

FYSIK HØJT NIVEAU

Standardforsøg

Fredag den 12. maj 2000
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.

På besvarelsen anføres hvilket IT-hjælpe middel, der er anvendt.

Hjælpe midler:

Alle hjælpemidler er tilladt

Følgende forudsættes

Kompendium i fysik, 4. udgave

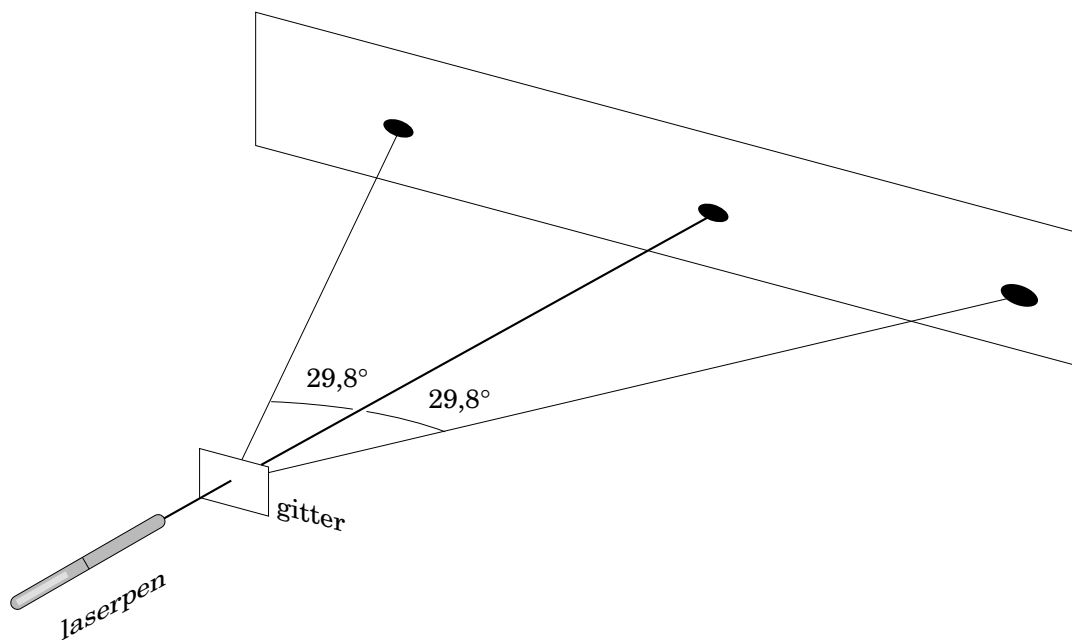
Matematisk formelsamling, matematisk linje 2-årigt forløb til B-niveau

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

Grafisk lommeregner/PC

Millimeterpapir, enkelt- og dobbeltlogaritmisk papir

1. Laserpen



Små lasere med en tynd, rød laserstråle kan bruges som pegepinde eksempelvis ved lysbilledforevisninger. Bølgelængden af det røde lys fra en sådan laserpen bestemmes ved at lade lyset ramme vinkelret ind på et gitter som vist på figuren.

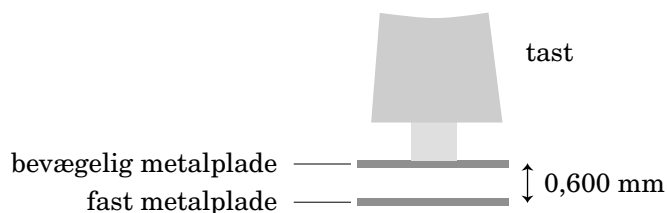
Afstanden mellem spalterne i gitteret er $d = 1,333 \mu\text{m}$.

- a) Bestem laserlysets bølgelængde.

2. Computertast

På et computertastatur er tasterne forbundet til hver sin pladekapacitor. Kapacitansen af en af disse kapacitorer er $0,740 \text{ pF}$.

- a) Beregn størrelsen af ladningen på en af kapacitorens plader, når spændingsfaldet over kapacitoren er $5,00 \text{ V}$.



Afstanden mellem kapacitorpladerne er normalt $0,600 \text{ mm}$. Når man trykker en tast ned, mindsker man afstanden mellem pladerne tilsvarende, og derved øges kapacitansen. Ændringen af kapacitansen skal være mindst $0,250 \text{ pF}$, før computeren kan registrere, at tasten er trykket ned.

- b) Hvor langt skal tasten mindst trykkes ned, før computeren kan registrere det?

3. Vands fordampningsvarme

Et varmelegeme placeres i en beholder med vand og tændes. Herved opvarmes vandet til $100\text{ }^\circ\text{C}$ og begynder at fordampe. Ved at placere beholderen på en vægt kan man måle, hvor meget vand der fordamper pr. tid. Varmelegemets resistans er $2,75\ \Omega$. Når strømstyrken er $6,20\ \text{A}$, fordamper der $0,041$ gram vand pr. sekund.

- a) Beregn varmelegemets elektriske effekt.
Bestem ud fra de anførte måleresultater en værdi for vands specifikke fordampningsvarme, hvis man ser bort fra varmetab til omgivelserne.

For at tage højde for varmetabet udføres en serie eksperimenter, hvor man måler sammenhørende værdier af strømstyrken I gennem varmelegemet og massetabet pr tidsenhed $\Delta m/\Delta t$. Måleresultaterne fremgår af tabellen.

$\Delta m/\Delta t / \text{g/s}$	0,041	0,046	0,050	0,054	0,058	0,062	0,066	0,071	0,078
I / A	6,20	6,52	6,78	7,03	7,27	7,46	7,68	7,95	8,28

Der er en lineær sammenhæng mellem massetabet pr. tid og den tilførte elektriske effekt.

- b) Bestem ved hjælp af måleserien en bedre værdi for vands specifikke fordampningsvarme og størrelsen af den effekt, hvormed der tabes varme til omgivelserne.

4. Stort pendul

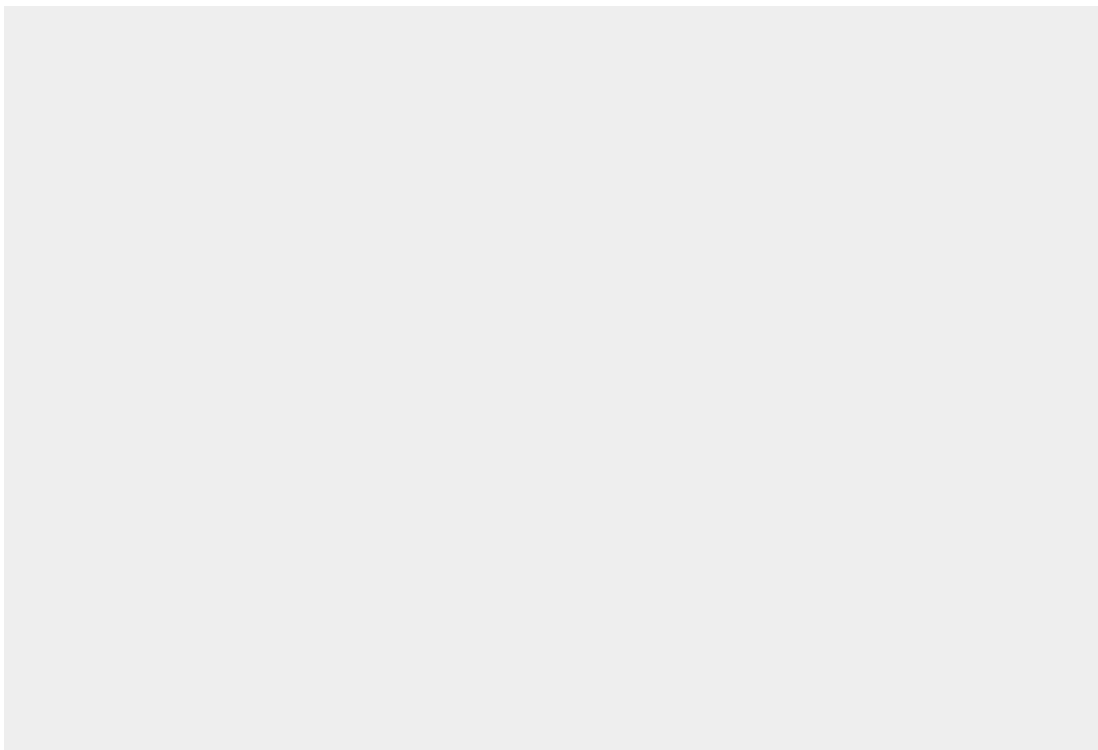


Foto: Steno Museet

På Steno Museet i Århus hænger en 32,86 kg tung kugle i et langt kabel. Kuglen svinger som et pendul frem og tilbage i en plan bevægelse.

Et penduls svingningstid T afhænger af kablets længde L , idet

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$$

hvor g er størrelsen af tyngdeaccelerationen.

- a) Beregn kablets længde L , idet svingningstiden er 6,65 s.

I pendulets yderstilling er kuglen hævet 2,9 cm op over midterstillingen.

- b) Vis, at kuglen passerer midterstillingen med farten 0,75 m/s.

Idet kuglen passerer midterstillingen, kan dens bevægelse betragtes som en cirkelbevægelse med konstant fart.

- c) Bestem størrelsen af den resulterende kraft og størrelsen af snorkraften i det øjeblik, kuglen passerer midterstillingen.

5. Rumfærgestart

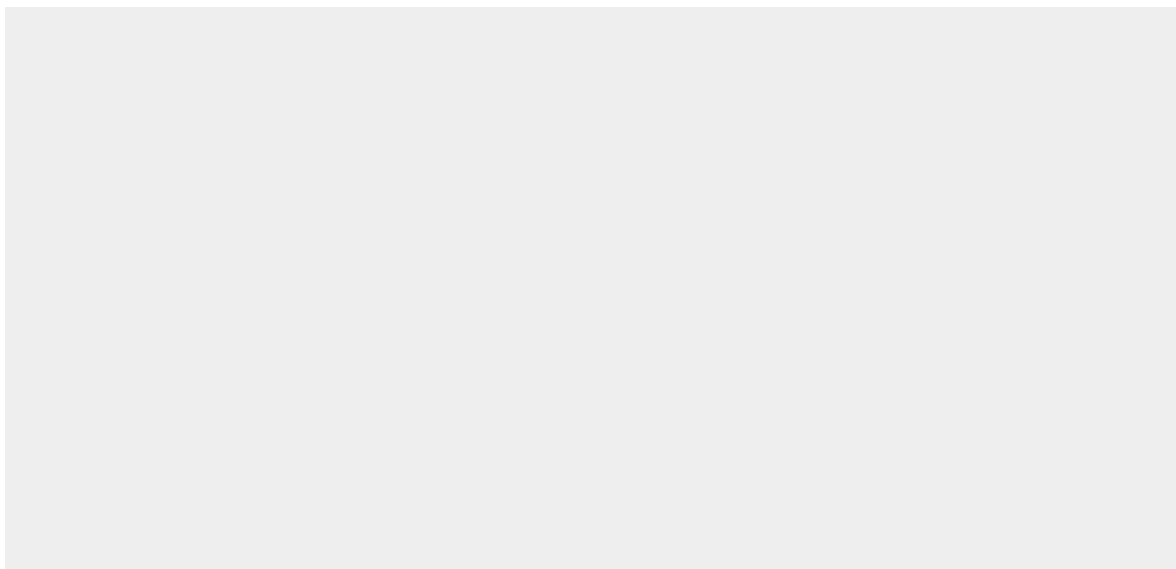


Foto: NASA

Fotografiet viser rumfærgen Discovery under starten fra Kennedy Space Center. Rumfærgen er ved starten forsynet med en stor cylinderformet tank med brændstof til rumfærgens tre hovedmotorer. På siden af denne tank sidder to løfteraketter.

I de første to minutter efter starten bevirker løfteraketterne og de tre hovedmotorer, at rumfærgen med tank og løfteraketter ud over tyngdekraften er påvirket af en opadrettet konstant kraft af størrelsen $F_{\text{raket}} = 41,1 \text{ MN}$.

I startøjeblikket har systemet bestående af rumfærge, brændstoftank og faststofraketter massen $m_0 = 2040 \text{ t}$.

- a) Vis, at størrelsen af rumfærgens acceleration er $10,3 \text{ m/s}^2$ lige efter starten.
Hvor højt ville rumfærgen nå op i løbet af 30 s, hvis accelerationen var konstant?

I det følgende regnes med en model, hvor der ses bort fra luftmodstand, og hvor rumfærgens lodrette hastighed v som funktion af tiden t siden starten er givet ved

$$v(t) = -u \cdot \ln(1 - k \cdot t) - g \cdot t$$

hvor g er størrelsen af tyngdeaccelerationen, og u angiver den fart, hvormed forbrændingsprodukterne forlader raketmotorerne. For rumfærgen har u værdien $4,1 \text{ km/s}$. Konstanten k er fastlagt ved

$$k = \frac{F_{\text{raket}}}{m_0 \cdot u}$$

- b) Hvor højt er rumfærgen kommet op efter 30 s?
- c) Bestem rumfærgens acceleration til tidspunktet $t = 30 \text{ s}$.
Bestem, hvor lang tid det i følge modellen varer, før størrelsen af rumfærgens acceleration når op på værdien $3 \cdot g$.

6. Datering ved hjælp af fissionsspor

Fissionsspor i mineralet glimmer.

Kilde: Fleicher, Price and Walker: *Nuclear Tracks in Solids*.

Ved datering af mineraler kan man udnytte, at de ofte indeholder små mængder uran i form af nukliderne ^{235}U og ^{238}U .

Nuklidet ^{238}U kan henfalde på forskellige måder, og i $4,53 \cdot 10^{-5} \%$ af tilfældene sker det ved spontan fission. De herved dannede kerner ioniserer atomerne i mineralet så kraftigt, at der fremkommer et spor. Sporene kan efter en kemisk behandling ses i et mikroskop.

^{235}U -kernerne henfalder ikke ved spontan fission. Ved at bestråle mineralet med neutroner kan man imidlertid få en del af ^{235}U -kernerne til at fissionere og sætte spor.

Mineralets alder kan bestemmes ved at tælle antallet af spor fra dels ^{235}U -fissioner, dels de ^{238}U -fissioner som er foregået siden mineralets dannelse. Metoden er brugbar for mineralprøver med aldre fra nogle få år til flere milliarder år.

Ved spontan fission af en ^{238}U -kerne i en mineralprøve dannes en ^{90}Kr -kerne og en anden kerne, og samtidigt udsendes der to neutroner.

- a) Brug oplysninger i *DATABOG Fysik Kemi* til at opstille reaktionsskemaet for fissionsprocessen og beregne processens Q -værdi.

^{90}Kr -kernen bremses under spordannelsen af en konstant kraft af størrelsen $2,9 \cdot 10^{-6} \text{ N}$.

- b) Hvor langt bliver sporet, når ^{90}Kr -kernen starter med en kinetisk energi på 87 MeV?

I en mineralprøve blev der talt 233 spor fra ^{238}U . Derefter blev prøven bestrålet med neutroner, hvorved $7,00 \cdot 10^{-3} \%$ af ^{235}U -kernerne i prøven fissionerede. Efter neutronbestrålingen blev der talt 2675 spor fra ^{235}U .

Halveringstiden for ^{238}U er $4,46 \cdot 10^9$ år. Mineralet indeholder ligesom naturligt uran 137,9 gange så mange ^{238}U -kerner som ^{235}U -kerner.

- c) Bestem mineralets alder.

(Opgavesættet slut)