

Correctievoorschrift VWO

2025

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 examinerator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinerator 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 examinerator 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.

- 3 De gecommiteerde 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 gecommiteerde voegt bij het gecorrigeerde werk een verklaring betreffende de verrichte correctie. Deze verklaring wordt mede ondertekend door het bevoegd gezag van de gecommiteerde.
- 4 De examiner en de gecommiteerde stellen in onderling overleg het behaalde aantal scorepunten voor het centraal examen vast.
- 5 Indien de examiner en de gecommiteerde daarbij niet tot overeenstemming komen, wordt het geschil voorgelegd aan het bevoegd gezag van de gecommiteerde. Dit bevoegd gezag kan hierover in overleg treden met het bevoegd gezag van de examiner. 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 examiner 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 examiner en door de gecommiteerde 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;

- 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 examinerator 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.

NB2 *T.a.v. het verkeer tussen examiner en gecommiteerde (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.

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 grootte.

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Aan het juiste antwoord op een meerkeuzevraag wordt 1 scorepunt toegekend.

Shorttrack

1 maximumscore 3

uitkomst: $11,14 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:

De afgelegde afstand is $9 \cdot 111,11 \text{ m}$ en de daarvoor benodigde tijd bedraagt $89,80 \text{ s}$.

De gemiddelde snelheid is dan: $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{999,99}{89,80} = 11,14 \text{ ms}^{-1}$.

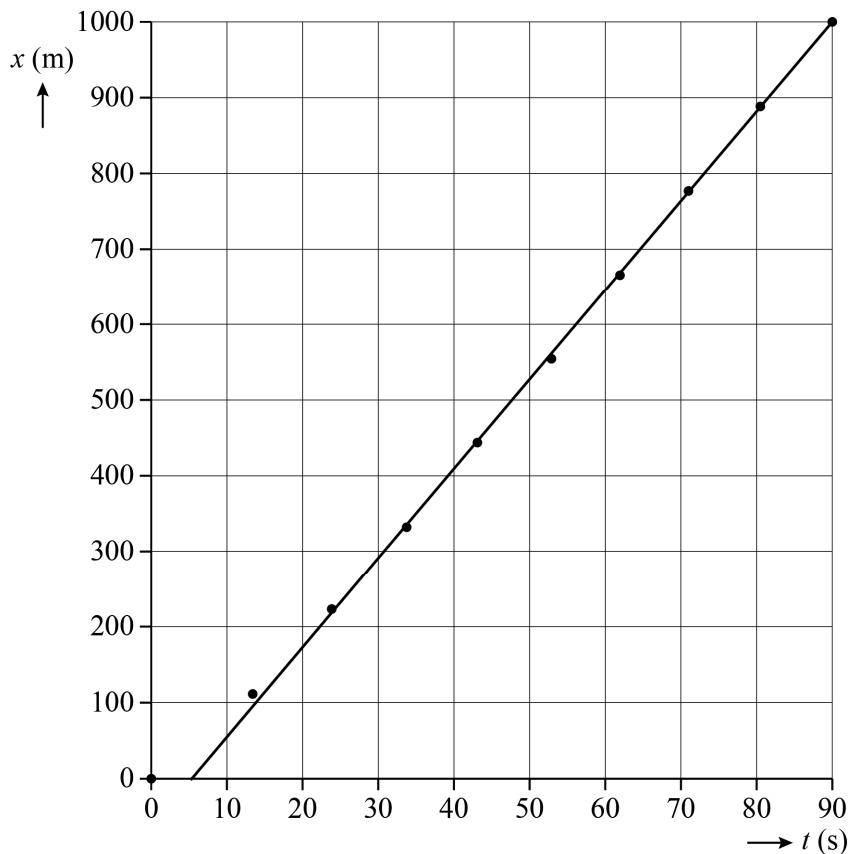
- gebruik van $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 1
- completeren van de berekening 1
- significantie 1

2 maximumscore 2

uitkomst: 6 s (met een marge van 1 s)

voorbeeld van een antwoord:

Door de laatste zeven meetpunten kan een rechte lijn worden getrokken, omdat de snelheid hier vrijwel constant was. Deze lijn snijdt de t -as bij $t = 6 \text{ s}$. Dit is dus de tijdwinst die Suzanne zou hebben behaald.



- inzicht dat een rechte lijn door de laatste zeven meetpunten getrokken moet worden 1
- extrapoleren van de lijn en completeren van de bepaling 1

3 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor het vermogen dat Schulting ontwikkelt geldt: $P = Fv$

Bij een constante snelheid geldt: $F = F_w = F_{w,s} + F_{w,l}$

Voor de luchtweerstandskracht geldt: $F_{w,l} = \frac{1}{2}c_w\rho Av^2$ en voor de

schuifwrijvingskracht geldt formule (1). Dit geeft: $F_w = f_d F_N + \frac{1}{2}c_w\rho Av^2$

De normaalkracht is even groot als de zwaartekracht en dus geldt voor de voorwaartse kracht: $F = f_d mg + \frac{1}{2}c_w\rho Av^2$

Invullen van deze vergelijking in de formule voor het vermogen levert het gegeven resultaat: $P = Fv = \left(f_d mg + \frac{1}{2}c_w\rho Av^2\right)v$, dus $P = f_d mgv + \frac{1}{2}c_w\rho Av^3$

- gebruik van $F_{w,s} = f_d F_N$ met $F_N = F_z = mg$ 1
- gebruik van $P = Fv$ met $F = F_{w,s} + F_{w,l}$ en $F_{w,l} = \frac{1}{2}c_w\rho Av^2$ 1
- completeren van de afleiding 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

4 maximumscore 3

uitkomsten: $0,5 \text{ m}^2$

$$6 \cdot 10^2 \text{ W}$$

voorbeeld van een antwoord:

- De frontale oppervlakte van Suzanne kan benaderd worden door een rechthoek. De breedte van de rechthoek is de schouderbreedte, volgens figuur 1. Een gemiddelde schouderbreedte is $0,5 \text{ m}$.

De verhouding tussen de hoogte en de lichaamslengte in figuur 3 is ongeveer $4,5 \text{ cm} : 8 \text{ cm}$. Hieruit volgt dat de hoogte in werkelijkheid

$$\frac{4,5}{8} \cdot 1,70 = 1 \text{ m} \text{ is. Dit geeft voor de frontale oppervlakte:}$$

$$A = 1 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ m}^2.$$

- Invullen van alle gegevens in formule (2) levert:

$$P = 0,015 \cdot 64 \cdot 9,8 \cdot 11,9 + \frac{1}{2} \cdot 0,80 \cdot 1,3 \cdot 0,5 \cdot (11,9)^3 = 6 \cdot 10^2 \text{ W}$$

- beredeneerd schatten van de breedte tussen $0,4 \text{ m}$ en $0,6 \text{ m}$ en de hoogte tussen $0,8 \text{ m}$ en $1,2 \text{ m}$ 1
- gebruik van $P = f_d mgv + \frac{1}{2} c_w \rho A v^3$ en opzoeken ρ 1
- completeren van de schatting en de berekening 1

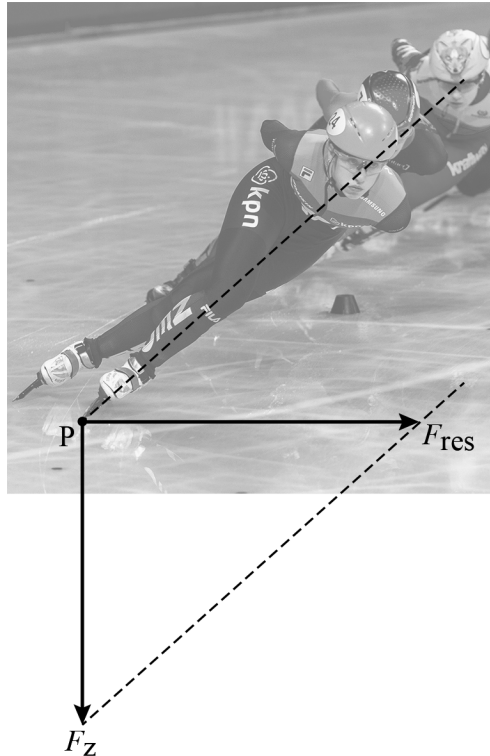
5 maximumscore 5

uitkomst: $6,9 \cdot 10^2$ N (met een marge van $0,3 \cdot 10^2$ N)

$$9,4 \text{ ms}^{-1}$$

voorbeeld van een antwoord:

—



De zwaartekracht is $F_z = mg = 64 \cdot 9,81 = 628$ N.

Uit de verhouding van de lengte van de vectoren volgt dan dat de resulterende kracht gelijk is aan: $\frac{4,4}{4,0} \cdot 628 = 691 = 6,9 \cdot 10^2$ N

— De resulterende kracht levert de middelpuntzoekende kracht en dus

geldt: $F_{\text{res}} = F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$. Omschrijven en invullen levert:

$$v = \sqrt{\frac{F_{\text{res}} r}{m}} = \sqrt{\frac{691 \cdot 8,20}{64}} = 9,4 \text{ ms}^{-1}$$

- inzicht in de richting van F_{res} 1
- completeren van de constructie 1
- gebruik van $F_z = mg$, completeren van de bepaling en significantie 1
- inzicht dat $F_{\text{res}} = F_{\text{mpz}}$ en gebruik van $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- completeren van de berekening 1

Geluidssnelheid

6 maximumscore 3

uitkomst: $v = 2(h_2 - h_1)f$

voorbeeld van een antwoord:

De afstand tussen de resonantieniveaus komt overeen met een halve golflengte: $h_2 - h_1 = \frac{1}{2}\lambda$. Dus $\lambda = 2(h_2 - h_1)$.

De geluidssnelheid is dan: $v = \lambda f = 2(h_2 - h_1)f$.

- inzicht dat de afstand tussen beide resonantieniveaus gelijk is aan $\frac{1}{2}\lambda$ 1
- gebruik van $v = \lambda f$ 1
- completeren van de afleiding 1

7 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De afstand tussen de bovenste buik en het eerste maximum is gelijk aan $\frac{1}{4}\lambda$. De afstand tussen de resonantieniveaus komt overeen met een halve golflengte: $h_2 - h_1 = \frac{1}{2}\lambda$. Dus: $\frac{1}{4}\lambda = \frac{1}{2}(h_2 - h_1)$.

Voor ΔL geldt dus: $\Delta L = \frac{1}{4}\lambda - h_1$. (Dus: $\Delta L = \frac{1}{2}(h_2 - h_1) - h_1 = \frac{1}{2}h_2 - \frac{3}{2}h_1$.)

- inzicht dat de afstand tussen de bovenste buik en het eerste resonantieniveau gelijk is aan $\frac{1}{4}\lambda$ 1
- inzicht dat $\frac{1}{2}(h_2 - h_1)$ gelijk is aan $\frac{1}{4}\lambda$ 1
- completeren van de uitleg 1

8 maximumscore 3

uitkomst: 2,38 kHz (met een marge van 0,02 kHz)

voorbeeld van een antwoord:

Om de frequentie zo nauwkeurig te bepalen moet T bepaald worden aan de hand van zoveel mogelijk, dus drie, periodes. Deze beslaan in het oscilloscoopbeeld 12,6 cm, dus T is gelijk aan:

$$T = \frac{12,6 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}{3} = 4,20 \cdot 10^{-4} \text{ s}.$$

De frequentie is dan: $f = \frac{1}{T} = 2,38 \cdot 10^3 \text{ Hz}$.

- inzicht dat de tijdsduur van drie periodes bepaald moet worden 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

9 maximumscore 3

uitkomst: $1,4 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$ (met een marge van $0,1 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$)

voorbeeld van een antwoord:

Het tijdsverschil tussen een piek bij de toongenerator en de bijbehorende piek bij de microfoon is 1,7 hokje. Dat komt overeen met 0,17 ms. In deze tijd legt het signaal een afstand van 24 cm af. De geluidssnelheid is dan

$$v = \frac{s}{t} = \frac{0,24}{1,7 \cdot 10^{-4}} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}.$$

- inzicht dat de tijd tussen twee bij elkaar horende pieken van de toongenerator en de microfoon bepaald moet worden 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Opslag van energie

10 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De eenheid van elektrische lading C is gelijk aan As. Omdat h, net als s, ook een eenheid van tijd is, is Ah ook een eenheid van elektrische lading, en dus mAh ook.

- inzicht dat $C = As$ 1
- completeren van de uitleg 1

11 maximumscore 4

uitkomsten: $1,2 \cdot 10^4 \text{ J}$

$6,4 \cdot 10^4$ (batterijen)

voorbeeld van een antwoord:

- Voor de elektrische energie in de batterij geldt: $E_{\text{el}} = UIt$, met $It = 2200 \text{ mAh}$. Invullen van de gegevens levert:

$$E_{\text{el}} = 1,5 \cdot 2200 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 = 1,19 \cdot 10^4 \text{ J}.$$

- Voor de zwaarte-energie, die wordt opgeslagen, geldt:

$$E_z = mgh = 1200 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 65 = 7,65 \cdot 10^8 \text{ J}.$$

De kabelbaan kan dus maximaal $\frac{7,65 \cdot 10^8}{1,19 \cdot 10^4} = 6,4 \cdot 10^4$ batterijen

vervangen.

- inzicht dat $E_{\text{el}} = UIt$ / gebruik van $U = \frac{\Delta E}{Q}$ 1
- completeren van de berekening van de energie-inhoud van een AA-batterij 1
- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- completeren van de berekening van het aantal batterijen 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

12 maximumscore 4

uitkomst: 0,12 (of 12%)

voorbeelden van een antwoord:

methode 1:

Voor de afname van de zwaarte-energie van één bakje geldt:

$$E_z = mgh = 0,140 \cdot 9,81 \cdot 3,96 = 5,439 \text{ J}.$$

Het naar beneden bewegen van een bakje duurt: $t = \frac{s}{v} = \frac{6,51}{2,6} = 2,5 \text{ s}.$

Dus het vermogen dat de kabelbaan per bakje levert is:

$$P_z = \frac{5,439}{2,5} = 2,17 \text{ W}, \text{ dus } 39,1 \text{ W voor de 18 bakjes die tegelijkertijd naar}$$

beneden bewegen.

Het opgenomen vermogen van de lampjes is 4,8 W, dus voor het rendement

$$\text{geldt: } \eta = \frac{P_{\text{el}}}{P_z} = \frac{4,8}{39,1} = 0,12.$$

- gebruik van $P = \frac{E}{t}$ en van $E_z = mgh$ 1
- gebruik van $s = vt$ met s de lengte langs de trap 1
- inzicht dat $\eta = \frac{P_{\text{el}}}{P_z}$ 1
- completeren van de berekening 1

of

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

methode 2:

Het omgezette vermogen P_z is het vermogen dat de zwaartekracht levert op de 18 gevulde bakjes die naar beneden bewegen. Hiervoor geldt: $P_z = F_{z,\parallel} v$.

Hierin is $F_{z,\parallel} = F_z \cos(\alpha)$, met α de hoek tussen $\vec{F}_z$ en $\vec{v}$. Deze is gelijk

aan de hoek tussen de helling en de verticaal, dus $\cos(\alpha) = \frac{h}{s}$.

Er geldt dus $P_z = F_z v \cos(\alpha) = F_z v \frac{h}{s}$, dus

$$P_z = 18 \cdot 0,140 \cdot 9,81 \cdot 2,6 \cdot \frac{3,96}{6,51} = 39,1 \text{ W}.$$

Het opgenomen vermogen van de lampjes is 4,8 W, dus voor het rendement

$$\text{geldt: } \eta = \frac{P_{\text{el}}}{P_z} = \frac{4,8}{39,1} = 0,12.$$

- gebruik van $P = Fv$ 1
- inzicht dat $F_{z,\parallel} = F_z \cos(\alpha)$ en $\cos(\alpha) = \frac{h}{s}$ 1
- inzicht dat $\eta = \frac{P_{\text{el}}}{P_z}$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

13 maximumscore 3

uitkomst: $0,93 \text{ ms}^{-1}$ (met een marge van $0,01 \text{ ms}^{-1}$)

voorbeeld van een antwoord:

Eén periode in figuur 4 is het signaal van één magneet, dus een omwenteling van de dynamo duurt zes periodes. Uit figuur 4 is te bepalen dat drie periodes 0,54 seconde duren, dus een hele omloop duurt 1,08 seconde.

De kabel legt dan een afstand af van $s = \pi d = \pi \cdot 0,32 = 1,01 \text{ m}$

De snelheid is dus $v = \frac{s}{t} = \frac{1,01}{1,08} = 0,93 \text{ ms}^{-1}$.

- inzicht in het verband tussen het aantal pieken en het aantal omwentelingen 1
- inzicht dat $s = \pi d$ en gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

14 maximumscore 3

Aanpassing	Effect op de <i>grootte</i> van de spanning	Effect op de <i>frequentie</i> van de spanning
de kabelbaan sneller laten bewegen	neemt toe	neemt toe
het aantal windingen van de spoel vergroten	neemt toe	blijft gelijk
het aantal magneten op de draaischijf vergroten	blijft gelijk	neemt toe

per juiste rij 1

15 B

16 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

In eerste instantie moet een magneet door de spoel aangetrokken worden. Na passage moet deze echter worden afgestoten. Het is dus noodzakelijk om een wisselspanning te gebruiken.

Omdat de magneet steeds sneller beweegt, duurt het naar de spoel toe en van de spoel af bewegen steeds korter. Het is dus noodzakelijk om de frequentie van de wisselspanning toe te laten nemen.

- inzicht in het afwisselend aantrekken en afstoten van de magneten 1
- inzicht in het verband tussen de snelheid van de kabelbaan en de frequentie van de wisselspanning 1

Lycopen

17 maximumscore 5

uitkomst: $1,24 \cdot 10^3$ nm

voorbeeld van een antwoord:

Voor de lengte L geldt: $L = 21 \cdot 1,4 \cdot 10^{-10} = 2,94 \cdot 10^{-9}$ m.

Er zijn in totaal 22 vrije elektronen. Dat betekent dat in de grondtoestand de eerste elf niveaus bezet zijn. Voor de energie van het foton met de maximale golflengte geldt dan:

$$E_f = \Delta E_n = E_{12} - E_{11} = 12^2 \frac{h^2}{8mL^2} - 11^2 \frac{h^2}{8mL^2} = 23 \frac{h^2}{8mL^2}.$$

$$\text{Invullen geeft: } E_f = 23 \frac{(6,626 \cdot 10^{-34})^2}{8 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \cdot (2,94 \cdot 10^{-9})^2} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

Voor de fotonenergie geldt: $E_f = \frac{hc}{\lambda}$. Invullen en uitwerken levert dan:

$$\lambda = \frac{hc}{E_f} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3,00 \cdot 10^8}{1,603 \cdot 10^{-19}} = 1,24 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1,24 \cdot 10^3 \text{ nm.}$$

De horizontale as van figuur 2 loopt tot 560 nm. (De berekende golflengte is groter dan dit maximum, dus de maximale golflengte is groter dan de waarde die volgt uit figuur 2.)

- inzicht dat in de grondtoestand de energieniveaus 1 t/m 11 bezet zijn 1
- gebruik van $E_f = |E_m - E_n|$ 1
- gebruik van $E_n = n^2 \frac{h^2}{8mL^2}$ 1
- gebruik van $E_f = \frac{hc}{\lambda}$ 1
- completeren van de berekening en vergelijken met figuur 2 1

Opmerking

Als de kandidaat de berekende golflengte vergelijkt met de golflengte die hoort bij de absorptiepiek bij 505 nm, dit niet aanrekenen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

18 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

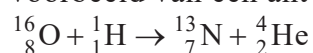
De gemeten golflengte is kleiner dan de berekende. De energie van het foton is dan dus groter. De lengte van de energieput moet dan kleiner zijn. (En dus is de effectieve putlengte kleiner dan de afstand L)

- inzicht dat de energie van het foton groter moet zijn / inzicht dat de energieovergang in de energieput groter moet zijn 1
- consequente conclusie over de effectieve putlengte 1

Stikstof-13

19 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- alleen zuurstof en proton links van de pijl en stikstof rechts van de pijl 1
- deeltje rechts van de pijl consequent met de atoomnummers 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

20 maximumscore 3

uitkomst: 4,0 min

voorbeeld van een antwoord:

Voor de activiteit geldt: $A = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$. Invullen van de gegevens levert:

$$5,6 \cdot 10^8 = 7,4 \cdot 10^8 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{9,97}}. \text{ Uitwerken levert: } t = 4,0 \text{ min.}$$

- gebruik van $A = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$ 1
- opzoeken van de halveringstijd van stikstof-13 1
- completeren van de berekening 1

H-alfafilter

21 maximumscore 3

uitkomst: $5,7 \cdot 10^3 \text{ K}$

voorbeeld van een antwoord:

Het maximum van de stralingskromme ligt bij $5,1 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. Invullen in de

wet van Wien levert: $T = \frac{k_W}{\lambda_{\max}} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{5,1 \cdot 10^{-7}} = 5,7 \cdot 10^3 \text{ K}$.

- bepalen van $\lambda_{\max}$ tussen $4,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ en $5,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ 1
- gebruik van $\lambda_{\max} T = k_W$ 1
- completeren van de bepaling 1

22 maximumscore 3

uitkomst: 2,0 keer zo laag

voorbeeld van een antwoord:

Volgens de wet van Stefan-Boltzmann is het uitgezonden vermogen evenredig met AT^4 . De intensiteit is het vermogen per oppervlakte-eenheid, dus is de uitgezonden intensiteit evenredig met T^4 .

De uitgezonden intensiteit in een zonnevlek is $16 = 2,0^4$ keer zo klein als daarbuiten, dus de temperatuur is 2,0 keer zo laag.

- gebruik van $P_{\text{bron}} = \sigma AT^4$ 1
- inzicht dat $I = \frac{P}{A}$ 1
- completeren van de redenering 1

23 C

24 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Voor de golflengtes die worden doorgelaten geldt dat er constructieve interferentie optreedt. Het weglengteverschil tussen de verschillende lichtstralen is dus een geheel aantal malen de golflengte: $2d = n\lambda$.

Omschrijven levert: $\lambda = \frac{2}{n}d$.

- inzicht dat het weglengteverschil een geheel aantal golflengtes is 1
- completeren van de uitleg 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

25 maximumscore 4

uitkomst: $n = 128$

$$\Delta\lambda_n = 5 \text{ nm}$$

voorbeeld van een antwoord:

Invullen van formule (1) geeft: $\frac{2}{n} \cdot 42,0 \cdot 10^{-6} = 656,28 \cdot 10^{-9}$.

$$\text{Dus } n = \frac{2 \cdot 42,0 \cdot 10^{-6}}{656,28 \cdot 10^{-9}} = 128.$$

Voor de golflengte van de volgende piek geldt

$$\lambda = \frac{2d}{n+1} = \frac{2 \cdot 42,0 \cdot 10^{-6}}{129} = 651 \text{ nm}. \text{ Dus } \Delta\lambda_n = 656 - 651 = 5 \text{ nm}.$$

- gebruik van formule (1) 1
- completeren van de berekening van n 1
- inzicht dat $\Delta\lambda_n = \lambda_n - \lambda_{n+1}$ / $\Delta\lambda_n = \lambda_{n-1} - \lambda_n$ 1
- completeren van de berekening van $\Delta\lambda_n$ 1

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 30 mei te accorderen.

Ook na 30 mei kunt u nog tot en met 11 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

Shorttrack

figuur 1 Shutterstock ID: 1340340362

figuur 4 Shutterstock ID: 1340340398

overige figuren Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2025

Geluidssnelheid

alle figuren Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2025

Opslag van energie

figuur 1 https://www.youtube.com/watch?v=G3nz_kU604s, *Energy Cache 50kW Installation* (1:25 minuut)

overige figuren Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2025

Lycopreen

alle figuren Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2025

H-alfafilter

figuur 2 Shutterstock ID: 20712595

overige figuren Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2025