

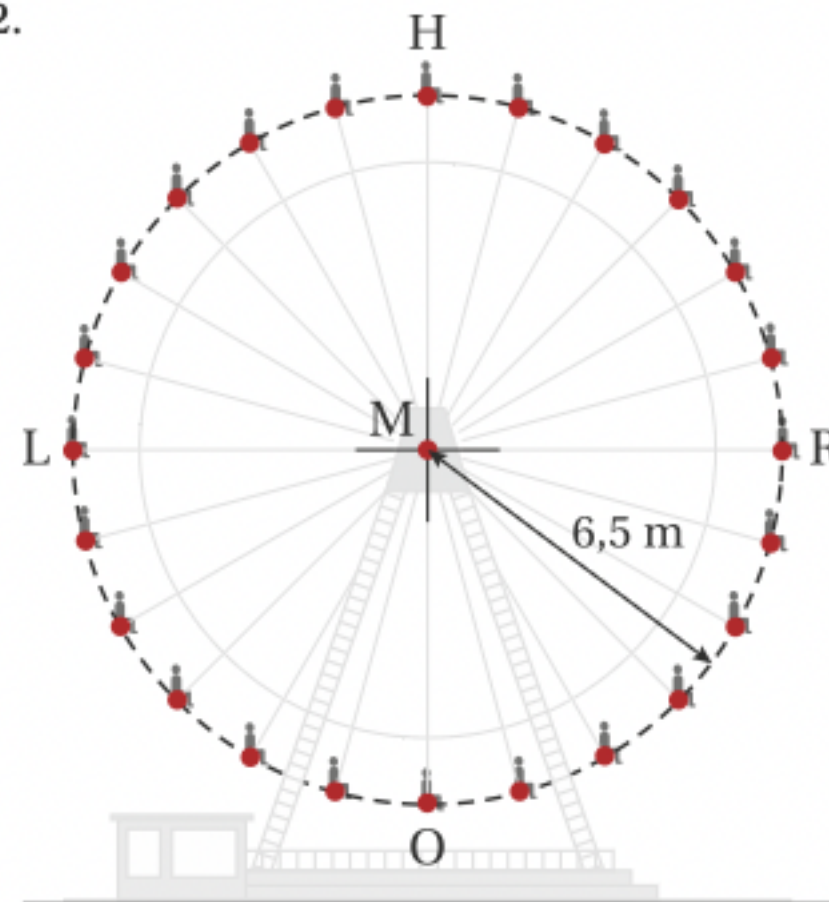
19 Sandra zit in een reuzenrad. Zie figuur 8.22.

Neem aan dat het zwaartepunt van Sandra een cirkelbaan beschrijft. De straal van de cirkel is 6,5 m. Sandra heeft een massa van 58 kg. Het rad draait met de wijzers van de klok mee. Je bekijkt de volgende verplaatsingen:

- I van H naar O
- II van L naar R
- III van R naar H
- IV van H geheel rond naar H
- a Bepaal bij elke verplaatsing de toename of afname in zwaarte-energie van Sandra.
- b Bepaal bij elke verplaatsing de arbeid die de zwaartekracht verricht heeft.

Stel dat het rad in tegengestelde richting draait.

- c Bij welke verplaatsingen zal het antwoord op vraag b anders zijn? Licht je antwoord toe.



Figuur 8.22

#### Opgave 19

- a De toename of afname in zwaarte-energie bepaal je met de formule voor zwaarte-energie.

De zwaarte-energie in het laagste punt stel je op 0 J.

De hoogte bij punt O is dan 0 m.

$$E_{zw} = m \cdot g \cdot h$$

$h$  is het hoogteverschil ten opzichte van O.

Dus voor punten L en R geldt  $h = 6,5$  m.

Voor punt H geldt  $h = 13$  m.

- I  $E_{zw,H} = 58 \times 9,81 \times 13 = 7,39 \cdot 10^3$  J  
 $E_{zw,O} = 0$  J  
 De afname in zwaarte-energie is  $7,39 \cdot 10^3$  J.  
 Afgerond: afname is  $7,4 \cdot 10^3$  J.
- II L en R liggen op dezelfde hoogte.  
 Dus er is geen toename of afname in zwaarte-energie.
- III  $E_{zw,R} = 58 \times 9,81 \times 6,5 = 3,69 \cdot 10^3$  J  
 $E_{zw,H} = 58 \times 9,81 \times 13 = 7,39 \cdot 10^3$  J  
 De toename in zwaarte-energie is  $3,69 \cdot 10^3$  J.  
 Afgerond: toename is  $3,7 \cdot 10^3$  J.
- IV Bij de beweging van H naar H is het verschil in hoogte 0 m.  
 Dus er is geen toename of afname in zwaarte-energie.

- b De arbeid die de zwaartekracht verricht, bereken je met de formule voor de arbeid.  
 De zwaartekracht bereken je met de formule voor de zwaartekracht.  
 De arbeid is positief als het eindpunt lager ligt dan het beginpunt, anders is de arbeid negatief.  
 De verplaatsing is het verschil in hoogte tussen beginpunt en eindpunt van de beweging.

$$\text{Dus } W_{zw} = 58 \times 9,81 \cdot h.$$

- I  $h = 13$  m  
 De arbeid is positief, want punt O ligt lager dan punt H.  
 $W_{zw} = F_{zw} \cdot h$  met  $F_{zw} = m \cdot g$   
 $W_{zw,H \rightarrow O} = 58 \times 9,81 \times 13$   
 $W_{zw} = 7,396 \cdot 10^3$  J  
 Afgerond:  $W_{zw} = 7,4 \cdot 10^3$  J.  
*Opmerking*  
 De zwaartekracht verricht positieve arbeid. Daardoor is er een afname van zwaarte-energie.
- II  $h = 0$  m  
 $W_{zw} = 0$  J
- III  $h = 6,5$  m  
 De arbeid is negatief, want punt H ligt hoger dan punt R.  
 $W_{zw} = -F_{zw} \cdot h$  met  $F_{zw} = m \cdot g$   
 $W_{zw,R \rightarrow H} = -58 \times 9,81 \times 6,5$   
 $W_{zw} = -3,698 \cdot 10^3$  J  
 Afgerond:  $W_{zw} = -3,7 \cdot 10^3$  J.  
*Opmerking*  
 De zwaartekracht verricht negatieve arbeid. Daardoor is er een toename van zwaarte-energie.
- IV  $h = 0$  m  
 $W_{zw} = 0$  J
- c Als het rad in tegengestelde richting draait, heeft de zwaartekracht dezelfde waarde.  
 De begin- en eindhoogte liggen op dezelfde plaats. Het hoogteverschil  $h$  blijft ook in alle gevallen hetzelfde en het teken van de arbeid blijft ook hetzelfde. De antwoorden op vraag b blijven hetzelfde.