

Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

Als bij een vraag een verklaring, uitleg, berekening of afleiding gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg, berekening of afleiding ontbreekt.

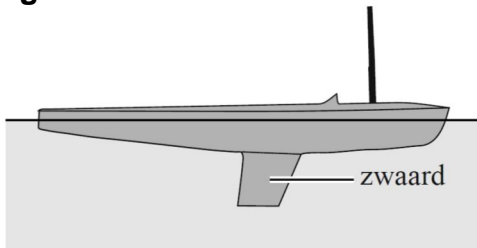
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

Zeilen examen 2013-I (niet pilot)

Een zeilboot kan schuin tegen de wind in varen. In figuur 1 zie je Maarten, die met zijn zeilboot onder een hoek van 45° tegen de wind in vaart.

Deze zeilboot heeft een zwaard. Zie figuur 2. Het zwaard zorgt ervoor dat de boot niet in zijwaartse richting afdrijft.

figuur 2



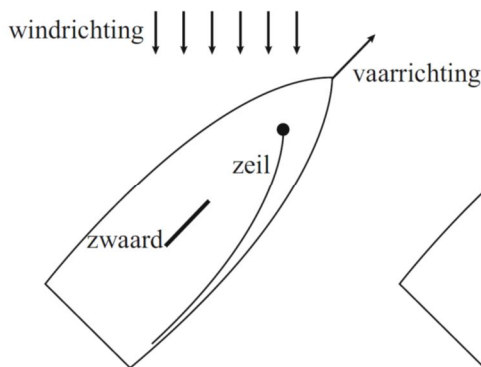
In figuur 3 zie je een bovenaanzicht van de zeilboot van figuur 1. Door de stand van het zeil ondervindt de wind een snelheidsverandering. De wind bereikt het zeil met een snelheid \vec{v}_{in} en verlaat het zeil met snelheid \vec{v}_{uit} . Er geldt: $\Delta\vec{v} = \vec{v}_{\text{uit}} - \vec{v}_{\text{in}}$.

In figuur 4 zijn \vec{v}_{in} en de snelheidsverandering $\Delta\vec{v}$ getekend.

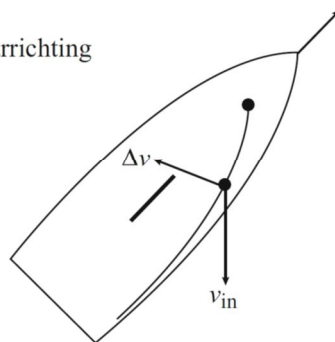
figuur 1



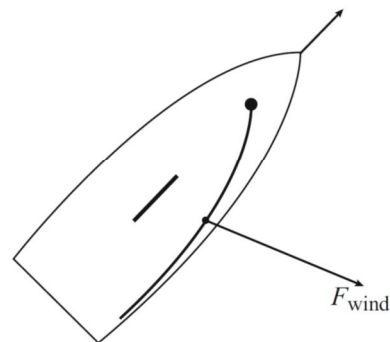
figuur 3



figuur 4



figuur 5



Figuur 4 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

2p 21 Construeer in de figuur op de uitwerkbijlage \vec{v}_{uit} .

Door de snelheidsverandering van de wind ontstaat er op het zeil een kracht \vec{F}_{wind} .

De richting van \vec{F}_{wind} is tegengesteld aan de richting van $\Delta\vec{v}$.

2p 22 Leg uit waarom.

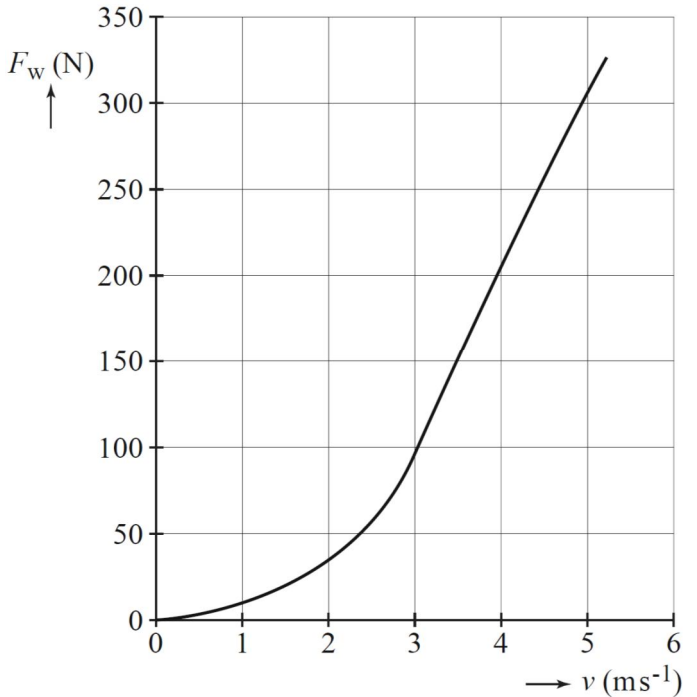
De grootte van \vec{F}_{wind} in figuur 5 is 450 N. Deze kracht kun je ontbinden in twee componenten. Eén component in de vaarrichting en één component loodrecht daarop. Het zwaard zorgt ervoor dat de boot niet zijwaarts beweegt. Figuur 5 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

Op de boot werkt een wrijvingskracht \vec{F}_w die tegengesteld gericht is aan de vaarrichting van de boot.

In figuur 6 staat de grootte van deze wrijvingskracht \vec{F}_w als functie van de snelheid van de boot.

- 3p **23** Bepaal de snelheid van de boot bij deze windkracht. Bepaal daartoe eerst op de uitwerkbijlage de grootte van de component van \vec{F}_{wind} in de vaarrichting.

figuur 6



Lees onderstaand artikel.

Ruimtelift?

Wetenschappers van de TU-Delft en ESA (European Space Agency) in Noordwijk hebben modelstudies uitgevoerd naar de haalbaarheid van een zogenaamde Ruimtelift naar geostationaire satellieten.

Geostationaire satellieten bevinden zich namelijk op een vaste plaats boven de evenaar vanaf de aarde gezien. Een kabel tussen de aarde en een geostationaire satelliet kan niet, omdat de satelliet dan door de kabel naar beneden getrokken wordt. Maar zou een langere kabel met een contragewicht wel kunnen?

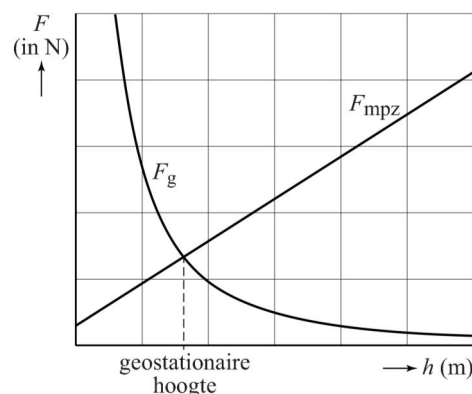
Hierover gaat de haalbaarheidsstudie naar de 'ruimtelift': langs een lange kabel duizenden kilometers omhoog klimmen. Wat je nodig hebt is een strakke kabel en een slimme manier van klimmen.



kabel

In figuur 1 is de gravitatiekracht op een voorwerp als functie van de hoogte boven het aardoppervlak weergegeven. Ook is de middelpuntzoekende kracht weergegeven die nodig is voor dat voorwerp als het beweegt met dezelfde omlooptijd als de aarde.

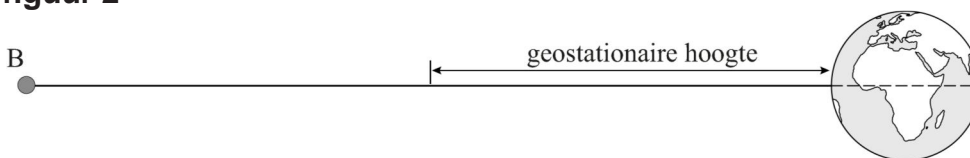
figuur 1



4p **5** Bereken de geostationaire hoogte.

De modelstudie gaat uit van een kabel, die veel langer is dan de geostationaire hoogte, met daaraan een grote massa B die met de aarde meedraait. Zie figuur 2.

figuur 2



In dat geval staat de kabel strak gespannen.

3p **6** Leg dat uit met behulp van figuur 1 en figuur 2.

klimmen

Vervolgens hebben de wetenschappers een modelstudie gedaan naar de lift die langs de kabel naar boven zal gaan.

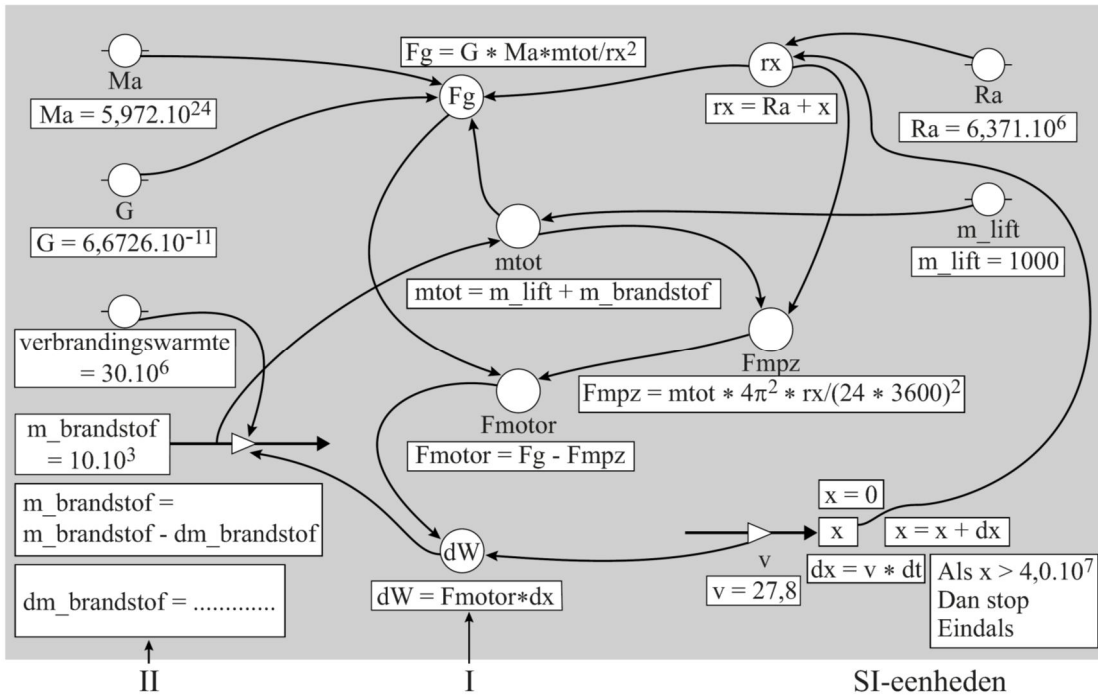
Hierbij is de lift voorzien van een brandstofmotor.

Het model berekent de massa van de aanwezige brandstof als functie van de hoogte, als de lift met **constante snelheid** omhoog beweegt.

Het model staat als tekstmodel en als grafisch model weergegeven in figuur 3 en op de uitwerkbijlage. Je kunt zelf kiezen welke je gebruikt.

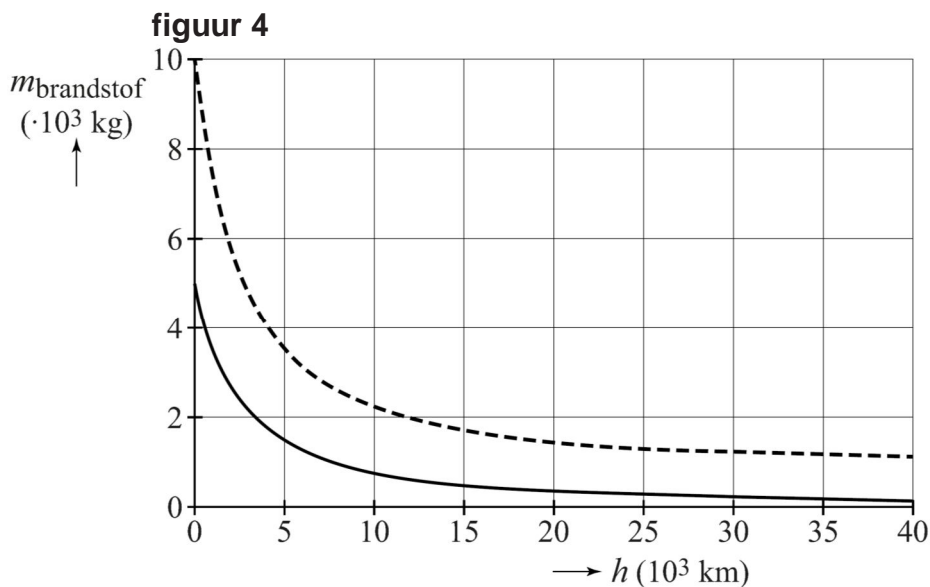
figuur 3

MODELREGELS		STARTWAARDEN in SI-eenheden
1	$rx = Ra + x$	$t = 0$
2	$mtot = m_lift + m_brandstof$	$dt = 10$
3	$Fg = G * Ma * mtot / rx^2$	$Ra = 6,371E6$
4	$Fmpz = mtot * 4\pi^2 * rx / (24*3600)^2$	$Ma = 5,972E24$
5	$Fmotor = Fg - Fmpz$	$G = 6,6726E-11$
6	$dx = v * dt$	$m_lift = 1000$
7	$x = x + dx$	$m_brandstof = 10000$
8	$dW = Fmotor * dx$	$verbrandingswarmte = 30E6$
9	$dm_brandstof = \dots\dots\dots$	$x = 0$
10	$m_brandstof = m_brandstof - dm_brandstof$	$v = 27,8$
11	als $x > 4,0E7$ Dan stop Eindals	
12	$t = t + dt$	



- 3p 7 Voer de volgende opdrachten uit:
- Omschrijf wat wordt berekend in modelregel 8 (tekstmodel) / in formule I (grafisch model).
 - Vul modelregel 9 / formule II aan op de uitwerkbijlage.
 - Geef aan hoe je kunt zien aan de modelregels / formules dat de snelheid v niet verandert.

De resultaten van het model staan weergegeven in figuur 4 als de lift begint met $10 \cdot 10^3$ kg brandstof (gestippelde lijn) en met $5,0 \cdot 10^3$ kg brandstof (getrokken lijn). Je ziet dat bij de lift die begint met $10 \cdot 10^3$ kg brandstof op het eind $1,2 \cdot 10^3$ kg brandstof over is en dus $8,8 \cdot 10^3$ kg verbruikt is.



Een lift die start met minder dan $8,8 \cdot 10^3$ kg (bijvoorbeeld $5,0 \cdot 10^3$ kg) komt ook boven en heeft zelfs brandstof over.

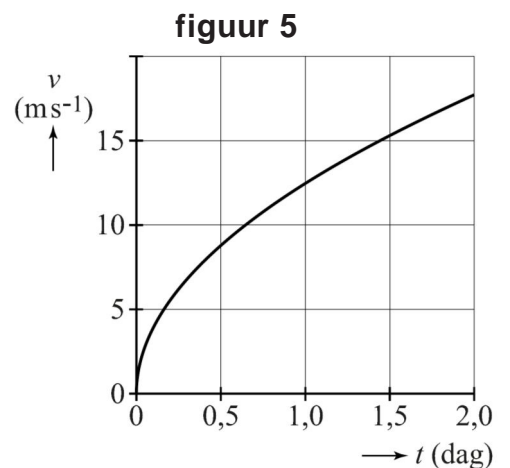
- 3p **8** Leg uit dat de lift dan boven komt. Gebruik daarbij modelregels (tekstmodel) of formules (grafisch model).

Het model gaat uit van een lift met constante snelheid. In werkelijkheid kan dat niet. Volgens een ander model start de lift met voldoende brandstof vanuit stilstand en neemt de snelheid toe zoals weergegeven in figuur 5. Na 1,0 dag is de massa van de lift met brandstof gelijk aan $6,0 \cdot 10^3$ kg.

Figuur 5 staat vergroot weergegeven op de uitwerkbijlage.

- 4p **9** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de resulterende kracht op de lift op $t = 1,0$ dag.

- 3p **10** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de hoogte van de lift boven de aarde op $t = 1,0$ dag.

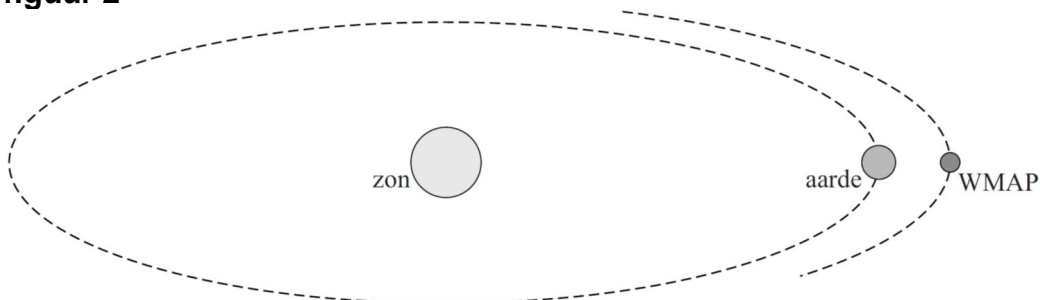


In 2001 werd de satelliet genaamd WMAP gelanceerd die tot taak had nauwkeurige metingen van de kosmische achtergrondstraling te verrichten (WMAP = Wilkinson Microwave Anisotropy Probe). Zie figuur 1. WMAP is gestationeerd in het zogenoemde Lagrangepunt 2; dat punt bevindt zich aan de zijde van de aarde die niet door de zon verlicht wordt op 1,5 miljoen kilometer afstand van de aarde. Zie figuur 2. Deze figuur is niet op schaal.

figuur 1



figuur 2



Een satelliet die zich in het Lagrangepunt 2 bevindt, gedraagt zich niet als een 'kunstmaan' die rond de aarde cirkelt, maar draait met de aarde mee om de zon. De zon, de aarde en WMAP bevinden zich steeds op één lijn.

Om dit meedraaien te bereiken moet op WMAP (massa 840 kg) een resulterende kracht werken ter grootte van 5,0 N.

4p **6** Toon dat aan.

WMAP ondervindt een gravitatiekracht van de aarde en een gravitatiekracht van de zon. Die krachten leveren samen de resulterende kracht van 5,0 N.

3p **7** Ga na welke van de twee gravitatiekrachten hieraan de grootste bijdrage levert.

WMAP heeft een detector die de intensiteit van elektromagnetische straling met golflengtes in het mm-gebied meet. Bij de metingen is het belangrijk dat de gemeten straling echt vanuit de kosmische ruimte komt en niet van bronnen zoals de zon.

3p **8** Ga na of WMAP volledig in de schaduw van de aarde zit of dat er toch straling van de zon rechtstreeks WMAP bereikt.

Neem aan dat WMAP zich op de lijn door de middelpunten van de aarde en de zon bevindt.

Lisa gaat trampolinespringen op een bungee-trampoline. Zie figuur 1.

figuur 1



Lisa krijgt een tuigje om waaraan twee elastische koorden zijn vastgemaakt. De elastische koorden zitten vast aan staalkabels. Deze kabels worden door een elektromotor om een haspel gewonden. Daardoor wordt Lisa langzaam verticaal omhooggetrokken totdat ze een flink stuk boven de trampoline stil hangt. Elk elastisch koord heeft een veerconstante van 120 Nm^{-1} en wordt vanuit ontspannen toestand $3,1 \text{ m}$ uitgerekt. Het zwaartepunt van Lisa gaat hierbij $2,3 \text{ m}$ omhoog. De massa van Lisa met haar tuigje is 48 kg .

4p **16** Bereken de arbeid die de elektromotor hiervoor moet verrichten.

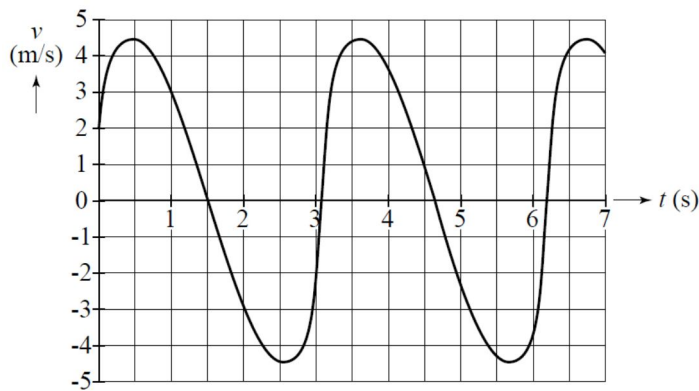
De situatie waarbij ze stil hangt is schematisch weergegeven in de figuur op de uitwerkbijlage.

4p **17** Bepaal met behulp van een constructie in de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van de kracht in één elastisch koord.

Vervolgens wordt Lisa door een helper omlaag getrokken totdat haar voeten de trampoline raken en zij zich kan afzetten. Na een aantal keren afzetten maakt Lisa hoge, verticale sprongen. Zij komt hierbij niet boven de stellage uit.

Van de sprongen worden met een videocamera opnamen gemaakt. Op grond hiervan is een (v,t) -grafiek gemaakt van het zwaartepunt van Lisa. Zie figuur 2.

figuur 2



Figuur 2 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

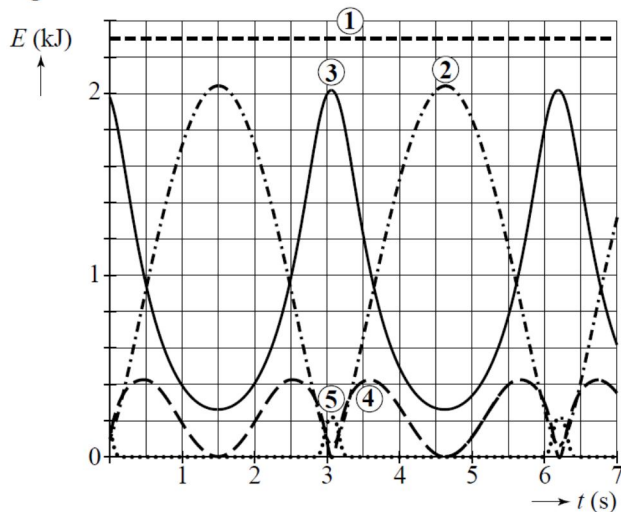
3p **18** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage het maximale hoogteverschil van het zwaartepunt van Lisa tijdens één sprong.

4p **19** Ga met behulp van een bepaling in de figuur op de uitwerkbijlage na of in het hoogste punt van de beweging de elastieken nog krachten uitoefenen op Lisa.

De (v,t) -grafiek van figuur 2 is geen zuivere sinus. De beweging van Lisa is dus geen harmonische trilling. Dit is geen gevolg van wrijvingskrachten of van de invloed van de wind. De oorzaak is dat de resulterende kracht op Lisa niet recht evenredig is met de uitwijking ten opzichte van de evenwichtsstand.

2p **20** Geef hiervoor twee redenen.

De sprongen van Lisa worden nagebootst in een model. Dit levert het diagram van figuur 3.



In figuur 3 staan energieën weergegeven als functie van de tijd:

- kinetische energie E_k
- zwaarte-energie E_z
- veerenergie van de elastieken E_{v-el}
- veerenergie van de trampoline E_{v-tr}
- totale energie E_{tot}

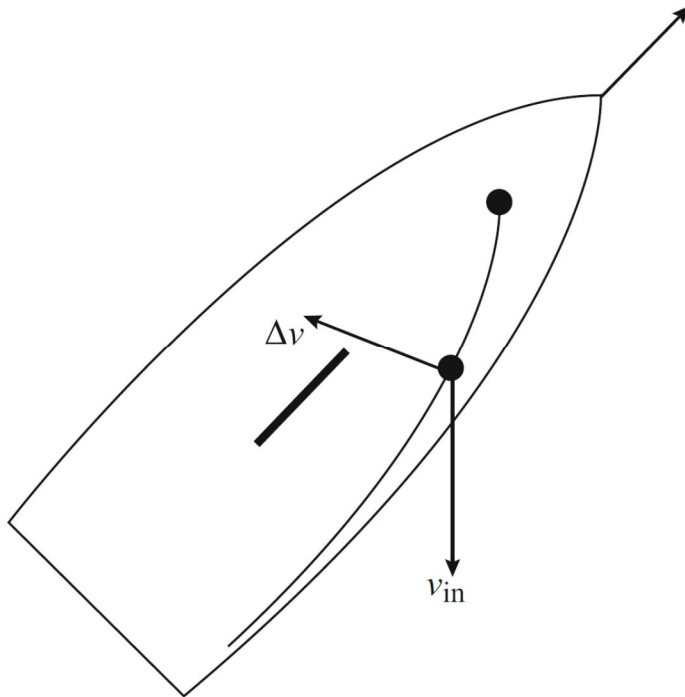
Figuur 3 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

3p **21** Vul op de uitwerkbijlage in hoe bovengenoemde energieën corresponderen met de grafieken 1 tot en met 5.

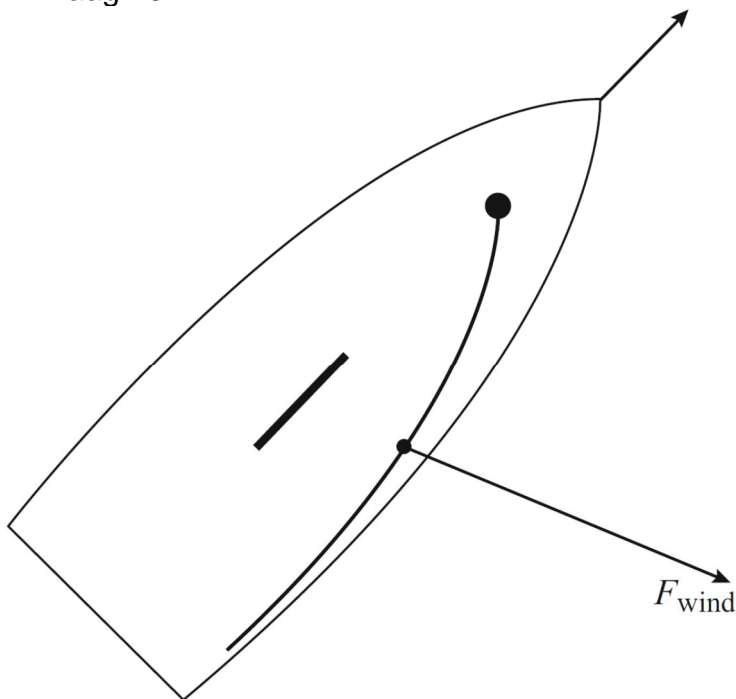
uitwerkbijlage

Naam kandidaat _____ Kandidaatnummer _____

2013-1-vraag 21

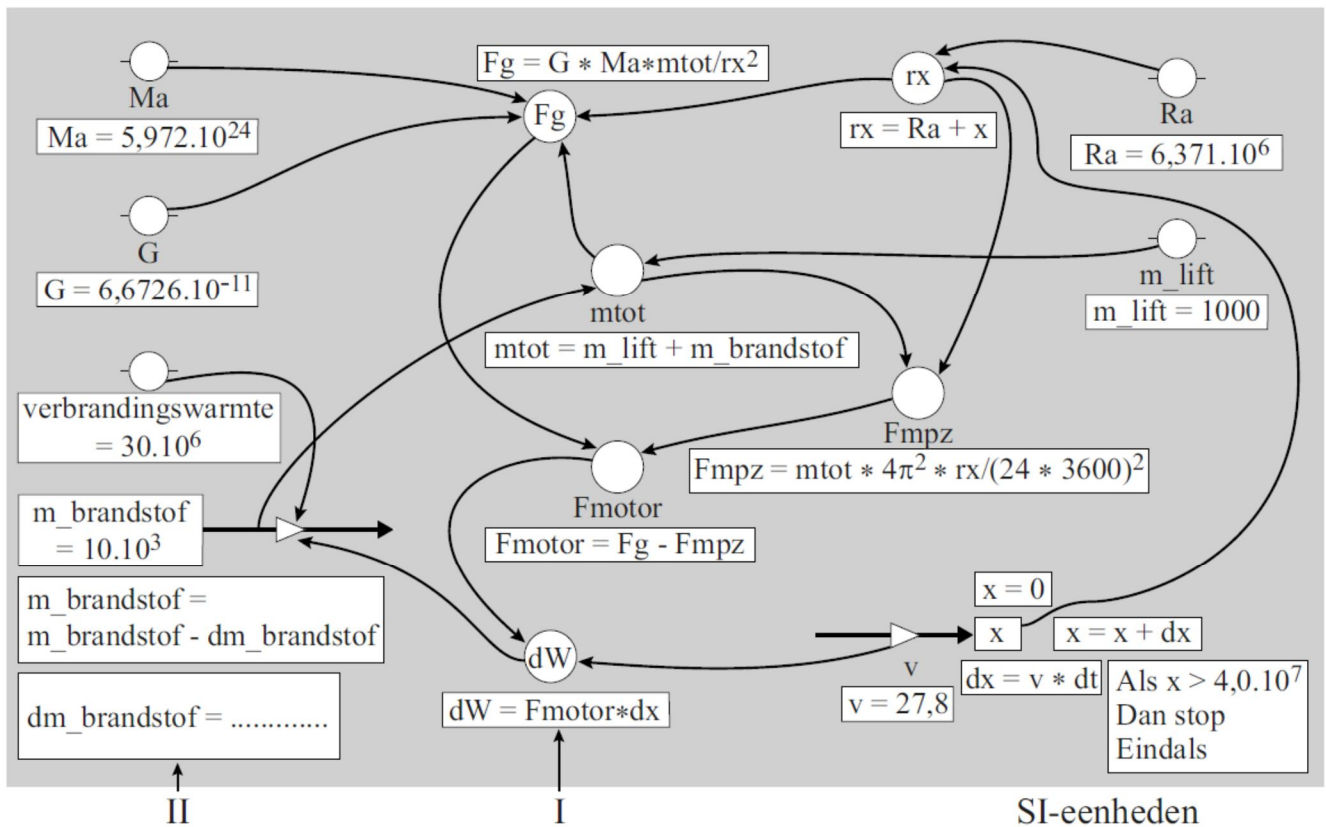


2013-1-vraag 23

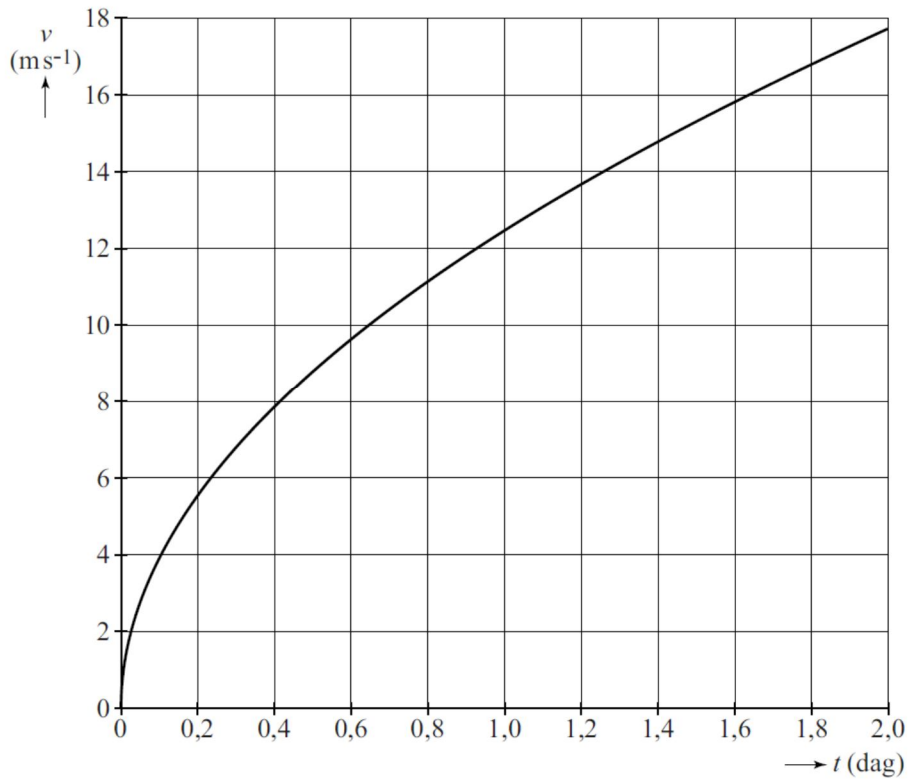


2016_-_vraag 7

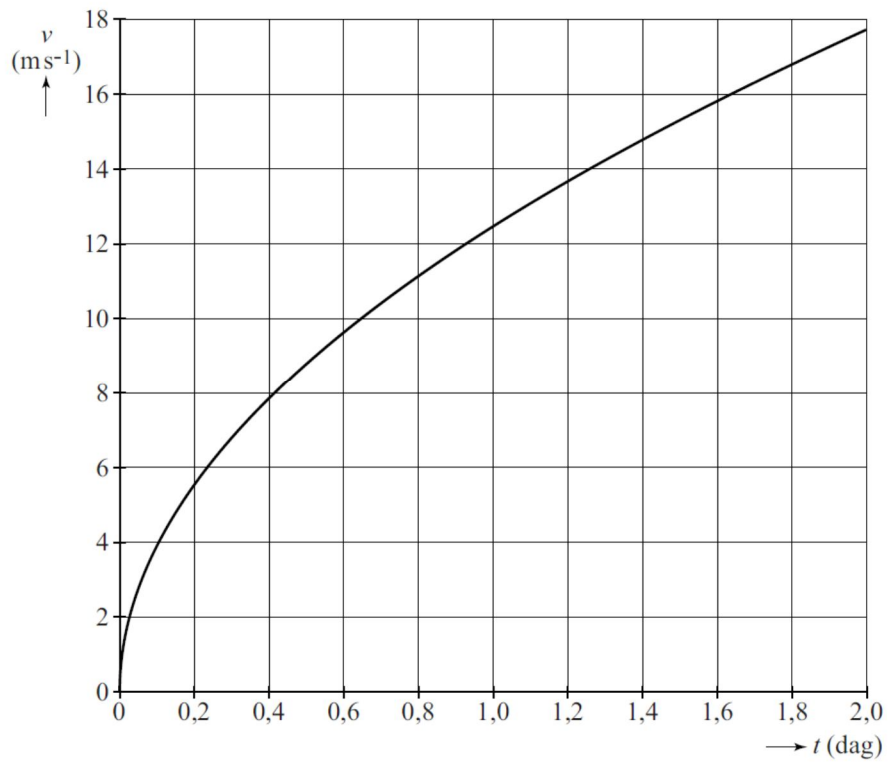
MODELREGELS		STARTWAARDEN in SI-eenheden
1	$rx = Ra + x$	$t = 0$
2	$mtot = m_lift + m_brandstof$	$dt = 10$
3	$Fg = G * Ma * mtot / rx^2$	$Ra = 6,371E6$
4	$Fmpz = mtot * 4\pi^2 * rx / (24*3600)^2$	$Ma = 5,972E24$
5	$Fmotor = Fg - Fmpz$	$G = 6,6726E-11$
6	$dx = v * dt$	$m_lift = 1000$
7	$x = x + dx$	$m_brandstof = 10000$
8	$dW = Fmotor * dx$	$verbrandingswarmte = 30E6$
9	$dm_brandstof =$	$x = 0$
10	$m_brandstof = m_brandstof - dm_brandstof$	$v = 27,8$
11	als $x > 4,0E7$ Dan stop Eindals	
12	$t = t + dt$	



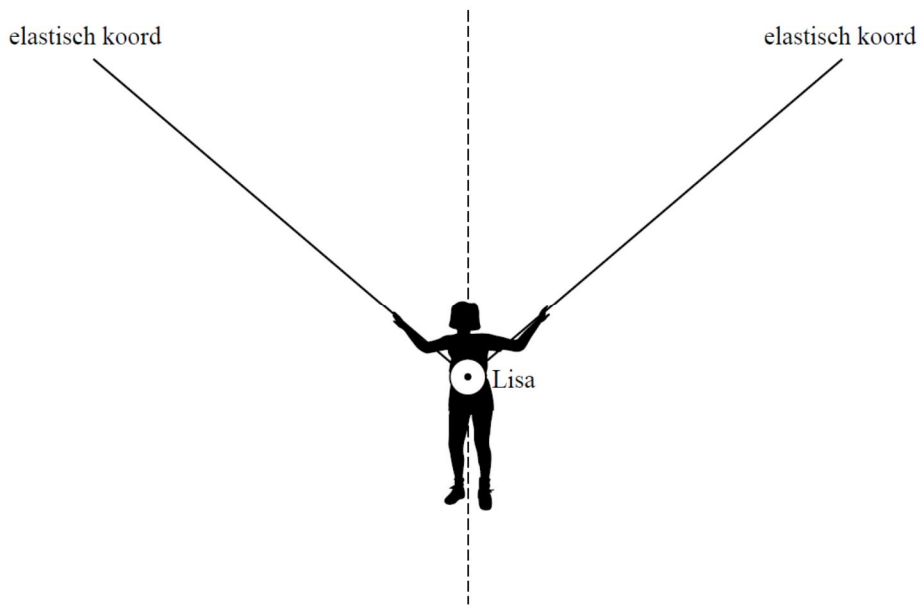
2016-_-vraag 9



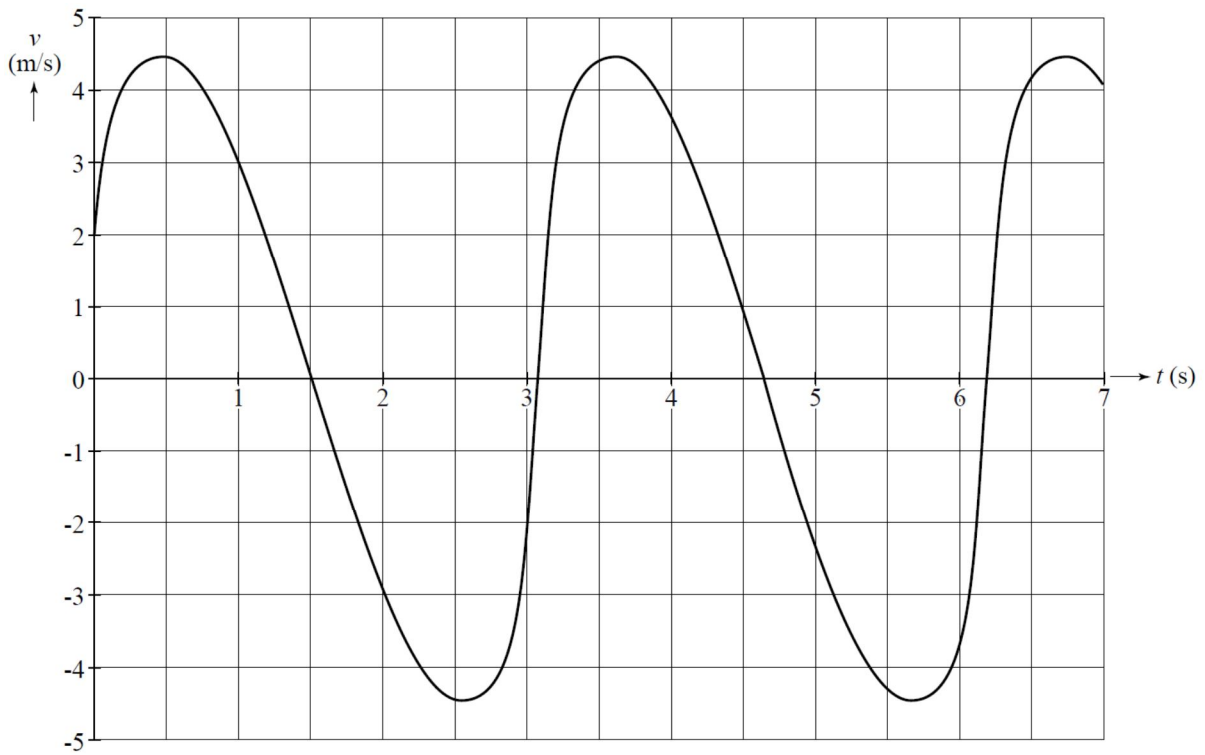
2016-_-vraag 10



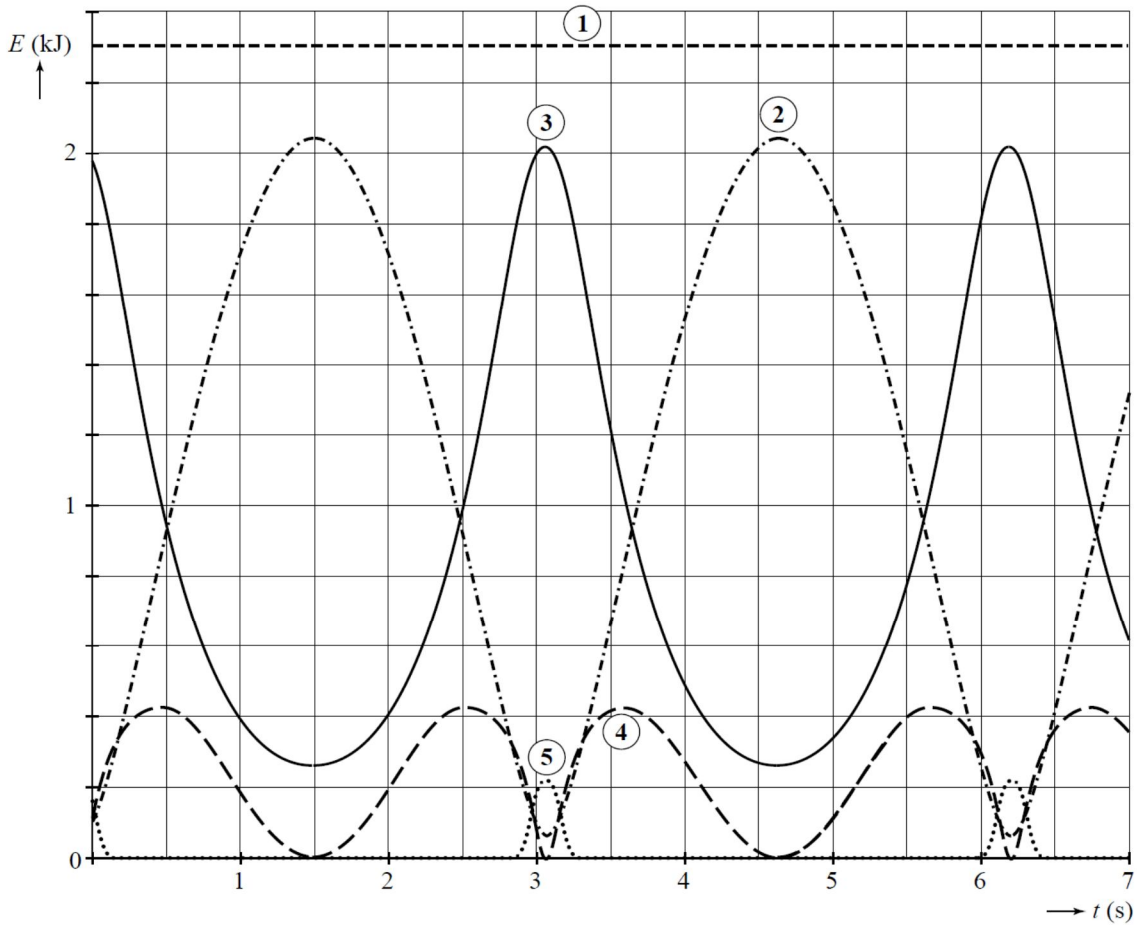
2011-1-vraag 17



2011-1-vraag 18 en 19



2011-1-vraag 21



In de figuur hierboven staan de volgende energieën:

- kinetische energie E_k
- zwaarte-energie E_z
- veerenergie van de elastieken E_{v-el}
- veerenergie van de trampoline E_{v-tr}
- totale energie E_{tot}

Vul in onderstaande tabel in hoe bovengenoemde energieën corresponderen met de grafieken 1 tot en met 5.

Grafiek	Energie
1	
2	
3	
4	
5	