Correctievoorschrift VWO

2014

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;

natuurkundeuitgelegd.nl

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.

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 College voor Examens heeft de correctievoorschriften bij regeling vastgesteld. Het correctievoorschrift is een zogeheten algemeen verbindend voorschrift en valt onder wet- en regelgeving die van overheidswege wordt verstrekt. De corrector mag dus niet afwijken van het correctievoorschrift.

NB2 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.

NB3 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

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.

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 73 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 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 Tsunami

1 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de zwaarte-energie van de waterberg geldt: $E_z = mgh$.

Voor de massa van het water geldt: $m = \rho V$.

Voor het volume van de waterberg geldt: $V = \ell bh$.

Invullen levert: $V = 1200 \cdot 10^3 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 1{,}8 = 3{,}24 \cdot 10^{11}$ m^3.

De hoogte van het zwaartepunt ligt op 0,90 m.

Dus geldt: $E_z = mgh = 1{,}0 \cdot 10^3 \cdot 3{,}24 \cdot 10^{11} \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}90 = 2{,}9 \cdot 10^{15}$ J $= 2{,}9$ PJ.

(Dus de energie overschrijdt de waarde van 0,5 PJ.)

- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- inzicht dat $m = \rho V$ met $V = \ell bh$ 1
- inzicht dat het zwaartepunt van de waterberg op de halve hoogte ligt 1
- completeren van de berekening en uitkomst vergelijken met 0,5 PJ 1

Opmerkingen

– *Voor de dichtheid mag ook ingevuld worden*: $0{,}998 \cdot 10^3$ kg m^{-3} *(water) en* $1{,}024 \cdot 10^3$ kg m^{-3} *(zeewater), (zoals aangegeven in BINAS tabel 11).*

– *Om te vergelijken moet de uitkomst en/of de grenswaarde naar dezelfde eenheid zijn omgerekend.*

natuurkundeuitgelegd.nl

2 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

methode 1
In figuur 3 moet de hoeveelheid opgestuwd water / de energie zich over een steeds grotere breedte van de golf verdelen (waardoor de amplitude kleiner wordt).
In figuur 4 blijft de golf (nagenoeg) even breed, waardoor de amplitude (bijna) niet afneemt.

- inzicht dat in figuur 3 de hoeveelheid opgestuwd water / de energie over een steeds grotere breedte verdeeld wordt 1
- inzicht dat in figuur 4 de golf (nagenoeg) even breed blijft 1

methode 2
De hoeveelheid opgestuwd water / de energie die in de golven zit, is (nagenoeg) constant. Als de golf steeds breder wordt, wordt deze verdeeld (waardoor de amplitude kleiner wordt).
Dit is het geval in figuur 3 en niet in figuur 4.

- inzicht dat de hoeveelheid opgestuwd water / de energie constant is 1
- inzicht dat die bij een bredere golf verdeeld wordt 1

Opmerking
Een antwoord gebaseerd op demping: geen scorepunten toekennen.

3 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Doordat de diepte kleiner wordt, wordt de golfsnelheid kleiner. Uit $v = f\lambda$ volgt (omdat de frequentie niet verandert,) dat de golflengte kleiner wordt en dus de golfberg smaller.
Omdat de energie behouden blijft, wordt de golfberg hoger.

- inzicht dat de golfsnelheid kleiner wordt 1
- inzicht in $v = f\lambda$ 1
- inzicht in energiebehoud 1

Opmerkingen
- *Het eerste en tweede scorepunt mogen ook beantwoord worden met het inzicht dat de voorkant van de golf minder snel gaat dan de achterkant.*
- *Bij het tweede scorepunt hoeft niet expliciet vermeld te worden dat de frequentie gelijk blijft.*
- *Het derde scorepunt mag ook beantwoord worden met behulp van het continuïteitsprincipe dat de hoeveelheid water behouden blijft.*
- *Een antwoord gebaseerd op de gedachte dat het gaat over de waterkolom vanaf de bodem: geen scorepunten toekennen.*

natuurkundeuitgelegd.nl

4 maximumscore 4

uitkomst: $t = 4{,}0$ h

voorbeeld van een berekening:

De geluidssnelheid in steen bedraagt $3{,}6 \cdot 10^3$ m s^{-1}. Dus de voortplantingssnelheid van schokgolven bedraagt $7{,}2 \cdot 10^3$ m s^{-1}.

Voor de tijd van de schokgolf door de aardkorst geldt:

$s = v_1 t_1 \rightarrow 2{,}5 \cdot 10^6 = 7{,}2 \cdot 10^3 \cdot t_1 \rightarrow t_1 = 347$ s.

Voor de snelheid van de tsunami geldt:

$v = \sqrt{gd} = \sqrt{9{,}81 \cdot 3{,}0 \cdot 10^3} = 1{,}72 \cdot 10^2$ m s^{-1}.

Voor de tijd die de tsunami nodig heeft, geldt:

$s = v_2 t_2 \rightarrow 2{,}5 \cdot 10^6 = 1{,}72 \cdot 10^2 \cdot t_2 \rightarrow t_2 = 14573$ s.

Voor de tijd tussen het waarnemen van de schokgolf en de komst van de tsunami geldt: $t = 14573 - 347 = 14226$ s $= 4{,}0$ h.

- gebruik van $s = vt$ 1
- opzoeken van de geluidssnelheid in steen 1
- gebruik van $v = \sqrt{gd}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

De uitkomst mag uiteraard ook in een andere eenheid gegeven worden.

5 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Eerst (vanaf t = 9 min) neemt de diepte af. De tsunami is dus voorafgegaan door een golfdal (waardoor het water zich eerst van het strand terugtrok).

- inzicht dat eerst de diepte kleiner wordt 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

6 maximumscore 3

uitkomst: $\lambda = 13$ km

voorbeeld van een bepaling:
Aflezen levert dat de periode gelijk is aan 20 min.
Dit levert: $T = 20 \cdot 60 = 1200$ s.
Voor de snelheid geldt: $v = \sqrt{gd} = \sqrt{9{,}81 \cdot 12} = 10{,}8$ m s^{-1}.
Dus geldt: $\lambda = vT = 10{,}8 \cdot 1200 = 13 \cdot 10^3$ m $= 13$ km.

- aflezen van T 1
- gebruik van $\lambda = vT$ met $v = \sqrt{gd}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerkingen
Om het laatste scorepunt te krijgen:
– *moet de waarde van periode T liggen tussen* 10 *en* 28 min*;*
– *moet de waarde van diepte d liggen tussen* 10 *en* 14 m.

Opgave 2 (G-)Krachtmetingen in een attractiepark

7 maximumscore 3

voorbeeld van een uitleg:
Als de kracht op de drukweerstand groter wordt, wordt de weerstandswaarde van deze weerstand kleiner.
De spanning tussen de punten A en B (de spanning over de drukweerstand) wordt dan kleiner.
Omdat de totale spanning gelijk blijft, wordt de spanning tussen de punten B en C (de spanning over de weerstand R) groter.

- inzicht dat kleiner worden van de weerstandswaarde van de drukweerstand samengaat met groter worden van de sensorspanning 1
- inzicht dat de spanning over de weerstand kleiner wordt als de weerstandswaarde kleiner wordt 1
- inzicht in de spanningsdeling van een serieschakeling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

8 maximumscore 3

uitkomst: $R = 4{,}0 \cdot 10^{2}\ \Omega$ (met een marge van $0{,}2 \cdot 10^{2}\ \Omega$)

voorbeeld van een bepaling:

methode 1
Neem voor de kracht op de drukweerstand 0,50 N.
Bij deze kracht hoort een sensorspanning van 3,0 V. Bij deze kracht heeft de drukweerstand een waarde van $800\ \Omega$.
Voor de spanning geldt: $U_{AB} + U_{BC} = 9{,}0$ V. Dus: $U_{AB} = 9{,}0 - 3{,}0 = 6{,}0$ V.
Voor de stroomsterkte door de serieschakeling geldt: $I = \frac{U_{AB}}{R_{druk}}$.
Dus geldt: $I = \frac{6{,}0}{800} = 7{,}50 \cdot 10^{-3}$ A.
Voor de weerstandswaarde van R geldt dan: $R = \frac{U_{BC}}{I}$.
Dus geldt: $R = \frac{3{,}0}{7{,}50 \cdot 10^{-3}} = 4{,}0 \cdot 10^{2}\ \Omega$.

- aflezen van de sensorspanning en de waarde voor de drukweerstand bij dezelfde kracht 1
- inzicht dat $U_{AB} + U_{BC} = 9{,}0$ V 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking
De sensorspanning mag uiteraard ook bij een andere waarde voor de kracht worden afgelezen.

methode 2
Als de weerstandswaarde R_{druk} gelijk is aan R, dan is de sensorspanning gelijk aan 4,5 V.
Bij een sensorspanning van 4,5 V is de kracht gelijk aan 1,0 N. Bij die kracht geldt voor de grootte van de weerstand: $R = R_{druk} = 4{,}0 \cdot 10^{2}\ \Omega$.

- inzicht dat bij een sensorspanning van 4,5 V geldt $R = R_{druk}$ 2
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Schakeling c is juist. Voor de andere schakelingen geldt:

a	onjuist	In deze schakeling is er sprake van een serieschakeling. De sensorspanning mag niet beïnvloed worden. Een deel van de batterijspanning zal echter over de LED komen te staan, waardoor de spanning beïnvloed wordt.
b	onjuist	De schakelaar staat opgenomen in de paralleltak van de schakeling waarin alleen de LED is opgenomen. De schakelaar zorgt er dus uitsluitend voor dat de LED wordt in- en uitgeschakeld, maar hij schakelt de sensorschakeling als geheel niet in en uit.

- keuze van de juiste schakeling 1
- verklaring dat een andere onjuist is 1
- verklaring dat nog een andere onjuist is 1

10 maximumscore 2

voorbeelden van een uitleg:

methode 1
Uit de formule blijkt dat de ‘G-kracht’ gelijk is aan de verhouding van de normaalkracht en de zwaartekracht / hoeveel maal groter de normaalkracht is dan de zwaartekracht. Dus heeft de ‘G-kracht’ geen eenheid en is dus een factor. (Om deze reden is de benaming ‘G-factor’ beter.)

- inzicht dat de ‘G-kracht’ de verhouding tussen twee krachten is 1
- inzicht dat een factor dimensieloos is 1

methode 2
De eenheid N voor de zwaartekracht en de normaalkracht staat zowel boven als onder de deelstreep in de formule voor de ‘G-kracht’. De ‘G-kracht’ heeft derhalve geen eenheid.
De term ‘G-kracht’ suggereert de eenheid N.

- inzicht dat de ‘G-kracht’ die volgt uit de formule geen eenheid heeft 1
- inzicht dat de naam ‘G-kracht’ suggereert dat die de eenheid N heeft 1

natuurkundeuitgelegd.nl

11 maximumscore 6

uitkomst: 'G-kracht' = 2,4

voorbeeld van een bepaling:

manier 1

Voor de baansnelheid van de G-Force geldt: $v = \frac{2\pi r}{T}$.

Aflezen van de omlooptijd uit figuur 8 en invullen levert:

$v = \frac{2\pi 4,7}{3,7} = 7,98 \text{ m s}^{-1}$.

In het laagste punt van de baan geldt: $F_{mpz} = F_n - F_z$.

Hieruit volgt:

$F_n = F_{mpz} + F_z = \frac{mv^2}{r} + mg = \frac{0,050 \cdot (7,98)^2}{4,7} + 0,050 \cdot 9,81 = 1,17 \text{ N}$.

Voor de 'G-kracht' geldt dan:

'G-kracht' $= \frac{F_n}{F_z} = \frac{F_n}{mg} = \frac{1,17}{0,050 \cdot 9,81} = 2,4$.

manier 2

De sensorspanning in het laagste punt van de baan bedraagt 5,1 V.

Uit figuur 4 volgt een normaalkracht van 1,2 N.

Voor de gemeten 'G-kracht' geldt dan:

'G-kracht' $= \frac{F_n}{F_z} = \frac{F_n}{mg} = \frac{1,2}{0,050 \cdot 9,81} = 2,4$.

- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ en aflezen van T (met een marge van 0,2 s) 1
- inzicht dat in het laagste punt geldt: $F_{mpz} = F_n - F_z$ 1
- gebruik van $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- gebruik van de formule voor de 'G-kracht' 1
- aflezen van sensorspanning op het laagste punt van de baan (met een marge van 0,2 V) en gebruik van de ijkgrafiek 1
- completeren van de bepalingen 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Bepaling van de brekingsindex

12 maximumscore 2

uitkomst: $i = 25{,}0^{o}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de invalshoek geldt: $\tan i = \frac{c}{a - b} = \frac{12{,}4}{35{,}1 - 8{,}5}$. Daaruit volgt: $i = 25{,}0^{o}$.

- inzicht dat voor de invalshoek geldt: $\tan i = \frac{c}{a - b}$ 1
- completeren van de berekening 1

13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

In punt II zijn sin i en sin r groter dan in punt I. De foutmarges zijn bij punt I en punt II gelijk. Vergeleken met de waarde van sin i en sin r is bij punt II de foutmarge kleiner.

De waarde van de brekingsindex zal bij punt II dus een kleinere foutmarge hebben dan bij punt I. Dus Frank moet punt II gebruiken.

- inzicht dat de foutmarges bij punt II vergeleken met de waarden van sin i en sin r kleiner zijn dan bij punt I 1
- inzicht dat de waarde van de brekingsindex bij punt II een kleinere foutmarge heeft dan bij punt I en conclusie 1

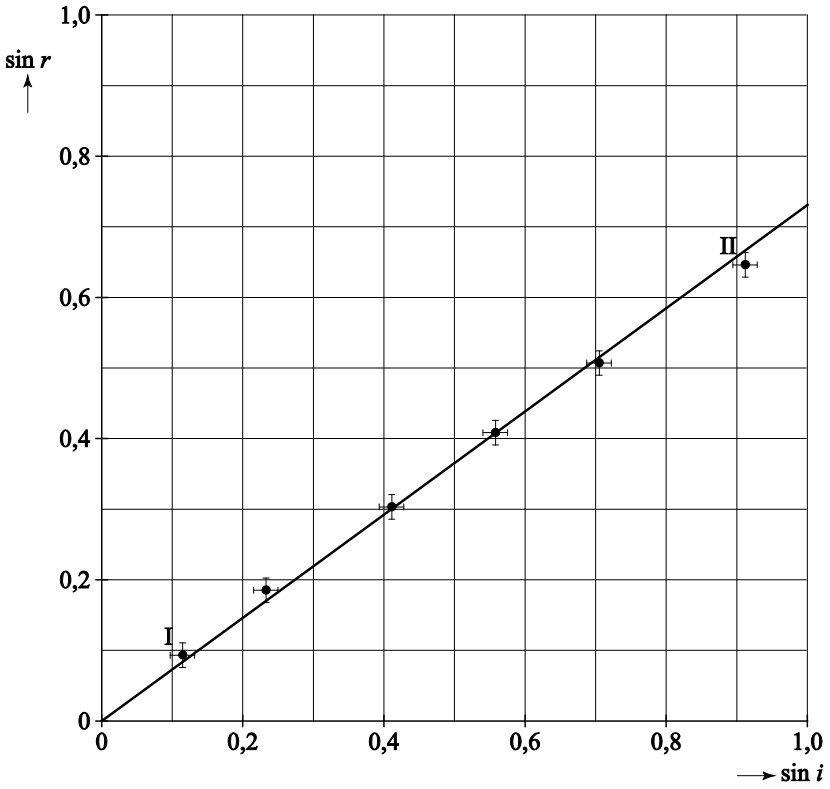
Opmerking

Als de kandidaat i en r gebruikt in plaats van sin *i en* sin *r*: *niet aanrekenen*.

natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:



– Er geldt: $n = \frac{\sin i}{\sin r}$. Dus geldt een recht evenredig verband tussen $\sin i$ en $\sin r$. Dus moet er een rechte lijn getekend worden door de foutmarges van de punten **en** door de oorsprong.

– De helling van deze lijn is 0,730. Deze helling is gelijk aan $\frac{1}{n}$.

– Dit geeft voor de brekingsindex: $n = \frac{1}{0,730} = 1,37$.

– Deze methode geeft een kleinere foutmarge dan die van Frank, omdat de invloed van de foutmarges in de zes meetpunten uitgemiddeld wordt.

- tekenen van een rechte lijn door de foutmarges van de meetpunten 1
- deze lijn gaat door de oorsprong 1
- bepalen van de helling van de getekende lijn (met een marge van 0,005) 1
- inzicht dat de helling gelijk is aan $\frac{1}{n}$ en completeren 1
- inzicht dat bij deze methode de invloed van de foutmarges uitgemiddeld wordt / rekening gehouden wordt met alle meetpunten 1

Opmerking
Het derde scorepunt wordt verkregen voor de lijn die de kandidaat getekend heeft, ook als de lijn niet voldoet aan de voorwaarden om de eerste twee scorepunten te verkrijgen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Strategiebepaling bij wielrennen

15 maximumscore 5

uitkomst: $P = 5{,}9 \cdot 10^2$ W

voorbeelden van een bepaling:

methode 1
Voor het vermogen geldt: $P = Fv$.
Een schatting voor de gemiddelde kracht levert: $F_{\text{gem}} = 1{,}9 \cdot 10^2$ N.
Voor de snelheid van de voet in één omwenteling geldt: $v = \frac{2\pi r}{T}$.
De omlooptijd is af te lezen uit figuur 2. Dit levert $T = 0{,}71$ s.
Invullen levert voor twee voeten:
$P = F_{\text{gem}} v = 2 \cdot 1{,}9 \cdot 10^2 \cdot \frac{2\pi 0{,}175}{0{,}71} = 5{,}9 \cdot 10^2$ W.

- gebruik van $P = Fv$ 1
- schatten van F_{gem} (met een marge van $0{,}4 \cdot 10^2$ N) 1
- inzicht dat $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- aflezen van T uit figuur 2 (met een marge van 0,03 s) 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2
Voor de arbeid geldt: $W = Fs$.
Een schatting voor de gemiddelde kracht levert: $F_{gem} = 1{,}9 \cdot 10^2$ N.
Voor de afstand van de voet in één omwenteling geldt: $s = 2\pi r$.
Voor het vermogen geldt: $P = \frac{W}{t}$ met t = omlooptijd T.
De omlooptijd is af te lezen uit figuur 2. Dit levert $T = 0{,}71$ s.
Invullen levert: $P = \frac{W}{T} = \frac{2F_{gem} \cdot 2\pi r}{T} = \frac{2 \cdot 1{,}9 \cdot 10^2 \cdot 2\pi 0{,}175}{0{,}71} = 5{,}9 \cdot 10^2$ W.

- gebruik van $P = \frac{W}{t}$ met $W = Fs$ 1
- schatten van F_{gem} (met een marge van $0{,}4 \cdot 10^2$ N) 1
- inzicht dat $s = 2\pi r$ 1
- aflezen van T uit figuur 2 (met een marge van 0,03 s) 1
- completeren van de bepaling 1

16 maximumscore 4
uitkomst: $s = 2{,}9$ km

voorbeeld van een bepaling:
Aflezen uit het diagram geeft dat bij een totaal geleverd vermogen van 0,60 kW een snelheid hoort van $6{,}5$ m s^{-1}.
Omdat Alberto dit 7,5 minuut volhoudt, geldt voor de afstand:
$s = vt = 6{,}5 \cdot 7{,}5 \cdot 60 = 2{,}9 \cdot 10^3$ m $= 2{,}9$ km.

- inzicht dat snelheid afgelezen moet worden waarbij de som van de vermogens gelijk is aan 0,60 kW 1
- aflezen van de snelheid (met een marge van $0{,}3$ m s^{-1}) 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking
Als de leerling bij 600 W de snelheid van $8{,}4$ m s^{-1} *afleest en daarmee verder rekent: maximaal 2 scorepunten toekennen.*

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Onderzoek aan β⁻-straling

17 maximumscore 5

uitkomst: $t = 1{,}7 \cdot 10^2$ dag (0,47 jaar)

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Voor de activiteit geldt: $A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$.

Voor het aantal deeltjes bij de productie geldt:

$N(0) = \frac{\text{massa van de bron}}{\text{massa van één deeltje}}$.

Invullen levert: $N(0) = \frac{1{,}0 \cdot 10^{-3}}{32{,}0 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}} = 1{,}88 \cdot 10^{22}$.

Dit levert voor de activiteit bij de productie:

$A(0) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(0) = \frac{0{,}693}{14{,}3 \cdot 3600 \cdot 24} 1{,}88 \cdot 10^{22} = 1{,}05 \cdot 10^{16}$ Bq.

Voor de activiteit geldt: $A(t) = A(0)\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$.

Invullen levert: $2{,}5 \cdot 10^{12} = 1{,}05 \cdot 10^{16}\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{14{,}3}}$.

Dit levert: $t = 1{,}7 \cdot 10^2$ dag $= 0{,}47$ jaar.

- gebruik van $A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$ 1
- inzicht dat $N(0) = \frac{\text{massa van de bron}}{\text{massa van één deeltje}}$ of dat $N(0) = \frac{1}{32} N_A$ 1
- opzoeken van halveringstijd en omrekenen naar seconde 1
- inzicht dat $A(t) = A(0)\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2

Voor de activiteit geldt: $A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$.

Invullen levert: $2{,}5 \cdot 10^{12} = \frac{0{,}693}{14{,}3 \cdot 3600 \cdot 24} N(t)$.

Dit levert: $N(t) = \frac{2{,}5 \cdot 10^{12} \cdot 14{,}3 \cdot 3600 \cdot 24}{0{,}693} = 4{,}46 \cdot 10^{18}$.

Voor het aantal deeltjes bij de productie geldt:

$N(0) = \frac{\text{massa van de bron}}{\text{massa van één deeltje}}$.

Invullen levert: $N(0) = \frac{1{,}0 \cdot 10^{-3}}{32{,}0 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}} = 1{,}88 \cdot 10^{22}$.

Er geldt: $N(t) = N(0)\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$.

Invullen levert: $4{,}46 \cdot 10^{18} = 1{,}88 \cdot 10^{22}\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{14{,}3}}$.

Dit levert: $t = 1{,}7 \cdot 10^{2}$ dag $= 0{,}47$ jaar.

- gebruik van $A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$ 1
- inzicht dat $N(0) = \frac{\text{massa van de bron}}{\text{massa van één deeltje}}$ of dat $N(0) = \frac{1}{32} N_{\text{A}}$ 1
- opzoeken van halveringstijd en omrekenen naar seconde 1
- inzicht dat $N(t) = N(0)\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

18 maximumscore 3

uitkomst: 0,038 (3,8%)

voorbeeld van een berekening:

De bron produceert per seconde $2{,}5\cdot10^{12}$ elektronen.

Een stroom van $0{,}015\ \mu A$ komt overeen met

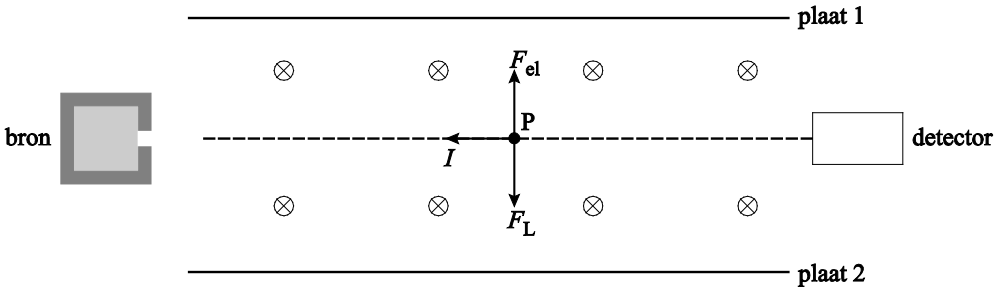
$\frac{0{,}015\cdot10^{-6}}{1{,}60\cdot10^{-19}} = 9{,}38\cdot10^{10}$ elektronen per seconde.

Dus verlaat $\frac{9{,}38\cdot10^{10}}{2{,}5\cdot10^{12}} = 0{,}038 = 3{,}8\%$ van de geproduceerde deeltjes de bron door de opening.

- inzicht dat de bron per seconde $2{,}5\cdot10^{12}$ elektronen produceert 1
- inzicht dat $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ 1
- completeren van de berekening 1

19 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



(De snelheidsrichting in punt P is naar rechts.) De stroomrichting in punt P is (dus) naar links.

De richting van het magneetveld is het papier in gericht, loodrecht op het vlak van tekening. Dus is de lorentzkracht naar beneden gericht. Om de elektronen rechtdoor te laten bewegen moet de elektrische kracht naar boven zijn gericht.

Daarom (moet het E-veld naar beneden zijn gericht. Omdat het E-veld van positief naar negatief gericht is,) moet plaat 1 op de positieve pool worden aangesloten en plaat 2 op de negatieve pool.

- aangeven van de stroomrichting in punt P 1
- consequent aangeven van de richting van de lorentzkracht 1
- tekenen van de elektrische kracht, tegengesteld aan de lorentzkracht 1
- consequent aangeven van de polariteit van plaat 1 en plaat 2 1

natuurkundeuitgelegd.nl

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Als het elektron rechtdoor beweegt, geldt: $F_{el} = F_L$.
Invullen van $F_{el} = qE = q\frac{U}{d}$ en van $F_L = Bqv$ levert: $v = \frac{U}{Bd}$.

- inzicht dat $F_{el} = F_L$ 1
- gebruik van $F_{el} = qE$ en van $F_L = Bqv$ 1
- completeren van het antwoord 1

21 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:
De (klassieke) formule voor kinetische energie luidt: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$.
BINAS geeft: $E_k = 1{,}72$ MeV.
Invullen levert: $1{,}72 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-13} = \frac{1}{2} \cdot 9{,}11 \cdot 10^{-31} v^2$.
Dit levert: $v = 7{,}8 \cdot 10^8$ m s^{-1}. (Dit is niet gelijk aan de meest voorkomende snelheid.)

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- opzoeken van de massa van het elektron en omrekenen van MeV naar J 1
- completeren van de berekening 1

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De energie die vrijkomt, wordt verdeeld over het elektron en het antineutrino. Dus bij elke waarde van *n* is de som van de bijbehorende energieën gelijk aan 1,72 MeV.
Dus is grafiek d de juiste.

- inzicht dat bij elke *n* de som van de energieën gelijk is aan 1,72 MeV 1
- keuze voor grafiek d 1

5 Inzenden scores

Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per examinator in het programma WOLF.
Zend de gegevens uiterlijk op 30 mei naar Cito.

De normering in het tweede tijdvak wordt mede gebaseerd op door kandidaten behaalde scores. Als het tweede tijdvak op uw school wordt afgenomen, zend dan ook van uw tweede-tijdvak-kandidaten de deelscores in met behulp van het programma WOLF.

natuurkundeuitgelegd.nl

natuurkunde vwo

Centraal examen vwo

Tijdvak 1

Correctievoorschrift

Aan de secretarissen van het eindexamen van de scholen voor vwo

Bij het centraal examen natuurkunde vwo:

Op **pagina 16**, bij **vraag 17** moeten altijd 5 scorepunten worden toegekend, ongeacht of er wel of geen antwoord gegeven is, en ongeacht het gegeven antwoord.

Toelichting
Bij vraag 17 is een benodigde formule niet vermeld.

Ik verzoek u dit bericht door te geven aan de correctoren natuurkunde vwo.

Het College voor Examens,
Namens deze, de voorzitter,

drs H.W. Laan

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