

# Speciale Relativiteit in de klas - Leerlingboekje

Lesmateriaal ontwikkeld tijdens het promotieonderzoek van Floor Kamphorst, in samenwerking met Paul Alstein, Jan Dentener, Stefan van Dijk, Gerhard van Hunnik, Bart van de Laar, Sjaak Meertens, Johanna Phaf-Novozamsky, Marianne Verhaart, Bastiaan Vinke, Tienke de Vries en Nathalie van der Weide.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Bron afbeelding: pixabay.com



## Inhoudsopgave

1. Hoe kan je beweging beschrijven?.....	2
2. Hoe beweegt licht?.....	11
3. Wat kunnen we leren van tekenregel-voorspellingen?.....	20
4. Kan een van de tekenregels bevestigd worden door experimenten om het als voortbewegingsmodel voor licht te kunnen gebruiken?.....	32
5. Kunnen we een algemeen voortplantingsmodel voor licht maken?.....	36
6. Wat zijn de gevolgen van het lichtpostulaat voor plaats en tijd?.....	44
7. Wat is er aan de hand met tijdsduur?.....	53
8. Met welke formule kunnen we de tijdsduur ten opzichte van onderzoeker 1 uitdrukken in de tijdsduur ten opzichte van onderzoeker 2?.....	61
9. Wat betekent dit allemaal voor metingen in de natuurkunde?.....	65



# 1. Hoe kan je beweging beschrijven?

## Doel

In deze les gaan we op zoek naar het antwoord op de lesvraag 'Hoe kan je beweging beschrijven?'. Aan het eind van deze les kan je redeneren met beweging. Ook kan je die redeneervaardigheid toepassen in diagrammen om zo de positie en het tijdstip van een gebeurtenis te bepalen.

## Opdracht 1.1: Redeneeropdracht

Gebruik bij deze opdracht de diagrammen 1.a en 1.b.

Een bal wordt afgeschoten (gebeurtenis 1) vanaf een rijdende truck. Op de grond kijkt iemand toe. De bal wordt in horizontale richting afgeschoten, maar zal natuurlijk ook naar beneden versnellen en op een gegeven moment op de grond terecht komen (gebeurtenis 2).

De verticale versnelling benaderen we met een eenparige beweging: de bal valt met een snelheid van 1 hokje per tijdstapje naar beneden.

1. Construeer gebeurtenis 2 in de diagrammen door te tekenen. Diagram 1.a is weergegeven vanuit de persoon op de grond, diagram 1.b vanuit de truck.
2. Geef het tijdstip waarop de bal wordt afgeschoten.
3. Geef de positie van gebeurtenis 1.
  - a. Ten opzichte van de persoon op de grond.
  - b. Ten opzichte van de persoon in de truck.
4. Geef de positie van gebeurtenis 2.
  - a. Ten opzichte van de persoon op de grond.
  - b. Ten opzichte van de persoon in de truck.
5. Geef de horizontale snelheid van de bal.
  - a. Ten opzichte van de persoon op de grond.
  - b. Ten opzichte van de persoon in de truck.

## Opdracht 1.2: Redeneeropdracht

Beantwoord de volgende reflectievragen:

1. Wat kan je concluderen over de positie van gebeurtenis 2, volgens de verschillende waarnemers in de diagram?
2. Wat kan je concluderen over de horizontale snelheid van de bal, volgens de verschillende waarnemers in de diagram?
3. Wat kan je concluderen over het tijdstip van gebeurtenis 2, volgens de verschillende waarnemers in de diagram?



### **Opdracht 1.3: Reflectieopdracht**

1. Wat is voor beide camera's hetzelfde?
2. Wat is voor beide camera's verschillend?

### **Opdracht 1.4: Verwerkingsopdracht**

1. Teken een diagram van de gebeurtenissen 1 en 2 vanuit het referentiekader van de bal.

### **Opdracht 1.5: Verwerkingsopdracht**

Gebruik bij deze opdracht Diagram 1.c en 1.d

Voer opdracht 1.1 uit in deze nieuwe diagrammen.

### **Opdracht 1.6: Verwerkingsopdracht**

Gebruik bij deze opdracht diagram 1.e en 1.f.

Een lachende passagier op de trein is neergeschoten door een duister kijkende moordenaar. Op het moment dat de passagier geraakt wordt begint deze te huilen. Buiten op het perron staat een verbouwde toeschouwer. De kogel verlaat het geweer met een snelheid van 2 hokjes per tijdstapje.

1. Op welk tijdstip is de kogel afgevuurd?
2. Op welke positie is de kogel afgevuurd?
  - a. volgens de toeschouwer?
  - b. volgens de moordenaar?
  - c. volgens het slachtoffer?
3. Op welke positie wordt het slachtoffer geraakt?
  - a. volgens de toeschouwer?
  - b. volgens de moordenaar?
  - c. volgens het slachtoffer?
4. Wat is de snelheid van de kogel?
  - a. volgens de toeschouwer?
  - b. volgens de moordenaar?
  - c. volgens het slachtoffer?

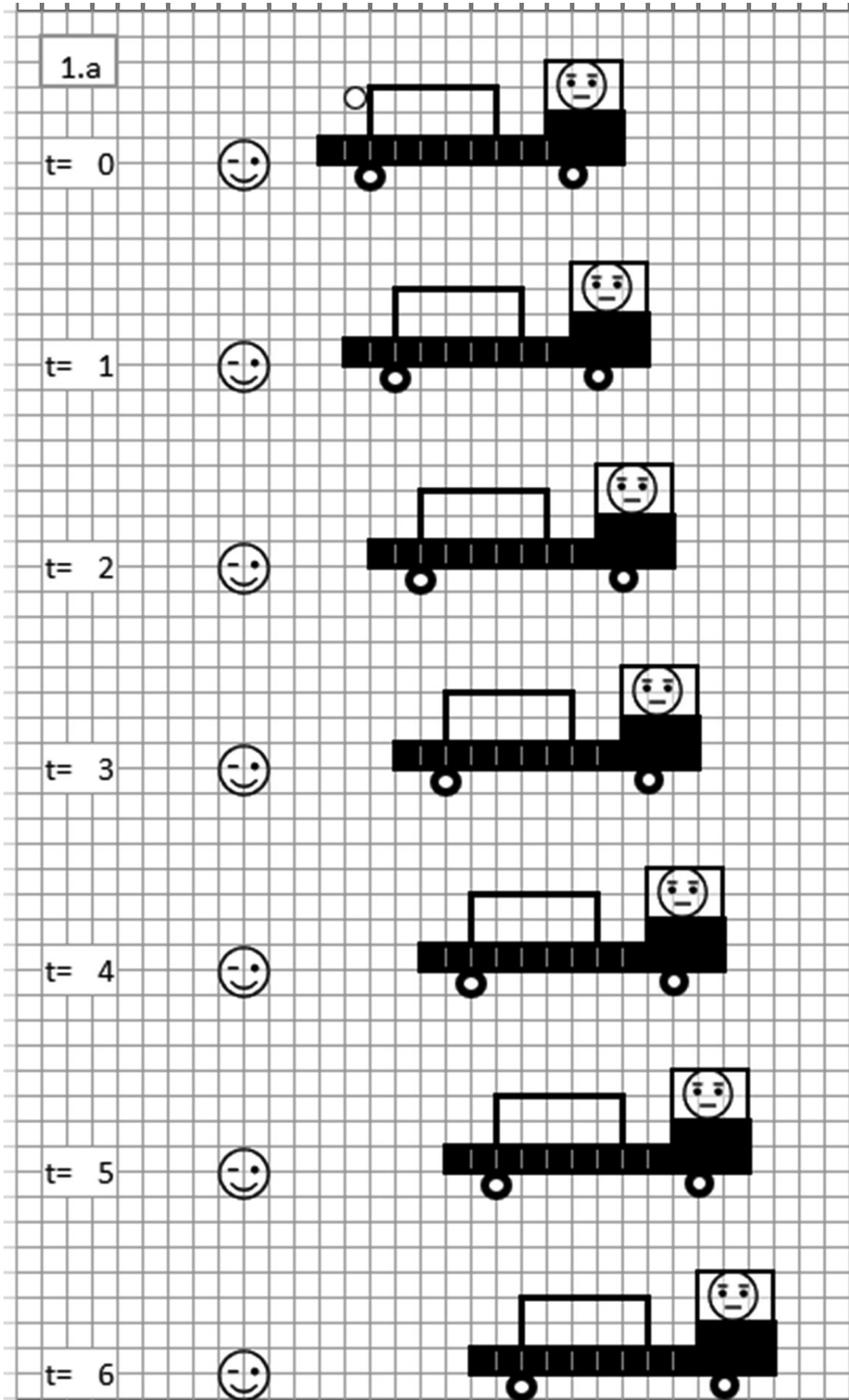
### **Opdracht 1.7: Verwerkingsopdracht**

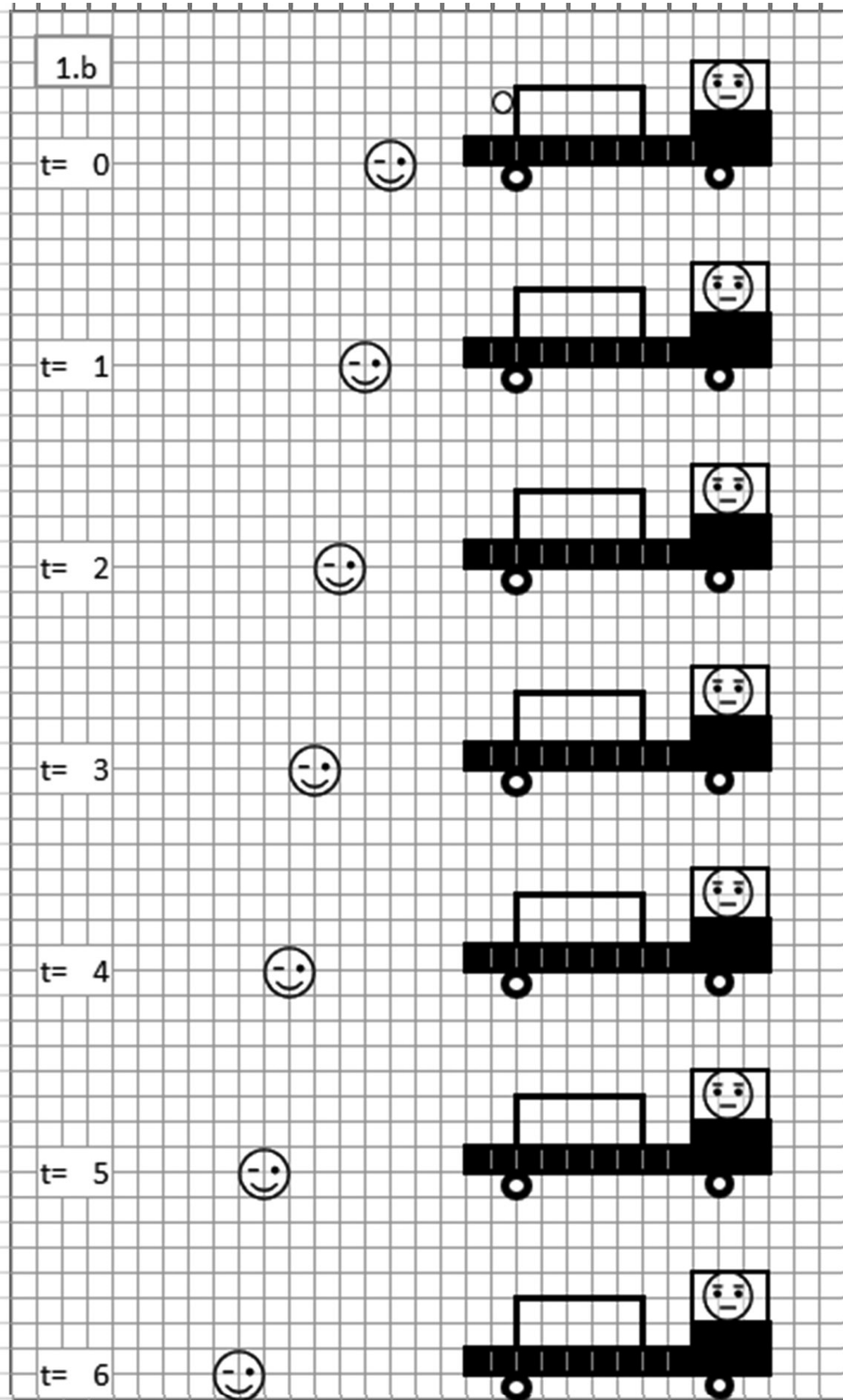
1. Wat kan je concluderen over de positie van de misdaad voor de verschillende waarnemers in het diagram?
2. Wat kan je concluderen over de snelheid van de kogel voor de verschillende waarnemers in het diagram?
3. Wat kan je concluderen over het tijdstip van de misdaad voor de verschillende waarnemers in het diagram?

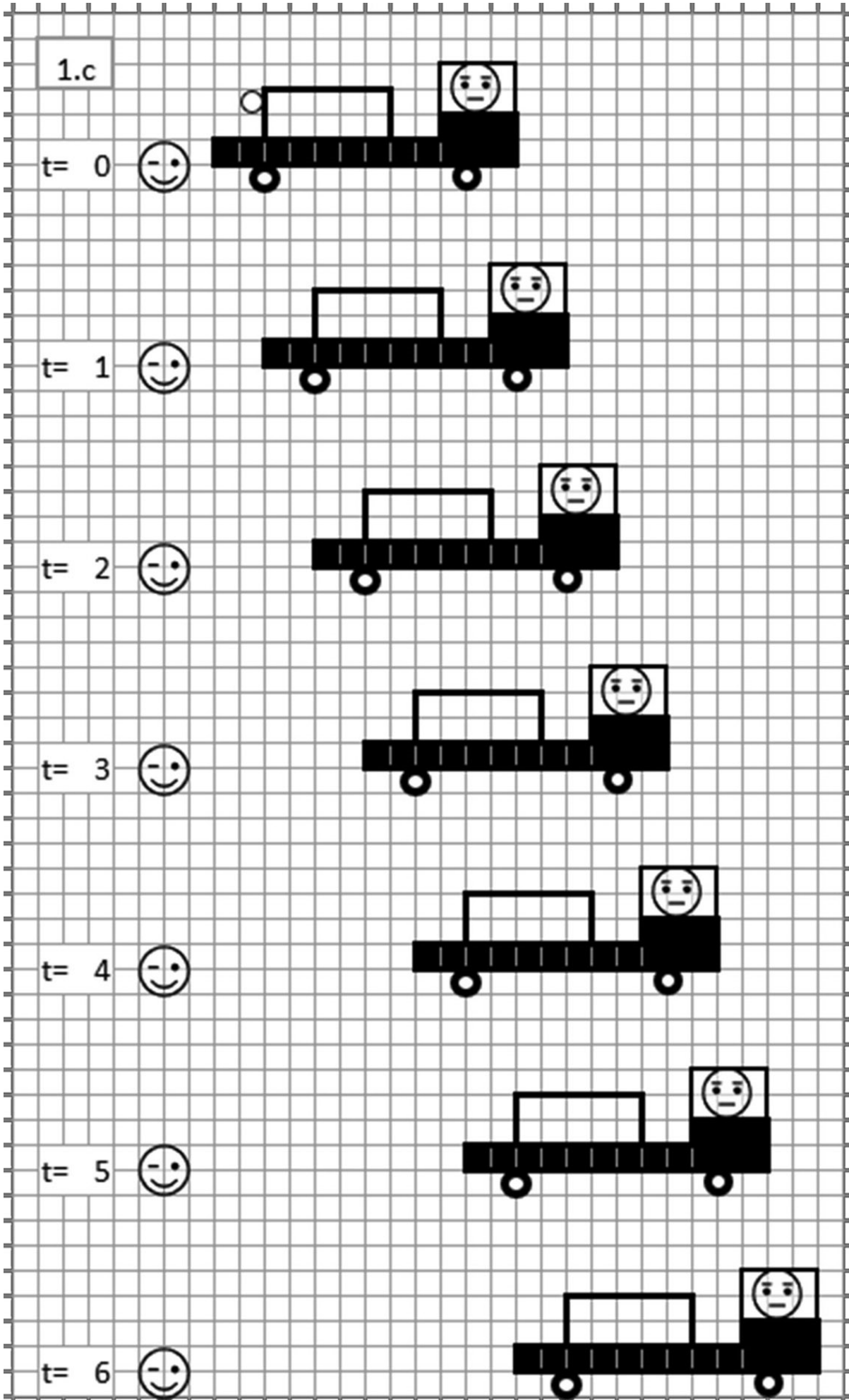


**Opdracht 1.8: Beantwoorden lesvraag**

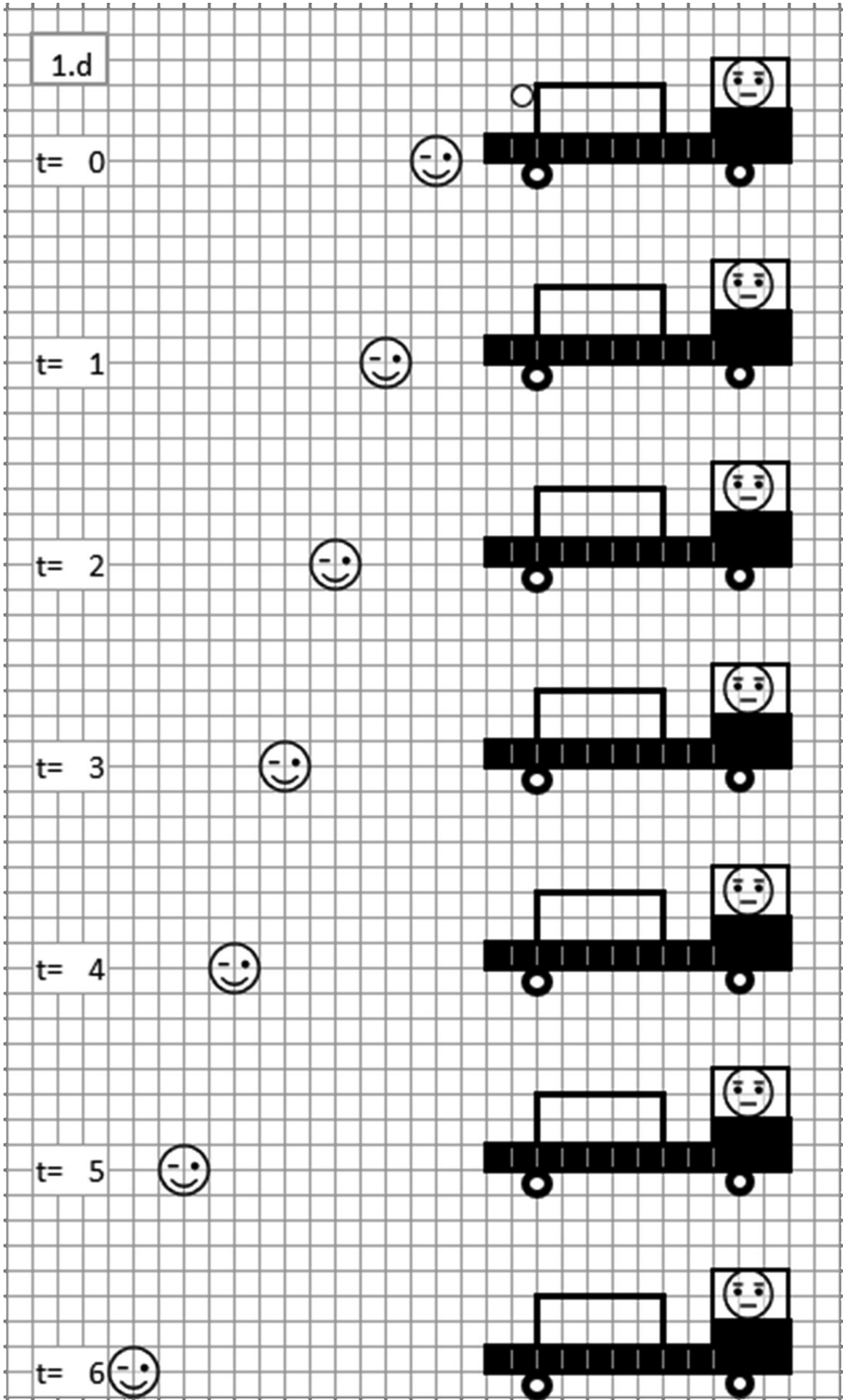
1. Geef een antwoord op de lesvraag: Hoe kan je beweging beschrijven?

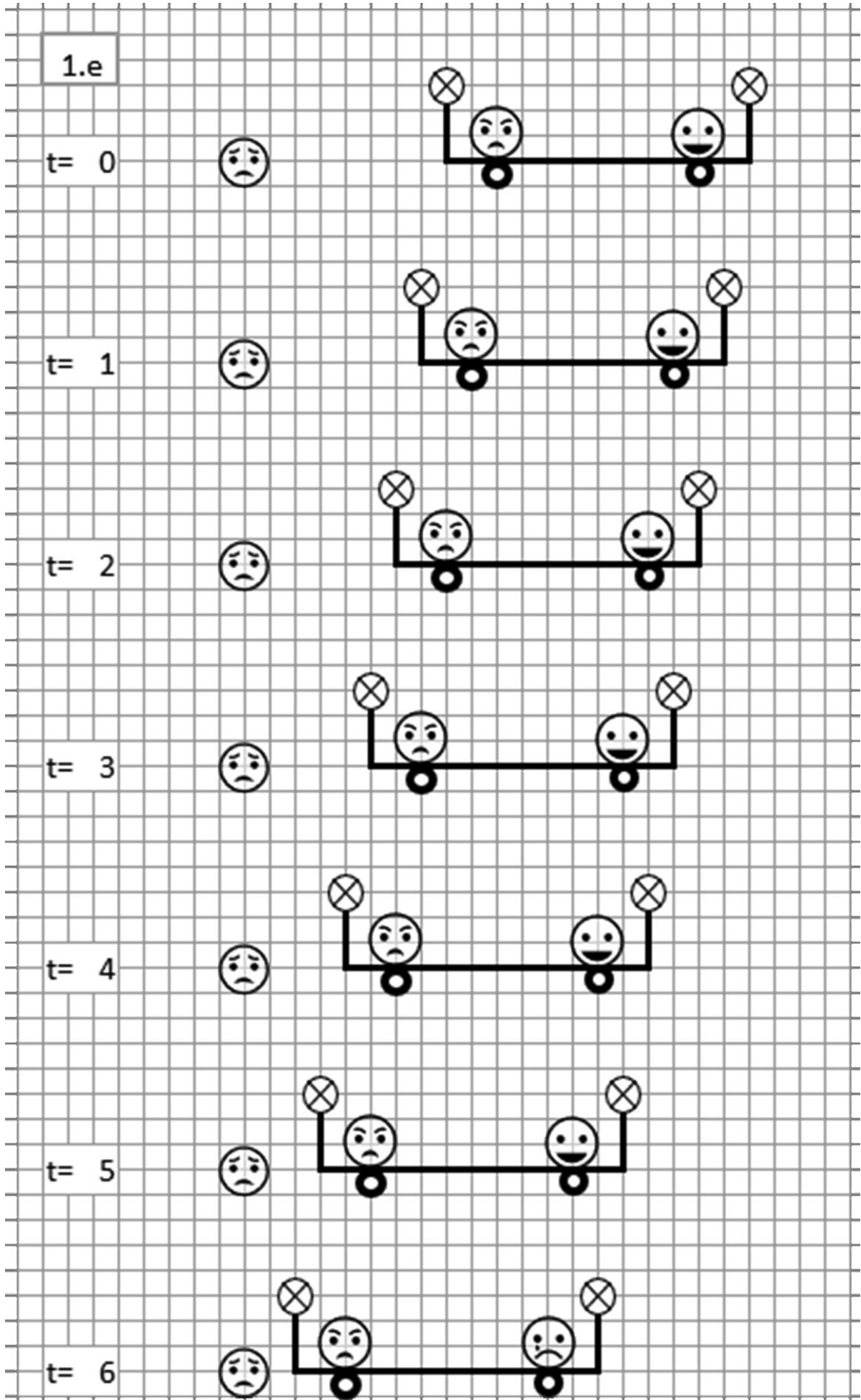






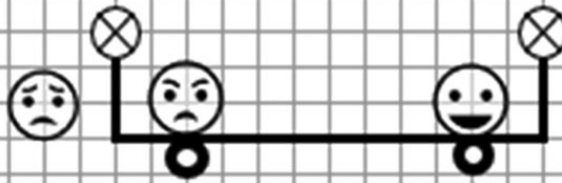




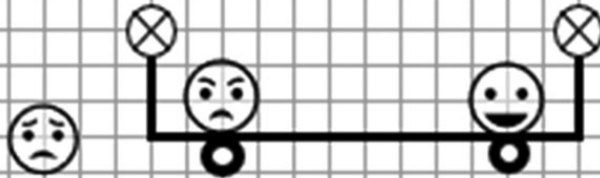


1.f

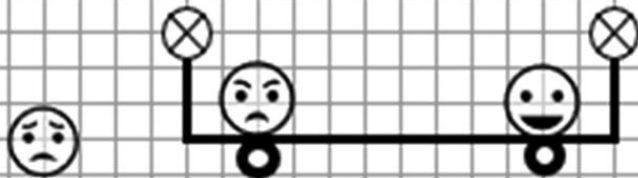
t= 0



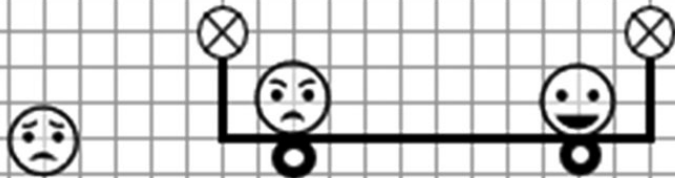
t= 1



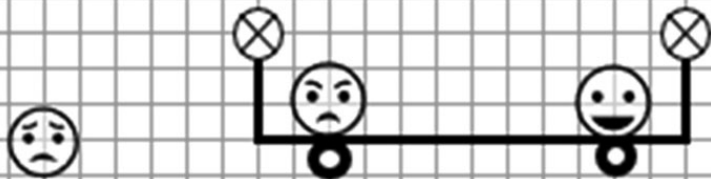
t= 2



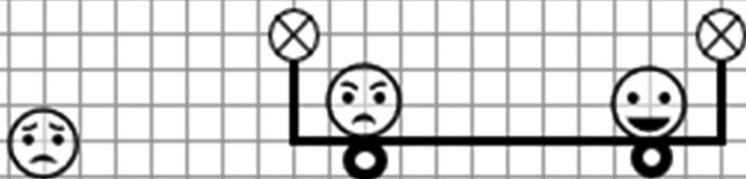
t= 3



t= 4



t= 5



t= 6

