

2023-2024

# 4H SE4.1 Elektriciteit en Straling

## Oefentoets havo bovenbouw

vrijdag 28 juni 2024

1 uur en 40 minuten

**Natuurkunde**

**Opgavenblad**

**Bij deze toets hoort een uitwerkbijlage.**

Deze toets bestaat uit 17 vragen. Voor deze toets zijn maximaal 44 punten te behalen. Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

**De volgende hulpmiddelen zijn toegestaan:**

- Binas
- Nederlands Woordenboek
- Rekenmachine

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


**Open vragen**

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.

## Accuboormachine

Inge gebruikt regelmatig een accuboormachine. Het valt haar op dat deze boormachine niet voor iedere boorklus geschikt is. Zij wil weten hoe dat komt en besluit daarom enkele eigenschappen van de boormachine te onderzoeken.

Op de doos van de boormachine staat een tabel met eigenschappen van de boormachine. Zie figuur 1.

	capaciteit	1,3 Ah
	spanning	10,8 V
	(maximaal) vermogen	180 W
	(maximaal) koppel	16 Nm

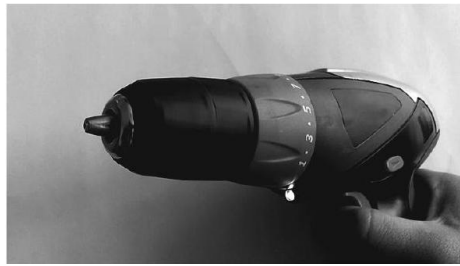
**Figuur 1**

Inge is vergeten wat capaciteit betekent. Ze zoekt op internet en vindt het volgende:

“Met capaciteit wordt bedoeld hoeveel stroomsterkte de accu gedurende een bepaalde tijd kan leveren. 3,0 Ah betekent dat de accu gedurende één uur 3,0 A kan leveren, of 1,5 A gedurende twee uur.”

- 3p **1** Bereken hoeveel minuten Inge met deze boormachine op maximaal vermogen kan boren met één volle accu.

Sommige accuboormachines zijn voorzien van een lampje dat de plek verlicht waar geboord wordt. Zie figuur 2.



**Figuur 2**

De schakeling hiervoor voldoet aan de volgende eisen:

- Als de motor van de boor met een schakelaar wordt ingeschakeld, gaat het lampje ook branden.
- Door het lampje loopt een kleine stroomsterkte, door de motor loopt een grote stroomsterkte.

Op de uitwerkbijlage zijn vijf verschillende schakelingen getekend.

- 3p 2 Geef op de uitwerkbijlage per schakeling aan of deze wel of niet aan de gestelde eisen voldoet.

## Elektrische eierkoker

---

Aart heeft een elektrische eierkoker. Zie figuur 3.



**Figuur 3**

Deze eierkoker werkt als volgt:

De eierkoker wordt gevuld met maximaal 7 eieren en een beetje koud water en afgedekt met een deksel.

Na inschakelen wordt het water door een elektrisch verwarmingselement tot het kookpunt verhit en omgezet in waterdamp. De waterdamp verhit de eieren. Zodra het water volledig is verdampt, loopt de temperatuur van het element op tot boven 100 °C. Op dat moment schakelt het verwarmingselement uit en schakelt een zoemer in.

Op de uitwerkbijlage staat een deel van het elektrisch schakelschema getekend. In de eierkoker zit een automatische schakelaar **T** met twee standen. Als de temperatuur lager is dan of gelijk is aan 100 °C staat de schakelaar in stand **I**. Als de temperatuur hoger is dan 100 °C staat de schakelaar in stand **II**.

De eierkoker voldoet aan de volgende drie ontwerpeisen:

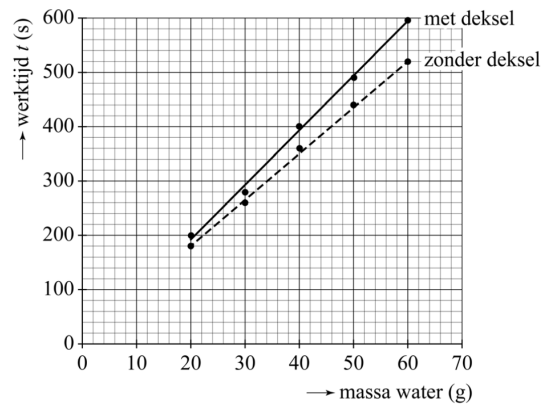
1. De eierkoker gaat aan en uit met een schakelaar **S**.
2. Als het verwarmingselement **R** aan is, brandt een controlelampje **L**. Beide werken op een spanning van 230 V.
3. Als de temperatuur boven de 100 °C komt, schakelen **R** en **L** uit en schakelt een zoemer **Z** in.

- 4p **3** Teken op de uitwerkbijlage de overige draden in het schema zodat de eierkoker functioneert volgens de drie ontwerpeisen.

De eierkoker heeft een deksel met een gaatje waar waterdamp door ontsnapt. Zie figuur 3.

De werktijd  $t$  is de tijd tussen het aanzetten van de eierkoker en het automatisch uitschakelen van het verwarmingselement.

Aart meet nog zonder eieren hoe  $t$  afhangt van de massa van het water. Hij voert de metingen uit zonder deksel en met deksel. Het resultaat staat in figuur 4.



**Figuur 4**

Aart ziet dat waterdamp op het deksel condenseert en terugloopt in de eierkoker.

- 2p **4** Leg uit dat deze waarneming in overeenstemming is met zijn meting dat de werktijd met deksel langer is dan zonder deksel.

De werktijd  $t$  wordt bepaald door het ontwerp van de eierkoker. Op de uitwerkbijlage staat een tabel met mogelijke aanpassingen in het ontwerp.

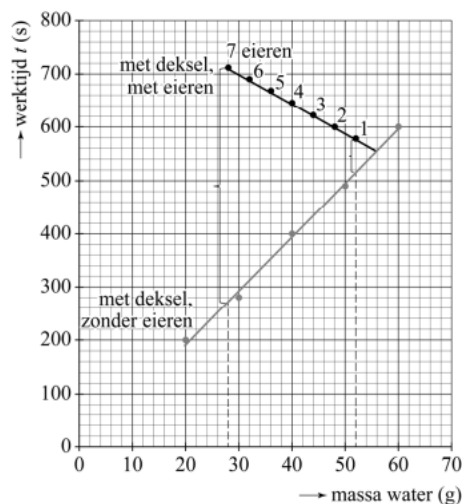
- 2p **5** Geef per aanpassing aan of  $t$  daardoor afneemt of toeneemt.

In de gebruiksaanwijzing vindt Aart een tabel met een opvallende opmerking. Zie figuur 5.

'Hoe <b>meer</b> eieren er gekookt worden, hoe <b>minder</b> water er toegevoegd hoeft te worden.'							
aantal eieren	1	2	3	4	5	6	7
toe te voegen water (gram)	52	48	44	40	36	32	28

**Figuur 5**

Aart meet  $t$  voor 1 tot en met 7 eieren en zet zijn resultaten in een grafiek. Zie figuur 6. Voor iedere meting zijn het deksel en de voorgeschreven hoeveelheid water gebruikt.



**Figuur 6**

In figuur 6 staat ook de grafiek van de eerdere metingen met deksel, zonder eieren. In figuur 6 is te zien dat  $t$  voor 7 eieren en 28 gram water veel langer is dan voor alleen 28 gram water. Voor 1 ei en 52 gram water is  $t$  maar iets langer dan voor alleen 52 gram water.

Het rendement van het koken van de eieren is de verhouding tussen de nuttige energie die door de eieren is opgenomen en de totale elektrische energie die de eierkoker heeft opgenomen.

- 3p **6** Leg met behulp van figuur 6 uit of het rendement van de eierkoker bij het in één keer koken van 7 eieren groter is dan, kleiner is dan of even groot is als bij het koken van 1 ei.

Het verwarmingselement heeft een vermogen van 320 W. Op internet leest Aart dat een ei tijdens het koken ongeveer 14 kJ energie opneemt.

- 3p **7** Toon met figuur 6 en met een berekening aan of deze stelling kan kloppen voor het koken van 1 ei met de eierkoker.

## Lampje

Meneer Winder heeft een LED werkt bij een spanning van  $1,4V$  en een stroomsterkte van  $0,050A$ . Deze moet aangesloten worden op een spanningsbron. De spanningsbron levert een spanning van  $12V$ .

Om deze lamp te gebruiken moet meneer Winder een weerstand in serie schakelen.

3p **8** Bereken hoe groot deze weerstand moet zijn.

De energie die de weerstand omzet, wordt gezien als nutteloze energie.

2p **9** Bereken hoeveel energie per seconde in de weerstand wordt omgezet.

## Korte opgave over straling

---

3p **10** Geef de vervalvergelijking van Uranium-238.

2p **11** Geef van de volgende opmerkingen aan of deze juist of onjuist zijn.

1. Gamma straling komt het verste
2. Gamma straling is de schadelijkste straling
3. Het gebruik van een tracer is een voorbeeld van besmetting

De radioloog in het ziekenhuis gebruikt straling voor het behandelen van tumoren.

1p **12** Wat voor soort straling kan het beste worden gekozen voor deze toepassing?

- A Alfa
- B Beta
- C Gamma
- D Röntgen
- E 5G

## Molybdeen-99

---

In Petten staat een kerncentrale waar isotopen voor medische toepassingen worden geproduceerd. Eén van de belangrijkste producten is molybdeen-99 ( $Mo-99$ ).

$Mo-99$  wordt geproduceerd door een neutron in de kern van een andere isotoop te schieten.

3p **13** Maak de vergelijking van deze op de uitwerkbijlage reactie compleet.



Mo-99 wordt naar ziekenhuizen getransporteerd. Ondertussen vervalt een deel tot technetium-99m (Tc-99m), dat gebruikt wordt voor medische behandelingen. Iedere keer als men Tc-99m nodig heeft voor een behandeling, wordt dit afgescheiden van het molybdeen.

In ziekenhuizen wordt wekelijks een nieuwe voorraad Mo-99 aangevoerd.

1p **14** Hoeveel procent van de oorspronkelijke hoeveelheid Mo-99 is er na een week nog over?

- A minder dan 25%
- B tussen 25% en 50%
- C tussen 50% en 75%
- D meer dan 75%

Tc-99m is metastabiel. Dit betekent dat de protonen en neutronen in de kern van een Tc-99m atoom zich kunnen herschikken tot een toestand met een lagere energie. Bij het verval van Tc-99m naar Tc-99 komt een foton vrij met een energie van 0,141 MeV.

4p **15** Bereken de golflengte van dit foton.

Door deze fotonen is Tc-99m geschikt als tracer.

Een voorwaarde voor een radioactieve tracer is dat de totale dosis voor de patiënt zo laag mogelijk blijft. Een arts kan voor een behandeling kiezen uit tracers met verschillende halveringstijden.

In de figuur op de uitwerkbijlage staat het verval in de eerste 12 uur voor Tc-99m. In de figuur is ook het verval voor twee tracers met andere halveringstijden weergegeven.

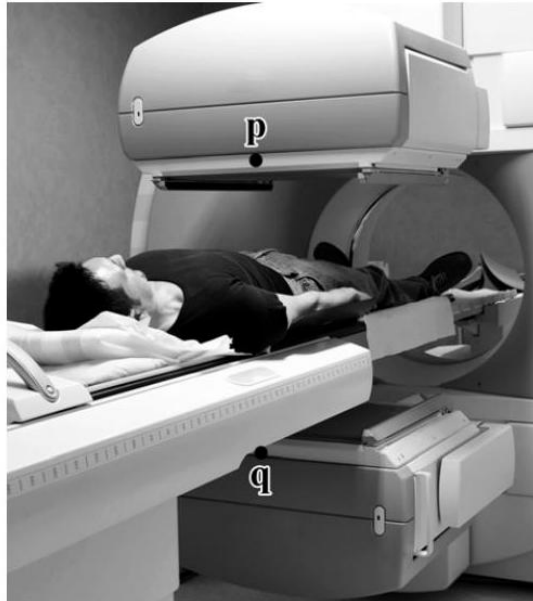
Voor een bepaalde diagnose is 3,0 uur na het toedienen van de radioactieve tracer ( $N = 1,0 \cdot 10^{12}$  op  $t = 0$  uur) een activiteit nodig van minimaal  $2,0 \cdot 10^7$  Bq

4p **16** Voer de volgende opdrachten uit:

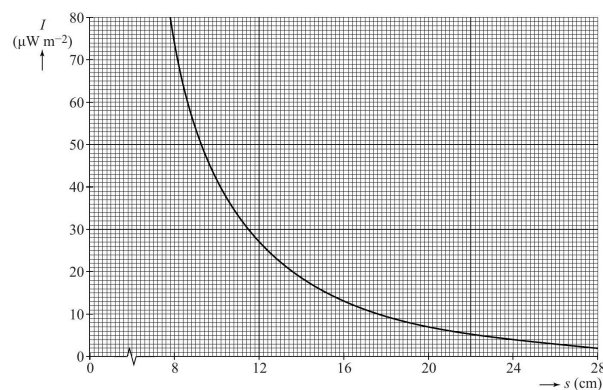
- Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage of Tc-99m aan deze eis voldoet.
- Leg met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage uit waarom er meer tracer toegediend moet worden bij stoffen met halveringstijden van 60 uur en 0,6 uur om tot dezelfde activiteit te komen 3,0 uur na het toedienen.

De plaats van de tracer kan worden bepaald door twee fotondetectoren p en q rond de patiënt te plaatsen, zie figuur 7. Deze detectoren meten de intensiteit van de uitgezonden straling.

De detector meet een lagere intensiteit  $I$  van de straling als de afstand tot de tracer groter is. Het verband tussen de intensiteit van de straling en de afstand die deze straling heeft afgelegd in menselijk weefsel is weergegeven in figuur 8.



**Figuur 7**



**Figuur 8**

- 1p 17 Geef een reden voor het afnemen van de intensiteit  $I$  als de afstand tot de tracer toeneemt.