

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

Op een afstand van 20 miljoen lichtjaar vindt een supernova plaats. Bij deze supernova-explosie ontstaan naast licht ook protonen die gelijktijdig met het licht hun reis naar de aarde beginnen. De protonen bereiken de aarde één jaar na het licht.

**Bereken** hoe lang de reis voor de protonen heeft geduurd gezien vanuit het ruststelsel van de protonen.

Let op: rond tussentijds niet af!



### Opgave 2

Een ruimteschip vliegt vlak langs de aarde met een constante snelheid van  $\frac{7}{8}c$ . De astronaut meet een tijdinterval van 1,0 s aan boord van het ruimteschip.

a) **Bereken** hoe groot dit tijdsinterval is voor een waarnemer op aarde.

Stel dat het ruimteschip 55 m lang is en een diameter heeft van 5,0 m gezien vanuit het ruststelsel van het ruimteschip.

b) **Bereken** de afmetingen het ruimteschip gezien van het ruststelsel van de aarde.

### Opgave 3

Piet heeft het verband onderzocht tussen de slingertijd van een slinger en de lengte van deze slinger.

De meetresultaten staan weergegeven in de tabel.

a) **Teken** een grafiek (Grafiek 1) waarin je  $T$  (s) uitzet als functie van  $\ell$  (m).

Geef ook de meetonzekerheid aan. Neem 1 hokje komt overeen met 0,8 s.

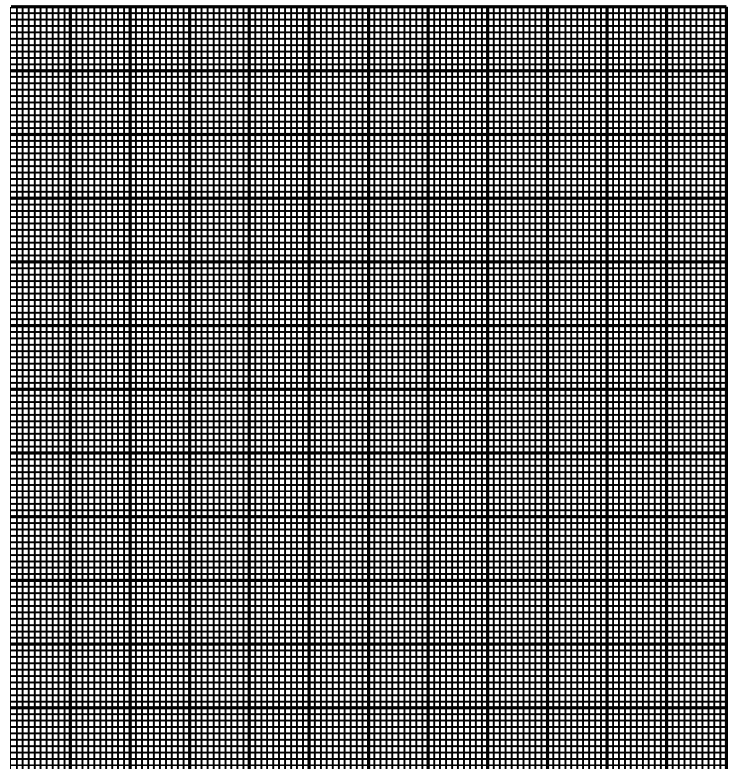
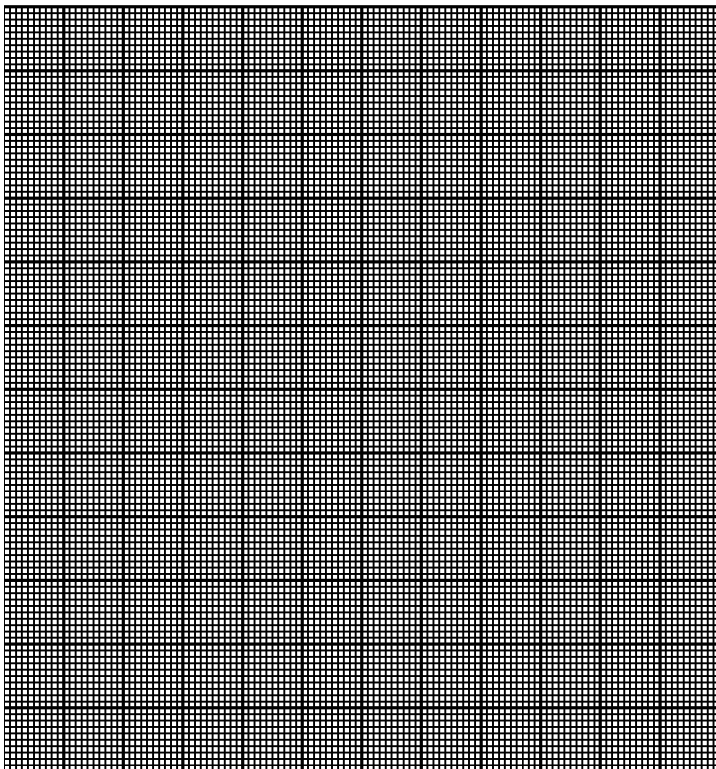
b) Maak van deze kromme grafiek een rechte lijn (Grafiek 2).

Ga daartoe na wat je langs de assen uit moet zetten en bereken de ontbrekende gegevens voor de lege kolom in de tabel.

**Bereken** ook de meetonzekerheden.

lengte $\ell$ (m) $\pm 0,1$ m	slingertijd $T$ (s) $\pm 0,2$ s
0,0	0,0
1,0	2,8
2,0	4,0
3,0	4,9
4,0	5,7
5,0	6,3

lengte $\ell$ (m) $\pm 0,1$ m	slingertijd $T$ (s) $\pm 0,2$ s	
0,0	0,0	
1,0	2,8	
2,0	4,0	
3,0	4,9	
4,0	5,7	
5,0	6,3	



Grafiek 1

Grafiek 2