

BOSWELL-BÈTA

James Boswell Examen natuurkunde havo

Datum:

Tijd: 3 uur

Aantal opgaven: 6

Aantal vragen: 25

Aantal bijlagen: 3 (2 bij opgave 1 en 1 bij opgave 6)

Totaal aantal punten: 76

- Vermeld op ieder vel je naam.
- Maak iedere opgave op een apart vel.
- Laat bij iedere opgave door middel van een berekening of motivatie zien hoe het antwoord is verkregen.
- Aan een antwoord zonder toelichting worden geen punten toegekend.
- Antwoorden met een fout in de significantie van meer dan één cijfer in de groot- of eenheden of in een combinatie hiervan levert een punt aftrek per afzonderlijke vraag op.
- Schrijf goed leesbaar met inkt. Het gebruik van tipp-ex e.d. of het schrijven met potlood is niet toegestaan.
- Gebruik uitsluitend een potlood voor het maken van een tekening.
- Eventuele aanvullende gegevens zijn te vinden in BINAS 6e druk.

OPGAVE 1 Skydiven

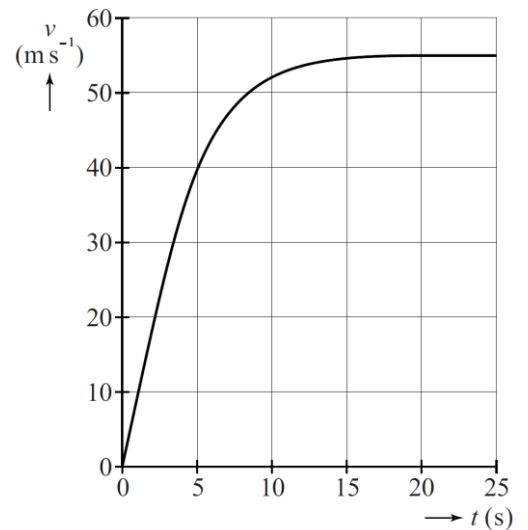
Skydiven is een sport waarbij men uit een vliegtuig springt en een groot deel van de tijd naar de aarde valt zonder de parachute te openen.

Na enige tijd is de snelheid van de skydiver constant.

In het diagram staat het (v,t) -diagram van het begin van zo'n sprong. Het (v,t) -diagram staat vergroot op de uitwerkbijlage.

In de eerste twee seconden is de luchtweerstand vrijwel te verwaarlozen.

- a. (3p) Toon dat aan. Bepaal daartoe eerst in de figuur op de uitwerkbijlage, zo nauwkeurig mogelijk, de versnelling in die periode.



Tussen $t = 0$ s en $t = 20$ s valt de skydiver over een afstand van 0,85 km.

- b. (3p) Toon dit aan met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage.

De skydiver sprong op een hoogte van 3,0 km uit het vliegtuig. Op een hoogte van 0,80 km opent hij zijn parachute.

- c. (3p) Bepaal de tijd tussen het verlaten van het vliegtuig en het openen van de parachute.

Op de website van Indoor Skydive te Roosendaal staat de volgende tekst:

Mensen hebben altijd al op eigen kracht willen vliegen. Bij Indoor Skydive in Roosendaal kan dat! Beleef het unieke gevoel van vrijheid van de skydiver die uit een vliegtuig is gesprongen!

In een grote schacht met glazen wanden wordt lucht met hoge snelheid omhoog geblazen. Als je in deze windtunnel horizontaal op de luchtstroom gaat 'liggen' (zie de figuur rechts), kun je blijven zweven.

In de windtunnel wordt de lucht met een snelheid van 55 m/s omhoog geblazen. De windtunnel heeft een cirkelvormige doorsnede met een oppervlakte van $14,5 \text{ m}^2$.

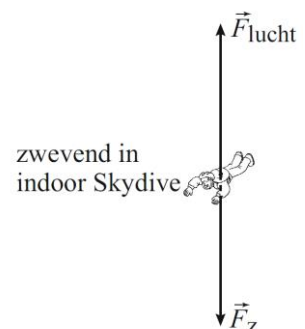


- d. (2p) Bereken hoeveel m^3 lucht er per seconde door de windtunnel wordt geblazen.

Bij zweven heffen de kracht van de omhoog stromende lucht en de zwaartekracht elkaar op (zie de figuur rechts).

Op de uitwerkbijlage is ook een andere skydiver getekend die uit een vliegtuig is gesprongen en met constante snelheid verticaal naar beneden valt.

- e. (2p) Teken op de uitwerkbijlage de vector van de luchtweerstand voor deze situatie. Let daarbij op de richting en de lengte van de vector. Licht je tekening toe.



Karel zweeft in de windtunnel van Indoor Skydive. De kracht die de luchtstroom op hem uitoefent, is recht evenredig met zijn frontale oppervlakte. Zijn massa, inclusief windkleding en helm, is 82 kg. In zwevende positie strekt Karel zijn armen en benen uit, waardoor zijn frontale oppervlakte met 10% toeneemt. Hij schiet op dat moment omhoog omdat er dan wel een resulterende kracht op hem werkt.

- f. (3p) Bereken de grootte van deze resulterende kracht.

Opgave 2 Jood-131

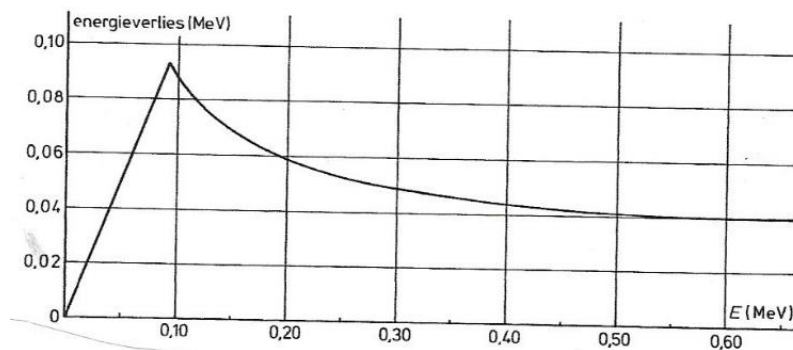
Bij verval van het radioactieve isotoop jood-131 komt er bèta- en gammastraling vrij.

- a. (3p) Geef de vervalvergelijking van jood-131

De gammastraling bestaat uit fotonen met een energie van 0,36 MeV.

- b. (3p) Bereken de frequentie van deze gammastraling.

Bètastraling die door een plaatje koolstof gaat verliest energie. In het diagram hieronder zie je hoe groot het energieverlies is, als functie van de beginenergie van het bètadeeltje, voor een plaatje koolstof van 0,10 mm dikte.



- c. (3p) Voer de volgende drie opdrachten uit:
- Zoek de energie op van de bètastraling die het jood-131 uitzendt,
 - Bepaal met welke energie deze bètastraling uit het plaatje komt,
 - Leg uit wat er gebeurt als bètastraling met een energie van 0,05 MeV op het plaatje koolstof valt.

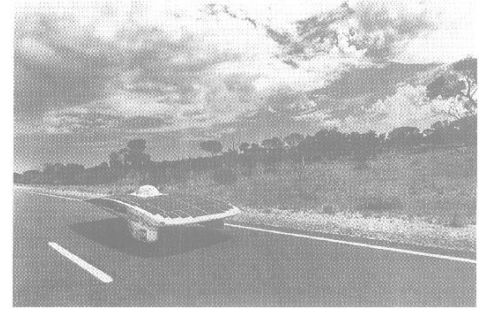
Van een preparaat jood-131 meet men op gezette tijden de sterkte van de gammastraling.

- d. (3p) Bereken hoeveel procent van het oorspronkelijke jood-131 over is na 8 weken.

Opgave 3 Racen op zonne-energie

Een Nederlandse auto, de Nuna, won in Australië een race voor zonnewagens. De wagens lopen op zonne-energie en zijn speciaal voor deze race ontworpen.

Het oppervlak van de Nuna is bedekt met $8,4 \text{ m}^2$ zonnecellen. Deze hebben een hoog rendement, namelijk 25%. Bij volle zonneschijn leveren ze in totaal een elektrisch vermogen van $1,5 \cdot 10^3 \text{ W}$.



- a. (3p) Bereken het stralingsvermogen dat per m^2 zonnecel wordt opgenomen.

Met de energie die de zonnecellen leveren, worden elektromotoren aangedreven. Deze hebben een rendement van vrijwel 100%. Op de website van het Nuna-team stond een tabel die het verband geeft tussen het vermogen dat de motor levert en de snelheid van de Nuna. Zie de tabel hiernaast. Behalve over zonnecellen beschikt de auto ook over een accu. Deze kan worden ingeschakeld voor de aandrijving.

vermogen dat de auto levert (kW)	snelheid (km/h)
1,0	80
1,7	100
2,8	120

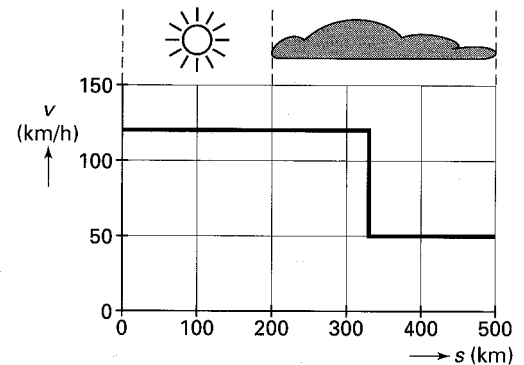
- b. (2p) Leg uit dat bij een snelheid van 100 km/h naast de zonnecellen gebruik gemaakt moet worden van de accu.
- c. (3p) Bereken de wrijvingskracht op de Nuna bij een snelheid van 100 km/h.

Het vermogen dat de zonnecellen leveren, hangt af van het weer. Het Nuna-team moet daarom voortdurend nadenken over de te volgen strategie. Op de laatste dag is de Nuna nog 500 km van de finish verwijderd. De eerste 200 km is de hemel onbewolkt, de daarop volgende 300 km is het bewolkt. Het team overweegt twee strategieën.

Strategie 1

Met een hoge snelheid rijden tot de accu leeg is; de rest afleggen met de snelheid die nog mogelijk is met het vermogen dat de zonnecellen leveren in het bewolkte gebied.

In het bovenste diagram zijn de snelheden en afstanden aangegeven die horen bij deze strategie.

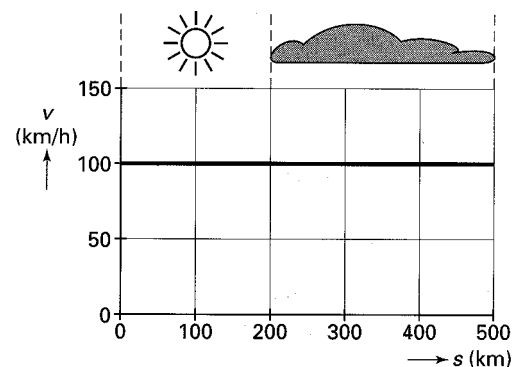


- d. (4p) Bepaal met behulp van het bovenste diagram hoe lang de Nuna er dan over doet om de finish te bereiken.

Strategie 2

De hele afstand afleggen met een zodanige constante snelheid dat aan de finish de accu bijna leeg is.

Dit blijkt de winnende strategie te zijn. De kunst is om vooraf te berekenen hoe groot die snelheid dan moet zijn. Aan het begin van de laatste dag bevat de accu 5,0 kWh energie. In het bewolkte gebied leveren de zonnecellen een vermogen van 0,24 kW. Het team besluit de Nuna te laten rijden met een snelheid van 100 km/h. Zie het onderste diagram.



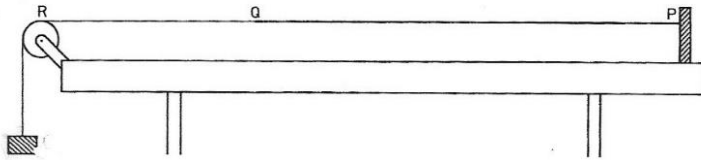
- e. (4p) Laat met een berekening zien dat bij deze snelheid de accu inderdaad bijna leeg is bij de finish.

Opgave 4 Een draad van constantaan

Een constantaandraad is gespannen tussen de punten P en R.

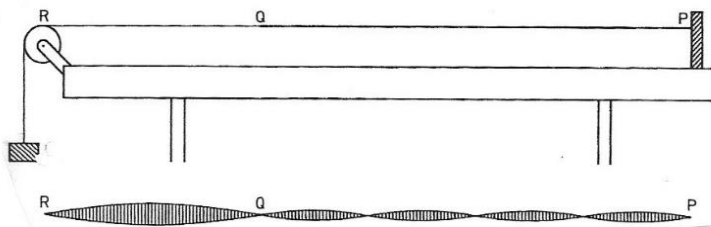
De draad bestaat uit twee stukken: PQ heeft een lengte van 80 cm en doorsnede van $0,120 \text{ mm}^2$, en QR is 40 cm lang en heeft een doorsnede van $0,030 \text{ mm}^2$. Zie de figuur.

De punten P en R worden aangesloten op een spanningsbron van 6,0 V en er gaat een stroom lopen door de draad.



- a. (5p) Bereken de stroomsterkte in de draad.

Bij de draad wordt een elektromagneet geplaatst, waardoor een wisselstroom met een frequentie van 50 Hz gaat. Er ontstaan daardoor staande golven in de draad met een frequentie van 50 Hz, waarbij punt Q een knoop is. Zie de figuur.



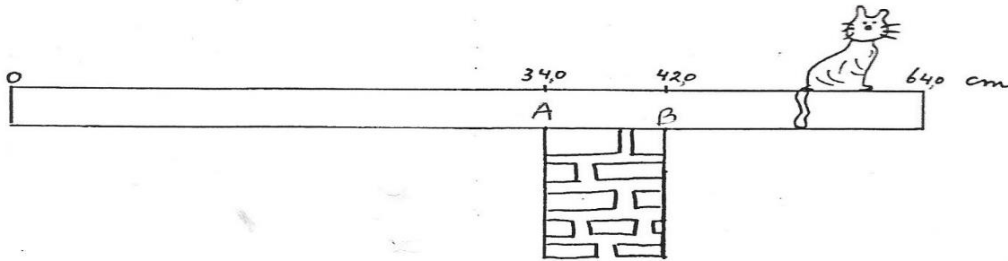
- b. (2p) Bepaal de verhouding van de golflengtes in draad PQ en draad QR.
- c. (4p) Voer de volgende twee opdrachten uit:
- Bepaal de verhouding van de voortplantingssnelheden in draad PQ en QR,
 - Bereken de grootte van de voortplantingssnelheid in draad QR.

Opgave 5 Een kat op een balk

Een massieve homogene balk van aluminium heeft een lengte van 64,0 cm, een breedte van 14,5 cm en een hoogte van 2,5 cm. De massa van de balk is 6,2 kg.

- a. (3p) Bereken de dichtheid van aluminium in kg/m^3 .

Een kat van 3,1 kg houdt de balk, die op een schoorsteen ligt, in evenwicht. Zie de tekening. De afstanden zijn gegeven in cm vanaf het linker uiteinde van de balk. Als zij te ver naar links of naar rechts loopt, zal de balk kantelen om punt A of om punt B.

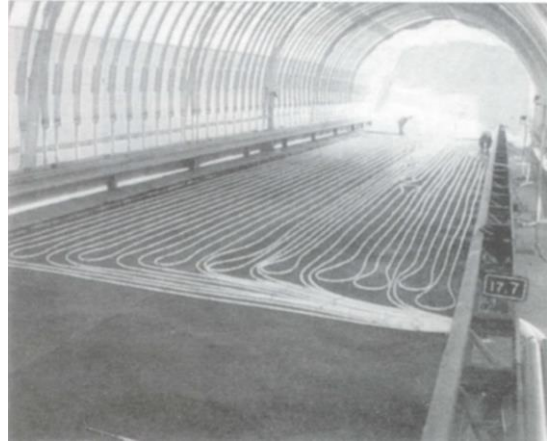


De kat loopt naar links, maar als de kat te ver loopt gaat de balk om punt A kantelen.

- b. (3p) Bereken tot welk punt (in cm vanaf het linker uiteinde van de balk) de kat naar links kan lopen zonder kantelen.

Opgave 6 Energie uit asfalt

Onder het wegdek van de brug bij de Haringvlietsluizen is een buizenstelsel aangelegd waardoor water kan worden gepompt. Zodra de temperatuur van het asfalt boven de 30 °C komt, laat men koud water door de buizen stromen. Het wegdek wordt dan gekoeld terwijl het water wordt opgewarmd. Het warme water wordt opgeslagen in ondergrondse zandlagen en kan in de winter weer worden opgepompt om het asfalt te verwarmen. De warmte die overblijft, wil men benutten voor de verwarming van huizen. De resultaten van de eerste proefmetingen zijn zeer hoopgevend.



Op zonnige dagen, wanneer het wegdek gekoeld wordt, levert het asfalt een gemiddeld vermogen van 80 W/m². In een jaar brengt 1,0 m² asfalt zo'n 5,4·10⁸ J op.

Op de dagen dat het gekoeld wordt, werkt het wegdek als een zonnecollector. Tijdens die dagen valt er per seconde gemiddeld 200 J stralingsenergie van de zon op 1,0 m² asfalt.

- a. (3p) Bereken het rendement van het wegdek als zonnecollector.

Tijdens het koelen van het asfalt stijgt de temperatuur van het water dat er langs stroomt van 7,0 °C naar 23 °C.

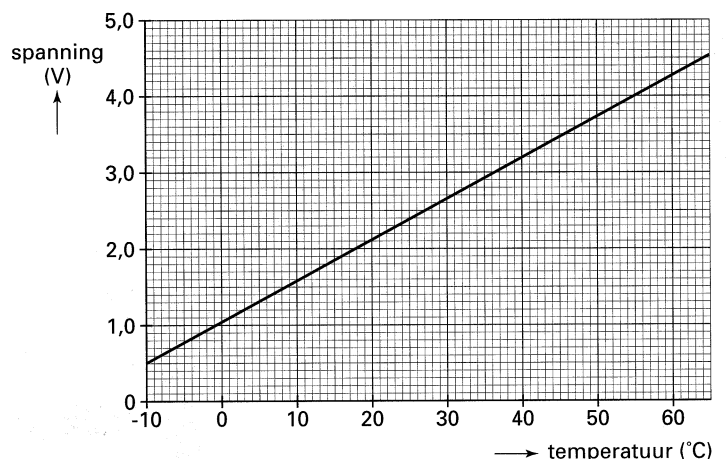
- b. (3p) Bereken hoeveel kilogram water op deze manier in één jaar door 1,0 m² asfalt kan worden verwarmd. Neem aan dat daarbij geen warmte verloren gaat.

Van de energie die in het warme water is opgeslagen, is 20% nodig voor het verwarmen van het wegdek in de winter. De rest kan worden gebruikt voor het verwarmen van woningen. Het wegdek van de brug bij de Haringvlietsluizen heeft een oppervlakte van 1,8·10⁴ m². Voor het verwarmen van een goed geïsoleerde woning is gemiddeld 3,5·10¹⁰ J per jaar nodig.

- c. (3p) Bereken het aantal woningen dat men kan verwarmen met de warmte die uit het wegdek van de Haringvlietsluizen gewonnen wordt.

De temperatuur van het asfalt wordt gemeten met een temperatuursensor. De ijkgrafiek van de sensor is getekend in het diagram rechts.

- d. (3p) Bepaal de gevoeligheid van de sensor.



De temperatuursensor wordt gebruikt in een schakeling met verwerkers. Deze schakeling moet automatisch de pomp, die het water in het wegdek rondpompt, aan en uit zetten. Een deel van de schakeling is getekend in onderstaande figuur.

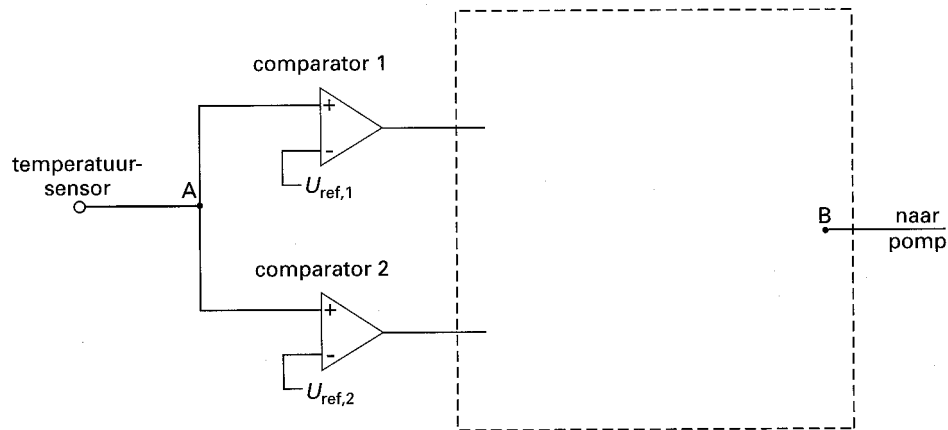
De pomp moet aangezet worden als de temperatuur van het asfalt hoger wordt dan 30 °C.

Ook moet de pomp gaan werken als de temperatuur van het asfalt lager wordt dan 5 °C.

Het uitgangssignaal van de temperatuursensor wordt in A toegevoerd aan twee comparatoren. De pomp gaat aan als het uitgangssignaal in B hoog is.

Onderstaande figuur staat ook op de bijlage.

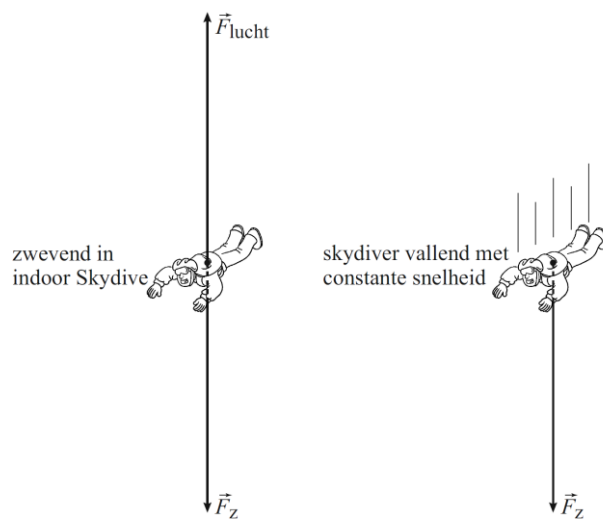
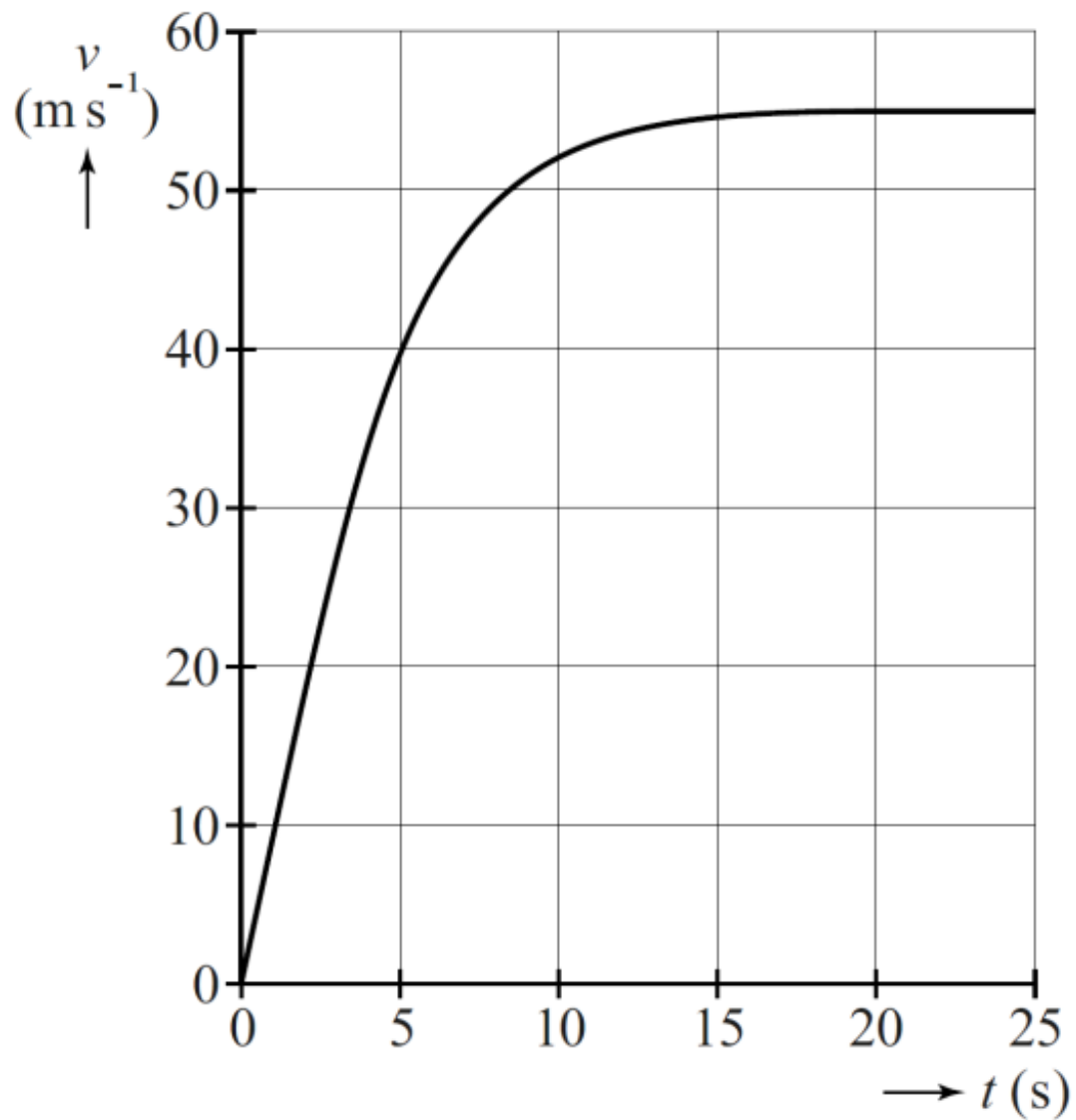
- e. (3p) Maak de schakeling in de figuur op de bijlage af door in de rechthoek één of meer verwerkers en de noodzakelijke verbindingen te tekenen. Geef van beide comparatoren de referentiespanning aan.



EINDE

Bijlagen bij opgave 1

Naam:



Bijlage bij opgave 6

Naam:

