

# WAT IS WISKUNDE B?



En waarvoor heb ik het  
nodig?

# Welke profielen?

Natuur en Techniek (B)

Natuur en gezondheid(A/B)

Economie en maatschappij(A/B)

# Voor welke opleidingen heb je Wiskunde B nodig?



Economische studies



Gezondheidszorg



Landbouw en natuurlijke omgeving



Natuur



Techniek

## Economie

nr	Opleidingen	N+T	N+G	E+M	C+M
1.	B Accountancy en Controlling	*	*	*	wia of wib
2.	B Actuariële wetenschappen	*	wib	wib	wib
3.	B Algemene economie	*	*	*	wia of wib
4.	B Bedrijfseconomie	*	*	*	wia of wib
5.	B Bedrijfskunde	*	*	*	wia of wib
6.	B Bedrijfswetenschappen	*	*	*	wia of wib
7.	B Business administration/ Bedrijfskunde	*	*	*	wia of wib
8.	B Business Studies	*	*	*	wia of wib
9.	B Econometrics	*	wib	wib	wib
10.	B Econometrics and Operations Research	*	wib	wib	wib
11.	B Econometrie en Besliskunde	*	wib	wib	wib
12.	B Econometrie en Operationele research	*	wib	wib	wib
13.	B Economics	*	*	*	wia of wib
14.	B Economie	*	*	*	wia of wib
15.	B Economie en Bedrijfseconomie	*	*	*	wia of wib
16.	B Economie en Bedrijfskunde	*	*	*	wia of wib
17.	B Economie en Informatica	*	*	*	wia of wib
18.	B Economie en management	*	*	*	wia of wib
19.	B Fiscale economie	*	*	*	wia of wib
20.	B International Business	*	*	*	wia of wib
21.	B International Business Administration	*	*	*	wia of wib
22.	B International Economics and Business	*	*	*	wia of wib
23.	B International Economics and Finance	*	*	*	wia of wib
24.	B Technologie management	*	*	*	wia of wib

## Gezondheidszorg

nr	Opleidingen	N+T	N+G	E+M	C+M
1.	B Algemene gezondheidswetenschappen	*	*	*	*
2.	B Bewegingswetenschappen	bi	na	#	#
3.	B Biomedische wetenschappen	bi	na	#	#
4.	Diergeneeskunde	bi	na	#	#
5.	B European Public Health	*	*	*	*
6.	Geneeskunde ,	bi	na	#	#
7.	B Geneeskunde	bi	na	#	#
8.	B Gezondheid en leven	bi	*	bi + sk	#
9.	B Gezondheidswetenschappen	*	*	*	*
10.	B Klinische technologie	bi	na	#	#
11.	B Medische Informatiekunde	bi	na	wib + na	wib + na
12.	B Tandheekunde	bi	na	#	#

## Landbouw en Natuurlijke omgeving

nr	Opleidingen	N+T	N+G	E+M	C+M
1.	B Agrotechnologie	*	na	wib + na + (sk of bi)	wib + na + (sk of bi)
2.	B Bedrijfs- en Consumentenwetenschappen	*	*	*	wia of wib
3.	B Biologie	bi	na	#	#
4.	B Biotechnologie	*	*	2 uit na,sk en bi	na + sk + bi
5.	B Bodem, Water en Atmosfeer	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
6.	B Bos- en natuurbeheer	*	*	bi of ak	wia + (bi of ak)
7.	B Dierwetenschappen	*	*	sk	(wia of wib) + sk
8.	B Economie en Beleid	*	*	*	wia of wib
9.	B Gezondheid en Maatschappij	*	*	*	wia of wib
10.	B Internationaal Land- en Waterbeheer	*	wib + na	wib + na	wib + na
11.	B Internationale Ontwikkelingsstudies	*	*	*	wia of wib
12.	B Landschapsarchitectuur en ruimtelijke planning	*	*	*	(wia of wib)+ (ak of bi)
13.	B Levensmiddelentechnologie	*	*	wib + na + sk	wib + na + sk

14.	B Milieukunde	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
15.	B Moleculaire Levenswetenschappen	*	na of (wib+nl&t)	wib + na + sk	wib + na + sk
16.	B Plantenwetenschappen	*	*	2 uit bi, na en sk	bi + na + sk
17.	B Toegepaste Communicatiewetenschap	*	*	*	*
18.	B Voeding en Gezondheid	*	*	sk + bi	sk + bi

## Natuur

nr	Opleidingen	N+T	N+G	E+M	C+M
1.	B Aardwetenschappen	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
2.	B Algemene natuurwetenschappen	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
3.	B Bedrijfswiskunde en Informatica	*	wib	wib	wib
4.	B Beta-gamma	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
5.	B Bio-exact	bi	wib + na	#	#
6.	B Biofarmaceutische wetenschappen	bi	*	bi + na + sk	#
7.	B Biologie	bi	na	#	#
8.	B Farmaceutische wetenschappen	*	na	na + sk	(wia of wib) + na + sk
9.	B Farmacie	*	na	na + sk	(wia of wib) + na + sk
10.	B Informatica <sup>1</sup>	*	wib	wib	wib
11.	B Informatica/Kennistechnologie/ICT	*	wib	wib	wib
12.	B Informatiekunde	*	*	*	wia of wib
13.	B Kunstmatige Intelligentie	*	*	*	wia of wib
14.	B Life Science and Technology	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
15.	B Medische Natuurwetenschappen	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
16.	B Milieu-natuurwetenschappen	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
17.	B Moleculaire Levenswetenschappen	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
18.	B Molecular Science and Technology	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
19.	B Natuur- en Sterrenkunde <sup>1</sup>	*	wib + na	wib + na	wib + na
20.	B Natuurkunde	*	wib + na	wib + na	wib + na
21.	B Natuurwetenschappen	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
22.	B Psychobiologie	bi	*	#	#
23.	B Scheikunde	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
24.	B Sterrenkunde	*	wib + na	wib + na	wib + na
25.	B Wiskunde	*	wib	wib	wib



## Techniek

nr	Opleidingen	N+T	N+G <sup>1</sup>	E+M	C+M
1.	B Bedrijfsinformatietechnologie	*	wib	wib	wib
2.	B Biomedische technologie	*	wib + na	wib + na	wib + na
3.	B Bouwkunde	*	wib + na	wib + na	wib + na
4.	B Civiele Techniek	*	wib + na	wib + na	wib + na
5.	B Elektrotechniek	*	wib + na	wib + na	wib + na
6.	B Industrial design	*	wib + na	wib + na	wib + na
7.	B Industrieel Ontwerpen	*	wib + na	wib + na	wib + na
8.	B Life Science & Technology	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
9.	B Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek	*	wib + na	wib + na	wib + na
10.	B Maritieme Techniek	*	wib + na	wib + na	wib + na
11.	B Scheikundige Technologie	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
12.	B Scheikundige Technologie en Bioprocestechnologie	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
13.	B Sustainable Molecular Science and Technology	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
14.	B Technische Aardwetenschappen	*	wib + na	wib + na	wib + na
15.	B Technische Bedrijfskunde	*	wib	wib	wib
16.	B Technische Bestuurskunde	*	wib + na	wib + na	wib + na
17.	B Technische Informatica	*	wib	wib	wib
18.	B Technische Innovatiewetenschappen	*	wib	wib	wib
19.	B Technische Natuurkunde	*	wib + na	wib + na	wib + na
20.	B Technische Wetenschappen	*	wib + na	wib + na + sk	wib + na + sk
21.	B Technische Wiskunde	*	wib	wib	wib
22.	B Telematica	*	wib	wib	wib

23.	B Werktuigbouwkunde	*	wib + na	wib + na	wib + na
-----	---------------------	---	----------	----------	----------



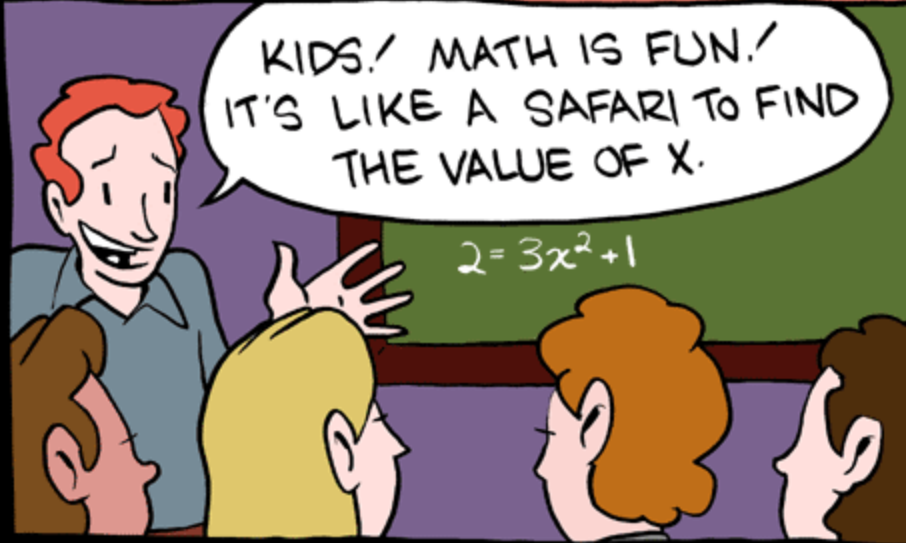
WAT

VAN

EN

EB

### WRONG APPROACH



### RIGHT APPROACH

IF YOU'RE A MATHEMATICIAN, THERE ARE ABOUT 10 PEOPLE ON EARTH WHO UNDERSTAND WHAT YOU DO, AND NONE OF THEM HAVE THE POWER TO FIRE YOU. YOU HAVE NO SET HOURS, EVERYONE RESPECTS YOU, AND YOU WORK ABOUT  $\frac{5}{8}$ th OF THE YEAR. IF YOU GO TO A BAR AND TELL A WOMAN YOU ARE EMPLOYED FOR YOUR INTELLECT ALONE, SHE WILL PROBABLY SLEEP WITH YOU. BUT HEY, FEEL FREE NOT TO DO YOUR HOMEWORK. IT'S NOT MY PROBLEM.



# De domeinen van wiskunde B



# Overzicht CE/SE

domein	subdomein	in CE	moet in SE	mag in SE
A Vaardigheden	A1: Informatievaardigheden	X	X	
	A2: Onderzoeksvaardigheden	X	X	
	A3: Technisch-instrumentele vaardigheden	X	X	
	A4: Oriëntatie op studie en beroep		X	
	A5: Algebraïsche vaardigheden	X	X	
Bg Functies en grafieken	Bg1: Standaardfuncties	X		X
	Bg2: Functies, grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden	X		X
Cg Discrete analyse	Cg1: Veranderingen	X		X
Bb Differentiaal- en integraalrekening	Bb1: Afgeleide functies	X	X	
	Bb2: Algebraïsche technieken	X	X	
	Bb3: Integraalrekening	X	X	
Db Goniometrische functies	Db1: Goniometrische functies	X	X	
Gb Voortgezette meetkunde	Gb1: Oriëntatie op bewijzen	X	X	
	Gb2: Constructie en bewijzen in de vlakke meetkunde	X	X	
F Keuze-onderwerpen			X	

# Domein A Wiskundige vaardigheden

Don

Je kun  
Mede  
prese

een g  
mode  
in de

bij ra  
wiskt

een v  
van v

De ka

algebraïsche vaardigheden en formules, heeft daar inzicht in en kan de bewerkingen uitvoeren met, maar ook zonder, gebruik van ICT-middelen zoals de grafische rekenmachine.

## FOKKE & SUKKE MOGEN OP DE PABO BLIJVEN



n en

nen dat  
s geven

en van  
T.

n de rol

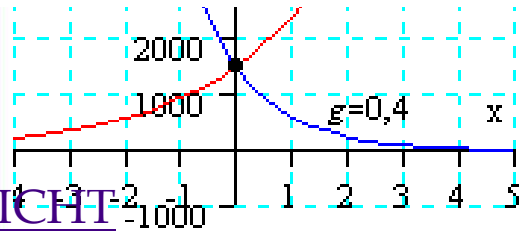
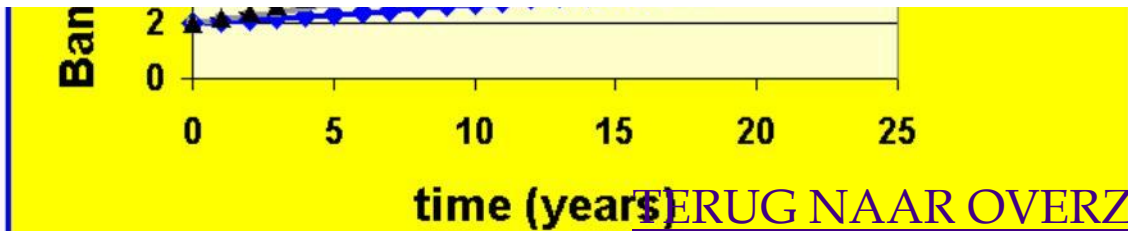
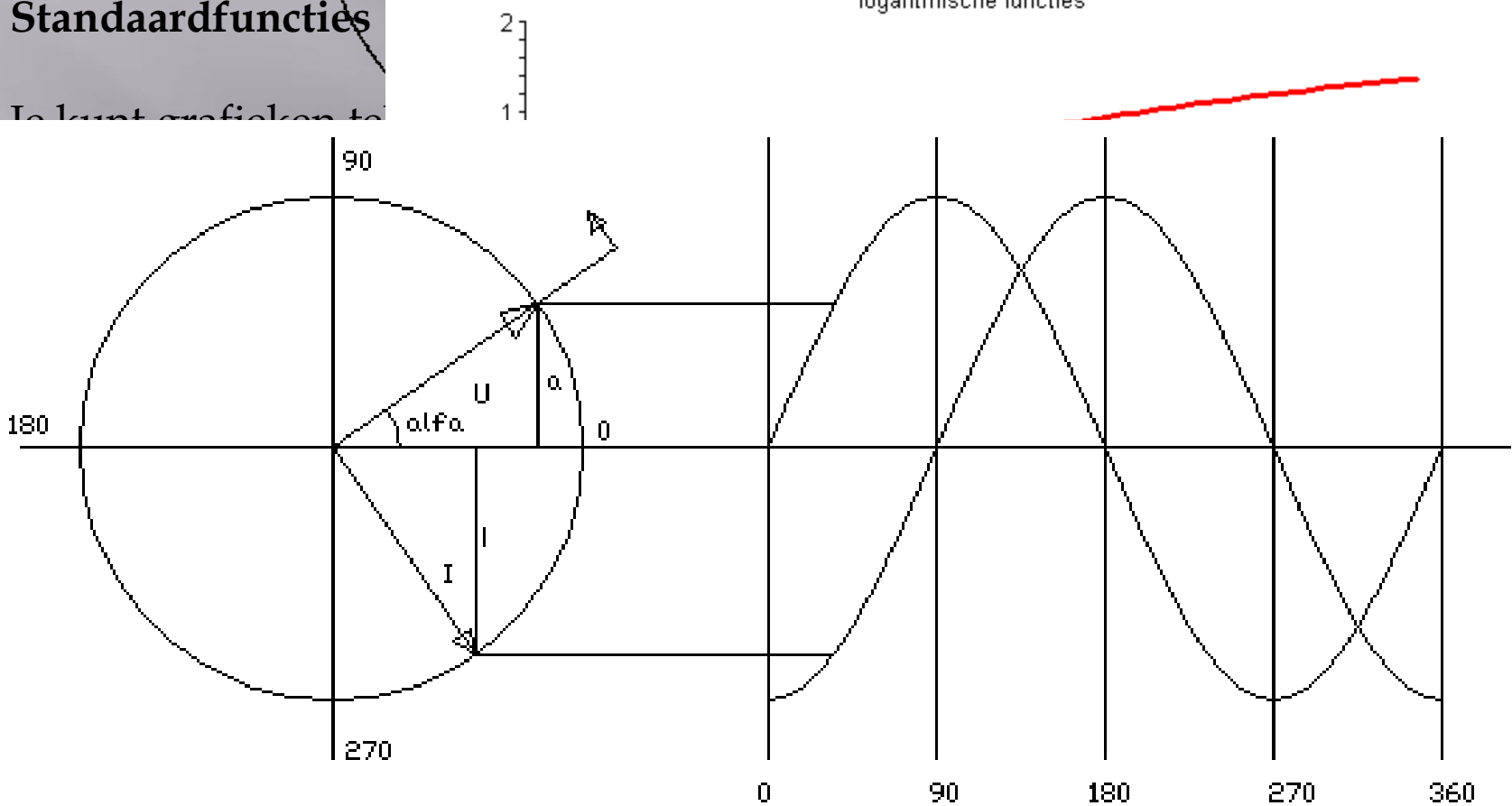
[TERUG NAAR OVERZICHT](#)

# Functies en grafieken

## Standaardfuncties

Te kunt grafieken te

logaritmische functies

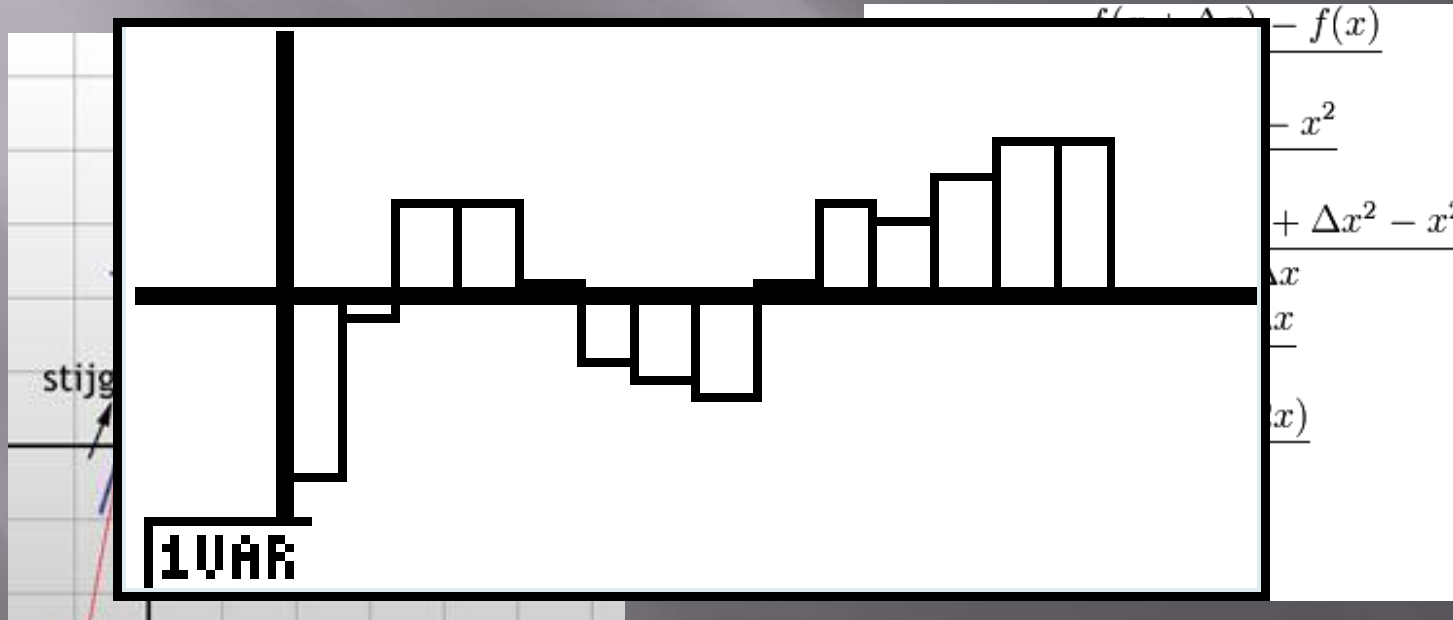


[TERUG NAAR OVERZICHT](#)

# Discrete analyse

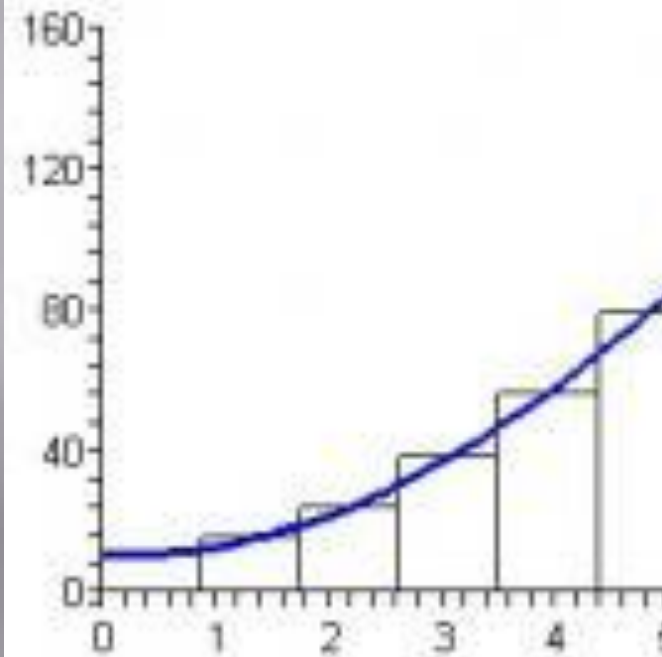
## Veranderingen

Je kunt het veranderingsgedrag van grafieken of functies relateren aan differentiequotiënten, toenamendiagrammen en hellinggrafieken en daarbij een relatie leggen met contexten.

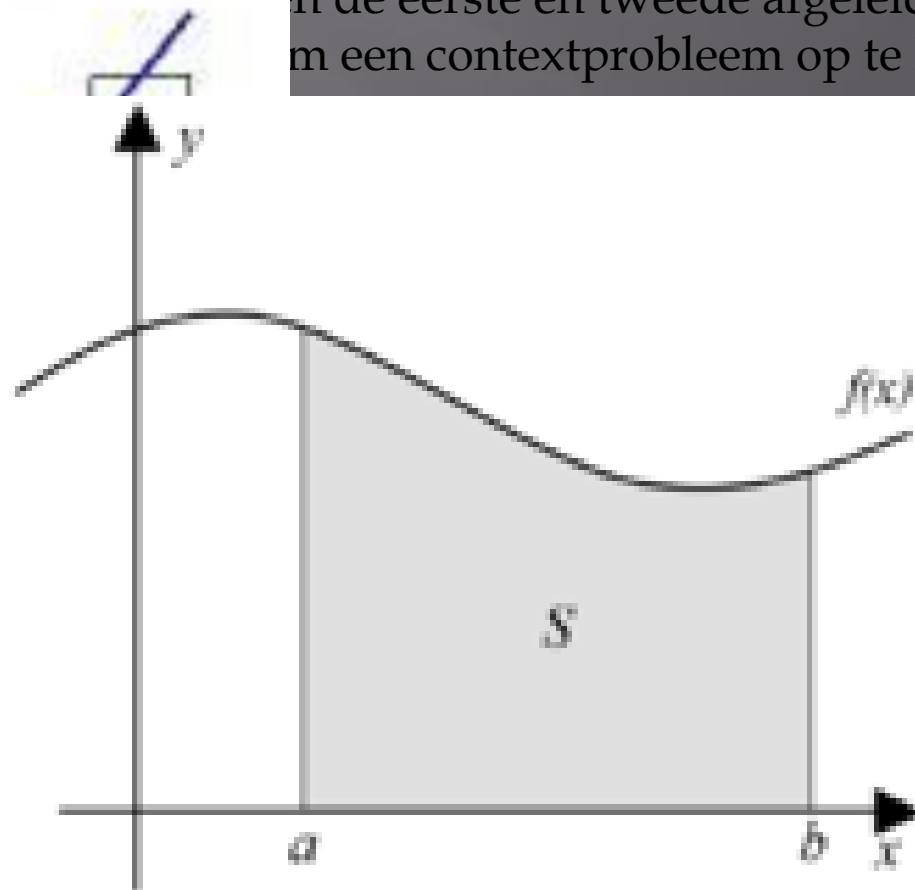




# Differentiaal- en integraalrekening



... en de eerste en tweede afgeleide  
... om een contextprobleem op te lossen



$$\begin{aligned} & (h(x)) \\ & = \underline{h(x)g'} \end{aligned}$$

[TERUG NAAR OVERZICHT](#)

# Goniometrische functies

## Subdomein Db1: Goniometrische functies

De kandidaat kan bij periodieke verschijnselen, met name trillingspatronen en harmonische bewegingen, formules opstellen, herleiden en bewerken, de bijbehorende grafieken tekenen en vergelijkingen oplossen.

**Specificatie** [Filmpje wat verander je?](#) (Gonio en veranderingen)

De kandidaat kan

12.1 de eenparige cirkelbeweging en de harmonische beweging in verband brengen met de

### Goniometrie

$$\sin(t+u) = \sin t \cos u + \cos t \sin u$$

$$\sin t + \sin u = 2 \sin \frac{t+u}{2} \cos \frac{t-u}{2}$$

$$\sin(t-u) = \sin t \cos u - \cos t \sin u$$

$$\sin t - \sin u = 2 \sin \frac{t-u}{2} \cos \frac{t+u}{2}$$

$$\cos(t+u) = \cos t \cos u - \sin t \sin u$$

$$\cos t + \cos u = 2 \cos \frac{t+u}{2} \cos \frac{t-u}{2}$$

$$\cos(t-u) = \cos t \cos u + \sin t \sin u$$

$$\cos t - \cos u = -2 \sin \frac{t+u}{2} \sin \frac{t-u}{2}$$

samenhangende trillingspatronen en bij het herleiden van formules.

12.8 de afgeleiden bepalen van de functies sinus, cosinus en tangens.

12.9 parametervoorstellingen gebruiken bij het bestuderen van figuren van Lissajous.



# Voorbeeldopgaven

## Opgave 1

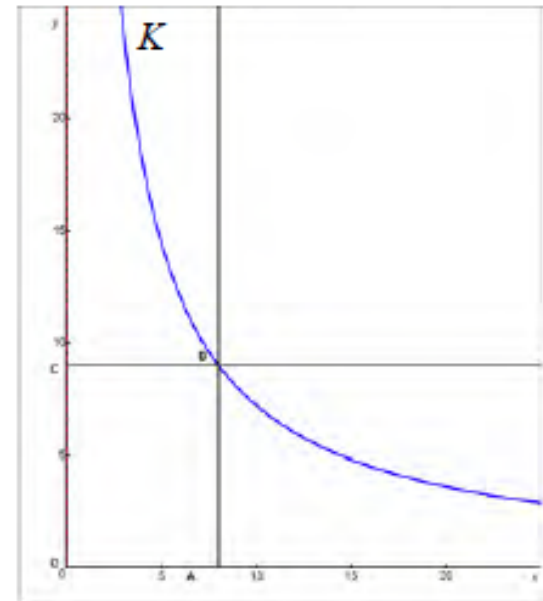
In een rechthoekig assenstelsel  $Oxy$  is  $OABC$  een variabele rechthoek. Punt  $B$  ligt op de kromme  $K$  en kan daarover bewegen. Onafhankelijk van de positie van punt  $B$  geldt dat  $OABC$  een rechthoek vormt met een constante oppervlakte 72.

$A$  ligt steeds op de positieve  $x$ -as en  $C$  op de positieve  $y$ -as.

- a. Toon aan dat  $K$  de grafiek van  $y = \frac{72}{x}$  is.

De raaklijn in een punt  $B$  aan de kromme snijdt de  $x$ -as in punt  $D$  en de  $y$ -as in punt  $E$ .

- b. Toon aan dat de oppervlakte van driehoek  $ODE$  niet afhangt van de positie van punt  $B$  op de kromme  $K$ .



## Opgave 2: Lantaarnpaal

Een straat wordt verlicht door straatlantaarns.  
De lichtintensiteit in een punt op de grond hangt af van de afstand tot de lamp en van de hoek die de lichtstralen maken met de grond:

$$L = c \cdot \frac{1}{r^2} \cdot \sin \alpha .$$

Hierin is  $L$  de lichtintensiteit,  $r$  de afstand tot de lamp (in m) en  $\alpha$  de hoek tussen de lichtstraal en de grond. In deze opgave wordt de constante  $c$  gelijk aan 1 gekozen, zodat de formule voor  $L$  wordt :

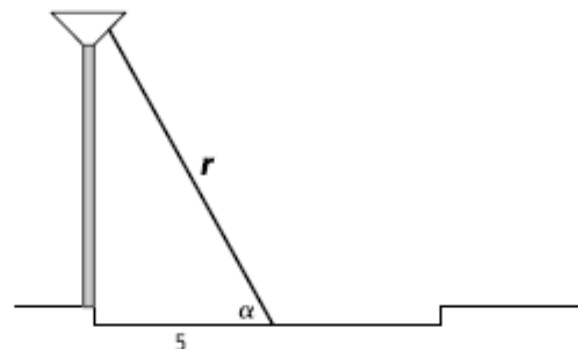
$$L = \frac{1}{r^2} \cdot \sin \alpha .$$

De straat is 10 meter breed. De vraag is hoe hoog de lamp boven de grond moet worden geplaatst, opdat de lichtintensiteit in het midden van de straat maximaal is.

a. Druk voor het midden van de straat  $\sin \alpha$  uit in  $r$ .

b. Toon aan dat voor een punt in het midden van de straat geldt :  $L^2 = \frac{1}{r^4} - \frac{25}{r^6}$ .

c. Bereken exact voor welke waarde van  $r$  de maximale waarde voor  $L^2$  wordt bereikt.



### Opgave 3: Een rij van logaritmische functies

Voor  $k = 2, 3, 4, \dots$  en voor  $x > 0$  zijn gegeven de functies

$$f_k(x) = {}^k \log x.$$

De lijn  $x = e$  snijdt de  $x$ -as in het punt  $E$  en de grafiek van  $f_k$  in het punt  $P_k$ .

In de figuur hiernaast zie je de grafieken van  $f_2, f_3$  en  $f_4$  en daarop de punten  $P_2, P_3$  en  $P_4$ .

In de punten  $P_2, P_3$  en  $P_4, \dots$  worden de raaklijnen aan de grafieken van  $f_2, f_3$  en  $f_4, \dots$  getekend.

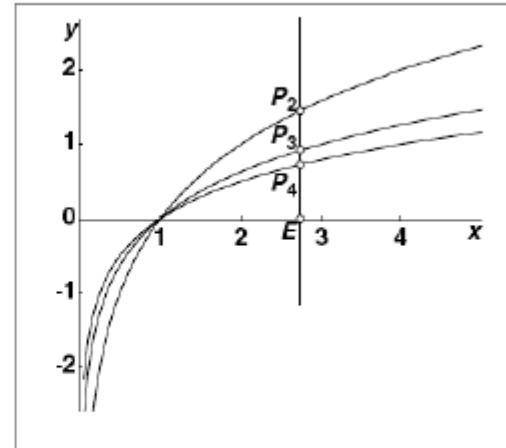
a. Bewijs dat al deze raaklijnen door het punt  $(0,0)$  gaan.

Het midden van lijnstuk  $EP_k$  noemen we  $M_k$ .

Zo ontstaat de rij van middens  $M_2, M_3, M_4, \dots$ .

De figuur suggereert dat  $M_2$  hetzelfde punt zou kunnen zijn als punt  $P_4$ .

b. Toon aan dat elk van de middens  $M_2, M_3, M_4, \dots$  op de grafiek van een functie  $f_k$  ligt.



### Opgave 4:

Bekijk het gebied in het  $Oxy$ -vlak dat wordt begrensd door de  $x$ -as, de lijnen  $x=a$  en  $x=b$  (met  $0 < a < b$ ) en de kromme met vergelijking  $xy = 1$ .

De lijn  $x = m$  verdeelt dit gebied in twee delen met gelijke oppervlakte.

> Bewijs dat geldt:  $m = \sqrt{a \cdot b}$

### Opgave 5:

De functie  $f$  is voor iedere reële  $x \neq 0$  gegeven door  $f(x) = \frac{1}{2}x + \frac{x}{e^x - 1}$ .

Als je de grafiek maakt met de GR dan lijkt het erop dat zij symmetrisch is ten opzichte van de  $y$ -as.

> Bewijs dat dit inderdaad het geval is.



### Opgave 6:

De functie  $f$  is voor iedere reële  $x$  gegeven door  $f(x) = \frac{4x}{x^2 + 1}$

Maak op de GR de grafiek van de functie  $y = f(x) - f\left(\frac{1}{x}\right) + 1$

> Wat voor bijzonders constateer je? Verklaar dit met behulp van algebra.

### Opgave 7

Op de parabool  $y = x^2$  liggen de punten  $A(a, a^2)$  en  $B(b, b^2)$ . Het vlakdeel dat wordt begrensd door de koorde  $AB$  en de parabool noemt men een parabolosegment.

Stel  $a > b$ .

> Toon aan dat de oppervlakte van dit parabolosegment gelijk is aan  $\frac{1}{6}(a - b)^3$

### Opgave 8 Een periodieke beweging

Een punt beweegt in het Oxy-vlak volgens de vergelijkingen:

$$\begin{cases} x = \cos t \\ y = \cos 2t \end{cases}$$

Als je de baan op het scherm van de GR bekijkt, dan lijkt het of de beschreven baan een parabool is.

> Toon aan dat dit inderdaad het geval is.

### Opgave 9 (uit het examen VB1 2005 tijdvak 2, de vragen 9 en 11)

De totale reistijd  $T$  van een retourtocht wordt gegeven door  $T = \frac{10}{20+v} + \frac{10}{20-v}$

Hierbij is  $T$  de tijd in uren en  $v$  de stroomsnelheid van de rivier in km/u, met  $0 < v < 20$ . Als de stroomsnelheid van de rivier groter wordt, neemt de totale reistijd van een retourtocht toe.

a. Toon dit algebraïsch aan.

Veronderstel dat  $v$  varieert tussen 0 en 10 km/u en dat alle waarden van 0 tot en met 10 even vaak voorkomen. Je kunt dan de gemiddelde reistijd met een integraal uitrekenen.

b. Toon langs algebraïsche weg aan dat de gemiddelde reistijd gelijk is aan ln 3 uur.

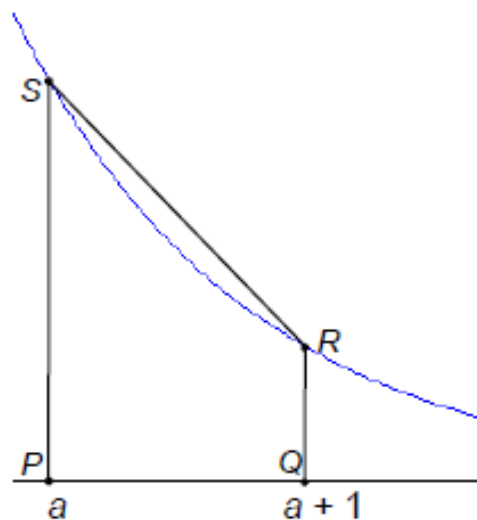
### Opgave 10 (uit het examen VB1,2 2005 tijdvak 2, vraag 14)

Gegeven is de functie  $f(x) = e^{-x}$ .

De lijn  $x = a$  snijdt de  $x$ -as in  $P$  en de grafiek van  $f$  in  $S$ , de lijn  $x = a + 1$  snijdt de  $x$ -as in  $Q$  en de grafiek van  $f$  in  $R$ . Het gebied begrensd door de grafiek van  $f$  en de lijnstukken  $PS$ ,  $PQ$  en  $QR$  noemen we  $V$ .

Het trapezium  $PQRS$  noemen we  $W$ . Zie de figuur hiernaast.

> Toon aan dat de verhouding  $\frac{\text{oppervlakte van } W}{\text{oppervlakte van } V}$  onafhankelijk is van  $a$ .



# Extra informatie

De onderstaande links geven extra informatie over wiskunde in de 2<sup>e</sup> fase :

[Allerlei filmpjes over 2<sup>e</sup> fase wiskunde](#)

<http://tweedefase.startpagina.nl/>

<http://www.hbostart.nl/>

<http://www.universiteitstart.nl/>

<http://www.studiekeuze123.nl/>

[Filmpje wat verander je?](#) (Gonio en veranderingen)

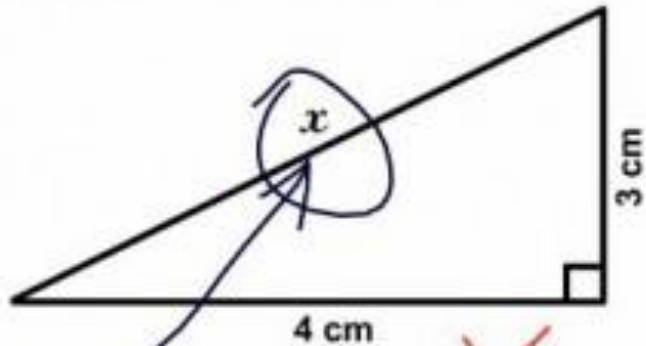
<http://www.wisfaq.nl/>

## Grappig filmpje 1

## Grappig filmpje 2

Student na het borden van  
college theoretische natuurkunde  
maand: "We hebben een bord  
maken de borden veel beter  
heten ze trouwens ook u"

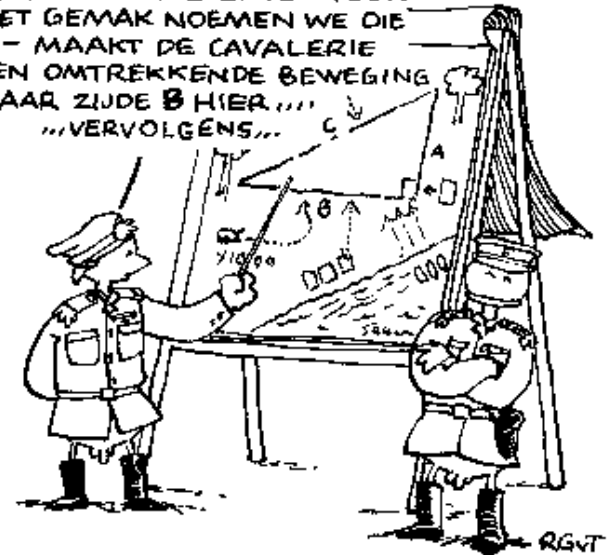
3. Find  $x$ .



Here it is

## **FOKKE & SUKKE** VALLEN DE STELLING VAN PYTHAGORAS AAN

EN TERWIJL DE INFANTERIE  
EEN SCHIJNAANVAL UITVOERT  
OP DE LANGSTE ZIJDE - VOOR  
HET GEMAK NOEMEN WE DIE  
**C** - MAAKT DE CAVALERIE  
EEN OMTREKKENDE BEWEGING  
NAAR ZIJDE **B** HIER...  
...VERVOLGENS...



and God said,

$$E = hf = hc/\lambda, \quad eV_0 = hf - W, \quad E = mc^2, \quad E^2 = P^2c^2 + m^2c^4, \quad \Psi(x, t) = \int_{-\infty}^{\infty} A(k) e^{i(kx - \omega t)} dk,$$

$$p = h/\lambda, \quad \Psi(x, t) = e^{i(kx - \omega t)} \int_{-\infty}^{\infty} A(k) e^{i(kx - \omega t) - (E - \hbar\omega) e^{-i(E - \hbar\omega)t}} dt, \quad v = \left( \frac{d\omega}{dk} \right)_x, \quad E = p^2/2m,$$

$$\Psi(x, t) = e^{i(kx - \omega t)} \int_{-\infty}^{\infty} A(k) e^{i(kx - \omega t) - (E - \hbar\omega) e^{-i(E - \hbar\omega)t}} dt, \quad v = \left( \frac{d\omega}{dk} \right)_x, \quad \hbar\omega e^{i(kx - \omega t)} = \frac{\hbar^2 k^2}{2m} e^{i(kx - \omega t)}$$

$$E = \hbar^2 k^2 / 2m, \quad E = \hbar\omega = \hbar^2 k^2 / 2m, \quad m_{rel} = \frac{m}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, \quad \frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} = \hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{2m(E - V)}{\hbar^2} \psi = 0, \quad k^2 = \frac{2m(E - V)}{\hbar^2}, \quad \lambda = \frac{h}{\sqrt{2m(E - V)}}, \quad E = \frac{1}{2} k^2 \lambda^2$$

$$E\psi = -\frac{\hbar}{2m} \left( \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right) - \frac{2e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \psi, \quad J = \nabla \times H, \quad \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{k}{x} x = 0$$

$$J = \frac{1}{r \sin \theta} \left[ \frac{\partial H_\phi}{\partial \theta} \sin \theta - \frac{\partial H_\theta}{\partial \phi} \right] \bar{a}_r + \frac{1}{r} \left[ \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial H_r}{\partial \phi} - \frac{\partial (r H_\phi)}{\partial r} \right] \bar{a}_\theta + \frac{1}{r} \left[ \frac{\partial (r H_\theta)}{\partial r} - \frac{\partial H_r}{\partial \theta} \right] \bar{a}_\phi$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \left( \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right) + V\psi = E\psi, \quad V = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$$

$$\nabla^2 V = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial V}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 V}{\partial \phi^2}, \quad J = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\oint \vec{H} \cdot d\vec{S}}{\Delta S}$$

$$\nabla \cdot D = \frac{1}{h_1 h_2 h_3} \left[ \frac{\partial}{\partial u} (h_2 h_3 D_u) + \frac{\partial}{\partial v} (h_3 h_1 D_v) + \frac{\partial}{\partial w} (h_1 h_2 D_w) \right]$$

$$P_\theta = \int_{\omega} \frac{1}{\omega^2} J_\theta dV = \int_{-\infty}^{\infty} \int_0^{2\pi} \int_0^{\beta} \frac{4\pi V_0}{\left[ r \ln \left( \frac{b/a}{r} \right) \right]^2} \sin^2 \beta z \sin^2 \omega t r^2 dr d\theta dz = \frac{4\pi\omega V_0}{\ln \left( \frac{b/a}{a} \right)} \left( 1 - \frac{\sin 2\beta l}{2\beta} \right) \sin^2 \omega t$$

$$J_\nu(z) = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(-1)^m z^{\nu+2m}}{m! \Gamma(m + \nu + 1) 2^{\nu+2m}}, \quad J_{-\nu}(z) = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(-1)^m z^{\nu+2m}}{m! \Gamma(m - \nu + 1) 2^{\nu+2m}}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = emf = -\int \frac{\partial \bar{B}}{\partial t} \cdot d\vec{s}, \quad \oint \vec{H} \cdot d\vec{S} = I = \int \left( \vec{J}_c + \frac{\partial \bar{D}}{\partial t} \right) \cdot d\vec{s}, \quad \oint \vec{D} \cdot d\vec{S} = Q = \int \nabla \cdot \bar{D} dV$$

$$E_r = \frac{J_0 e^{-\gamma r}}{4\pi} \left( \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \frac{2}{r^2} + \frac{2}{j\omega \epsilon r^3} \right) \cos \theta, \quad E_\theta = \frac{J_0 e^{-\gamma r}}{4\pi} \left( \frac{j\omega \mu}{r} + \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \frac{1}{r^2} + \frac{1}{j\omega \epsilon r^3} \right) \sin \theta$$

$$E(r, \theta, t) = \frac{-\omega \mu J_0}{4\pi} \sin \theta \sin(\omega t - \omega r \sqrt{\mu \epsilon}) \bar{a}_\theta, \quad H(r, \theta, t) = \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} E_\theta \bar{a}_\phi, \quad \gamma = j\omega \sqrt{\mu \epsilon} \dots$$

and there was light.