

2025-2026

Oefentoets TW1 Straling + Stoffen en Materialen havo 5

1 uur en 40 minuten

Natuurkunde

WIJN KOELEN

In de figuur hieronder zie je een wijnkoelstaaf. Deze wordt gebruikt om gekoelde dranken langer fris te houden buiten de koelkast.



De wijnkoelstaaf bestaat uit twee onderdelen:

- een schenktuit die onderaan ook een opening heeft waardoor de wijn in de tuit kan komen;
- een massieve roestvrijstalen staaf die voor gebruik in de vriezer moet worden gelegd.

2p **1** Noem de drie vormen van warmtetransport.

De staaf heeft een elegant design. Ter vereenvoudiging nemen we aan dat de roestvrijstalen staaf cilindervormig is met een grondoppervlak $A = 2,0 \text{ cm}^2$. De staaf weegt 300 g.

4p **2** Bereken de hoogte van de roestvrijstalen staaf.

De staaf wordt afgekoeld in een vriezer die op $-17,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ staat ingesteld. Als de staaf daarna in een fles wijn wordt geplaatst is de temperatuur van de staaf na een tijdje $12,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ geworden.

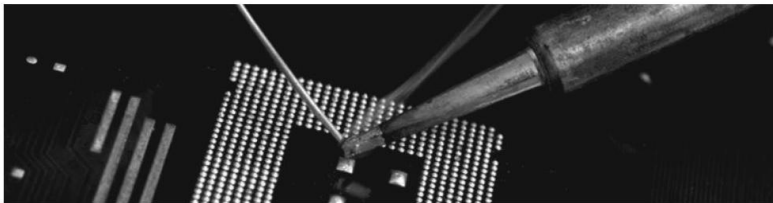
- 3p **3** Bereken de warmte die de staaf hierbij heeft opgenomen.

In de praktijk is het meestal zo dat de wijn zelf al gekoeld uit de koelkast komt en dat de koelstaaf er vooral voor zorgt dat de wijn langzamer opwarmt als de fles op tafel staat.

- 2p **4** Noem twee redenen waarom wijn in de praktijk niet veel kouder wordt door een koelstaaf maar vooral langzamer opwarmt.

Solderen

Solderen is een techniek om twee metalen onderdelen met elkaar te verbinden. In figuur 1 zie je hoe een onderdeel wordt gesoldeerd.



Figuur 1

Voor het solderen wordt de alliage (mengsel van metalen) 'zacht soldeer' gebruikt. Deze alliage heeft een lager smeltpunt dan de metalen onderdelen die met elkaar verbonden moeten worden.

Er wordt een messingdraad met zacht soldeer aan een messingstrip gesoldeerd. Het solderen gebeurt met (de punt van) een soldeerbout. Zie figuur 2.



Figuur 2

- 2p **5** Leg met behulp van het tabellenboek uit tussen welke waarden de temperatuur van de punt van de soldeerbout moet liggen.

In de soldeerbout loopt een elektrische stroomsterkte van 15 A.

Het elektrische vermogen is 90 W.

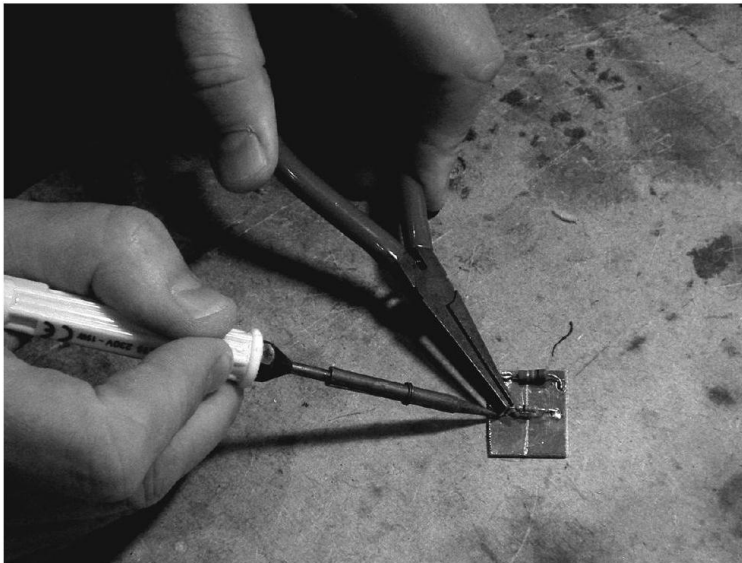
Het soldeerapparaat is aangesloten op een stopcontact met een spanning van 230 V.

De soldeerbout is te gebruiken als de temperatuur van de punt 400 °C is. De begintemperatuur is 20 °C. De punt is gemaakt van koper en heeft een massa van 50 gram.

- 4p **6** Bereken hoe lang het minstens duurt voordat de punt deze temperatuur bereikt heeft. Veronderstel dat geen warmte weglekt naar de omgeving.

Bij het solderen van een klein onderdeel wordt vaak een metalen tang gebruikt, om dit onderdeel te beschermen tegen oververhitting.

Zie figuur 3. Het materiaal van de punt van de tang is hierbij van belang. Op de uitwerkbijlage staan hierover twee zinnen.



Figuur 3

- 2p **7** Omcirkel in de zinnen op de uitwerkbijlage het juiste alternatief.

Lithografie

Lees het volgende artikel.

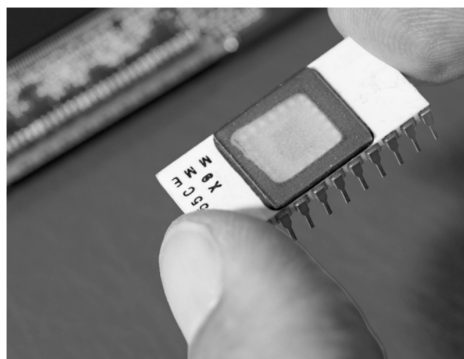
In een elektrisch apparaat zitten onderdelen zoals weerstanden en diodes. Vroeger werden die onderdelen op een kunststof plaat met koperen geleiders bevestigd. Zo'n plaat wordt een printplaat genoemd. Zie figuur 4.



Figuur 4

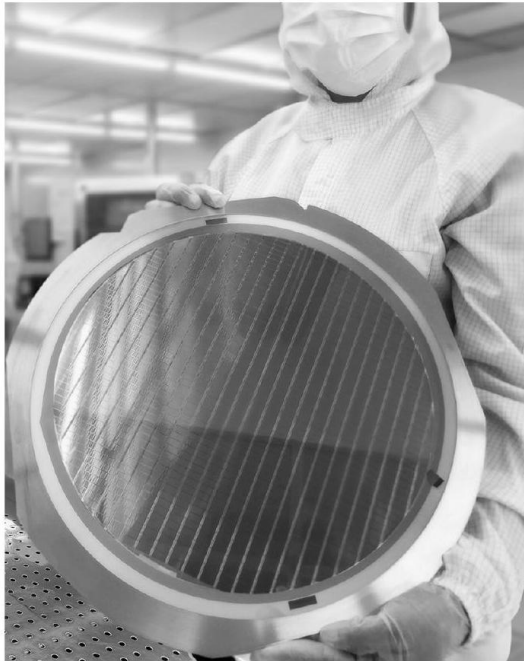
Tegenwoordig worden printplaten vaak vervangen door 'integrated circuits' (IC's). Zie figuur 5.

In een IC zijn met behulp van licht microscopisch kleine patronen gemaakt. Deze patronen werken hetzelfde als onderdelen en geleiders op een printplaat, maar een IC is veel kleiner.



Figuur 5

In een IC zijn met behulp van licht microscopisch kleine patronen gemaakt. Deze patronen werken hetzelfde als onderdelen en geleiders op een printplaat, maar een IC is veel kleiner. IC's worden met meerdere tegelijk gemaakt door een ronde plaat te 'belichten'. Zie figuur 6.



Figuur 6

Dit proces heet lithografie. De IC's worden daarna uit deze plaat gesneden. Voor het belichten wordt een stralingsbron gebruikt met een golflengte van 193 nm .

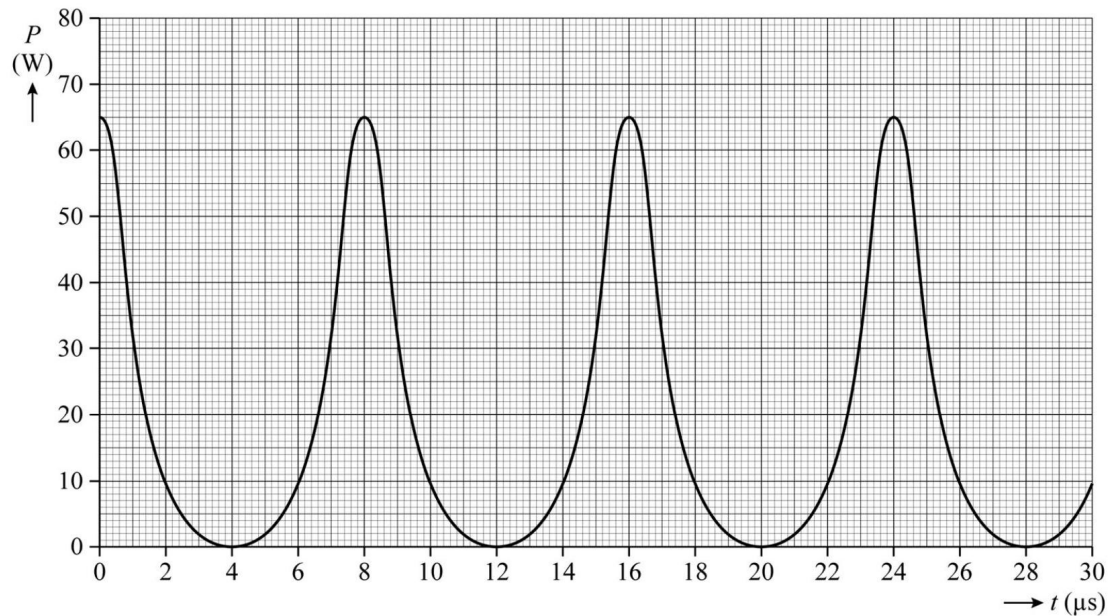
- 1p **8** Tot welk deel van het elektromagnetisch spectrum behoort deze straling?
- A** gammastraling
 - B** röntgenstraling
 - C** UV-straling
 - D** zichtbaar licht

Om IC's nog kleiner te maken is straling nodig met een kortere golflengte dan 193 nm . Om deze straling te maken schiet men met een laser pulsen op een kleine hoeveelheid tin. Door verhitting vindt een faseovergang van het tin plaats. Tijdens deze faseovergang zendt het tin straling uit waarmee de plaat wordt belicht.

Het tin heeft een begintemperatuur van $7 \cdot 10^2\text{ K}$ en gaat over in de gasfase.

- 2p **9** Geef de naam van de faseovergang die hier plaatsvindt. Licht je antwoord toe.

In figuur 7 is een (P,t) -diagram gegeven van enkele pulsen van de laser waarmee het tin wordt beschoten.



Figuur 7

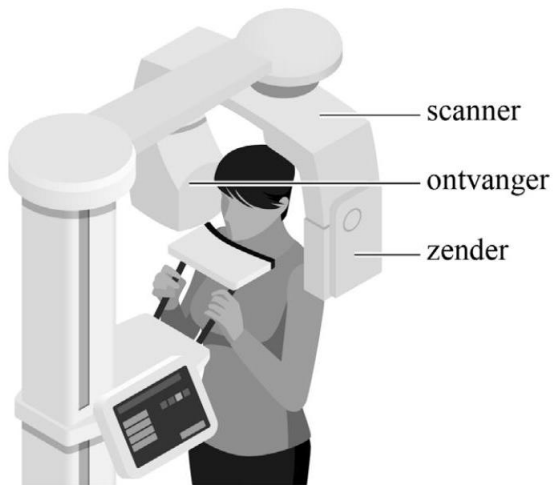
Tijdens één puls draagt de laser $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ J}$ over op het tin.

Om de kleine hoeveelheid tin in de gasfase te krijgen moet er in korte tijd $2,5 \text{ J}$ aan energie worden toegevoerd.

- 3p **10** Bepaal met behulp van figuur 7 de tijd die nodig is om het tin in de gasfase te krijgen.

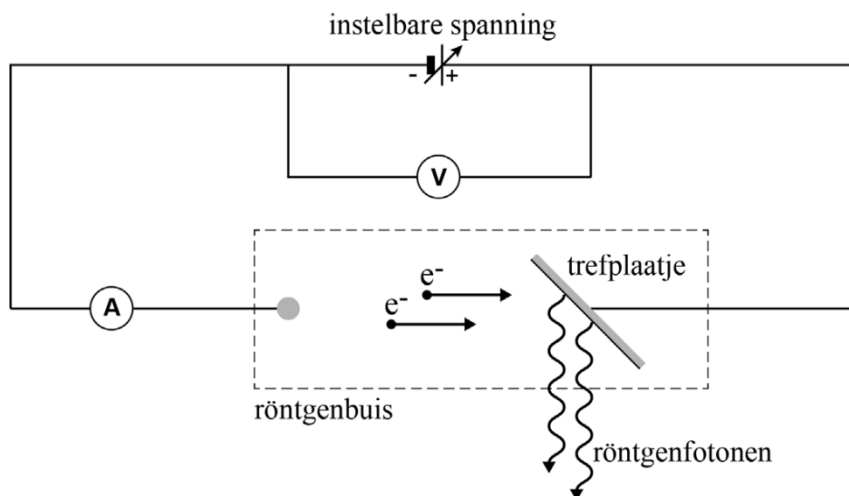
Gebitsfoto

Om het gebit goed te kunnen beoordelen, maakt de tandarts röntgenscans. Voor het maken van een röntgenscan kan de tandarts een röntgenapparaat met een draaibare scanner gebruiken waarmee die een foto van het volledige gebit kan maken. In korte tijd draait de scanner rondom het hoofd van de patiënt. Zie figuur 8.



Figuur 8

De röntgenstraling wordt opgewekt in een zogenaamde röntgenbuis. Dit gebeurt door in de röntgenbuis een trefplaatje te beschieten met elektronen. De snelheid van de elektronen kan verhoogd worden door het verhogen van een instelbare spanning U over de röntgenbuis. Zie figuur 9.



Figuur 9

Snellere elektronen leveren fotonen op met een hogere foton-energie en dus een kleinere golflengte. De golflengte van fotonen die voor gebitsfoto's worden gebruikt, ligt tussen de $0,01 \text{ nm}$ en 10 nm . De spanning U is zo ingesteld dat de fotonenergie 85 keV is.

- 4p **11** Toon met een berekening aan dat de golflengte van de gebruikte fotonen binnen het aangegeven gebied ligt.

Hoeveel fotonen er per seconde ontstaan, wordt onder andere bepaald door de stroomsterkte I van de elektronen in de röntgenbuis. Deze stroomsterkte is $6,0 \text{ mA}$. Slechts 1 op de 100 elektronen uit deze stroom maakt echt een foton vrij in het trefplaatje.

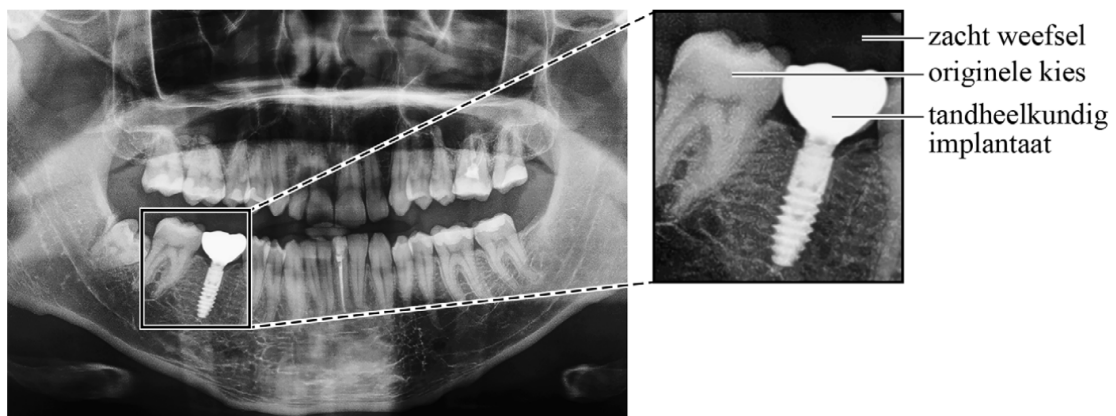
- 3p **12** Bereken hoeveel fotonen er per seconde ontstaan.

Om de stralingsdosis goed te kunnen instellen, worden proefmetingen in de scanner gedaan met een pop die werkt als een dosimeter.

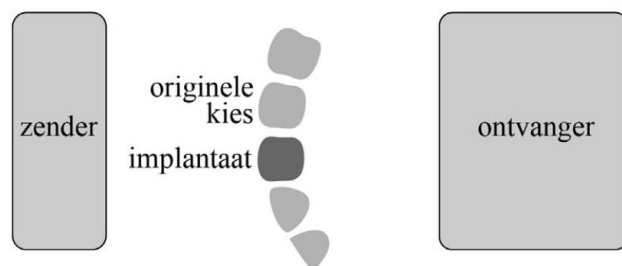
De pop ontvangt tijdens een proefscan een stralingsvermogen van $2,6 \cdot 10^{-4} \text{ W}$. Het maken van de totale scan duurt $16,7 \text{ s}$. De massa van het bestraalde materiaal is $1,5 \text{ kg}$.

- 3p **13** Bereken de dosis die de pop ontvangt tijdens deze proefscan.

In figuur 10 is de scan te zien zoals een tandarts die heeft gemaakt van een patiënt. Eén van de kiezen van de patiënt is vervangen door een implantaat van metaal. In de vergroting zijn een originele kies en het implantaat zichtbaar. De kies en het implantaat hebben dezelfde dikte. Zie het schematische bovenaanzicht in figuur 11.



Figuur 10



Figuur 11

De donkere gebieden op de scan in figuur 10 geven aan dat er op die plaatsen meer straling door de ontvanger gemeten is.

- 2p **14** Leg uit of het implantaat een grotere of kleinere halveringsdikte heeft dan de originele kies.

Samarium-153

Cassie, een acht jaar oude hond met een tumor in een bot, is onlangs als eerste hond ter wereld succesvol behandeld met samarium-153.



Samarium-153 komt niet in de vrije natuur voor. Het wordt gemaakt door samarium-152-kernen te beschieten met een bepaald soort deeltjes.

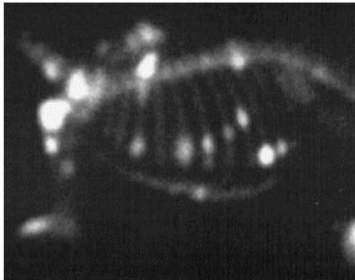
1p **15** Met welk deeltje moet een samarium-152-kern beschoten worden om samarium-153 te vormen?

- A alfadeeltje
- B betadeeltje
- C gammafoton
- D neutron
- E proton

Samarium-153 zendt zowel β^- -straling als γ -straling uit. Het kan daarom zowel voor een behandeling tegen tumoren gebruikt worden als voor een scan.

4p **16** Geef de vervalreactie van samarium-153.

Samarium hecht zich beter aan geïnfecteerd botweefsel dan aan gezond botweefsel. Daarom kan er tijdens de behandeling ook een scan gemaakt worden van de hond waarin zieke botdelen als lichte vlekken te zien zijn. Zie figuur 12.



Figuur 12

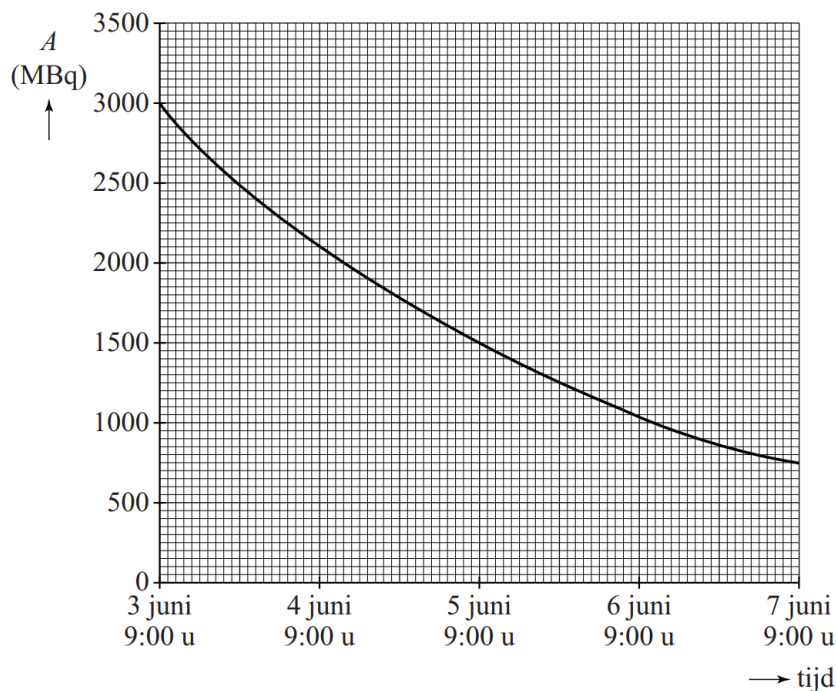
- 1p 17 Welk soort straling wordt gebruikt om een scan te maken en van welke eigenschap van die straling wordt dan gebruikgemaakt?
- A β^- -straling, want deze straling heeft een klein doordringend vermogen
 - B β^- -straling, want deze straling heeft een groot doordringend vermogen
 - C γ -straling, want deze straling heeft een klein doordringend vermogen
 - D γ -straling, want deze straling heeft een groot doordringend vermogen

Het medicijn, met productiedatum 3 juni 9.00 uur, wordt aangeleverd in een flesje met een inhoud van 15 mL. Zie figuur 13.



Figuur 13

De activiteit van het geleverde samarium-153 is weergegeven in figuur 14.



Figuur 14

- 2p **18** Bepaal met behulp van figuur 14 de halveringstijd van samarium-153.

Cassie is op 4 juni om 9.00 uur 's ochtends ingespoten met het medicijn. Volgens de arts moet er **37 MBq** per kg lichaamsgewicht geïnjecteerd worden. Cassie heeft een massa van **30 kg**.

- 3p **19** Bepaal hoeveel milliliter van het medicijn ingespoten moet worden.

Een deel van het bij Cassie ingespoten samarium is uitgescheiden met de urine. De urine van Cassie werd daarom opgevangen en gedurende 10 halveringstijden bewaard.

- 2p **20** Bereken hoeveel procent van de activiteit van het samarium in de opgevangen urine er na die tijd nog over was. Geef je antwoord in twee significante cijfers.