

EINDEXAMEN VOORBEREIDEND WETENSCHAPPELIJK ONDERWIJS IN 1977

Vrijdag 19 augustus, 9.30–12.30 uur

NATUURKUNDE



Fig. 8



Fig. 9

Fig. 10

Zie ommezijde

Deze opgaven zijn vastgesteld door de commissie bedoeld in artikel 24 van het Besluit eind-examens v.w.o.-h.a.v.o.-m.a.v.o.

Benodigde gegevens kunnen worden opgezocht in het tabellenboekje. Het is de bedoeling dat van tabel 1 de kolom „afgeronde waarde” wordt gebruikt.

1. In een calorimeter bevindt zich een cilindrisch vat, dat afgesloten is door een vrij beweegbare zuiger (figuur 1). Het vat is omgeven door een mengsel van water en ijs. In het vat bevindt zich stikstofgas. Het geheel is in temperatuurevenwicht. De warmte-uitwisseling van de calorimeter met de omgeving is te verwaarlozen.

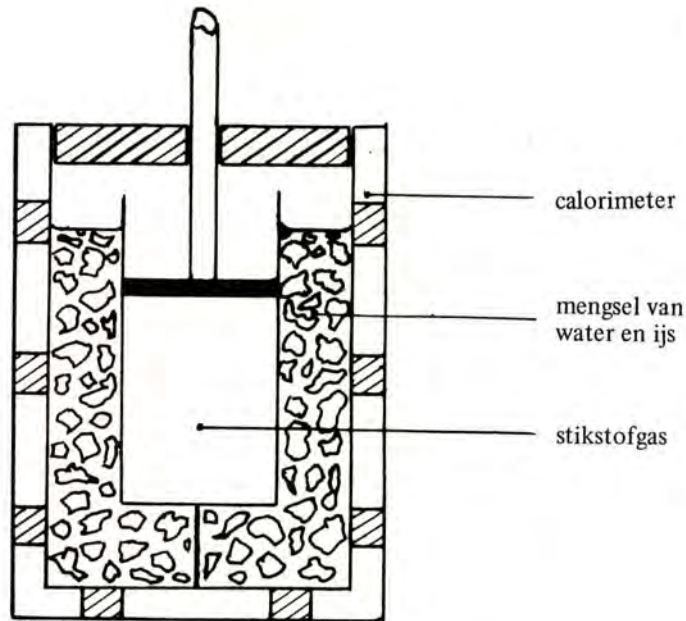


fig. 1

- a. Hoe luidt de eerste hoofdwet van de warmteleer?

Het volume van de afgesloten hoeveelheid stikstofgas bedraagt $V_1 = 2,50 \times 10^{-3} \text{ m}^3$. De zuiger wordt nu zeer snel naar beneden gedrukt (adiabatische compressie) tot het volume van het stikstofgas bedraagt $V_2 = 1,25 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.

- b. Leg met behulp van de eerste hoofdwet uit, dat de temperatuur van het gas zal stijgen bij adiabatische compressie.

In het p - V diagram in figuur 2 is de begintoestand van het stikstofgas weergegeven door punt A. Eén van de punten B en C stelt de toestand van het gas voor *direct na* deze adiabatische compressie.

- c. Welk punt stelt de toestand van het gas voor *direct na* de adiabatische compressie? Licht het antwoord toe.
- d. Bepaal de temperatuur van het gas *direct na* deze adiabatische compressie.
- e. Is tijdens deze adiabatische compressie de hoeveelheid ijs toegenomen, afgenomen of gelijk gebleven? Licht het antwoord toe.

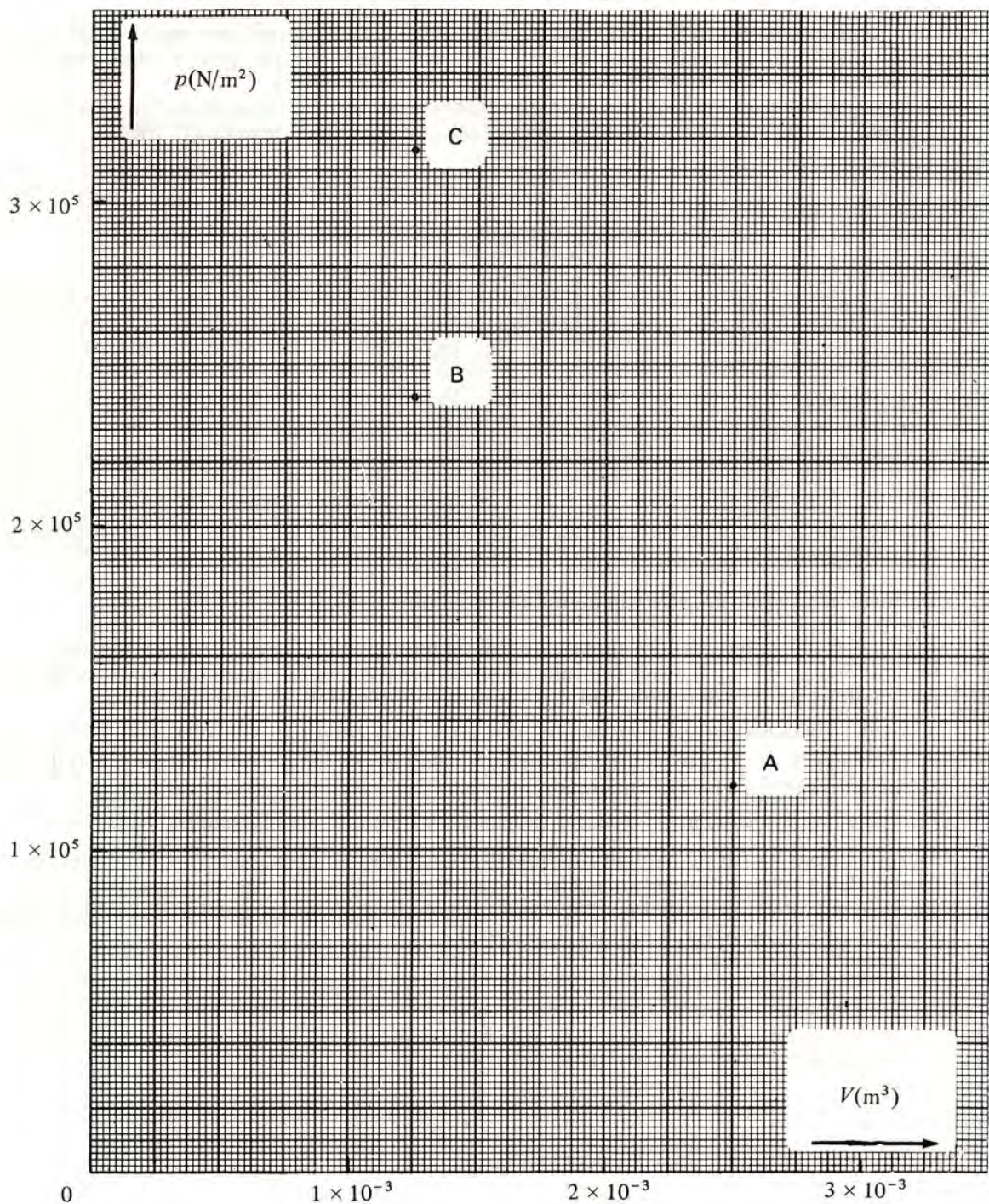


fig. 2

f. Bereken de massa van het stikstofgas in het vat.

Men heeft de zuiger direct na de adiabatische compressie vastgezet totdat de temperatuur van het gas weer 0°C is geworden.

g. Bereken de verandering van de hoeveelheid ijs in de calorimeter tijdens deze laatste temperatuurverandering.

2. Een homogene koperen staaf PQ met een lengte van l meter wordt met een constante snelheid van v m/s van links naar rechts voortgetrokken loodrecht op een homogeen magnetisch veld met een sterkte van B tesla ($1 \text{ tesla} = 1 \text{ N/Am}$). De staaf beweegt in het vlak van tekening en blijft bij deze beweging in het magnetisch veld. De magnetische veldlijnen staan loodrecht op het papier, van de lezer af (figuur 3).

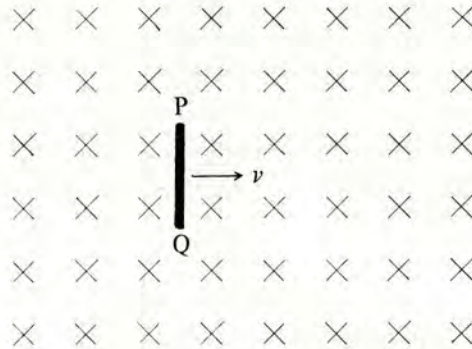


fig. 3

Tijdens deze beweging is er tussen de beide uiteinden van de staaf een inductiespanning V_{ind} .

De formule voor de grootte van de inductiespanning is $V_{\text{ind}} = \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$

Hierin is $\Delta \phi$ de flux die door de geleider bij de beweging in de tijd Δt is doorsneden.

In dit geval geldt dat $\Delta \phi$ het produkt is van de grootte van de magnetische veldsterkte B en het door de geleider in de tijd Δt doorlopen oppervlak.

- Leid, uitgaande van de bovengenoemde formule voor V_{ind} , een relatie af tussen V_{ind} enerzijds en de sterkte van het magnetisch veld (B), de lengte van de staaf (l) en de snelheid van de staaf (v) anderzijds.
- Leid af welk uiteinde van de staaf tijdens deze beweging de hoogste potentiaal heeft.

Dezelfde staaf wordt nu aan het uiteinde Q voorzien van een as, zodat de staaf kan draaien in een vlak loodrecht op het magnetisch veld (figuur 4).

De staaf draait eenparig met een hoeksnelheid van ω rad/s. De magnetische veldlijnen staan weer loodrecht op het papier, van de lezer af.

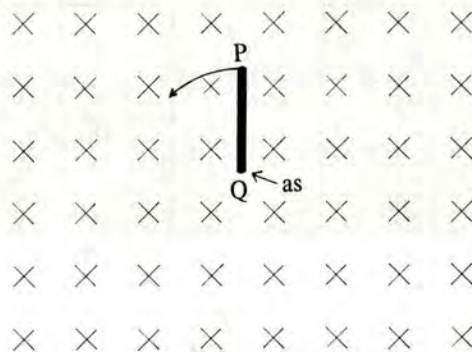
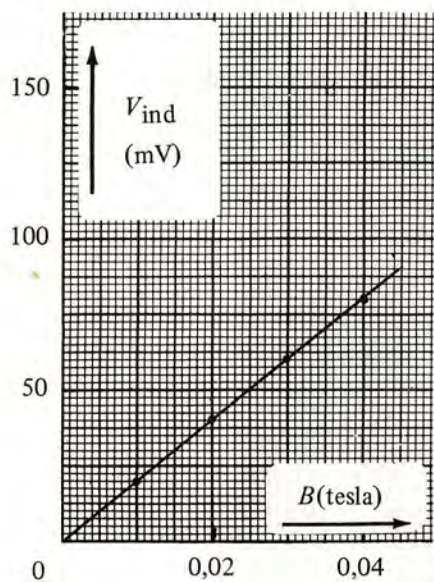


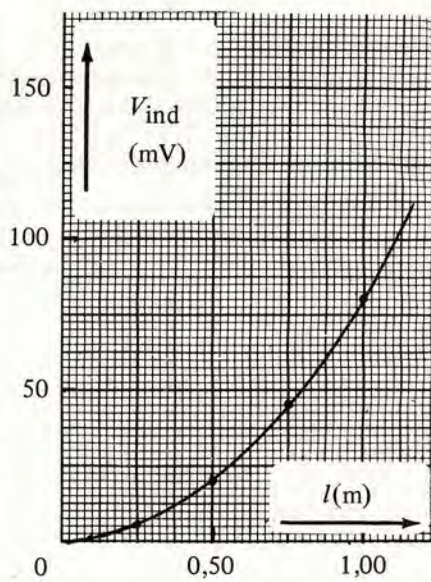
fig. 4

De spanning V_{ind} over de staaf PQ wordt nu achtereenvolgens gemeten als functie van de grootte B (figuur 5), de grootte l (figuur 6) en de grootte ω (figuur 7).



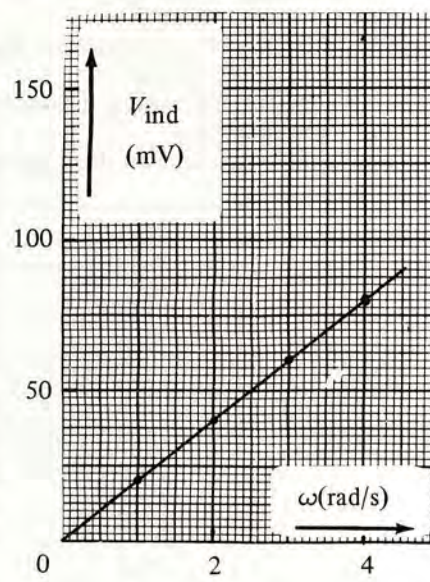
$$\begin{aligned}\omega &= 4 \text{ rad/s} \\ l &= 1,0 \text{ m}\end{aligned}$$

fig. 5



$$\begin{aligned}B &= 0,04 \text{ tesla} \\ \omega &= 4 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

fig. 6



$$\begin{aligned}B &= 0,04 \text{ tesla} \\ l &= 1,0 \text{ m}\end{aligned}$$

fig. 7

- c. Leid uit de drie diagrammen (figuur 5, 6 en 7) een relatie af tussen de inductiespanning over de staaf PQ enerzijds en de grootheden B , l en ω anderzijds.

In deze relatie komt een evenredigheidsconstante voor.

- d. Bepaal de grootte van deze evenredigheidsconstante.

- e. Laat met behulp van een groothedenbeschouwing zien, dat deze evenredigheidsconstante geen grootte is (eventueel mag men met een eenhedenbeschouwing laten zien, dat deze evenredigheidsconstante onbepaald is).

- f. Teken op het bijgevoegde antwoordpapier de grafiek van de flux ϕ die doorsneden is tussen $t = 0$ s en 3,0 s, als functie van de tijd t . Hierbij geldt: $B = 0,04$ tesla, $l = 1,0$ m en $\omega = 4$ rad/s.

Geef een toelichting bij deze grafiek.

3. De kernen van een radioactief element A vervallen onder uitzending van β -deeltjes tot kernen van een element B, dat stabiel is.



Men heeft een preparaat dat de radioactieve stof A bevat.

Met tussenpozen van twee uur wordt gedurende tien seconden het aantal uitgezonden β -deeltjes gemeten. Hieruit bepaalt men de activiteit (aantal uitgezonden β -deeltjes per seconde).

Het resultaat van deze metingen staat in onderstaande tabel.

t (h)	activiteit (aantal β /s)
2,0	$13,8 \cdot 10^3$
4,0	$9,1 \cdot 10^3$
6,0	$6,0 \cdot 10^3$
8,0	$3,9 \cdot 10^3$
10,0	$2,6 \cdot 10^3$
12,0	$1,7 \cdot 10^3$
14,0	$1,1 \cdot 10^3$
16,0	$0,7 \cdot 10^3$
18,0	$0,5 \cdot 10^3$
20,0	$0,3 \cdot 10^3$

- Teken op het bijgevoegde antwoordpapier de grafiek van het aantal kernen van het element A dat per seconde vervalst, als functie van de tijd.
- Wat verstaat men onder halveringstijd?
 - Bepaal de halveringstijd van element A.
- Op welk tijdstip was het aantal aanwezige kernen van het element A twee maal zo groot als op het tijdstip $t = 4,0$ h?
Geef aan hoe het antwoord gevonden is.
 - Hoeveel kernen van het element A vervielen er per seconde op het bij c. 1 berekende tijdstip?
- Wat is de fysische betekenis van het oppervlak onder de bij vraag a getekende grafiek in het tijdsinterval van $t = 4,0$ h tot $t = 15,0$ h?

Voor een radioactief vervalproces geldt de volgende relatie:

$$N(t_2) = N(t_1) e^{-\lambda \Delta t}$$

waarin $N(t_2)$: het aantal aanwezige kernen op het tijdstip t_2

$N(t_1)$: het aantal aanwezige kernen op het tijdstip t_1

Δt : $t_2 - t_1$

λ : desintegratieconstante

e : 2,718

- Druk de eenheid van λ uit in SI grondeenheden.
 - Bepaal λ voor het radioactief vervalproces van dit vraagstuk.

4. Een massieve schijf (straal $r = 0,50$ meter; massa $m = 20$ kg) kan vrij om een vaste horizontale as zz' door zijn middelpunt draaien (zie figuur 8). De massa van de as is te verwaarlozen.

Er wordt een kracht F van 10 N op de schijf uitgeoefend door aan een koord te trekken dat om de rand van de schijf gewonden is. De massa van het koord is te verwaarlozen.

- a. Bereken de hoekversnelling van de schijf.

In plaats van met een kracht F te trekken, hangt men een blokje met een massa $m_1 = 1,0$ kg aan het koord (zie figuur 9).

- b. Bereken de hoekversnelling van de schijf voor dit geval.

Men bevestigt onwrikbaar aan de schijf een tweede schijf ($r' = 0,25$ meter). De middelpunten van de schijven liggen beide op de as zz' . Om deze tweede schijf is ook een koord gewonden. Aan dit koord is de massa $m_2 = 0,25$ kg verbonden.

Het traagheidsmoment van de beide schijven samen is $2,8 \text{ kgm}^2$. Door ze vast te houden wordt belet dat de schijven gaan draaien (zie figuur 10). Op het tijdstip $t = 0$ s laat men de schijven los. De volgende vragen hebben betrekking op het tijdsinterval waarin m_2 nog niet tegen de schijf is gelopen en m_1 nog niet de grond heeft bereikt.

- c. 1. Bepaal de verplaatsing van m_2 op het tijdstip dat m_1 1,00 meter gedaald is.
2. Bepaal de snelheid van m_2 op het tijdstip dat de snelheid van m_1 1,0 m/s is.

Met behulp van de wet van behoud van energie kan de hoeksnelheid ω van de schijven op het moment dat m_1 over een afstand van 1,00 meter gedaald is, berekend worden.

- d. 1. Schrijf de energievergelijking op van het gehele systeem.
2. Substitueer hierin de waarden die de grootheden (met uitzondering van ω) hebben op het moment dat m_1 over een afstand van 1,00 meter gedaald is (ω hoeft niet berekend te worden).

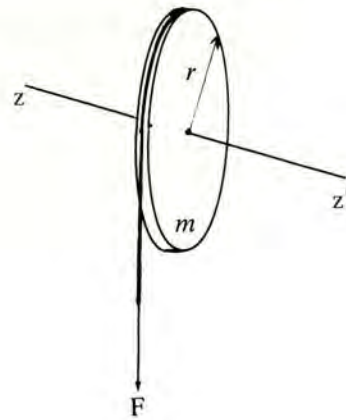


fig. 8

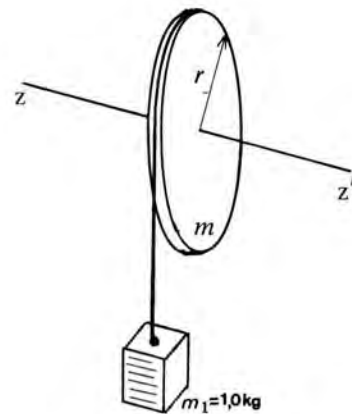


fig. 9

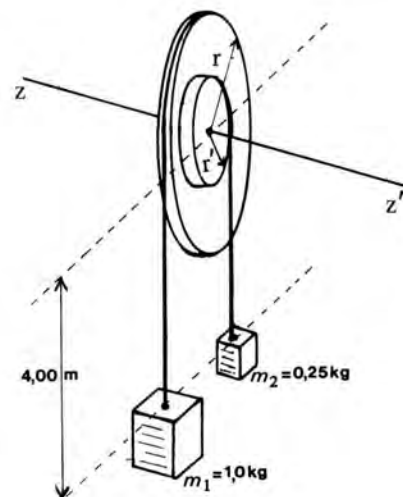


fig. 10

EINDE