Examen HAVO

2016

tijdvak 2
woensdag 22 juni
13:30 - 16:30 uur

natuurkunde

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Achter het correctievoorschrift is een aanvulling op het correctievoorschrift opgenomen.

Dit examen bestaat uit 27 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 74 punten te behalen.
Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

Als bij een vraag een verklaring, uitleg, berekening of afleiding gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg, berekening of afleiding ontbreekt.

Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

HA-1023-a-16-2-o

natuurkundeuitgelegd.nl

Sluis van Fankel

Tijdens een boottochtje over de Moezel van Beilstein naar Cochem passeert een schip bij Fankel een sluis. Het schip vaart de sluis in (zie figuur 1), het water in de sluis zakt (zie figuur 2), en na enige tijd kan het schip de sluis weer verlaten. In de sluis ligt het schip stil.

figuur 1

figuur 2

Een passagier op het schip heeft twee (v,t)-diagrammen gemaakt: één van de heenreis en één van de terugreis. Deze diagrammen zijn op de uitwerkbijlage gegeven. Hierin is de snelheid van het schip gegeven ten opzichte van de oever.

2p **1** Bepaal, met behulp van de bovenste figuur op de uitwerkbijlage, hoeveel minuten het passeren van de sluis op de heenreis duurt.

3p **2** Bepaal, met behulp van de onderste figuur op de uitwerkbijlage, de afstand tussen Beilstein en Cochem. Geef je antwoord in twee significante cijfers.

De Moezel is een stromende rivier. De snelheid van het schip ten opzichte van het water is in beide richtingen even groot.

3p **3** Bepaal met behulp van de figuren op de uitwerkbijlage de stroomsnelheid van de rivier tijdens de boottocht.

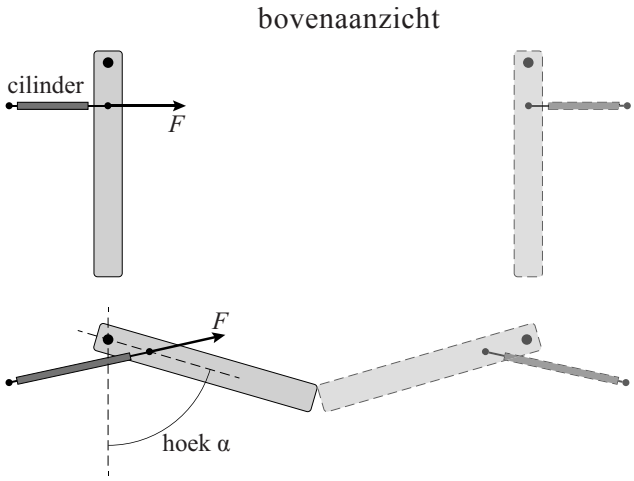
Bij deze sluis neemt de waterhoogte op de terugweg met $7{,}0\ \mathrm{m}$ toe. Het stijgen van het water in de sluis als functie van de tijd is in een (h,t)-diagram op de uitwerkbijlage gegeven.

3p **4** Bepaal, met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage, de maximale stijgsnelheid van het water in de sluis.

natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 3 zijn de sluisdeuren in bovenaanzicht schematisch getekend. In het bovenste deel van figuur 3 staan de sluisdeuren open, in het onderste deel zijn ze gesloten.
De sluisdeuren worden bediend met hydraulische cilinders: deze hebben stangen die in en uit kunnen schuiven.
Tijdens het sluiten van de sluisdeuren heeft het water rond een sluisdeur dezelfde hoogte.
De kracht van de hydraulische cilinder op een sluisdeur is tijdens het sluiten van de sluisdeuren steeds even groot.

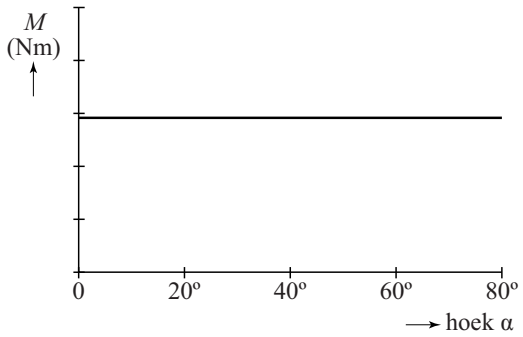
figuur 3



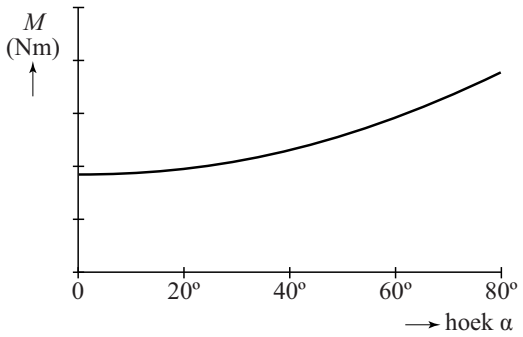
Op een bepaald tijdstip worden de sluisdeuren gesloten.

1p **5** In welk diagram is het moment $M = Fr$ van de kracht van de hydraulische cilinder op een sluisdeur als functie van hoek α juist weergegeven?

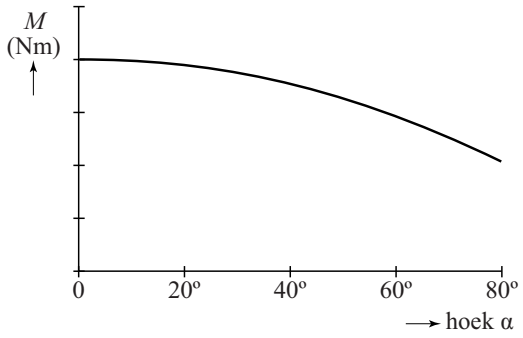
A



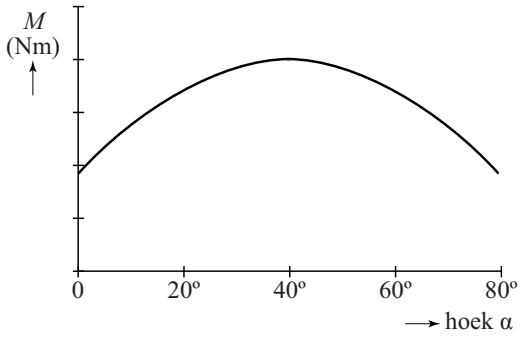
B



C



D



natuurkundeuitgelegd.nl

figuur 4

Naast de sluis ligt in de rivier een stuw. Zie figuur 4.
Een stuw wordt gebouwd tussen twee delen van een rivier met een hoogteverschil. Dit hoogteverschil wordt gebruikt om met behulp van een waterkrachtcentrale elektrische energie op te wekken. Het hoogteverschil in deze stuw is $7{,}0\ \mathrm{m}$.
Als er $400\ \mathrm{m^3}$ water per seconde door de stuw gaat, levert de stuw zijn maximale elektrische vermogen van $16{,}4\ \mathrm{MW}$. Het snelheidsverschil van het water voor en na de stuw is te verwaarlozen.

4p **6** Bereken het rendement van deze energieomzetting.

Gemiddeld stroomt er $209\ \mathrm{m^3}$ water per seconde door de stuw.
Het opgewekte vermogen is evenredig met de hoeveelheid water per seconde. Het rendement van de stuw is bij $209\ \mathrm{m^3}$ water per seconde niet hetzelfde als bij $400\ \mathrm{m^3}$ water per seconde.
Een huishouden gebruikt gemiddeld $3750\ \mathrm{kWh}$ per jaar aan elektrische energie.

4p **7** Bereken hoeveel huishoudens er maximaal door deze stuw van elektrische energie kunnen worden voorzien. Geef het antwoord in twee significante cijfers.

natuurkundeuitgelegd.nl

Wieg

Marloes heeft een wieg gekocht voor haar baby. De wieg hangt aan een veer en kan zachtjes op en neer trillen (zie figuur 1). Op de verpakking van de wieg staat: $C_{\text{veer}} = 1{,}3\ \text{kN m}^{-1}$ en $m_{\text{wieg}} = 12{,}2\ \text{kg}$.

figuur 1

2p **8** Bereken hoever de veer is uitgerekt als de wieg aan de veer hangt.

De wieg is met twee touwen aan het plafond bevestigd (zie figuur 1).

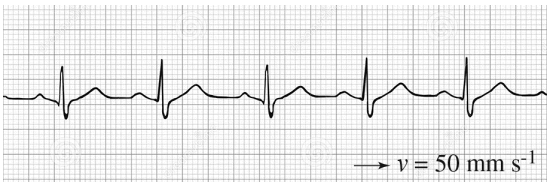
3p **9** Bepaal met een constructie in de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van de spankracht in een touw.

Marloes legt haar baby van $3{,}2\ \text{kg}$ in de wieg. Als zij de wieg een klein beetje naar beneden duwt en dan loslaat, gaat de wieg met de baby erin een trilling uitvoeren.

3p **10** Bereken de frequentie van deze trilling.

Marloes heeft een cardiogram van de hartslag van haar baby. Met de hartslag wordt het aantal slagen van het hart per minuut bedoeld.
Het cardiogram is gegeven in figuur 2. Het papier bewoog met een snelheid van $50\ \text{mm s}^{-1}$.

figuur 2



3p **11** Leg uit hoe Marloes de hartslag van haar baby kan bepalen met behulp van een cardiogram zoals in figuur 2.

Marloes heeft gelezen dat baby's gemakkelijker in slaap vallen als de frequentie van het trillen van de wieg twee keer zo klein is als de frequentie waarmee het hart van de baby klopt. De frequentie van haar wieg is nu nog te hoog.

2p **12** Noem twee aanpassingen aan de wieg die Marloes zou kunnen doen om de frequentie van de wieg kleiner te maken. Licht je antwoord toe.

natuurkundeuitgelegd.nl

Bliksem

Bij onweer kunnen wolken sterk elektrisch geladen zijn. Als het bliksemt, vindt er een ontlading plaats tussen twee wolken of tussen een wolk en de aarde (een blikseminslag).
Zie figuur 1.
Als zo'n ontlading ver weg plaatsvindt, hoor je de donder die er bij hoort veel later dan je de lichtflits ziet. Met de volgende vuistregel kun je uitrekenen op welke afstand het onweer zich dan bevindt.

figuur 1

Als er drie seconden verstrijken tussen het zien van de lichtflits en het horen van de donder, bevindt het onweer zich op ongeveer één kilometer afstand.

2p **13** Beantwoord de volgende vragen:
- Leg uit waarom je de lichtflits eerder ziet dan je de donder hoort.
- Toon aan dat de vuistregel klopt.

Op de website van het KNMI staat dat bliksem als energiebron weinig voorstelt.

De energie van een gemiddelde blikseminslag is minder dan de warmte die vrijkomt bij het verbranden van $1\ \mathrm{m^3}$ (Gronings) aardgas.

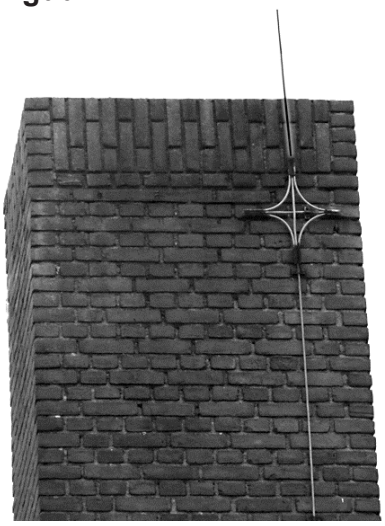
Bij een blikseminslag loopt er gedurende $50\ \mu\mathrm{s}$ een stroom van $30\ \mathrm{kA}$ tussen de donderwolk en de aarde. De spanning tussen de donderwolk en de aarde is $6{,}0\ \mathrm{MV}$.

4p **14** Laat met behulp van Binas tabel 28 en een berekening zien, of de uitspraak van het KNMI voor deze blikseminslag klopt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Een bliksemafleider is een metalen staaf op het dak van een gebouw. Zie figuur 2. Vroeger was een bliksemafleider met een dikke koperdraad verbonden met een metalen raster in de grond. Vanwege koperdiefstal heeft men tegenwoordig het koperdraad vervangen door aluminiumdraad.

figuur 2



3p **15** Wordt in een aluminiumdraad meer of minder warmte per seconde ontwikkeld dan in een koperdraad met dezelfde afmetingen?
Licht je antwoord toe. Neem aan dat de stroomsterkte in beide gevallen even groot is.

Tussen 1935 en 1970 zijn er in Nederland ongeveer 500 radioactieve bliksemafleiders op daken gezet. Op de punt van deze bliksemafleiders werd een radioactieve bron aangebracht. Men veronderstelde dat de bliksem dan eerder zou inslaan, omdat de lucht rond de bliksemafleider geïoniseerd werd door de ioniserende straling uit de bron.
In sommige bliksemafleiders gebruikte men radium-226, in andere bliksemafleiders cobalt-60.
Op de uitwerkbijlage staat hierover een tabel.

3p **16** Voer de volgende opdrachten uit:
- Vul de tabel op de uitwerkbijlage in.
- Leg met behulp van de ingevulde tabel op de uitwerkbijlage uit welke bron (radium-226 of cobalt-60) het beste gebruikt kon worden in een bliksemafleider.

Na 1970 werd ook americium-241 als radioactieve bron gebruikt.

3p **17** Geef de vervalreactie van americium-241.

Vanwege hun niet aantoonbaar nut zijn de radioactieve bliksemafleiders enige tientallen jaren geleden door daarin gespecialiseerde bedrijven verwijderd. Per verwijderde radioactieve bliksemafleider met Am-241 werd de effectieve totale lichaamsdosis die een monteur ontvangt, geschat op 70 μSv.

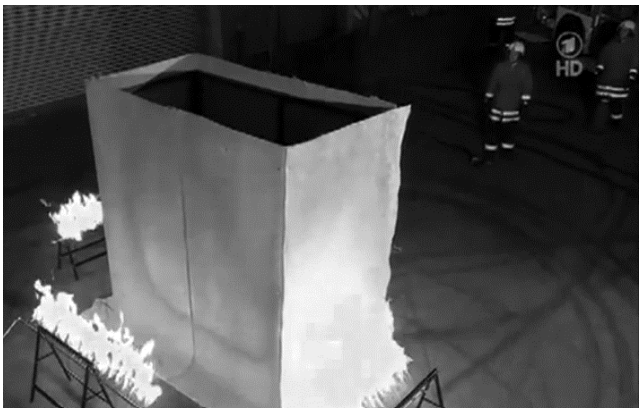
3p **18** Bereken het aantal bliksemafleiders van dit type dat een monteur (beroepshalve, ouder dan 18 jaar) per jaar mag verwijderen zonder de stralingsbeschermingsnormen te overtreden.

natuurkundeuitgelegd.nl

Aerogel

Aerogel is een materiaal met goede warmte-isolerende eigenschappen. Bovendien is aerogel vuurbestendig.
Op de Duitse televisie werd een demonstratie gegeven met aerogel.
In de show wilde men laten zien dat aerogel de warmte goed isoleert.
De presentator van de televisieshow ging in een kooi staan die omgeven werd door platen aerogel. De bovenkant van de ruimte was open.
De platen werden aan de buitenkant met vlammen verwarmd. Zie figuur 1.

figuur 1



De gebruikte platen aerogel waren elk $1{,}0\ \text{cm}$ dik, $3{,}0\ \text{m}$ hoog en $1{,}0\ \text{m}$ breed. Zo'n plaat heeft een massa van $2{,}0\ \text{kg}$.
Een plaat van gips met dezelfde afmetingen zou veel zwaarder zijn.

3p **19** Bereken de massa van een gipsplaat met dezelfde afmetingen als een plaat aerogel.

Aan de buitenkant werd de temperatuur van de platen aerogel $833\ ^\circ\text{C}$, aan de binnenkant was de temperatuur van de platen 'slechts' $53\ ^\circ\text{C}$.
Aerogel heeft een warmtegeleidingscoëfficiënt van $0{,}020\ \text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$.

3p **20** Bereken de warmtestroom die dan door één plaat aerogel getransporteerd wordt.

In een huis bestaan de buitenmuren meestal uit twee stenen muren met een ruimte ertussen: de spouw. De spouw kan lucht bevatten of kan gevuld zijn met een isolatiemateriaal. Lucht is een slechte warmtegeleider. Neem aan dat de lucht in de spouw stilstaat.

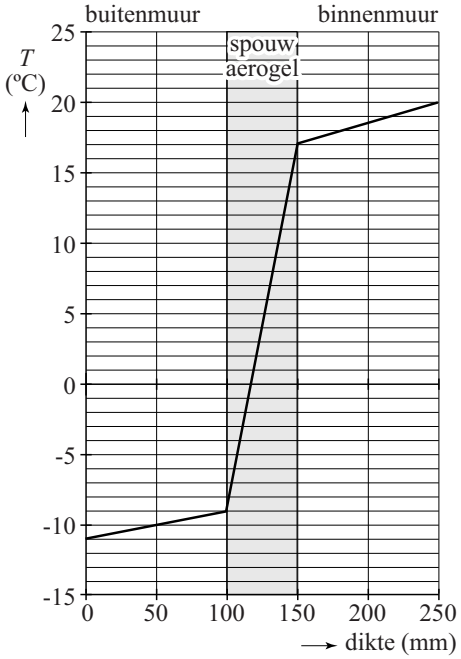
1p **21** Is er warmtetransport in een met lucht gevulde spouw?

A ja, voornamelijk door straling
B ja, voornamelijk door stroming
C ja, voornamelijk door geleiding
D nee

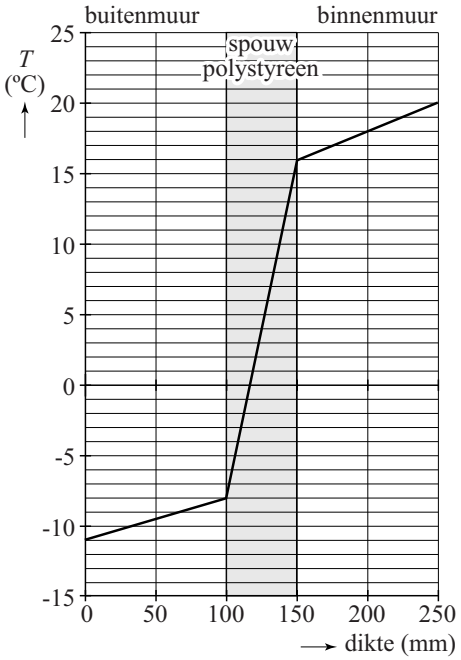
natuurkundeuitgelegd.nl

Een spouwmuur kan geïsoleerd worden door de spouw te vullen met polystyreen of met aerogel.
In figuur 2 is het temperatuurverloop als functie van de dikte van de muren gegeven voor aerogel; in figuur 3 voor polystyreen.
De buitenmuren en binnenmuren zijn in beide situaties identiek.

figuur 2



figuur 3



Op de uitwerkbijlage staan vier uitspraken over het isoleren van deze muur met polystyreen vergeleken met het isoleren van deze muur met aerogel.

3p **22** Geef op de uitwerkbijlage met een kruisje aan of deze uitspraken waar of niet waar zijn.

Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

natuurkundeuitgelegd.nl

Airbus E-fan

De Airbus E-fan is een klein, tweepersoons elektrisch vliegtuig.
Het vliegtuig heeft twee motoren met een vermogen van $4{,}0\ \mathrm{kW}$ per motor.
Elke motor heeft een eigen accu, met een spanning van $250\ \mathrm{V}$.
De E-fan maakte zijn eerste vlucht op 11 maart 2014 op een luchtshow in Engeland.
Het vliegtuig kwam los van de grond bij een snelheid van 32 knopen.

2p **23** Reken deze snelheid om naar $\mathrm{km\,h^{-1}}$.

2p **24** Bereken de stroomsterkte die elke accu aan zijn motor levert.

Bij een maximaal vermogen van $4{,}0\ \mathrm{kW}$ kan een motor maximaal 1 uur en 10 minuten werken. De massa van een accu is $40\ \mathrm{kg}$.

3p **25** Bereken de energiedichtheid in $\mathrm{J\,kg^{-1}}$ van een accu.

In plaats van elke motor op zijn eigen accu aan te sluiten, worden beide motoren en beide accu's in één schakeling aangesloten.
Als één motor uitvalt, moet de andere wel blijven werken. Op de uitwerkbijlage staan drie schakelingen getekend.

2p **26** Geef bij elke schakeling aan of de motoren juist of onjuist zijn aangesloten.

Omdat het vliegtuig slechts korte vluchten kan maken op de twee volle accu's, wil de fabrikant een hybride model op de markt brengen dat langere vluchten kan maken. In deze variant worden de accu's opgeladen door een verbrandingsmotor op benzine.
Deze variant kan $2{,}5$ uur **langer** in de lucht blijven dan de E-fan.
Het rendement van de verbrandingsmotor is 35%.

4p **27** Bereken hoeveel liter benzine deze variant minimaal verbruikt tijdens zijn vlucht.

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