natuurkunde 1

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20**05**

Tijdvak 2
Woensdag 22 juni
13.30 – 16.30 uur

Vragenboekje

Voor dit examen zijn maximaal 82 punten te behalen; het examen bestaat uit 26 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de beantwoording van de vragen 16, 24 en 25 is een uitwerkbijlage bijgevoegd.

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.

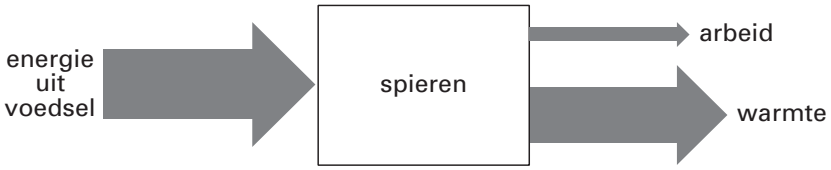
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Marathonloper

Tijdens hardlopen ‘verbranden’ de spieren voedingsstoffen en zetten de energie die daarbij vrijkomt om in arbeid en warmte. Uit onderzoek blijkt dat een goed getrainde marathonloper (zie figuur 1) op deze manier per seconde 1,50 kJ omzet in 0,30 kJ arbeid en 1,20 kJ warmte. Deze energieomzetting is in figuur 2 schematisch getekend.

figuur 1

figuur 2



3p **1** ☐ Bereken het rendement waarmee de spieren van deze marathonloper energie uit voedsel omzetten in arbeid.

Voor de verbranding van voedsel is zuurstof nodig. Om te bepalen dat bij deze atleet tijdens het hardlopen per seconde 1,50 kJ door verbranding vrijkomt, meet men de hoeveelheid zuurstof die zijn lichaam dan opneemt. Bij deze atleet is dat 4,36 liter per minuut.

3p **2** ☐ Bereken de hoeveelheid energie die bij een zuurstofopname van 1,00 liter door verbranding vrijkomt.

De normale lichaamstemperatuur van de atleet is 36,9 °C. Door de warmte die vrijkomt, loopt zijn lichaamstemperatuur op naar 39,5 °C. Het blijkt dat een marathonloper bij deze lichaamstemperatuur optimaal presteert. Door in te lopen (de warming up) zorgt de atleet ervoor dat zijn temperatuur al bij de start 39,5 °C is.
De (gemiddelde) soortelijke warmte van het lichaam is $3{,}47 \cdot 10^3$ J kg^{-1} K^{-1}.
De massa van de atleet is 74,8 kg.

4p **3** ☐ Bereken de tijd, in minuten, die hij minimaal moet inlopen.

Tijdens het lopen blijft zijn lichaamstemperatuur 39,5 °C. De geproduceerde warmte wordt dan (vrijwel) geheel afgevoerd door het verdampen van zweet. Voor het verdampen van 1,0 kg zweet is $2{,}3 \cdot 10^6$ J nodig.
De atleet loopt de marathon in 2 uur en 10 minuten.

3p **4** ☐ Bereken de hoeveelheid vocht die hij tijdens de marathon moet drinken om het vochtverlies door zweten te compenseren.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Dagelijks vers uit het cyclotron

Lees het artikel.

artikel

Dagelijks vers uit het cyclotron

Aan de rand van de universiteit van Eindhoven gaat een nieuwe deeltjesversneller radioactieve stoffen maken voor ziekenhuizen in heel Europa.

Bij de productie van kortlevende radioactieve preparaten geldt: wat vandaag gemaakt wordt, moet vandaag ook de deur uit. Jodium-123 (jood-123), dat gebruikt wordt bij diagnostisch onderzoek, vervalt vrij snel. Om binnen enkele dagen een bruikbaar preparaat in Athene te krijgen, moet in Eindhoven vele malen de benodigde hoeveelheid radioactieve stof worden aangemaakt.

Bij de productie van jodium-123 worden protonen gebruikt. Deze komen met grote snelheid uit een deeltjesversneller, een zogenaamd cyclotron. De versneller staat achter muren van 2,5 meter dik beton. Het stralingsniveau buiten de muren is daardoor nergens hoger dan de natuurlijke achtergrondstraling.

naar de Volkskrant, 10 mei 2003

Men gebruikt radioactief jodium-123 bij onderzoek aan de schildkier. Na toediening van deze stof aan de patiënt verzamelt het zich in de schildklier. Bij het verval van jodium-123 komt γ-straling vrij. Buiten het lichaam van de patiënt wordt met een γ-camera gemeten hoe de radioactieve stof zich in de schildklier heeft verspreid.

2p **5** ☐ Leg uit waarom men dit onderzoek alleen kan doen met een stof die γ-straling uitzendt.

Een andere stof die voor dit type onderzoek in aanmerking komt, is jodium-131 (^{131}I).
Een nadeel van deze stof is dat het naast γ-straling ook β-straling uitzendt.

3p **6** ☐ Geef de vervalvergelijking van jodium-131.

Ook om een andere reden heeft jodium-123 de voorkeur boven jodium-131.
Stel dat aan de ene patiënt een hoeveelheid jodium-123 wordt toegediend en aan een andere een hoeveelheid jodium-131 met dezelfde activiteit.

2p **7** ☐ Leg uit waarom jodium-131 schadelijker is voor de patiënt dan jodium-123. Laat daarbij de β-straling die jodium-131 uitzendt buiten beschouwing.

Tussen de aanmaak van het jodium-123 in Eindhoven en het gebruik ervan in Athene verloopt enige tijd. Omdat de activiteit van het preparaat afneemt, mag die tijd niet te groot zijn.

3p **8** ☐ Bereken de tijd die mag verstrijken zodat de activiteit bij gebruik 8,0 maal zo klein is als bij aanmaak.

De muur van 2,5 m beton die om het cyclotron staat, dient vooral om de neutronen tegen te houden die bij sommige kernreacties vrijkomen. Om de stralingsbelasting van de vrijkomende γ-straling op een aanvaardbaar niveau te krijgen, is een muur met een dikte van 2,5 m namelijk nogal overdreven.
De halveringsdikte van beton voor de γ-straling die bij de aanmaak van jodium-123 vrijkomt, is 2,0 cm.

3p **9** ☐ Bereken hoe dik de muur moet zijn om minder dan 0,10% van deze γ-straling door te laten.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Hybride auto

Vriendelijk zijn voor het milieu kan volgens de auto-industrie nu ook mét een auto. Daarvoor is de zogenaamde hybride auto ontwikkeld. Deze heeft twee motoren: een elektromotor en een benzinemotor. Afhankelijk van de situatie werkt soms één van de twee motoren of werken ze allebei.

Als de hybride auto remt, wordt zijn kinetische energie helemaal omgezet in elektrische energie die aan de accu wordt toegevoerd.
Tijdens een bepaalde rit door de stad moet de auto 15 keer stoppen. Iedere keer neemt de snelheid van de auto af van 50 km/h tot 0 km/h. De massa van de auto is $1{,}3 \cdot 10^3$ kg.

3p **10** ☐ Bereken hoeveel elektrische energie tijdens deze rit aan de accu wordt toegevoerd.

Omdat hij energie terugwint, zet de hybride auto met een hoog rendement chemische energie (uit benzine) om in nuttige arbeid.
Tijdens een testrit van 4,0 uur heeft de auto 20 liter benzine verbruikt met een rendement van 37%. Bij de verbranding van 1,0 liter benzine komt $33 \cdot 10^6$ J vrij.

3p **11** ☐ Bereken de nuttige arbeid die de auto per seconde heeft verricht tijdens deze rit.

Het Europees Parlement heeft voor 2005 als richtlijn bepaald dat de uitstoot van CO_2 bij nieuwe auto's maximaal 120 gram per gereden kilometer mag zijn.
Als de hybride auto in het stadsverkeer een volle tank van 50 liter leeg rijdt, wordt in totaal 93 kg CO_2 uitgestoten. In het stadsverkeer verbruikt de auto 5,5 liter benzine per 100 km.

3p **12** ☐ Ga met een berekening na of de hybride auto aan de Europese richtlijn voldoet.

Bij een constante snelheid van 100 km/h heeft de hybride auto een nuttig vermogen van 20 kW.

3p **13** ☐ Bereken de wrijvingskracht op de auto bij deze snelheid.

De hier beschreven hybride auto had een voorganger die niet erg snel optrok. Bij de nieuwe hybride auto is dat aanzienlijk verbeterd: van 0 tot 100 km/h in 10,4 s.

2p **14** ☐ Bereken de gemiddelde versnelling waarmee de nieuwe auto optrekt.

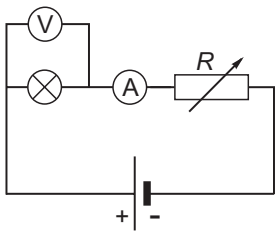
2p **15** ☐ Noem twee maatregelen die de fabrikant kan hebben toegepast om de nieuwe auto sneller te laten optrekken.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Dimmer

Om een lampje te dimmen, maakt Linda de schakeling die in figuur 3 schematisch is afgebeeld. Op de uitwerkbijlage staat een foto van de onderdelen van de schakeling zonder verbindingsdraden. Zie de figuur op de uitwerkbijlage.
Als variabele weerstand gebruikt ze een zogenaamde weerstandsbank. Daarvan kan de waarde R nauwkeurig worden ingesteld.

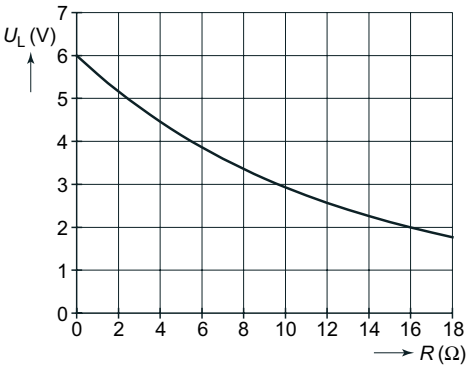
figuur 3



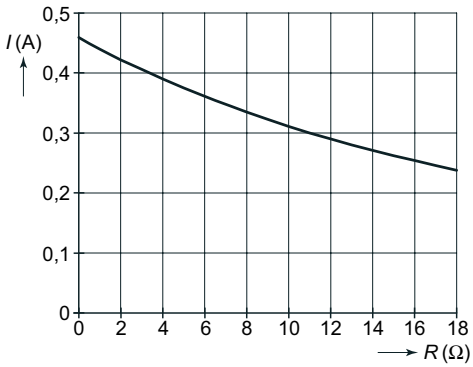
3p **16** ☐ Teken in de foto op de uitwerkbijlage de verbindingsdraden zodat de schakeling van figuur 3 ontstaat. Je hoeft geen rekening te houden met de plus- en minpool van de meters.

Als de waarde R van de weerstandsbank gelijk is aan 0 Ω brandt het lampje normaal.
Als Linda R vergroot, gaat het lampje zwakker branden. Van haar metingen maakt zij twee grafieken. In figuur 4 is de spanning U_L over het lampje als functie van de waarde R van de weerstandsbank getekend. In figuur 5 is de stroomsterkte I door het lampje als functie van R getekend.

figuur 4



figuur 5



De weerstand van het lampje noemen we R_L.

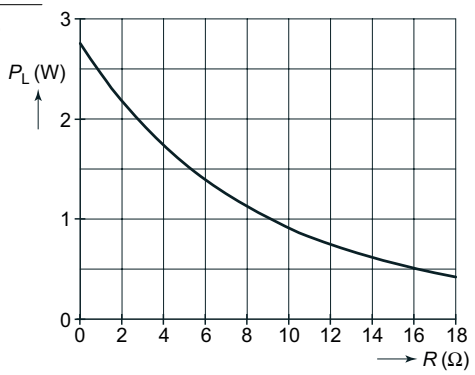
3p **17** ☐ Bepaal de grootte van R_L als het lampje niet gedimd is.

Linda weet uit de theorie dat de weerstand van een lampje toeneemt als zijn temperatuur stijgt.

4p **18** ☐ Leg uit of haar meetresultaten hiermee in overeenstemming zijn.

Linda maakt ook de grafiek van het elektrisch vermogen P_L van het lampje als functie van de waarde R van de weerstandsbank. Zie figuur 6.

figuur 6



3p **19** ☐ Controleer voor R = 6,0 Ω of de grafiek van figuur 6 in overeenstemming is met de grafieken van figuur 4 en 5.

Uit figuur 6 blijkt dat het elektrisch vermogen van het lampje in ongedimde toestand 2,8 W is. De spanningsbron levert dan dus ook een vermogen van 2,8 W.
Linda dimt het lampje door R op 6,0 Ω in te stellen.
Ze vraagt zich af of op deze manier energie bespaard wordt, dus of het vermogen dat de spanningsbron dan levert kleiner is dan 2,8 W.

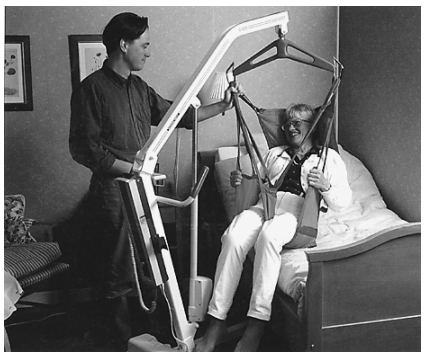
4p **20** ☐ Bepaal de hoeveelheid warmte die per seconde in de weerstand R wordt ontwikkeld en beantwoord de vraag van Linda.

natuurkundeuitgelegd.nl

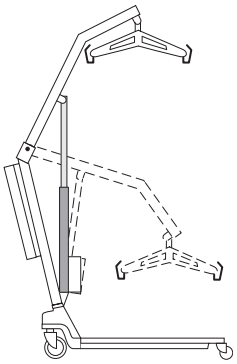
Opgave 5 Patiëntenlift

Om patiënten op te tillen, kan een patiëntenlift worden gebruikt. Zie figuur 7.
In figuur 8 is de lift schematisch getekend in twee standen.

figuur 7



figuur 8



De lift tilt een patiënt met een massa van 85 kg in 33 seconde 120 cm omhoog.

2p **21** ☐ Bereken de gemiddelde snelheid waarmee de patiënt omhoog gaat.

4p **22** ☐ Bereken het (gemiddelde) vermogen dat de lift moet leveren voor het tillen van de patiënt. Verwaarloos wrijvingskrachten.

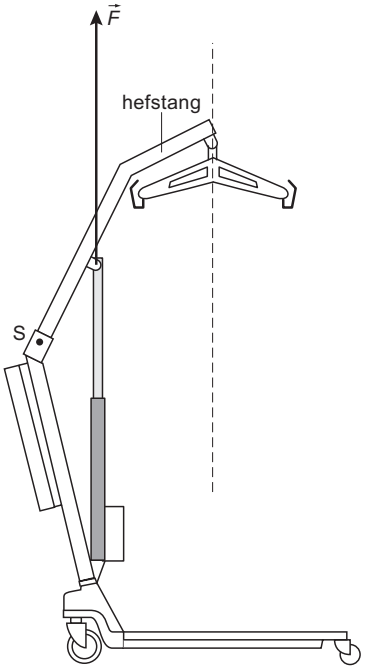
In de patiëntenlift zit een elektromotor die op een oplaadbare accu werkt. De accu kan in totaal 0,082 kWh elektrische energie leveren. Tijdens het tillen is het elektrisch vermogen van de motor 180 W. Het tillen van een patiënt duurt gemiddeld 30 s.

4p **23** ☐ Bereken hoeveel keer een patiënt kan worden opgetild voordat de accu leeg is.

In figuur 9 is de patiëntenlift nogmaals getekend met de hefstang in de hoogste stand. De tekening is op schaal.
Punt S is het draaipunt van de hefstang.
Neem aan dat er een patiënt in de lift zit met een massa van 78 kg. De werklijn van de zwaartekracht op de patiënt is gestippeld weergegeven. De hefstang wordt omhoog gehouden door kracht F.
De massa van de hefstang mag worden verwaarloosd.
Figuur 9 staat ook op de uitwerkbijlage.

5p **24** ☐ Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van kracht F.

figuur 9



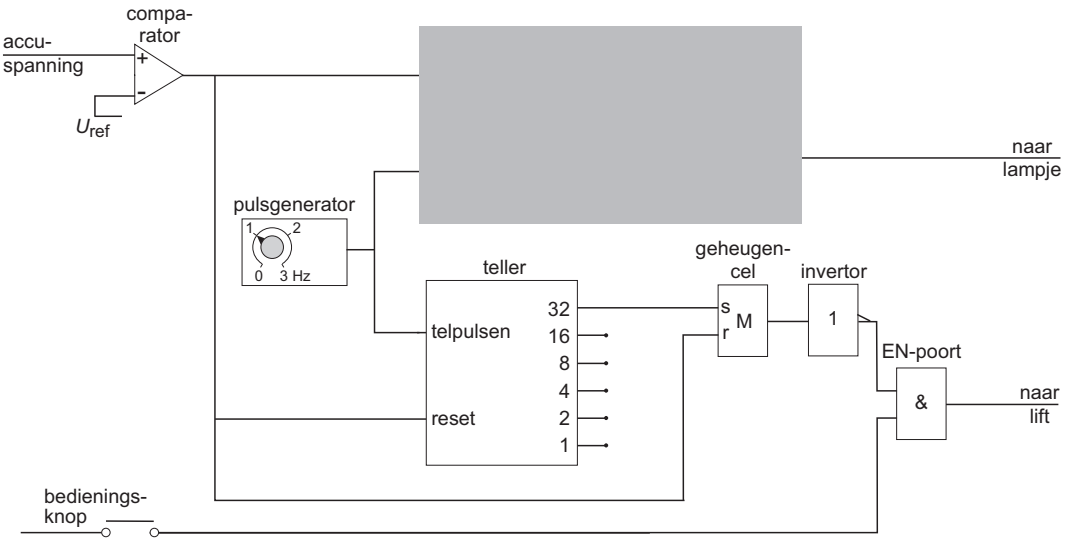
natuurkundeuitgelegd.nl

Als de accu leeg raakt, wordt de spanning tussen de polen van de accu kleiner.
Wanneer deze spanning onder een bepaalde waarde komt, moet er automatisch een waarschuwingslampje gaan knipperen.
Op de uitwerkbijlage is een begin gemaakt met de schakeling die daar voor zorgt.

3p **25** □ Teken in de rechthoek in de figuur op de uitwerkbijlage de ontbrekende verwerkers en verbindingen.

Vanaf het moment dat het waarschuwingslampje begint te knipperen, kan de patiëntenlift nog even worden gebruikt om het tillen te voltooien. Daarna stopt de lift.
Om dit automatisch te laten gebeuren, is de schakeling uitgebreid. Zie figuur 10.
Om de lift te laten werken, moet de bedieningsknop steeds zijn ingedrukt.

figuur 10



De schakeling is zo ontworpen dat aan de volgende eisen is voldaan:
- Wanneer de accuspanning kleiner wordt dan U_{ref} begint het lampje te knipperen. Daarvoor zorgt het bovenste deel van de schakeling. (Voor het vervolg van deze vraag is het niet van belang of je in de grijze rechthoek de juiste verwerkers hebt aangebracht.)
- Wanneer het lampje begint te knipperen, kan de lift nog 32 seconde doorgaan met tillen.
- Wanneer het lampje 32 seconde heeft geknipperd, stopt de patiëntenlift, zelfs als de bedieningsknop is ingedrukt.
- Wanneer de accu is opgeladen, werkt de lift weer normaal.

5p **26** □ Leg met behulp van de signalen op de in- en uitgang van de verwerkers buiten de grijze rechthoek uit dat:
- de lift stopt wanneer de teller op 32 staat,
- de lift weer normaal werkt wanneer de accu is opgeladen.

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