Correctievoorschrift VWO

2007

tijdvak 1

natuurkunde 1,2

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

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 77 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 Didgeridoo

1 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 3 periodes 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling 1

2 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

natuurkundeuitgelegd.nl

3 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}.

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

Opgave 2 Radioactieve schilderijen

4 maximumscore 3

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

voorbeeld van een berekening:

$E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ofwel $0{,}025 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19} = \frac{1}{2} \cdot 1{,}67 \cdot 10^{-27} \cdot v^2$.

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

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ met m opgezocht 1
- omrekenen van eV naar joule 1
- completeren van de berekening 1

5 maximumscore 4

antwoord: ${}^{75}_{33}\text{As} + {}^{1}_{0}\text{n} \rightarrow {}^{76}_{33}\text{As}$ en ${}^{76}_{33}\text{As} \rightarrow {}^{76}_{34}\text{Se} + {}^{0}_{-1}\text{e}$

of: ${}^{75}\text{As} + \text{n} \rightarrow {}^{76}\text{As}$ en ${}^{76}\text{As} \rightarrow {}^{76}\text{Se} + \beta^-$

- neutron links van de reactiepijl van de eerste reactie 1
- eerste reactie kloppend maken 1
- elektron rechts van de reactiepijl van de tweede reactie 1
- tweede reactie kloppend maken 1

natuurkundeuitgelegd.nl

6 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Na 20 uur is de verhouding van de activiteit van arseen en mangaan:

$A(20)_{\text{arseen}} : A(20)_{\text{mangaan}} = [A(0)_{\text{arseen}}\left(\tfrac{1}{2}\right)^{20/26,8}] : [A(0)_{\text{mangaan}}\left(\tfrac{1}{2}\right)^{20/2,6}]$.

Met $A(0)_{\text{arseen}} = A(0)_{\text{mangaan}}$ volgt voor deze verhouding: 123 : 1.

(De veronderstelling is dus juist.)

- inzicht dat $A(t) = A(0)\cdot\left(\tfrac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}}$ 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

Opgave 3 Koelbox

7 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: $E_{\text{koelbox}} = Pt = 54\cdot t$.

$E_{\text{koelbox}} = E_{\text{accu}} \rightarrow 54\cdot t = 2,38\cdot 10^6 \rightarrow t = 4,4\cdot 10^4$ s $= \dfrac{4,4\cdot 10^4}{3600} = 12$ 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: $I = \dfrac{P}{U} = \dfrac{54}{12} = 4,5$ A.

Maximale tijd is $\dfrac{55 \text{ Ah}}{4,5 \text{ A}} = 12$ h.

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

natuurkundeuitgelegd.nl

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

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

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

voorbeeld van een berekening:
Er geldt: $C_{\text{box}} + C_{\text{water}} = 20\, C_{\text{box}}$; dus $C_{\text{box}} = \frac{1}{19} C_{\text{water}}$.
$C_{\text{box}} = \frac{c_{\text{water}} \cdot m}{19} = \frac{4{,}18 \cdot 10^3 \cdot 5{,}0}{19} = 1{,}1 \cdot 10^3 \text{ J K}^{-1}$.

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

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

natuurkundeuitgelegd.nl

9 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

1 De diodes laten de stroom maar in één richting door de weerstand lopen.

2 Als de dynamo één volledige wisselspanningsperiode in 10 ms heeft doorlopen, heeft de weerstand twee identieke pulsen ontvangen. Dus 4 pulsen in 20 ms.

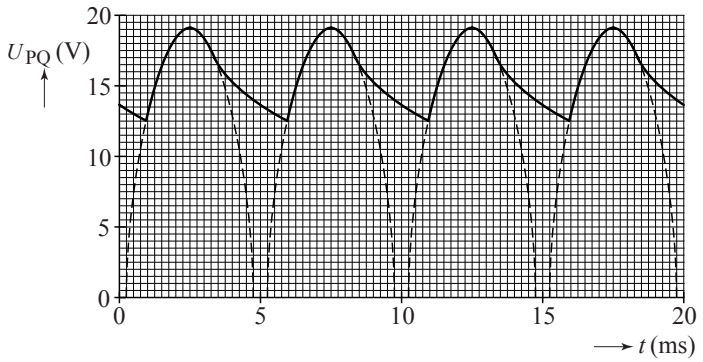
3 $U_{max} = \sqrt{2} \cdot U_{eff} = \sqrt{2} \cdot 14{,}5 = 20{,}5$ V.

4 Zolang de spanning van de dynamo niet groter is dan 1,4 V, geleiden de diodes niet en is de spanning over de weerstand 0,0 V.

- inzicht dat de stroom slechts in één richting door de weerstand loopt 1
- inzicht dat de diodeschakeling de negatieve spanningspuls van de dynamo omklapt 1
- inzicht dat U_{max} groter is dan U_{eff} 1
- inzicht dat $U_{PQ} = 0$ als $U_{dyn} < (2\times)$ de drempelspanning 1

10 maximumscore 2

antwoord:



- links van elke top volgt de nieuwe spanning de oude spanning 1
- rechts van elke top is het nieuwe verloop een dalende kromme die niet onder de 12 V komt 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Zonneneutrino's

11 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Margreet moet tweemaal hetzelfde experiment uitvoeren: éénmaal als de zon hoog aan de hemel staat én éénmaal bij een lage stand van de zon.
Zij moet het zonlicht loodrecht op de lens laten vallen en het beeld van de zon scherp afbeelden op een stuk karton dat zij evenwijdig aan de lens houdt.
In beide gevallen moet zij de diameter van het beeld opmeten en de uitkomsten vergelijken.

- inzicht dat het experiment tweemaal moet worden uitgevoerd 1
- inzicht dat er een beeld van de zon moet worden gevormd en worden gemeten 1

12 maximumscore 4

uitkomst: $d = 1{,}9$ cm

voorbeeld van een berekening:

$S = 0{,}50 \text{ dpt} \rightarrow f = \frac{1}{S} = 2{,}0 \text{ m}.$

In deze situatie geldt $b = f$.

$\frac{\text{diameter zon}}{\text{afstand zon}} = \frac{\text{diameter beeld}}{2{,}0} \rightarrow \frac{1{,}392 \cdot 10^{9}}{1{,}496 \cdot 10^{11}} = \frac{d}{2{,}0}$

$\rightarrow d = 1{,}86 \cdot 10^{-2}$ m = 1,9 cm.

- inzicht dat $\frac{1}{f} = 0{,}50$ of $f = 2{,}0$ m 1
- inzicht dat in deze situatie geldt $b = f$ of b berekenen 1
- inzicht dat $\frac{\text{diameter zon}}{\text{diameter beeld}} = \frac{\text{afstand zon}}{\text{afstand beeld}}$ of $N = \frac{B}{V} = \frac{b}{v}$ 1
- completeren van de berekening 1

13 maximumscore 3

antwoord: ${}^{1}_{1}\text{H} + {}^{1}_{1}\text{H} \rightarrow {}^{2}_{1}\text{H} + {}^{0}_{1}\text{e} + {}^{0}_{0}\nu$ of $2\text{p} \rightarrow \text{d} + \text{e}^{+} + \nu$

- links van het reactieteken 2 protonen 1
- rechts van het reactieteken een positron en een neutrino 1
- completeren van de reactievergelijking 1

natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 4

uitkomst: $E = 26{,}729$ MeV $\left(= 4{,}2825 \cdot 10^{-12}\ \text{J}\right)$

voorbeeld van een berekening:

$m_{\text{voor}} = 4m_{\text{proton}} + 2m_{\text{elektron}} = 4 \cdot 1{,}007276 + 2 \cdot 0{,}00054858 = 4{,}030201$ u

$m_{\text{na}} = m_{\text{He-atoom}} - 2m_{\text{elektron}} = 4{,}002603 - 2 \cdot 0{,}00054858 = 4{,}0015058$ u

massadefect $= m_{\text{voor}} - m_{\text{na}} = 4{,}030201 - 4{,}0015058 = 0{,}028695$ u.

Dit komt overeen met $0{,}028695 \cdot 931{,}49 = 26{,}729$ MeV.

- berekenen van de massa voor de fusie 1
- berekenen van de massa na de fusie 1
- berekenen massadefect 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Uitkomst in 3 significante cijfers: geen aftrek.

15 maximumscore 4

uitkomst: $9{,}1 \cdot 10^{28}$

voorbeeld van een antwoord:

Aantal neutrino's dat per seconde per m^2 de aarde treft is $\dfrac{2{,}0 \cdot 10^{38}}{4\pi r^2}$ met $r = 0{,}1496 \cdot 10^{12}$ m. Dat zijn $7{,}11 \cdot 10^{14}$ neutrino's per m^2. De aarde heeft een dwarsdoorsnede-oppervlakte van $\pi {R_{\text{A}}}^2 = \pi \cdot \left(6{,}378 \cdot 10^6\right)^2 = 1{,}278 \cdot 10^{14}$ m^2.

Per seconde treffen $7{,}11 \cdot 10^{14} \cdot 1{,}278 \cdot 10^{14} = 9{,}1 \cdot 10^{28}$ neutrino's de aarde.

- gebruik van de kwadratenwet 1
- opzoeken afstand aarde – zon en diameter aarde 1
- inzicht werkzame doorsnede is $\pi {R_{\text{A}}}^2$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Kanaalspringer

16 maximumscore 3

uitkomst: $v = 7{,}7 \cdot 10^2$ m s^{-1}

voorbeeld van een antwoord:

$y = \frac{1}{2} g t^2$, zodat $9000 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}81 \cdot t^2$. Hieruit volgt: $t_{\text{vlucht}} = 42{,}8$ s.

$x = v_{\text{x}} t_{\text{vlucht}}$, zodat $v_{\text{x}} = \dfrac{33 \cdot 10^3}{42{,}8} = 7{,}7 \cdot 10^2$ m s^{-1}.

- gebruik van $y = \frac{1}{2} g t^2$ 1
- gebruik van $x = v_{\text{x}} \cdot t_{\text{vlucht}}$ 1
- completeren van de berekening 1

17 maximumscore 5

uitkomst: p = 34 kPa

voorbeelden van een bepaling:

methode 1

Uit de formules $\dfrac{pV}{T} = nR$ en $\rho = \dfrac{m}{V}$ is af te leiden: $p = \left(\dfrac{nR}{m}\right) \cdot \rho T = c\rho T$

waarin c een constante is als we eenzelfde aantal mol lucht aan het aardoppervlakte en op 7,9 km hoogte vergelijken.

Dat betekent dat

$$\left(\frac{p}{\rho T}\right)_{\text{grond}} = \left(\frac{p}{\rho T}\right)_{\text{hoogte}} \rightarrow \frac{1{,}013 \cdot 10^5}{1{,}293 \cdot 273} = \frac{p}{0{,}51 \cdot 233} \rightarrow p = 3{,}4 \cdot 10^4 \text{ Pa.}$$

- gebruik van algemene gaswet en $\rho = \dfrac{m}{V}$ 1
- inzicht dat p evenredig is met ρ en T 1
- aflezen van ρ op 7,9 km hoogte (met een marge van 0,1 kg m^{-3}) 1
- opzoeken van ρ_{lucht} en notie dat deze hoort bij T = 273 K en $p = 1{,}013 \cdot 10^5$ Pa 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

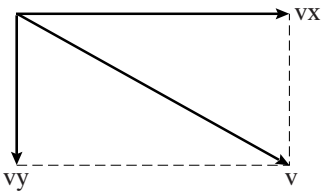
methode 2
Uit de grafiek volgt voor de dichtheid op 7,9 km hoogte: $\rho = 0{,}51\ \text{kg m}^{-3}$.
Uit tabel 12 blijkt dat $\rho_{\text{lucht}} = 1{,}293\ \text{kg m}^{-3}$ bij $T = 273$ K en $p = 1{,}013 \cdot 10^5$ Pa.
Ga uit van 1,293 kg lucht met $T = 273$ K en $p = 1{,}013 \cdot 10^5$ Pa.
1,293 kg lucht heeft dan dus een volume van 1,00 m^3.
Op 7,9 km hoogte heeft 1,293 kg lucht dus een volume van $\frac{1{,}293}{0{,}51} = 2{,}54\ \text{m}^3$.
Volgens de algemene gaswet geldt: $\left(\frac{pV}{T}\right)_{\text{grond}} = \left(\frac{pV}{T}\right)_{\text{hoogte}}$.
Invullen geeft: $\frac{1{,}013 \cdot 10^5 \cdot 1{,}00}{273} = \frac{p \cdot 2{,}54}{233}$ zodat $p = 3{,}4 \cdot 10^4$ Pa.

- aflezen van ρ op 7,9 km hoogte (met een marge van 0,1 kg m^{-3}) 1
- opzoeken van ρ_{lucht} en notie dat deze hoort bij 273 K en $1{,}013 \cdot 10^5$ Pa 1
- gebruik van de algemene gaswet en $\rho = \frac{m}{V}$ 1
- berekenen van volume op 7,9 km hoogte 1
- completeren van de bepaling 1

18 maximumscore 2
voorbeeld van een antwoord:
Als de baan van figuur 5 als juist moet worden opgevat, is de baan dus gekromd.
Dat betekent dat de snelheid van richting verandert. Hiervoor is een (netto)kracht vereist, zodat $\overrightarrow{F_{\text{res}}} \neq 0$.

- constatering dat de baan gekromd is 1
- inzicht dat voor een gekromde baan een (netto)kracht vereist is 1

19 maximumscore 2
voorbeeld van een antwoord:
In deze regel wordt met de stelling van Pythagoras de waarde van de snelheid berekend met behulp van de grootte van de horizontale en verticale snelheidscomponent.



- inzicht dat de stelling van Pythagoras gebruikt wordt 1
- tekening van de vectoren van de snelheidscomponenten en van v_{totaal} 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Vraag	Antwoord	Scores

20 maximumscore 3

uitkomst: $k = 9{,}1 \cdot 10^3$ (m) (met een marge van $0{,}4 \cdot 10^3$ m)

voorbeeld van een bepaling:
Uit de grafiek blijkt dat op 7,9 km hoogte geldt $\rho = 0{,}51$ kg m^{-3} zodat $0{,}51 = 1{,}22 \cdot e^{-\frac{7900}{k}}$. Hieruit volgt $k = 9{,}1 \cdot 10^3$ (m)

- bij elkaar horende waarden voor h en ρ uit de grafiek afgelezen 1
- h in meter ingevuld 1
- completeren van de bepaling 1

21 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:
Regel 9: Fx = Fx_lift – Fx_wrijving
Regel 13: Fy = Fz – Fy_lift – Fy_wrijving

- juiste krachten genoemd in regel 9 1
- plus- en mintekens in regel 9 juist 1
- juiste krachten genoemd in regel 13 1
- plus- en mintekens in regel 13 juist 1

22 maximumscore 4

uitkomst: $s = 34 \cdot 10^3$ m (met een marge van $3 \cdot 10^3$ m)

voorbeeld van een bepaling:
Gebruik de (v,t)-grafiek. De afgelegde weg komt overeen met de oppervlakte onder deze grafiek.
Deze oppervlakte is te benaderen door een rechthoek en een driehoek:
$s = 65 \cdot 430 + \frac{1}{2} \cdot (95 - 65) \cdot 430 = 34 \cdot 10^3$ m.

- inzicht dat de (v,t)-grafiek gebruikt moet worden 1
- inzicht dat de oppervlakte onder deze grafiek bepaald moet worden 1
- completeren van de bepaling 2

natuurkundeuitgelegd.nl

23 maximumscore 5

uitkomst: $\alpha = 24°$ (met een marge van 2°)

Voorbeeld van een bepaling:

Voor de hoek α met de horizon geldt: $\sin\alpha = \frac{v_y}{v}$.

De waarde van v kan worden afgelezen op de (v,t)-grafiek:
$v = 96{,}5$ m s^{-1} op $t = 16$ s.

De waarde van v_y kan berekend worden met het (F_y,t)-diagram.

In de y-richting geldt: $\int F_y \cdot dt = m\Delta v_y$ zodat de impulstoename in de y-richting tussen $t = 0$ s en $t = 16$ s overeenkomt met de oppervlakte onder de grafiek. Deze oppervlakte komt overeen met $3{,}4\cdot10^3$ Ns.

Hieruit volgt: $v_y = \frac{3{,}4\cdot10^3}{85{,}5} = 40$ m s^{-1}.

Voor hoek α geldt dan: $\sin\alpha = \frac{40}{96{,}5}$ zodat $\alpha = 24°$.

- aflezen van v op $t = 16$ s 1
- inzicht dat geldt $\sin\alpha = \frac{v_y}{v}$ 1
- inzicht dat de verticale stoot de oppervlakte in het (F_y,t)-diagram is 1
- berekenen van v_y met behulp van stoot$_y = m\Delta v_y$ 1
- completeren van de bepaling 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 2 naar: De Volkskrant, 22-12-2002
Opgave 5 naar: De Gelderlander, 1-8-2003

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