Correctievoorschrift VWO

2015

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 Toetsen en Examens op grond van artikel 2 lid 2d van de Wet College voor toetsen en examens 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 Toetsen en 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

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 Toetsen en Examens.
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 Toetsen en 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;

natuurkundeuitgelegd.nl

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.

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 Toetsen en 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 Toetsen en 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

NB3 Als het College voor Toetsen en 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
Als het werk al naar de tweede corrector is gezonden, past de tweede corrector deze aanvulling op het correctievoorschrift toe.

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

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen kunnen maximaal 75 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 Schrikdraadinstallatie

1 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

– De stroomkring bestaat uit de onderdelen: hoogspanningsbron, (verbindings)draden, schrikdraad, dier, aarde, metalen pen, hoogspanningsbron.

– Als de draad niet aangeraakt wordt, is er geen gesloten stroomkring en loopt er geen stroom. Er wordt dus ook geen elektrische energie verbruikt.

- noemen van ten minste de onderdelen: hoogspanningsbron, schrikdraad, dier, aarde, metalen pen 1
- inzicht dat er geen gesloten stroomkring is als de draad niet wordt aangeraakt 1
- inzicht dat dan geen elektrische energie verbruikt wordt 1

Opmerking
Als bij de eerste deelvraag (het eerste scorepunt) genoemd worden paal en/of lucht: geen scorepunt voor deze deelvraag toekennen.

2 maximumscore 3

uitkomst: $t = 5,2$ h ($= 1,9 \cdot 10^4$ s)

voorbeelden van een berekening:

methode 1
Voor de energie-inhoud van de volledig opgeladen accu geldt:
$E = UIt = 12 \cdot 45 \cdot 3600 = 1,94 \cdot 10^6$ J $= 0,54$ kWh.
Uit $\eta = \frac{P_{elek}}{P_{zon}}$ volgt voor het elektrisch vermogen van de zonnepanelen:
$P_{elek} = 0,13 \cdot 0,84 \cdot 0,95 \cdot 10^3 = 104$ W $= 0,104$ kW.
Uit $E = Pt$ volgt voor de oplaadtijd: $t = \frac{0,54}{0,104} = 5,2$ h.

- inzicht dat $E = UIt$ met $It = 45$ Ah 1
- inzicht dat $\eta = \frac{P_{elek}}{P_{zon}}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2

Uit $\eta = \frac{P_{\text{elek}}}{P_{\text{zon}}}$ volgt voor het elektrisch vermogen dat de zonnepanelen leveren: $P_{\text{elek}} = 0{,}13 \cdot 0{,}84 \cdot 0{,}95 \cdot 10^3 = 104$ W.

Uit $P = UI$ volgt voor de stroomsterkte: $I = \frac{P}{U} = \frac{104}{12} = 8{,}67$ A.

Dus geldt voor de oplaadtijd: $t = \frac{45}{8{,}67} = 5{,}2$ h.

- inzicht dat $\eta = \frac{P_{\text{elek}}}{P_{\text{zon}}}$ 1
- inzicht dat $P = UI$ met $It = 45$ Ah 1
- completeren van de berekening 1

3 maximumscore 3

uitkomst: $R = 36\ \Omega$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $R = \frac{\rho \ell}{A}$, met $A = \pi\left(\frac{1}{2}d\right)^2$.

Invullen levert: $R = \frac{0{,}72 \cdot 10^{-6} \cdot 400}{\pi\left(\frac{1}{2} \cdot 3{,}2 \cdot 10^{-3}\right)^2} = 36\ \Omega$.

- gebruik van $R = \frac{\rho \ell}{A}$ met $\rho = 0{,}72 \cdot 10^{-6}\ \Omega\text{m}$ 1
- inzicht dat $A = \pi\left(\frac{1}{2}d\right)^2$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

4 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $P = \frac{U^2}{R}$. Aflezen van de spanningswaarden in figuur 2 en invullen levert voor het maximale vermogen van de belaste pulsen:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{\left(4{,}5 \cdot 10^3\right)^2}{500} \approx \frac{\left(2{,}0 \cdot 10^3\right)^2}{100} = 40 \cdot 10^3 \text{ W}.$$

(Dit komt overeen met het maximale vermogen in figuur 3.)

- gebruik van $P = \frac{U^2}{R}$ (of $P = UI$ en $U = IR$) 1
- aflezen van de waarden uit figuur 2 1
- completeren van de bepalingen 1

5 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

In volgorde van EN-normen:

1 De onbelaste uitgangsspanning is die van het open circuit. Deze bedraagt 8 kV. (Deze voldoet aan de norm.)

2 De duur van één puls is (minder dan) $0{,}3$ ms. (Deze voldoet aan de norm.)

3 Voor de maximale stroomsterkte bij een belasting van $100\ \Omega$ geldt:

$$I_{100} = \frac{U}{R} = \frac{2{,}0 \cdot 10^3}{100} = 20 \text{ A}.$$ (Deze voldoet niet aan de norm.)

(Voor de maximale stroomsterkte bij een belasting van $500\ \Omega$ geldt:

$$I_{500} = \frac{U}{R} = \frac{4{,}5 \cdot 10^3}{500} = 9{,}0 \text{ A}.$$ (Deze voldoet aan de norm.))

4 De energie in één puls komt overeen met de oppervlakte onder de (P,t)-grafiek. Deze is gelijk aan 4,7 J (met een marge van 0,5 J). (Deze voldoet aan de norm.)

- controleren van norm 1 en 2 1
- gebruik van $U = IR$ / $P = I^2R$ 1
- uitrekenen van de maximale stroomsterkte bij een belasting van $100\ \Omega$ 1
- inzicht dat de energie in één puls overeenkomt met de oppervlakte onder de (P,t)-grafiek 1
- schatten van de oppervlakte onder de grafiek als 4,7 J (met een marge van 0,5 J) 1

Opmerking

De conclusies mogen impliciet zijn en hoeven dus niet expliciet genoemd te worden.

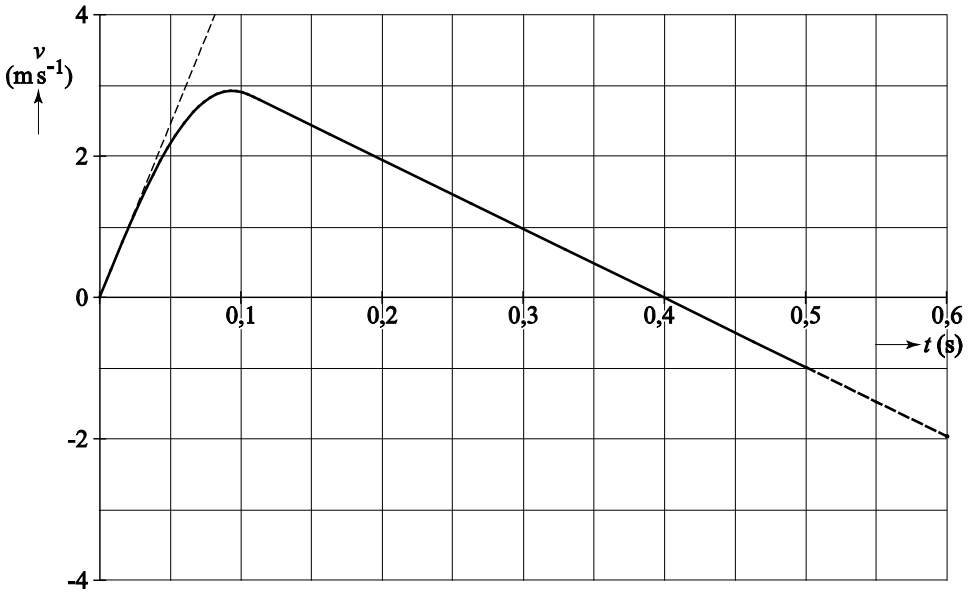
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Een sprong bij volleybal

6 maximumscore 4

uitkomst: $F_{afzet} = 4{,}5 \cdot 10^3$ N $= 4{,}5$ kN

voorbeeld van een bepaling:



De versnelling op $t = 0{,}0$ s is gelijk aan de helling van de raaklijn.

Dit levert: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4{,}0}{0{,}080} = 50$ m s^{-2} (met een marge van 5 m s^{-2}).

Er geldt: $F_{res} = F_{afzet} - F_z = ma$. Invullen levert: $F_{afzet} - 75 \cdot 9{,}81 = 75 \cdot 50$.

Dit levert: $F_{afzet} = 4{,}5 \cdot 10^3$ N $= 4{,}5$ kN.

- inzicht dat de steilheid van de raaklijn aan het steilste stuk bepaald moet worden 1
- gebruik van $F_{res} = ma$ met $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- inzicht dat $F_{res} = F_{afzet} - F_z$ 1
- completeren van de bepaling 1

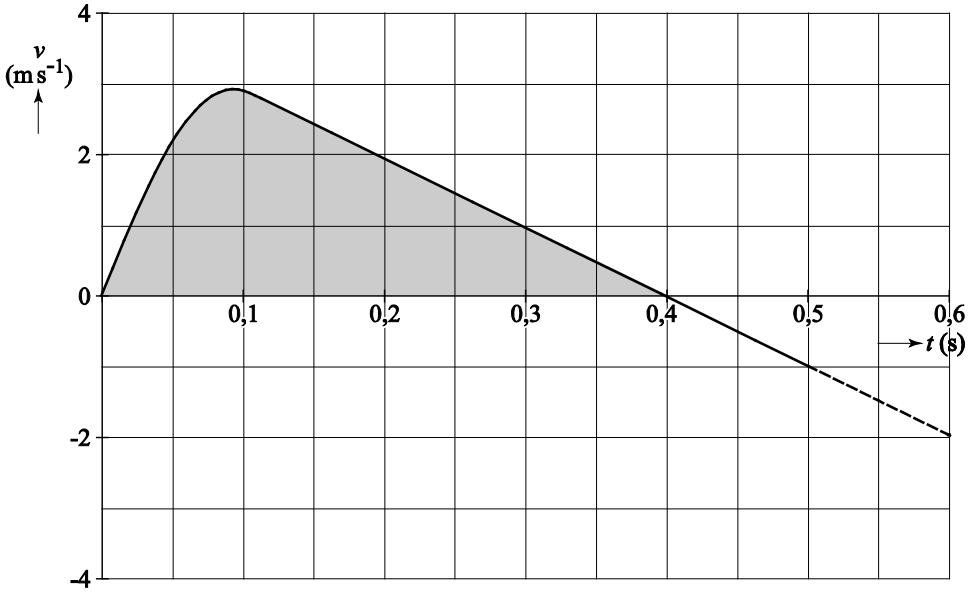
Opmerking
Als in de berekening geen rekening gehouden wordt met F_z: maximaal 2 scorepunten toekennen.

natuurkundeuitgelegd.nl

7 maximumscore 3

uitkomst: $\Delta y = 0{,}64$ m (met een marge van 0,03 m)

voorbeeld van een bepaling:



Het hoogteverschil komt overeen met de oppervlakte onder de grafiek.
Deze oppervlakte is 0,64 m.

- inzicht dat het hoogteverschil overeenkomt met de oppervlakte onder de grafiek 1
- inzicht dat de beweging tot het hoogste punt plaatsvindt tussen $t = 0{,}0$ s en $t = 0{,}4$ s 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerkingen

– *Als de vraag beantwoord wordt met* $s = v_{gem}t$ *en het antwoord buiten de marge ligt: maximaal 2 scorepunten toekennen.*

– *Als het tweede scorepunt niet gescoord wordt, voor deze vraag maximaal 1 scorepunt toekennen.*

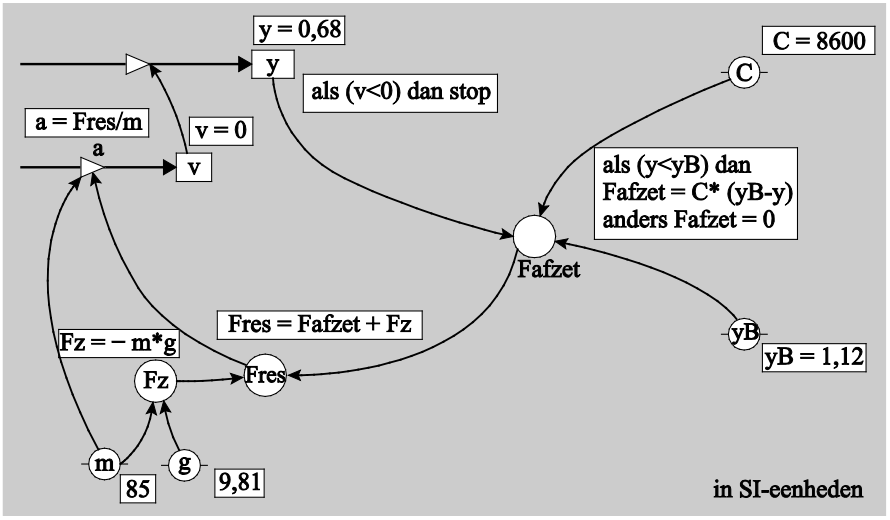
natuurkundeuitgelegd.nl

8 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

model	startwaarden (in SI-eenheden)
Fz=-m * g als (y < yB) dan Fafzet = C * (yB - y) anders Fafzet = 0 eindals Fres = Fafzet + Fz a = Fres / m v = v + a * dt y = y + v * dt t = t + dt als (v < 0) dan stop eindals	t = 0 dt = 0,001 y = 0,68 v = 0 m = 85 g = 9,81 C = 8600 yB = 1,12

of



- inzicht dat voor $y < y_B$ geldt $F_{afzet} = C(y_B - y)$ 1
- inzicht dat $F_{afzet} = 0$ voor $y > y_B$ 1
- inzicht dat de stopvoorwaarde is $v < 0$ 1

Opmerking
Als in plaats van de tekens < en/of > de tekens ≤ en/of ≥ gebruikt worden: dit goed rekenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

9 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

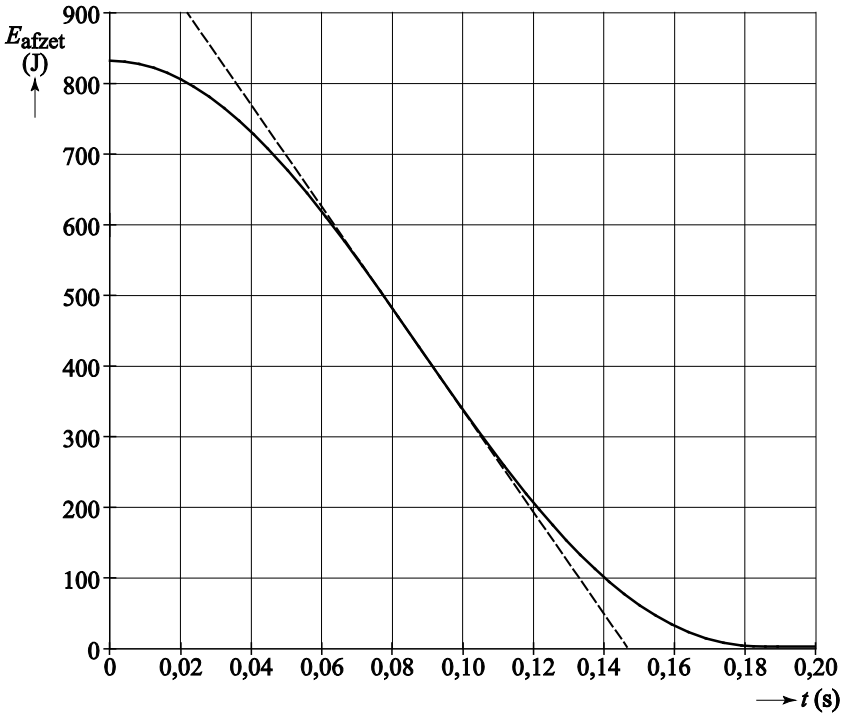
$E_{\text{afzet}} = \frac{1}{2}C\left(y_{\text{B}} - y\right)^2$

- inzicht dat geldt $E_{\text{v}} = \frac{1}{2}Cu^2$ 1
- noteren van $E_{\text{afzet}} = \frac{1}{2}C\left(y_{\text{B}} - y\right)^2$ 1

10 maximumscore 2

uitkomst: $t = 0{,}09$ s

voorbeeld van een bepaling:
Het vermogen correspondeert met de helling van de grafiek.
Het vermogen is maximaal als de helling het grootst is.
Dit is op t = 0,09 s.



- inzicht dat het vermogen correspondeert met de helling van (de raaklijn aan) de grafiek 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking
Alle tijden en tijdsintervallen tussen t = 0,06 s *en* t = 0,12 s *goed rekenen.*

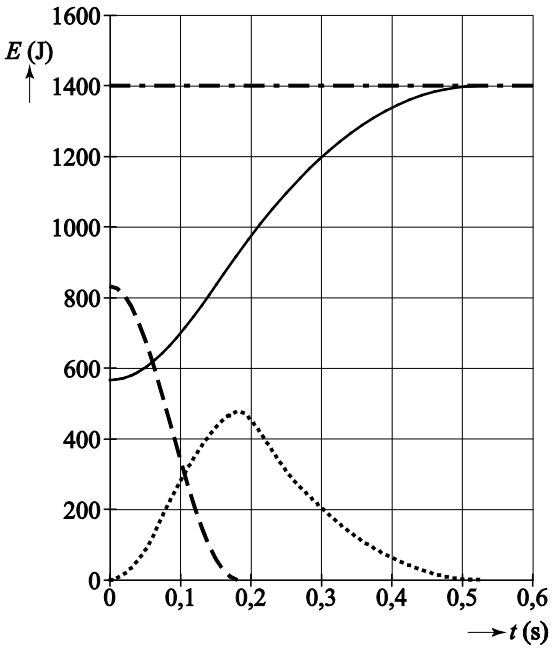
natuurkundeuitgelegd.nl

11 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– Op $t = 0{,}52$ s bevindt de volleyballer zich op het hoogste punt. (Dan is de kinetische energie gelijk aan 0.)(De veerenergie is ook gelijk aan 0.) De totale energie is dus gelijk aan 1400 J.
Op $t = 0{,}18$ s geldt: $E_k = E_{tot} - E_z(-E_{afzet}) = 1400 - 920\ (-0) = 480$ J.

– Op $t = 0$ en op $t = 0{,}52$ s is de kinetische energie gelijk aan 0 J.
Dit levert de volgende grafiek voor de kinetische energie:



- inzicht dat $E_{tot} = E_z + E_{afzet} + E_{kin}$ 1
- op $t = 0{,}18$ s geldt $E_k = 480$ J (met een marge van 20 J) 1
- inzicht dat op $t = 0$ s en $t = 0{,}52$ s de kinetische energie gelijk is aan 0 1
- tekenen van de grafiek van E_k 1

Opmerkingen

– *Om het laatste scorepunt te krijgen moet de grafiek omhoog lopen van de oorsprong tot het getekende punt voor de kinetische energie op* $t = 0{,}18$ s *en moet de kromme enigszins paraboolvormig naar beneden lopen tot* $t = 0{,}52$ s.

– *Als de tweede en derde deelscores niet behaald zijn: de vierde deelscore niet toekennen.*

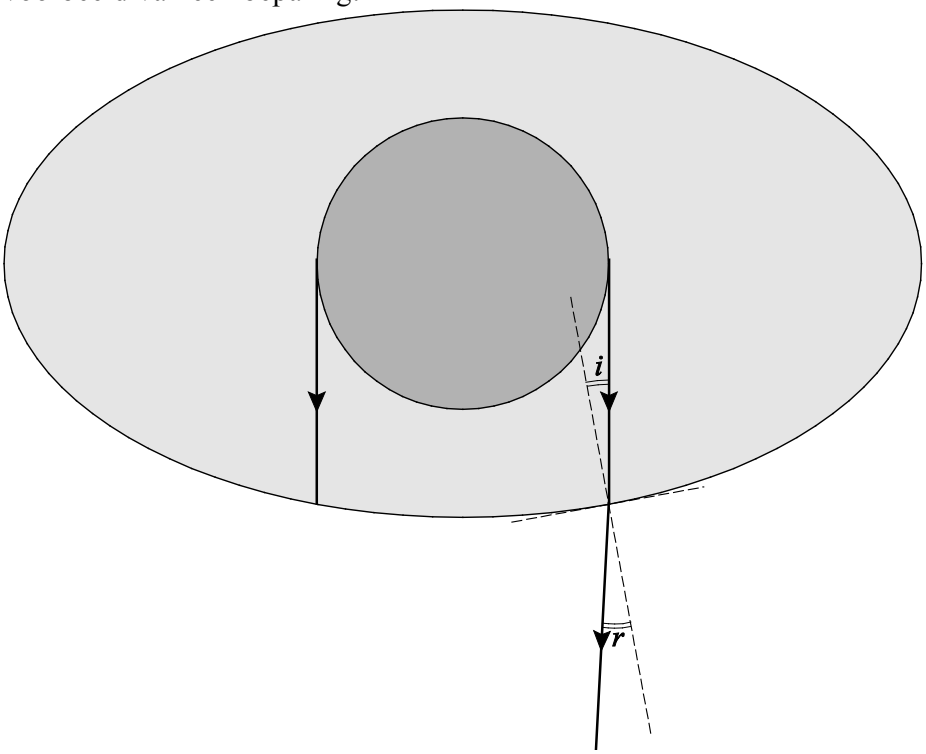
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Waterkan

12 maximumscore 4

uitkomst: $n = 1{,}3$

voorbeeld van een bepaling:



De invals- en brekingshoek kunnen worden bepaald door een raaklijn aan het brekings-oppervlak te tekenen en hierop de normaal te tekenen.
Opmeten van de invalshoek levert: $i = 10°$.
Opmeten van de brekingshoek levert: $r = 13°$.
Invullen van de wet van Snellius levert:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin(10°)}{\sin(13°)} = \frac{1}{n} \rightarrow n = 1{,}3.$$

- tekenen van de normaal op het brekende oppervlak 1
- opmeten van de invalshoek en de brekingshoek (met marges van $3°$) 1
- gebruik van $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$ 1
- completeren van de bepaling 1

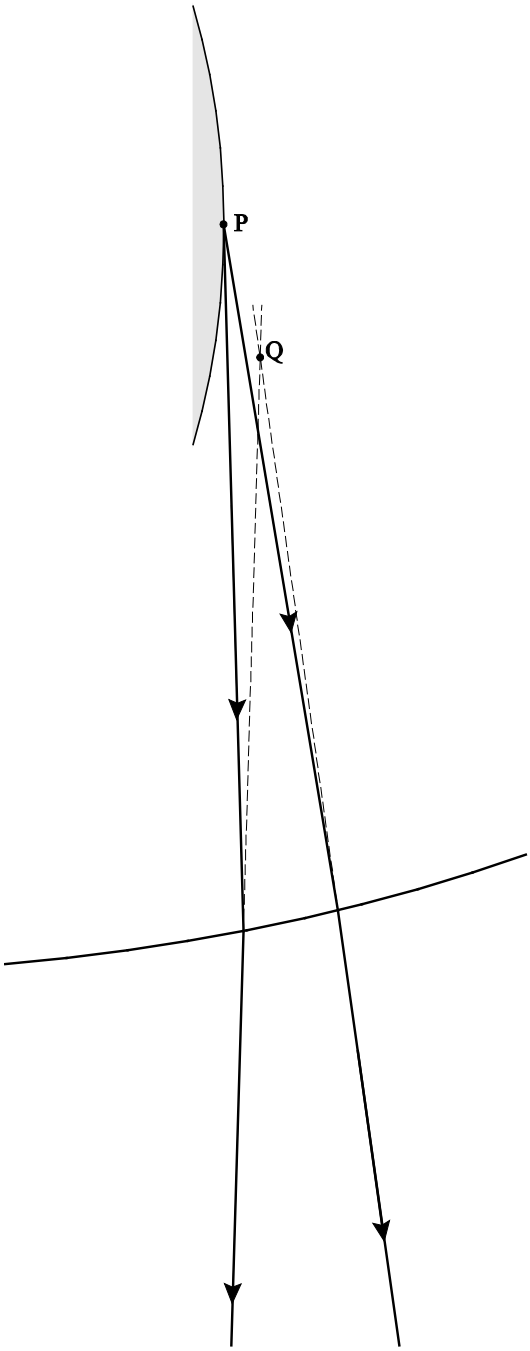
Opmerking
Als voor de uitkomst een waarde kleiner dan 1 gegeven wordt: maximaal 2 scorepunten toekennen.

natuurkundeuitgelegd.nl

13 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

– De lichtstralen in lucht kunnen verlengd worden in het water en lijken dan uit het punt Q te komen.
– Dit punt Q ligt in de figuur rechts van punt P. Dit heeft tot gevolg dat het filter onder water breder lijkt dan boven water.
– Er is dan sprake van een virtueel beeld, omdat de lijnen uit punt Q **lijken** te komen / omdat het beeld niet geprojecteerd kan worden / omdat de lichtbundel na breking divergeert / omdat het beeld aan de zelfde kant ligt als het voorwerp.



- verlengen van de twee lichtstralen en tekenen van punt Q 1
- inzicht dat punt Q rechts van P ligt en dat daardoor het filter breder lijkt 1
- geven van een reden waarom er sprake is van een virtueel beeld 1

natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– Door de kleinere kromtestraal van de kan is de invalshoek in deze situatie groter. Hierdoor is het verschil tussen de invals- en brekingshoek ook groter. Daardoor lijkt het filter veel breder te zijn. De verklaring van Anne is dus juist.
– Bij totale reflectie komen de lichtstralen niet buiten het water en geven dus ook geen beeld. De verklaring van Peter is dus niet juist.

- inzicht dat de invalshoek in deze situatie groter is 1
- inzicht dat het verschil tussen de invals- en brekingshoek dan groter is en conclusie 1
- inzicht dat bij totale reflectie de lichtstralen niet buiten het water komen 1
- inzicht dat je zo het beeld niet kunt zien en conclusie 1

Opmerking
Als bij de eerste deelvraag als antwoord een opmerking zonder verdere toelichting over grotere lenswerking is gegeven, maximaal 1 scorepunt voor deze deelvraag toekennen.

Opgave 4 Spankracht in een slingerkoord

15 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– Voor de slingertijd geldt: $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,40}{9,81}} = 1,27 \text{ s} \rightarrow f = 0,79 \text{ Hz}$.
Aflezen in figuur 2 geeft dat 3 perioden gelijk zijn aan 1,92 s.
Dit levert $T = 0,64$ s. Hieruit volgt: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,64} = 1,56$ Hz.
Dit is (ongeveer) twee keer zo groot als de slingerfrequentie.
– Dit komt doordat in één slingering de spankracht twee keer varieert van zijn minimum tot zijn maximum / in de uiterste standen de spankracht minimaal is.

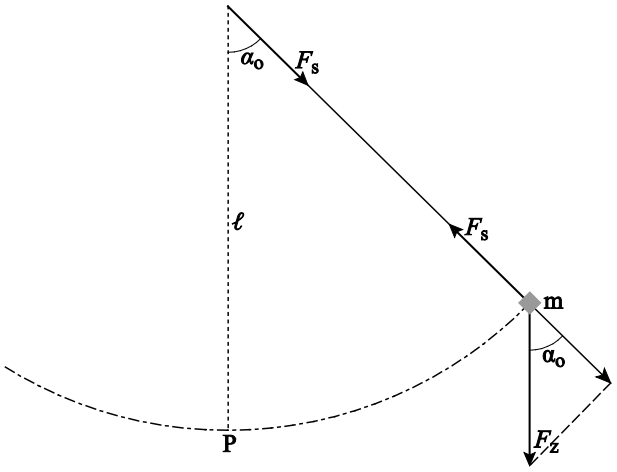
- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- aflezen van de periode van de spankracht (met een marge van 0,02 s) 1
- geven van de reden 1

natuurkundeuitgelegd.nl

16 maximumscore 3

uitkomst: $\alpha_0 = 35°$

voorbeeld van een bepaling:



Voor de grootte van de krachten geldt: $F_s = F_z \cos\alpha$.

Invullen voor $t = 0$ s levert: $0{,}40 = 0{,}050 \cdot 9{,}81 \cos\alpha_0 \rightarrow \alpha_0 = 35°$.

- inzicht dat in het beginpunt geldt: $F_s = F_z \cos\alpha_0$ 1
- aflezen van de spankracht op $t = 0$ s 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking
Als een leerling gebruikmaakt van $F_s = F_z + F_{mpz}$ *: maximaal 1 scorepunt toekennen.*

17 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
In het laagste punt P geldt voor de grootte van de krachten:

$F_{res} = F_{mpz} = \dfrac{mv_P^2}{\ell}$, met $F_{res} = F_s - F_z$.

Combineren levert voor de grootte van de krachten in punt P:

$F_s = F_z + F_{res} = mg + \dfrac{mv_P^2}{\ell}$.

- inzicht dat voor de grootte van de krachten in punt P geldt $F_{res} = F_{mpz} = \dfrac{mv_P^2}{\ell}$ 1
- inzicht dat voor de grootte van de krachten in punt P geldt $F_{res} = F_s - F_z$ en completeren van de afleiding 1

natuurkundeuitgelegd.nl

18 maximumscore 2

uitkomst: $v_P = 1,2 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:
In punt P is de spankracht maximaal. Aflezen in de grafiek levert:
$F_{s,P} = 0,67$ N.
Invullen in de formule levert:

$$F_{s,P} = mg + \frac{mv_P^2}{\ell} \rightarrow 0,67 = 0,050 \cdot 9,81 + \frac{0,050 v_P^2}{0,40} \rightarrow v_P = 1,2 \text{ m s}^{-1}.$$

- inzicht dat geldt $F_{s,P} = 0,67$ N (met een marge van 0,01 N) 1
- completeren van de bepaling 1

19 maximumscore 2

uitkomst: $F_s = 0,49$ N (met een marge van 0,02 N)

voorbeelden van een antwoord:

methode 1
Als de slinger door demping in de evenwichtsstand tot stilstand komt, geldt:
$F_s = F_z = 0,49$ N.
(Dit is ook te zien in de formule ($v_P \rightarrow 0$) of via de minimumspankracht:
$F_s = F_z \cos\alpha$ met $\alpha \rightarrow 0$.)

- inzicht dat in de evenwichtstand geldt $F_s = F_z$ 1
- $F_s = 0,49$ N (met een marge van 0,02 N) 1

methode 2
Extrapoleren van de grafieken (door de omhullenden door te tekenen naar $t = 100$ s of door de omhullenden te benaderen met rechte lijnen) geeft:
$F_s = 0,49$ N (met een marge van 0,02 N).

- extrapoleren van de grafieken 1
- $F_s = 0,49$ N (met een marge van 0,02 N) 1

Opmerking
Als de kandidaat het gemiddelde neemt van de twee beginwaarden: geen scorepunten toekennen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Tokamak

20 maximumscore 3

uitkomst: $E = 17{,}590$ MeV ($= 2{,}8182 \cdot 10^{-12}$ J)

voorbeeld van een berekening:
Bij deze reactie wordt massa omgezet in energie.
Er geldt: $\Delta m = m_{\text{voor}} - m_{\text{na}}$.
(Omdat het aantal elektronen in de atomen voor en na de reactie gelijk is, kan er in plaats van met kernmassa's gerekend worden met atoommassa's.)
$m_{\text{voor}} = m_{\text{D}} + m_{\text{T}} = 2{,}014102 + 3{,}016050 = 5{,}030152$ u.
$m_{\text{na}} = m_{\text{He}} + m_{\text{n}} = 4{,}002603 + 1{,}008665 = 5{,}011268$ u.
Hieruit volgt: $\Delta m = 0{,}018884$ u.
Dit levert: $E = 0{,}018884 \cdot 931{,}49 = 17{,}590$ MeV $= 2{,}8182 \cdot 10^{-12}$ J.

- inzicht dat $\Delta m = m_{\text{voor}} - m_{\text{na}}$ met $m_{\text{voor}} = m_{\text{D}} + m_{\text{T}}$ en $m_{\text{na}} = m_{\text{He}} + m_{\text{n}}$ 1
- omrekenen van massa naar energie 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen
– *Als het massaverlies negatief genomen wordt: uiteraard goed rekenen.*
– *Een uitkomst in 3 tot en met 7 significante cijfers goed rekenen.*

21 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
${}^{6}_{3}\text{Li} + {}^{1}_{0}\text{n} \rightarrow {}^{4}_{2}\text{He} + {}^{3}_{1}\text{H}$ of ${}^{6}\text{Li} + \text{n} \rightarrow {}^{4}\text{He} + {}^{3}\text{H}$

- één neutron links van de pijl 1
- He en T als eindproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

natuurkundeuitgelegd.nl

22 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– Het magneetveld heeft geen invloed op de snelheidscomponent evenwijdig aan het magneetveld. Op de snelheidscomponent loodrecht op het magneetveld werkt een Lorentzkracht, waardoor het deeltje (in dit vlak) in een cirkel gaat bewegen. Samen met de snelheid in de richting van het magneetveld ontstaat dan een baan in een spiraalvorm.

– In figuur 1 en 2 is F_L naar achter gericht en is B naar rechts gericht.
Volgens een richtingsregel is de stroomrichting dan naar boven.
De snelheid van het deeltje is ook naar boven. Het deeltje is dus een positief deeltje.

- inzicht dat F_L loodrecht staat op $v_\perp$ 1
- inzicht dat de cirkelbeweging loodrecht op het magneetveld samen met $v_{//}$ een spiraalvormige baan oplevert 1
- gebruik van een richtingsregel in figuur 1 en 2 1
- consequente conclusie 1

23 maximumscore 4

uitkomst: $B = 0{,}53$ T

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $F_L = F_{mpz}$. Invullen levert: $Bqv_\perp = \frac{mv_\perp{}^2}{r}$.

Omschrijven levert: $B = \frac{mv_\perp}{qr} = \frac{2{,}01 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} \cdot 5{,}1 \cdot 10^6}{1{,}60 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}20} = 0{,}53$ T.

- inzicht dat $F_L = F_{mpz}$ 1
- gebruik van $F_L = Bqv$ 1
- inzicht dat $F_{mpz} = \frac{mv_\perp{}^2}{r}$ 1
- completeren van de berekening 1

24 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Als alle afstanden in de Tokamak-ITER een factor k groter zijn dan in een gewone Tokamak, neemt het volume met factor k^3 toe en de energieproductie dus ook. Stralingsverliezen treden op bij het oppervlak en het oppervlak neemt toe met een factor k^2.
Dus neemt de energieproductie meer toe dan de verliezen.

- inzicht dat energieproductie toeneemt met k^3 en de verliezen toenemen met k^2 1
- completeren van de uitleg 1

natuurkundeuitgelegd.nl

5 Inzenden scores

Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per examinator in het programma WOLF.
Zend de gegevens uiterlijk op 26 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:

In het grafisch model op **pagina 7** van het opgavenboekje en op **pagina 4** van de uitwerkbijlage ontbreekt een minteken in de formule Fz = m*g. De formule moet zijn Fz = - m*g. Dit heeft voor de kandidaten geen invloed op de beantwoording van de vragen die over dit model gesteld worden.

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

Het College voor Toetsen en Examens,
Namens deze, de voorzitter,

drs. P.J.J. Hendrikse

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 5**, bij **vraag 1** toevoegen:

Opmerking
Als op grond van een correcte fysische redenering wordt geconcludeerd dat wel elektrische energie wordt gebruikt, dit goed rekenen conform algemene regel 3.3.

Op **pagina 11**, bij **vraag 10** toevoegen:

Opmerking
Voor een correct antwoord zonder toelichting 1 scorepunt toekennen.

Op **pagina 12**, bij **vraag 11**, moet de *Opmerking*

– *Om het laatste scorepunt te krijgen moet de grafiek omhoog lopen van de oorsprong tot het getekende punt voor de kinetische energie op t = 0,18 s en moet de kromme enigszins paraboolvormig naar beneden lopen tot t = 0,52 s.*

vervangen worden door:

– *Om het laatste scorepunt te krijgen moet de grafiek omhoog lopen van de oorsprong tot het getekende punt voor de kinetische energie op een tijdstip van 0,16 s tot en met 0,18 s en moet de kromme enigszins dalparaboolvormig naar beneden lopen tot t = 0,52 s.*

Op **pagina 19**, bij **vraag 22**, bij het **3e scorebolletje**, moet het woord:

en

vervangen worden door:

en/of

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

Het College voor Toetsen en Examens,
Namens deze, de voorzitter,
drs. P.J.J. Hendrikse

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