Correctievoorschrift VWO

2013

tijdvak 1

natuurkunde

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

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 het College voor Examens (CvE) op grond van artikel 2 lid 2d van de Wet CvE de Regeling beoordelingsnormen en bijbehorende scores centraal examen vastgesteld.
Voor de beoordeling zijn de volgende passages van de artikelen 36, 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 het College voor Examens.
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 het College voor Examens.

natuurkundeuitgelegd.nl

De gecommitteerde voegt bij het gecorrigeerde werk een verklaring betreffende de verrichte correctie. Deze verklaring wordt mede ondertekend door het bevoegd gezag van de gecommitteerde.

4 De examinator en de gecommitteerde stellen in onderling overleg het aantal scorepunten voor het centraal examen vast.

5 Indien de examinator en de gecommitteerde daarbij niet tot overeenstemming komen, wordt het geschil voorgelegd aan het bevoegd gezag van de gecommitteerde. Dit bevoegd gezag kan hierover in overleg treden met het bevoegd gezag van de examinator. Indien het geschil niet kan worden beslecht, wordt hiervan melding gemaakt aan de inspectie. De inspectie kan een derde onafhankelijke gecommitteerde aanwijzen. De beoordeling van de derde gecommitteerde komt in de plaats van de eerdere beoordelingen.

2 Algemene regels

Voor de beoordeling van het examenwerk zijn de volgende bepalingen uit de regeling van het College voor Examens 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;

natuurkundeuitgelegd.nl

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.

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 scorepunten 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 het College voor Examens. 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.

NB1 Het aangeven van de onvolkomenheden op het werk en/of het noteren van de behaalde scores bij de vraag is toegestaan, maar niet verplicht.
Evenmin is er een standaardformulier voorgeschreven voor de vermelding van de scores van de kandidaten.
Het vermelden van het schoolexamencijfer is toegestaan, maar niet verplicht.
Binnen de ruimte die de regelgeving biedt, kunnen scholen afzonderlijk of in gezamenlijk overleg keuzes maken.

NB2 Als het College voor Examens vaststelt dat een centraal examen een onvolkomenheid bevat, kan het besluiten tot een aanvulling op het correctievoorschrift.
Een aanvulling op het correctievoorschrift wordt zo spoedig mogelijk nadat de onvolkomenheid is vastgesteld via Examenblad.nl verstuurd aan de examensecretarissen.
Soms komt een onvolkomenheid pas geruime tijd na de afname aan het licht. In die gevallen vermeldt de aanvulling:

NB
a. Als het werk al naar de tweede corrector is gezonden, past de tweede corrector deze aanvulling op het correctievoorschrift toe.
b. Als de aanvulling niet is verwerkt in de naar Cito gezonden WOLF-scores, voert Cito dezelfde wijziging door die de correctoren op de verzamelstaat doorvoeren.

natuurkundeuitgelegd.nl

Een onvolkomenheid kan ook op een tijdstip geconstateerd worden dat een aanvulling op het correctievoorschrift ook voor de tweede corrector te laat komt. In dat geval houdt het College voor Examens bij de vaststelling van de N-term rekening met de onvolkomenheid.

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen kunnen maximaal 76 scorepunten worden behaald.

1 Een afwijking in de uitkomst van een berekening door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.
2 Het laatste scorepunt, aangeduid met 'completeren van de berekening/bepaling', wordt niet toegekend als:
   - een fout in de nauwkeurigheid van de uitkomst gemaakt is (zie punt 3),
   - een of meer rekenfouten gemaakt zijn,
   - de eenheid van een uitkomst niet of verkeerd vermeld is, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is, (In zo'n geval staat in het beoordelingsmodel de eenheid tussen haakjes.)
   - antwoordelementen foutief met elkaar gecombineerd zijn,
   - een onjuist antwoordelement een substantiële vereenvoudiging van de berekening/bepaling tot gevolg heeft.
3 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.
4 Het scorepunt voor het gebruik van een formule wordt toegekend als de kandidaat laat zien kennis te hebben van de betekenis van de symbolen uit de formule. Dit blijkt als:
   - de juiste formule is geselecteerd, én
   - voor minstens één symbool een waarde is ingevuld die past bij de betreffende grootheid.

natuurkundeuitgelegd.nl

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

Opgave 1 Sprint

1 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De snelheid is constant omdat het (s,t)-diagram (vanaf 4 seconde) een rechte lijn is.
De snelheid is gelijk aan de helling van de lijn (vanaf 4 seconde):
$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{69}{5,9} = 11,7 \text{ m s}^{-1}$.

- inzicht dat een rechte lijn in het (s,t)-diagram betekent dat de snelheid constant is 1
- aantonen dat $v = 11,7 \text{ m s}^{-1}$ 1

2 maximumscore 3

uitkomst: $F = 2,3 \cdot 10^2$ N (met een marge van $0,1 \cdot 10^2$ N)

voorbeeld van een bepaling:
De versnelling a is te bepalen uit de helling van het (v,t)-diagram.
Dit geeft: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{11,7}{4,0} = 2,93 \text{ m s}^{-2}$.
Er geldt: $F = ma$. Invullen levert: $F = ma = 80 \cdot 2,93 = 2,3 \cdot 10^2$ N.

- gebruik van $F = ma$ 1
- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

3 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De afgelegde weg in de eerste 4 seconde is gelijk aan de oppervlakte onder het (v,t)-diagram. Hieruit volgt $x = \frac{1}{2} \cdot 4{,}0 \cdot 11{,}7 = 23$ m.

Aflezen uit figuur 2 levert dat de afgelegde afstand na 4 seconde gelijk is aan 31 m. (Dus de figuren zijn niet met elkaar in overeenstemming.)

- inzicht dat de afgelegde weg gelijk is aan de oppervlakte onder het (v,t)-diagram 1
- aflezen van de afgelegde afstand na 4 seconde in figuur 2 1
- completeren van het antwoord 1

methode 2

De beweging is in de eerste 4 seconde éénparig versneld. Dus geldt voor de afstand: $s(t) = \frac{1}{2}at^2$. Invullen levert: $s(4) = \frac{1}{2} \cdot 2{,}9 \cdot 4{,}0^2 = 23$ m.

Aflezen uit figuur 2 levert dat de afgelegde afstand na 4 seconde gelijk is aan 31 m. (Dus de figuren zijn niet met elkaar in overeenstemming.)

- inzicht dat $s(t) = \frac{1}{2}at^2$ 1
- aflezen van de afgelegde afstand na 4 seconde in figuur 2 1
- completeren van het antwoord 1

Opmerking
Als een leerling de snelheid op een punt bepaalt door een raaklijn te tekenen in de figuur op de uitwerkbijlage en deze snelheid vergelijkt met figuur 3: uiteraard goed rekenen.

4 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $E_k = Pt = \frac{1}{2}mv^2$. Omdat P constant is, volgt hieruit dat v^2 recht evenredig is met t. Ofwel: $v = k\sqrt{t}$.

- inzicht dat $E = Pt$ 1
- inzicht dat $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- inzicht dat v^2 recht evenredig is met t 1

natuurkundeuitgelegd.nl

5 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

Invullen van formule (1) levert: $11,7 = k\sqrt{4,0}$. Hieruit volgt: $k = 5,85$.

In de afgeleide van formule (2) is de factor vóór t gelijk aan $1,5 \cdot 3,9 = 5,85$.

Dat klopt.

De exponent van t in formule (2) is 1,5. Volgens de gegeven regel moet de snelheidsfunctie dan een t-exponent hebben van $1,5 - 1 = 0,5$.

Dat klopt ook. Dus hypothese 2 wordt bevestigd.

Na 4 seconde geldt: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 0,5 \cdot 80 \cdot 11,7^2 = 5,48 \cdot 10^3$ J.

Voor het vermogen geldt dan: $P = \frac{E_k}{t} = \frac{5,48 \cdot 10^3}{4,0} = 1,4$ kW.

- uitrekenen van k met formule (1) 1
- constateren dat de waarde van k overeenkomt met $1,5 \cdot 3,9 = 5,85$ 1
- inzicht dat de snelheidsfunctie een t-exponent moet hebben van 0,5 1
- gebruik van $P = \frac{E_k}{t}$ met $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren van de deelantwoorden 1

Opmerking

Het laatste scorepunt wordt verkregen als de waarde van k en de grootte van het constante vermogen correct zijn.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Stad van de Zon

6 maximumscore 3

uitkomst: $A = 2{,}9 \cdot 10^4$ m^2

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\%$.

Invullen levert: $P_{\text{str}} = \frac{P_{\text{elektr}}}{\eta} = \frac{3{,}75 \cdot 10^6}{0{,}13} = 2{,}88 \cdot 10^7$ W.

Bij volle zon geldt: $I = 1000$ W m^{-2}.

Hieruit volgt: $A = \frac{2{,}88 \cdot 10^7}{1000} = 2{,}9 \cdot 10^4$ m^2.

- gebruik van $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\%$ met $P_{\text{nuttig}} = 3{,}75 \cdot 10^6$ W 1
- inzicht dat $A = \frac{P_{\text{str}}}{I}$ 1
- completeren van de berekening 1

7 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Er geldt: $P_{\text{gem}} = 0{,}10 P_{\text{max}}$.

Voor de energie die de zonnepanelen leveren geldt dan:

$E = Pt = 0{,}10 \cdot 3{,}75 \cdot 10^6 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 1{,}18 \cdot 10^{13}$ J $= 3{,}29 \cdot 10^6$ kWh.

Dit is genoeg voor het aantal huishoudens: $n = \frac{3{,}29 \cdot 10^6}{3656} = 899$.

Dit is kleiner dan de geplande 1600. Dus de zonnepanelen leveren niet voldoende energie.

- omrekenen van piekvermogen naar gemiddeld vermogen 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- delen van de totale energie door het gemeenschappelijk verbruik per huishouden of delen van de totale energie door het aantal huishoudens 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2

Er is nodig voor de hele wijk aan energie: $E = 1600 \cdot 3656 = 5{,}850 \cdot 10^6$ kWh.

Er geldt: $P_{gem} = 0{,}10 P_{max}$.

Voor de energie die de zonnepanelen leveren geldt dan:

$E = Pt = 0{,}10 \cdot 3{,}75 \cdot 10^6 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 1{,}18 \cdot 10^{13}$ J $= 3{,}29 \cdot 10^6$ kWh.

Dus de zonnepanelen leveren niet voldoende energie.

- uitrekenen van de totale benodigde energie 1
- omrekenen van piekvermogen naar gemiddeld vermogen 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- consequente conclusie 1

8 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

0 hoort bij 0 V en ∞ hoort bij 18 V

Bij een weerstand van 2,5 Ω geldt: $\frac{U}{I} = 2{,}5$.

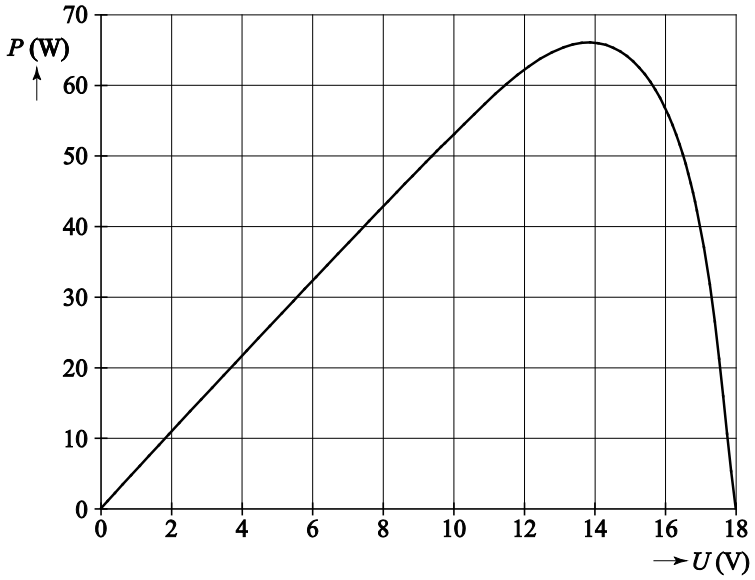
Trekken van een rechte lijn in de grafiek door de punten (0,0) en (10 V , 4 A) of uitproberen, levert het punt (12,5 V , 5,0 A) (met marges van 0,5 V en 0,2 A).

- inzicht dat 0 hoort bij U = 0 V en dat ∞ hoort bij I = 0 A 1
- inzicht dat bij een weerstand van 2,5 Ω geldt: $\frac{U}{I} = 2{,}5$ 1
- completeren van het antwoord 1

natuurkundeuitgelegd.nl

9 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



Het maximale vermogen wordt geleverd bij: $U = 14$ V.

Dus: $R = \frac{U}{I} = \frac{14}{4,6} = 3,0\ \Omega$.

- gebruik van $P = UI$ 1
- tekenen van de juiste grafiek 1
- gebruik van $R = \frac{U}{I}$ bij P_{max} 1
- completeren van het antwoord 1

natuurkundeuitgelegd.nl

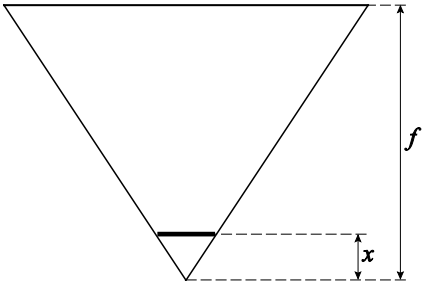
10 maximumscore 4

uitkomst: $d_{\text{lens}} = 0,22$ m en $f = 0,45$ m

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $\text{concentratiefactor} = \frac{A_{\text{lens}}}{A_{\text{cel}}} = \frac{d_{\text{lens}}^2}{d_{\text{cel}}^2}$. Invullen levert: $25 = \frac{d_{\text{lens}}^2}{0,044^2}$.

Hieruit volgt: $d_{\text{lens}} = 5 \cdot 0,044 = 0,22$ m.



Uit bovenstaande schets blijkt: $\frac{d_{\text{cel}}}{d_{\text{lens}}} = \frac{x}{f}$.

Voor de afstand s tussen de lens en de zonnecel geldt: $s = f - x$,
dus geldt: $x = f - s$.

Invullen levert: $\frac{0,044}{0,22} = \frac{f - 0,36}{f} \rightarrow f = 0,45$ m.

- inzicht dat $\text{concentratiefactor} = \frac{A_{\text{lens}}}{A_{\text{cel}}} = \frac{d_{\text{lens}}^2}{d_{\text{cel}}^2}$ 1
- inzicht dat $\frac{d_{\text{cel}}}{d_{\text{lens}}} = \frac{x}{f}$ 1
- inzicht dat $x = f - s$ 1
- completeren van de berekeningen 1

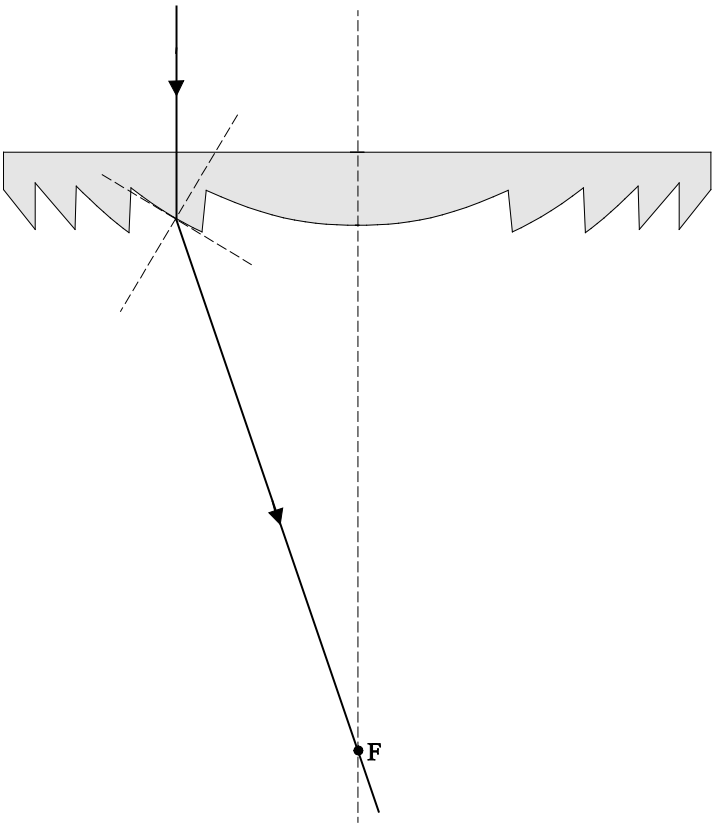
Opmerking
Als de kandidaat ervan uitgaat dat geldt: $s = x + f$, ofwel: $x = s - f$: goed rekenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

11 maximumscore 5

uitkomst: $n = 1{,}5$

voorbeeld van een bepaling:



Een straal evenwijdig aan de hoofdas gaat na de lens door het brandpunt.
Er vindt alleen breking plaats bij de overgang van glas naar lucht.

Hiervoor geldt: $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$.

Opmeten uit de figuur levert voor deze breking: $i = 30^{o}$ en $r = 49^{o}$.

Invullen levert $n = 1{,}5$.

- inzicht dat de lichtstraal bij het bovenste grensvlak niet breekt 1
- inzicht dat de lichtstraal na het onderste grensvlak door het brandpunt gaat 1
- gebruik van $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$ 1
- opmeten van i en r (met marges van 2^{o}) 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Springdrum

12 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
3 trillingen komen overeen met 0,010 s.
Hieruit volgt: $T = \frac{0{,}010}{3} = 3{,}33 \cdot 10^{-3}$ s.
Voor de grondfrequentie geldt dus: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{3{,}33 \cdot 10^{-3}} = 3{,}0 \cdot 10^{2}$ Hz.

- aflezen van de trillingstijd uit de figuur 1
- uitrekenen van f 1

13 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:

methode 1
De lengte van de veer bedraagt ongeveer 50 cm, dus de golflengte is ongeveer 40 cm.
In één trillingstijd legt de golf één golflengte af.
Invullen van $s = vt$ levert: $0{,}4 = 2T$.
Dus $T = 0{,}2$ s, en dus $f = 5$ Hz.
(Dus is de veronderstelling van Sandra onjuist.)

- schatten van λ 1
- inzicht dat in één trillingstijd de golf één golflengte aflegt 1
- consequente conclusie 1

methode 2
De lengte van de veer bedraagt ongeveer 50 cm, dus de golflengte is ongeveer 40 cm.
Bij een frequentie van 300 Hz geldt voor de golfsnelheid:
$v = f\lambda = 300 \cdot 0{,}40 = 1{,}2 \cdot 10^{2}$ ms^{-1}.
(Dus is de veronderstelling van Sandra onjuist.)

- schatten van λ 1
- inzicht dat $v = f\lambda$ 1
- consequente conclusie 1

Opmerkingen
– *Als de leerling de lengte van de veer gelijkstelt aan één golflengte en niet aan* $\frac{5}{4}$ *golflengte: niet aanrekenen.*
– *De schatting van de golflengte mag liggen tussen* 20 cm *en* 80 cm.

natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:
De trillingsrichting van de longitudinale golf in de veer komt overeen met de trillingsrichting van het vel.

15 maximumscore 5

uitkomst: het is de 6e boventoon

voorbeeld van een berekening:

Voor de longitudinale golfsnelheid geldt: $v_{\mathrm{L}} = 0{,}46 \cdot \sqrt{\frac{128}{0{,}015}} = 42{,}5 \text{ m s}^{-1}$.

Voor de golf geldt: $v = \lambda f$. Invullen levert: $\lambda = \frac{42{,}5}{300} = 0{,}142$ m.

Voor de staande longitudinale golf geldt: $\ell = (2n-1)\frac{1}{4}\lambda$.

Invullen levert: $0{,}46 = (2n-1)\frac{1}{4} \cdot 0{,}142$.

Dit geeft $n = 7$. Het is dus de 6e boventoon.

- invullen van $v_{\mathrm{L}} = \ell \cdot \sqrt{\frac{C}{m}}$ met $m = 0{,}015$ kg 1
- gebruik van $v = \lambda f$ 1
- inzicht dat $\ell = (2n-1)\frac{1}{4}\lambda$ 1
- completeren van de berekening 1
- noemen van de juiste boventoon 1

Opmerking
Als de kandidaat een rekenfout maakt en daardoor voor n een niet geheel getal krijgt, mag de kandidaat voor het noemen van de boventoon naar boven of naar beneden afronden. (Stel dat de kandidaat uit de berekening krijgt n = 8,4, dan mag de 8e boventoon goed gerekend worden en ook de 9e boventoon.)

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Op zoek naar Higgs

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Het magneetveld is van de lezer af gericht. De lorentzkracht is in het vlak van tekening naar beneden gericht. Uit een richtingsregel volgt dat de stroom van rechts naar links gaat in het vlak van tekening. Omdat het deeltje van links naar rechts beweegt, is de lading van de deeltjes negatief. Het deeltje is dus een muon.

- tekenen van de richting van de lorentzkracht 1
- inzicht dat de bewegingsrichting tegengesteld is aan de stroomrichting 1
- consequente conclusie 1

17 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Een deeltje en zijn antideeltje hebben tegengestelde ladingen. Dus werkt de lorentzkracht op het antideeltje in de andere richting, vergeleken met zijn bewegingsrichting. Dus is b het goede antwoord.

- inzicht dat een deeltje en antideeltje tegengestelde ladingen hebben 1
- consequente conclusie 1

Opmerkingen
– *Als bij de uitleg alleen staat: "spiegeling" of "symmetrie", dit niet goed rekenen.*
– *Een antwoord zonder uitleg: geen punten toekennen.*

18 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Invullen van de eenheden in de formule levert: $\mathrm{N\,m = T\,C\,m\,s^{-1}\,m}$.
De formule voor de lorentzkracht luidt: $F_L = Bqv$. Invullen van deze formule levert: $\mathrm{N = T\,C\,m\,s^{-1}}$.
Combineren van beide levert: $\mathrm{N\,m = N\,m}$.

- inzicht dat $\mathrm{N = T\,C\,m\,s^{-1}}$ 1
- completeren van het antwoord 1

natuurkundeuitgelegd.nl

19 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Als deeltjes afremmen wordt E kleiner. Daardoor wordt r kleiner. Dus kan oorzaak I de grotere straal niet verklaren.
Als B kleiner is, dan is r groter. De straal buiten de cirkel is groter. Dus kan oorzaak II de grotere straal wel verklaren.

- inzicht dat bij afremmen E en dus r kleiner wordt 1
- completeren van de uitleg over oorzaak I 1
- inzicht dat een kleinere B een grotere r tot gevolg heeft 1
- completeren van de uitleg over oorzaak II 1

methode 2

Voor deze cirkelbeweging geldt: $F_{\text{mpz}} = F_{\text{L}}$. Invullen levert: $m\frac{v^2}{r} = Bqv$.

Dit levert: $r = \frac{mv}{Bq}$.

Als deeltjes afremmen wordt v kleiner. Daardoor wordt r kleiner. Dus kan oorzaak I de grotere straal niet verklaren.
Als B kleiner is, dan is r groter. De straal buiten de cirkel is groter. Dus kan oorzaak II de grotere straal wel verklaren.

- inzicht dat $r = \frac{mv}{Bq}$ 2
- completeren van de uitleg over oorzaak I 1
- completeren van de uitleg over oorzaak II 1

natuurkundeuitgelegd.nl

20 maximumscore 4

uitkomst: $m = 4 \cdot 10^{-26}$ kg

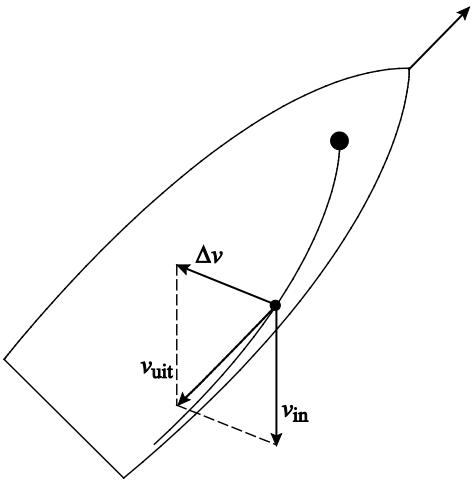
voorbeeld van een bepaling:
Voor de straal van de baan binnen de cirkel is de schatting: $r = 5$ m.
Invullen in de formule levert:
$E = Bqrc = 4,2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 3 \cdot 10^{8} = 1,0 \cdot 10^{-9}$ J.
Deze energie komt overeen met een massa volgens $E = mc^2$.
Invullen levert: $1,0 \cdot 10^{-9} = m \cdot (3 \cdot 10^{8})^2$. Dit levert: $m = 1,1 \cdot 10^{-26}$ kg.
Er ontstaan 4 deeltjes. Dus volgt voor de massa van het Higgs-deeltje:
$m = 4 \cdot 1,1 \cdot 10^{-26} = 4 \cdot 10^{-26}$ kg.

- schatten van de straal van de baan (met een marge van 2 m) 1
- invullen van de formule met $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C en $c = 3,0 \cdot 10^{8}$ m s^{-1} 1
- gebruik van $E = mc^2$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opgave 5 Zeilen

21 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- inzicht dat $\vec{v}_{\text{uit}} = \vec{v}_{\text{in}} + \Delta\vec{v}$ 1
- completeren van de constructie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De richting van $\Delta\vec{v}$ is ook de richting van de kracht van het zeil op de wind. Op het zeil werkt dus een reactiekracht van de wind op het zeil die tegengesteld hieraan gericht is.

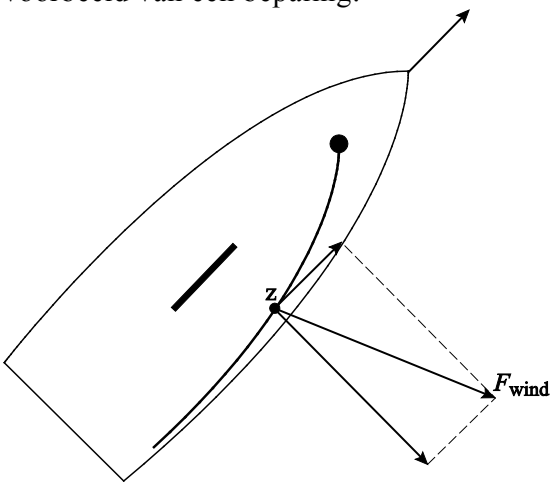
- inzicht dat de richting van $\Delta\vec{v}$ gelijk is aan de richting van de kracht van het zeil op de wind 1
- inzicht in de wisselwerkingswet 1

Opmerking
Als de kandidaat alleen antwoordt "wisselwerking" of "actie = reactie": 1 scorepunt toekennen.

23 maximumscore 3

uitkomst: $v = 3,7\ \text{m s}^{-1}$ (met een marge van $0,2\ \text{m s}^{-1}$)

voorbeeld van een bepaling:



De grootte van de component van de kracht op het zeil bedraagt:

$F_{\text{vaarrichting}} = \frac{1,3}{3,4} \cdot 450 = 1,7 \cdot 10^{2}\ \text{N}.$

Aflezen uit de grafiek levert: $v = 3,7\ \text{m s}^{-1}$.

- construeren van de component van de kracht in de vaarrichting (met een marge van 0,1 cm) 1
- gebruik van de verhoudingsfactor 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

24 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Kracht	Moment tegen de klok in	Moment met de klok mee
F_{wind}		X
$F_{\text{z boot}}$	X	
F_{zwaard}		X
$F_{\text{z Maarten}}$	X	

Er geldt: $\Sigma M = 0$.
Dus geldt: $F_{\text{wind}} r_{\text{wind}} + F_{\text{zwaard}} r_{\text{zwaard}} + F_{\text{z,boot}} r_{\text{z,boot}} + F_{\text{z,maarten}} r_{\text{z,maarten}} = 0$.
Invullen levert: $3{,}8 \cdot 10^2 \cdot 6{,}0 + 3{,}8 \cdot 10^2 \cdot 0{,}4 - 5{,}8 \cdot 10^2 \cdot 0{,}7 - 7{,}5 \cdot 10^2 \cdot r = 0$.
Dit levert in de tekening: $r = 2{,}7$ cm.
Op de tekening komt 1,4 m overeen met 3,3 cm.
Voor de werkelijke afstand geldt: $r = \frac{2{,}7}{3{,}3} \cdot 1{,}4 = 1{,}1$ m.

- inzicht dat de draairichtingen van de momenten van F_{wind} en F_{zwaard} met de klok mee zijn en de draairichtingen van de momenten van $F_{\text{z boot}}$ en $F_{\text{z Maarten}}$ tegen de klok in 1
- gebruik van de momentenwet 1
- opmeten van de drie krachtarmen in de figuur (met marges van 0,1 cm) 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 28 mei naar Cito.

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