

# Fysisk Problemløsning I

Mikkel, Troels, Tobias og Wence

28. januar 2011

## Forord

Disse noter er udviklet i forbindelse med kurset *Fysisk Problemløsning I* der løb i efteråret 2011 på fysik overbygningen på RUC. Noterne er udviklet på baggrund af tidligere kursusnoter fra en ældre version af kurset.

# Indhold

1 Konstanter	3
2 Geometri	3
3 Mekanik	3
4 Hydrodynamik	3
5 Ideal gas	3
6 Heat conduction	3
7 Termodynamik	3
8 Lys	3
9 Sound	4
10 Oscilations	4
11 Surface Tension	4
12 Specielle relativitetsteori	4
13 Astrofysik	4

*This page is intentionally left blank.*

# 1 Konstanter

g	Tyngde accelerationen	9.82 m/s <sup>2</sup>
G	Gravitations konstant	6.67 · 10 <sup>-11</sup> Nm <sup>2</sup> /kg <sup>2</sup>
k <sub>b</sub>	Boltzmanns konstant	1.381 · 10 <sup>-23</sup> J/K
R	Gas konstant	8.315 J/mol K
m <sub>e</sub>	Electron mass	9.109 · 10 <sup>-31</sup> kg
m <sub>p</sub>	Proton mass	1.673 · 10 <sup>-27</sup> kg
m <sub>n</sub>	Neutron mass	1.675 · 10 <sup>-27</sup> kg
m <sub>e</sub>	Mass of earth	5.98 · 10 <sup>24</sup> kg
r <sub>e</sub>	Radius og mass	6.37 · 10 <sup>6</sup> m
c	Speed of light	2.998 · 10 <sup>8</sup> m/s

# 2 Geometri

Geometri	Overflade areal	Volume
Triangle	1/2gh	-
Circle	πr <sup>2</sup>	-
Sphere	4πr <sup>2</sup>	4/3πr <sup>3</sup>
Cylinder	2π(rh + r <sup>2</sup> )	πr <sup>2</sup> h
Cone	π(r <sub>l</sub> + r <sup>2</sup> ), l: længde af side	1/3πr <sup>2</sup> h

# 3 Mekanik

Friktionskraft	$F_g = \mu_s N$
Cirkel bevægelse:	$a = v^2/r$
Hooks lov:	$F = -kx$

## Rulning:

Perfekt rul	$v = r \cdot \omega$
Inertimoment $I_{cm}$	$I = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$
Inertimoment $I_p$	$I_p = I_{cm} + Md^2$
Rotationel $E_{kin}$	$E_{kin} = 1/2 I \omega^2$
Kræftmoment	$\tau = r \times F$
Impulsmoment	$L = I \omega$
og	$\frac{dL}{dt} = I \frac{d\omega}{dt} = \tau$

## Fiktive krafter

Corioliskraft	$F_{co} = -2m\omega \times v$
Centrifugalkraft	$F_{cent} = mv^2/r$ $= mr\omega^2$
Elevatorkraft	$F_{elv} = -ma_0$
Vinkelacceleration	$F = -m \frac{d\omega}{dt} \times r'$

# 4 Hydrodynamik

Bernuilli:	$1/2\rho V_1^2 + \rho g y_1 + p_1 = [konst]1/2\rho V_2^2 + \rho g y_2 p_2$
Areal - hastighed bevarelse:	$A_2 V_2 = A_1 V_1$
Hvis $A_1 > A_2$ medføre:	$v_1 < v_2$ og $p_1 > p_2$
Laminar vs. turbulent flow:	$R = \frac{\rho V L}{\mu}$ , $R < 2000 \Rightarrow$ er Laminar flow $R > 3000 \Rightarrow$ er Turbulent flow
Speed of low water wave:	$v = \sqrt{gh}$
Viscosity	$F/A = \mu (v/h)$ , $[\mu] : \text{kg/m}\cdot\text{s}$

# 5 Ideal gas

Ideal gas lov:	$pV = NkT = nRT$
Gamma:	$f+2/f$
Root-mean-speed:	$v_{rms} = \sqrt{\frac{3k_b T}{m}}$
Total energy:	$E = K = 3/2 N k_b T$ (3/2 for monoatomisk, 5/2 for di.)

# 6 Heat conduction

Heat:	$Q = mc\Delta T$
Heatflow	$[dQ/dt] = J s^{-1}$
Fouire's Lov	$\frac{dQ}{dt} = -\lambda A \frac{\Delta T}{\Delta x}$

# 7 Termodynamik

1. law:	$\Delta E = Q - W$ , hvor $Q$ : varme, $W$ : arbejde udført.
2. law:	$Q_i/T_i \leq Q_u/T_u$ , Flytter varme fra i til u.
Entropi:	$\Delta S = \int_a^b \frac{dQ}{T}$ , $[S] = JK^{-1}$
Entropi:	$\Delta S = k_b \ln (w_2/w_1)$

Internal energy:	$dU = dQ + dW$
Equipartition theorem:	$U = f/2 N k_b T$

Isochoric:	$dV = 0$
Isobaric:	$dP = 0 \rightarrow Q = nC_p \Delta T; W = p\Delta V$
Isothermoal:	$dT = 0 \rightarrow Q = W = nRT \ln V_f/V_i$
Isentropic:	$dS = 0$
Adiabatic:	$dQ = 0:$ $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^{\gamma-1}, \gamma = \frac{c_p}{c_v}, c_v = c_p + R$ $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$

# 8 Lys

Energy of foton:	$E = hf = hc/\lambda$
momentum of foton:	$p = hf/c$
frequency - waveleanght:	$f = v/\lambda$
Momentum of foton:	$p = E/c$
Spredningsvinkel for spalter:	$\sin \theta = \frac{\lambda}{a}$
Lyset hastighed i stof med brydningsindeks n:	$v = c/n$

## 9 Sound

Speed of sound  $v = f \cdot \lambda$   
 Speed of sound  $v = \sqrt{\gamma RT/M}$   
 Doppler:  $f_r/V \pm U_r = f_e/V \pm U_e$

## 10 Oscillations

Simple pendulum:  $T = 2\pi\sqrt{L/g}$   
 Physical pendulum:  $T = 2\pi\sqrt{I/Mgd}$   
 Speed of wave traveling on a string:  $v = \sqrt{\tau/\rho}$

## 11 Surface Tension

Surface tension:  $\gamma = F/2l$   
 Soap bubble:  $p - p_u = 4\gamma/R$ , hvor  $p_u$  er trykket udenfor og  $p$  er trykket inde i  
 Liquids Drop:  $p - p_u = 2\gamma/R$

## 12 Specielle relativitetsteori

Lorenzs transformation:  $\gamma(v) = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$   
 Relativistic equations of motion:  $d\vec{p}/dt = \vec{F}$   
 Relativistic mass:  $m = m_0\gamma$ ,  $m_0$ : restmass  
 Relativistic rest energy:  $E_0 = m_0c^2$   
 Relativistic momentum:  $m_0v\gamma$   
 Relativistic Force:  $d/dt m\vec{u}/(\sqrt{v/c})^2$   
 Relativistic Total energi:  $E = mc^2\gamma$   
 Relativistic Total energi:  $E = \sqrt{p^2c^2 + m_0^2c^4}$   
 Relativistic kinetisk energi:  $E = mc^2\gamma - mc^2$   
 Relativistic Doppler:  $f = f_0\sqrt{1 - v/c}/1 + v/c$ , for receding emitter.  
 for approaching byt om på +, -.  
 The master equation:  $S := E^2 - c^2\vec{p}^2$ , S is invariant!  
 Leanght transformation:  $x' = (x_0 - vt)\gamma(v)$ ,  
 Time transformation:  $t' = (t_0 - \frac{vx_0}{c^2})\gamma(v)$ ,  
 Speed transformation:  $v_x = \frac{u + vx_0}{1 + uv_{x_0}/c^2}$

## 13 Astrofysik

Hubble lov:  $v = H_0r$   
 Law of gravitation:  $F_G = G\frac{Mm}{r^2}$   
 Potentielgravitationsenergi:  $E_p = -G\frac{Mm}{r}$   
 Escape velocity:  $v_u = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$  da  $\frac{1}{2}mv^2 - G\frac{Mm}{r} = 0$   
 Rotation about center of mass  $m_1r_1 = m_2r_2$  og  $R = r_1 + r_2$   
 Keplers 1. law: *Planet bevægelser om solen er ellipser med solen som det ene focus.*  
 Keplers 2. law:  $dA/dt = 0$  overstrøget areal pr. tid er konstant.  
 Keplers 3. law:  $T^2 = \frac{4\pi^2}{G(m_1+m_2)}R^3$