

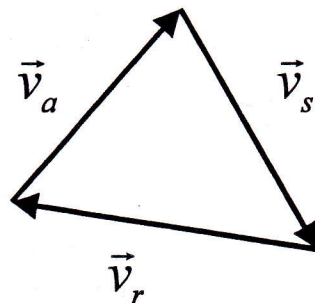
SAMENGESTELDE BEWEGING

Een samengestelde beweging is een beweging die in twee (of meer) delen kan opgesplitst worden: een punt/voorwerp P beweegt ten opzichte van een punt/voorwerp Q dat zelf beweegt ten opzichte van een vast assenstelsel Oxyz. De enkelvoudige bewegingen zijn meestal translaties of rotaties.

Oplossing:

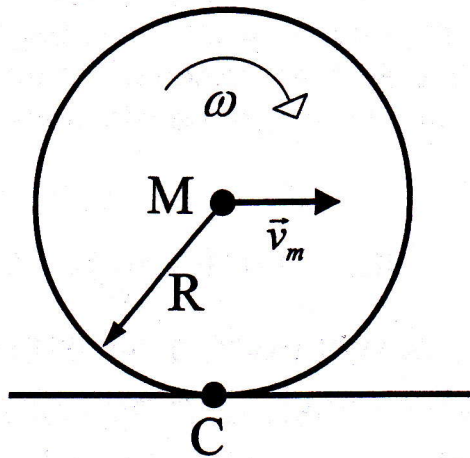
- **Stap 1:** bepaal het punt ~~P~~_P waarvan je de snelheid zoekt.
- **Stap 2:** bepaal het bewegende assenstelsel $x'y'z'$.
 - Aan welk voorwerp vast, ligging oorsprong, zin assen?
 - Beweging: transleren, roteren (combinatie beter niet)
- **Stap 3:** Stel de snelheidsdriehoek op en los op (driehoeksmmeetkunde of projectie x, y, z-as):

$$\vec{v}_a = \vec{v}_s + \vec{v}_r$$



- **Sleepsnelheid** \vec{v}_s : de snelheid die P zou hebben, indien P, in de positie waarin het zich bevindt, onwrikbaar verbonden was aan het bewegende assenstelsel.
- **Relatieve snelheid** \vec{v}_r : de snelheid van P, zoals waargenomen door een waarnemer die meebeweegt met $x'y'z'$. Kijk naar de verbinding(en) tussen P en het bewegende assenstelsel!
- **Absolute snelheid** \vec{v}_a : de snelheid van P, zoals waargenomen door een stilstaande waarnemer in het vaste assenstelsel xyz. Kijk naar de verbinding(en) tussen P en de stilstaande omgeving (analoog aan \vec{v}_r)!

De rolbeweging:



Definitie: Rollen is die beweging waarbij het fysisch punt van het wiel (cilinder) dat in ogenblikkelijk contact is met de grond (punt C) op dat ogenblik stilstaat.

$$v_m = R\omega$$

Kinematica van een lichaam: samengestelde beweging

Definities

Een samengestelde beweging is een beweging die in twee (of meer) delen kan opgesplitst worden: een punt/voorwerp P beweegt *ten opzichte van* een punt/voorwerp Q dat zelf beweegt ten opzichte van een vast assenstelsel $Oxyz$. De enkelvoudige bewegingen zijn meestal translaties of rotaties.

- Een punt P roteert rond een punt O indien de afstand $OP = r$ constant blijft. Aangezien de raaklijn aan een cirkel loodrecht staat op de straal van de cirkel is $\vec{v} \perp OP$. Het verband tussen de ogenblikkelijke snelheid v en de hoeksnelheid ω is gegeven door $v = r\omega$.
- Een punt P transleert volgens een as, als de afstand tot de as constant blijft. De snelheid is evenwijdig met de as.

Voor het beschrijven van de samengestelde beweging kiezen we een bewegend assenstelsel $O'x'y'z'$ waarin het punt/voorwerp Q stil staat. We definiëren dan:

- \vec{v}_a : de absolute snelheid van het punt P *ten opzichte van* het vast assenstelsel $Oxyz$.
- \vec{v}_r : de relatieve snelheid van het punt P *ten opzichte van* het bewegend assenstelsel $O'x'y'z'$.
- \vec{v}_s : de sleepsnelheid van het punt P , i.e. de snelheid die P zou hebben, indien P onwrikbaar verbonden was aan het bewegend assenstelsel.

De wet van de samengestelde beweging leert ons dat $\vec{v}_a = \vec{v}_s + \vec{v}_r$. (vectoriële vergelijking!)

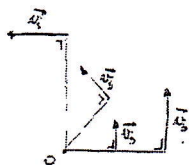
Tips bij het oplossen van oefeningen

- Zoek eerst het punt/voorwerp waarvan je de beweging wil beschrijven, en beschrijf de beweging zo goed mogelijk in eigen woorden.
 - Indien de beweging beschreven kan worden als: ... beweegt *ten opzichte van* ... dat zelf beweegt (ten opzichte van een vast assenstelsel), gaat het om een samengestelde beweging.
 - Probeer je beschrijving te verfijnen: probeer 'bewegen' te vervangen door 'roteren' of 'transleren'.
 - * Een punt P roteert *ten opzichte van* Q als de afstand tussen P en Q constant blijft, bijvoorbeeld omdat P en Q met een staaf verbonden zijn.
 - * Een punt P transleert *ten opzichte van* een as als het punt P evenwijdig met deze as blijft, bijvoorbeeld doordat P beweegt in een gleuf in een staaf.
- Bepaal het bewegend assenstelsel en de sleepsnelheid
 - Wat staat er na '*ten opzichte van*' in je beschrijving? Dit noemen we verder Q . Je kiest een bewegend assenstelsel waarin Q stil staat.
 - * Indien Q een punt is, is het dikwijls een goede keuze om een assenstelsel in Q te kiezen waarbij de assen tijdens de beweging parallel zijn aan die van het vast assenstelsel. De oorsprong Q van dit assenstelsel beweegt dan met een snelheid \vec{v}_Q ten opzichte van het vaste assenstelsel.

- * Indien Q een roterend voorwerp is, is het dikwijls een goede keuze om een assenstelsel te kiezen met als oorsprong het punt dat stilstaat in het vaste assenstelsel, en met de assen roterend met de hoeksnelheid waarmee het voorwerp roteert.
 - * Een assenstelsel kiezen waarvan zowel de oorsprong beweegt, als de assen roteren is niet verkeerd, maar is meestal niet de beste keuze.
- Bepaal de sleepsnelheid.
- * Indien de assen van het bewegend assenstelsel evenwijdig zijn aan de assen van het vast assenstelsel, beweegt elk punt dat onwrikbaar verbonden is aan dit assenstelsel met dezelfde snelheid \vec{v}_Q . Bijgevolg is de sleepsnelheid steeds $\vec{v}_s = \vec{v}_Q$.

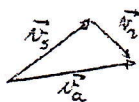


- * Een punt P dat onwrikbaar verbonden is aan een assenstelsel dat roteert rond een vast punt O met hoeksnelheid ω , roteert ook rond O met een hoeksnelheid ω . Bijgevolg staat de sleepsnelheid loodrecht op de as OP . De grootte van de sleepsnelheid is gegeven door $v_s = |OP|\omega$. De sleepsnelheid hangt dus af van het punt waarin je de sleepsnelheid zoekt.



• Bepaal de relatieve snelheid.

- De beweging van P ten opzichte van Q is de relatieve beweging.
- Ga na hoe je de relatieve beweging van P ten opzichte van Q beschreef.
 - * Indien de beweging een translatie is volgens een as, is de relatieve snelheid evenwijdig met die as.
 - * Indien de beweging een rotatie is rond het punt Q , staat de relatieve snelheid loodrecht op de verbindingsas PQ .
- Ga na of er iets gekend is met betrekking tot de absolute snelheid van het punt P . Ligt de beweging ten opzichte van een ander punt/voorwerp vast?
- Stel de vectorvergelijking $\vec{v}_a = \vec{v}_s + \vec{v}_r$ op. Controleer of je inderdaad maar 2 (3) scalaire onbekenden hebt. (2 voor een 2D-probleem, 3 voor een 3D-probleem)
- Los de vectorvergelijking $\vec{v}_a = \vec{v}_s + \vec{v}_r$ op. Dit kan op twee manieren:
 - 1ste methode: Teken de snelheden in de snelheidsdriehoek en gebruik vlakke meetkunde om de onbekenden te bepalen.



- 2de methode: Projecteer de vectoriële vergelijking op de x - en y -as, en los het stelsel op.