Correctievoorschrift VWO

2007

tijdvak 1

natuurkunde 1

Het correctievoorschrift bestaat uit:
1 Regels voor de beoordeling
2 Algemene regels
3 Vakspecifieke regels
4 Beoordelingsmodel
5 Inzenden scores
6 Bronvermelding

1 Regels voor de beoordeling

Het werk van de kandidaten wordt beoordeeld met inachtneming van de artikelen 41 en 42 van het Eindexamenbesluit v.w.o.-h.a.v.o.-m.a.v.o.-v.b.o. Voorts heeft de CEVO op grond van artikel 39 van dit Besluit de *Regeling beoordeling centraal examen* vastgesteld (CEVO-02-806 van 17 juni 2002 en bekendgemaakt in Uitleg Gele katern nr 18 van 31 juli 2002).
Voor de beoordeling zijn de volgende passages van de artikelen 41, 41a en 42 van het Eindexamenbesluit van belang:
1 De directeur doet het gemaakte werk met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen en het proces-verbaal van het examen toekomen aan de examinator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinator past de beoordelingsnormen en de regels voor het toekennen van scorepunten toe die zijn gegeven door de CEVO.
2 De directeur doet de van de examinator ontvangen stukken met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen, het proces-verbaal en de regels voor het bepalen van de score onverwijld aan de gecommitteerde toekomen.
3 De gecommitteerde beoordeelt het werk zo spoedig mogelijk en past de beoordelingsnormen en de regels voor het bepalen van de score toe die zijn gegeven door de CEVO.

natuurkundeuitgelegd.nl

4 De examinator en de gecommitteerde stellen in onderling overleg het aantal scorepunten voor het centraal examen vast.
5 Komen zij daarbij niet tot overeenstemming, dan wordt het aantal scorepunten bepaald op het rekenkundig gemiddelde van het door ieder van hen voorgestelde aantal scorepunten, zo nodig naar boven afgerond.

2 Algemene regels

Voor de beoordeling van het examenwerk zijn de volgende bepalingen uit de CEVO-regeling van toepassing:
1 De examinator vermeldt op een lijst de namen en/of nummers van de kandidaten, het aan iedere kandidaat voor iedere vraag toegekende aantal scorepunten en het totaal aantal scorepunten van iedere kandidaat.
2 Voor het antwoord op een vraag worden door de examinator en door de gecommitteerde scorepunten toegekend, in overeenstemming met het beoordelingsmodel. Scorepunten zijn de getallen 0, 1, 2, ..., n, waarbij n het maximaal te behalen aantal scorepunten voor een vraag is. Andere scorepunten die geen gehele getallen zijn, of een score minder dan 0 zijn niet geoorloofd.
3 Scorepunten worden toegekend met inachtneming van de volgende regels:
3.1 indien een vraag volledig juist is beantwoord, wordt het maximaal te behalen aantal scorepunten toegekend;
3.2 indien een vraag gedeeltelijk juist is beantwoord, wordt een deel van de te behalen scorepunten toegekend, in overeenstemming met het beoordelingsmodel;
3.3 indien een antwoord op een open vraag niet in het beoordelingsmodel voorkomt en dit antwoord op grond van aantoonbare, vakinhoudelijke argumenten als juist of gedeeltelijk juist aangemerkt kan worden, moeten scorepunten worden toegekend naar analogie of in de geest van het beoordelingsmodel;
3.4 indien slechts één voorbeeld, reden, uitwerking, citaat of andersoortig antwoord gevraagd wordt, wordt uitsluitend het eerstgegeven antwoord beoordeeld;
3.5 indien meer dan één voorbeeld, reden, uitwerking, citaat of andersoortig antwoord gevraagd wordt, worden uitsluitend de eerstgegeven antwoorden beoordeeld, tot maximaal het gevraagde aantal;
3.6 indien in een antwoord een gevraagde verklaring of uitleg of afleiding of berekening ontbreekt dan wel foutief is, worden 0 scorepunten toegekend, tenzij in het beoordelingsmodel anders is aangegeven;
3.7 indien in het beoordelingsmodel verschillende mogelijkheden zijn opgenomen, gescheiden door het teken /, gelden deze mogelijkheden als verschillende formuleringen van hetzelfde antwoord of onderdeel van dat antwoord;
3.8 indien in het beoordelingsmodel een gedeelte van het antwoord tussen haakjes staat, behoeft dit gedeelte niet in het antwoord van de kandidaat voor te komen.
3.9 indien een kandidaat op grond van een algemeen geldende woordbetekenis, zoals bijvoorbeeld vermeld in een woordenboek, een antwoord geeft dat vakinhoudelijk onjuist is, worden aan dat antwoord geen scorepunten toegekend, of tenminste niet de scorepunten die met de vakinhoudelijke onjuistheid gemoeid zijn.

natuurkundeuitgelegd.nl

4 Het juiste antwoord op een meerkeuzevraag is de hoofdletter die behoort bij de juiste keuzemogelijkheid. Voor een juist antwoord op een meerkeuzevraag wordt het in het beoordelingsmodel vermelde aantal punten toegekend. Voor elk ander antwoord worden geen scorepunten toegekend. Indien meer dan één antwoord gegeven is, worden eveneens geen scorepunten toegekend.
5 Een fout mag in de uitwerking van een vraag maar één keer worden aangerekend, tenzij daardoor de vraag aanzienlijk vereenvoudigd wordt en/of tenzij in het beoordelingsmodel anders is vermeld.
6 Een zelfde fout in de beantwoording van verschillende vragen moet steeds opnieuw worden aangerekend, tenzij in het beoordelingsmodel anders is vermeld.
7 Indien de examinator of de gecommitteerde meent dat in een examen of in het beoordelingsmodel bij dat examen een fout of onvolkomenheid zit, beoordeelt hij het werk van de kandidaten alsof examen en beoordelingsmodel juist zijn. Hij kan de fout of onvolkomenheid mededelen aan de CEVO. Het is niet toegestaan zelfstandig af te wijken van het beoordelingsmodel. Met een eventuele fout wordt bij de definitieve normering van het examen rekening gehouden.
8 Scorepunten worden toegekend op grond van het door de kandidaat gegeven antwoord op iedere vraag. Er worden geen scorepunten vooraf gegeven.
9 Het cijfer voor het centraal examen wordt als volgt verkregen.
Eerste en tweede corrector stellen de score voor iedere kandidaat vast. Deze score wordt meegedeeld aan de directeur.
De directeur stelt het cijfer voor het centraal examen vast op basis van de regels voor omzetting van score naar cijfer.

NB Het aangeven van de onvolkomenheden op het werk en/of het noteren van de behaalde scores bij de vraag is toegestaan, maar niet verplicht.

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen kunnen maximaal 79 scorepunten worden behaald.

Voor dit examen zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:
1 Een afwijking in de uitkomst van een berekening door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.
2 De uitkomst van een berekening mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is, tenzij in de vraag is vermeld hoeveel significante cijfers de uitkomst dient te bevatten.
3 Het laatste scorepunt, aangeduid met ‘completeren van de berekening’, wordt niet toegekend in de volgende gevallen:
- een fout in de nauwkeurigheid van de uitkomst
- een of meer rekenfouten
- het niet of verkeerd vermelden van de eenheid van een uitkomst, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is. In zo'n geval staat in het antwoordmodel de eenheid tussen haakjes.

natuurkundeuitgelegd.nl

4 Het laatste scorepunt wordt evenmin toegekend als juiste antwoordelementen foutief met elkaar worden gecombineerd of als een onjuist antwoordelement een substantiële vereenvoudiging van de berekening tot gevolg heeft.
5 In het geval van een foutieve oplossingsmethode, waarbij geen of slechts een beperkt aantal deelscorepunten kunnen worden toegekend, mag het laatste scorepunt niet worden toegekend.

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

Opgave 1 Goliath

1 maximumscore 3
uitkomst: $\alpha = 40°$

voorbeeld van een berekening:
De lengte van de helling $s = vt = \left(\frac{5,0}{3,6}\right) \cdot 51 = 70,8$ m.
Voor de hellingshoek α geldt: $\sin\alpha = \frac{46}{70,8}$;
hieruit volgt dat $\alpha = 40°$.

- gebruik van $s = vt$ 1
- inzicht $\sin\alpha = \frac{\text{hoogte}}{s}$ 1
- completeren van de berekening 1

2 maximumscore 4
uitkomst: $Q = 2,5 \cdot 10^5$ J

voorbeeld van een berekening:
Voor de geproduceerde warmte Q geldt: $Q = (E_z)_{\text{boven}} - (E_k)_{\text{beneden}}$.
Met $E_z = mgh$ en $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ en invullen van de gegevens volgt:

$$Q = 14 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 46 - \tfrac{1}{2} \cdot 14 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{106}{3,6}\right)^2 = 2,5 \cdot 10^5 \text{ J}.$$

- inzicht dat $Q = (E_z)_{\text{boven}} - (E_k)_{\text{beneden}}$ 1
- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

3 maximumscore 4

uitkomst: $a = 8{,}8\ \text{m s}^{-2}$

voorbeelden van een berekening:

methode 1

$s = \frac{1}{2}at^2 \rightarrow at \cdot t = 98$; $v = at = \frac{106}{3{,}6} = 29{,}4\ \text{m s}^{-1}$.

Dit levert voor de tijd: $29{,}4 \cdot t = 98 \rightarrow t = 3{,}3$ s.

Dus voor de versnelling: $a \cdot 3{,}3 = 29{,}4 \rightarrow a = \frac{29{,}4}{3{,}3} = 8{,}8\ \text{m s}^{-2}$.

- gebruik van $s = \frac{1}{2}at^2$ 1
- gebruik van $v = at$, waarbij v uitgedrukt is in m s^{-1} 1
- berekenen van t 1
- completeren van de berekening 1

methode 2

$v_{\text{gem}} = 53\ \text{km h}^{-1} = \frac{53}{3{,}6} = 14{,}7\ \text{m s}^{-1}$.

$s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow t = \frac{s}{v_{\text{gem}}} = \frac{49}{14{,}7} = 3{,}3$ s.

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{29{,}4}{3{,}3} = 8{,}8\ \text{m s}^{-2}$.

- berekenen van v_{gem} 1
- gebruik van $t = \frac{s}{v_{\text{gem}}}$ 1
- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Als opnieuw de factor 3,6 is vergeten: geen aftrek.

natuurkundeuitgelegd.nl

4 maximumscore 3

uitkomst: $f_{\text{flits}} = 6{,}1$ Hz

voorbeeld van een berekening:
De trein bestaat uit 5 wagons. De lengte van één wagon is $\ell = \frac{13{,}2}{5} = 2{,}64$ m.

De tijdsduur tussen 2 flitsen is $\Delta t = \frac{\ell}{v} = \frac{2{,}64}{16} = 0{,}165$ s.

De flitsfrequentie is dus $f_{\text{flits}} = \frac{1}{\Delta t} = \frac{1}{0{,}165} = 6{,}1$ Hz.

- berekening van de lengte van één wagon 1
- inzicht $\Delta t = \frac{\ell}{v}$ 1
- completeren van de berekening 1

5 maximumscore 3

uitkomst: $t_{\text{rem}} = 3{,}0$ s

voorbeeld van een berekening:
De maximale remkracht kan worden gevonden met $F_{\text{rem}} = ma = \frac{1}{2}mg = m\frac{\Delta v}{\Delta t}$.

De minimale remtijd is $\Delta t = \frac{\Delta v}{\frac{1}{2}g} = \frac{(15{,}2 - 0{,}3)}{\frac{1}{2} \cdot 9{,}81} = \frac{14{,}9}{4{,}905} = 3{,}0$ s.

- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- inzicht $F_{\text{rem}} = \frac{1}{2}mg$ of $a = \frac{1}{2}g$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Heftruck

6 maximumscore 2

voorbeelden van een antwoord:

methode 1:
Beschouw de achterwielen als draaipunt. Als de grijparm dichter naar de voorband wordt verplaatst, wordt zijn moment linksom kleiner, de voorbanden worden dus minder ingedrukt.

- gebruik van de hefboomwet 1
- conclusie 1

methode 2:
Als de grijparm naar de heftruck toe bewogen wordt, verplaatst het zwaartepunt van het geheel zich naar achteren. Hierdoor worden de (achterbanden meer en de) voorbanden minder ingedrukt.

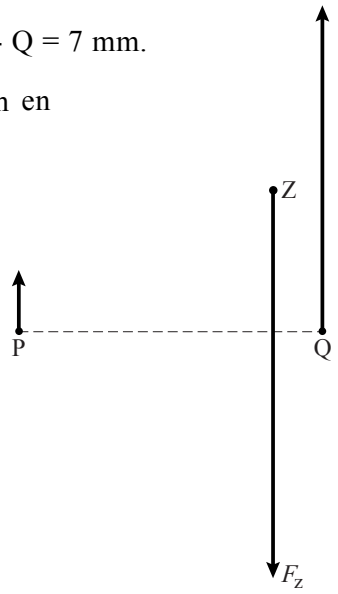
- inzicht dat de kracht op het voorwiel afhangt van de plaats van het zwaartepunt 1
- conclusie 1

7 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:
Afstand vector F_z - P = 36 mm en afstand F_z - Q = 7 mm.

Omdat $F_z \triangleq 55$ mm, geldt: $F_P \triangleq \frac{7}{43} \cdot 55 = 9$ mm en

$F_Q \triangleq \frac{37}{43} \cdot 55 = 46$ mm.



- tekenen van twee vectoren verticaal omhoog op voor- en achteras 1
- de som van de lengten van de vectoren is gelijk aan F_z 1
- inzicht dat de lengten omgekeerd evenredig zijn met de arm 1
- F_Q is tussen 5 en 5,5 keer zo lang als F_P 1

natuurkundeuitgelegd.nl

8 maximumscore 3

uitkomst: $m_{\text{last}} = 9{,}00 \cdot 10^3$ kg

voorbeeld van een berekening:
De heftruck kantelt net niet voorover dus de normaalkracht in Q is 0 N.
Het moment van de last ten opzichte van P maakt dus evenwicht met het moment van de zwaartekracht op de heftruck: $M_{F_{\text{last}}} = M_{F_z}$.

$m_{\text{last}} \cdot (9{,}81) \cdot 3{,}00 = 13500 \cdot (9{,}81) \cdot 2{,}00 \rightarrow m_{\text{last}} = 9{,}00 \cdot 10^3$ kg.

- gebruik van de momentenwet met punt P als draaipunt 1
- inzicht dat het moment van de lastkracht en het moment van de zwaartekracht op de heftruck met elkaar in evenwicht zijn 1
- completeren van de berekening 1

9 maximumscore 4

uitkomst: $p_{\text{onder zuignap}} = 5{,}1 \cdot 10^3$ Pa

voorbeeld van een berekening:
Op de plek van de zuignap drukt de buitenlucht de plaat naar boven; de lucht onder de zuignap drukt de plaat naar beneden.
Als de plaat nog net kan worden opgetild, geldt voor het drukverschil:
$\Delta p = p_{\text{buiten}} - p_{\text{onder zuignap}} = \frac{F}{A}$, waarin $F = mg = 5000 \cdot 9{,}81 = 4{,}91 \cdot 10^4$ N en $A = 0{,}60 \cdot 0{,}85 = 0{,}51$ m^2. Hieruit volgt: $\Delta p = \frac{4{,}91 \cdot 10^4}{0{,}51} = 9{,}62 \cdot 10^4$ Pa.
De luchtdruk buiten is $1013 \cdot 10^2$ Pa.
De druk onder de zuignap is $1013 \cdot 10^2 - 9{,}62 \cdot 10^4 = 5{,}1 \cdot 10^3$ Pa.

- gebruik van $p = \frac{F}{A}$ 1
- inzicht dat het zuigend oppervlak in m^2 en de zwaartekracht in N berekend moet worden 1
- inzicht dat de druk gelijk is aan de buitendruk min de onderdruk 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Waterpeil

10 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Door lucht over het water te blazen wordt de verdamping bevorderd.
Doordat de relatief snel bewegende moleculen het meest ontsnappen (neemt de gemiddelde kinetische energie van de moleculen van het water af en daarom) daalt de temperatuur.

- inzicht dat de verdamping wordt bevorderd 1
- inzicht dat de gemiddelde kinetische energie van de watermoleculen daalt of inzicht dat door verdamping warmte aan het water onttrokken wordt 1

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De grenshoek van gewoon glas bij geel licht is 41,5°.
De hoek van inval is 45°.
De hoek van inval is groter dan de grenshoek, dus vindt er totale reflectie plaats.

- opzoeken van de grenshoek van geel licht bij glas 1
- inzicht dat de hoek van inval 45° is 1
- inzicht dat er totale reflectie plaatsvindt als de hoek van inval groter is dan de grenshoek 1

12 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
In tabel 18 van Binas kun je aflezen dat de lichtstraal gaat van optisch dicht naar optisch minder dicht medium. Daarbij hoort een breking van de normaal af en dat is straal e.

- inzicht dat de lichtstraal overgaat van optisch dicht naar optisch minder dicht medium 1
- inzicht dat er breking van de normaal af optreedt 1
- consequente keuze van de lichtstraal 1

13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De uitgang (de kraan) beïnvloedt het ingangssignaal (de intensiteit van het licht op de sensor). Er is hier dus sprake van terugkoppeling. Het is een regelsysteem.

- inzicht dat hier sprake is van terugkoppeling of inzicht dat het waterniveau constant gehouden wordt 1
- conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:
Als het waterpeil onder P zakt, wordt de LDR sterker belicht waardoor de weerstand van de LDR afneemt. De spanning over de weerstand van 680 Ω neemt dan toe. Gevolg: de comparator geeft een hoog signaal en de kraan gaat open. En dat moet ook als de bak leeg raakt. Er is dus géén invertor nodig.

- inzicht dat de weerstand van de LDR afneemt als het waterpeil onder P staat 1
- inzicht dat de spanning over de weerstand R dan toeneemt 1
- inzicht dat de comparator dan een hoog signaal geeft 1
- conclusie 1

15 maximumscore 4

uitkomst: $U_{ref} = 3{,}92$ V

voorbeelden van een bepaling:

methode 1
Bij een verlichtingssterkte van 140 lux is de weerstand van de LDR 1,40 kΩ.
De referentiespanning is dan $\frac{0{,}680}{0{,}680+1{,}40}\cdot 12{,}0 = \frac{8{,}16}{2{,}08} = 3{,}92$ V.

- bepalen van de weerstand van de LDR 1
- bepalen van R_{totaal} 1
- inzicht in spanningsdeler 1
- completeren van de bepaling 1

methode 2
Bij een verlichtingssterkte van 140 lux is de weerstand van de LDR 1,40 kΩ. De totale weerstand is 0,680 + 1,40 = 2,08 kΩ.
Door de beide weerstanden loopt een stroomsterkte
$I = \frac{U_{totaal}}{R_{totaal}} = \frac{12{,}0}{2{,}08\cdot 10^{3}} = 5{,}77\cdot 10^{-3}$ A.
Er geldt: $U_{ref} = IR = 5{,}77\cdot 10^{-3}\cdot 0{,}680\cdot 10^{3} = 3{,}92$ V.

- bepalen van de weerstand van de LDR 1
- bepalen van R_{totaal} 1
- inzicht dat $I = \frac{U_{totaal}}{R_{totaal}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Koelbox

16 maximumscore 3
uitkomst: 12 (h)

voorbeelden van een berekening:

methode 1
Voor de energie-inhoud van de accu geldt:
$E_{\text{accu}} = UIt = 12 \cdot 55 \cdot 60 \cdot 60 = 2{,}38$ MJ.
Voor de omgezette energie in de koelbox geldt: $E_{\text{koelbox}} = Pt = 54 \cdot t$.

$$E_{\text{koelbox}} = E_{\text{accu}} \rightarrow 54 \cdot t = 2{,}38 \cdot 10^6 \rightarrow t = 4{,}4 \cdot 10^4 \text{ s} = \frac{4{,}4 \cdot 10^4}{3600} = 12 \text{ h}.$$

- inzicht $E_{\text{accu}} = UIt$ met t = 3600 s 1
- gebruik van $E_{\text{koelbox}} = Pt$ 1
- completeren van de berekening 1

methode 2
Voor de stroomsterkte die de accu levert, geldt: $I = \frac{P}{U} = \frac{54}{12} = 4{,}5$ A.
Maximale tijd is $\frac{55 \text{ Ah}}{4{,}5 \text{ A}} = 12$ h.

- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat de capaciteit gelijk is aan It met t in uur 1
- completeren van de berekening 1

methode 3
Voor de hoeveelheid lading die een volle accu bezit, geldt:
$q = 55 \text{ Ah} = 55 \text{ A} \cdot 3600 \text{ s} = 1{,}98 \cdot 10^5$ C.
Voor de energie-inhoud van de accu geldt:
$E = qU = 1{,}98 \cdot 10^5 \cdot 12 = 2{,}38 \cdot 10^6$ J.
Maximale tijd: $t = \frac{E}{P} = \frac{2{,}38 \cdot 10^6}{54} = 4{,}4 \cdot 10^4$ s = 12 h.

- inzicht dat q = capaciteit van de accu 1
- inzicht dat de energie gelijk is aan qU 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

17 maximumscore 3

uitkomst: $C = 1{,}1 \cdot 10^3$ J K^{-1}

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $C_{box} + C_{water} = 20\, C_{box}$; dus $C_{box} = \frac{1}{19} C_{water}$.

$C_{box} = \frac{c_{water} \cdot m}{19} = \frac{4{,}18 \cdot 10^3 \cdot 5{,}0}{19} = 1{,}1 \cdot 10^3$ J K^{-1}.

- inzicht $C_{box} + C_{water} = 20\, C_{box}$ 1
- inzicht $C_{water} = c_{water} \cdot m$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als uitgegaan is van $C_{box} = \frac{1}{20} C_{water}$: *maximaal 2 punten.*

18 maximumscore 3

uitkomst: $t_{aan} = 96$ s

voorbeeld van een berekening:

$P_{el} = 126$ J s^{-1} $= 126$ W.

$P_{in} = \alpha A \Delta T$.

$A = 2 \cdot (0{,}30 \cdot 0{,}30) + 4 \cdot (0{,}20 \cdot 0{,}30) = 0{,}42$ m^2.

$P_{in} = \alpha A \Delta T = 0{,}40 \cdot 0{,}42 \cdot 20 = 3{,}36$ W.

$E_{in} = P_{in} \cdot 3600 = 1{,}21 \cdot 10^4$ J.

$t_{aan} = \frac{E_{uit}}{P_{el}} = \frac{1{,}21 \cdot 10^4}{126} = 96$ s.

- berekenen van totale oppervlakte 1
- inzicht $E_{in} = P_{in} \cdot 3600$ en $E_{uit} = P_{el} \cdot t_{aan}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Radioactieve schilderijen

19 maximumscore 3

antwoord: $v = 2{,}2 \cdot 10^{3}$ m s^{-1}

voorbeeld van een berekening:
$E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ofwel $4{,}0 \cdot 10^{-21} = \frac{1}{2} \cdot 1{,}67493 \cdot 10^{-27} \cdot v^2$.
Hieruit volgt: $v = 2{,}2 \cdot 10^{3}$ m s^{-1}.

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- massa neutron opgezocht 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Als voor de massa van het neutron de waarde van 1 u, dus $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ kg*, genomen is: goed rekenen.*

20 maximumscore 3

antwoord: ${}^{76}_{33}\text{As} \rightarrow {}^{76}_{34}\text{Se} + {}^{0}_{-1}\text{e}$ of ${}^{76}\text{As} \rightarrow {}^{76}\text{Se} + \beta^-$

- β-deeltje (elektron) rechts van de pijl 1
- Se als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts kloppend 1

21 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Na 20 uur is de verhouding van de activiteit van arseen en mangaan:
$A(20)_{\text{arseen}} : A(20)_{\text{mangaan}} = [A(0)_{\text{arseen}}\left(\frac{1}{2}\right)^{20/26{,}8}] : [A(0)_{\text{mangaan}}\left(\frac{1}{2}\right)^{20/2{,}6}]$.
Met $A(0)_{\text{arseen}} = A(0)_{\text{mangaan}}$ volgt voor deze verhouding: 123 : 1.
(De veronderstelling is dus juist.)

- inzicht dat $A(t) = A(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}}$ 1
- invullen van $t = 20$ en $\tau = 2{,}6$ respectievelijk 26,8 u 1
- berekenen van $A(20)_{\text{arseen}} : A(20)_{\text{mangaan}}$ 1

natuurkundeuitgelegd.nl

22 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Het Co-60 zendt β^- en γ-straling uit. De β^--straling wordt door het glas volledig tegengehouden en de γ-straling zal nog gedeeltelijk door het glas komen.
Conclusie: 1) de dikke glasplaat heeft zeker zin om alle β^--straling tegen te houden; 2) de bezoekers staan zeker nog bloot aan γ-straling uit het schilderij.

- inzicht dat β^- en γ-straling vrijkomt 1
- inzicht dat de dikke glasplaat alle β^--straling absorbeert 1
- inzicht dat er nog γ-straling door het glas treedt 1

Opgave 6 Didgeridoo

23 maximumscore 4

uitkomst: $f = 78$ Hz (met een marge van 2 Hz)

voorbeeld van een bepaling:
In de figuur komt 9,0 cm overeen met een tijd van 0,08 s.
Voor 5 periodes wordt een afstand gemeten van 7,2 cm.
Dat komt overeen met een tijd van $\frac{7,2}{9,0} \cdot 0,08 = 6,4 \cdot 10^{-2}$ s.

Daarmee geldt: $T = \frac{6,4 \cdot 10^{-2}}{5} = 1,28 \cdot 10^{-2}$ s.

Met $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,28 \cdot 10^{-2}}$ volgt $f = 78$ Hz.

- bepalen van de tijdschaal 1
- bepalen van T uit het opmeten van minimaal drie periodes 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

24 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Uit tabel 15A van Binas blijkt dat de geluidssnelheid groter is als de temperatuur hoger is. De golflengte blijft gelijk, dus uit $f = \frac{v}{\lambda}$ volgt dat als v groter is ook f groter is.
Dus de didgeridoo klinkt hoger bij hogere temperatuur.

- inzicht dat de geluidssnelheid groter is bij hogere temperatuur 1
- gebruik van $v = f\lambda$ en inzicht dat de golflengte gelijk blijft 1
- conclusie 1

25 maximumscore 3

uitkomst: $P = 3{,}2 \cdot 10^{-6}$ W

voorbeeld van een berekening:
Uit $L = 10\log\left(\frac{I}{10^{-12}}\right) = 82$ volgt $I = 1{,}6 \cdot 10^{-4}$ W m^{-2}.

$$P = IA = I \cdot \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 = 1{,}6 \cdot 10^{-4} \cdot \pi\left(\frac{0{,}16}{2}\right)^2 = 3{,}2 \cdot 10^{-6} \text{ W}.$$

- gebruik van $L = 10\log\left(\frac{I}{10^{-12}}\right)$ 1
- gebruik van $P = IA$ met $A = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2$ 1
- completeren van de berekening 1

5 Inzenden scores

Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per school in het programma WOLF.
Zend de gegevens uiterlijk op 6 juni naar Cito.

6 Bronvermeldingen

Opgave 5 naar De Volkskrant, 22-12-2002

Foton De nieuwe natuurkundemethode voor de bovenbouw
Theorie, oefenopgaven, antwoorden in één overzichtelijk boek inclusief SE-keuzeonderwerpen
Betaalbaar: € 35,- voor de complete stof. Meer info: natuurkundeuitgelegd.nl