Examen HAVO

2021

tijdvak 3
woensdag 7 juli
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde

Achter het correctievoorschrift is een aanvulling op het correctievoorschrift opgenomen.

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 29 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 77 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-21-3-o

natuurkundeuitgelegd.nl

Lutetium-177

Lutetium-octreotaat is een radioactief eiwit waarmee patiënten met diepliggende tumoren inwendig en lokaal bestraald kunnen worden.
In dit eiwit wordt de radioactieve isotoop Lu-177 gebruikt. Lu-177 vervalt door het uitzenden van β^- en γ-straling.

3p **1** Geef de vergelijking van de vervalreactie van Lu-177.

De straling die door Lu-177 wordt uitgezonden, wordt gebruikt om de tumoren in het weefsel te vernietigen, maar ook om te kijken of de tumor het lutetium goed heeft opgenomen. Daarvoor is het belangrijk dat de straling die Lu-177 uitzendt buiten het lichaam kan worden opgevangen.

1p **2** Welk soort straling is dit?

A α
B β
C β en γ
D γ

Lu-177 zendt straling uit met een energie van $7{,}05 \cdot 10^{-14}$ J.

3p **3** Bereken de golflengte van deze straling.

Bij een patiënt wordt bij een behandeling een hoeveelheid Lu-177 in de bloedsomloop gebracht.
Als de activiteit van het Lu-177 is afgenomen tot 0,001-ste deel van de oorspronkelijke activiteit, moet de patiënt in het ziekenhuis terugkomen.
De halveringstijd van Lu-177 is 6,7 dagen.

3p **4** Beredeneer na hoeveel dagen de eerstvolgende afspraak dan op zijn vroegst kan plaatsvinden.

natuurkundeuitgelegd.nl

Als de patiënt naar huis gaat krijgt hij leefregels mee: de patiënt is immers radioactief. In de folder van een ziekenhuis staat:

> **Algemene leefregels voor thuis na therapie met radioactief lutetium**
> – U moet afstand bewaren tot uw huisgenoten en bezoekers: minimaal één meter, liefst meer. Het is aan te bevelen dat u en uw partner apart slapen op minstens twee meter afstand van elkaar, indien mogelijk in aparte kamers.

De intensiteit van de straling van de γ-straling is omgekeerd kwadratisch evenredig met de afstand.

2p **5** Beredeneer hoeveel keer zo klein de intensiteit van de straling wordt als de afstand tot de patiënt wordt vergroot van $1\ \mathrm{m}$ naar $2\ \mathrm{m}$.

In de ‘Algemene leefregels’ staat dat het voor de patiënt en zijn partner wordt aangeraden om in een aparte kamer te slapen. Een muur tussen twee slaapkamers is van beton en $10{,}5\ \mathrm{cm}$ dik.

3p **6** Bereken hoeveel procent van de intensiteit van straling met een energie van $0{,}05\ \mathrm{MeV}$ door deze muur komt. Geef je antwoord in één significant cijfer.

natuurkundeuitgelegd.nl

Accuboormachine

Inge gebruikt regelmatig een accuboormachine. Het valt haar op dat deze boormachine niet voor iedere boorklus geschikt is. Zij wil weten hoe dat komt en besluit daarom enkele eigenschappen van de boormachine te onderzoeken.

Op de doos van de boormachine staat een tabel met eigenschappen van de boormachine. Zie figuur 1.

figuur 1

	capaciteit	1,3 Ah
	spanning	10,8 V
	(maximaal) vermogen	180 W
	(maximaal) koppel	16 Nm

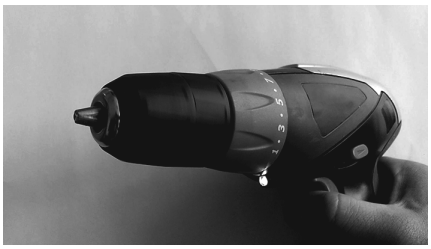
Inge is vergeten wat capaciteit betekent. Ze zoekt op internet en vindt het volgende:

> "Met capaciteit wordt bedoeld hoeveel stroomsterkte de accu gedurende een bepaalde tijd kan leveren. 3,0 Ah betekent dat de accu gedurende één uur 3,0 A kan leveren, of 1,5 A gedurende twee uur."

3p **7** Bereken hoeveel minuten Inge met deze boormachine op maximaal vermogen kan boren met één volle accu.

Sommige accuboormachines zijn voorzien van een lampje dat de plek verlicht waar geboord wordt. Zie figuur 2.
De schakeling hiervoor voldoet aan de volgende eisen:

figuur 2



- Als de motor van de boor met een schakelaar wordt ingeschakeld, gaat het lampje ook branden.
- Door het lampje loopt een kleine stroomsterkte, door de motor loopt een grote stroomsterkte.

Op de uitwerkbijlage zijn vijf verschillende schakelingen getekend.

3p **8** Geef op de uitwerkbijlage per schakeling aan of deze wel of niet aan de gestelde eisen voldoet.

natuurkundeuitgelegd.nl

Inge monteert een boortje met een diameter van $10\ \text{mm}$ in de boormachine. Als de boormachine vrij draait, is het toerental 1500 omwentelingen per minuut.

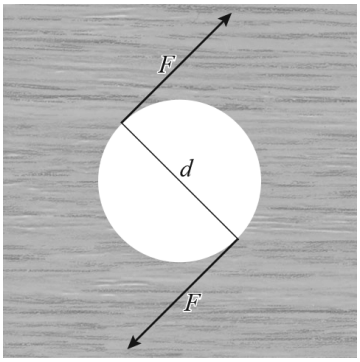
3p **9** Bereken de snelheid van de zijkant van het boortje in m s^{-1}.

Inge boort gaatjes in verschillende houtsoorten. Ze merkt dat de boormachine bij hardere houtsoorten minder toeren maakt. Ze neemt aan dat de boormachine wel steeds hetzelfde maximale vermogen levert.

2p **10** Leg uit waarom het toerental minder wordt bij hardere houtsoorten. Gebruik hierbij $P = Fv$, waarin v de snelheid van de zijkant van het boortje is.

Als Inge gaten boort in verschillende materialen, merkt ze dat de maximale diameter van het gat afhangt van de hardheid van het materiaal. Ze veronderstelt dat dit te maken heeft met het maximale koppel van de boormachine. Zij gaat op zoek naar uitleg over het koppel van een boormachine.
Ze vindt de volgende definitie van het koppel van een boormachine:

> "Het koppel van de boormachine is de kracht F die op het uiteinde van een boorgat wordt uitgeoefend, vermenigvuldigd met de diameter d van het boorgat."



Inge boort een gat met een diameter van $15\ \text{mm}$. Het koppel van haar boor is $16\ \text{Nm}$.

2p **11** Bereken de kracht op het uiteinde van het boorgat.

Op een internetforum ziet zij dat iemand beweert:

> "Als het koppel van een boormachine niet verandert, geldt: hoe groter de diameter van het boorgat, hoe groter de kracht aan de rand van het gat."

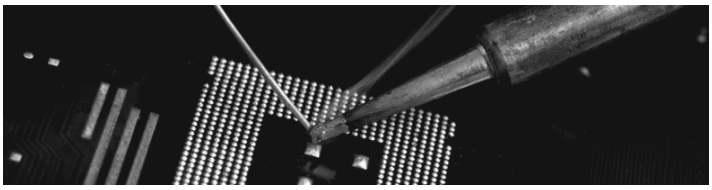
2p **12** Leg met behulp van de definitie van koppel uit of deze bewering klopt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Solderen

Solderen is een techniek om twee metalen onderdelen met elkaar te verbinden. In figuur 1 zie je hoe een onderdeel wordt gesoldeerd.

figuur 1



Voor het solderen wordt de alliage (mengsel van metalen) ‘zacht soldeer’ gebruikt. Deze alliage heeft een lager smeltpunt dan de metalen onderdelen die met elkaar verbonden moeten worden.

Er wordt een messingdraad met zacht soldeer aan een messingstrip gesoldeerd. Het solderen gebeurt met (de punt van) een soldeerbout. Zie figuur 2.

figuur 2

2p **13** Leg met behulp van het tabellenboek uit tussen welke waarden de temperatuur van de punt van de soldeerbout moet liggen.

In de soldeerbout loopt een elektrische stroomsterkte van 15 A.
Het elektrische vermogen is 90 W.
Het soldeerapparaat is aangesloten op een stopcontact met een spanning van 230 V.

3p **14** Laat aan de hand van een berekening zien dat er een transformator in het soldeerapparaat zit.

Via de transformator wordt de energie die uit het stopcontact komt getransporteerd naar de punt. Tijdens het gebruik wordt ook de transformator een beetje warm.

1p **15** Beredeneer of het vermogen dat het stopcontact levert kleiner of groter is dan 90 W.

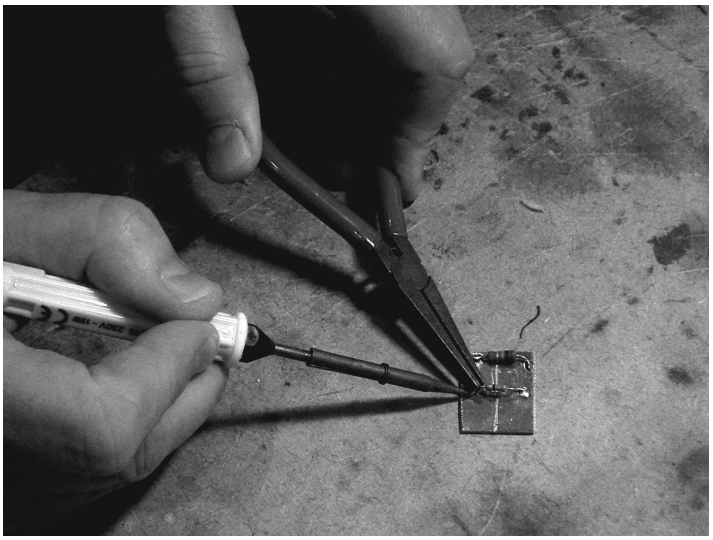
natuurkundeuitgelegd.nl

De soldeerbout is te gebruiken als de temperatuur van de punt $400\ °C$ is. De begintemperatuur is $20\ °C$. De punt is gemaakt van koper en heeft een massa van 50 gram.

4p **16** Bereken hoe lang het minstens duurt voordat de punt deze temperatuur bereikt heeft. Veronderstel dat geen warmte weglekt naar de omgeving.

Bij het solderen van een klein onderdeel wordt vaak een metalen tang gebruikt, om dit onderdeel te beschermen tegen oververhitting.
Zie figuur 3. Het materiaal van de punt van de tang is hierbij van belang.
Op de uitwerkbijlage staan hierover twee zinnen.

figuur 3



2p **17** Omcirkel in de zinnen op de uitwerkbijlage het juiste alternatief.

natuurkundeuitgelegd.nl

Mondharp

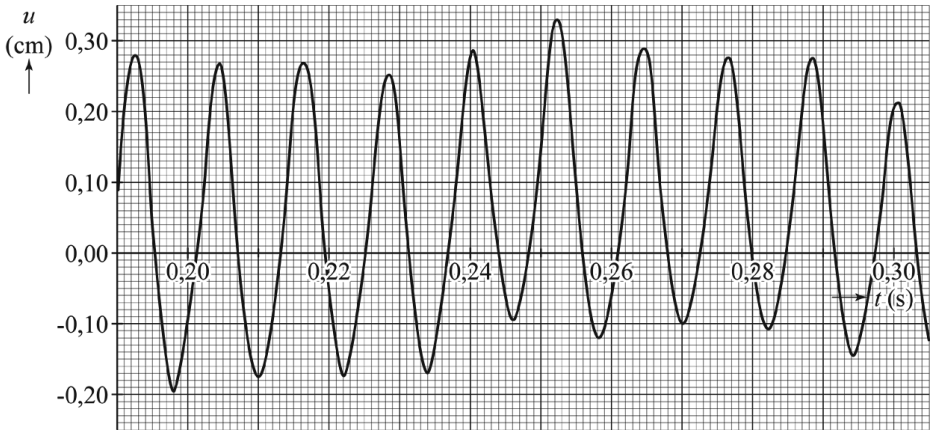
Een mondharp is een muziekinstrumentje met een metaalplaatje dat maar aan één kant vast zit. Dit metaalplaatje kan als 'trilplaatje' gebruikt worden, zie figuur 1. Het instrumentje wordt met de pootjes tegen de voortanden gezet. Zie figuur 2. Door het metaalplaatje aan te slaan, gaat het plaatje trillen en produceert een grondtoon.

figuur 1

figuur 2

Met behulp van een computermeting kan een (u,t)-diagram van de trilling van het metaalplaatje worden gemaakt. Het diagram hiervan is weergegeven in figuur 3. Hierin is de uitwijking uitgezet tegen de tijd. Op de uitwerkbijlage is figuur 3 nogmaals gegeven.

figuur 3



3p **18** Bepaal, met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de frequentie van de grondtoon van deze mondharp.

natuurkundeuitgelegd.nl

Een andere mondharp heeft een metaalplaatje van $8{,}5\ \text{cm}$ lang, $3{,}5\ \text{mm}$ breed en $0{,}50\ \text{mm}$ dik. Het metaalplaatje is gemaakt van staal.

3p **19** Bereken de massa van het metaalplaatje.

De frequentie van de grondtoon van het metaalplaatje wordt gegeven door: $f_g = c\dfrac{vd}{\ell^2}$.

Hierin is:
- f_g de frequentie in Hz;
- v de geluidssnelheid in het materiaal van het metaalplaatje in m s^{-1};
- d de dikte van het metaalplaatje in m;
- ℓ de lengte van het metaalplaatje in m;
- c een constante, met een waarde van $0{,}162$.

3p **20** Toon aan dat de constante c geen eenheid heeft.

3p **21** Bereken de frequentie van de grondtoon van deze mondharp.

Naast de grondtoon produceert een mondharp ook boventonen.

2p **22** Geef in de figuur op de uitwerkbijlage de plaats van de knopen K en buiken B aan op het metaalplaatje als dit plaatje trilt met de eerste boventoon.

Een mondharp gebruikt de mondholte en keelholte als klankkast. Deze holtes vormen samen een luchtkolom met een open en een gesloten uiteinde. Door de lengte van deze luchtkolom te veranderen, verandert de klank van de toon, omdat verschillende tonen versterkt worden. Zie figuur 4A en 4B.
In figuur 4A is de keelholte open. In figuur 4B staat de mondholte niet meer in verbinding met de keelholte.

figuur 4A

figuur 4B

2p **23** Leg uit welke situatie (figuur 4A of 4B) geschikt is voor het versterken van een zo laag mogelijke toon.

De lengte van de mond- en keelholte tot aan de stembanden is $17\ \text{cm}$. Deze lengte is gelijk aan een kwart van de golflengte. De temperatuur van de lucht in de mond en de keel is $313\ \text{K}$.

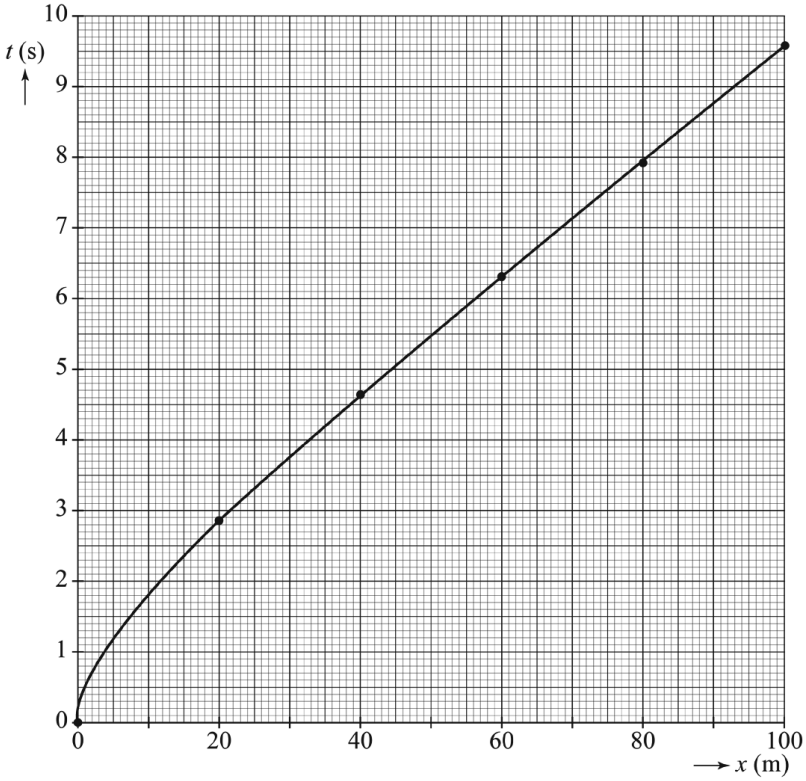
3p **24** Bereken de frequentie van de laagste toon die dan versterkt wordt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Wereldrecord Usain Bolt

Tijdens de wereldkampioenschappen van 2009 in Berlijn liep Usain Bolt een nieuw wereldrecord op de $100\ \text{m}$ sprint. Medewerkers van de Internationale Atletiek Federatie (IAF) hebben bij deze race niet alleen de eindtijd gemeten, maar ook de tijd na $20\ \text{m}$, $40\ \text{m}$, $60\ \text{m}$, en $80\ \text{m}$.
De metingen zijn uitgezet in een (t,x)-diagram), zie figuur 1.

figuur 1



3p **25** Bepaal met behulp van figuur 1 de gemiddelde snelheid van Usain Bolt over deze race.

Het team van de IAF beweerde dat Usain Bolt tijdens zijn race een snelheid haalde van bijna $45\ \text{km h}^{-1}$.

4p **26** Leg met behulp van figuur 1 uit of deze bewering klopt.

Usain Bolt legde de eerste $20\ \text{m}$ af in $2{,}86\ \text{s}$. Hij had na dit interval een snelheid van $10\ \text{m s}^{-1}$. De metingen toonden aan dat Bolt in dit interval niet eenparig versnelde vanaf stilstand.
Usain Bolt heeft een massa van $93\ \text{kg}$.

3p **27** Bereken het (gemiddelde) vermogen dat Usain Bolt minstens moest leveren om een snelheid van $10\ \text{m s}^{-1}$ te halen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Tijdens de start zetten sprinters zich schuin naar voren af. Alleen de horizontale component van de afzetkracht wordt gebruikt om de atleet te versnellen over de baan. In de biomechanica wordt de verhouding van de horizontale component ten opzichte van de totale afzetkracht de efficiëntie genoemd.

figuur 2

In figuur 2 is de totale afzetkracht met een vectorpijl weergegeven. Deze figuur staat vergroot op de uitwerkbijlage.

4p **28** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de efficiëntie van Bolt.

Usain Bolt deed ook mee in de estafetteploeg. Hierbij moet alleen de eerste sprinter vanuit stilstand vertrekken. De overige sprinters mogen al snelheid maken voor ze aan hun $100\ \mathrm{m}$ beginnen. Bij de estafette vertrok Usain Bolt niet als eerste.

Op de uitwerkbijlage is figuur 1 nogmaals weergegeven.

2p **29** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage hoeveel tijdswinst Usain Bolt maximaal kan behalen door niet vanuit stilstand te vertrekken. Licht je antwoord toe.

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