Correctievoorschrift VWO

2011

tijdvak 1

natuurkunde

tevens oud programma **natuurkunde 1,2**

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.

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 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 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 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 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.

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.
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

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen kunnen maximaal 74 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 beoordelingsmodel de eenheid tussen haakjes.

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.

natuurkundeuitgelegd.nl

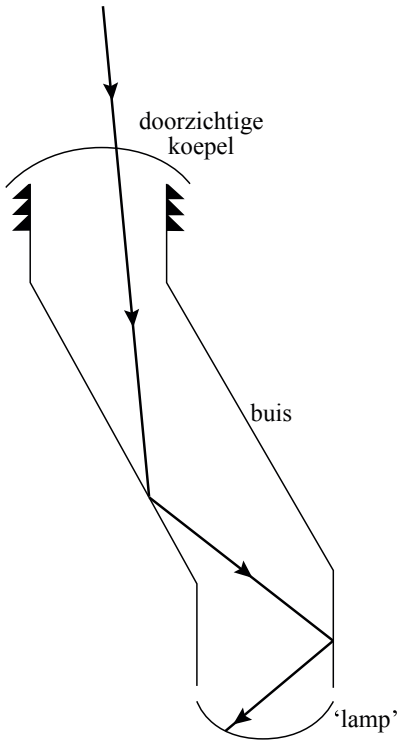
4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

Opgave 1 Zonnelamp

1 maximumscore 2

antwoord:



- toepassen van de spiegelwet (met een marge van 2°) 1
- tekenen van de tweemaal teruggekaatste lichtstraal 1

natuurkundeuitgelegd.nl

2 maximumscore 4

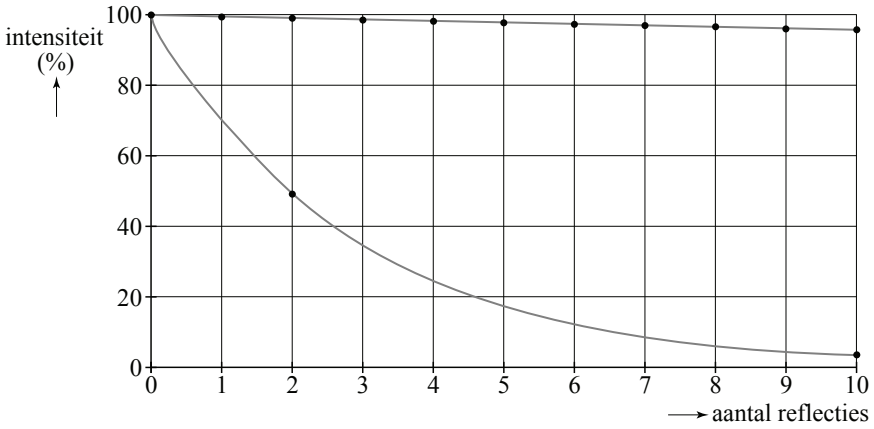
voorbeeld van een antwoord:
Bij inval moet de straal naar de normaal toe breken. Dus de tweede straal van boven is goed.
Bij uittreden moet de straal van de normaal af breken. Hiervoor zijn twee mogelijkheden B en C. Opmeten levert: $i = 30°$.
Invullen van de wet van Snellius levert:
$\frac{\sin 30°}{\sin r} = \frac{1}{1,49}$. Hieruit volgt: $r = 48°$. Dus straal B is de goede.

- inzicht dat bij invallen breking naar de normaal toe plaatsvindt 1
- opmeten van de hoek van inval bij uittreden 1
- gebruik van $\frac{\sin i}{\sin r} = n$ met $n = \frac{1}{1,49}$ 1
- consequente conclusie 1

Opmerkingen
– *Een antwoord zonder toelichting levert geen scorepunten op.*
– *Een antwoord zonder berekening levert maximaal 2 scorepunten op.*

3 maximumscore 3

antwoord:



Bij elke reflectie blijft 70% over.
Dus na 2 keer reflecteren is er over $0,70^2 = 0,49 = 49\%$.
Dus na 10 keer reflecteren is er over $0,70^{10} = 0,028 = 2,8\%$.

- inzicht dat het percentage gelijk is aan $0,70^n \cdot 100\%$ 1
- berekenen van de percentages na 2 en 10 reflecties 1
- vloeiende lijn door de punten 1

natuurkundeuitgelegd.nl

4 maximumscore 2

voorbeelden van goede antwoorden:

- Via de buis komt bijna geen UV-straling de kamer in (en bij zonlicht wel). Dit is een voordeel van de zonnelamp omdat je dan niet kunt verbranden en/of een kleinere kans op huidkanker hebt. / Dit is een nadeel van de zonnelamp omdat je huid nu geen vitamine D kan aanmaken.
- Via de buis komt veel minder IR-straling de kamer in (dan bij zonlicht). Zo komt er minder warmte in de kamer. Dit is van de zonnelamp een voordeel in de zomer / een nadeel in de winter.

per verschil met toelichting of het een voordeel of een nadeel is 1

Opgave 2 Pioneer-10

5 maximumscore 3

uitkomst: $t = 1{,}7 \cdot 10^6$ (jaar) $= 1{,}7$ miljoen (jaar)

voorbeeld van een berekening:

$s = vt$ met $s = 650 \cdot 10^{15}$ m $= 4{,}34 \cdot 10^6$ AE.

$v = 2{,}6$ AE per jaar $\rightarrow t = \dfrac{4{,}34 \cdot 10^6}{2{,}6} = 1{,}7 \cdot 10^6$ jaar.

- gebruik van $s = vt$ 1
- omrekenen van meter naar AE of omgekeerd 1
- completeren van de berekening 1

6 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Tim heeft gelijk. Door de gravitatie van het zonnestelsel beweegt Pioneer-10 nagenoeg de hele tijd / de hele afstand tot Aldebaran met een snelheid lager dan 2,6 AE per jaar.

- inzicht dat Pioneer-10 een heel groot deel van de tijd / van de afstand tot Aldebaran aflegt met snelheid lager 2,6 AE per jaar 1
- conclusie dat Tim gelijk heeft 1

Opmerking

Bij een antwoord zonder toelichting geen scorepunten toekennen.

natuurkundeuitgelegd.nl

7 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de snelheid van Pioneer-10 geldt:

$$v = 2,6\ \frac{\text{AE}}{\text{jaar}} = 2,6 \cdot \frac{149,6 \cdot 10^{9}}{3,16 \cdot 10^{7}} = 1,2 \cdot 10^{4}\ \text{m s}^{-1}.$$

Voor de ontsnappingssnelheid geldt:

$$\tfrac{1}{2}mv^2 = G\frac{mM}{r} \rightarrow v = \sqrt{\frac{2GM}{r}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,989 \cdot 10^{30}}{6,2 \cdot 10^{12}}} = 6,5 \cdot 10^{3}\ \text{m s}^{-1}.$$

(Dus de snelheid van Pioneer-10 is groot genoeg.)

- berekenen van de snelheid van Pioneer-10 in m s^{-1} 1
- inzicht dat voor de ontsnappingssnelheid geldt $\tfrac{1}{2}v^2 = G\frac{M}{r}$ 1
- gebruik van de juiste waarden voor G, M en r 1
- completeren van het antwoord 1

Opmerking
Als een kandidaat niet de snelheden maar de energieën vergelijkt: goed rekenen.

8 maximumscore 3

voorbeeld van een afleiding:

$$F_w = \frac{\Delta m}{\Delta t}v = \rho\frac{\Delta V}{\Delta t}v = \rho A\frac{\Delta x}{\Delta t}v = A\rho v^2$$

- inzicht dat $(\Delta)m = \rho(\Delta)V$ gebruikt moet worden 1
- inzicht dat $(\Delta)V = A(\Delta)x$ gebruikt moet worden 1
- completeren van de afleiding 1

9 maximumscore 3

uitkomst: $\rho = 2,36 \cdot 10^{-16}\ \text{kg m}^{-3}$

voorbeeld van een berekening:

$$F = ma = A\rho v^2 \rightarrow 241 \cdot 8,74 \cdot 10^{-10} = \pi \cdot 1,37^2 \rho\left(1,23 \cdot 10^{4}\right)^2 \rightarrow$$

$$\rho = 2,36 \cdot 10^{-16}\ \text{kg m}^{-3}.$$

- inzicht dat $F = ma = A\rho v^2$ 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ met $r = 1,37$ m 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Formule van Einstein

10 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:
De lorentzkracht staat voortdurend loodrecht op de richting van de snelheid.
Deze kracht is constant. (Daarom is de baan cirkelvormig.)

- inzicht dat de lorentzkracht voortdurend loodrecht op de richting van de snelheid blijft staan 1
- inzicht dat de kracht constant is 1

Opmerking
Als de kandidaat bij het tweede scorepunt zegt dat de snelheid constant is, dit scorepunt niet toekennen.

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de omlooptijd geldt: $T = \frac{2\pi r}{v}$. Dus $f = \frac{v}{2\pi r}$.

Voor een cirkelbaan geldt: $F_{\text{L}} = F_{\text{mpz}}$ zodat $Bqv = \frac{mv^2}{r}$.

Hieruit volgt: $r = \frac{mv}{Bq}$.

Invullen geeft: $f = \frac{v}{2\pi \frac{mv}{Bq}}$ zodat $f = \frac{Bq}{2\pi m}$.

- inzicht dat $f = \frac{v}{2\pi r}$ of $T = \frac{2\pi r}{v}$ met $f = \frac{1}{T}$ gebruikt moet worden 1
- inzicht dat $F_{\text{L}} = F_{\text{mpz}}$ met $F_{\text{L}} = Bqv$ en $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- completeren van de afleiding 1

natuurkundeuitgelegd.nl

12 maximumscore 2

uitkomst: $f = 4{,}5$ MHz (Si-29) of $4{,}7$ MHz (Si-28)

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $f = \dfrac{Bq}{2\pi m}$.

Invullen levert: $f = \dfrac{8{,}5 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{2\pi \cdot 28 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}} = 4{,}7$ MHz.

of $f = \dfrac{8{,}5 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{2\pi \cdot 29 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}} = 4{,}5$ MHz.

- invullen van de juiste massa in $f = \dfrac{Bq}{2\pi m}$ 1
- completeren van de berekening 1

13 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $E = hf$.

Voor de frequentie geldt: $f = \dfrac{c}{\lambda} = \dfrac{2{,}9979246 \cdot 10^{8}}{3{,}5031716 \cdot 10^{-13}} = 8{,}5577441 \cdot 10^{20}$ Hz.

Dus geldt:

$E = 6{,}6260690 \cdot 10^{-34} \cdot 8{,}5577441 \cdot 10^{20} = 5{,}6704203 \cdot 10^{-13}$ J = 3539198,3 eV.

(Dit komt overeen met de gegeven energie.)

- gebruik van $E = hf$ met $f = \dfrac{c}{\lambda}$ 1
- omrekenen van J naar eV 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De formule van Einstein luidt $E = mc^2$. Invullen levert:

$E = 9{,}0967794 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}6605388 \cdot 10^{-27} \cdot (2{,}9979246 \cdot 10^{8})^2 = 1{,}35761961 \cdot 10^{-12}$ J

$= 8473595{,}8$ eV.

Afgerond op 7 significante cijfers geeft dit $E = 8473596$ eV.

De energie van de fotonen is in 7 significante cijfers afgerond hieraan gelijk. 7 significante cijfers betekent een nauwkeurigheid van 1 op 10^7 oftewel 1 op 10 miljoen.

- gebruik van $E = mc^2$ 1
- vergelijken van de uitkomst met de gegeven energie van de fotonen 1
- inzicht dat 7 significante cijfers overeenkomt met een nauwkeurigheid van 1 op 10 miljoen 1

Opmerkingen

– *Als een kandidaat zegt dat de getallen in 8 significante cijfers staan en dat daarmee de nauwkeurigheid van het experiment 1 op 10 miljoen is: geen scorepunten toekennen.*

– *Als een kandidaat rekent uitgaande van* u = 931,49 MeV*: maximaal 1 scorepunt toekennen.*

15 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Om de golflengte van de gamma-fotonen te meten, moet de reactie plaatsvinden. Hiervoor zijn neutronen nodig. Dat gebeurde in het Institut Laue-Langevin in Grenoble.

- inzicht dat neutronen nodig zijn om de fotonen te produceren 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Bungee-trampoline

16 maximumscore 4

uitkomst: $W = 2{,}2$ kJ

voorbeeld van een berekening:
Er geldt: $W = E_{\text{veer}} + E_{\text{z,Lisa}}$. Invullen levert:

$W = E_{\text{veer}} + E_{\text{z,Lisa}} = 2 \cdot \frac{1}{2} Cu^2 + mgh =$

$2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 120 \cdot 3{,}1^2 + 48 \cdot 9{,}81 \cdot 2{,}3 = 2{,}23 \cdot 10^3$ J $= 2{,}2 \cdot 10^3$ J.

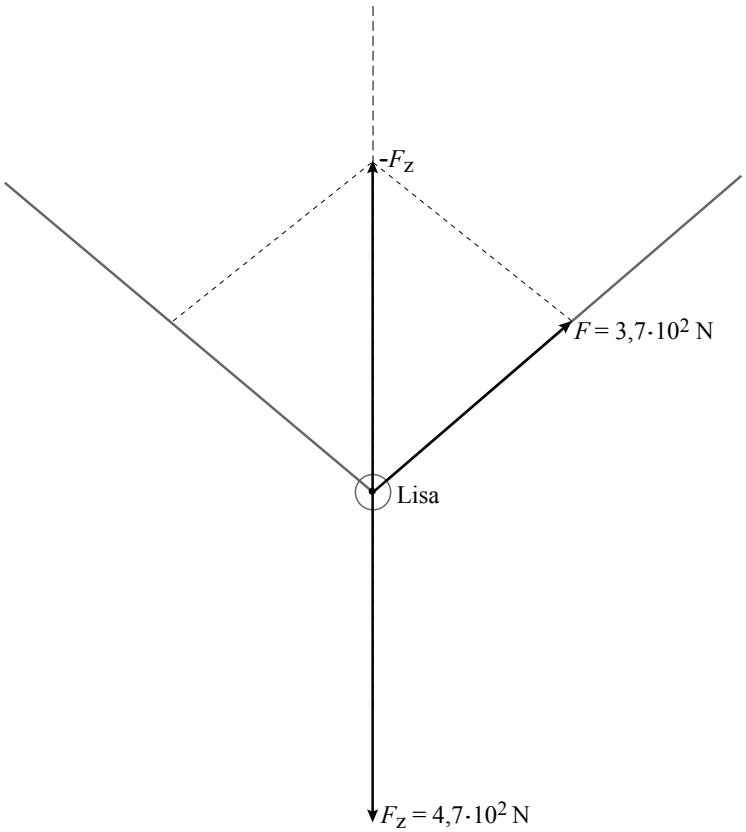
- inzicht dat $W = E_{\text{veer}} + E_{\text{z,Lisa}}$ 1
- inzicht dat $E_{\text{veer}} = 2 \cdot \frac{1}{2} Cu^2$ 1
- gebruik van $E_{\text{z}} = mgh$ of van $W_{\text{z}} = mgh$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

17 maximumscore 4

uitkomst: $F = 3{,}7 \cdot 10^2$ N (met een marge van $0{,}2 \cdot 10^2$ N)

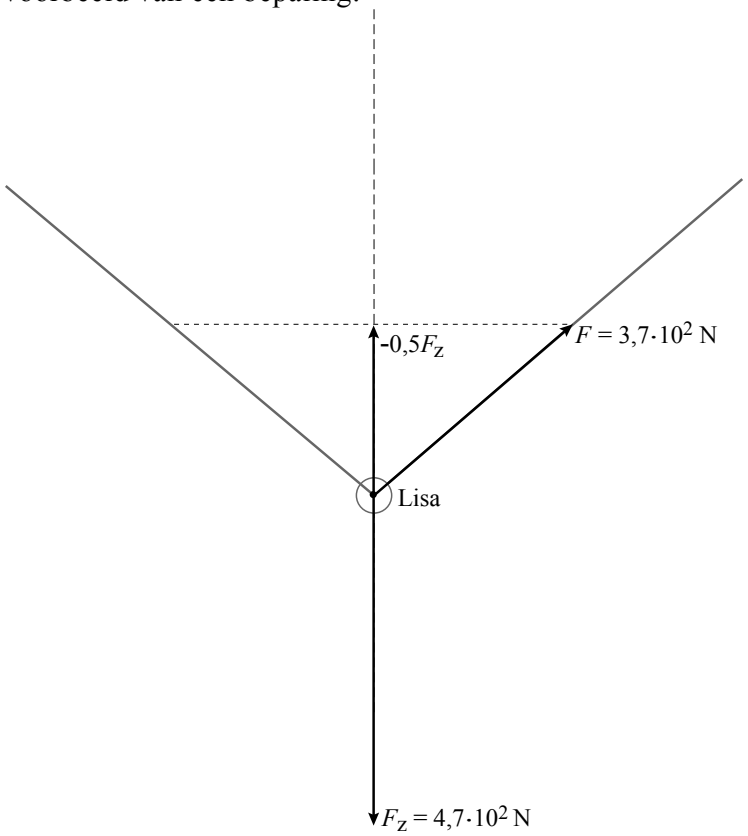
methode 1:
voorbeeld van een bepaling:



- berekenen en tekenen van $(-)F_z$ 1
- construeren van minstens één van de spankrachten 2
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2:
voorbeeld van een bepaling:



- berekenen van F_z 1
- tekenen van de vectorpijl van $-0{,}5F_z$ 1
- construeren van één van de spankrachten 1
- completeren van de bepaling 1

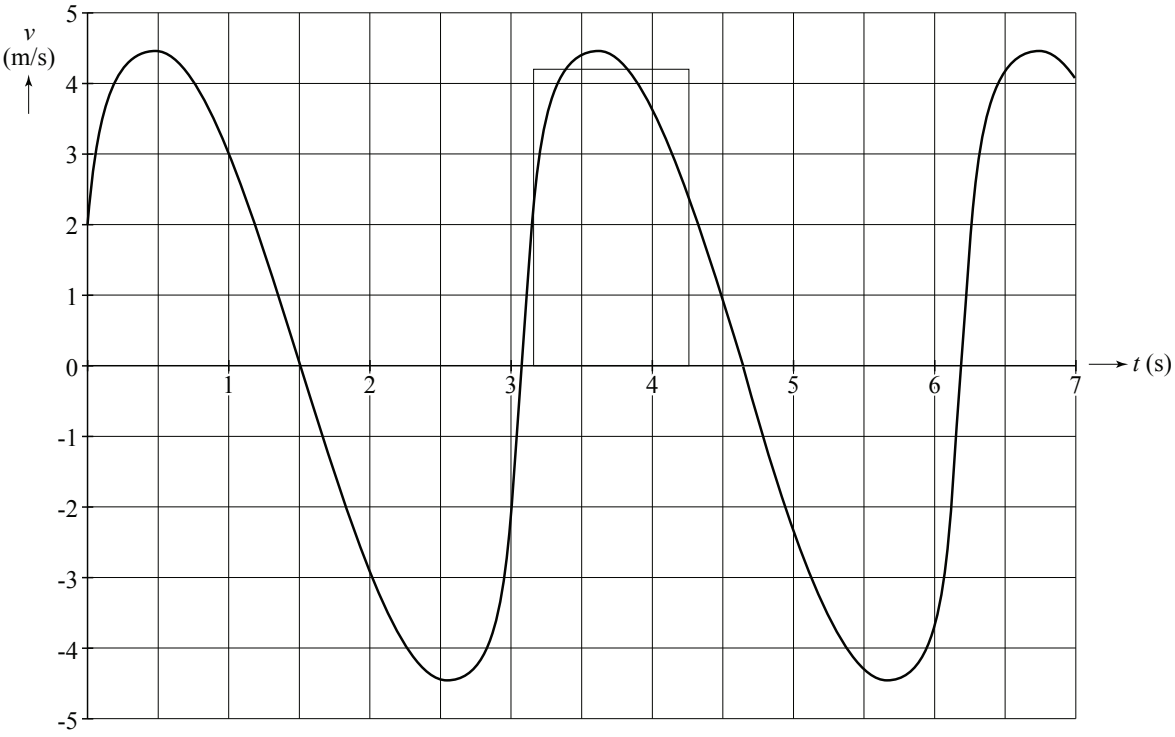
Opmerking:
Als de kandidaat de hoek tussen de richtingen van $(-)F_z$ en F opmeet en daarmee de grootte van F berekent: goed rekenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

18 maximumscore 3

uitkomst: $\Delta h = 4{,}6$ m (met een marge van 0,4 m)

voorbeeld van een bepaling:
Als de snelheid nul is, bevindt Lisa zich in het hoogste of in het laagste punt. Het hoogteverschil is dus gelijk aan de oppervlakte onder de grafiek tussen twee nuldoorgangen.



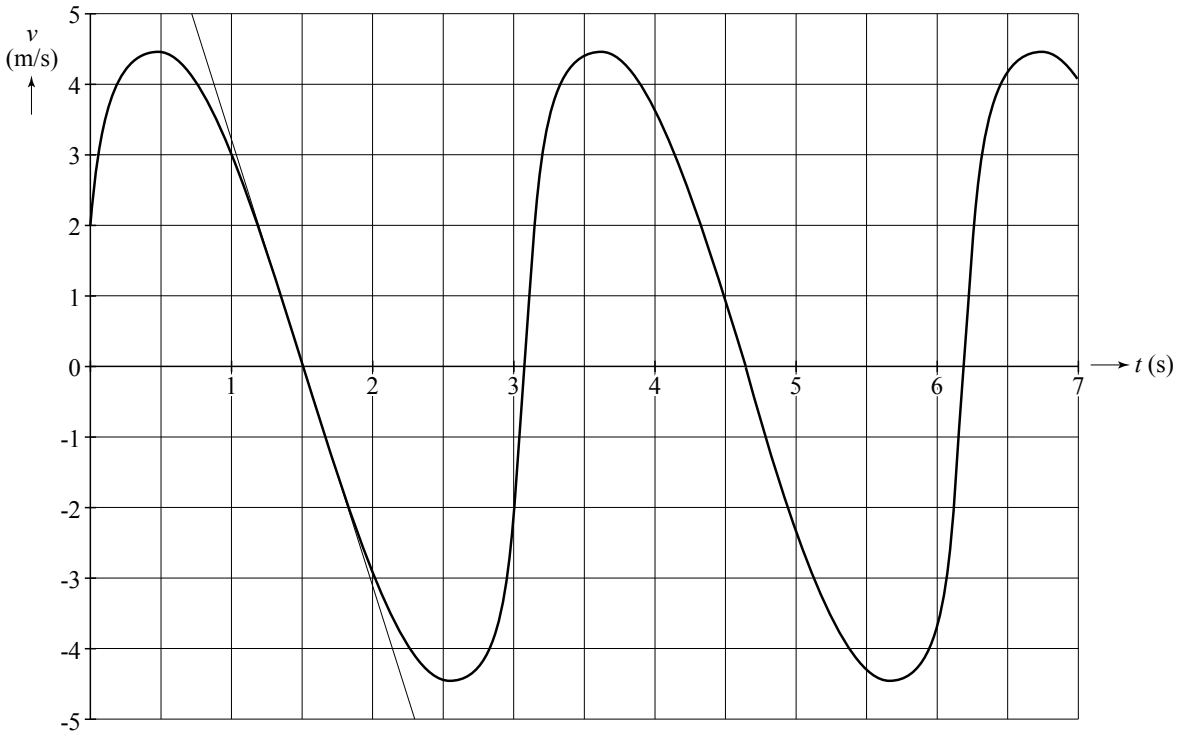
Deze oppervlakte kan benaderd worden met een driehoek of een rechthoek en is gelijk aan 4,6 m.

- inzicht dat de hoogte gelijk is aan de oppervlakte onder de grafiek 1
- inzicht dat de oppervlakte tussen twee nuldoorgangen benaderd moet worden door het tekenen van een driehoek of een rechthoek of door middel van hokjes tellen 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

19 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:
Lisa bevindt zich in het hoogste punt als de snelheid nul is en als de snelheidsgrafiek daalt.
De versnelling die Lisa dan ondervindt, is gelijk aan de steilheid van de raaklijn in dat punt aan de grafiek.



De steilheid is gelijk aan $\frac{-5-5}{2,3-0,7}=(-)6,3\ \mathrm{m\,s^{-2}}$.
Deze (absolute) waarde is kleiner dan de (absolute) waarde van de gravitatieversnelling $g=(-)9,8\ \mathrm{m\,s^{-2}}$.
Dus moeten de elastieken nog een kracht uitoefenen op Lisa.

- inzicht dat Lisa zich in het hoogste punt bevindt als de snelheid nul is en de snelheidsgrafiek daalt 1
- inzicht dat de versnelling in dat punt bepaald moet worden 1
- bepalen van de steilheid van de raaklijn 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

20 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De elastische koorden hangen niet verticaal en de trampoline wordt rond het laagste punt ingedrukt.

- inzicht dat de elastische koorden niet verticaal hangen 1
- inzicht dat de trampoline rond het laagste punt wordt ingedrukt 1

21 maximumscore 3

antwoord:

Grafiek	Energie
1	E_{tot}
2	E_z
3	$E_{v\text{-}el}$
4	E_k
5	$E_{v\text{-}tr}$

indien alle energieën correct 3
indien vier of drie energieën correct 2
indien twee energieën correct 1
indien één of nul energieën correct 0

Opgave 5 Vol of leeg?

22 maximumscore 2

uitkomst: $E = 12$ kJ (3,5 Wh)

voorbeeld van een berekening:
Er geldt: $E = Pt$ met $P = UI$. Dit levert: $E = UIt$.
$2300 \text{ mAh} = 2300 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 = 8{,}28 \cdot 10^{3}$ As.
Invullen levert: $E = UIt = 1{,}5 \cdot 8{,}28 \cdot 10^{3} = 1{,}2 \cdot 10^{4}$ J $= 12$ kJ.

- inzicht dat $E = UIt$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

23 maximumscore 3

uitkomst: $t = 2{,}1$ (jaar)

voorbeeld van een berekening:
Voor de stroomsterkte die de batterij levert geldt:
$I = \frac{U}{R} = \frac{1{,}5}{12 \cdot 10^3} = 1{,}25 \cdot 10^{-4}$ A.
Er geldt $It = 2300$ mAh $= 2{,}300$ Ah. Invullen levert $1{,}25 \cdot 10^{-4} t = 2{,}300$.
Hieruit volgt: $t = 1{,}84 \cdot 10^4$ h $= 767$ d $= 2{,}1$ (jaar).

- gebruik van $U = IR$ 1
- inzicht dat $t = \frac{2{,}300}{I}$ 1
- completeren van de berekening 1

24 maximumscore 3

uitkomst: $R = 3{,}0\ \Omega$

voorbeeld van een berekening:
De weerstand is omgekeerd evenredig met de breedte van een strookje.
De strookjes zijn respectievelijk 2,0, 3,0, 4,0 en 5,0 keer zo breed als het eerste strookje van 1,3 Ω.
Dus de hele strook is een serieweerstand waarbij geldt:
$R = 1{,}3 + \frac{1{,}3}{2{,}0} + \frac{1{,}3}{3{,}0} + \frac{1{,}3}{4{,}0} + \frac{1{,}3}{5{,}0} = 3{,}0\ \Omega$.

- inzicht dat de weerstand van een strookje omgekeerd evenredig is met de breedte van het strookje 1
- inzicht dat de delen van de strook in serie staan 1
- completeren van de berekening 1

25 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De stroomsterkte door de hele strip is gelijk. Het smalle stukje heeft de grootste weerstand. Daar ontstaat dus de meeste warmte en wordt de temperatuur het hoogst.

- noemen dat de stroomsterkte in de strip overal even groot is 1
- inzicht dat het smalste stukje de grootste weerstand heeft en dat bij de grootste weerstand de temperatuur het hoogst wordt 1

Opmerking
Een correcte redenering op basis van de begrippen warmteafgifte en/of warmtecapaciteit: goed rekenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

26 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:
Omdat de spanning groter is, moet de weerstand groter worden om een gelijke hoeveelheid warmte te krijgen. Dit kan op de volgende manieren:
– een materiaal nemen met een hogere soortelijke weerstand,
– de strip (overal) dunner maken,
– de strip (overal) smaller maken.

- inzicht dat de weerstand van de strip groter moet worden 1
- noemen van een aanpassing 1
- noemen van nog een aanpassing 1

5 Inzenden scores

Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per school in het programma WOLF.
Zend de gegevens uiterlijk op 3 juni naar Cito.

natuurkundeuitgelegd.nl

natuurkunde vwo
tevens oud programma natuurkunde 1,2 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 7** van het correctievoorschrift, bij **vraag 4,** moeten altijd 2 punten worden toegekend, ongeacht of er wel of geen antwoord gegeven is, en ongeacht het gegeven antwoord.

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