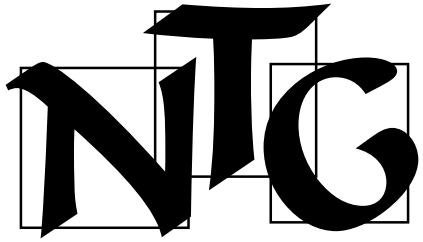


LaTeX in de wiskundeles

Links wat je typt, rechts wat je leerlingen zien

Werkbladen, toetsen en uitwerkingen met formules die kloppen en er professioneel uitzien. Elke pagina laat één veelvoorkomend probleem zien: links de LaTeX-code die je kunt overnemen, rechts het resultaat. Gratis en zonder installatie te proberen op **www.overleaf.com**.

Deze galerij en de bronbestanden staan op **www.ntg.nl/wiskunde**.

www.ntg.nl/wiskunde

Eén keer instellen: de preambule 2
Breuken, machten en wortels 3
Vergelijkingen stap voor stap 4
De abc-formule 5
Stelsels van vergelijkingen 6
Grafiek van een functie 7
Assenstelsel op ruitjespapier 8
Meetkunde: de stelling van Pythagoras 9
Goniometrie: de eenheidscirkel 10
Afgeleide en tekenschema 11
Intervallen op de getallenlijn 12
Kansboom 13
Statistiek: tabel en boxplot 14
Integraal en oppervlakte 15
Vectoren 16
Ruimtemeetkunde: kubus ABCD.EFGH 17
Eenheden en grote getallen 18
Een werkblad of toets 19
Zelf aan de slag 20

Eén keer instellen: de preambule

Zet dit bovenaan je document. Alle voorbeelden hierna werken dan meteen, met decimale komma's en Nederlandse afbreking.

preambule.tex: tussen \documentclass en \begin{document}

```
% preambule.tex - alles wat de voorbeelden in deze galerij nodig hebben.
% Zet dit tussen \documentclass{...} en \begin{document}.

\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage{lmodern}
\usepackage[dutch]{babel}         % Nederlandse afbreking en kopjes

\usepackage{amsmath, amssymb, mathtools}
\usepackage{icomma}               % 2,5 als decimaalkomma, (2, 5) blijft een paar
\usepackage{siunitx}              % getallen en eenheden: \qty{9,81}{m/s^2}
\sisetup{output-decimal-marker = {,}}
\usepackage{systeme}              % stelsels van vergelijkingen
\usepackage{tasks}                % opgaven a) b) c) naast elkaar
\usepackage{booktabs}             % nette tabellen

\usepackage{pgfplots}             % grafieken (laadt ook TikZ)
\pgfplotsset{compat = 1.18, /pgf/number format/use comma}
\usepgfplotslibrary{statistics, fillbetween}
\usetikzlibrary{angles, quotes, arrows.meta, babel}

% Lijntjes om het antwoord op te schrijven: \antwoordlijnen{3}
\newcommand{\antwoordlijnen}[1]{%
  \par\foreach \i in {1,...,#1}{%
    \vspace{6mm}\noindent\textcolor{gray}{\rule{\linewidth}{0.4pt}}\par}}
```

Breuken, machten en wortels

Met `icomma` typ je gewoon `2,5`; een komma met een spatie erachter blijft een gewone komma.

LaTeX: wat je typt

```
\[ \frac{3}{4} + \frac{2}{3}
   = \frac{9}{12} + \frac{8}{12}
   = \frac{17}{12} = 1\tfrac{5}{12} \]

\[ \sqrt{48} = \sqrt{16 \cdot 3} = 4\sqrt{3} \]

\[ \left( \frac{2a^3}{b} \right)^{2}
   = \frac{4a^6}{b^2} \]

\[ \sqrt[3]{x^2} = x^{\frac{2}{3}} \]

\[ 2,5 \cdot 10^{-3} = 0,0025 \]
```

wiskunde: wat je krijgt

$$\frac{3}{4} + \frac{2}{3} = \frac{9}{12} + \frac{8}{12} = \frac{17}{12} = 1\tfrac{5}{12}$$

$$\sqrt{48} = \sqrt{16 \cdot 3} = 4\sqrt{3}$$

$$\left(\frac{2a^3}{b} \right)^{2} = \frac{4a^6}{b^2}$$

$$\sqrt[3]{x^2} = x^{\frac{2}{3}}$$

$$2,5 \cdot 10^{-3} = 0,0025$$

Vergelijkingen stap voor stap

Met `align*` staan de isgelijktekens onder elkaar; achter && komt de toelichting bij elke stap.

LaTeX: wat je typt

```
\begin{align*}
  3x + 5 &= 2x - 7 && \text{beide kanten $-2x$} \\
   x + 5 &= -7     && \text{beide kanten $-5$}  \\
       x &= -12
\end{align*}

\begin{align*}
  \frac{x}{3} - 1 &= 4  && \text{beide kanten $+1$} \\
  \frac{x}{3}     &= 5  && \text{beide kanten $\times$ 3$} \\
  x               &= 15
\end{align*}
```

wiskunde: wat je krijgt

$$\begin{aligned} 3x + 5 &= 2x - 7 && \text{beide kanten } -2x \\ x + 5 &= -7 && \text{beide kanten } -5 \\ x &= -12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{x}{3} - 1 &= 4 && \text{beide kanten } +1 \\ \frac{x}{3} &= 5 && \text{beide kanten } \times 3 \\ x &= 15 \end{aligned}$$

De abc-formule

\pm geeft $\pm$, \vee geeft het "of"-teken $\vee$.

LaTeX: wat je typt

```
Los op: $x^2 - 2x - 8 = 0$.
\begin{align*}
  D &= b^2 - 4ac = (-2)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-8) = 36 \\[1ex]
  x &= \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}
     = \frac{2 \pm 6}{2} \\[1ex]
  x &= 4 \vee x = -2
\end{align*}
```

wiskunde: wat je krijgt

Los op: $x^2 - 2x - 8 = 0$.

$$D = b^2 - 4ac = (-2)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-8) = 36$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{2 \pm 6}{2}$$

$$x = 4 \vee x = -2$$

Stelsels van vergelijkingen

`systeme` zet de variabelen netjes onder elkaar. Let op: de komma scheidt hier de vergelijkingen.

LaTeX: wat je typt

```
\[ \systeme{2x + 3y = 12, x - y = 1} \]

\[ \systeme{x + y + z = 6,
            2x - y + z = 3,
            x + 2y - z = 2} \]

\[ \begin{cases}
     y = 2x + 1 \\
     y = -x + 7
   \end{cases} \]
```

wiskunde: wat je krijgt

$$\begin{cases} 2x + 3y = 12 \\ x - y = 1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x + y + z = 6 \\ 2x - y + z = 3 \\ x + 2y - z = 2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} y = 2x + 1 \\ y = -x + 7 \end{cases}$$

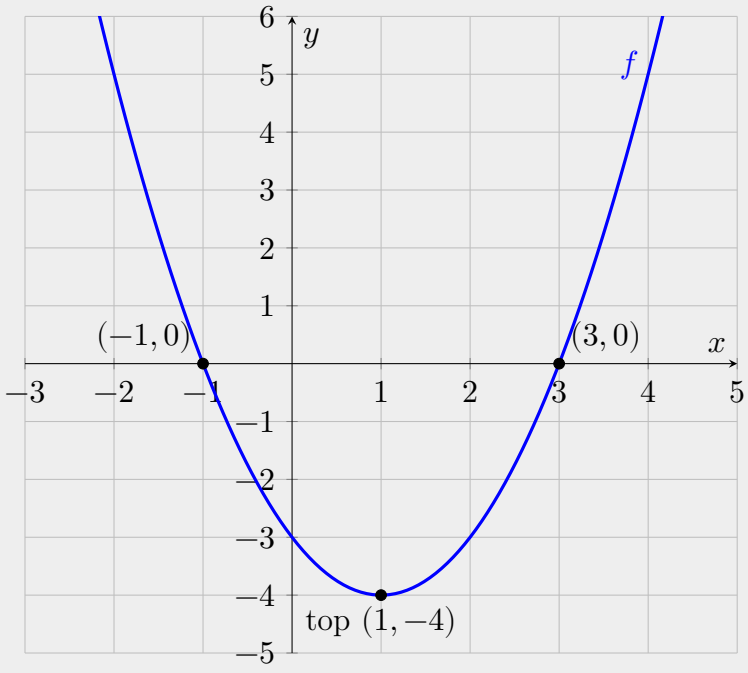
Grafiek van een functie

pgfplots rekent de grafiek zelf uit. Verander het functievoorschrift en de grafiek klopt meteen weer.

LaTeX: wat je typt

```
\begin{tikzpicture}[
    alt={Grafiek van f(x) = x² − 2x − 3: een dalparabool met
      nulpunten (−1, 0) en (3, 0) en top (1, −4)}]
\begin{axis}[axis lines=middle,
    xlabel=$x$, ylabel=$y$,
    xmin=-3, xmax=5, ymin=-5, ymax=6,
    xtick distance=1, ytick distance=1,
    grid=both, width=11cm, height=10cm]
  \addplot[very thick, blue, domain=-2.2:4.2,
    samples=100] {x^2 - 2*x - 3}
    node[pos=0.95, left] {$f$};
  \addplot[only marks, mark=*]
    coordinates {(-1,0) (3,0) (1,-4)};
  \node[above left] at (-1,0) {$(-1, 0)$};
  \node[above right] at (3,0) {$(3, 0)$};
  \node[below] at (1,-4) {top $(1, -4)$};
\end{axis}
\end{tikzpicture}
```

wiskunde: wat je krijgt



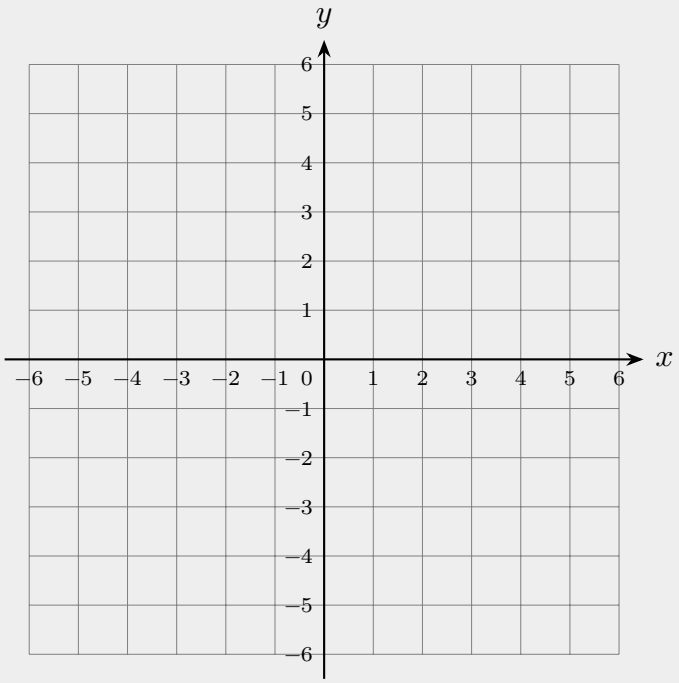
Assenstelsel op ruitjespapier

Een leeg assenstelsel voor een werkblad. Pas de getallen bij `grid` en `foreach` aan voor een groter of kleiner rooster.

LaTeX: wat je typt

```
\begin{tikzpicture}[
    alt={Leeg assenstelsel op ruitjespapier, x en y van -6
      tot 6},
    scale=0.65]
  \draw[help lines] (-6,-6) grid (6,6);
  \draw[-Stealth, thick] (-6.5,0) -- (6.5,0)
    node[right] {$x$};
  \draw[-Stealth, thick] (0,-6.5) -- (0,6.5)
    node[above] {$y$};
  \foreach \i in {-6,...,-1,1,2,...,6} {
    \node[below, font=\scriptsize] at (\i,0) {$\i$};
    \node[left,  font=\scriptsize] at (0,\i) {$\i$};
  }
  \node[below left, font=\scriptsize] at (0,0) {$0$};
\end{tikzpicture}
```

wiskunde: wat je krijgt



Meetkunde: de stelling van Pythagoras

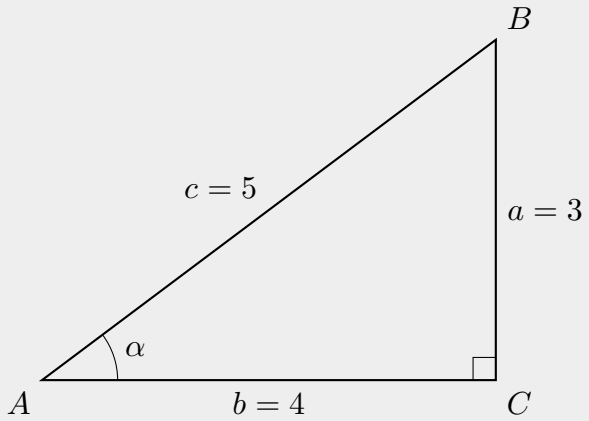
Punten krijgen een naam en een label; pic tekent hoeken en de rechte-hoekmarkering.

LaTeX: wat je typt

```
\begin{tikzpicture}[
    alt={Rechthoekige driehoek ABC met de rechte hoek bij C,
      rechthoekszijden a = 3 en b = 4, schuine zijde c = 5
      en hoek alfa bij A},
    scale=1.5]
  \coordinate[label=below left:$A$]  (A) at (0,0);
  \coordinate[label=below right:$C$] (C) at (4,0);
  \coordinate[label=above right:$B$] (B) at (4,3);
  \draw[thick] (A) -- node[below] {$b = 4$} (C)
    -- node[right] {$a = 3$} (B)
    -- node[above left] {$c = 5$} cycle;
  \pic[draw, angle radius=3mm] {right angle = A--C--B};
  \pic[draw, "$\alpha$", angle radius=10mm,
    angle eccentricity=1.3] {angle = C--A--B};
\end{tikzpicture}

\[ a^2 + b^2 = c^2 \qquad 3^2 + 4^2 = 5^2 \]
```

wiskunde: wat je krijgt



$$a^2 + b^2 = c^2 \qquad 3^2 + 4^2 = 5^2$$

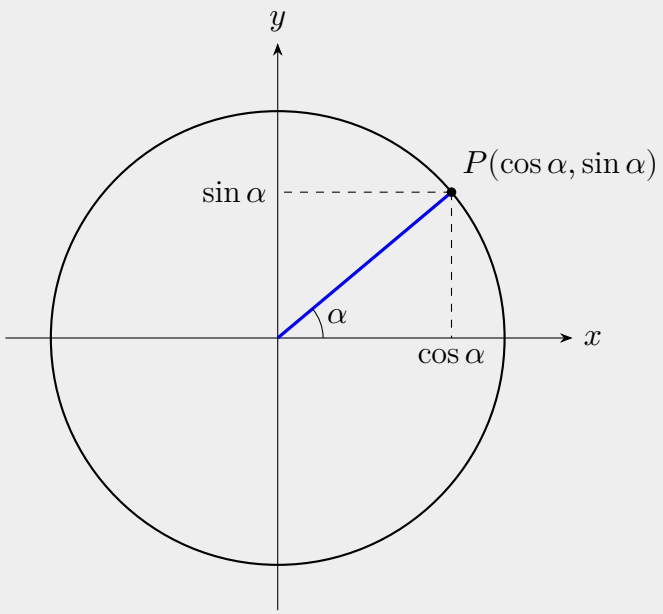
Goniometrie: de eenheidscirkel

Met (P |- 0) vind je het punt recht onder P op de x-as; zo teken je de projecties.

LaTeX: wat je typt

```
\begin{tikzpicture}[
    alt={Eenheidscirkel met het punt P(cos alfa, sin alfa)
      onder hoek alfa; de loodlijnen op de assen geven
      cos alfa en sin alfa},
    scale=3]
  \coordinate (O) at (0,0);
  \coordinate (P) at (40:1);
  \coordinate (Q) at (P |- O);
  \draw[-Stealth] (-1.2,0) -- (1.3,0) node[right] {$x$};
  \draw[-Stealth] (0,-1.2) -- (0,1.3) node[above] {$y$};
  \draw[thick] (O) circle (1);
  \draw[very thick, blue] (O) -- (P);
  \draw[dashed] (P) -- (Q)
    node[below] {$\cos\alpha$};
  \draw[dashed] (P) -- (P -| O)
    node[left] {$\sin\alpha$};
  \fill (P) circle (0.6pt)
    node[above right] {$P(\cos\alpha, \sin\alpha)$};
  \pic[draw, "$\alpha$", angle radius=6mm,
    angle eccentricity=1.4] {angle = Q--O--P};
\end{tikzpicture}
```

wiskunde: wat je krijgt



Afgeleide en tekenschema

Het tekenschema is gewoon een getallenlijn in TikZ: zet de tekens en nulpunten op de goede plek.

LaTeX: wat je typt

```
$f(x) = x^3 - 3x^2 - 9x + 5$
\[ f'(x) = 3x^2 - 6x - 9 = 3(x + 1)(x - 3) \]

\begin{tikzpicture}[
    alt={Tekenschema van f'(x): positief voor x < -1, nul bij
      x = -1, negatief tussen -1 en 3, nul bij x = 3 en
      positief voor x > 3},
    x=1.1cm]
  \node[left] at (0,0.5) {$f'(x)$};
  \draw[-Stealth] (0,0) -- (8,0) node[right] {$x$};
  \foreach \x/\a in {2.5/-1, 5.5/3} {
    \draw (\x,0.15) -- (\x,-0.15) node[below] {$\a$};
    \node at (\x,0.5) {$0$};
  }
  \foreach \x in {0.6,1.25,1.9, 6.1,6.75,7.4}
    \node at (\x,0.5) {$+$};
  \foreach \x in {3.25,4,4.75}
    \node at (\x,0.5) {$-$};
\end{tikzpicture}

maximum $f(-1) = 10$, minimum $f(3) = -22$
```

wiskunde: wat je krijgt

$$f(x) = x^3 - 3x^2 - 9x + 5$$

$$f'(x) = 3x^2 - 6x - 9 = 3(x + 1)(x - 3)$$

maximum $f(-1) = 10$, minimum $f(3) = -22$

Intervallen op de getallenlijn

In Nederland schrijf je een open interval met ⟨ ⟩: \langle en \rangle.

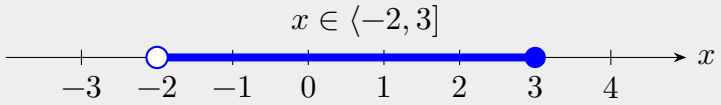
LaTeX: wat je typt

```
$x \in \langle -2, 3 ]$

\begin{tikzpicture}[
    alt={Getallenlijn met het interval van −2 tot en met 3;
      −2 hoort er niet bij (open rondje), 3 wel (dicht
      rondje)}]
  \draw[-Stealth] (-4,0) -- (5,0) node[right] {$x$};
  \foreach \x in {-3,...,4}
    \draw (\x,0.1) -- (\x,-0.1) node[below] {$\x$};
  \draw[line width=3pt, blue] (-2,0) -- (3,0);
  \draw[thick, blue, fill=white] (-2,0) circle (4pt);
  \fill[blue] (3,0) circle (4pt);
\end{tikzpicture}

\bigskip
$x \geq 1$, oftewel $x \in [1, \rightarrow \rangle$
```

wiskunde: wat je krijgt



$x \geq 1$, oftewel $x \in [1, \rightarrow \rangle$

Kansboom

Een boom groeit met `grow=right` naar rechts; de kansen zet je met `edge from parent` node bij de takken.

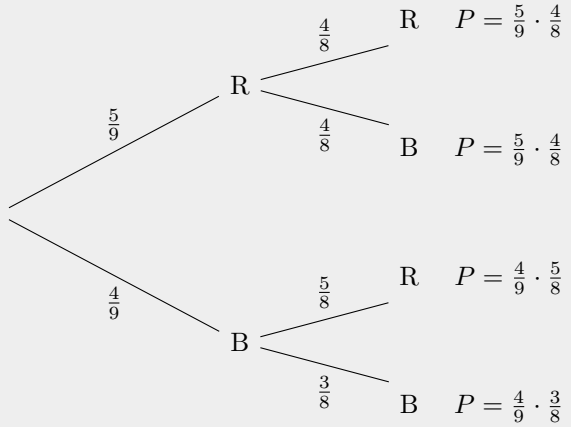
LaTeX: wat je typt

```
In een vaas zitten 5 rode en 4 blauwe knikkers.
Je pakt er twee zonder terugleggen.

\begin{tikzpicture}[
    alt={Kansboom voor twee trekkingen: eerst B met kans 4/9
      of R met kans 5/9, daarna BB = 4/9 · 3/8, BR = 4/9 ·
      5/8, RB = 5/9 · 4/8 en RR = 5/9 · 4/8},
    grow=right, level distance=3.2cm,
    level 1/.style={sibling distance=3.4cm},
    level 2/.style={sibling distance=1.7cm},
    every node/.style={font=\small}]
  \node {}
    child {node {B}
      child {node {B \quad $P = \frac{4}{9} \cdot \frac{3}{8}$}
        edge from parent node[below] {$\frac{3}{8}$}}
      child {node {R \quad $P = \frac{4}{9} \cdot \frac{5}{8}$}
        edge from parent node[above] {$\frac{5}{8}$}}
      edge from parent node[below] {$\frac{4}{9}$}}
    child {node {R}
      child {node {B \quad $P = \frac{5}{9} \cdot \frac{4}{8}$}
        edge from parent node[below] {$\frac{4}{8}$}}
      child {node {R \quad $P = \frac{5}{9} \cdot \frac{4}{8}$}
        edge from parent node[above] {$\frac{4}{8}$}}
      edge from parent node[above] {$\frac{5}{9}$}};
\end{tikzpicture}
```

wiskunde: wat je krijgt

In een vaas zitten 5 rode en 4 blauwe knikkers. Je pakt er twee zonder terugleggen.



Statistiek: tabel en boxplot

In een S-kolom van siunitx staan de decimale komma's onder elkaar.

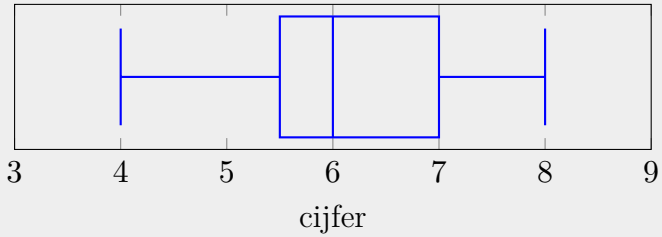
LaTeX: wat je typt

```
\begin{tabular}{l S[table-format=2.0] S[table-format=2.1]}
  \toprule
  cijfer & {frequentie} & {rel.\ freq.\ (\%)} \\
  \midrule
  4 &  3 & 10,0 \\
  5 &  6 & 20,0 \\
  6 & 11 & 36,7 \\
  7 &  7 & 23,3 \\
  8 &  3 & 10,0 \\
  \bottomrule
\end{tabular}

\bigskip
\begin{tikzpicture}[
    alt={Boxplot van de cijfers: minimum 4, eerste kwartiel
      5,5, mediaan 6, derde kwartiel 7 en maximum 8}]
\begin{axis}[width=10cm, height=3.5cm,
    ytick=\empty, xmin=3, xmax=9,
    xtick distance=1, xlabel={cijfer}]
  \addplot+[boxplot prepared={
      lower whisker=4, lower quartile=5.5,
      median=6, upper quartile=7,
      upper whisker=8},
    thick, blue] coordinates {};
\end{axis}
\end{tikzpicture}
```

wiskunde: wat je krijgt

cijfer	frequentie	rel. freq. (%)
4	3	10,0
5	6	20,0
6	11	36,7
7	7	23,3
8	3	10,0



Integraal en oppervlakte

\closedcycle sluit de grafiek af met de x-as, zodat je het vlakdeel kunt kleuren.

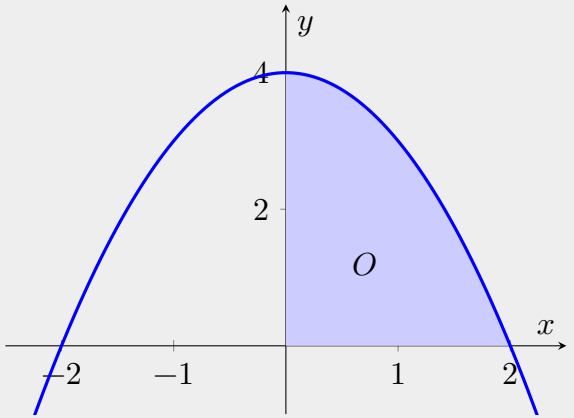
LaTeX: wat je typt

```
\[ \int_0^2 (4 - x^2) \, \mathrm{d}x
   = \Bigl[ 4x - \tfrac{1}{3}x^3 \Bigr]_0^2
   = 8 - \tfrac{8}{3} = 5\tfrac{1}{3} \]

\begin{tikzpicture}[
    alt={Grafiek van y = 4 - x², met het vlakdeel O tussen de
      grafiek en de x-as van x = 0 tot x = 2 gekleurd}]
\begin{axis}[axis lines=middle,
    xlabel=$x$, ylabel=$y$,
    xmin=-2.5, xmax=2.5, ymin=-1, ymax=5,
    width=9cm, height=7cm]
  \addplot[fill=blue!20, draw=none, domain=0:2]
    {4 - x^2} \closedcycle;
  \addplot[very thick, blue, domain=-2.3:2.3,
    samples=100] {4 - x^2};
  \node at (0.7,1.2) {$O$};
\end{axis}
\end{tikzpicture}
```

wiskunde: wat je krijgt

$$\int_0^2 (4 - x^2)\,\mathrm{d}x = \Bigl[4x - \tfrac{1}{3}x^3\Bigr]_0^2 = 8 - \tfrac{8}{3} = 5\tfrac{1}{3}$$



Vectoren

pmatrix geeft een kolomvector tussen haakjes; in TikZ teken je een vector als pijl.

LaTeX: wat je typt

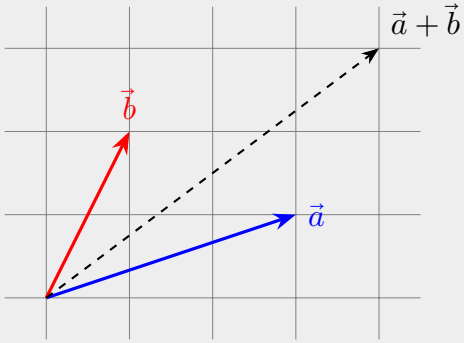
```
\[ \vec{a} = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix},
   \quad
   \vec{b} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} \]
\[ \vec{a} \cdot \vec{b} = 3 \cdot 1 + 1 \cdot 2 = 5,
   \qquad
   |\vec{a}| = \sqrt{3^2 + 1^2} = \sqrt{10} \]

\begin{tikzpicture}[
    alt={Vector a naar (3, 1) en vector b naar (1, 2) vanuit
      de oorsprong, met hun som a + b naar (4, 3)},
    scale=1.1]
  \draw[help lines] (-0.5,-0.5) grid (4.5,3.5);
  \draw[-Stealth, very thick, blue] (0,0) -- (3,1)
    node[right] {$\vec{a}$};
  \draw[-Stealth, very thick, red] (0,0) -- (1,2)
    node[above] {$\vec{b}$};
  \draw[-Stealth, thick, dashed] (0,0) -- (4,3)
    node[above right] {$\vec{a} + \vec{b}$};
\end{tikzpicture}
```

wiskunde: wat je krijgt

$$\vec{a} = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad \vec{b} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$$

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = 3 \cdot 1 + 1 \cdot 2 = 5, \qquad |\vec{a}| = \sqrt{3^2 + 1^2} = \sqrt{10}$$



Ruimtemeetkunde: kubus ABCD.EFGH

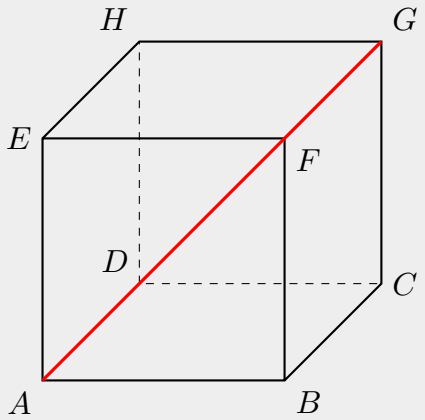
Zichtbare ribben doorgetrokken, onzichtbare ribben gestreept, zoals op het bord.

LaTeX: wat je typt

```
\begin{tikzpicture}[
    alt={Kubus ABCD.EFGH met de lichaamsdiagonaal AG in het
      rood},
    scale=3.2]
  \coordinate (A) at (0,0);     \coordinate (B) at (1,0);
  \coordinate (C) at (1.4,0.4); \coordinate (D) at (0.4,0.4);
  \coordinate (E) at (0,1);     \coordinate (F) at (1,1);
  \coordinate (G) at (1.4,1.4); \coordinate (H) at (0.4,1.4);
  \draw[thick] (A) -- (B) -- (C) -- (G) -- (H) -- (E)
    -- cycle (B) -- (F) -- (G) (E) -- (F);
  \draw[dashed] (A) -- (D) -- (C) (D) -- (H);
  \draw[very thick, red] (A) -- (G);
  \foreach \p/\pos in {A/below left, B/below right,
      C/right, D/above left, E/left, F/below right,
      G/above right, H/above left}
    \node[\pos] at (\p) {$\p$};
\end{tikzpicture}

lichaamsdiagonaal $AG = \sqrt{3}$ als de ribbe 1 is
```

wiskunde: wat je krijgt



lichaamsdiagonaal $AG = \sqrt{3}$ als de ribbe 1 is

Eenheden en grote getallen

\qty zet getal en eenheid goed uit elkaar, \num groepeert de cijfers.

LaTeX: wat je typt

```
$g = \qty{9,81}{m/s^2}$

\medskip
$v = \qty{120}{km/h} \approx \qty{33,3}{m/s}$

\medskip
$\num{1234567,89}$ \quad en \quad
$\num{6,02e23}$

\medskip
$\qty{30}{\degree}$, \quad $\qty{2,5}{cm^3}$,
\quad $\qty{1,5}{\liter}$
```

wiskunde: wat je krijgt

$$g = 9{,}81\,\mathrm{m/s^2}$$

$$v = 120\,\mathrm{km/h} \approx 33{,}3\,\mathrm{m/s}$$

$$1\,234\,567{,}89 \quad \text{en} \quad 6{,}02 \times 10^{23}$$

$$30^\circ, \quad 2{,}5\,\mathrm{cm^3}, \quad 1{,}5\,\mathrm{L}$$

Een werkblad of toets

tasks zet korte opgaven naast elkaar, \antwoordlijnen (zie de preambule) geeft schrijfruimte.

LaTeX: wat je typt

```
\begin{enumerate}
  \item Los op. \hfill (4p)
  \begin{tasks}(2)
    \task $2x + 3 = 11$
    \task $x^2 = 49$
    \task $\frac{1}{2}x - 4 = 0$
    \task $(x - 1)(x + 5) = 0$
  \end{tasks}

  \item Bereken de lengte van de schuine
        zijde van een rechthoekige driehoek
        met rechthoekszijden 6 en 8. \hfill (2p)
  \antwoordlijnen{3}
\end{enumerate}
```

wiskunde: wat je krijgt

1. Los op. (4p)

   a) $2x + 3 = 11$ b) $x^2 = 49$

   c) $\frac{1}{2}x - 4 = 0$ d) $(x - 1)(x + 5) = 0$

2. Bereken de lengte van de schuine zijde van een rechthoekige driehoek met rechthoekszijden 6 en 8. (2p)

Zelf aan de slag

De NTG helpt je op weg.

- **Direct proberen, zonder installatie:** www.overleaf.com (gratis, in de browser). Kopieer de preambule en een voorbeeld.
- **Zelf installeren:** TeX Live (Windows, Linux) of MacTeX (macOS), via www.tug.org.
- **Vragen:** tex.stackexchange.com, of de mailinglijst van de NTG.
- **Lid worden van de NTG:** een jaarlijkse bijeenkomst, het tijdschrift MAPS en een netwerk van TeX-gebruikers. Zie www.ntg.nl.
- **Deze galerij en de bronbestanden:** www.ntg.nl/wiskunde.
- **Liever ConTeXt?** Vraag ernaar bij de NTG-stand.