Correctievoorschrift VWO

2015

tijdvak 2

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 73 scorepunten worden behaald.

Voor dit examen zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:

1 Een afwijking in de uitkomst van een berekening door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.

2 Het laatste scorepunt, aangeduid met ‘completeren van de berekening/bepaling’, wordt niet toegekend als:
- een fout in de nauwkeurigheid van de uitkomst gemaakt is (zie punt 3),
- een of meer rekenfouten gemaakt zijn,
- de eenheid van een uitkomst niet of verkeerd vermeld is, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is, (In zo'n geval staat in het beoordelingsmodel de eenheid tussen haakjes.)
- antwoordelementen foutief met elkaar gecombineerd zijn,
- een onjuist antwoordelement een substantiële vereenvoudiging van de berekening/bepaling tot gevolg heeft.

3 De uitkomst van een berekening mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is, tenzij in de vraag is vermeld hoeveel significante cijfers de uitkomst dient te bevatten.

4 Het scorepunt voor het gebruik van een formule wordt toegekend als de kandidaat laat zien kennis te hebben van de betekenis van de symbolen uit de formule. Dit blijkt als:
- de juiste formule is geselecteerd, én
- voor minstens één symbool een waarde is ingevuld die past bij de betreffende grootheid.

natuurkundeuitgelegd.nl

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

Opgave 1 'Indoor Skydive'

1 maximumscore 3

uitkomst: $h = 2{,}27 \cdot 10^2$ m

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Omdat de luchtweerstand verwaarloosd wordt, geldt: $v(t) = gt$.

Invullen levert: $\frac{240}{3{,}6} = 9{,}81 \cdot t \rightarrow t = 6{,}796$ s.

Voor de hoogte geldt: $h = s(t) = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}81 \cdot (6{,}796)^2 = 2{,}27 \cdot 10^2$ m.

- inzicht in de eenparig versnelde beweging 1
- gebruik van $v(t) = gt$ en $s(t) = \frac{1}{2}gt^2$ 1
- completeren van de berekening 1

methode 2

Omdat de luchtweerstand verwaarloosd wordt, geldt: $mgh = \frac{1}{2}mv^2$.

Wegdelen van m en invullen levert: $9{,}81 \cdot h = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{240}{3{,}6}\right)^2$.

Dit levert: $h = 2{,}27 \cdot 10^2$ m.

- inzicht dat energiebehoud geldt 1
- gebruik van $E_z = mgh$ en $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

2 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Voor de maximale luchtstroom geldt: $Q = 3{,}5 \cdot 10^6 \text{ m}^3\text{ h}^{-1} = 9{,}72 \cdot 10^2 \text{ m}^3\text{ s}^{-1}$.
Hieruit volgt voor de maximale luchtsnelheid:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{9{,}72 \cdot 10^2}{14{,}6} = 66{,}6 \text{ m s}^{-1} = 2{,}4 \cdot 10^2 \text{ km h}^{-1}.$$

- inzicht dat $Q = vA$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Voor de maximale luchtstroom mag elk symbool gekozen worden.

3 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Om het grote vermogen te bereiken is bij een hogere spanning een lagere stroomsterkte nodig. Dus is er ook minder verlies / is er minder warmte-ontwikkeling in de installatie / zijn er dunnere draden mogelijk.

- inzicht dat bij een gelijk vermogen bij een hoge spanning een kleine stroomsterkte nodig is 1
- inzicht dat er daardoor minder verlies is / minder warmte-ontwikkeling is / dunnere draden mogelijk zijn 1

4 maximumscore 3

uitkomst: de elektriciteitskosten zijn € 20,00

voorbeeld van een berekening:
Voor de elektrische energie geldt: $E = Pt = 12 \cdot 0{,}50 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{60} = 100$ kWh.
Dit kost: $100 \cdot$ € 0,20 = € 20,00.

- gebruik van $E = Pt$ 1
- omrekenen naar juiste eenheden 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

5 maximumscore 4

uitkomst: $v = 5 \cdot 10^{1}$ m s^{-1} ($= 2 \cdot 10^{2}$ km h^{-1})

voorbeeld van een antwoord:
Omdat de skydiver stil hangt, geldt: $F_w = F_z = mg = 70 \cdot 9{,}81 = 687$ N.
De oppervlakte van de skydiver wordt geschat op: $A = 0{,}8$ m^2.
Invullen van $F_w = \frac{1}{2} C_w \rho A v^2$ levert: $687 = \frac{1}{2} \cdot 0{,}50 \cdot 1{,}293 \cdot 0{,}8 \cdot v^2$.
Dit levert: $v = 5 \cdot 10^{1}$ m s^{-1} $= 2 \cdot 10^{2}$ km h^{-1}.

- inzicht dat $F_w = F_z$ 1
- gebruik van $F_w = \frac{1}{2} C_w \rho A v^2$ en opzoeken van ρ van lucht 1
- schatting van de frontale oppervlakte van de skydiver (met een marge van 0,3 m^2) 1
- completeren van de berekening 1

6 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De frontale oppervlakte en/of de luchtweerstandscoëfficiënt van de skydiver wordt groter. De op de skydiver werkende luchtweerstandskracht wordt dus ook groter. De luchtweerstandskracht wordt (gedurende een korte tijd) groter dan de zwaartekracht en dus zal de skydiver omhoog bewegen.

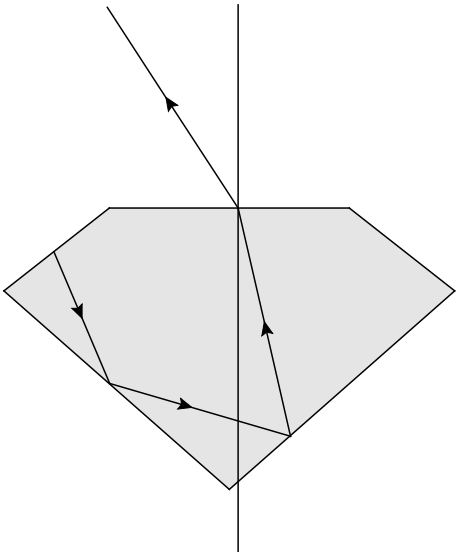
- inzicht in groter worden van de frontale oppervlakte en/of de luchtweerstandscoëfficiënt 1
- inzicht dat $F_w > F_z$ en consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Diamant

7 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



De invalshoek bedraagt 13°. Er geldt: $\frac{\sin i}{\sin r} = n$, met $n = \frac{1}{2,417}$.

Dit levert voor de brekingshoek: $\sin r = 2,417 \sin i = 0,544 \rightarrow r = 33°$.

- meten van de invalshoek (met een marge van 2°) 1
- gebruik van $\frac{\sin i}{\sin r} = n$ met $n = \frac{1}{2,417}$ 1
- completeren van de constructie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

8 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De grenshoek bedraagt $24{,}4^{o}$.

Opmeten levert bij diamant III: $i = 28^{o}$. Dit is groter dan de grenshoek, dus hier vindt totale reflectie plaats.

Opmeten levert bij diamant II: $i = 11^{o}$. Dit is kleiner dan de grenshoek, dus hier vindt geen totale reflectie plaats. (Licht verlaat hier de diamant.)
Dus bij diamant III verlaat het meeste licht de diamant door de bovenkant.

- inzicht dat $g = 24{,}4^{o}$ 1
- opmeten van de hoeken van inval bij het ondervlak 1
- vergelijken van de invalshoeken met de grenshoek en conclusie 1

9 maximumscore 3

uitkomst: $N = 6{,}0$

voorbeeld van een berekening:
In dit geval geldt: $f = 3{,}0$ cm en $v = 2{,}5$ cm.

Invullen in de lenzenformule $\frac{1}{v}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f}$, levert: $b = -15$ cm.

(een virtueel beeld)

Voor de vergroting geldt dan: $N = \left|\frac{b}{v}\right| = \left|\frac{-15}{2{,}5}\right| = 6{,}0$.

- gebruik van $\frac{1}{v}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f}$ 1
- gebruik van $N = \left|\frac{b}{v}\right|$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Als voor de vergroting een negatief getal gegeven wordt: niet aanrekenen.

10 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De diamantslijper moet de afstand tussen de diamant en de lens groter maken, maar niet groter dan 3,0 cm.

- inzicht dat de afstand tussen de diamant en de lens groter moet worden 1
- inzicht dat de afstand niet groter dan 3,0 cm mag worden 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Ukelele

11 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De lengte van alle snaren is gelijk. De golflengte in de verschillende snaren is dus ook bij elke snaar gelijk. De frequentie van de tonen zijn echter niet gelijk. Uit $v = \lambda f$ volgt dat de golfsnelheid in de snaren dan niet gelijk kan zijn.

- inzicht in een gelijke golflengte bij elke snaar 1
- completeren van de uitleg 1

12 maximumscore 2

uitkomst: $f = 1{,}32$ kHz

voorbeeld van een bepaling:
Er is sprake van twee vaste uiteinden en dus verhouden de frequenties van de grondtoon en de boventonen zich tot elkaar als 1 : 2 : 3 : enz.
In onderstaande tabel staan de grondtoon en boventonen weergegeven:

	n = 1	n = 2	n = 3	n = 4
3	330 Hz	660 Hz	990 Hz	1320 Hz
4	440 Hz	880 Hz	1320 Hz	1760 Hz

De derde boventoon van snaar 3 heeft dus dezelfde frequentie als de tweede boventoon van snaar 4.
Voor die frequentie geldt: $f = 4 \cdot 330 = 3 \cdot 440 = 1320 \text{ Hz} = 1{,}32 \text{ kHz}$.

- inzicht dat de frequenties zich verhouden als 1 : 2 : 3 : enz. 1
- completeren van de bepaling 1

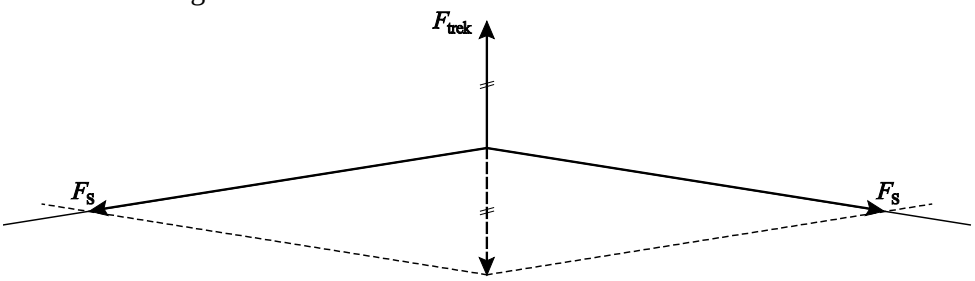
natuurkundeuitgelegd.nl

13 maximumscore 5

uitkomst: $F = 33$ N

voorbeeld van een antwoord:

– De tekening is:



– Voor de hoek van de snaar met de horizontaal geldt:

$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{1,0}{17,5}\right) = 3,27°.$

De spankracht is te berekenen met: $\sin\alpha = \frac{\frac{1}{2}F_{trek}}{F_{span}}$.

Dus geldt: $F_{span} = \frac{\frac{1}{2}F_{trek}}{\sin\alpha} = \frac{\frac{1}{2}\cdot 3,8}{\sin(3,27°)} = 33$ N.

- tekenen van de spankracht aan minstens één zijde van de snaar 1
- inzicht dat de resulterende kracht op de snaar gelijk is aan 0 N 1
- berekenen van de hoek van de snaar en de horizontaal 1
- inzicht dat geldt $F_{span} = \frac{\frac{1}{2}F_{trek}}{\sin\alpha}$ 1
- completeren van de berekening 1

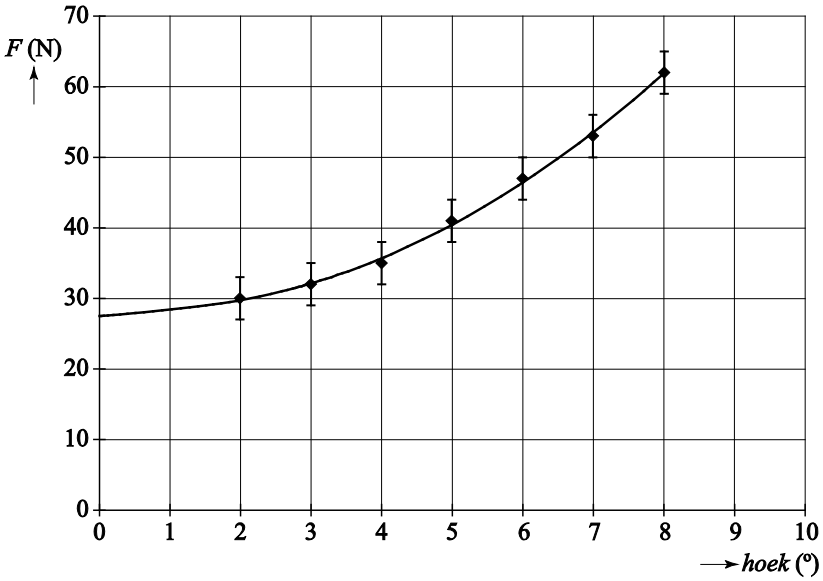
natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

– De snaar is voorgespannen. Om die reden zal de grafiek niet door de oorsprong gaan.

– Door de meetpunten kan een vloeiende kromme getrokken worden. Het resultaat daarvan is:



Het snijpunt met de verticale as geeft de spankracht van de snaar als er niet aan getrokken wordt: $F_{span} = 27$ N.

- inzicht dat de snaar is voorgespannen 1
- tekenen van een vloeiende (niet rechte) kromme door de meetpunten 1
- aflezen van de spankracht (met een marge van 2 N) 1

Opmerking
Als de kandidaat een rechte lijn trekt door de punten: maximaal één scorepunt toekennen.

natuurkundeuitgelegd.nl

15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$. Invullen levert: $\lambda f = \sqrt{\frac{F\ell}{m}} \rightarrow F = \frac{\lambda^2 f^2 m}{\ell}$.

Ook geldt: $m = \rho V$. Voor het volume van de snaar geldt: $V = \frac{1}{4}\pi d^2 \ell$.

Dit geeft: $m = \rho \frac{1}{4}\pi d^2 \ell$. Invullen geeft de gevraagde formule:

$$F = \frac{\lambda^2 f^2 \rho \frac{1}{4}\pi d^2 \ell}{\ell} = \frac{\lambda^2 f^2 \pi d^2 \rho}{4}.$$

- gebruik van $v = \lambda f$ 1
- gebruik van $m = \rho V$ met $V = \frac{1}{4}\pi d^2 \ell$ 1
- completeren van de afleiding 1

16 maximumscore 3

uitkomst: $F = 28$ N

voorbeeld van een bepaling:
Er geldt: $\lambda = 2\ell = 2 \cdot 0{,}350 = 0{,}700$ m.
Invullen levert:

$$F = \frac{\lambda^2 f^2 \pi d^2 \rho}{4} = \frac{(0{,}700)^2 \cdot 392^2 \cdot \pi \cdot \left(0{,}65 \cdot 10^{-3}\right)^2 \cdot 1{,}14 \cdot 10^3}{4} = 28 \text{ N}.$$

- inzicht dat $\lambda = 2\ell$ 1
- gebruik van $F = \frac{\lambda^2 f^2 \pi d^2 \rho}{4}$ met $\rho = 1{,}14 \cdot 10^3$ kg m^{-3} 1
- completeren van de bepaling 1

17 maximumscore 2

uitkomst: $\frac{F_{\text{gitaar}}}{F_{\text{ukelele}}} = 3{,}40$

voorbeeld van een bepaling:
De enige factor in formule (2) die verandert is de golflengte.

De verhouding tussen de golflengten is: $\frac{\lambda_{\text{gitaar}}}{\lambda_{\text{ukelele}}} = \frac{64{,}5}{35{,}0} = 1{,}843$.

Voor de verhouding tussen de spankrachten geldt dan:

$$\frac{F_{\text{gitaar}}}{F_{\text{ukelele}}} = (1{,}843)^2 = 3{,}40.$$

- inzicht dat alleen de verhouding tussen λ^2 een rol speelt 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Faradaymotor

18 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de doorsnede van het koperstaafje geldt:

$A = \frac{1}{4}\pi d^2 = \frac{1}{4}\pi \cdot \left(1{,}0 \cdot 10^{-3}\right)^2 = 7{,}85 \cdot 10^{-7}$ m^2.

Voor de weerstand van een draad geldt:

$R = \rho \frac{\ell}{A} = 17 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{0{,}10}{7{,}85 \cdot 10^{-7}} = 2{,}2 \cdot 10^{-3}\ \Omega = 2{,}2$ mΩ.

Een koperdraad is 3 keer zo lang als het koperstaafje en de doorsnede is 5^2 keer zo klein. De weerstand is dus $\frac{3}{\frac{1}{5^2}} = 75$ keer zo groot.

- gebruik van $A = \frac{1}{4}\pi d^2$ 1
- gebruik van $R = \rho \frac{\ell}{A}$ met $\rho = 17 \cdot 10^{-9}$ Ωm 1
- inzicht in het recht evenredig verband tussen draadlengte en weerstand en het omgekeerd kwadratisch verband tussen diameter en weerstand 1
- completeren van de berekening en de redenering 1

19 maximumscore 3

uitkomst: $I = 1{,}9$ A

voorbeeld van een berekening:

Voor de totale weerstand geldt: $R = 0{,}0022 + 2 \cdot 75 \cdot 0{,}0022 + 4{,}5 = 4{,}83\ \Omega$.

Voor de stroomsterkte geldt dan: $I = \frac{U}{R} = \frac{9{,}0}{4{,}83} = 1{,}9$ A.

- inzicht in de serieschakeling 1
- gebruik van $U = IR$ 1
- completeren van de berekening 1

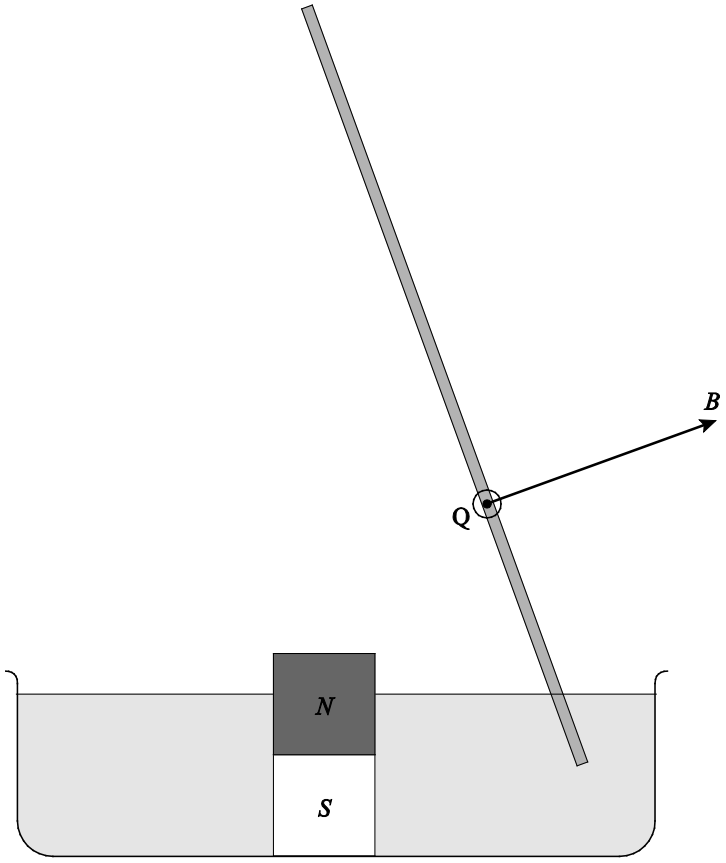
natuurkundeuitgelegd.nl

20 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– De richting van het magneetveld in punt Q is loodrecht op het staafje, naar recht(boven) gericht.
De stroom door het staafje loopt van de pluspool naar de minpool van de batterij en dus schuin van boven naar beneden.
Volgens een richtingsregel is de lorentzkracht in punt Q het papier uit gericht.

– Het staafje draait dus van bovenaf gezien met de wijzers van de klok mee.



• richting van het magneetveld	1
• inzicht in de stroomrichting	1
• toepassen van een richtingsregel	1
• consequente conclusie	1

natuurkundeuitgelegd.nl

21 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De afstand van het uiteinde van het koperstaafje in het water tot het koperplaatje is variabel. De weerstand tussen koperstaafje en koperplaatje is dus ook variabel. Gevolg is dat de stroomsterkte door het koperstaafje variabel is en dat dus lorentzkracht variabel is. (Waar de kracht groter is wordt ook de snelheid groter en beweegt het staafje meer naar buiten.) Dus is de snelheid niet constant. (Het gevolg hiervan is dat de baan niet cirkelvormig is.)

- inzicht dat de afstand die de stroom af moet leggen in het water en dus de weerstand in de kring niet constant is 1
- inzicht dat de stroomsterkte en/of de lorentzkracht niet constant is 1
- completeren van de uitleg 1

Opgave 5 Tritium in een kerncentrale

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
(1) xenon-136
(2) en (3) beta-min / elektron / e^-

- (1) xenon-136 1
- (2) en (3) beta-min / elektron / e^- 1

23 maximumscore 3

uitkomst: $P_{el} = 0,99$ (GW)

voorbeeld van een berekening:
Voor de energie die de centrale in een jaar levert, geldt:
$E = 2,93 \cdot 10^{27} \cdot 190 \cdot 1,602 \cdot 10^{-13} = 8,91 \cdot 10^{16}$ J.
Voor de elektrische energie die ontstaat, geldt:
$E_{el} = 0,35 \cdot 8,91 \cdot 10^{16} = 3,12 \cdot 10^{16}$ J.
Voor het gemiddeld elektrisch vermogen geldt dan:
$P_{el} = \frac{E_{el}}{t} = \frac{3,12 \cdot 10^{16}}{365 \cdot 24 \cdot 3600} = 9,9 \cdot 10^{8}$ W $= 0,99$ GW.

- inzicht dat $\eta = \frac{E_{el}}{E_{kern}}$ 1
- gebruikt van $P = \frac{E}{t}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

24 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:
(De functie van de moderator is) het verlagen van de snelheid / energie van de neutronen.

25 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
(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.)
$m_B = 10,012938$ u, $m_n = 1,008665$ u. Dus $m_{links} = 11,02160$ u.
$m_T = 3,016050$ u, $m_{He} = 4,002603$ u. Dus $m_{rechts} = 11,02126$ u.
Omdat $m_{links} > m_{rechts}$, wordt massa omgezet in energie.

- inzicht dat de massa's links en rechts vergeleken moeten worden 1
- opzoeken van de atoommassa's 1
- inzicht dat $m_{links} > m_{rechts}$ en consequente conclusie 1

26 maximumscore 3

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

Voor het aantal aanwezige tritiumkernen geldt:
$N(t) = 2,93 \cdot 10^{27} \cdot \frac{2}{1 \cdot 10^6} \cdot 3 = 1,76 \cdot 10^{22}$.

Invullen levert: $A(t) = \frac{0,693}{12,3 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} 1,76 \cdot 10^{22} = 3,1 \cdot 10^{13}$ Bq.

De activiteit ligt dus in de orde 10^{13} Bq, antwoord b.

- uitrekenen van het aantal tritiumkernen na één jaar 1
- opzoeken van de halfwaardetijd van tritium 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Als bij het berekenen van het aantal kernen de factor 2 en/of de factor 3 vergeten wordt: niet aanrekenen.

5 Inzenden scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinator in het programma WOLF.
Zend de gegevens uiterlijk op 23 juni naar Cito.

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