

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Onderzoek naar geluid uit een fles

1 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Aflesen uit figuur 1 levert: $4,5T = 19,2 - 0,4 = 18,8$ ms. Dus: $T = 4,18$ ms.

Dit levert: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4,18 \cdot 10^{-3}} = 239$ Hz = $2,4 \cdot 10^2$ Hz.

- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ en aflesen van T 1
- completeren van het antwoord 1

2 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

– Voor de geluidssnelheid geldt: $v = f\lambda = 2,4 \cdot 10^2 \cdot 4 \cdot 0,13 = 125$ ms⁻¹.

Volgens BiNaS is de geluidssnelheid 343 ms⁻¹ bij kamertemperatuur. (Klopt dus niet.)

– Een boventoon heeft een kleinere golflengte, dat zou resulteren in een nog kleinere geluidssnelheid.

- gebruik van $v = f\lambda$ met $\lambda = 4d$ 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat uit een kleinere golflengte bij gelijke frequentie een kleinere geluidssnelheid volgt 1

3 maximumscore 1

voorbeelden van een antwoord:

- De massa bepalen van de fles zonder water. Hierna de fles vullen met water en het volume van dit water bepalen. Het massaverschil omrekenen naar volume.
- De fles verder vullen met water en deze hoeveelheid bepalen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

4 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Voor de eenheid van volume geldt: $[V] = \text{m}^3$.

Dus geldt voor de eenheid langs de horizontale as:

$$\left[\frac{1}{\sqrt{V}} \right] = [V^{-\frac{1}{2}}] = (\text{m}^3)^{-\frac{1}{2}} = \text{m}^{-\frac{3}{2}}.$$

- inzicht dat $\frac{1}{\sqrt{V}} = V^{-\frac{1}{2}}$ 1
- completeren van het antwoord 1

Opmerking

Het antwoord $\frac{1}{\sqrt{\text{m}^3}}$ goed rekenen.

5 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

- Deze coördinaattransformatie wordt gedaan om een rechte lijn te krijgen. Uit de formule blijkt dat $f \sim \frac{1}{\sqrt{V}} \sim V^{-\frac{1}{2}}$. Dus is het verband een rechte lijn door de oorsprong. / Met deze coördinaattransformatie wil je de formule $y = ax + b$ vergelijken met de formule van Helmholtz. Dan geldt: $b = 0$.

- De formule van Helmholtz is om te schrijven als: $f = \frac{v}{2\pi} \sqrt{\frac{A}{\ell}} \sqrt{\frac{1}{V}}$.

Dus geldt: $3,22 = \frac{v}{2\pi} \sqrt{\frac{A}{\ell}} = \frac{v}{2\pi} \sqrt{\frac{2,54 \cdot 10^{-4}}{0,070}}$. Dit levert: $v = 336 \text{ ms}^{-1}$.

- De meetpunten liggen ongeveer op een rechte lijn en de helling van de lijn levert een geluidssnelheid die niet veel afwijkt van de literatuurwaarde in BiNaS. Dus ze mogen deze conclusie trekken.

- inzicht in het recht evenredig verband $f \sim \frac{1}{\sqrt{V}} \sim V^{-\frac{1}{2}}$ 1
- inzicht dat $3,22 = \frac{v}{2\pi} \sqrt{\frac{A}{\ell}}$ 1
- completeren van de berekening van v 1
- constateren dat de waarde voor de geluidssnelheid overeenkomt met de literatuurwaarde en conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

6 maximumscore 1

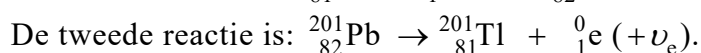
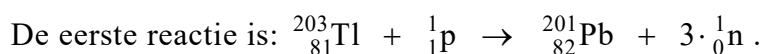
voorbeeld van een antwoord:

Door de best passende rechte lijn (door de oorsprong) te tekenen, worden de meetfouten uitgemiddeld en is het resultaat nauwkeuriger dan de meetwaarden afzonderlijk.

Thalliumscintigrafie

7 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



- bij de eerste reactie ${}^{203}_{81}\text{Tl}$ en ${}^1_1\text{p}$ links van de pijl 1
- inzicht dat er in de eerste reactie 3 neutronen ontstaan 1
- inzicht dat er in de tweede reactie sprake is van β^+ -verval 1
- kloppende atoomnummers en massagetalen in beide reacties 1

Opmerking

In de reactievergelijkingen hoeft niet op de aanwezigheid van een γ -foton gelet te worden.

8 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Als er naast de γ -straling ook α -straling of β -straling vrijkomt, kan deze (grotendeels) in het lichaam geabsorbeerd worden. Hierdoor is de kans dat er stralingsschade op zal treden groter.

- inzicht dat α -straling en β -straling in het lichaam geabsorbeerd worden 1
- inzicht in de kans op schade door α -straling en β -straling 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

9 maximumscore 3

uitkomst: $m = 7,1 \cdot 10^{-12}$ kg

voorbeeld van een berekening:

Voor het aantal atoomkernen thallium-201 geldt:

$$N = \frac{At_{\frac{1}{2}}}{\ln 2} = \frac{56 \cdot 10^6 \cdot 3,04 \cdot 24 \cdot 3600}{\ln 2} = 2,12 \cdot 10^{13}.$$

Voor de massa thallium-201 geldt daarmee:

$$m = 2,12 \cdot 10^{13} \cdot 201 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 7,1 \cdot 10^{-12} \text{ kg}.$$

- gebruik van $A = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N$ 1
- inzicht dat de massa van thallium-201 gelijk is aan 201 u 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Een antwoord gegeven in u, niet fout rekenen.

10 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Als de patiënt een inspanning verricht, stroomt het bloed sneller. Er is bij de met een pijl aangegeven plaats minder hechting van thallium-201 bij inspanning. In rust is er op deze plek geen probleem. Er zal derhalve sprake zijn van een vernauwing van het bloedvat. Er is echter geen sprake van een infarct. Dus diagnose 2 wordt het best ondersteund.

- inzicht dat er minder hechting van thallium-201 is bij inspanning 1
- inzicht dat er sprake zal zijn van een tijdelijke vernauwing 1
- inzicht dat er in rust geen sprake is van een vernauwing en conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

11 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

- De γ -straling gaat 50 cm door de lucht. De halveringsdikte voor lucht is $3,7 \cdot 10^3$ cm.

Voor de intensiteit van γ -fotonen in de lucht geldt:

$$\frac{I}{I_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{d}{d_{1/2}}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{0,50}{3,7 \cdot 10^3}} = 0,991 = 99\%.$$

Er wordt dus slechts 1% aan γ -straling geabsorbeerd.

- Voor de verhouding in stralingsintensiteiten in de punten A en B geldt:

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{\frac{1}{4\pi r_A^2}}{\frac{1}{4\pi r_B^2}} = \frac{\frac{1}{4\pi(0,10)^2}}{\frac{1}{4\pi(0,60)^2}} = \frac{(0,60)^2}{(0,10)^2} = 36.$$

- gebruik van $I = I_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{d}{d_{1/2}}}$ en opzoeken van de halveringsdikte 1
- completeren van berekening 1 1
- inzicht dat er weinig γ -straling wordt geabsorbeerd 1
- gebruik van $I = \frac{P_{\text{bron}}}{4\pi r^2}$ / inzicht in de kwadratenwet 1
- completeren van berekening 2 1

Opmerkingen

- Bij berekening 1 hoeft niet op significantie gelet te worden.
- Bij berekening 2 mag de uitkomst $\frac{1}{36}$ goed gerekend worden.

Jupiter 'fly-by'**12 maximumscore 1**

voorbeelden van een antwoord:

- Christy heeft ongelijk omdat er vanwege de wet van behoud van energie geen kinetische energie gewonnen kan worden zonder extra energie van buitenaf.
- Christy heeft ongelijk, want de verkenners krijgt weliswaar richting de planeet extra snelheid, maar zal deze extra snelheid na de passage weer verliezen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

13 maximumscore 3

voorbeelden van een berekening:

methode 1

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 0,7883 \cdot 10^{12}}{11,86 \cdot 3,16 \cdot 10^7} = 1,32 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$$

- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- opzoeken van r en T 1
- completeren van de berekening 1

methode 2

Er geldt:

$$F_g = F_{\text{mpz}} \rightarrow G \frac{mM}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \rightarrow$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 1,988 \cdot 10^{30}}{0,7883 \cdot 10^{12}}} = 1,30 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}.$$

- inzicht dat $F_g = F_{\text{mpz}}$ 1
- gebruik van $F_g = G \frac{mM}{r^2}$ en $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- completeren van de berekening 1

14 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord

Als de (absolute) waarde van $2v_j - v_x$ zo groot mogelijk moet zijn, betekent dit dat v_x en v_j tegengesteld gericht zijn.

15 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De energiewinst van de verkenner: $\Delta E_k = \frac{1}{2} m (v_{\text{na},x}^2 - v_{\text{voor},x}^2)$ is gelijk aan het energieverlies van Jupiter: $\Delta E_k = \frac{1}{2} M (v_{\text{j,na}}^2 - v_{\text{j,voor}}^2)$.

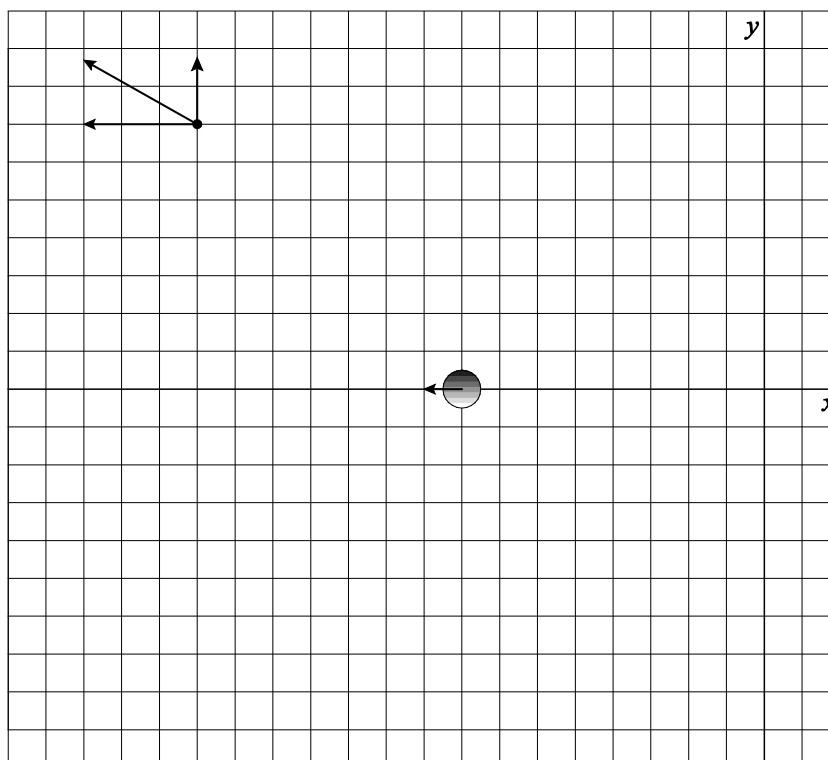
Omdat $M \gg m$, is er geen merkbaar verschil tussen $v_{\text{j,na}}$ en $v_{\text{j,voor}}$.

- inzicht dat de (kinetische) energie behouden is 1
- inzicht dat $M(\text{Jupiter}) \gg m(\text{verkenner})$ 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- inzicht dat \vec{v}_y , met als aangrijpingspunt de verkenner in figuur 3c, identiek is aan de overeenkomstige vector in figuur 3a 1
- gebruik van $v_{na,x} = 2v_j - v_{voor,x}$ 1
- completeren van de constructie 1

17 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

- $M = 1,9 \cdot 10^{27}$
 - $x_j = x_j + v_j \cdot dt$
 - Op elk tijdstip is $(x-x_j)$ de horizontale afstand tussen Jupiter en de verkenner.
-
- inzicht dat M de massa van Jupiter is en opzoeken 1
 - aanvullen van de modelregel voor x_j met gebruik van v_j 1
 - inzicht dat $(x-x_j)$ de horizontale afstand tussen Jupiter en de verkenner is 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

18 maximumscore 3

voorbeeld van antwoord:

Vóór de passage: $t = 0$: $v_x = 1,44 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$ en $v_y = 2,49 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$.

Na de passage: $t = 1,2 \cdot 10^4 \text{ s}$: $v_{na,x} = -4,0 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$ en $v_{na,y} = 2,49 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$.

Formule 1: $v_{na,x} = 2v_j - v_x = 2 \cdot -1,3 \cdot 10^4 - 1,44 \cdot 10^3 = -4,0 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$. Klopt!

Formule 2: $v_{na,y} = v_{voor,y} = 2,49 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$. Klopt!

- aflezen van snelheden in figuur 5 1
- gebruik van $v_{na,x} = 2v_j - v_{voor,x}$ met de waarde van v_j 1
- consequente conclusies met betrekking tot formules 1 en 2 1

19 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De minimale waarde v_{\min} is de snelheid waarbij (de afname van) de kinetische energie waarmee het ontsnappen begint gelijk is aan de (toename van de) gravitatie-energie tijdens het ontsnappen.

Dus geldt: $E_k = E_g$ ofwel: $\frac{1}{2}mv_{\min}^2 = G\frac{mM}{r}$.

Dit levert: $\frac{1}{2}v_{\min}^2 = 2G\frac{M}{r}$. Met $M = M_{\text{zon}}$ wordt dit: $v_{\min} = \sqrt{\frac{2GM_{\text{zon}}}{r}}$.

- inzicht dat (de afname van) de kinetische energie waarmee het ontsnappen begint minstens gelijk moet zijn aan de (toename van de) gravitatie-energie 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ en van $E_g = -G\frac{mM}{r}$ 1
- completeren van het antwoord 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

20 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- Uit de grafiek van figuur 5 blijkt dat voor de eindsnelheid van de verkener na afloop van de passage geldt:

$$v_{\text{na}} = \sqrt{v_{\text{na},x}^2 + v_{\text{na},y}^2} = \sqrt{(4,0 \cdot 10^4)^2 + (2,49 \cdot 10^4)^2} = 4,7 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}.$$

- Voor de minimale snelheid geldt:

$$v_{\text{min}} = \sqrt{\frac{2GM_{\text{zon}}}{r}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,989 \cdot 10^{30}}{0,7883 \cdot 10^{12}}} = 1,83 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}.$$

De verkener kan nu inderdaad uit het zonnestelsel ontsnappen.

- inzicht dat in figuur 5: $v_{\text{na}} = \sqrt{v_{\text{na},x}^2 + v_{\text{na},y}^2}$ 1
- completeren van de bepaling van v_{na} 1
- opzoeken van $r_{\text{zon-Jupiter}}$ 1
- completeren van de berekening van v_{min} en consequente conclusie 1

Opmerkingen

- Als de kandidaat concludeert dat de minimale snelheid kleiner is dan de eindsnelheid in de x-richting: goed rekenen.
- Bij dit antwoord een significantiefout niet aanrekenen.

Buiging bij een enkelspleet

21 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

(Volgens de golftheorie is elk punt van de spleet een nieuwe bron die in alle richtingen uitzendt.) In punt A komt licht van de ene kant van de spleet en van de andere kant van de spleet. Er treedt een verschil in weglengte op, waardoor een faseverschil $\Delta\varphi = \frac{1}{2}$ optreedt. Dit geeft destructieve interferentie.

- inzicht dat er weglengteverschil optreedt 1
- constateren dat $\Delta x = \frac{1}{2}\lambda$ of dat $\Delta\varphi = \frac{1}{2}$ 1
- inzicht dat destructieve interferentie optreedt 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

22 maximumscore 3

uitkomst: $\alpha = 0,728^\circ$

voorbeeld van een berekening:

Uit figuur 3 volgt: $\sin \alpha = \frac{p_x}{p}$.

Er geldt: $\lambda = \frac{h}{p}$. Dit levert: $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{632,8 \cdot 10^{-9}} = 1,047 \cdot 10^{-27} \text{ kg ms}^{-1}$.

Invullen levert: $\sin \alpha = \frac{1,33 \cdot 10^{-29}}{1,047 \cdot 10^{-27}} = 0,0127$. Dit levert: $\alpha = 0,728^\circ$.

- inzicht dat $\sin \alpha = \frac{p_x}{p}$ 1
- gebruik van $\lambda = \frac{h}{p}$ 1
- completeren van de berekening 1

23 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– Er geldt: $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$. Dit levert $\Delta x \geq \frac{h}{4\pi \Delta p}$.

Dus geldt voor de minimale waarde van Δx :

$$\Delta x = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{4\pi \cdot 1,33 \cdot 10^{-29}} = 3,96 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

- De onbepaaldheid Δp voor de x -richting van de impuls ontstaat in de spleet. Deze waarde Δx heeft dus betrekking op de breedte van die spleet en niet op de afstand AB.
- Een kleinere spleetbreedte komt overeen met een kleinere Δx . Dit levert een grotere Δp , dus een grotere hoek α , dus een grotere afstand AB.

- gebruik van $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$ 1
- completeren van de berekening 1
- conclusie dat Δx betrekking heeft op de spleetbreedte 1
- inzicht dat een grotere Δp ontstaat die overeenkomt met een grotere afstand AB 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Draadbreuk

24 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

Fons heeft ongelijk: bij gelijke lengte en kopermassa moet ook de totale doorsnede gelijk zijn: $nA_{\text{draadje}} = A_{\text{massief}}$.

Hierdoor blijft ook de weerstand gelijk.

- inzicht dat $nA_{\text{draadje}} = A_{\text{massief}}$ 1
- conclusie 1

25 maximumscore 6

uitkomsten: $R = 7,2 \cdot 10^{-2} \Omega$ en $U_{\text{max}} = 61 \text{ mV}$

voorbeeld van de berekeningen:

- Voor de weerstand van één draadje geldt:

$$R = \frac{\rho \ell}{A} = \frac{17 \cdot 10^{-9} \cdot 1,0}{\frac{1}{4} \pi (0,10 \cdot 10^{-3})^2} = 2,16 \Omega.$$

Voor de samengestelde draad bestaande uit 30 parallelle draadjes wordt de weerstand $R = \frac{2,16}{30} = 7,2 \cdot 10^{-2} \Omega$.

- De maximale stroomdichtheid is: $3,6 \text{ A mm}^{-2}$.

Voor de maximale stroomsterkte door de samengestelde draad geldt:

$$I_{\text{max}} = 3,6 \cdot 30 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 0,10^2 = 0,85 \text{ A}.$$

Uit de wet van Ohm volgt dan:

$$U_{\text{max}} = I_{\text{max}} R = 0,85 \cdot 7,2 \cdot 10^{-2} = 6,1 \cdot 10^{-2} = 61 \text{ mV}.$$

- gebruik van $R = \frac{\rho \ell}{A}$ en opzoeken van ρ 1
- inzicht dat $R_{\text{hele draad}} = \frac{1}{30} R_{\text{draadje}}$ 1
- completeren van de berekening van de weerstand van de samengestelde draad 1
- inzicht dat $I_{\text{max}} = A (\text{mm}^2) \cdot 3,6$ 1
- gebruik van $U = IR$ 1
- completeren van de berekening van de maximale spanning 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

26 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

Als x de afstand is waarover de draadjes doorgeknipt worden, staan er 30 parallelle draden met lengte $(\ell - x)$ in serie met $(30 - n)$ draden met lengte x . Omdat x relatief klein is, blijft de geleiding nagenoeg gelijk tot de laatste draad wordt doorgeknipt en de geleiding nul wordt.

Diagram a geeft deze situatie het best weer.

- inzicht dat de geleidbaarheid uiteindelijk naar nul gaat 1
- inzicht dat er een serieschakeling ontstaat van een iets kortere lengte van de oorspronkelijke draad en de overgebleven draadjes en keuze van het diagram 1

Opmerking

Als een keuze zonder uitleg gegeven is: geen scorepunten toekennen.

27 maximumscore 2

De grootte van één atoom ligt in de orde van een nanometer. Dus c is de beste schatting

- inzicht in de orde van grootte van één atoom 1
- consequente conclusie 1