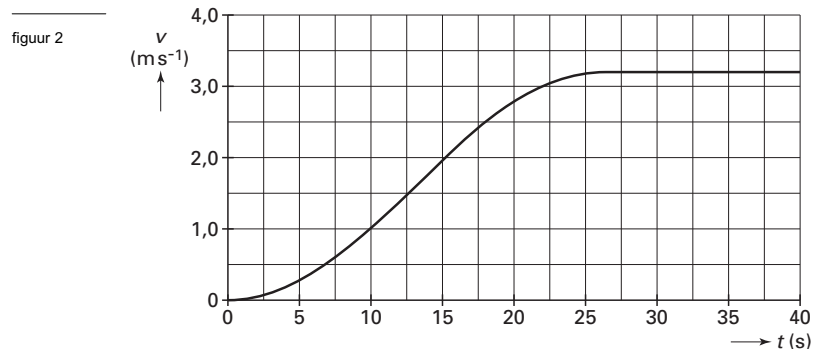


## Opgave 2 Bergtrein

Enkele onderdelen van deze opgave kun je beantwoorden met behulp van de grafische mogelijkheden van je rekenmachine. Als je dit doet, moet je noteren welke stappen je genomen hebt.  
De antwoorden kunnen ook zonder grafische rekenmachine worden gevonden.

In een bergachtig gebied kunnen toeristen met een bergtrein naar een mooi uitzichtpunt reizen. De trein wordt aangedreven door een elektromotor en begint aan een rit naar boven. In figuur 2 is het  $(v,t)$ -diagram van de eerste 40 seconden weergegeven.



De gegevens in dit kader hoef je alleen te gebruiken als je met de grafische rekenmachine werkt.

De grafiek voldoet aan het volgende functievoorschrift:

$$\text{voor } 0 \text{ s} \leq t \leq 26 \text{ s} : \quad v(t) = 1,6 - 1,6 \cdot \cos(0,12 \cdot t)$$

$$\text{voor } 26 \text{ s} \leq t \leq \dots : \quad v(t) = 3,2$$

N.B. Het argument van de cosinus is in radialen.

- Figuur 2 staat ook op de uitwerkbijlage.
- 3p **4**  Bepaal de afstand die de trein op  $t = 20$  s heeft afgelegd.

- Uit figuur 2 blijkt dat de trein op  $t = 15$  s nog aan het versnellen is. Figuur 2 is nogmaals afgedrukt op de uitwerkbijlage.
- 3p **5**  Bepaal de versnelling van de trein op  $t = 15$  s.

- Uit figuur 2 blijkt dat de snelheid van de trein na enige tijd constant wordt. De motorkracht  $F_M$  is dan gelijk aan 66 kN. Op de uitwerkbijlage is de helling getekend met daarop aangegeven het zwaartepunt Z van de trein. De zwaartekracht  $F_Z$  op de trein is met een pijl weergegeven; 1 cm komt overeen met 20 kN.

- 3p **6**  Bepaal de massa van de trein.

- De zwaartekracht kan ontbonden worden in een kracht loodrecht op de helling  $F_{Z,\perp}$  en een kracht evenwijdig aan de helling  $F_{Z,\parallel}$ . Bij constante snelheid geldt  $F_M = F_{Z,\parallel} + F_W$ . Hierin is  $F_W$  de wrijvingskracht op de trein.
- 3p **7**  Bereken de wrijvingskracht op de trein. Bepaal daartoe eerst met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van  $F_{Z,\parallel}$ .

- Bij de constante snelheid van  $3,2 \text{ m s}^{-1}$  gebruikt de elektromotor een elektrisch vermogen van 270 kW.
- 3p **8**  Bereken het rendement van deze elektromotor.

# Eindexamen natuurkunde 1 vwo 2004-I

havovwo.nl

## Uitwerkbijlage bij de vragen 4, 5, 6, 7, 15 en 16

natuurkunde 1 (nieuwe stijl)

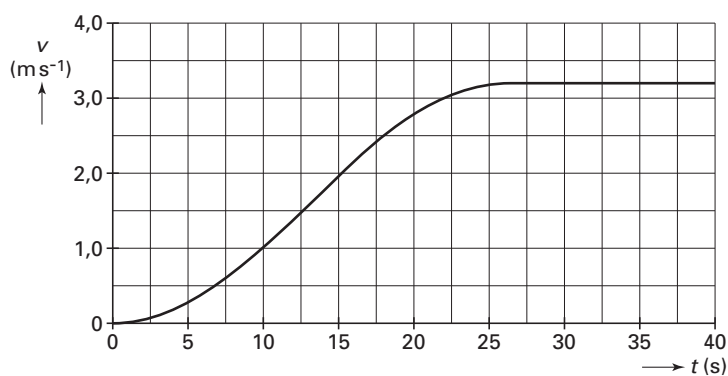
Examen VWO 2004

Examennummer

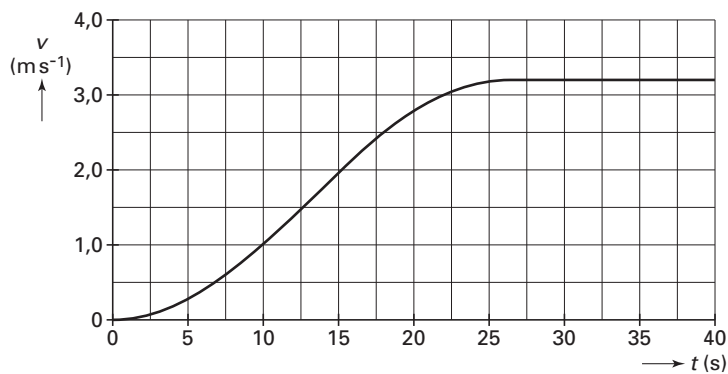
Tijdvak 1  
Woensdag 26 mei  
13.30 – 16.30 uur

Naam

Vraag 4



Vraag 5



Vraag 6 en 7

