

FYSIK HØJT NIVEAU

Onsdag den 18. maj 2005
kl. 9.00 - 13.00

Opgavesættet består af 6 opgaver med tilsammen 14 spørgsmål.
Svarene på de stillede spørgsmål indgår med samme vægt i vurderingen.

Alle hjælpemidler er tilladt

Følgende hjælpemidler forudsættes:

Kompendium i fysik, 4. udgave

Matematisk formelsamling, matematisk linje 2-årigt forløb til B-niveau

Databog fysik kemi (F&K Forlaget), 6. udgave (1992) eller senere udgave

Godkendt lommeregner/PC

Millimeterpapir, enkelt- og dobbeltlogaritmisk papir

1. Vægtløshed

I rumskibe ude i rummet mærker man ikke tyngdekraftens virkning. Man er "vægtløs". Det stiller ingeniører over for store udfordringer, når de skal udvikle ny rumteknologi, idet man ikke uden videre kan udføre de ønskede eksperimenter her på Jorden. NASA har i Ohio bygget et langt faldrør. Her kan eksperimenter kortvarigt foregå i vægtløs tilstand i et minilaboratorium, der falder frit uden luftmodstand i faldrøret.



Billedet til venstre viser et tændt stearinlys. Billedet til højre viser et tændt stearinlys i et frit faldende minilaboratorium. I vægtløs tilstand er der ingen opdrift.

Ekspirimenterne i NASA's faldrør udføres i et minilaboratorium, der foretager et frit fald på 132 m.

a) Beregn, hvor lang tid det frie fald varer.

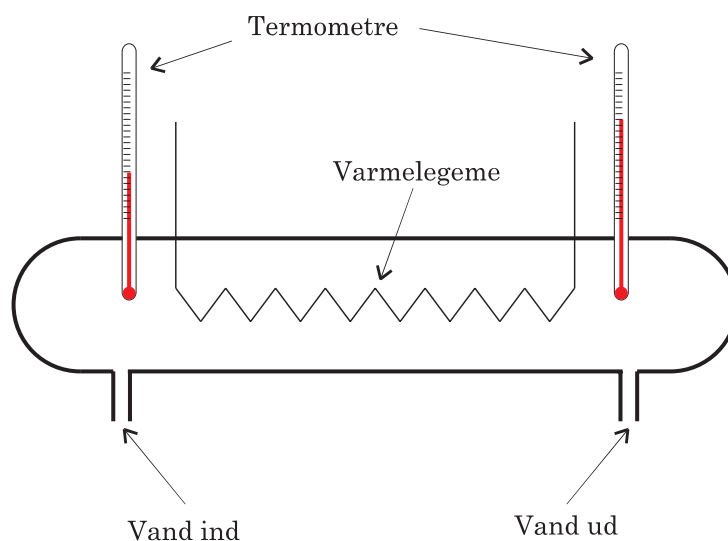
Faldrøret har indvendigt form som en 145 m høj cylinder med en radius på 3,05 m. Inden et eksperiment udføres, anbringes minilaboratoriet i faldrøret, som derefter pumpes tomt for luft. Pumperne fjerner i gennemsnit 65 kg luft pr. minut. Før man begynder at pumpe, er densiteten af luften i faldrøret $1,20 \text{ kg/m}^3$.

b) Vurdér, hvor lang tid pumperne er om at tømme faldrøret for luft.

Efter det frie fald bremses minilaboratoriet af små plastkugler i bunden af faldrøret. Opbremsningen sker over en strækning på 4,5 m.

c) Beregn størrelsen af den gennemsnitlige acceleration under opbremsningen.

2. Callendar-Barnes kalorimeter



De første nøjagtige målinger af vands specifikke varmekapacitet ved forskellige temperaturer blev udført af Callendar og Barnes i begyndelsen af 1900-tallet. De udførte målingerne med et kalorimeter, som de selv havde designet. I kalorimetret strømmer vand gennem et rør, hvor det bliver opvarmet af et elektrisk varmelegeme. Vandets temperatur måles før og efter opvarmningen. I moderne versioner bruges målemetoden den dag i dag til præcisionsmålinger.

I et eksperiment er spændingsfaldet over varmelegemet 3,46 V, og strømstyrken gennem det er 10,91 A.

a) Beregn den effekt, hvormed varmelegemet omsætter elektrisk energi.

I et andet eksperiment strømmer der 100,0 mL vand med temperaturen 40,0 °C gennem kalorimetret i løbet af 149,2 s. Massen af det vand, som pr. tid strømmer gennem kalorimetret, kaldes *massestrømmen*.

b) Beregn massestrømmen i dette eksperiment.

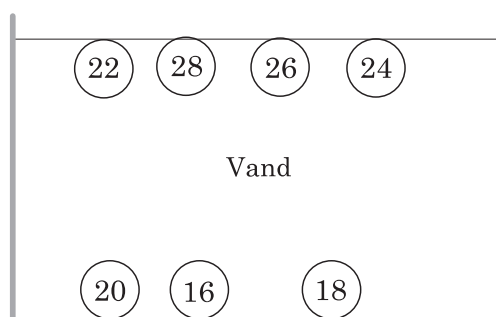
For at bestemme vands specifikke varmekapacitet ved 35 °C foretages en serie forsøg, hvor man for forskellige værdier af massestrømmen opvarmer det gennemstrømmende vand fra 30,0 °C til 40,0 °C. Tabellen viser sammenhørende værdier for massestrømmen og den tilførte effekt P .

Massestrøm	g/s	0,200	0,300	0,400	0,500	0,600	0,700	0,800	0,900	1,000	1,100
Effekt P	W	9,72	13,88	18,06	22,25	26,42	30,62	34,77	38,96	43,13	47,31

c) Bestem ved hjælp af tabellen en værdi for vands specifikke varmekapacitet ved 35 °C.

Bestem varmetabet fra kalorimetret pr. tid.

3. Galilei-termometer



Principskitse af et Galilei-termometer

Et Galilei-termometer er et simpelt stuetermometer. Det kan bestå af nogle glaskugler i en beholder med vand. Glaskuglerne har samme volumen, men lidt forskellig masse. Ved almindelige indendørstemperaturer er vands densitet større, jo lavere temperaturen er. Glaskuglernes volumen afhænger ikke af temperaturen.

Når vandets temperatur i et Galilei-termometer er $22,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, kan glaskuglen med mærket 22 lige netop flyde i overfladen. Hvis temperaturen i vandet falder til $20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, stiger glaskuglen med mærket 20 op og flyder i overfladen.

a) Forklar, hvorfor glaskuglen med mærket 20 stiger op til overfladen.

4. Strålebehandling

Patienter med åreforkalkning i de store blodårer, som fører ind til hjertet, kan ofte hjælpes ved en såkaldt ballonudvidelse af blodåren. Udvidelsen af blodåren har en tendens til at beskadige blodårens væg. Medicinske undersøgelser har vist, at en kortvarig strålebehandling med små radioaktive kilder inde i blodåren kan mindske skaderne ved indgrebet. Som radioaktiv kilde kan man benytte små piller med iridium-192.

Nuklidet ^{192}Ir henfalder ved β^- -henfald.

a) Opstil reaktionsskemaet for henfaldet.

Bestem henfaldets Q -værdi ud fra masserne af de partikler, der deltager i processen.

Nogle iridiumpiller anbringes kortvarigt i en blodåre. Det omgivende væv, som ønskes bestrålet, har massen 0,35 g. Ved bestrålingen skal den absorberede dosis i dette væv være 25 Gy.

For hvert β^- -henfald absorberes der i gennemsnit energien $2,4 \cdot 10^{-15}$ J i det bestrålede væv. De benyttede iridium-piller indeholder i alt 0,022 mg ^{192}Ir .

b) Bestem, hvor lang tid behandlingen skal vare.

5. Genesis

Det er af stor interesse for udforskningen af Solsystemet at kende den nøjagtige sammensætning af grundstoffer og isotoper i Solen. Man kan ikke hente materiale direkte fra Solen, men må nøjes med at indsamle stof, der slynges ud fra Solen med den såkaldte solvind.



Foto: NASA

I en position mellem Solen og Jorden indsamlede satellitten Genesis i 2½ år partikler fra solvinden. Da Genesis i august 2004 vendte tilbage til Jorden, blev bremsefaldskærmen ikke foldet ud, og satellitten styrtede ukontrolleret til jorden. Det er endnu uvist, om det er muligt at redde noget af det indsamlede materiale fra resterne af satellitten.

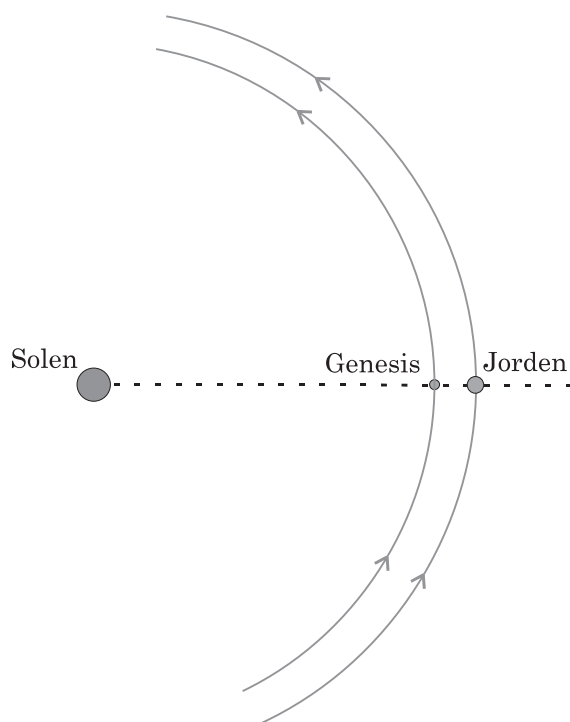
Solvinden indeholder blandt andet carbonatomer. Genesis indsamlede $1,50 \cdot 10^9$ carbonatomer pr. sekund fra solvinden. Man kan regne med, at carbonatomerne i solvinden hovedsageligt er ^{12}C -atomer.

- a) Bestem massen af det carbon, som Genesis kunne nå at indsamle i løbet af 910 døgn.

For at påbegynde satellittens tur tilbage til Jorden ændrede man satellittens hastighed en smule ved at skyde noget stof med massen 0,50 kg ud fra satellitten. Stoffet blev skudt ud med farten 1500 m/s i forhold til satellitten. Massen af Genesis efter hastighedsændringen var 493 kg.

- b) Bestem størrelsen af satellittens hastighedsændring.

Genesis befandt sig i de 2½ år i samme punkt på forbindelseslinjen mellem Solen og Jorden. Her kunne satellitten under påvirkning af gravitationskraften fra Solen og fra Jorden følge med Jorden i dennes cirkelbevægelse rundt om Solen.



Skitsen viser den indbyrdes beliggenhed af Solen, Genesis og Jorden.

Nogle konstanter

Jordens masse	$5,976 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Solens masse	$1,989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
Afstanden mellem Jorden og Solen	$1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$
Antal døgn på et år	365,26 døgn
Gravitationskonstanten G	$6,673 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

- c) Vis ud fra de opgivne konstanter i tabellen, at Genesis skal anbringes i afstanden $1,5 \cdot 10^9 \text{ m}$ fra Jorden, for at den kan forblive i det samme punkt på forbindelseslinjen mellem Solen og Jorden.

6. Superkapacitorer



Foto: Poul Scherrer Institut, Zürich

Man har udviklet kapacitorer med en kapacitans på over tusind farad. En sådan superkapacitor er opbygget af to metalplader, der er belagt med små carbonpartikler. Herved får kapacitorpladerne et effektivt overfladeareal, der er over 50 tusinde gange større end arealet af selve metalpladerne.

En superkapacitor har en pladeafstand på 1,0 nm og et areal på $1,2 \cdot 10^4 \text{ m}^2$. En særlig væske mellem pladerne gør, at kapacitansen er 14 gange større, end hvis der blot var luft mellem pladerne.

a) Beregn superkapacitorens kapacitans.

Superkapacitorer anvendes i en el-bil til at forøge motoreffekten i forbindelse med accelerationer. Superkapacitorerne skal i 15 sekunder kunne levere en gennemsnitlig effekt på 55 kW. Hver superkapacitor har kapacitansen 1500 F, og under accelerationen ændrer spændingsfaldet sig fra 2,50 V til 1,25 V over hver af kapacitorerne.

b) Hvor mange superkapacitorer skal der være i el-bilen?

(Opgavesættet slut)