Correctievoorschrift VWO

2024

tijdvak 1

natuurkunde

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

1 Regels voor de beoordeling

Het werk van de kandidaten wordt beoordeeld met inachtneming van de artikelen 3.21, 3.24 en 3.25 van het Uitvoeringsbesluit WVO 2020.
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 aspecten van de artikelen 3.21 t/m 3.25 van het Uitvoeringsbesluit WVO 2020 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 directeur van de school van de gecommitteerde toekomen. Deze stelt het ter hand aan de gecommitteerde.

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 behaalde 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 corrector aanwijzen. De beoordeling van deze derde corrector 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 correctievoorschrift. 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. Als het antwoord op een andere manier is gegeven, maar onomstotelijk vaststaat dat het juist is, dan moet dit antwoord ook goed gerekend worden. Voor het juiste 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 *T.a.v. de status van het correctievoorschrift:*
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.

natuurkundeuitgelegd.nl

NB2 *T.a.v. het verkeer tussen examinator en gecommitteerde (eerste en tweede corrector):*
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 *T.a.v. aanvullingen op het correctievoorschrift:*
Er zijn twee redenen voor een aanvulling op het correctievoorschrift: verduidelijking en een fout.
Verduidelijking
Het correctievoorschrift is vóór de afname opgesteld. Na de afname blijkt pas welke antwoorden kandidaten geven. Vragen en reacties die via het Examenloket bij de Toets- en Examenlijn binnenkomen, kunnen duidelijk maken dat het correctievoorschrift niet voldoende recht doet aan door kandidaten gegeven antwoorden. Een aanvulling op het correctievoorschrift kan dan alsnog duidelijkheid bieden.
Een fout
Als het College voor Toetsen en Examens vaststelt dat een centraal examen een fout bevat, kan het besluiten tot een aanvulling op het correctievoorschrift.

Een aanvulling op het correctievoorschrift wordt door middel van een mailing vanuit Examenblad.nl bekendgemaakt. Een aanvulling op het correctievoorschrift wordt zo spoedig mogelijk verstuurd aan de examensecretarissen.
Soms komt een onvolkomenheid pas geruime tijd na de afname aan het licht. In die gevallen vermeldt de aanvulling:

– Als het werk al naar de tweede corrector is gezonden, past de tweede corrector deze aanvulling op het correctievoorschrift toe.
  en/of
– 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.

Dit laatste gebeurt alleen als de aanvulling luidt dat voor een vraag alle scorepunten moeten worden toegekend.

Als een onvolkomenheid op een dusdanig laat tijdstip geconstateerd wordt dat een aanvulling op het correctievoorschrift ook voor de tweede corrector te laat komt, houdt het College voor Toetsen en Examens bij de vaststelling van de N-term rekening met de onvolkomenheid.

natuurkundeuitgelegd.nl

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:

1 Een afwijking in de uitkomst van een berekening/bepaling 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 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 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

Snelheidsrecord op de fiets

1 maximumscore 3

uitkomst: 19,5725 (s)

voorbeeld van een antwoord:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{1{,}000000 \text{ mijl}}{183{,}932 \text{ mijl h}^{-1}} = 5{,}43679 \cdot 10^{-3} \text{ h} = 19{,}5725 \text{ s}$$

- gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de berekening 1
- significantie 1

2 maximumscore 4

uitkomsten: $A = 0{,}32 \text{ m}^2$ (met een marge van $0{,}03 \text{ m}^2$)

$F_{w,\ell} = 0{,}83 \text{ kN}$

voorbeeld van een antwoord:

– Uit de gegeven diameter van het wiel (46 cm) volgt dat één hokje in de figuur een lengte heeft van $\frac{46}{6} = 7{,}7$ cm en een oppervlakte van $5{,}88 \cdot 10^{-3}$ m^2.
Het frontaal oppervlak is gelijk aan 54 hokjes.
Dus $A = 54 \cdot 5{,}88 \cdot 10^{-3} = 0{,}32 \text{ m}^2$.

– Voor de luchtwrijving geldt: $F_{w,\ell} = \frac{1}{2} \rho c_w A v^2$. Invullen geeft

$$F_{w,\ell} = \frac{1}{2} \rho c_w A v^2 = \frac{1}{2} \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}70 \cdot 0{,}32 \cdot (82{,}2)^2 = 0{,}83 \text{ kN}.$$

- inzicht dat de schaal van de tekening volgt uit de hoogte van het wiel in de tekening en de gegeven diameter 1
- completeren van de bepaling van het frontaal oppervlak en significantie 1
- gebruik van $F_{w,\ell} = \frac{1}{2} \rho c_w A v^2$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

3 maximumscore 2

uitkomst: 8,52 N

voorbeeld van een antwoord:
Tijdens de recordpoging was de weerstandskracht gelijk aan de spierkracht.
Dus voor het geleverde vermogen geldt:

$$P = F_w\, v \Rightarrow F_w = \frac{P}{v} = \frac{700}{82,2} = 8,52 \text{ N}.$$

- gebruik van $P = F\,v$ 1
- completeren van de berekening 1

4 maximumscore 3

uitkomst: $2,0 \cdot 10^2$ (km h^{-1}), met een marge van $0,2 \cdot 10^2$ (km h^{-1})

voorbeeld van een antwoord:
Voor de raaklijn bij $s = 1,6$ km geldt:

$$v = \left(\frac{\Delta s}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}} = \frac{8,2 \text{ km}}{2,43 \text{ min}} = \frac{8,2}{0,0405 \text{ h}} = 2,0 \cdot 10^2 \text{ km h}^{-1}.$$

- tekenen van een raaklijn aan de grafiek bij $s = 1,6$ km 1
- inzicht dat $v = \left(\frac{\Delta s}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

5 maximumscore 3

uitkomst: $(-)1{,}0\cdot10^{2}$ N

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Voor de relatie tussen arbeid en kinetische energie geldt $\Sigma W = \Delta E_{\text{k}}$.

Invullen van $W = Fs$ en $E_{\text{k}} = \frac{1}{2}mv^2$ levert:

$F\cdot1{,}5\cdot10^{3} = \frac{1}{2}\cdot71\cdot\left(50^2 - 82{,}2^2\right)$.

Uitwerken levert: $F = -1{,}0\cdot10^{2}$ N.

- gebruik van $\Sigma W = \Delta E_k$ 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ en $W = F\,s$ 1
- completeren van de berekening 1

of

methode 2

Om de gemiddelde remkracht te berekenen mag de beweging worden beschouwd als eenparig versneld. De gemiddelde snelheid was

$v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2} = \frac{82{,}2 + 50}{2} = 66{,}1\ \text{m s}^{-1}$.

Over 1,5 km doen ze dan $t = \frac{s}{v_{\text{gem}}} = \frac{1{,}5\cdot10^{3}}{66{,}1} = 22{,}7\ \text{s}$.

Het verschil in snelheid was $\Delta v = v_{\text{eind}} - v_{\text{begin}} = 50 - 82{,}2 = -32{,}2\ \text{m s}^{-1}$.

De gemiddelde kracht tijdens het afremmen was dan

$F = ma = m\frac{\Delta v}{\Delta t} = 71\cdot\frac{-32{,}2}{22{,}7} = -1{,}0\cdot10^{2}$ N.

- gebruik van $s = vt$ en inzicht dat $v_{\text{gem}} = \frac{v_{\text{begin}} + v_{\text{eind}}}{2}$ 1
- gebruik van $F = ma$ en $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Goudlokje

6 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De massa van de ster is $0,67M_{zon} = 1,33 \cdot 10^{30}$ kg.

Uit de derde wet van Kepler, $\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$, volgt $r = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}}$.

Voor T geldt: $T = 36 \cdot 24 \cdot 3600 = 3,11 \cdot 10^6$ s.

Hieruit volgt: $r = \left(\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,33 \cdot 10^{30} \cdot (3,11 \cdot 10^6)^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} = 2,8 \cdot 10^{10}$ m.

- gebruik van $\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$ met opzoeken van G en M_{zon} 1
- omrekenen van T naar seconden 1
- completeren van de berekening 1

7 maximumscore 4

uitkomst: 0,0367 (met een marge van 0,0007)

voorbeeld van een antwoord:

De relatieve intensiteit I_{rel} daalt tot een minimumwaarde van 0,99865.

$\Delta I_{rel} = \frac{A_{exoplaneet}}{A_{ster}} = 0,00135.$

Uit $\frac{A_{exoplaneet}}{A_{ster}} = \frac{\pi R_{exoplaneet}^2}{\pi R_{ster}^2} = 0,00135$ volgt dat: $\frac{R_{exoplaneet}}{R_{ster}} = 0,0367$.

- inzicht dat het laagste punt in de grafiek afgelezen moet worden 1
- inzicht dat $\Delta I_{rel} = \frac{A_{exoplaneet}}{A_{ster}}$ 1
- inzicht dat $A \propto R^2$/gebruik van $A = \pi R^2$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

8 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de intensiteit van de straling bij de exoplaneet geldt: $I = \frac{P_{\text{bron}}}{4\pi r^2}$.

Deze straling valt op de exoplaneet. Voor het ontvangen stralingsvermogen geldt: $P_{\text{in}} = I\,A$.

De oppervlakte A is gelijk aan het frontaal oppervlak van de exoplaneet. Daarvoor geldt: $A = \pi R^2$.

Dus geldt voor het ontvangen vermogen: $P_{\text{in}} = \frac{P_{\text{ster}}}{4\pi r^2} \cdot \pi R^2 = P_{\text{ster}} \frac{R^2}{4r^2}$.

Van dit vermogen wordt het gedeelte α gereflecteerd, dus wordt het gedeelte $(1-\alpha)$ geabsorbeerd. Dus geldt: $P_{\text{abs}} = P_{\text{ster}} \frac{R^2}{4r^2}(1-\alpha)$.

- gebruik van $I = \frac{P_{\text{bron}}}{4\pi r^2}$ 1
- inzicht dat $P = IA$, met $A = \pi R^2$ 1
- inzicht dat het gedeelte $(1-\alpha)$ geabsorbeerd wordt 1
- completeren van de afleiding 1

natuurkundeuitgelegd.nl

9 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

– Voor het uitgestraalde vermogen geldt (de wet van Stefan-Boltzmann):
$P_{\text{uit}} = \sigma A T^4$.
Invullen in formule (3) en combineren met formule (2) geeft:
$P_{\text{ster}} \frac{R^2}{4r^2}(1-\alpha) = \sigma A T^4$.
Omschrijven leidt tot:
$r^2 = \frac{P_{\text{ster}} R^2 (1-\alpha)}{4\sigma A T^4} \propto \frac{1}{T^4}$, dus $r = CT^{-2}$, dus $\beta = -2$.

– $r = CT^{-2}$, dus $\frac{r_{\text{binnen}}}{r_{\text{buiten}}} = \left(\frac{T_{\text{binnen}}}{T_{\text{buiten}}}\right)^{-2}$. Dit geeft:
$\frac{r_{\text{binnen}}}{5{,}8 \cdot 10^{10}} = \left(\frac{373}{273}\right)^{-2}$, dus $r_{\text{binnen}} = 3{,}1 \cdot 10^{10}$ m . Dat is groter dan de baanstraal, daarmee ligt de exoplaneet niet in het goudlokjegebied.

- inzicht dat $P_{\text{uit}} = \sigma A T^4$ 1
- gebruik van formule (2) en formule (3) 1
- completeren van de bepaling van β 1
- inzicht dat $\frac{r_{\text{binnen}}}{r_{\text{buiten}}} = \left(\frac{T_{\text{binnen}}}{T_{\text{buiten}}}\right)^{-2}$ / berekenen van C met r_{buiten} en T_{buiten} 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Batterijtrein

10 maximumscore 4
uitkomst: $0{,}016\,\Omega$

voorbeeld van een antwoord:
In de foto is te zien dat zich 15 windingen bevinden tussen de batterijpolen.
Dus geldt voor de lengte van het draad:
$\ell = 15\pi D = 15 \cdot \pi \cdot 1{,}9 \cdot 10^{-2} = 0{,}895$ m .
Voor de oppervlakte van de dwarsdoorsnede van het koperdraad geldt:

$$A = \pi r^2 = \pi\left(\frac{1{,}1 \cdot 10^{-3}}{2}\right)^2 = 9{,}50 \cdot 10^{-7}\ \text{m}^2 .$$

Voor de weerstand van een draad geldt: $R = \rho\dfrac{\ell}{A}$ met $\rho = 17 \cdot 10^{-9}$ Ωm .

(Sciencedata $\rho = 16{,}8 \cdot 10^{-9}$ Ωm)

Invullen levert: $R_{\text{spoel}} = 17 \cdot 10^{-9} \cdot \dfrac{0{,}895}{9{,}50 \cdot 10^{-7}} = 0{,}016\,\Omega$.

- inzicht dat $\ell = N \cdot \pi D$ met bepalen van N (met een marge van 2) 1
- gebruik van $\rho = \dfrac{RA}{\ell}$ met opzoeken van ρ_{koper} 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ en $d = 2r$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking
Bij verwisselen van dikte van de draad en diameter van de spoel: maximaal 2 punten toekennen.

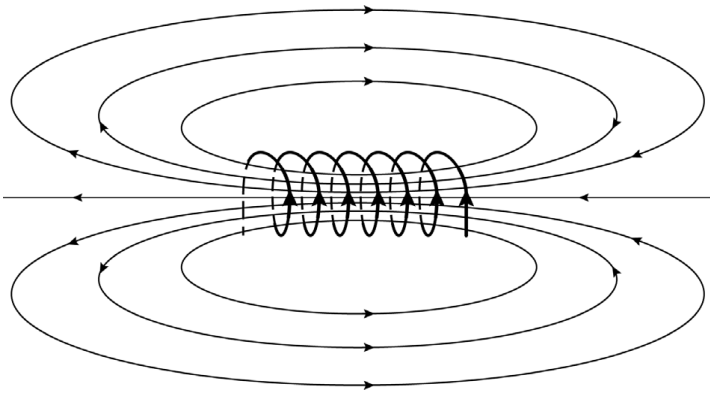
11 maximumscore 1
voorbeeld van een antwoord:
De veldlijnen lopen bij toenemende afstand tot de spoel steeds verder van elkaar, waardoor de veldlijnendichtheid in punt P hoger is dan in punt Q. (De veldlijnendichtheid is een maat voor de sterkte van het magnetisch veld.)

- inzicht dat de veldlijnendichtheid in punt P hoger is dan in punt Q 1

natuurkundeuitgelegd.nl

12 maximumscore 1

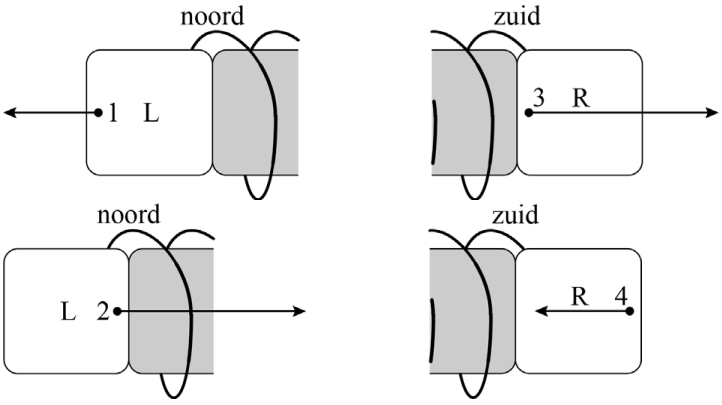
voorbeeld van een antwoord:



tekenen van de richting van de stroom in minimaal één winding

13 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



	noordpool	zuidpool
Punt 1 is een:	x	
Punt 2 is een:		x
Punt 3 is een:		x
Punt 4 is een:	x	

- de grootte en richting van de kracht in punt 2 zijn zodanig dat de krachten in 1 en 2 de resulterende kracht op L leveren 1
- consequente keuze voor de polen in punt 1 en 2 1
- inzicht dat de grootte en richting van de kracht in punt 4 gelijk is aan die in punt 1 en dat de grootte en richting van de kracht in punt 3 gelijk is aan die in punt 2 1
- consequente keuze voor de polen in punt 3 en 4 1

natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De (weerstand van de) batterij en (die van) de spoel staan in serie. De stroomsterktes door beide weerstanden zijn dus gelijk. Omdat $P_{\text{i}} >> P_{\text{spoel}}$ moet ook gelden $U_{\text{i}} >> U_{\text{spoel}}$. De spanningen in een serieschakeling verhouden zich als de weerstanden. Hieruit volgt dat $R_{\text{i}} >> R_{\text{spoel}}$.

(R_{i} is dus het grootst.)

- inzicht dat de stroomsterktes gelijk zijn 1
- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat de weerstanden zich verhouden als de spanningen en consequente conclusie 1

of

methode 2

Voor het vermogen geldt $P = I^2R$. De (weerstand van de) batterij en (die van) de spoel staan in serie, dus de stroomsterktes door beide weerstanden zijn gelijk. Dus P is evenredig met R. Omdat $P_{\text{i}} >> P_{\text{spoel}}$ moet dus ook gelden dat $R_{\text{i}} >> R_{\text{spoel}}$. ($R_{\text{i}}$ is dus het grootst.)

- inzicht dat $P = I^2R$ / gebruik van $P = UI$ en $U = IR$ 1
- inzicht dat de stroomsterktes gelijk zijn 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Temperatuurbepaling in een kernfusiereactor

15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

$${}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

- H-2 links van de pijl, He-4 en een neutron rechts van de pijl 1
- H links van de pijl (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts van de pijl gelijk 1

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

– In de klassieke situatie moet de energie van het deeltje groter zijn dan de maximale potentiële energie (de hoogte van de barrière). Dit is alleen het geval bij E_1 en E_2.

– Door tunneling kan het deeltje door de barrière gaan, terwijl zijn energie kleiner is dan de hoogte van de barrière. (Deeltjes met lagere energieën kunnen daardoor fuseren.)

- inzicht dat in de klassieke situatie de energie van het deeltje groter moet zijn dan de maximale potentiële energie 1
- consequente conclusie 1
- inzicht dat het deeltje door tunneling door de barrière kan gaan 1

natuurkundeuitgelegd.nl

17 maximumscore 3

uitkomst: 10^{21} (s^{-1})

voorbeeld van een antwoord:

De oppervlakte van een atoom is in de orde van grootte van $\left(10^2 \text{ pm}\right)^2$.

Het aantal atomen per vierkante meter is dan in orde van grootte gelijk aan:

$\frac{1}{\left(10^2 \cdot 10^{-12}\right)^2} = 10^{20}$.

De oppervlakte van de wand is in de orde van grootte 10^3 m^2, dus de orde van grootte van het aantal neutronen is gelijk aan: $\frac{10^{20} \cdot 10^3}{10^2} = 10^{21}$ (s^{-1}).

- inzicht dat de oppervlakte van een atoom evenredig is met het kwadraat van de diameter 1
- inzicht dat het aantal atomen per vierkante meter gelijk is aan $\frac{1}{\text{oppervlakte van een atoom}}$ 1
- completeren van de berekening 1

18 maximumscore 4

uitkomst: 389 nm

voorbeeld van een antwoord:

De minimale golflengte hoort bij de H_ζ-overgang, van $n = 8$ naar $n = 2$. De bijbehorende energie is gelijk aan:

$E_f = \Delta E_n = E_8 - E_2 = \frac{-13,6}{8^2} - \frac{-13,6}{2^2} = 3,188$ eV.

Voor de golflengte geldt dan:

$\lambda = \frac{hc}{E_f} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8}{3,188 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}} = 3,89 \cdot 10^{-7}$ m $= 389$ nm.

- inzicht dat $E_f = \Delta E_n = E_8 - E_2$ 1
- gebruik van $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ 1
- gebruik van $E_f = \frac{hc}{\lambda}$ 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

19 maximumscore 3

uitkomst: $3{,}3 \cdot 10^3$ K (met een marge van $0{,}5 \cdot 10^3$ K)

voorbeeld van een antwoord:
De verhouding tussen de intensiteiten van twee lijnen kan afgelezen worden in figuur 5.

Neem bijvoorbeeld de verhouding $\frac{H_\delta}{H_\gamma}$. Aflezen in figuur 5 geeft:

$\frac{H_\delta}{H_\gamma} = \frac{4{,}5}{13{,}8} = 0{,}33$.

Aflezen in figuur 4 geeft: $T = 3{,}3 \cdot 10^3$ K.

- aflezen van de intensiteiten van H_γ en een andere lijn 1
- inzicht dat de verhouding tussen de twee intensiteiten bepaald moet worden 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Echografie

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Omdat $\mathrm{N} = \mathrm{kg\,m\,s^{-2}}$, geldt: $\mathrm{N\,s\,m^{-3}} = \mathrm{kg\,m\,s^{-2}\,s\,m^{-3}} = \mathrm{kg\,m^{-2}\,s^{-1}}$.

De eenheid van Z is volgens formule (1) gelijk aan

$[Z] = [\rho] \cdot [v] = \mathrm{kg\,m^{-3}\,m\,s^{-1}} = \mathrm{kg\,m^{-2}\,s^{-1}}$. (Dus $\mathrm{N\,s\,m^{-3}}$ is een eenheid van Z.)

- inzicht dat $\mathrm{N} = \mathrm{kg\,m\,s^{-2}}$ 1
- inzicht dat $[\rho] = \mathrm{kg\,m^{-3}}$ en $[v] = \mathrm{m\,s^{-1}}$ 1
- completeren van de afleiding 1

21 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– De voortplantingssnelheid van geluid in lucht is kleiner én de dichtheid van lucht is (veel) kleiner, vergeleken met lichaamsweefsels. De akoestische weerstand van lucht zal hierdoor veel kleiner zijn.

– Door het grote verschil in akoestische weerstand bij de overgang van lucht naar huid/vetweefsel zal een groot deel van het geluidssignaal al bij de huid worden weerkaatst. Hierdoor blijft er minder signaal over om in het lichaam metingen mee te doen. Door gel aan te brengen wordt voorkomen dat er lucht zit tussen de transducer en de huid, wat dus leidt tot betere echo's.

- inzicht dat de dichtheid van lucht veel lager is dan die van lichaamsweefsels 1
- inzicht dat de voortplantingssnelheid van geluid in lucht kleiner is dan/in dezelfde orde van grootte is als die van lichaamsweefsels 1
- inzicht dat een te groot verschil in akoestische weerstand bij de overgang naar de huid leidt tot te veel weerkaatsing/tot te weinig overblijvend signaal 1
- inzicht dat de gel voorkomt dat er een luchtlaagje aanwezig is tussen transducer en huid 1

natuurkundeuitgelegd.nl

22 maximumscore 5

uitkomst: 44 kHz

voorbeeld van een antwoord:

Voor de tijd die een puls erover doet om van de transducer naar het einde van het vet en terug te gaan, geldt:

$t_{tot} = 2t_{vet} + 2t_{huid+gel} + t_{puls}$.

Hierin is $t_{puls} = 3T = 3 \cdot \frac{1}{f_{geluid}}$ en $t_{vet} = \frac{d_{vet}}{v_{vet}}$.

Invullen geeft: $t_{tot} = (2{,}07 + 0{,}174 + 0{,}0353) \cdot 10^{-5} = 2{,}28 \cdot 10^{-5}$ s.

De tijd tussen twee pulsen moet groter zijn dan de looptijd van de puls. Dus geldt voor de herhaalfrequentie:

$f_{herhaal,\,max} = \frac{1}{t_{tot}} = \frac{1}{2{,}28 \cdot 10^{-5}} = 44$ kHz.

- inzicht dat $t_{tot} = 2t_{vet} + 2t_{huid+gel} + t_{puls}$ 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- inzicht dat $t_{puls} = \frac{3}{f_{geluid}}$ 1
- inzicht dat $f_{herhaal,\,max} = \frac{1}{t_{tot}}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

23 maximumscore 3

uitkomst: 0,26 mm

voorbeeld van een antwoord:
Voor de golflengte van het (ultrasone) geluid in vet geldt:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1{,}45 \cdot 10^{3}}{8{,}5 \cdot 10^{6}} = 1{,}71 \cdot 10^{-4} \text{ m.}$$

Een halve pulslengte is dus gelijk aan $0{,}5 \cdot 3 \cdot 1{,}71 \cdot 10^{-4} = 2{,}56 \cdot 10^{-4}$ m .

Het detail mag niet kleiner zijn dan 0,26 mm.

- gebruik van $\lambda = \frac{v}{f}$ 1
- inzicht dat een halve puls even lang is als 1,5 golflengte 1
- completeren van de berekening 1

24 maximumscore 2

bewering	kan een juiste verklaring zijn	kan geen juiste verklaring zijn
Het ultrasone geluid wordt door de galstenen geabsorbeerd.	x	
Het ultrasone geluid wordt door de galstenen gereflecteerd.	x	
Het ultrasone geluid buigt om de galstenen heen.		x
Het ultrasone geluid kan niet verder dan 5 cm in weefsel doordringen.		x

indien vier antwoorden juist 2
indien drie antwoorden juist 1
indien minder dan drie antwoorden juist 0

natuurkundeuitgelegd.nl

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per examinator in de applicatie Wolf. Cito gebruikt deze gegevens voor de analyse van de examens.
Om de gegevens voor dit doel met Cito uit te wisselen dient u ze uiterlijk op 24 mei te accorderen.

Ook na 24 mei kunt u nog tot en met 12 juni gegevens voor Cito accorderen. Deze gegevens worden niet meer meegenomen in de hierboven genoemde analyses, maar worden wel meegenomen bij het genereren van de groepsrapportage.

Na accordering voor Cito kunt u in Wolf de gegevens nog wijzigen om ze vervolgens vrij te geven voor het overleg met de externe corrector. Deze optie is relevant als u Wolf ook gebruikt voor uitwisseling van de gegevens met de externe corrector.

tweede tijdvak
Ook in het tweede tijdvak wordt de normering mede gebaseerd op door kandidaten behaalde scores. Wissel te zijner tijd ook voor al uw tweede-tijdvak-kandidaten de scores uit met Cito via Wolf. Dit geldt **niet** voor de aangewezen vakken.

6 Bronvermeldingen

Snelheidsrecord op de fiets
alle figuren Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2024

Goudlokje
alle figuren Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2024

Batterijtrein
alle figuren Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2024

Temperatuurbepaling in een kernfusiereactor
figuur 2 Shutterstock ID: 1026024553
overige figuren Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2024

Echografie
figuur 1 Shutterstock ID: 644311819
overige figuren Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2024

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