Natuurkunde 1 (nieuwe stijl)

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20 01

Tijdvak 2
Woensdag 20 juni
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 83 punten te behalen; het examen bestaat uit 27 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van de vragen 2, 6 en 12 is een bijlage toegevoegd.

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.

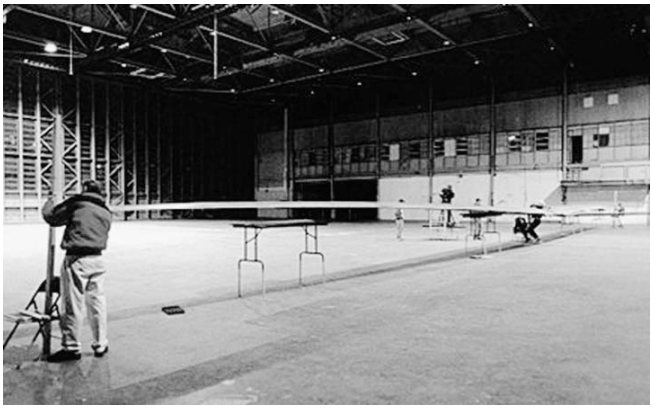
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Vliegen met menskracht

Lees onderstaand artikel.

artikel



160 km vliegen op menskracht

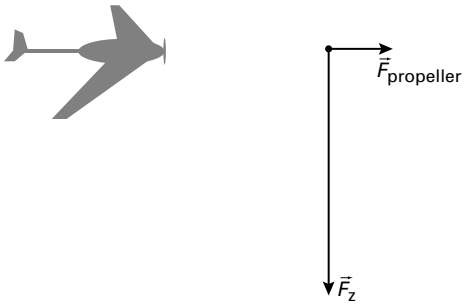
Seattle (USA) – Op eigen kracht vliegen is altijd al een droom van de mensheid geweest. Een groep Amerikanen wil dit jaar proberen om alle records te breken die tot dusver gevestigd zijn. In een ultralicht vliegtuigje, dat de naam Raven draagt, gaat een van hen een afstand van maar liefst 160 km afleggen. De propeller wordt door menskracht in beweging gehouden. Door te trappen moet de piloot een gemiddelde vliegsnelheid van 8,9 m/s halen.

naar: Technisch Weekblad, januari '98

3p **1** □ Bereken hoeveel uur de recordpoging zal duren.

In figuur 1 is het vliegtuig schematisch weergegeven. Naast het vliegtuig zijn de zwaartekracht $\vec{F}_z$ en de voortstuwende kracht $\vec{F}_{\text{propeller}}$ getekend.

figuur 1



Het vliegtuigje vliegt met een constante snelheid op een constante hoogte. Op het vliegtuig werkt nog een kracht: de kracht van de lucht op het vliegtuig $\vec{F}_{\text{lucht}}$.
Neem aan dat alle krachten in hetzelfde punt aangrijpen.
Figuur 1 staat ook op de bijlage.

3p **2** □ Construeer in de figuur op de bijlage de vector $\vec{F}_{\text{lucht}}$.

natuurkundeuitgelegd.nl

Op de website van het Raven-project (www.ihpva.org/raven) staat meer informatie:
– de spanwijdte van de vleugels bedraagt 35 m;
– de totale massa van het vliegtuigje inclusief piloot is 104 kg;
– de piloot moet gedurende de vlucht een gemiddeld vermogen van 184 watt leveren;
– de gemiddelde snelheid is dan 8,9 m/s.

Neem aan dat het totale door de piloot geleverde vermogen gebruikt wordt voor de voortstuwing van het vliegtuig.

3p **3** □ Bereken met behulp van dit vermogen de grootte van de voortstuwende kracht $F_{\text{propeller}}$.

Om de recordpoging internationaal erkend te krijgen, moet de piloot zelf het vliegtuigje op gang brengen. Bij een snelheid van 6,7 m/s komt de Raven los van de grond, dat is de zogenaamde lift-offsnelheid.
De startbaan is 120 m lang. Neem aan dat de beweging tijdens het starten eenparig versneld is en dat de piloot de hele startbaan nodig heeft om de lift-offsnelheid te bereiken.

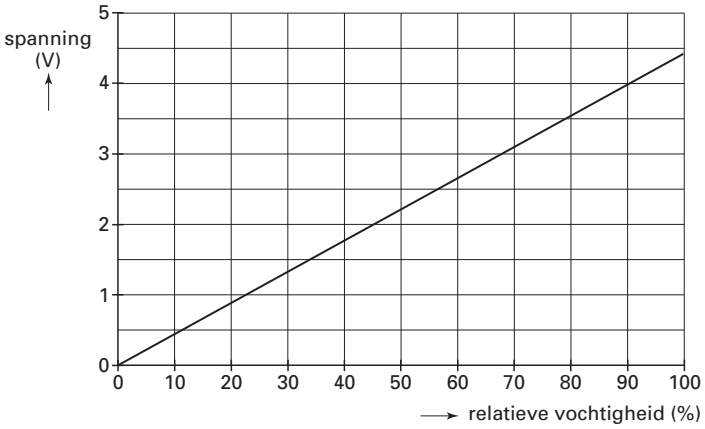
4p **4** □ Bereken de versnelling tijdens het starten.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Badkamerventilator

In een badkamer met toilet is een ventilator ingebouwd. De ventilator voert vochtige lucht naar buiten af als iemand een douche neemt en werkt bovendien hinderlijke luchtjes weg als iemand het toilet gebruikt.
De vochtigheid van de lucht wordt gemeten met een vochtigheidssensor. In figuur 2 is de uitgangsspanning van deze sensor weergegeven als functie van de relatieve vochtigheid.

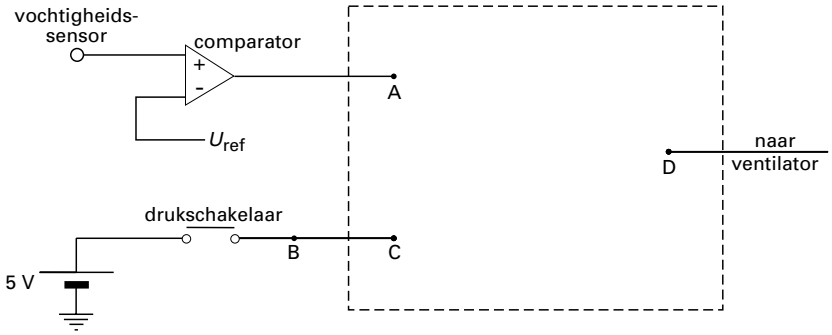
figuur 2



3p **5** □ Bepaal de gevoeligheid van de sensor. Geef de uitkomst in twee significante cijfers.

Men ontwerpt een automatisch systeem waarbij naast de vochtigheidssensor ook gebruik gemaakt wordt van een drukschakelaar onder de wc-bril. Alleen als iemand op de bril zit, is de schakelaar ingedrukt en geeft dan een hoog signaal door.
Het doel van het systeem is dat de ventilator in werking komt als de relatieve vochtigheid in de badkamer boven de 70% komt of als iemand op de bril gaat zitten.
In figuur 3 is de schakeling van het systeem nog onvolledig weergegeven.

figuur 3



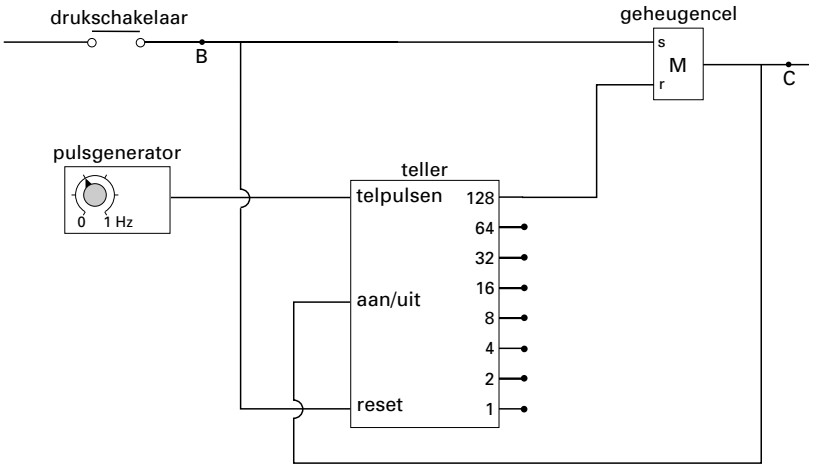
De ventilator gaat aan als het signaal bij D hoog is.
Figuur 3 staat ook op de bijlage.

3p **6** □ Teken in de figuur op de bijlage in de met een streeplijn aangegeven rechthoek de benodigde verwerker(s) met de bijbehorende aansluitingen. Geef op de bijlage ook aan op welke waarde de referentiespanning van de comparator moet worden ingesteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

Om te bereiken dat de ventilator nog even door blijft draaien als iemand op het toilet heeft gezeten, wordt de schakeling van figuur 3 tussen B en C uitgebreid. Die uitbreiding is in figuur 4 weergegeven.

figuur 4



Als een persoon op het toilet zit, telt de teller niet.

3p **7** ☐ Leg met behulp van figuur 4 uit dat de teller begint te tellen als de persoon opstaat van het toilet.

De pulsgenerator die op de ingang telpulsen is aangesloten, wordt ingesteld op 0,40 Hz. De relatieve vochtigheid is lager dan 70%.

4p **8** ☐ Bepaal hoe lang de ventilator blijft draaien nadat de persoon is opgestaan.

De ventilator heeft een vermogen van 45 watt en staat gemiddeld 12 uur per week aan. De prijs van één kWh is 0,16 euro.

3p **9** ☐ Bereken de energiekosten in een jaar ten gevolge van het gebruik van de ventilator.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Vuurtoren

Het licht van een vuurtoren moet op grote afstand gezien kunnen worden. De lichtbundel moet dus een grote intensiteit hebben. De lamp van de Brandaris (figuur 5) op Terschelling, met daaromheen de optische stelsels die voor de lichtbundels zorgen, is in figuur 6 afgebeeld.

figuur 5

figuur 6

In figuur 7 zijn de lamp en een deel van één zo'n optisch stelsel schematisch weergegeven. Een lens zorgt ervoor dat alle lichtstralen die een hoek kleiner dan 45° met de hoofdas maken, evenwijdig met de hoofdas uit de lens komen.
Figuur 7 is op een schaal van 1:20 getekend.

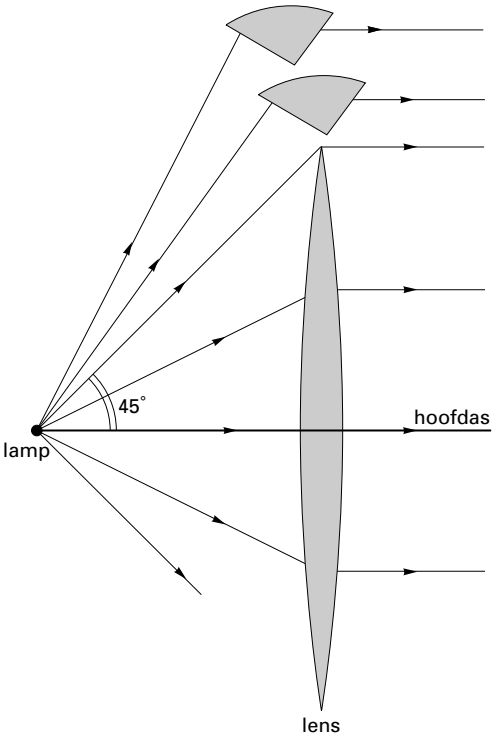
3p **10** □ Bepaal de brandpuntsafstand van de lens.

De lamp is in 1920 speciaal voor vuurtorens ontworpen. De gloeidraad van de lamp is van wolfraam, heeft een diameter van 0,35 mm en een weerstand van 1,6 Ω.

4p **11** □ Bereken de lengte van de gloeidraad.

Om ervoor te zorgen dat zo weinig mogelijk licht verloren gaat, zijn boven (en onder) de lens een soort prisma's geplaatst.
In figuur 7 zijn twee van deze prisma's getekend.

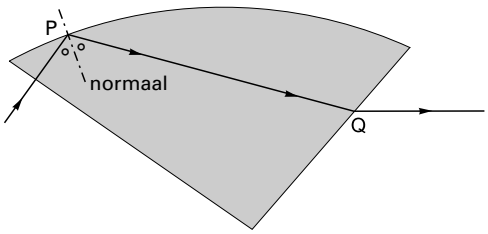
figuur 7



natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 8 is het verloop van een lichtstraal in een van de prisma's getekend.
Figuur 8 is vergroot op de bijlage weergegeven.

figuur 8



4p **12** □ Bepaal met behulp van de figuur op de bijlage de brekingsindex van het materiaal waarvan het prisma gemaakt is.

Het is van belang dat uit de optische stelsels rondom een vuurtorenlamp een zo sterk mogelijke lichtbundel komt.

2p **13** □ Leg uit of de invalshoek van de lichtstraal bij punt P groter is dan de grenshoek van het gebruikte materiaal, kleiner is dan die grenshoek of gelijk is aan die grenshoek.

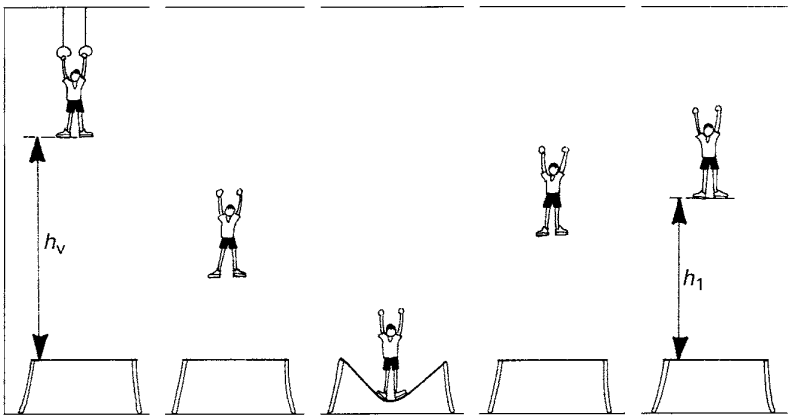
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Trampolinespringen

Roy, Sander en Elvira doen onderzoek aan trampolinespringen. Ze bekijken twee technieken: één waarbij de proefpersoon zich niet afzet tijdens het contact met de trampoline en één waarbij hij zich juist zoveel mogelijk afzet.

Onderzoek 1, zonder afzet
Roy hangt in de gymzaal op een bepaalde hoogte aan de ringen, recht boven de trampoline, en laat zich vallen. Zie figuur 9. De valhoogte h_v en de hoogte h_1 tot waar hij terugveert zonder zich af te zetten tegen de trampoline, worden gemeten. Voor beide hoogtes wordt de afstand van de trampoline tot de onderkant van zijn voeten gemeten.

figuur 9

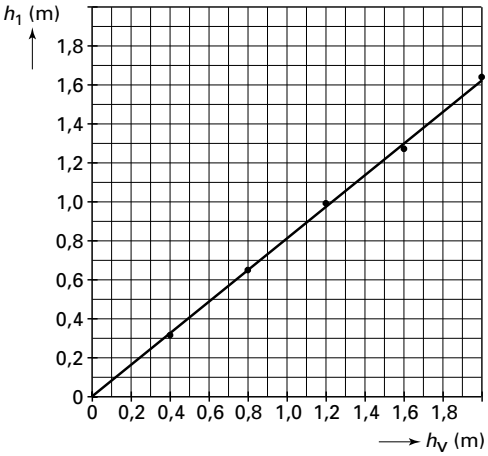


De eerste onderzoeksvraag die ze zich stellen is:
Wat is het verband tussen h_1 en h_v?

Ze hebben dit onderzocht door metingen te doen bij verschillende valhoogtes.
Van de metingen hebben ze een grafiek gemaakt. Zie figuur 10. Van deze grafiek willen ze het functievoorschrift opstellen.

3p **14** □ Bepaal het functievoorschrift dat bij de grafiek van figuur 10 hoort.

figuur 10



Bij een van de metingen bereikt Roy de trampoline met een snelheid van 5,6 m/s.

3p **15** □ Bereken van welke hoogte h_v hij zich heeft laten vallen. Verwaarloos daarbij de invloed van de luchtwrijving.

Aan het eind van dit deel van hun onderzoek vragen ze zich af of de massa van een trampolinespringer van invloed is op de hoogte h_1 tot waar hij terugveert.

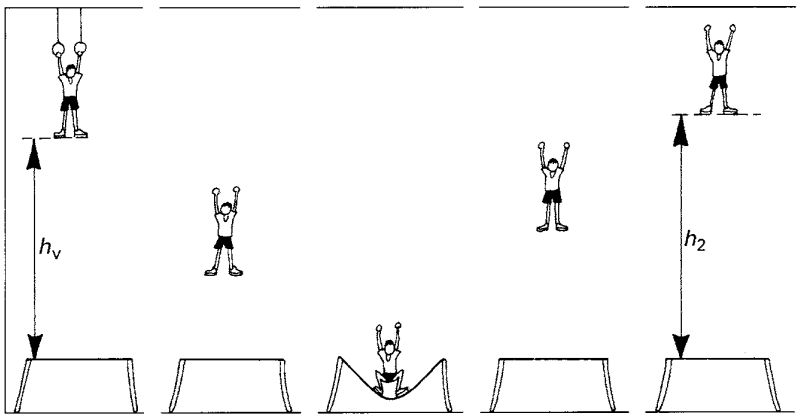
2p **16** □ Geef aan hoe ze dit kunnen onderzoeken.

natuurkundeuitgelegd.nl

Onderzoek 2, met afzet

Het groepje doet vervolgens een serie metingen waarbij Roy zich tijdens het contact met de trampoline zo goed mogelijk afzet. De hoogte tot waar hij dan terugveert, noemen ze h_2.
Zie figuur 11.

figuur 11



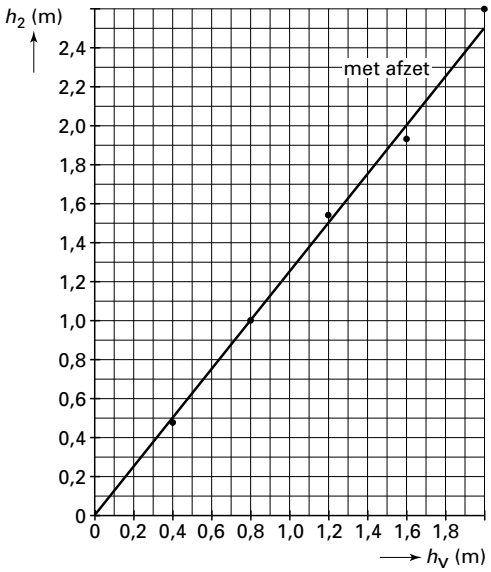
De grafiek van hun metingen is weergegeven in figuur 12.
Bij een van hun metingen veert Roy terug tot een hoogte van 1,00 m.

1p **17** □ Bepaal met behulp van figuur 12 van welke hoogte h_v hij zich in deze situatie heeft laten vallen.

Bij een andere meting laat Roy zich van een beginhoogte van 1,10 m vallen en springt vervolgens driemaal achter elkaar van de trampoline omhoog. Hij zet zich daarbij elke keer zo goed mogelijk af.

3p **18** □ Bepaal met behulp van figuur 12 welke hoogte hij dan bereikt. Licht je antwoord toe.

figuur 12



natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Tritium uit lichtgevend plastic horloge

Lees het onderstaande artikel.

artikel

ROTTERDAM, 24 SEPT. Een plastic horloge met lichtgevende wijzerplaat kan leiden tot een verhoogde concentratie van het radioactieve element tritium in bloed en urine van de drager. Het Oostenrijkse Ministerie van Volksgezondheid heeft dit bekendgemaakt.
Tritium is een zwakke bètastraler die jaren geleden is ingevoerd als veilige vervanger van het gevaarlijke radium in lichtgevende wijzerplaten. Volgens het ministerie is aangetoond dat het tritium zowel de plastic kast van een horloge als de huid van de drager kan passeren. Metalen kasten zijn niet doordringbaar voor tritium.
In de urine van sommige dragers zijn tritiumconcentraties gevonden overeenkomend met 800 becquerel per liter. Dat levert een extra stralingsbelasting op van 0,02 millisievert per jaar. Gevaar voor de gezondheid levert het tritium dus niet op.

naar: NRC Handelsblad, 24 september 1993

Gevaar van radioactieve stoffen kan optreden in de vorm van bestraling en in de vorm van besmetting.

3p **19** □ Wat is het kenmerkende verschil tussen bestraling en besmetting en met welke vorm heeft men te maken in het geval van tritium?

Tritium is een isotoop van waterstof. De kern bestaat uit 1 proton en 2 neutronen.

3p **20** □ Geef de vervalreactie van tritium.

3p **21** □ Bereken hoe lang het duurt totdat de activiteit van tritium is afgenomen tot 12,5% van zijn beginwaarde.

Als de urine van een persoon een activiteit van 800 Bq per liter heeft, is de activiteit in het hele lichaam veel hoger. Het hele lichaam van een persoon met een massa van 70 kg staat een jaar lang bloot aan de straling van tritium met een gemiddelde activiteit van 16 kBq.
Voor het dosisequivalent H geldt:

$$H = Q\frac{E}{m}$$

Hierin is:
- H het dosisequivalent (in Sv);
- Q de zogenoemde weegfactor (kwaliteitsfactor); $Q = 1$ voor β-straling;
- E de energie (in J);
- m de massa (in kg).

Het β-deeltje heeft een energie van $2{,}9 \cdot 10^{-15}$ J.

3p **22** □ Laat door een berekening zien dat de schatting in het artikel van de extra stralingsbelasting als gevolg van het tritium juist is.

3p **23** □ Ben je het met de laatste zin van het artikel eens? Licht je mening toe. Vermeld daarbij een relevante waarde uit tabel 99E van het informatieboek Binas.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Benzinestation met zonnepanelen

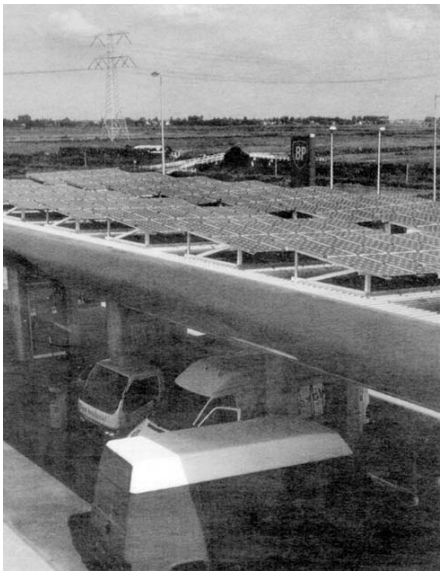
Lees onderstaand artikel.

artikel

BP opent benzinestation met zonnepanelen

Afgelopen dinsdag is in Landsmeer het eerste BP-benzinestation geopend dat is uitgerust met zonnepanelen. De 216 zonnepanelen met een gezamenlijke oppervlakte van 136 m^2 zijn in de luifel boven de pompen geïntegreerd.
De verwachte jaaropbrengst is 17280 kWh. Omdat deze energieproductie schoon is, wordt hierdoor de uitstoot van CO_2 verminderd met zeventien ton (= $17 \cdot 10^3$ kg) per jaar.
In de periode tot eind 2000 worden in Nederland tien tot vijftien BP-stations met zonnepanelen uitgerust.

naar: Technisch Weekblad, september '99



In een folder over zonnepanelen lezen we de volgende informatie:

Hoeveel elektriciteit een zonnestroominstallatie produceert, hangt in belangrijke mate af van het aantal en de plaats van de zonnepanelen en van de intensiteit van het zonlicht. Deze intensiteit verandert met het uur van de dag, de tijd van het jaar en de weersomstandigheden. Om toch gemakkelijk te kunnen rekenen met gegevens over de instraling van de zon, wordt de totale hoeveelheid zonne-energie in een bepaalde periode uitgedrukt in *uren volle zon.* Het vermogen van de zonnestraling in Nederland is bij volle zon 0,95 kW per vierkante meter; het totale jaarlijkse zonaanbod komt overeen met 900 uur volle zon.
Het meest gangbare type zonnepaneel in Nederland heeft een oppervlakte van 1,0 m^2 en een vermogen van 100 watt bij volle zon. In een jaar tijd levert zo'n paneel dus ongeveer 90 kWh aan elektrische energie.

naar: Zelf stroom opwekken, een publicatie van Novem

In de Novempublicatie staan enkele gegevens over het meest gangbare type zonnepaneel in Nederland.

3p **24** □ Laat met behulp van een berekening zien of de energieopbrengst per m^2 van de zonnepanelen in het BP-station overeenkomt met die van het meest gangbare type.

4p **25** □ Bereken het rendement van de BP-zonnepanelen.

De energie die de zonnepanelen produceren, wordt opgeslagen in speciale accu's. Bij deze opslag gaat vrijwel geen energie verloren.
In het BP-benzinestation branden dag en nacht 26 tl-lampen met elk een vermogen van 50 W.

3p **26** □ Laat met een berekening zien of deze lampen een heel jaar kunnen branden op de energie die de zonnepanelen leveren.

Bij de verbranding van 1,0 m^3 aardgas komt een hoeveelheid energie vrij van 8,9 kWh. Deze energie wordt door een elektriciteitscentrale met een rendement van 32% omgezet in elektrische energie. Bij de verbranding van 1,0 m^3 aardgas komt 2,8 kg CO_2 vrij.

4p **27** □ Toon met behulp van een berekening aan dat de vermindering van CO_2-uitstoot die in het artikel genoemd wordt, in overeenstemming is met deze gegevens.

Einde

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