

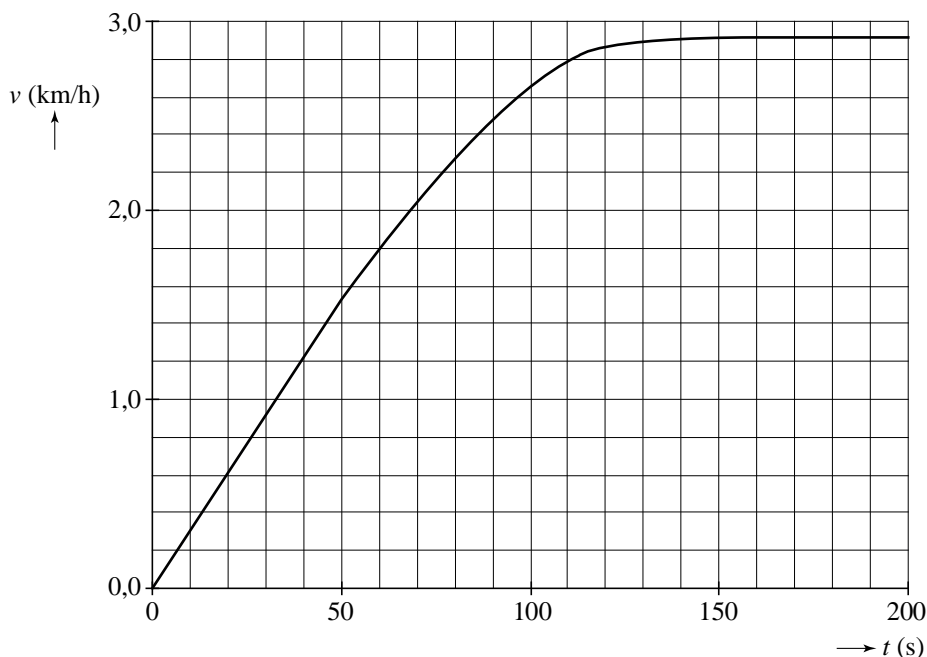
### Opgave 1 Vooruitgang



In de jaren '30 van de vorige eeuw kende Nederland een periode van grote armoede. Zelfs kinderen moesten worden ingezet om zwaar werk te doen. Op de foto is te zien hoe twee schipperskinderen het schip 'de Vooruitgang' van hun ouders voorttrekken. De kinderen moesten het schip vanuit stilstand in beweging brengen en trokken het schip dan urenlang door de trekvaarten om op de plaats van bestemming aan te komen.

Het  $(v,t)$ -diagram van het op gang brengen van het schip is in figuur 1 weergegeven.

figuur 1



4p 1 Bepaal hoeveel meter het schip in de eerste 150 s heeft afgelegd.

De massa van het schip is  $50 \cdot 10^3$  kg.

4p 2 Bepaal de grootte van de resulterende kracht op het schip gedurende de eerste 30 s.

# Eindexamen natuurkunde pilot havo 2011 - II

Vanaf  $t = 150$  s beweegt het schip met een constante snelheid.

1p **3** Hoe groot is dan de resulterende kracht op het schip?

Op de uitwerkbijlage staat een kaart van het netwerk van trekvaarten in Nederland. De trekvaart tussen Arnhem en Nijmegen is in werkelijkheid 20 km lang.

De kinderen trekken het schip met een gemiddelde snelheid van 2,9 km/h van Gouda naar Leiden.

3p **4** Bepaal met behulp van de uitwerkbijlage hoeveel uur deze reis duurt.

Bij een constante snelheid van 2,9 km/h leveren de kinderen samen een vermogen van 0,27 'paardenkracht'. Eén paardenkracht is gelijk aan 736 W.

3p **5** Toon aan dat de wrijvingskracht op de boot bij die snelheid 0,25 kN is.

Op een bepaalde dag trekken de kinderen de boot gedurende 5,0 uur voort met een constante snelheid van 2,9 km/h. De energie die hiervoor nodig is komt uit voeding. Van de energie uit deze voeding wordt 25% omgezet in arbeid.

4p **6** Bereken hoeveel kilogram gekookte aardappelen de kinderen samen zouden moeten eten om de benodigde hoeveelheid arbeid op die dag te kunnen verrichten. Gebruik hierbij tabel 82A van Binas.

Als de kinderen het eindpunt naderen, stoppen ze met trekken en laten ze de boot uitdrijven zodat het schip tot stilstand komt. De gemiddelde wrijvingskracht tijdens het afremmen is 0,10 kN.

3p **7** Bereken, met behulp van de kinetische energie van de boot, de afstand die de boot dan nog aflegt.

uitwerkbijlage

4



Trekvaartnetwerk na 1655

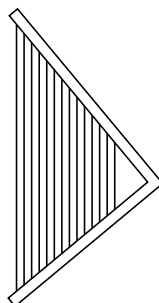
## Opgave 2 Harp

Al in het oude Egypte speelde men harp. Op de foto in figuur 1 zie je een Egyptenaar een hoekharp bespelen. In figuur 2 is de hoekharp schematisch getekend. De snaren van deze hoekharp zijn allemaal even dik, van hetzelfde materiaal en met dezelfde spankracht gespannen.

figuur 1



figuur 2



Als een snaar wordt aangetokkeld, gaat hij trillen. De golfsnelheid in elke snaar is  $4,0 \cdot 10^2$  m/s. Eén van de snaren heeft een lengte van 45 cm.

- 3p **8** Bereken de frequentie van de grondtoon van deze snaar.
- 2p **9** Leg uit of een langere snaar een hogere of een lagere grondtoon geeft.

Als een snaar trilt, kan de harpist de eerste boventoon laten horen door op de juiste plek de snaar met een vinger licht te dempen.

Op de uitwerkbijlage is de snaar twee keer getekend.

- 3p **10** Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef op de uitwerkbijlage de plaats van de knoop/knopen (K) en buik/buiken (B) aan bij een snaar die trilt in de grondtoon.
  - Geef op de uitwerkbijlage de plaats van de knoop/knopen (K) en buik/buiken (B) aan bij een snaar die trilt in de eerste boventoon.
  - Geef in de tekening van de grondtoon met een pijltje aan waar de harpist de snaar licht gedempt heeft.

De golfsnelheid  $v$  in een snaar is te berekenen met:

$$v = \sqrt{\frac{F_s \ell}{m}}$$

Hierin is:

- $F_s$  de spankracht (in N);
- $\ell$  de lengte van de snaar (in m);
- $m$  de massa van de snaar (in kg).

3p 11 Laat zien dat  $\sqrt{\frac{F_s \ell}{m}}$  dezelfde eenheid heeft als  $v$ .

Tegenwoordig kan men snaren kopen die gemaakt zijn van staal of van nylon. We vergelijken een stalen snaar met een nylon snaar. Beide snaren zijn even lang, even dik en met dezelfde kracht gespannen.

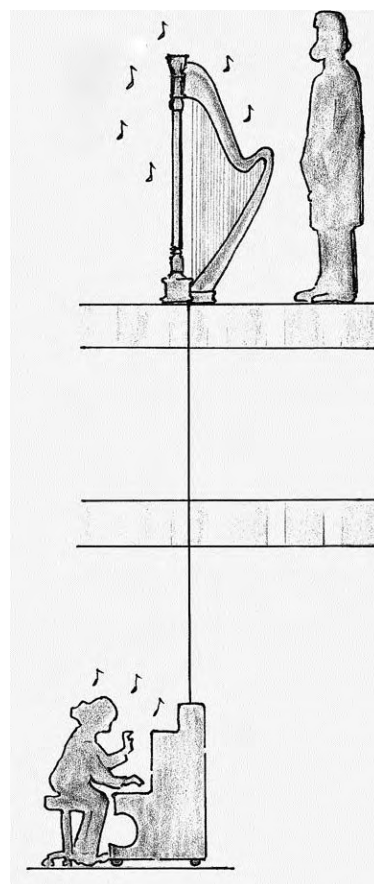
3p 12 Welke snaar geeft de hoogste toon? Licht je antwoord toe.

Professor John Tyndall heeft in 1867 tijdens een lezing van het Royal Institution in Londen een harp op 'magische wijze' een wijsje laten spelen. In de vloer van de zaal was precies onder de harp een gat geboord. In dit gat paste een houten stok die in de kelder op de klankkast van een piano steunde en in de zaal contact maakte met de harp. Als er in de kelder op de piano werd gespeeld, leek het in de zaal alsof de harp uit zichzelf muziek begon te maken. Zie figuur 3.

2p 13 Beantwoord nu de volgende vragen:

- Op welk natuurkundig verschijnsel is deze demonstratie gebaseerd?
- Wat is de rol van de houten stok bij deze demonstratie?

figuur 3

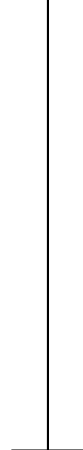


**uitwerkbijlage**

10



grondtoon



eerste boventoon

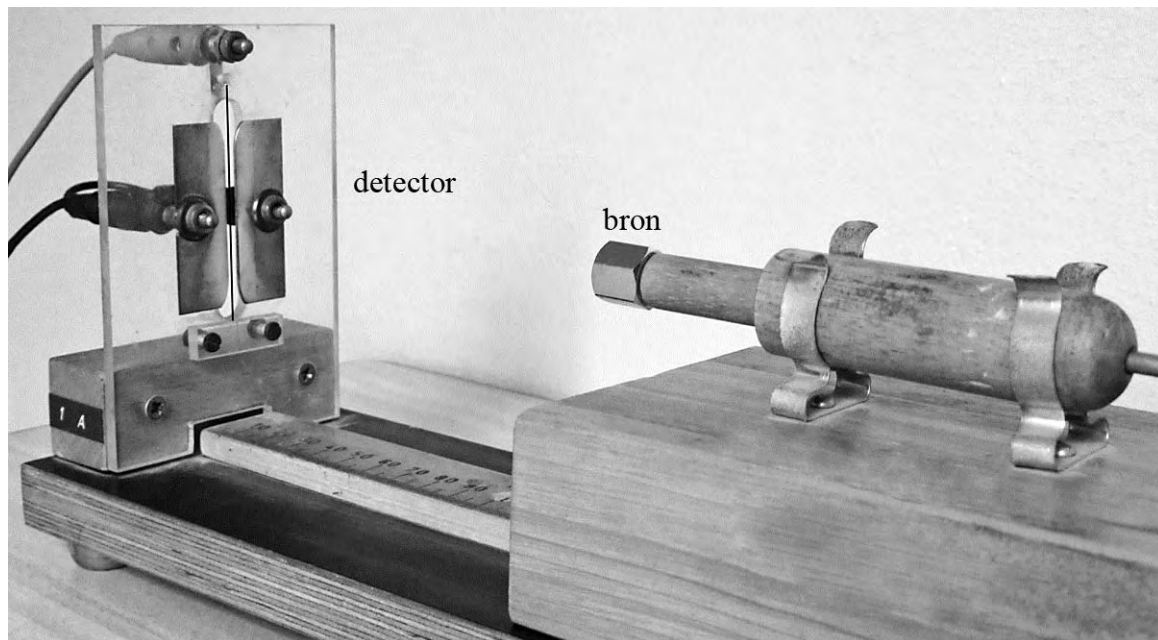
### Opgave 3 Alfadetector

Carla en Harry gaan een experiment uitvoeren waarbij zij de dracht van alfadeeltjes in lucht willen bepalen. Figuur 1 is een foto van de opstelling die ze gebruiken. Uit een radioactieve bron komen alfadeeltjes die in de richting van een detector bewegen.

In figuur 2 is de detector van achteren te zien. De detector bestaat uit een dunne metaaldraad en twee metaalplaten. Tussen de draad en de metaalplaten staat een hoge spanning.

Als een alfadeeltje in de buurt van de metaaldraad voldoende moleculen van de lucht ioniseert, vindt er een elektrische ontleding plaats tussen één van de metaalplaten en de dunne metaaldraad, waardoor een vonk ontstaat. In figuur 2 zijn vier vonken te zien.

figuur 1



Carla en Harry verschillen van mening over de manier waarop een alfadeeltje de moleculen van de lucht ioniseert.

Carla zegt: "Het alfadeeltje bestraalt de moleculen van de lucht."

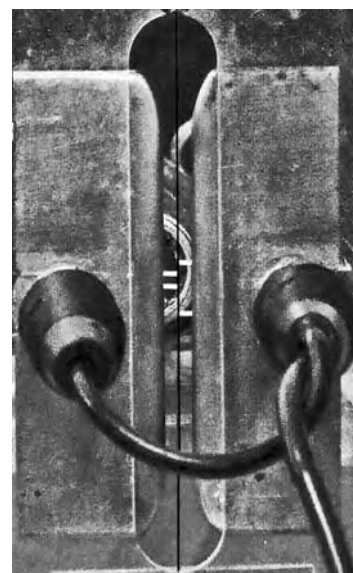
Harry zegt: "Het alfadeeltje botst tegen de moleculen van de lucht."

1p 14 Wie heeft gelijk?

Eén alfadeeltje kan maar één vonk maken. Carla en Harry tellen gemiddeld 24 vonken per minuut. Volgens Harry is de activiteit van de bron gelijk aan 0,40 Bq. Carla is het hiermee oneens en denkt dat de activiteit van de bron groter is.

2p 15 Leg uit wie gelijk heeft.

figuur 2



In figuur 3 is het elektrische gedeelte van de detector schematisch weergegeven. De grootte van de weerstand  $R$  is  $100\text{ M}\Omega$ . Carla en Harry discussiëren over de vraag hoe groot de spanning tussen de metaaldraad en een metaalplaat is op het moment dat er geen vonk is. Volgens Carla is deze spanning  $2,0\text{ kV}$ . Volgens Harry is deze spanning  $4,0\text{ kV}$ .

2p **16** Leg uit wie gelijk heeft.

Als er wel een vonk is, verandert de spanning tussen de draad en één van de metaalplaten. Volgens Carla neemt deze spanning af, volgens Harry neemt deze spanning toe.

2p **17** Leg uit wie gelijk heeft.

De voltmeter in figuur 3 wijst tijdens een elektrische ontlading  $250\text{ V}$  aan.

2p **18** Bereken de stroomsterkte die de ampèremeter nu aangeeft.

Als radioactieve bron wordt americium-241 gebruikt.

3p **19** Geef de vervalvergelijking van  $\text{Am-241}$ .

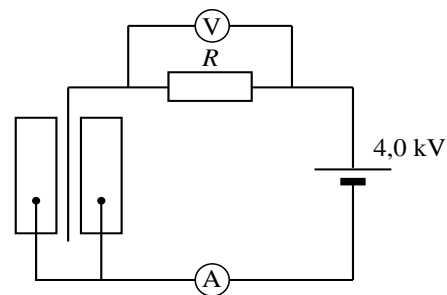
De americium-241-bron is vijf jaar oud.

2p **20** Leg uit of de activiteit in die vijf jaar merkbaar is afgenomen.

Carla en Harry gaan nu met de opstelling van figuur 1 de dracht van de alfadeeltjes in lucht bepalen. In deze opstelling is het mogelijk met de bron te schuiven.

2p **21** Leg uit hoe ze met deze opstelling de dracht van de alfadeeltjes kunnen bepalen.

figuur 3





### Opgave 4 Kruiken

Babybedjes worden vaak nog verwarmd met kruiken. Meestal is dat een roestvrij stalen fles die gevuld is met heet water. Zie figuur 1.

figuur 1



De roestvrij stalen kruik uit figuur 1 heeft een massa van 0,43 kg en is gevuld met 1,1 liter heet water. 's Nachts koelt de kruik met water af van 85 °C tot 35 °C.

- 4p **22** Bereken hoeveel warmte de kruik met water dan heeft afgestaan.

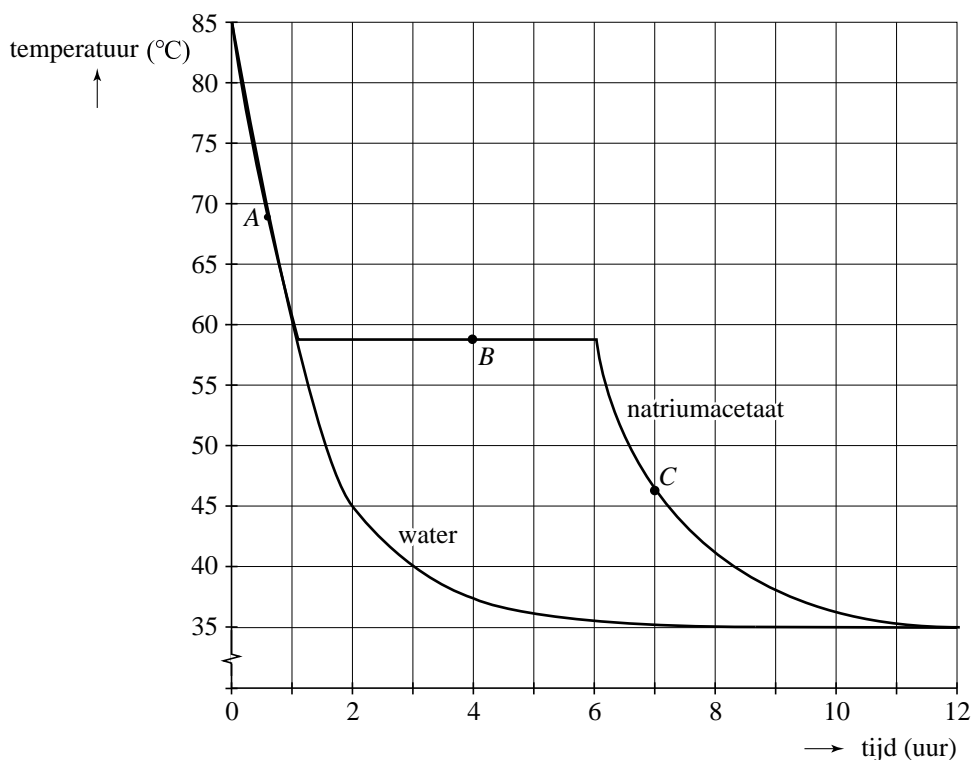
In ziekenhuizen zijn kruiken niet gevuld met water maar met natriumacetaat. In de tabel hieronder staan enkele stoffeïenschappen van natriumacetaat en water.

	smeltpunt (°C)	smeltwarmte* (Jkg <sup>-1</sup> )	dichtheid bij 70 °C (kgm <sup>-3</sup> )
water	0	3,34 · 10 <sup>5</sup>	0,978 · 10 <sup>3</sup>
natriumacetaat	58	2,89 · 10 <sup>5</sup>	1,45 · 10 <sup>3</sup>

\* De smeltwarmte van een stof is de hoeveelheid energie die nodig is om 1 kg van die stof volledig te laten smelten. Deze warmte komt vrij als de stof stolt.

Om de warmteafgifte van een kruik gevuld met natriumacetaat te vergelijken met een identieke kruik gevuld met water, wordt tijdens het afkoelen van beide kruiken een (temperatuur,tijd)-diagram opgemeten. Zie figuur 2.

figuur 2



In de grafiek van de kruik die gevuld is met natriumacetaat zijn drie punten A, B en C aangegeven.

2p **23** Geef in de tabel op de uitwerkbijlage met kruisjes aan in welke fase(n) het natriumacetaat zich bevindt bij A, B en C.

2p **24** Geef in de tabel op de uitwerkbijlage met kruisjes aan of de kruik wel of geen warmte afstaat bij A, B en C.

In het eerste uur van de meting geldt voor de afgegeven warmte  $Q$  het volgende verband:

$$Q = c\rho V\Delta T$$

Hierin is:

- $c$  de soortelijke warmte in  $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ;
- $\rho$  de dichtheid in  $\text{kgm}^{-3}$ ;
- $V$  het volume in  $\text{m}^3$ ;
- $\Delta T$  het temperatuurverschil in  $^{\circ}\text{C}$ .

2p **25** Leid dit verband af met behulp van formules uit Binas.

In het eerste uur van de meting blijkt de kruik die gevuld is met natriumacetaat evenveel warmte per seconde te verliezen als de kruik die gevuld is met water.

4p **26** Leg uit of de soortelijke warmte van natriumacetaat bij  $70^{\circ}\text{C}$  groter, kleiner of gelijk is aan de soortelijke warmte van water. Gebruik in je antwoord ook de grafiek van figuur 2.

In een ziekenhuis worden kruiken opgewarmd in een kruikenmoeder. In dit apparaat zitten negen schachten (openingen) waarin de kruiken passen. Zie figuur 3.

De kruikenmoeder is helemaal gevuld met water dat wordt verwarmd met een elektrisch verwarmingselement.

1p **27** Wat is de belangrijkste vorm van warmtetransport van het element naar een schacht?

Om een kruik op te warmen is  $7,0 \cdot 10^5 \text{ J}$  aan energie nodig. Het element in de kruikenmoeder heeft een vermogen van 1,2 kW.

3p **28** Bereken hoeveel minuten er minimaal nodig zijn om negen kruiken tegelijk op te warmen.

figuur 3



bron: Dörr Kampen

**uitwerkbijlage**

23

	vast	vloeibaar	gasvormig
A			
B			
C			

24

	kruik staat warmte af	kruik staat geen warmte af
A		
B		
C		

## Opgave 5 Slagboom

Bij het oversteken van een provinciegrens in India moet tol betaald worden. Auto's moeten er stoppen voor een eenvoudige slagboom en mogen na betalen van het tolgeld weer doorrijden.

Aan het rechteruiteinde van de slagboom hangt als contragewicht een zak met stenen. Zie figuur 1. Aan het linkeruiteinde van de slagboom is een touw vastgemaakt waarmee de slagboom bediend kan worden. Zie figuur 2.

figuur 1



figuur 2



Op de uitwerkbijlage is de slagboom vereenvoudigd en op schaal weergegeven. De slagboom kan draaien om punt S en wordt in evenwicht gehouden met het touw. Als het touw wordt losgelaten gaat de slagboom omhoog.

- 1p **29** Ligt het zwaartepunt van de slagboom met contragewicht links of rechts van S of precies in S?

Het moment van de zwaartekracht op de slagboom met contragewicht ten opzichte van punt S is gelijk aan  $69 \text{ Nm}$ . Het moment van de spankracht in het touw zorgt voor evenwicht.

De lengte van de slagboom is  $6,20 \text{ m}$ .

- 5p **30** Voer de volgende opdrachten uit:
- Construeer in de figuur op de uitwerkbijlage de arm van de spankracht ten opzichte van punt S.
  - Bepaal de werkelijke grootte van de arm van de spankracht.
  - Bereken de grootte van de spankracht.

uitwerkbijlage

29 en 30

