dat er een eenvoudig verband is tussen de hellingen van de opeenvolgende rechte stukken ketting. Deze regelmaat is te verklaren met behulp van evenwicht van krachten in de ketting.Als basis dient de volgende figuur.



De (gelijke) gewichten zorgen voor een kracht F_z in ieder aangrijpingspunt. Je ziet dat we voor het gemak nemen $F_z = 1$.
Het gewicht bij A hangt in evenwicht door de spankrachten in F_{As} in linker- en rechterketting. Vanwege de symmetrie is de spankracht links en rechts even groot.
Je kunt gemakkelijk beredeneren dat de verticale component van F_{As} gelijk moet zijn aan $0{,}5F_z$.
Het evenwicht bij aangrijpingspunt B wordt veroorzaakt door de zwaartekracht en de twee spankrachten.

Opdracht
Beredeneer dat de hellingen van AB, BC, CD (als er nog een gewicht meer zou hangen) zich verhouden als 1 : 3 : 5 .

Naschrift
Niet iedere hangende ketting heeft de vorm van een parabool. Sterker nog: Christiaan Huygens (1629-1695) toonde aan dat een *onbelaste* homogene ketting juist *niet* hangt volgens een parabool. Zo'n vrij hangende ketting kun je vinden in de activiteit *4. Halsketting*.
Krijg je bij hellingen met opeenvolgende verhouding 1 : 3 : 5 : 7 … altijd als grafiek een parabool? En kun je dat verklaren?
Hoe zit het als de gewichten niet allemaal gelijk zijn?
Hoe zit het als de gewichten wel symmetrisch, maar met in een even aantal hangen (dus geen gewicht in de top)?
Deze en andere vragen zou je een volgende keer kunnen onderzoeken.