

Werkcollege 7: Kinematica van een puntmassa

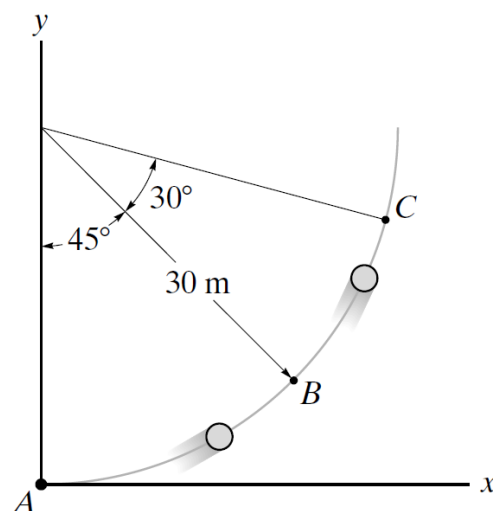
Vorbereiding: doornemen theorie cursus hoofdstuk 7, met aandacht voor volgende onderwerpen

- Definities van snelheid en versnelling
- Formules horend bij de eenparige rechtlijnige veranderlijke beweging
- Bewegingsvergelijkingen van een projectiel
- Werken met normale en tangentiële componenten
- Relatieve en gekoppelde beweging

7.1 Verband tussen plaats, snelheid en versnelling

VRAAG 7-1. De positie van een puntmassa P wordt gegeven door $\vec{r}(t) = (3t^3 - 2t)\vec{e}_x - (4t^{1/2} + t)\vec{e}_y + (3t^2 - 2)\vec{e}_z$. Bepaal de grootte van de snelheid en de versnelling van P op $t = 2$ s (**Antwoord: $v = 36,1$ m/s en $a = 36,5$ m/s²**)

VRAAG 7-2. Een puntmassa maakt een cirkelvormige beweging van A naar B in 1 s. Als het 3 s duurt om van A naar C te gaan, bepaal dan de gemiddelde snelheid van B naar C (in vectorvorm). (**Antwoord: $\vec{v}_{gem} = 3,88\vec{e}_x + 6,72\vec{e}_y$**)



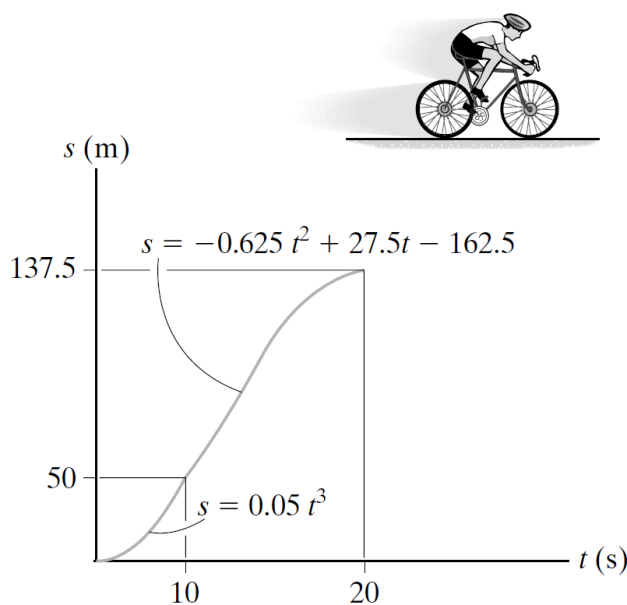
Vraag 7-2

VRAAG 7-3. Een puntmassa P verplaatst zich op een rechte baan met een snelheid $v = (12 - 3t^2)$ m/s, met t in seconden. Op $t = 1$ s bevindt de puntmassa zich op 10 m links van de oorsprong. Bepaal de versnelling op $t = 4$ s, de afstand tussen $t = 0$ en $t = 10$ s, en de weg die P aflegt in dit tijdsinterval. (**Antwoord: $a = -24$ m/s², afstand = -880 m en afgelegde weg = 912 m**)

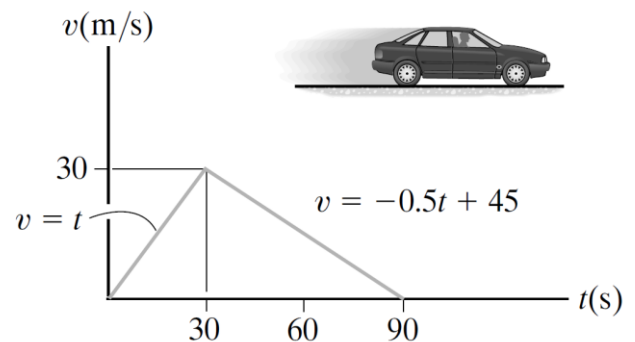
VRAAG 7-4. Een trein vertrekt vanuit station A en gedurende de eerste kilometer ondervindt deze een gelijkmatige versnelling. De volgende twee kilometer rijdt de trein verder met een gelijkmatige snelheid. Tenslotte vertraagt de trein gelijkmatig over nog een kilometer en komt dan tot stilstand op station B. De rit duurt alles bij elkaar 6 minuten. Teken de v-t grafiek en bepaal de maximale snelheid van de trein. **(Antwoord: $v_{\max} = 16,7 \text{ m/s}$)**

VRAAG 7-5. De positie van een wielrenner wordt gegeven op onderstaande grafiek. Teken de grafieken van v-t en a-t.

VRAAG 7-6. Een wagen vertrekt vanuit rust en rijdt op een weg met een snelheid zoals gegeven in de grafiek. Bepaal de totale afgelegde weg tot wanneer de wagen stopt. Teken de s-t en de a-t grafieken. **(Antwoord: $s = 1350 \text{ m}$)**



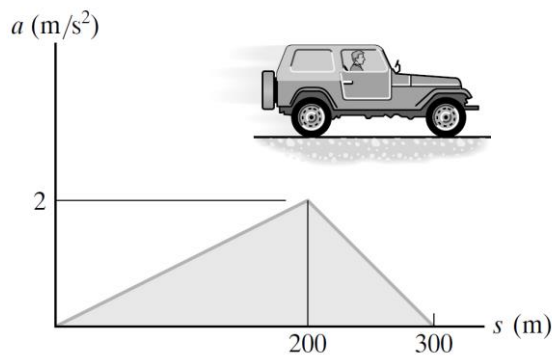
Vraag 7-5



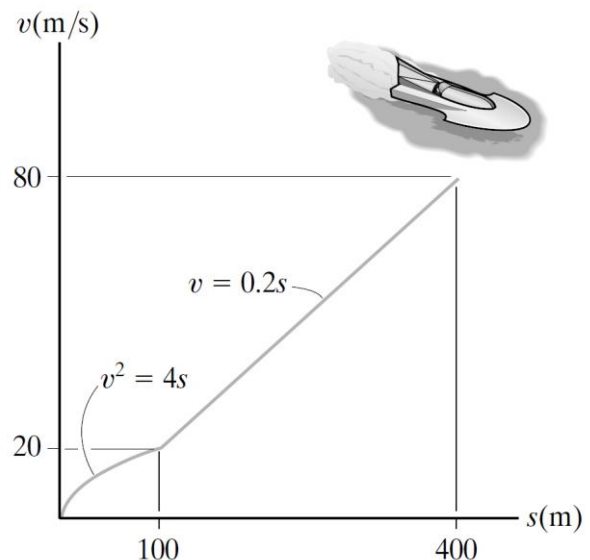
Vraag 7-6

VRAAG 7-7. Het verband tussen versnelling en positie van een terreinwagen wordt hieronder gegeven. Teken de grafiek van snelheid versus positie. De snelheid $v = 0$ wanneer $s = 0$.

VRAAG 7-8. Een boot verplaatst zich volgens onderstaande grafiek. Teken de s-t en a-s grafieken, en bereken de tijd die de boot nodig heeft om een afstand $s = 400 \text{ m}$ af te leggen indien $s = 0$ op $t = 0$. **(Antwoord: $t = 16,9 \text{ s}$)**



Vraag 7-7



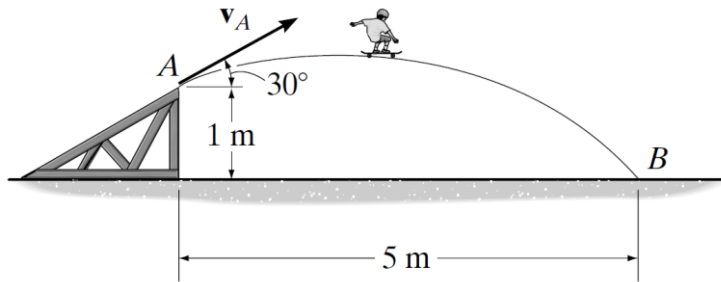
Vraag 7-8

7.2 Eenparig veranderlijke rechtlijnige beweging

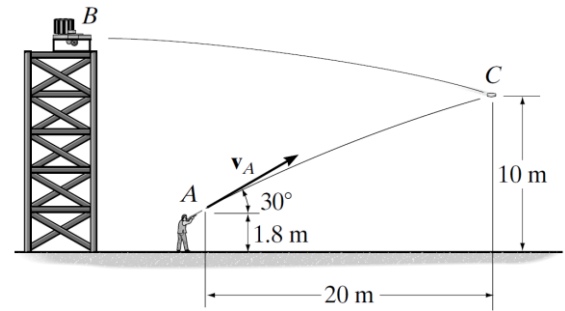
- VRAAG 7-9.** Een wagen vertrekt vanuit rust met een constante versnelling, en bereikt een snelheid van 15 m/s na 200 m. Bereken de versnelling van de wagen en de tijd nodig om deze snelheid te halen. **(Antwoord: $a_c = 0,5625 \text{ m/s}^2$ en $t = 26,7 \text{ s}$)**
- VRAAG 7-10.** Een auto heeft een beginsnelheid van 25 m/s en een constante vertraging van 3 m/s^2 . Bepaal de snelheid van de auto op $t = 4 \text{ s}$. Hoe groot is de verplaatsing van de auto tijdens dit tijdsinterval van 4 s? Hoeveel tijd is er nodig om de auto te laten stoppen. **(Antwoord: $v = 13 \text{ m/s}$, $\Delta s = 76 \text{ m}$ en $t = 8,33 \text{ s}$)**
- VRAAG 7-11.** Een bal wordt vanop het dak van een 10 m hoog gebouw verticaal omhoog geworpen met een snelheid van 5 m/s. Eén seconde later wordt een andere bal van op de grond omhoog gegooid met een snelheid van 10 m/s. Bepaal de hoogte (boven de grond) waarop de twee ballen elkaar kruisen. **(Antwoord: $h = 4,54 \text{ m}$)**

7.3 Beweging op een kromme baan - cartesisch

- VRAAG 7-12.** Een skateboarder verlaat de ramp op punt A met een snelheid v_A . Als hij 5 m verder terug de grond raakt, bepaal deze snelheid v_A en de totale vluchttijd **(Antwoord: $v_A = 6,49 \text{ m/s}$ en $t = 0,89 \text{ s}$)**
- VRAAG 7-13.** Een projectiel wordt afgevuurd vanop een platform B. De schutter vuurt zijn wapen onder een hoek van 30° . Bepaal de beginsnelheid van de kogel zodat deze het projectiel kan raken bij C. **(Antwoord: $v_A = 28,0 \text{ m/s}$)**



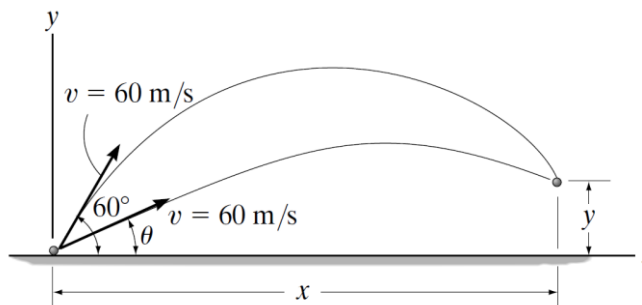
Vraag 7-12



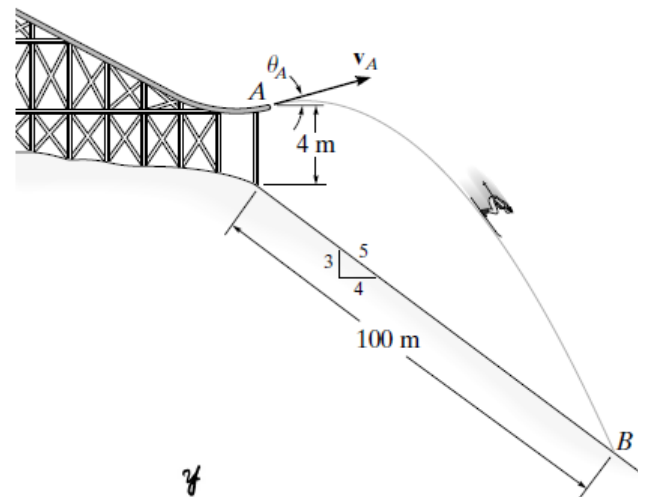
Vraag 7-13

VRAAG 7-14. Een projectiel wordt afgevuurd met een snelheid $v = 60 \text{ m/s}$ onder een hoek van 60° . Een tweede projectiel wordt $0,5 \text{ s}$ later afgevuurd. Bepaal de hoek van dit tweede projectiel zodat beide projectielen elkaar raken. Waar zal dit gebeuren? **(Antwoord: $\theta = 57,6^\circ$ en $x = 222 \text{ m}$ en $y = 116 \text{ m}$)**

VRAAG 7-15. Een skischansspringer verlaat de schans onder een hoek van 25° , en komt terug op de grond bij B. Bepaal de beginsnelheid en de vluchttijd. **(Antwoord: $v = 19,4 \text{ m/s}$ en $t = 4,54 \text{ s}$)**



Vraag 7-14

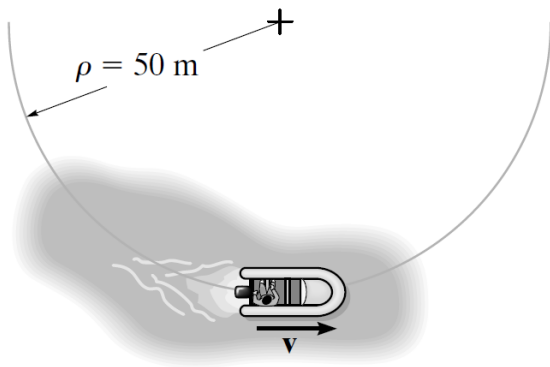


Vraag 7-15

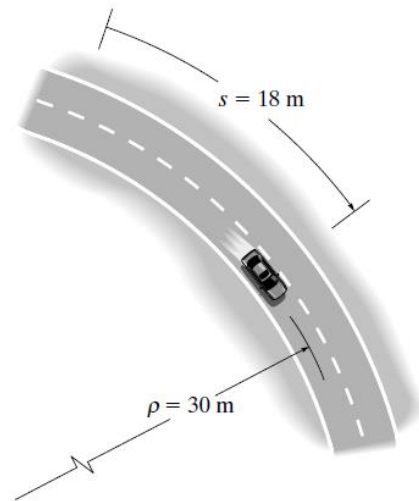
7.4 Beweging op een kromme baan – tangentieel en normaal

VRAAG 7-16. Een motorboot start vanuit rust en volgt een cirkelvormige baan ($r = 50 \text{ m}$) met een snelheid $v = 0,8t \text{ m/s}$. Bepaal de grootte van de snelheid en de versnelling wanneer hij 20 m afgelegd heeft **(Antwoord: $v = 5,66 \text{ m/s}$ en $a = 1,02 \text{ m/s}^2$)**.

VRAAG 7-17. Een auto rijdt over een cirkelvormige baan waarbij de snelheid opgevoerd wordt volgens $a_t = (0,5 e^t) \text{ m/s}^2$, met t de tijd in s . Bepaal de grootte van de snelheid en de versnelling van de auto wanneer deze $s = 18 \text{ m}$ vanuit stilstand heeft afgelegd. Verwaarloos de afmetingen van de auto. **(Antwoord: $v = 19,9 \text{ m/s}$ en $a = 24,2 \text{ m/s}^2$)**



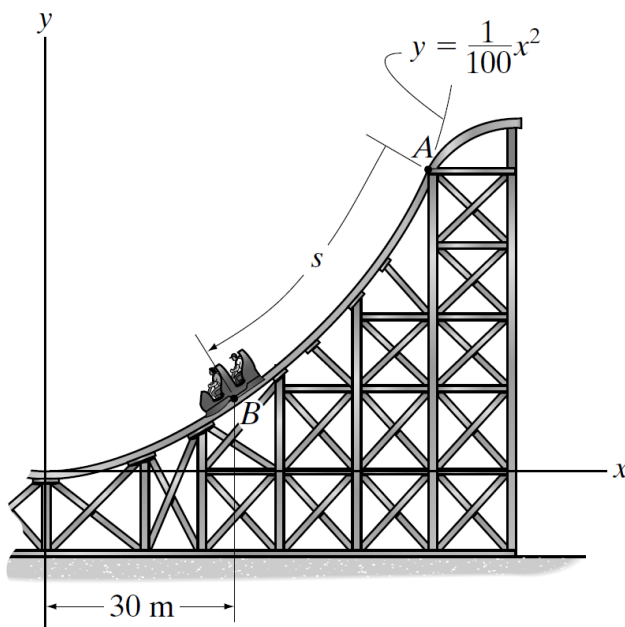
Vraag 7-16



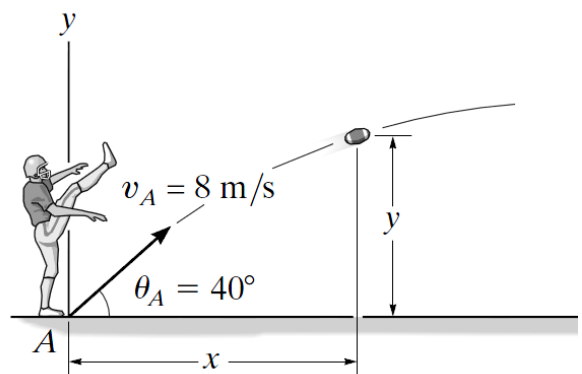
Vraag 7-17

VRAAG 7-18. Een rollercoaster heeft een snelheid van 25 m/s bij punt B en deze snelheid neemt toe met 3 m/s^2 . Bepaal de grootte van de versnelling van de rollercoaster en de hoek die deze maakt met de x-as. (**Antwoord: $a = 8,43 \text{ m/s}^2$ en $\theta = 38,2^\circ$**)

VRAAG 7-19. Een bal beweegt met gegeven beginsnelheid en hoek. Bepaal de bewegingsvergelijking $y=f(x)$ van de bal, en bereken de normale en tangentiële component van de versnelling op het ogenblik $t = 0,25 \text{ s}$. (**Antwoord: $y = 0,839x - 0,131x^2$, $a_t = 3,94 \text{ m/s}^2$ en $a_n = 8,98 \text{ m/s}^2$**)



Vraag 7-18

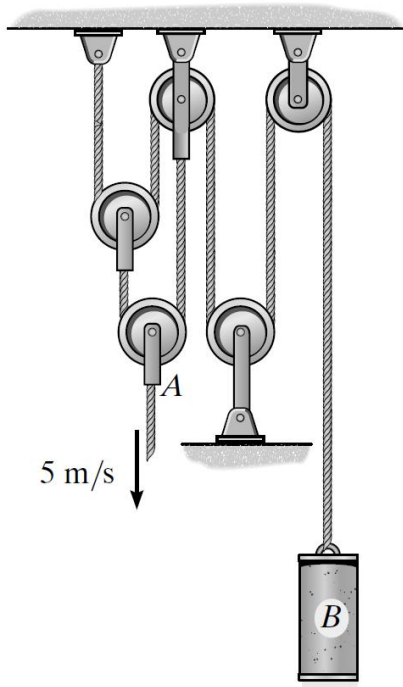


Vraag 7-19

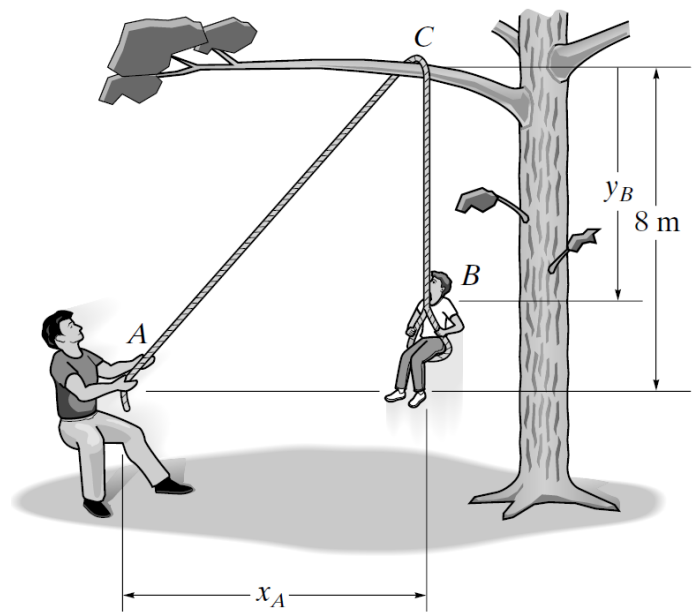
7.5 Gekoppelde en relatieve beweging

VRAAG 7-20. Punt A beweegt naar beneden met een snelheid van 5 m/s. Bepaal de snelheid van B. **(Antwoord: $v_B = 20$ m/s (opwaarts))**

VRAAG 7-21. De man trekt de jongen via de tak op door zelf achteruit te lopen. Hij start vanuit stilstand als $x_A = 0$ en loopt achteruit met een constante versnelling $a_A = 0,2$ m/s². Bepaal dan de snelheid van de jongen als $y_B = 4$ m. Verwaarloos de afmeting van de tak. Wanneer $x_A = 0$, is $y_B = 8$ m, zodat A en B samenvallen; het touw is dus 16 m lang. **(Antwoord: $v_B = 1,41$ m/s)**



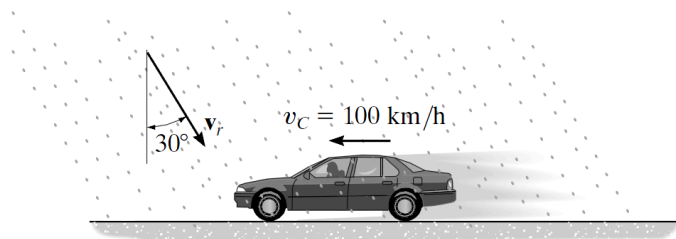
Vraag 7-20



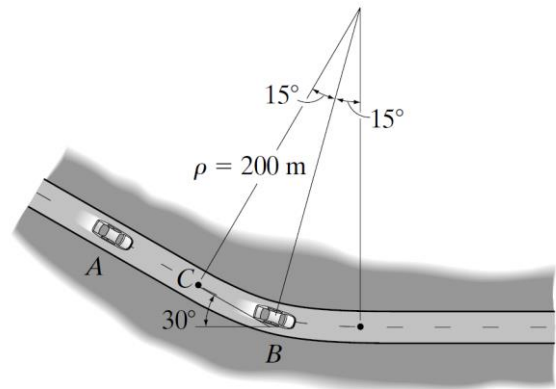
Vraag 7-21

VRAAG 7-22. Een wagen rijdt met een constante snelheid van 100 km/h. De regen valt met 6 m/s zoals op de figuur. Bepaal de grootte van de snelheid van de regen zoals gezien door de chauffeur. **(Antwoord: $v_{R/C} = 31,2$ m/s)**

VRAAG 7-23. Op het getoonde ogenblik rijdt wagen A op een recht stuk baan met een snelheid van 25 m/s. Op hetzelfde ogenblik rijdt B op een cirkelvormige deel van de baan met een snelheid van 15 m/s. Bepaal de snelheid van wagen B t.o.v. wagen A en teken de relatieve snelheidsvector. **(Antwoord: $v_{B/A} = 11,2$ m/s)**

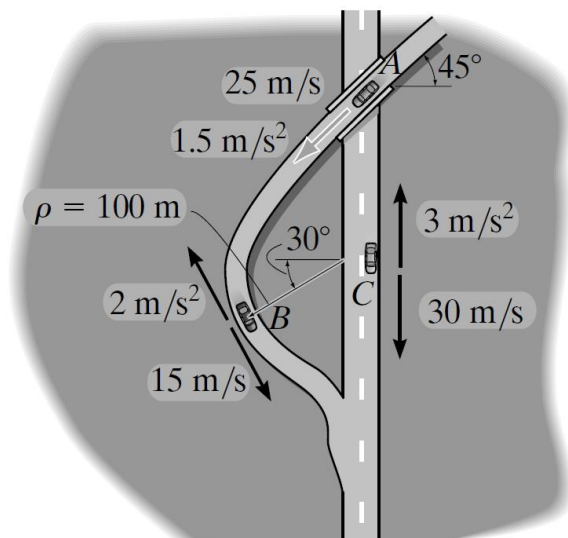


Vraag 7-22



Vraag 7-23

VRAAG 7-24. Wagen B rijdt langs een gebogen baan met een snelheid van 15 m/s terwijl zijn snelheid afneemt met 2 m/s². Op dit zelfde ogenblik rijdt wagen C op een recht stuk baan met een snelheid van 30 m/s terwijl zijn snelheid afneemt met 3 m/s². Bepaal de grootte snelheid en versnelling van wagen B ten opzichte van wagen C. Teken beide vectoren op de figuur. **(Antwoord: $v_{B/C} = 18,6$ m/s en $a_{B/C} = 0,959$ m/s²)**



Vraag 7-24.