

EXAMEN HOGER ALGEMEEN VOORTGEZET ONDERWIJS IN 1983

Dinsdag 10 mei, 9.00–12.00 uur

NATUURKUNDE

Dit examen bestaat uit vier opgaven
Bijlage: 1 antwoordpapier



In het plan wordt er van uitgegaan dat het water afkomstig is uit een put die 17 m boven het laagst gelegen in het gebied ligt. Het gebied heeft een oppervlakte van 32 km². Het water wordt uit de put afgevoerd in het gebied. Het gebied is verdeeld in verschillende zones. De volgende vragen gaan over het water in het gebied.

Benodigde gegevens kunnen worden opgezocht in het tabellenboekje Binas. Het is de bedoeling dat van tabel 7 de tussen haakjes geplaatste, afgeronde waarden gebruikt worden.

1. HET PLAN LIEVENSE

Het zou in Nederland mogelijk zijn op grote schaal windmolens in te schakelen voor het opwekken van elektrische energie. Maar een probleem hierbij is, dat deze energie niet altijd in voldoende mate beschikbaar is op tijden dat er behoefte aan is, en daarentegen soms in overmaat beschikbaar is op tijden dat er weinig vraag naar is (bijvoorbeeld in het weekend).

Om dit probleem op te lossen stelde Ir. Lievense in 1979 voor om de windmolens elektrische generatoren te laten aandrijven. De aldus opgewekte elektrische energie kan zo nodig direct worden gebruikt. Voor zover er geen behoefte is aan die elektrische energie, kan zij worden toegevoerd aan pompen, waarmee water in een nieuw te bouwen „spaarbekken” gepompt kan worden. Zo wordt als het ware de (wind)energie opgeslagen. Als men gebruik wil maken van deze opgeslagen energie, kan men het water uit het spaarbekken laten wegstromen. Dit wegstromende water brengt dan waterturbines in draaiing. Hieraan zijn generatoren gekoppeld, zodat dan weer elektrische energie wordt opgewekt.

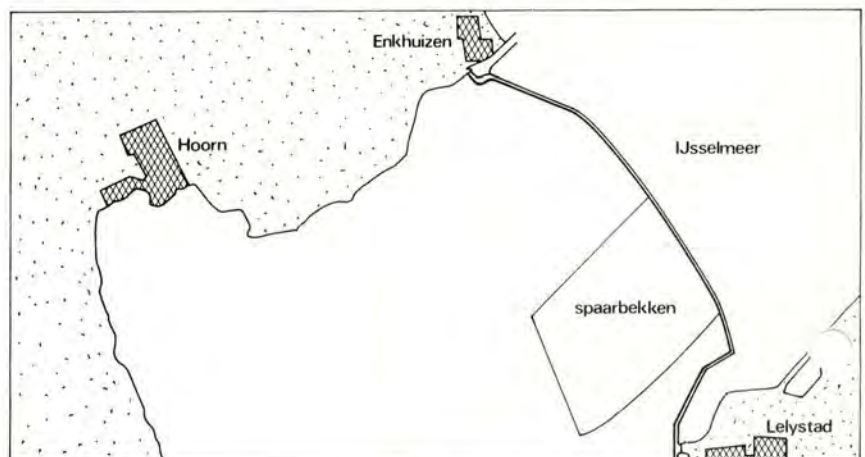
Het zogenaamde plan Lievense bestaat dus in principe uit twee gedeelten:

- 1e. een groot aantal windmolens met daaraan gekoppelde elektrische generatoren,
- 2e. een spaarbekken, waar men *of* water *in* kan laten stromen door middel van elektrisch aangedreven pompen *of* water *uit* kan laten stromen waarbij elektrische energie wordt opgewekt.

We gaan eerst het tweede gedeelte van het plan nader bekijken.

Het spaarbekken zou gebouwd kunnen worden in het IJsselmeer. Zie figuur 1.

In het plan wordt er van uitgegaan, dat het water-niveau in het spaarbekken niet hoger dan 23 m en niet lager dan 17 m boven het waterniveau in het IJsselmeer komt te staan. Het bekken heeft een oppervlakte van 55 km². Het water wordt uit het IJsselmeer in het spaarbekken gepompt. Neem bij de volgende vragen aan, dat het niveau van het water in het IJsselmeer niet verandert.



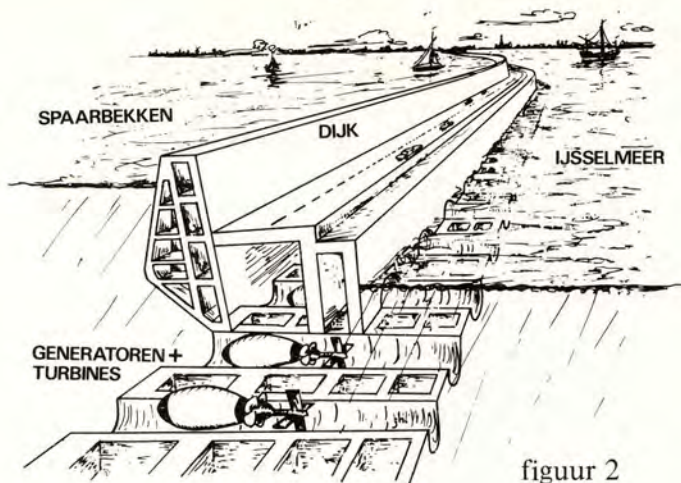
figuur 1

- a. 1. Bereken de massa van het water dat in het spaarbekken gepompt moet worden om de waterspiegel in het spaarbekken te laten stijgen van 17 m naar 23 m boven het waterniveau in het IJsselmeer.
2. Bereken met welk bedrag de zwaarte-energie van het water in het spaarbekken toeneemt als de waterspiegel stijgt van 17 m tot 23 m.

Men wil dat het waterniveau in 20 uur van 17 m tot 23 m kan worden opgevoerd.

- b. Bereken hoe groot het vermogen van de gezamenlijke pompen minstens moet zijn.

Om deze opgeslagen energie te kunnen gebruiken, laat men water uit het spaarbekken wegstromen door buizen, waarin zich het schoepenrad van een waterturbine bevindt. Dit rad gaat daardoor draaien. Zie figuur 2.



De waterturbine brengt op zijn beurt een generator in beweging, zodat elektrische energie wordt verkregen.

Veronderstel dat het rendement van een waterturbine met generator constant 93% bedraagt. In een stad met een inwonertal van 100 000 wordt gemiddeld een elektrisch vermogen gebruikt van 60 MW.

- c. Bereken hoe lang een stad van 100 000 inwoners de benodigde elektrische energie van het spaarbekken kan betrekken, als het waterniveau in dit spaarbekken daalt van 23 m tot 17 m boven het waterniveau in het IJsselmeer.

Het eerste gedeelte van het plan Lieveense houdt zich bezig met windmolens. Deze windmolens leveren de energie die nodig is om water in het spaarbekken te pompen.

We nemen aan dat de windsnelheid 6,0 m/s bedraagt. De temperatuur is 0,0 °C en de luchtdruk is $1,0 \cdot 10^5$ Pa ($= p_0$).

- d. 1. Bereken de massa van de hoeveelheid lucht die per seconde door een (denkbeeldig) vlak gaat, dat loodrecht op de windrichting staat en dat een oppervlakte heeft van $1,00 \text{ m}^2$.
2. Bereken de kinetische energie van deze hoeveelheid lucht.
3. Bereken de kinetische energie van de hoeveelheid lucht die door het in vraag d. 1 bedoelde vlak gaat, wanneer de windsnelheid tweemaal zo groot is als bij vraag d. 1.

In totaal zijn erg veel windmolens nodig. Onder andere omdat het niet mooi is al deze molens vlak bij elkaar te zetten (horizon vervuiling, zie figuur 3), worden ze verspreid opgesteld.



figuur 3

Het gevolg is dat een groot gedeelte van de via de windmolens opgewekte elektrische energie over grote afstand naar de pompen bij het spaarbekken moet worden getransporteerd.

- e. Waarom is het in verband met dit transport over grote afstand wenselijk dat de windmolens geen gelijkstroomgeneratoren maar wisselstroomgeneratoren aandrijven?

2. TRILLENDE MAGNETEN

Een staafmagneet hangt aan een schroefveer. We trekken de magneet iets uit deze evenwichtsstand naar beneden en laten hem dan los. De magneet gaat een harmonische trilling uitvoeren. Voor de frequentie f van deze trilling geldt:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c}{m}} \quad \text{waarin } c \text{ de veerconstante van de veer is en } m \text{ de massa van de magneet}$$

De veer heeft een veerconstante van $4,3 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ en de trilling heeft een frequentie van $1,1 \text{ Hz}$.

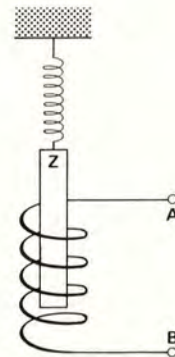
a. Bereken de massa van de magneet.

We trekken de magneet $3,0 \text{ cm}$ uit de evenwichtsstand omlaag en laten hem dan los ($t = 0$).

- b. 1. Bereken het tijdstip waarop de magneet voor het eerst door de evenwichtsstand omhoog gaat.
2. Bereken het tijdstip waarop de magneet voor het eerst $2,0 \text{ cm}$ boven de evenwichtsstand is.

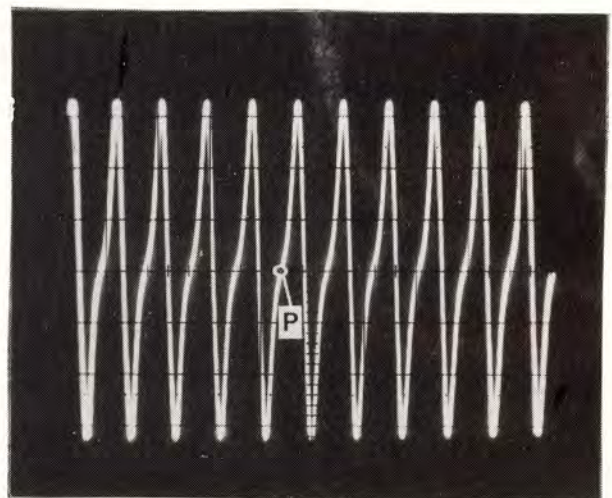
De magneet wordt gedeeltelijk in een spoel gehangen. Zie figuur 4. De aansluitklemmen A en B worden verbonden met die platen van een oscilloscoop die zorgen voor de verticale afbuiging. De magneet wordt iets omlaag geduwd en dan losgelaten. De magneet is langer dan de spoel en de onderkant van de magneet komt tijdens het trillen niet onder de spoel uit.

De lichtstip op het oscilloscoopscherm doorloopt de baan die op de foto van figuur 5 te zien is. Uit de foto blijkt dat de trilling van de magneet nagenoeg ongedempt is.



figuur 4

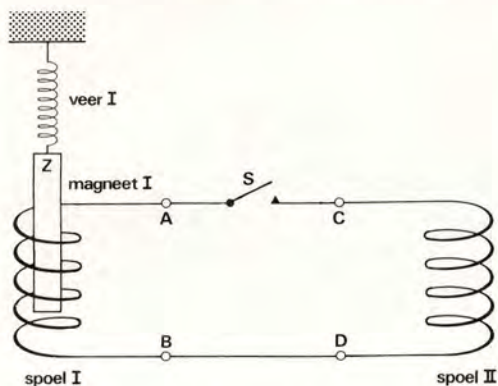
- c. Beredeneer of de magneet zich in een uiterste stand of in de evenwichtsstand bevindt op het moment waarop de lichtstip door punt P gaat.



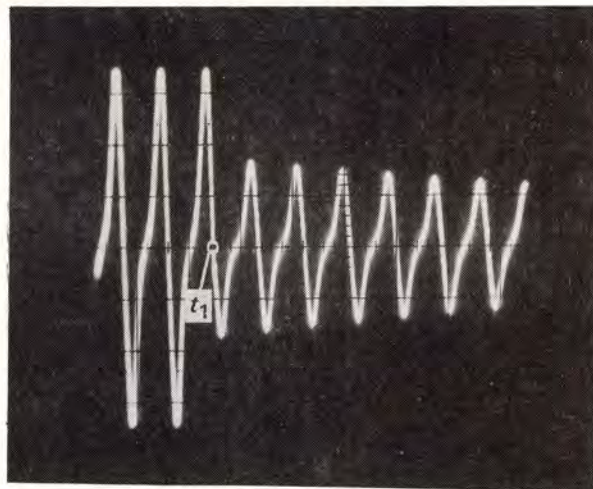
figuur 5

De spoel (spoel I) wordt nu via een schakelaar S tevens verbonden met een identieke spoel II. Zie figuur 6.

Op een bepaald tijdstip (t_1) sluiten we de schakelaar. De lichtstip doorloopt op het oscilloscoopscherm de baan, zoals weergegeven is op de foto van figuur 7.



figuur 6

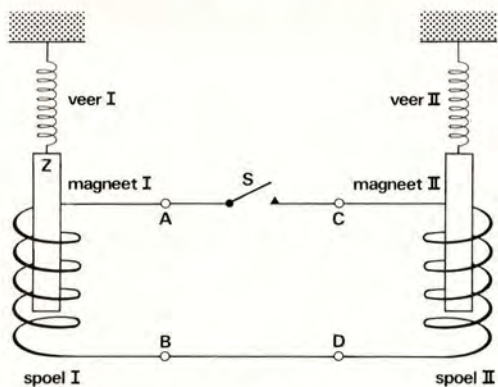


figuur 7

In figuur 7 is te zien dat na het tijdstip t_1 de amplitude van de verticale trilling van de lichtstip plotseling kleiner wordt en vervolgens geleidelijk afneemt. Het laatste betekent dat de trilling van de magneet na t_1 gedempt wordt.

d. Leg uit waarom de trilling van de magneet na het tijdstip t_1 gedempt wordt.

Vervolgens hangen we aan een tweede veer een tweede magneet gedeeltelijk in spoel II. Zie figuur 8. Beide veren en beide magneten zijn identiek.



figuur 8

We brengen magneet I in trilling, waarbij de onderkant van de magneet weer niet onder de spoel uit komt.

Schakelaar S is geopend, magneet I trilt nagenoeg ongedempt.

We sluiten vervolgens de schakelaar en zien dan dat magneet II ook gaat trillen. De frequenties van beide trillingen zijn gelijk. De amplitude van de trilling van magneet I neemt eerst af, terwijl die van magneet II toeneemt.

e. Waarom volgt uit het feit dat de amplitude van de trilling van magneet II eerst toeneemt dat de amplitude van de trilling van magneet I eerst afneemt?

De magneten trillen precies in fase.

In figuur 8 is aangegeven op welke manier de spoelen gewikkeld zijn en hoe ze met elkaar zijn verbonden. De bovenkant van magneet I is een zuidpool.

f. Beredeneer of de onderkant van magneet II een noordpool dan wel een zuidpool is.

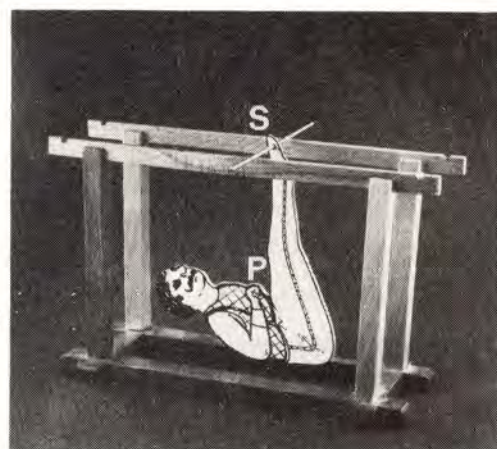
3. DE GYMNAST

In figuur 9 zien we een stuk speelgoed: een gymnast die kan bewegen op een brug met horizontale leggers. De gymnast kan praktisch wrijvingsloos draaien om een as door P. De stand weergegeven in figuur 9 is de evenwichtsstand.



figuur 9

We halen de gymnast van de brug af en brengen de as nu aan door punt S. De gymnast wordt weer op de brug geplaatst en komt na enige tijd tot rust in een nieuwe evenwichtsstand, die is weergegeven in figuur 10.



figuur 10

De standen van figuur 9 en figuur 10 zijn op het bijgevoegde antwoordpapier weergegeven in respectievelijk figuur A en figuur B. De gymnast is in deze figuren op ware grootte getekend.

- a. Bepaal met behulp van de figuren A en B de plaats van het zwaartepunt Z van de gymnast. In de figuren A en B moet duidelijk uitkomen hoe de plaatsbepaling van Z tot stand is gekomen.

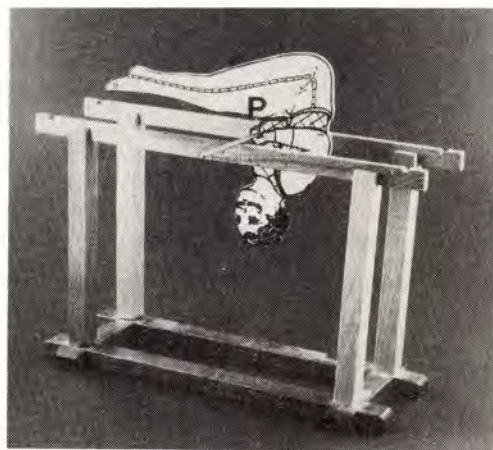
De as wordt opnieuw aangebracht door P en de gymnast wordt weer op de brug geplaatst. In punt S wordt een voorwerpje gehangen met massa 2,6 g. Hierdoor draait de gymnast vanuit de stand weergegeven in figuur 9 over een hoek van 30° om de as door punt P naar een nieuwe evenwichtsstand. Op het bijgevoegde antwoordpapier is, in figuur C, de stand van figuur 9 nogmaals weergegeven. De gymnast is weer op ware grootte getekend. De plaats van het zwaartepunt Z van de gymnast is aangegeven.

- b. 1. Construeer in deze figuur C de posities zowel van punt Z als van punt S ten opzichte van de legger, na de draaiing over 30° .
2. Bepaal de massa van de gymnast.

Het voorwerpje wordt weer verwijderd uit S.

We draaien de gymnast vanuit de stand, weergegeven in figuur 9, over 180° tot hij in de nieuwe evenwichtsstand is gekomen die is weergegeven in figuur 11. De potentiële energie (= zwaarte-energie) van de gymnast is daardoor veranderd.

- c. Bepaal de grootte van de verandering in potentiële energie.



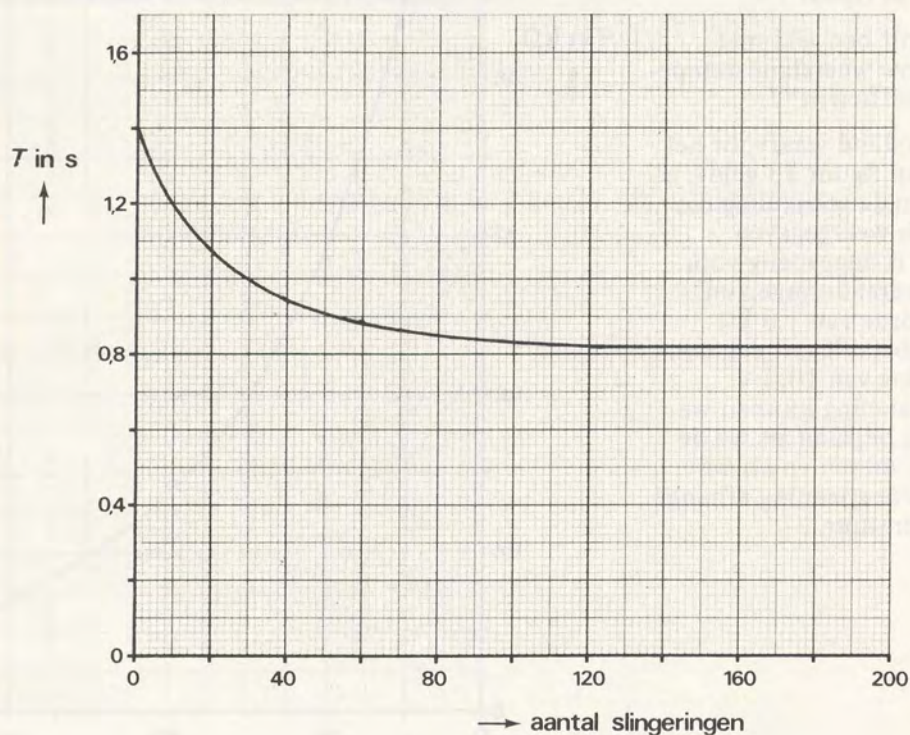
figuur 11

De gymnast wordt losgelaten vanuit de stand weergegeven in figuur 11 en gaat bewegen. Hij gaat heen en weer slingeren, waarbij de amplitude telkens iets kleiner wordt doordat er toch een zeer geringe wrijving is.

De beweging waarbij de gymnast vanuit een uiterste stand naar de eerstvolgende andere uiterste stand gaat, noemen we „één slinging”.

Tijdens het heen en weer slingeren meten we de voor elke slinging benodigde tijd T .

Het verloop van T , als functie van het aantal slingeren, is weergegeven in figuur 12.



figuur 12

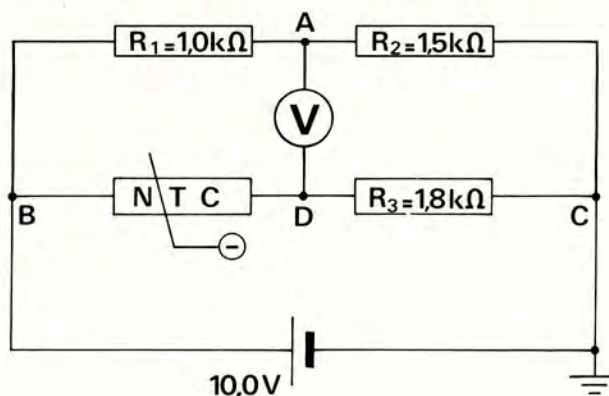
- d. 1. Na hoeveel slingeren is de tijd T , die per slinging nodig is, onafhankelijk van de amplitude? Licht het antwoord toe.
2. Hoeveel tijd is verlopen gedurende de eerste 30 slingeren? Licht het antwoord toe.

Om te kunnen zien of de temperatuur in een ruimte redelijk constant is en deze zonodig bij te kunnen regelen als er te grote afwijkingen in de temperatuur optreden, wordt de NTC-weerstand (met het ijkdiagram van figuur 13) opgenomen in de schakeling zoals die is weergegeven in figuur 15.

De voltmeter heeft de nulstand in het midden van de schaal. Hij kan daardoor zowel positieve als ook negatieve spanningen tussen A en D aangeven. De weerstanden R_1 , R_2 en R_3 zijn ongevoelig voor temperatuurveranderingen. Zie figuur 15.

Door de keuze van R_3 kan worden bepaald bij welke omgevingstemperatuur de voltmeter een spanning aangeeft van nul volt tussen A en D.

Voor R_3 is gekozen $1,8 \text{ k}\Omega$.



figuur 15

- c. 1. Bereken het potentiaalverschil ($V_A - V_C$) over de weerstand R_2 .
2. Bepaal hoe hoog de temperatuur van de omgeving is als de voltmeter nul volt aanwijst.

Als de omgevingstemperatuur verandert, zal het potentiaalverschil V_{AD} niet nul blijven. Op het moment dat die temperatuur de 15°C bereikt, wordt tengevolge van de dan bestaande spanning tussen A en D een signaal gestuurd naar een kachel, zodat bijregeling plaatsvindt.

- d. Bepaal hoe groot het potentiaalverschil V_{AD} is bij een omgevingstemperatuur van 15°C .

Een veel gebruikt halfgeleidermateriaal is germanium (Ge). Als een stukje zuiver germanium wordt aangesloten op een spanningsbron loopt er bij kamertemperatuur een zwakke stroom door.

- e. Beschrijf op welke manieren deze stroomgeleiding in zuiver germanium plaatsvindt.

Door in het kristalrooster van het (4-waardige) germanium een relatief klein aantal atomen te vervangen door andere dan germaniumatomen (dit heet: doperen) kan germanium worden verkregen of van het zogenaamde N-type of van het zogenaamde P-type.

- f. Beredeneer of, voor het verkrijgen van P-type germanium, gedoteerd zou moeten worden met (5-waardige) arseen (As) atomen, dan wel met (3-waardige) gallium (Ga) atomen.

EINDE