

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

Vooropleiding
Hoger
Beroeps
Onderwijs

19 | 90

HAVO Tijdvak 1
VHBO Tijdvak 2
Maandag 21 mei
10.00–13.00 uur

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

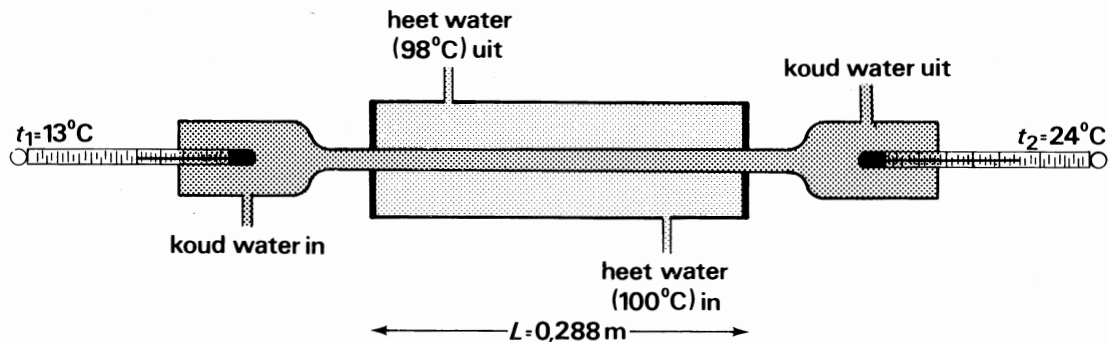
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

Dit examen bestaat uit 27 vragen.

Opgave 1 Warmteoverdracht

Door een dunne buis stroomt koud water met een constante snelheid. Rondom deze buis zit een dikkere buis, waar heet water door stroomt. De warmteoverdracht van het hete water naar het koude water vindt plaats via de glazen wand van de dunne buis. Zie figuur 1.

figuur 1



Bij een bepaald experiment bedraagt de begintemperatuur t_1 van het koude water 13°C en de eindtemperatuur t_2 van het koude water is 24°C .

Het hete water komt met een temperatuur van 100°C de meetopstelling in en gaat met een temperatuur van 98°C de meetopstelling weer uit.

De gehele opstelling is zo goed geïsoleerd, dat geen warmteoverdracht plaats vindt aan de omgeving.

Gedurende 30 s vangen we het koude water (24°C) op in een bekeerglas.

Er blijkt 0,26 liter water in het bekeerglas te zijn gestroomd.

- 1 Toon aan dat het hete water in deze periode van 30 s een hoeveelheid warmte van 12 kJ aan het koude water heeft afgestaan.

De hoeveelheid warmte die per seconde door de glazen wand gaat, hangt onder meer af van de warmtegeleidingscoëfficiënt λ .

Met onderstaande formule kan λ voor glas berekend worden:

$$\lambda = 5,18 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{P}{L \cdot (t_h - t_k)}$$

Hierin is:

λ de warmtegeleidingscoëfficiënt in $\text{W}/\text{m} \cdot ^\circ\text{C}$

P de hoeveelheid warmte die per seconde door de glazen wand gaat in W

t_h de gemiddelde temperatuur van het hete water in $^\circ\text{C}$

t_k de gemiddelde temperatuur van het koude water in $^\circ\text{C}$

L de lengte van de glazen buis in m.

De lengte van de buis is 0,288 m.

- 2 Bereken de waarde van λ die uit deze proef volgt.

Opgave 2 Orgelpijp

Een orgelpijp met een lengte van 0,193 m wordt vanaf plaats A aangeblazen. Bij B bevindt zich een wigvormige lip waar de lucht in trilling wordt gebracht.

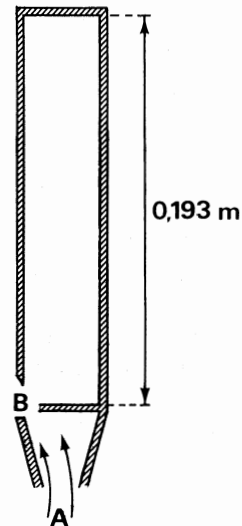
Zie figuur 2. In de orgelpijp ontstaat een staande longitudinale golfbeweging. Staande longitudinale golven hebben in dit vraagstuk dezelfde eigenschappen als staande transversale golven.

De lucht in de orgelpijp trilt zodanig, dat er slechts één knoop en één buik ontstaat. De buik bevindt zich onder in de orgelpijp (bij B); de knoop bevindt zich boven in de orgelpijp.

De temperatuur van de lucht is 20°C.

- 3 Bereken de frequentie van de door de orgelpijp voortgebrachte toon.

figuur 2



Het kwadraat van de geluidssnelheid v in lucht is recht evenredig met de absolute temperatuur T volgens de formule:

$$v^2 = C \cdot T.$$

- 4 Bereken de constante C .

De frequentie van de toon die een orgelpijp voortbrengt, wordt dus beïnvloed door de temperatuur. Als de temperatuur van de lucht (in de ruimte waar de orgelpijp staat) stijgt, zal de toonhoogte dus veranderen.

- 5 Leg uit of de toon hoger dan wel lager wordt.

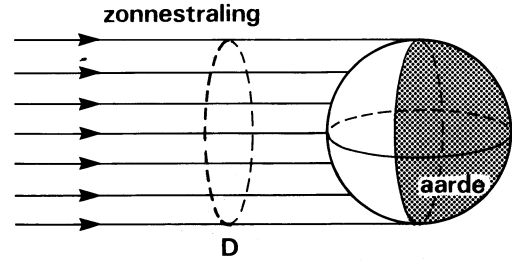
Opgave 3 Windenergie

Zonlicht dat op aarde invalt, bestaat uit een bundel evenwijdige lichtstralen. Zie figuur 3.

Door de dwarsdoorsnede D van deze bundel gaat per m² een vermogen van $1,4 \cdot 10^3$ W. De straal van de aarde is $6,4 \cdot 10^6$ m.

- 6 Bereken de energie die de zon in een jaar op de aarde straalt.

figuur 3



Door opname van een gedeelte van deze energie ontstaan in de atmosfeer luchtdrukverschillen, die wind veroorzaken. Met behulp van windmolens kan men windenergie omzetten in elektrische energie. In Petten doet men onderzoek aan windmolens. Het elektrisch vermogen dat één van deze windmolens kan leveren, bedraagt:

$$P = 0,23 \cdot \rho \cdot v_w^3 \cdot \pi \cdot R^2$$

Hierin is:

ρ de dichtheid van de lucht in kg/m³

v_w de windsnelheid in m/s

R de straal van de cirkel die de molenwieken beschrijven in m.

Op zeker moment heeft de wind een constante snelheid van 7,0 m/s. De cirkel die de wieken beschrijven heeft een straal van 12,5 m. Deze molen levert elektrische energie aan woningen. Het geleverde elektrisch vermogen op dat moment bedraagt gemiddeld 350 W per woning.

- 7 Bereken hoeveel woningen door deze windmolen van elektrische energie voorzien kunnen worden.

De gezamenlijke Nederlandse elektrische centrales moeten een vermogen van $9,3 \cdot 10^9$ W kunnen leveren om aan de vraag naar elektrische energie te kunnen voldoen.

Veronderstel dat deze energie zoveel mogelijk door windmolens opgewekt moet worden. Een bepaald type windmolen levert een gemiddeld vermogen van $1,0 \cdot 10^5$ W. Deze molens worden, met een onderlinge afstand van 100 m, langs de kustlijn geplaatst. De beschikbare kustlijn is 450 km lang.

- 8 Bereken hoeveel procent de bijdrage van de windmolens aan het Nederlandse elektrisch vermogen kan zijn.

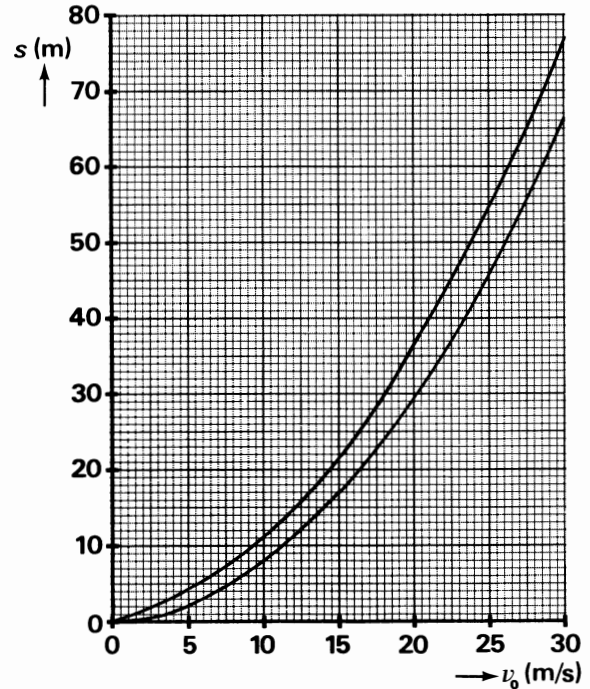
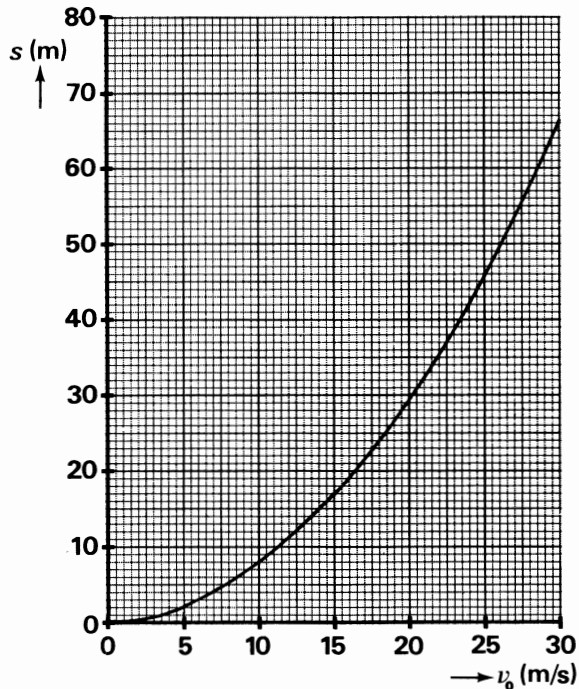
Opgave 4 Remweg

Een personenauto heeft op een autosnelweg een snelheid van 108 km/uur. De auto wordt tot stilstand gebracht door te remmen met een constante remvertraging van $7,5 \text{ m/s}^2$.

- 9 Bereken de remweg van de auto.

Een andere personenauto remt met een andere constante remvertraging. De remweg van deze auto is gemeten bij verschillende beginsnelheden. De resultaten van deze metingen zijn grafisch weergegeven in figuur 4. In deze figuur is horizontaal de beginsnelheid v_0 uitgezet; verticaal de gemeten remweg s .

figuren 4 en 5



- 10 Bepaal de remvertraging van de auto.

De bestuurder van deze auto zal bij het zien van gevaar pas na een bepaalde reactieperiode Δt beginnen te remmen. Hierdoor is de 'werkelijke remweg' langer dan de remweg zoals die in figuur 4 is weergegeven.

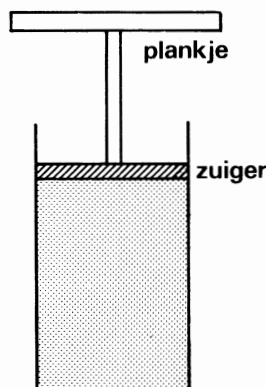
In figuur 5 is, behalve de kromme van figuur 4, ook de kromme getekend die hoort bij deze 'werkelijke remweg'.

- 11 Bepaal met behulp van de figuur 5 de reactieperiode Δt .

Opgave 5 Toestandsveranderingen

De cilinder in figuur 6 bevat stikstofgas met een temperatuur van $9,0^\circ\text{C}$, een volume van 400 cm^3 en een druk van $1,00 \cdot 10^5\text{ Pa}$. Dit noemen we toestand A van het gas. Het gas is door een zuiger afgesloten. De zuiger kan zonder wrijving bewegen. De cilinder is verticaal opgesteld. Op de stang van de zuiger is een plankje bevestigd.

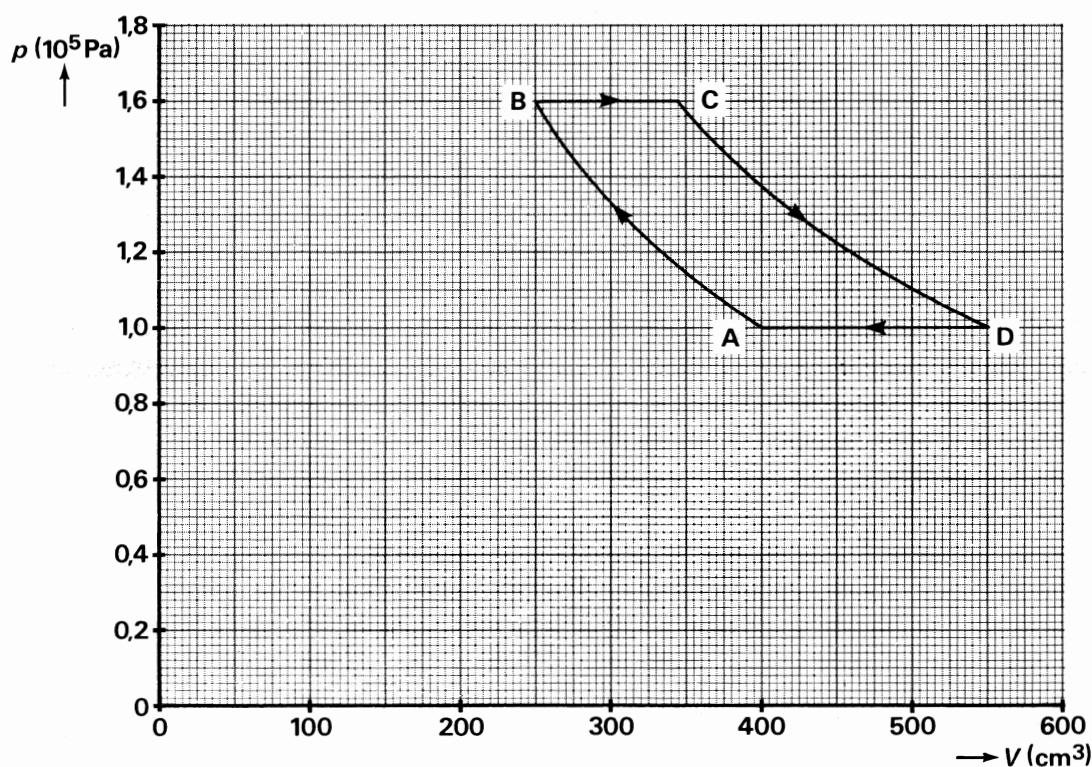
figuur 6



Op het plankje wordt een voorwerp geplaatst. De zuiger beweegt hierdoor omlaag. Hierbij blijft de temperatuur gelijk. Het gas in de cilinder komt daardoor in de nieuwe toestand B.

Deze overgang van A naar B, een isotherm, is in het p,V -diagram van figuur 7 weergegeven.

figuur 7



Het oppervlak van de zuiger is 25 cm^2 . De massa van plankje, zuiger en stang wordt verwaarloosd.

- 12 Bereken de massa van het voorwerp op het plankje.

Door temperatuurverhoging wordt het gas in toestand C gebracht. Zie figuur 7.

- 13 Bereken de temperatuur van het gas in toestand C.

Het voorwerp wordt nu van het plankje gehaald. De zuiger beweegt hierdoor omhoog. Het gas gaat dan via de getekende isotherm naar toestand D.

Tenslotte wordt het gas bij gelijkblijvende druk van toestand D teruggebracht naar toestand A.

- 14 Toon aan dat bij de toestandsverandering DA de zuiger $6,0\text{ cm}$ verplaatst wordt.
 15 Bereken de arbeid die de kracht, uitgeoefend door het gas op de zuiger, verricht als het van toestand D naar toestand A gaat.

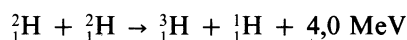
Opgave 6 Kernfusie

Van het element H komen drie isotopen voor. In onderstaande tabel staan enkele gegevens van deze isotopen.

tabel

naam	isotoop	massa (10^{-27} kg)
waterstof	${}^1_1\text{H}$	1,67
deuterium	${}^2_1\text{H}$	3,34
tritium	${}^3_1\text{H}$	5,01

Kernfusie is het samensmelten van atoomkernen. Met behulp van kernfusie is het mogelijk om energie vrij te maken. Bij een bepaalde kernfusiereactie reageren twee deuteriumkernen volgens onderstaande reactie:



- 16 Bereken hoeveel massa er per fusiereactie wordt omgezet in energie ten einde de 4,0 MeV te verkrijgen.

De snelheden van de twee kernen ná de fusiereactie zijn erg groot ten opzichte van de snelheden van de deuterium-kernen vóór de reactie.

Voor de berekening kunnen we daarom stellen, dat de snelheden, en dus de impulsen, van de deuterium-kernen, nul zijn.

De tritium-kern heeft na bovenstaande kernfusiereactie een snelheid van $8,0 \cdot 10^6$ m/s.

- 17 Bereken de snelheid van de waterstofkern die bij de fusiereactie ontstaat.

Deuterium kan uit water worden gewonnen. Water bevat $9,9 \cdot 10^{24}$ deuterium-kernen per m^3 . Het IJsselmeer bevat $1,8 \cdot 10^9$ m^3 water.

De wereld-energiebehoefte is $2,6 \cdot 10^{20}$ J per jaar.

Veronderstel dat alle deuterium uit het IJsselmeerwater gehaald wordt en in de loop der jaren gebruikt wordt om in de wereld-energiebehoefte te voorzien. Neem aan dat de energiebehoefte per jaar niet verandert.

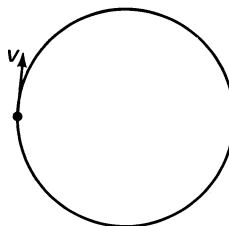
- 18 Bereken voor hoeveel jaar het water van het IJsselmeer in de wereldenergiebehoefte kan voorzien.

Fusie van kernen lukt alleen bij een temperatuur in de orde van 10^8 K. Bij deze temperatuur zijn alle aanwezige atomen volledig geïoniseerd.

De verzameling kernen en vrije elektronen noemt men een plasma. Dit plasma kan vanwege zijn hoge temperatuur niet in een gewoon stalen vat worden opgesloten.

Doordat alle deeltjes een lading hebben, kan het plasma worden opgesloten met behulp van een magnetisch veld. In dit magnetische veld gaan de deeltjes cirkelbanen beschrijven, waardoor het contact met de stalen wand van het reactorvat vermeden wordt. Als deuteriumkernen in dat magnetische veld een cirkelbaan doorlopen met een snelheid van $2,0 \cdot 10^5$ m/s dan is de straal van de baan 0,010 m. Zie figuur 8.

figuur 8



- 19 Beredeneer welke richting het magnetische veld heeft.

- 20 Bereken de sterkte van het magnetische veld.

Eén van de fusieproducten, het tritium, is radioactief. Deze kern vervalt, waarbij een β -deeltje vrijkomt.

- 21 Schrijf de vervalreactie op van het tritium.

Opgave 7 Foto-elektrisch effect

In een bepaald type fotocel is de kathode bedekt met kalium.

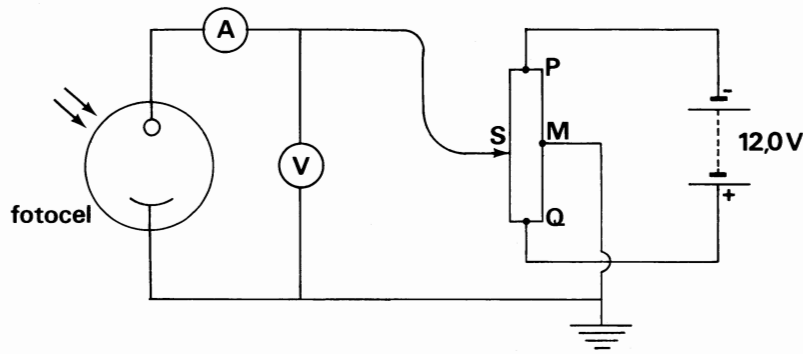
In de schakeling van figuur 9 is zo'n cel opgenomen.

Het metaal kalium heeft een uittree-energie $W_u = 2,25 \text{ eV}$.

Als op dat metaal fotonen vallen met een energie van $3,00 \text{ eV}$, worden er zogenoemde foto-elektronen vrijgemaakt.

- 22 □ Bereken de maximale kinetische energie van deze foto-elektronen.

figuur 9



De schuifweerstand in deze schakeling heeft als aansluiting aan de uiteinden de punten P en Q; punt M is een vaste aansluiting die geaard is.

Omdat M halverwege P en Q ligt, geldt dat de weerstand $R_{PM} = R_{MQ}$.

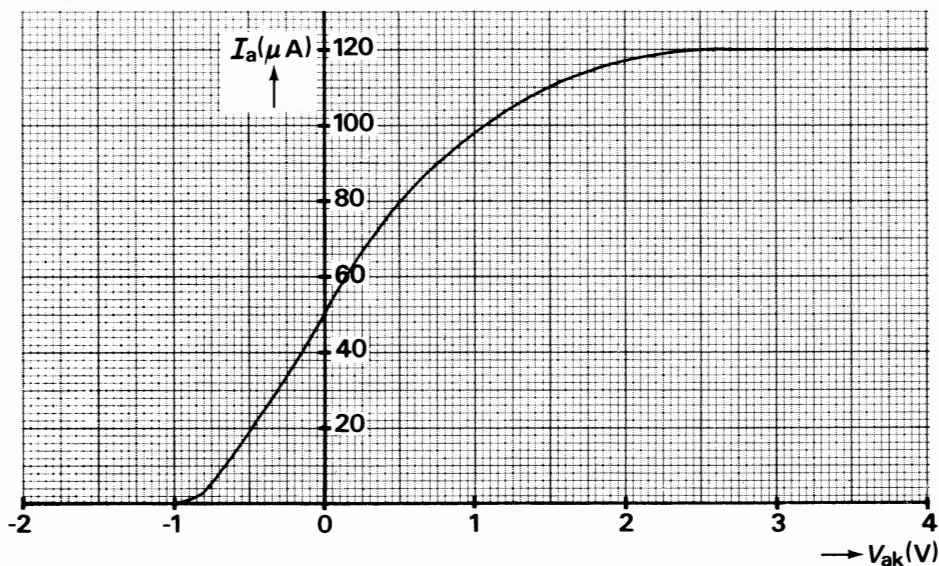
S is het schuifcontact.

- 23 □ Leg uit tussen welke waarden van de potentiaal het schuifcontact S kan worden ingesteld.

We laten nu fotonen van monochromatisch licht met een andere energie op de kathode van de cel vallen. We zorgen ervoor dat het aantal fotonen per seconde constant is. Door het schuifcontact S te verplaatsen, kan het potentiaalverschil tussen anode en kathode van de cel op verschillende waarden worden ingesteld. Deze waarden zijn af te lezen op de voltmeter in de schakeling; de ampèremeter geeft aan hoe groot de stroomsterkte in de cel is.

De grafiek van figuur 10 geeft het verband van de spanning tussen kathode en anode (V_{ak}) van de cel en de stroomsterkte I_a in de cel.

figuur 10



- 24 Bepaal met behulp van figuur 10 hoeveel foto-elektronen per seconde de kathode verlaten.
- 25 Bepaal met behulp van figuur 10 de energie van de fotonen die op de kathode vallen.
- 26 Bereken of het schuifcontact S in het schakelschema van figuur 9 zich boven dan wel onder M bevindt als $I_a = 0$.

Het monochromatische licht dat op de kathode valt, vervangen we door wit licht (met golflengten tussen 380 nm en 750 nm).

- 27 Bereken bij welke waarde van de spanning V_{ak} de stroomsterkte I_a net nul wordt.

Einde