

## **UITWERKINGEN**

### **Examen Stralingsbeschermingsdeskundige op het niveau van coördinerend deskundige**

---

NRG PALLAS  
Technische Universiteit Delft  
Rijksuniversiteit Groningen  
Radboudumc

NRG PALLAS  
TUD  
RUG  
RUMC

---

Examendatum: 12 mei 2025

- De uitwerkingen zijn een richtlijn voor correctoren. De corrector kan hiervan per subvraag beredeneerd afwijken. De examenkandidaat kan aan de voorgestelde puntenonderverdeling geen rechten ontleen

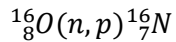
## Uitwerkingen vraagstuk 1 - mei 2025 [18 punten]

### Vallen in het reactorbassin

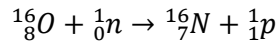
#### Vraag 1.1 [2 punten]

Geef de reactievergelijking waaruit  $^{16}\text{N}$  ontstaat.

Korte notatie



Lange notatie



[2 punten]

Een afwijking van een van deze twee notaties geeft een punt aftrek.  
Het niet opschrijven van het atoomnummer geeft géén aftrek.

#### Vraag 1.2 [6 punten]

Bereken het omgevingsdosisequivalent waaraan de operator wordt blootgesteld.

$$H^*(10) = \dot{H}^*(10) \cdot \frac{r_1^2}{r_2^2} \cdot T \cdot t \quad \text{met } T = B \cdot e^{-\mu \cdot x}$$

Opzoeken van de massieke verzwakkingscoëfficiënt ( $\mu/\rho$ ) voor 6,0 MeV fotonen in bijlage blz. 3, geeft:  $\mu/\rho = 0,0028 \text{ m}^2/\text{kg}$  [1 punt]

$$\rho_{\text{water}} = 997 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$\mu = \left(\frac{\mu}{\rho}\right) \cdot \rho = 0,0028 [\text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}] \cdot 997 [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}] = 2,8 \text{ m}^{-1}$$

De afstand van de kern tot de romp van de operator is 5 m, dus:

$$\text{mfp} = \mu d = 2,8 [\text{m}^{-1}] \cdot 5 [\text{m}] = 14 \quad \text{[1 punt]}$$

Aflezen opbouwfactor in bijlage blz. 4, bij  $\text{mfp} = 14,0$  (tussen 10 en 20), geeft een opbouwfactor (B) van ongeveer 7. Goed rekenen  $5 < B < 9$ .

[1 punt]

Transmissie door het water berekenen:

$$T = e^{-\mu d} \cdot B = e^{-2,8 \cdot 5} \cdot 7 = 6,1 \cdot 10^{-6} \quad \text{[1 punt]}$$

Dosis op de romp van de operator berekenen:

$$H^*(10) = \dot{H}^*(10) \cdot \frac{r_1^2}{r_2^2} \cdot T \cdot t$$

$$H^*(10) = 1 [\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}] \cdot \frac{1 [\text{m}^2]}{5^2 [\text{m}^2]} \cdot 6,1 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{2 [\text{min}]}{60 [\text{min} \cdot \text{h}^{-1}]}\right) = 8,1 \cdot 10^{-9} \text{ Sv} = 8 \text{ nSv}$$

Afstands- en tijdscorrectie. [2 punten]

**Vraag 1.3 [5 punten]**

Bereken de effectieve volg dosis voor de operator.

Slok bassinwater:

$$A_{in,slok} = 1,5 \cdot 10^9 [Bq \cdot m^{-3}] \cdot 15 [mL] \cdot 10^{-6} [m^3 \cdot mL^{-1}] = 22,5 \cdot 10^3 Bq \quad [1 \text{ punt}]$$

Door de huid:

$$A_{in,huid} = 1,5 \cdot 10^9 [Bq \cdot m^{-3}] \cdot 0,6 \left[ \frac{Bq \cdot h^{-1}}{Bq \cdot m^{-3}} \right] \cdot \frac{2 [min]}{60 [min \cdot h^{-1}]} = 30 \cdot 10^6 Bq \quad [2 \text{ punten}]$$

$$E_{50} = \sum A_{in} \cdot e(50)$$

Omdat de DCC's voor injectie, ingestie en inhalatie alle hetzelfde zijn is de innameroute blijkbaar niet van belang. Je kunt dus ook voor huidopname een DCC aannemen van  $1,8 \cdot 10^{-11} [Sv \cdot Bq^{-1}]$ .

$$E_{50} = 22,5 \cdot 10^3 \cdot 1,8 \cdot 10^{-11} [Sv \cdot Bq^{-1}] + 30 \cdot 10^6 [Bq] \cdot 1,8 \cdot 10^{-11} [Sv \cdot Bq^{-1}]$$

$$E_{50} = 4,05 \cdot 10^{-7} [Sv] + 5,4 \cdot 10^{-4} [Sv] = 0,54 mSv \quad [2 \text{ punt}]$$

**Vraag 1.4 [3 punten]**

Bereken de tritiumconcentratie (in Bq/mL) die u verwacht te meten in de urine.

Na 1 dag is de urineconcentratie  $2,3 \cdot 10^{-2} Bq/L$  per  $Bq_{in}$

[1 punt, ook bij rekenen met 1,4 L/dag]

$$C_{urine} = 30 \cdot 10^6 [Bq_{in}] \cdot 2,3 \cdot 10^{-2} [Bq \cdot L^{-1} \text{ per } Bq_{in}] \cdot 1 \cdot 10^{-3} [L \cdot mL^{-1}]$$

$$C_{urine} = 690 Bq \cdot mL^{-1}$$

Uitrekenen en juiste eenheid [2 punten]

**Vraag 1.5 [2 punten]**

Beschrijf twee stappen die moeten worden uitgevoerd om de uitwendige tritiumbesmetting zo goed mogelijk te verwijderen.

- Natte kleding uittrekken (en in een daarvoor bestemde plastic zak doen)
- Douchen met zeep (het liefst met koud water zodat de poriën in de huid gesloten blijven)
- Afdrogen met een schone handdoek (en deze in een plastic zak doen)

Per goed antwoord 1 punt tot een maximum van 2 punten.

**Puntenwaardering:**

<b>Vraag</b>	<b>Punten</b>
1.1	2
1.2	6
1.3	5
1.4	3
1.5	2
<b>Totaal</b>	<b>18</b>

**Uitwerkingen vraagstuk 2 - mei 2025 [16 punten]**  
**Afscherming CT-ruimte**

**Vraag 2.1 [6 punten]**

*Bereken de verwachte effectieve jaardosis voor iemand die werkt aan het bureau in punt A, zonder rekening te houden met de afschermende werking van de muur.*

Uit "Luchtkerma vrij-in-lucht in  $\mu\text{Gy}/(\text{mA}\cdot\text{s})$  door strooistraling, bij CT-scans met 140 kVp op verschillende afstanden van het isocentrum" blijkt dat op 3,5 meter het luchtkerma vrij-in-lucht  $0,011 \mu\text{Gy}/(\text{mA}\cdot\text{s})$  is. [1 punt]  
 Op 4,5 meter is dit  $0,011 [\mu\text{Gy}/(\text{mA}\cdot\text{s})] \cdot (3,5/4,5)^2 = 0,00665 \mu\text{Gy}/(\text{mA}\cdot\text{s})$  [2 punt]

Bij 4000 scans per jaar en 2700 mA·s per scan levert dit:  
 $0,00665 [\mu\text{Gy}/(\text{mA}\cdot\text{s})] \cdot 4000 [\text{scans}/\text{j}] \cdot 2700 [\text{mA}\cdot\text{s}/\text{scan}] =$   
 $72 \cdot 10^3 \mu\text{Gy}/\text{j}$  [1 punt]

Iemand die werkt in punt A zal worden blootgesteld in een AP-geometrie. Bij een gemiddelde energie van 100 keV geldt een omrekeningsfactor van 1,39 Sv/Gy, volgens de bijlage effectieve dosis per eenheid van kerma. [1 punt]

De effectieve jaardosis is dus  $1,39 [\text{Sv}/\text{Gy}] \cdot 72 [\text{mGy}/\text{j}] =$   
 $100 \text{ mSv}/\text{j}$  [1 punt, rekenen met 1,4 wordt ook goed gerekend]

**Vraag 2.2 [2 punten]**

*Bereken het benodigde loodequivalent, afgerond in halve millimeters, om in punt A in de bedieningsruimte te voldoen aan de eis in de vergunning.*

De benodigde transmissie is:  
 $T = 1 [\text{mSv}/\text{j}] / 100 [\text{mSv}/\text{j}] = 0,01 = 1 \cdot 10^{-2}$  [1 punt]

Aflezend in de bijlage "Transmissie van strooistraling van CT-scans door lood" geeft bij 140 kVp een dikte van 1,2 mm lood, dus het benodigde loodequivalent is 1,2 mm. Na afronding is dit 1,5 mm omdat er bij afscherming altijd naar boven moet worden afgerond. [1 punt]

**Vraag 2.3 [3 punten]**

*Beargumenteer op basis van een berekening of in de curve van bijlage blz. 9 rekening is gehouden met de build-up.*

De smalle-bundel-transmissie van 1,2 mm lood is  $e^{-\mu d} = e^{-63 \cdot 0,12} = 5,2 \cdot 10^{-4}$   
Dit is veel minder dan de bij vraag 2 berekende transmissie, wat laat zien dat de grafiek de transmissie van een brede bundel weergeeft.

Transmissie [1 punt]  
Vergelijking (minder) [1 punt]  
Conclusie [1 punt]

Alternatief:

Bepaal de dikte  $d$  op basis van de benodigde transmissie van  $10^{-2}$ , met behulp van de  $\mu$  van  $63 \text{ cm}^{-1}$ . Deze bedraagt 0,73 mm.

**Vraag 2.4 [3 punten]**

*Bereken het verwachte omgevingsdosisequivalenttempo tijdens een scan in punt A.*

Totale bestralingstijd:  
 $4000 \text{ [scans/j]} \cdot 5 \text{ [s/scan]} = 20\,000 \text{ s/j} = 5,56 \text{ uur/j}$  [1 punt]

Aflezen transmissie 1,5 mm  $\text{Pb}_{\text{eq}}$  in bijlage bladzijde 9:  $4,3 \cdot 10^{-3}$  [1 punt]

Effectieve jaardosis in punt A zonder afscherming (vraag 2.1): 100 mSv  
 $H^*(10) = E = 100 \text{ [mSv]} \cdot 4,3 \cdot 10^{-3} = 0,43 \text{ mSv/j}$

$\dot{H}^*(10) = \frac{0,43 \text{ [mSv/j]}}{5,56 \text{ [uur/j]}} = 0,077 \text{ mSv/uur}$  [1 punt]

**Vraag 2.5 [2 punten]**

*Noem twee onjuistheden in de e-mail en geef aan waarom die onjuist zijn.*

- Het uitgangspunt om de stroostralingsdosis op de kortste afstand tussen ruimte A en de CT-scanner te berekenen is goed te begrijpen, maar deze aanname houdt geen rekening met de afscherming door de gantry van de CT. De hoogste stroostralingsdosis in de richting van ruimte B is  $0,046 \mu\text{Gy}/(\text{mAs})$ , wat een aanzienlijk hogere effectieve dosis in ruimte B geeft. [1 punt]
- Bij de correctie voor de afstand moet de breuk worden omgedraaid, dus de oorspronkelijke afstand moet in de teller worden geplaatst en de nieuwe afstand in de noemer van de breuk. [1 punt]
- De uitkomst van de berekening van het aantal  $\mu\text{Gy}/\text{scan}$  klopt niet, het lijkt erop dat er niet is gekwadraterd. [1 punt]
- $\text{Klucht} \cong \text{Dweefsel} \cong E$ , klopt niet. Hiervoor zou een conversiefactor gebruikt moeten worden die afhangt van de stralingsgeometrie. [1 punt]
- De notatie  $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$  is onjuist en zou  $\mu\text{Gy}/(\text{mAs})$  of  $\mu\text{Gy}/(\text{mA}\cdot\text{s})$  moeten zijn. [1 punt]

**Puntenwaardering:**

Vraag	Punten
2.1	6
2.2	2
2.3	3
2.4	3
2.5	2
<b>Totaal</b>	<b>16</b>

## Uitwerkingen vraagstuk 3 - mei 2025 [16 punten]

### Besmetting met $^{225}\text{Ac}$

#### Vraag 3.1a [4 punten]

Bepaal de waarden van de laboratorium- en ventilatieparameters  $q$  en  $r$ , waaraan het laboratorium ten minste moet voldoen om de labeling toe te staan.

$$A_{\max} = \frac{0,02 \cdot 10^{p+q+r}}{e(50)_{\text{inh}}}$$

Gegeven het feit dat het om een labeling met een niet-vluchtig nuclide ( $p=-2$ ) gaat met een  $e(50)_{\text{inh,werker}} = 6,5 \times 10^{-6} \text{ Sv Bq}^{-1}$  volgt:

$$A_{\max} = 31 \cdot 10^{q+r} \text{ Bq.} \quad [2 \text{ punten}]$$

Voor deze handeling wordt gewerkt met  $2,8 \text{ MBq} = 2,8 \cdot 10^6 \text{ Bq}$ . Om aan de eis voor  $A_{\max}$  te voldoen moet gelden  $2,8 \cdot 10^6 \text{ Bq} \leq 31 \cdot 10^{q+r} \text{ Bq}$ , ofwel  $9,1 \cdot 10^4 \leq 10^{q+r}$ .

Dit betekent  $q+r \geq 5$ , ofwel  $q = 3$  en  $r = 2$  (omgekeerd is niet toegestaan omdat  $r$  niet groter mag zijn dan  $q$ ). [2 punten]

#### Vraag 3.1b [2 punten]

Bereken de bijdrage van de labeling aan de belastingsfactor van dit laboratorium.

$$B_w = \sum_i \frac{A_i}{A_{\max,i}} \cdot \frac{t_i}{40h} = \frac{2,8 \cdot 10^6 [\text{Bq}]}{3,1 \cdot 10^6 [\text{Bq}]} \cdot \frac{0,75 [\text{h}]}{40 [\text{h}]} = 0,017 \quad [2 \text{ punten}]$$

#### Vraag 3.2 [5 punten]

Maak aannames van de omvang van de besmetting van de huid (in  $\text{cm}^2$ ) en de duur van de besmetting en bereken met behulp van de vuistregel de te verwachten geabsorbeerde huiddosis ter plaatse van de besmette huid.

Elke schatting tussen ruwweg 1 en  $400 \text{ cm}^2$  voor de omvang van de besmetting wordt goedgekeurd. We gaan hier uit van  $10 \text{ cm}^2$ .

Het netto gemeten teltempo bedroeg 48 tps. Dit correspondeert met een gemeten activiteit van  $48 [\text{tps}] / 0,19 [\text{tps/Bq}] = 253 \text{ Bq} = 0,25 \text{ kBq}$ .

[1 punt]

De oppervlaktebesmetting is dan  $0,25 [\text{kBq}] / 10 [\text{cm}^2] = 0,025 \text{ kBq cm}^{-2}$ .

[1 punt]

Als  $^{225}\text{Ac}$  in evenwicht is met haar dochters worden er per desintegratie van  $^{225}\text{Ac}$  in totaal 1,97  $\beta$ -deeltjes uitgezonden (0,97 via het verval van  $^{213}\text{Bi}$  en 1,0 via het verval van  $^{209}\text{Pb}$ ).

Het geabsorbeerde dosistempo ter plaatse van de bestraalde huid is dan  $2 [\text{mGy h}^{-1} \text{ Bq}^{-1} \text{ cm}^2] \cdot 1,97 \cdot 0,025 [\text{kBq cm}^{-2}] = 0,10 \text{ mGy h}^{-1}$ . [2 punten]

De maximale blootstellingsduur bedraagt  $14:10 - 12:15 = 115 \text{ min} = 1,92 \text{ h}$  (maar is vermoedelijk korter omdat de besmetting waarschijnlijk is veroorzaakt door het verplaatsen van de loodpot om 13:00 uur).

De maximaal te verwachten geabsorbeerde huiddosिस bedraagt dan  $H_{\text{huid}} = 0,10 [\text{mGy h}^{-1}] \cdot 1,92 [\text{h}] = 0,19 \text{ mGy}$  [1 punt]

### **Vraag 3.3 [3 punten]**

*Bereken voor bovenstaand scenario de effectieve volgdosis voor de betrokken werknemer ten gevolge van ingestie van  $^{225}\text{Ac}$ .*

In vraag 3.2 is een besmetting van 253 Bq berekend. Dit is slechts 10% van de oorspronkelijk besmetting, die dus gelijk was aan  $2530 \text{ Bq} = 2,5 \text{ kBq}$ .

Tijdens de lunch heeft de medewerker hiervan 90% binnengekregen, ofwel 2,3 kBq. [2 punten]

De effectieve volgdosis t.g.v. ingestie bedraagt dan  $E(50)_{\text{ing}} = 2,4 \cdot 10^{-8} [\text{Sv Bq}^{-1}] \cdot 2,3 \cdot 10^3 [\text{Bq}] = 5,5 \cdot 10^{-5} \text{ Sv} = 55 \mu\text{Sv}$  [1 punt]

### **Vraag 3.4 [2 punten]**

*Geef op basis van uw antwoord bij vraag 3.2 een schatting van de te verwachten geabsorbeerde huiddosisis ter plaatse van de besmette huid in dit scenario.*

Bij vraag 3.2 is een geabsorbeerde huiddosisis van 0,19 mGy t.g.v. een besmetting die maximaal bijna 2 uur aanwezig was. Als tijdens de lunch 90% van de besmetting is binnengekregen, was de besmetting het eerste uur echter 10 keer zo hoog.

De geschatte geabsorbeerde huiddosisis in dat scenario is dan ongeveer  $0,19 [\text{mGy}] \cdot \frac{1}{2} \cdot 10 + 0,19 [\text{mGy}] \cdot \frac{1}{2} \sim 1,0 \text{ mGy}$ . [2 punten]

**Puntenwaardering:**

<b>Vraag</b>	<b>Punten</b>
3.1a	4
3.1b	2
3.2	5
3.3	3
3.4	2
<b>Totaal</b>	<b>16</b>

## Uitwerkingen vraagstuk 4 - mei 2025 [15 punten] Fytoremediatie door zonnebloemen in Fukushima

### Vraag 4.1 [4 punten]

Bereken hoeveel gram  $^{90}\text{Sr}$  per vierkante meter is neergedaald op het veld.

Volume grond per  $\text{m}^2$ :  $1 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m diep} = 2 \text{ m}^3$ .

Activiteit  $^{90}\text{Sr}$  per  $\text{m}^2$  dat is neergedaald:

$$2 [\text{m}^3] \cdot 1,8 [\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}] \cdot 1 \cdot 10^{-3} [\text{kg} \cdot \text{g}^{-1}] \cdot 1 \cdot 10^6 [\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-3}] \cdot 10,1 [\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}]$$

$$= 3,64 \cdot 10^4 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-2} \text{ veld} \quad [2 \text{ punten}]$$

De specifieke activiteit staat in bijlage blz. 12:  $5,12 \cdot 10^{12} \text{ Bq/g}$  [1 punt]

De gedeponeerde massa per  $\text{m}^2 = \frac{3,64 \cdot 10^4 [\text{Bq} \cdot \text{m}^{-2}]}{5,12 \cdot 10^{12} [\text{Bq} \cdot \text{g}^{-1}]} = 7,1 \cdot 10^{-9} \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  [1 punt]

Alternatieve methode als de specifieke activiteit niet gevonden wordt:

$\lambda$  van  $^{90}\text{Sr} = 7,65 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$

$$N = \frac{A}{\lambda} = \frac{3,64 \cdot 10^4 [\text{Bq}]}{7,65 \cdot 10^{-10} [\text{s}^{-1}]} = 4,75 \cdot 10^{13} \text{ atoomkernen } ^{90}\text{Sr} \text{ per } \text{m}^2 \text{ veld}$$

Atoommassa van  $^{90}\text{Sr} = 90 \text{ u}$  (gram/mol).

$$m = \frac{M \cdot N}{N_A} = \frac{90 \left[ \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right] \cdot 4,75 \cdot 10^{13} \left[ \frac{1}{\text{m}^2} \right]}{6,02 \cdot 10^{23} \left[ \frac{1}{\text{mol}} \right]} = 7,1 \cdot 10^{-9} \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \text{ veld}$$

### Vraag 4.2 [6 punten]

Bereken de activiteit  $^{90}\text{Sr}$  per zonnebloem en het bijbehorende 95% betrouwbaarheidsinterval.

500 gram gemeten. 1 zonnebloem weegt 1,1 kg

$$R_n = R_b - R_a = 137 [\text{cpm}] - 28 [\text{cpm}] = 109 \text{ cpm}$$

$$R_n = 109 [\text{cpm}] \cdot \frac{1}{60} [\text{min} \cdot \text{s}^{-1}] = 1,8 \text{ cps} \quad [1 \text{ punt}]$$

$$A = \frac{R_n}{\varepsilon} = \frac{1,817 \text{ cps}}{0,02 \frac{\text{cps}}{\text{Bq}}} = 90,83 \text{ Bq per 500 gram zonnebloem} \quad [1 \text{ punt}]$$

$$A = 90,83 \text{ Bq} \cdot \frac{1,1 [\text{kg}]}{0,5 [\text{kg}]} = 200 \text{ Bq per zonnebloem}$$

[0,5 punt]

De standaarddeviatie in het teltempo:

$$S_{R_n} = \sqrt{\frac{R_b}{t_b} + \frac{R_a}{t_a}} = \sqrt{\frac{137 \text{ cpm}}{1,5 \text{ min}} + \frac{28 \text{ cpm}}{15 \text{ min}}} = 9,65 \text{ cpm} = 0,16 \text{ cps} \quad [2 \text{ punten}]$$

95% betrouwbaarheidsinterval is  $2 \times S_{R_{\text{netto}}} = 0,32 \text{ cps}$  [1 punt]

$$2 \cdot S_A = \frac{2 \cdot S_{R_n}}{\varepsilon} = \frac{0,32 \text{ [cps]}}{0,02 \text{ [cps} \cdot \text{Bq}^{-1}]} = 16,1 \text{ Bq per 500 gram zonnebloem}$$

$$2 \cdot S_A = 16,1 \text{ [Bq]} \cdot \frac{1,1 \text{ [kg]}}{0,5 \text{ [kg]}} = 35 \text{ Bq per zonnebloem} \quad [0,5 \text{ punt}]$$

Activiteit van 1 zonnebloem van 1,1 kg =  $200 \text{ Bq} \pm 35 \text{ Bq}$

### **Vraag 4.3 [2 punten]**

*Bereken het percentage van de activiteit die aan de grond wordt onttrokken.*

Per zonnebloem wordt 200 Bq onttrokken uit de grond. Per vierkante meter grond staan er 36 zonnebloemen. Er wordt per  $\text{m}^2$  dus onttrokken:

$$36 \text{ [zonnebloemen} \cdot \text{m}^{-2}] \cdot 200 \text{ [Bq} \cdot \text{zonnebloem}^{-1}] = 7200 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-2} \quad [1 \text{ punt}]$$

Uitgerekend bij 4.1, activiteit per  $\text{m}^2$  veld:  $3,64 \cdot 10^4 \text{ Bq per m}^2 \text{ veld}$

Het percentage onttrokken activiteit aan de grond is daarmee:

$$\frac{7,2 \cdot 10^3 \text{ [Bq} \cdot \text{m}^{-2}]}{36,4 \cdot 10^3 \text{ [Bq} \cdot \text{m}^{-2}]} \cdot 100\% = 20\% \quad [1 \text{ punt}]$$

### **Vraag 4.4 [3 punten]**

*Toon aan dat de wanddikte van de PVC-bak voldoende is om alle uitgezonden bètadeeltjes tegen te houden.*

Vuistregel dracht:

$$R \cdot \rho = 0,5 \cdot E_{\beta \text{ max}}$$

$E_{\beta \text{ max}}$  van  $^{90}\text{Y}$  is 2,284 MeV

$$R = \frac{0,5 \cdot 2,284 \text{ MeV}}{1,4 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} = 0,82 \text{ cm} \quad [2 \text{ punten}]$$

$8,2 \text{ mm} < 9 \text{ mm}$ , dus de wand van de PVC-bak is voldoende dik. [1 punt]

**Puntenwaardering:**

<b>Vraag</b>	<b>Punten</b>
4.1	4
4.2	6
4.3	2
4.4	3
<b>Totaal</b>	<b>15</b>