

Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.

Opgave 1

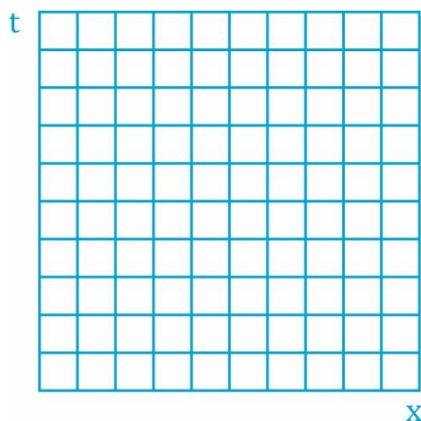
Robin en Rebecca bewegen met een snelheid van $+1/5$ ten opzichte van Bob.

Robin en Rebecca nemen een raket waar die met een snelheid van $+1/3$ beweegt ten opzichte van hun assenstelsel.

In onderstaande afbeelding staat het assenstel van Bob weergegeven in blauw.

Werk bij onderstaande constructies nauwkeurig (bij voorkeur met een fijnschrijver) dan krijg je gemakkelijk afleesbare breuken uit.

- Construeer** in onderstaande afbeelding het assenstelsel van Robin en Rebecca in rood.
- Teken** met potlood de wereldlijn van de raket en **bepaal** daarmee de snelheid van de raket zoals Bob die waarneemt in zijn assenstelsel.



Opgave 2

De lengte ℓ van een spoorrail wordt groter als de temperatuur stijgt. In een modelexperiment is de lengte ℓ van een metalen staaf zeer nauwkeurig gemeten bij verschillende waarden van de temperatuur T . Tijdens de uitvoering van het experiment wordt de staaf in een aantal stappen verwarmd van $20\text{ }^\circ\text{C}$ tot $220\text{ }^\circ\text{C}$.

De meetresultaten zijn weergegeven in nevenstaande tabel.

Voor de lengtetoeename $\Delta\ell$ geldt: $\Delta\ell = \ell - \ell_{20}$.

Hierin is ℓ_{20} de lengte bij een temperatuur van $20\text{ }^\circ\text{C}$.

Voor de temperatuurtoename ΔT vanaf $20\text{ }^\circ\text{C}$ geldt:

$$\Delta T = T - 20.$$

- Teken** in een diagram de grafiek waarin je de lengte uitzet als functie van de temperatuur.
- Stel met behulp van de meetresultaten een formule op voor het verband tussen $\Delta\ell$ en T voor deze metalen staaf.
- Bepaal** de lengte van deze metalen staaf bij een temperatuur van $600\text{ }^\circ\text{C}$.

$T\text{ (}^\circ\text{C)}$	$\ell\text{ (m)}$
20	2,00000
60	2,00184
100	2,00370
140	2,00550
180	2,00744
220	2,00920

Opgave 3

Annemarie onderzoekt het verband tussen de spankracht in een gitaarsnaar en de lengte van de gitaarsnaar. Annemarie stelt daartoe de spankracht op enkele verschillende waarden in. Bij elke waarde zoekt zij die lengte van de gitaarsnaar die een toon van 440 Hz produceert. De resultaten van haar metingen staan in onderstaande tabel.

$F_s\text{ (N)}$ $\pm 0,2\text{ N}$	5,0	10,0	15,0	20,0	30,0	50,0
$\ell\text{ (m)}$ $\pm 0,02\text{ m}$	0,19	0,27	0,33	0,38	0,47	0,60



- Teken** een diagram waarin je de spankracht uitzet als functie van de lengte van de snaar.
- Geef de meetonzekerheid weer door middel van hokjes. Vervolgens ga je de kromme recht maken. De verticale as blijft ongewijzigd.
- Leg uit** wat op de horizontale as moet staan om van de kromme een rechte te maken.
- Teken** dit diagram en geef de meetonzekerheid weer door middel van hokjes.
 - Bereken** daartoe eerst de meetonzekerheid voor wat je op de horizontale as hebt uitgezet (zie c).
 - Bereken alleen** de meetonzekerheid voor het laatste punt en neem voor alle overige punten diezelfde waarde.