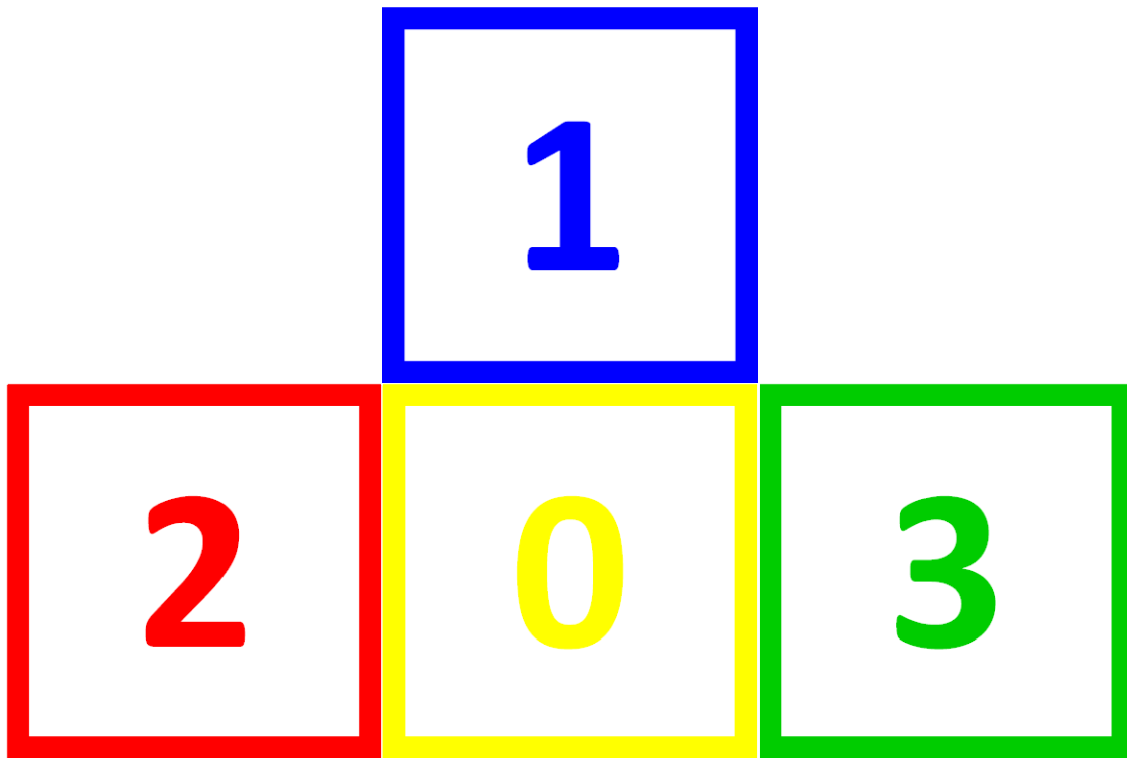


DE ALYMPISCHE SPELEN



Finale opdracht van de 24^e Wiskunde A-lympiade

Garderen, 8 en 9 maart 2013



Colofon

De Wiskunde Alympiade is een initiatief van het Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht

De Alympiade commissie is verantwoordelijk voor de organisatie van de Alympiade en het vervaardigen van de opdracht.

De commissie bestaat uit:

Sarah Abdellahi

House of Mathematics, Isfahan, Iran

Marcel Daems

Montaigne Lyceum, Den Haag

Tom Goris

Fontys Lerarenopleiding, Tilburg; Freudenthal Instituut, Utrecht

Dédé de Haan

Freudenthal Instituut, Utrecht; NHL Hogeschool, lerarenopleiding wiskunde, Leeuwarden

Kim Kaspers

Murmellius Gymnasium, Alkmaar

Johan van de Leur

Mathematisch Instituut, Universiteit Utrecht

Matthias Lippert

Röntgen Gymnasium, Remscheid-Lennep, Duitsland

Ruud Stolwijk

CITO, Arnhem; Vrijeschool, Zutphen

Monica Wijers

Freudenthal Instituut, Utrecht

Secretariaat:

Liesbeth Walther en Mariozee Wintermans

Freudenthal Instituut, Utrecht

De Alympiade wordt mede mogelijk gemaakt door subsidies van

Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap

CASIO, Amstelveen

Texas Instruments, Utrecht

Fontys Lerarenopleiding, Tilburg

WERKWIJZER FINALE WISKUNDE A-LYMPIADE 2013

VOORAF:

- Lees eerst de volledige tekst van de opdracht door zodat je weet wat je dit weekend allemaal te doen staat.
- Controleer of je de gegevens op de usb stick kunt openen. De volgende files staan op de stick:
 - de opdracht: *Alympiade2012_2013* (in Nederlands, Engels en Duits)
 - de Excel files: *DecathlonTable* en *DecathlonResults*
- Verdeel de taken waar mogelijk.

TIJDSPLANNING:

- Bewaak je tijd bij het werken aan de verschillende onderdelen.
- Er moet een werkstuk opgeleverd worden én een presentatie voorbereid worden. Maak vooraf een planning wanneer wie waaraan begint.
- Zaterdagmiddag, voor de lunch, om 13.00 uur moet je de usb-stick inleveren.

ONDERZOEKSVRAAG:

In een aantal vragen staat: 'onderzoek op welke manier...'

Geef bij deze vragen altijd nauwkeurig aan wat je onderzocht hebt, onderzoek eventueel eenvoudigere problemen, ga verder dan alleen het antwoord op de vraag geven, onderzoek alternatieven. Een onderzoeksvraag is dus eigenlijk nooit 'af': ieder resultaat kan nieuwe vragen oproepen. Je bepaalt zelf hoe ver je met het onderzoek gaat.

INLEVEREN:

Zaterdagmiddag 13.00 uur: de usb-stick

Lever het werkstuk in als één document, bij voorkeur een pdf. Probeer op een aantal verschillende computers uit of de pdf leesbaar is. De jury krijgt digitale kopieën van de ingeleverde file, je kunt dus eventueel met kleuren werken in het werkstuk. De verantwoordelijkheid voor het al dan niet lees- en verwerkbaar zijn van het ingeleverde document ligt bij jullie zelf.

BEOORDELING:

Bij de beoordeling wordt onder andere gelet op:

- de uitwerking en verslaglegging van de opdrachten 1 t/m 6 en de twee eindopdrachten;
- de vragen die je jezelf stelt bij de drie onderzoeksvragen;
- de volledigheid van de antwoorden op de verschillende onderdelen;
- het gebruik van wiskunde;
- de gebruikte argumentatie en de verantwoording van de gemaakte keuzes;
- de diepgang waarmee de verschillende opdrachten worden beantwoord;
- de wijze waarop het geheel gepresenteerd wordt: vorm, samenhang, leesbaarheid, illustraties enzovoort;
- de materialen die je maakt voor de eindpresentatie;
- de originaliteit en creativiteit.

De Olympische Spelen

Inleiding

Een van de meest prestigieuze onderdelen van de Olympische Spelen is de tienkamp. Van de winnaar wordt gezegd dat het de meest veelzijdige atleet is: hij scoort het beste op de combinatie van de tien verschillende onderdelen. Dat zijn de loopnummers, de werpnummers en de springnummers.

Maar... hoe combineer je nu verschillende tijden en afstanden tot één onderling vergelijkbaar resultaat? En hoe goed waren de winnaars van honderd jaar geleden ten opzichte van de winnaars van nu? Daarover gaat deze Olympiade opdracht.

In eerste instantie ga je onderzoeken hoe de puntentelling van de tienkamp in elkaar zit, van vroeger en van nu. Je gaat dan op zoek naar een manier om de prestaties van vroeger en nu met elkaar te vergelijken.

Daarna ga je zélf een systeem ontwerpen voor de puntentelling van Olympische vierkamp.



De tienkamp

Traditionally, the title of "World's Greatest Athlete" has been given to the man who wins the Olympic decathlon. This began when King Gustav V of Sweden told Jim Thorpe, "You, sir, are the world's greatest athlete" after Thorpe won the decathlon at the Stockholm Olympics in 1912. The current decathlon world record holder is American Ashton Eaton, who scored 9,039 points at the 2012 United States Olympic Trials.

De tienkamp of decatlon is een sportwedstrijd waarbij atleten in twee dagen tijd tien atletieknummers moeten uitvoeren. De tienkamp staat sinds de Zomerspelen van Stockholm (1912) op het Olympisch programma. De onderdelen van de tienkamp zijn:

- 100 m hardlopen (100 metres dash)
- verspringen (long jump)
- kogelstoten (shot put)
- hoogspringen (high jump)
- 400 m hardlopen (400 metres dash)
- 110 m hordenlopen (110 metres hurdles)
- Discuswerpen (discus throw)
- Polsstokhoogspringen (pole vault)
- Speerwerpen (javelin throw)
- 1500 m hardlopen (1500 metres run)

Bij ieder onderdeel kunnen de atleten punten verdienen volgens een systeem dat is vastgelegd door de IAAF (International Association of Athletics Federations). Hoe beter de

prestatie, des te meer punten deze oplevert. Degene die, na tien onderdelen, de meeste punten heeft verzameld wint de tienkamp. Tot nu heeft de Amerikaan Ashton Eaton met 9039 punten het wereldrecord in handen.

Een tijd op de 100 m vergelijken met een hoogte bij het hoogspringen is appels met peren vergelijken, maar de tienkamptelling probeert de afstanden en tijden zo goed mogelijk in punten uit te drukken. De eerste scoringssystemen waren plaats-systemen: bij elk onderdeel werd de rangorde als puntenaantal genomen. Deze punten werden opgeteld en zo werd de sporter met het laagste puntentotaal de winnaar. Bij dit systeem wordt alleen naar de volgorde van de uitslag per onderdeel gekeken, maar niet met hoeveel verschil er gewonnen wordt. Of iemand met een honderdste van een seconde wint of met een straatlengte voorsprong, maakt niet uit: men krijgt 1 punt voor de eerste plaats op dat onderdeel. Al snel had men behoefte aan een nauwkeuriger systeem, waarbij de verschillen in de prestaties per onderdeel wél meegewogen worden.

Het eerste officiële scoringssysteem uit 1912 vind je in de Excel file *DecathlonTable*.

Opdracht 1

De eerder genoemde Jim Thorpe wordt door velen als de grootste atleet ooit gezien. Hij haalde indrukwekkende resultaten op de decatlon van de Olympische Spelen in 1912.

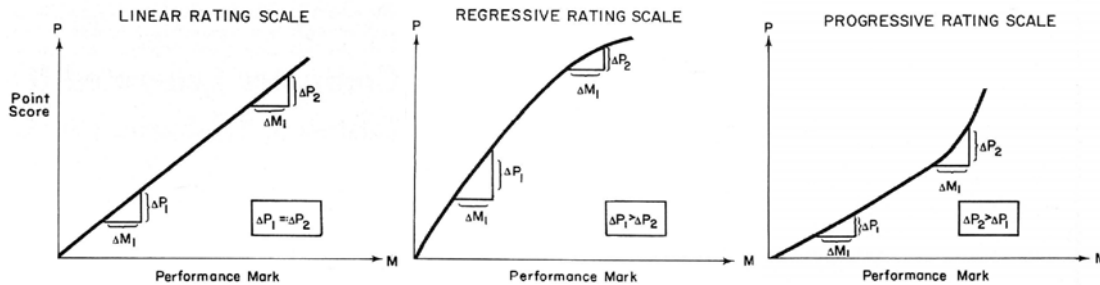
100 meter hardlopen	11,2 s
verspringen	6,79 m
kogelstoten	12,89 m
hoogspringen	1,87 m
400 meter hardlopen	52,2 s
110 meter hordenlopen	15,6 s
discuswerpen	36,98 m
polsstokhoogspringen	3,25 m
speerwerpen	45,7 m
1500 meter hardlopen	4:40,1 min:s

Bereken de totaalscore van Jim Thorpe op de Olympische Spelen in 1912. Gebruik hiervoor de Excel file *DecathlonTable*.

Opdracht 2

Onderzoek op welke manier voor de verschillende onderdelen in 1912 op de tienkamp punten werden toegekend. Geef je werkwijze en je bevindingen (bijvoorbeeld: overeenkomsten, verschillen en opvallende zaken) in hooguit één Aviertje weer. (In de werkwijzer staat een toelichting op de *onderzoek vragen*)

In latere puntentellingen werden naast lineaire ook andere verbanden gebruikt. Deze kennen een progressief of een regressief verloop. Bij een progressief verloop geeft een verbetering van een resultaat op een onderdeel beduidend meer extra punten naarmate de prestatie beter is. Voorbeeld: bij het hoogspringen levert een verbetering van 1,84 m naar 1,85 m meer extra punten op dan een verbetering van 1,74 m naar 1,75 m. Bij een regressief verloop geeft een verbetering van een resultaat juist minder extra punten naarmate de prestatie beter is. Hieronder zie je de drie systemen grafisch weergegeven:



In 1934 is men op een nieuwe puntentelling overgestapt die voor het eerst op de Olympische Spelen van Berlijn in 1936 gebruikt is. Ook deze puntentelling zie je in de Excel file *DecathlonTable*.

Opdracht 3

Bereken de totaalscore van Jim Thorpe als hij in 1936 had meegedaan en dezelfde resultaten had gehaald als in 1912.

Opdracht 4

Onderzoek op welke manier voor de verschillende onderdelen in 1934 op de tienkamp punten werden toegekend. Benadruk in je uitwerking de verschillen met 1912. Let daarbij in ieder geval op het lineair, progressief of regressief zijn. Geef aan wat dit betekent voor sporters die op één onderdeel uitblinken ten opzichte van sporters die gelijkmatiger scoren.

De winnaar van de Olympische tienkamp in 1936 was de Amerikaan Glenn Morris met deze resultaten:

100 meter hardlopen	11,1 s
verspringen	6,97 m
kogelstoten	14,10 m
hoogspringen	1,85 m
400 meter hardlopen	49,4 s
110 meter hordenlopen	14,9 s
discuswerpen	43,02 m
polsstokhoogspringen	3,50 m
speerwerpen	54,52 m
1500 meter hardlopen	4:33,2 min:s

Opdracht 5

Onderzoek, met behulp van het scoringssysteem uit 1934, bij welke onderdelen van de tienkamp Glenn Morris de meeste puntenwinst haalt als hij zijn prestatie op dat onderdeel verbetert.

De IAAF wil een scoresysteem dat aan een tweetal eisen voldoet:

- elk onderdeel draagt ongeveer evenveel punten bij aan de totaalscore,
- een goede score in één enkel onderdeel mag niet direct bepalend zijn voor de einduitslag.

Om aan deze eisen te kunnen voldoen is er in 1984 een nieuw systeem in gebruik genomen. In dit huidige systeem worden de punten als volgt berekend:

- Loopnummers: $\text{punten} = a(b - T)^c$ waarin T staat voor de gelopen tijd in seconden
- Springnummers: $\text{punten} = a(M - b)^c$ waarin M staat voor de sprongafstand in centimeters
- Werpnummers: $\text{punten} = a(D - b)^c$ waarin D staat voor de werpafstand in meters

a , b en c zijn parameters die per onderdeel verschillen, zoals is te zien in de tabel hieronder:

Onderdeel	a	b	c
100 m	25,4347	18	1,81
verspringen	0,14354	220	1,4
kogelstoten	51,39	1,5	1,05
hoogspringen	0,8465	75	1,42
400 m	1,53775	82	1,81
110 m horden	5,74352	28,5	1,92
discuswerpen	12,91	4	1,1
polsstokhoogspringen	0,2797	100	1,35
speerwerpen	10,14	7	1,08
1500 m	0,03768	480	1,85

Het resultaat van de berekening wordt naar beneden afgerond op een geheel getal.

De huidige wereldkampioen en wereldrecordhouder op de decatlon is de Amerikaan Ashton Eaton. Dit zijn de resultaten die tijdens de Olympische Spelen van Londen in 2012 tot zijn wereldrecord in punten hebben geleid:

100 meter hardlopen	10,21 s
verspringen	8,23 m
kogelstoten	14,2 m
hoogspringen	2,05 m
400 meter hardlopen	46,7 s
110 meter hordenlopen	12,7 s
discuswerpen	42,81 m
polsstokhoogspringen	5,3 m
speerwerpen	58,87 m
1500 meter hardlopen	04:14,5 min:s

Opdracht 6

Bereken het wereldrecord punten van Ashton Eaton.
Hoeveel punten leveren de resultaten van Jim Thorpe uit 1934 op in het huidige scoringssysteem?

Het is overduidelijk dat Ashton Eaton op alle onderdelen beter scoort dan Jim Thorpe. Maar de sporters leven ook in andere tijden. De afgelopen eeuw zijn er vele veranderingen geweest in materialen, omstandigheden, trainingsfaciliteiten en nog veel meer. Toch willen we graag weten wie de grootste atleet allertijden is. Of algemener, hoe kunnen we de

resultaten van een topsporter van nu, vergelijken met een sporter uit het verleden? Een mogelijkheid om dat te doen is gebruik maken van een maat die de prestaties in bepaalde jaren objectief weergeeft. En die maat is er: van ieder jaar is van ieder onderdeel van de tienkamp het wereldrecord bekend. Je vind die wereldrecords in de Excel File *Worldrecords*.

Eindopdracht 1

Ontwikkel een scoringsysteem waarin de resultaten van decathlon-atleten uit verschillende tijdperken op een zo goed mogelijke manier met elkaar vergeleken kunnen worden door ze te relateren aan de wereldrecords.

Gebruik je systeem vervolgens om een ranglijst te maken voor de volgende tienkampresultaten: wie is volgens jullie methode de beste tienkamper allertijden? Deze resultaten vind je ook in de Excel file *DecathlonResults*.

Naam	Jaar	100 m	ver	kogel	hoog	400 m	110 m h	discus	pols	speer	1500 m
Jim Thorpe	1912	11,2	6,79	12,89	1,87	52,2	15,6	36,98	3,25	45,7	4:40,1
Helge Løvland	1920	12,0	8,28	11,19	1,65	54,8	16,2	37,34	3,20	48,01	4:48,4
Paavo Yrjölä	1928	11,8	6,72	14,11	1,87	53,2	16,6	42,09	3,30	55,7	4:44,0
Glenn Morris	1936	11,1	6,97	14,10	1,85	49,4	14,9	43,02	3,50	54,52	4:33,2
Bob Mathias	1950	10,9	7,09	14,48	1,85	51,0	14,7	44,62	3,98	55,59	5:05,1
Rafer Johnson	1960	10,9	7,35	15,82	1,85	48,3	15,3	48,49	4,10	69,76	4:49,1
Russel Hodge	1966	10,5	1,51	17,25	1,85	48,9	15,2	50,44	4,10	64,49	4:40,4
Bruce Jenner	1976	10,94	7,22	15,35	2,03	47,51	14,84	50,04	4,80	68,52	4:12,61
Siegfried Stark	1980	11,10	7,64	15,81	2,03	49,53	14,86	47,2	5,00	68,70	4:27,70
Daley Thompson	1984	10,44	8,01	15,72	2,03	46,97	14,33	46,56	5,00	65,24	4:35,00
Dan O'Brien	1992	10,43	8,08	16,69	2,07	48,51	13,98	48,56	5,00	62,58	4:42,10
Tomáš Dvořák	1999	10,54	7,90	16,78	2,04	48,08	13,73	48,33	4,90	72,32	4:37,20
Roman Šebrle	2001	10,64	8,11	15,33	2,12	47,79	13,92	47,92	4,80	70,16	4:21,98
Bryan Clay	2008	10,39	7,39	15,17	2,08	48,41	13,75	52,74	5,00	70,55	4:50,97
Eelco Sintnicolaas	2012	10,77	7,27	14,20	2,00	48,02	14,10	42,81	5,36	63,59	4:26,98
Ashton Eaton	2012	10,21	8,23	14,20	2,05	46,70	13,70	42,81	5,30	58,87	4:14,48

In het verslag van deze opdracht ga je in op:

- het ontwerp van het 'tijdloze' scoringsysteem
- de motivering van de gemaakte keuzes in dat ontwerp
- rekenvoorbeelden die de gevonden 'all time ranking' staven

Eindopdracht 2

Tijdens het finaleweekend heeft je groep aan alle vier onderdelen van de Olympiade vierkamp deelgenomen. De resultaten van alle groepen staan in de Excel file *OlympiadTetrathlon*. Deze file krijg je op zaterdagochtend uitgereikt.

Ontwerp een scoringsysteem voor de Olympiade Tetrathlon.

Presentatie

Het finaleweekend eindigt met een presentatie op zaterdagmiddag. Nadere informatie hierover volgt op vrijdagmiddag.