Vektorer
Magnitud: $A=\sqrt{A_x^2+A_y^2+A_z^2}$
Resultant: $R_x=A_x+B_x,\ R_y=A_y+B_y$
Skalärprodukt 1: $\tilde{\mathbf{A}}\cdot\tilde{\mathbf{B}}=AB\cos\phi$
Skalärprodukt 2: $\tilde{\mathbf{A}}\cdot\tilde{\mathbf{B}}=A_xB_x+A_yB_y+A_zB_z$
Kryssprodukt 1: $\tilde{\mathbf{A}}\times\tilde{\mathbf{B}}=\mathbf{C}=AB\sin\phi$
Kryssprodukt 2: $C_x=A_yB_z-A_zB_y,\ C_y=A_zB_x-A_xB_z,\ C_z=A_xB_y-A_yB_x$

Kinematik
Momentanhastighet: $v=dx/dt$
Momentanacceleration: $a=dv/dt=d^2x/dt^2$
$$\vec{v}_{av}=\Delta r/\Delta t$$
Om a konstant:
$$V_f=V_0+at$$
$$x_f-x_i=v_0t+\frac{1}{2}at^2$$
$$v_f^2-v_i^2=2a(x_f-x_i)$$

Cirkulär centralrörelse
Konstant fart: $a_r=v^2/r$
Fart ändras: $a_r=v^2/r$ och $a_t=\frac{dv}{dt}$

Newtons lagar
1: Kordinatsystem som rör sig med konstant hastighet relativt varandra är ekvivalenta
2: $F=\frac{dp}{dt}$ och $p=mv$ ger:
$$F=m\frac{dv}{dt}+v\frac{dm}{dt}$$
Dock oftast: $F_{net}=ma$
3: Krafter uppträder i par

Tillämpa Newtons lagar
1: Koordinatsystem
2: Frilägg
3: Krafter

Kaströrelse
$$x=(v_0\cos\alpha_0)t$$
$$y=(v_0\sin\alpha_0)t-\frac{1}{2}gt^2$$
$$v_x=v_0cos\alpha_0$$
$$v_y=v_0\sin\alpha_0-gt$$

Svängningar
$x(t)=A\sin(\omega t+\phi)$, där $\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$
Starta klockan i noll, påväg uppåt: $A\sin\omega t\Rightarrow v(t)=\frac{dx}{dt}=\omega A\cos t\Rightarrow\omega A$
Starta klockan i noll, påväg nedåt: $-A\sin\omega t\Rightarrow v(t)=-\omega A\cos t\Rightarrow-\omega A$
Starta klockan i max: $A\cos\omega t$
Starta klockan i min: $-A\cos\omega t$

Arbete
Enhet: $J=Nm$
För fjäder: $\vec{F}=-k\vec{r}$
$dW=\vec{F}\cdot d\vec{r}$
$W_{i\to f}=\int_i^f \vec{F}\cdot d\vec{r}$
Arbete uträttat av fjäder: $W_{i\to f}=-k\int_{xi}^{xf} xdx=\frac{1}{2}kx_i^2-\frac{1}{2}kx_f^2$

Energi
Rörelseenergi: $K=\frac{1}{2}mv^2$
Potentiell energi (för fjäder): $U=\frac{1}{2}kx^2$
Om ingen friktion finns bevaras den mekanisk energin $U+K$: $U_i+K_i=U_f+K_f$

Rörelsemängd
$\vec{p}=m\vec{v}$
$\vec{P}=\sum_i\vec{p}_i$
Den totala rörelesemängden för ett isolerat system bevaras.

Friktion
$f=\mu N$

Tyngdpunkt
$\vec{P}=\sum_i m_i\vec{v}_i=\sum_i\frac{d}{dt}(m_i\vec{r}_i)$
Tyngdpunktens läge: $\vec{R}=\frac{\sum_i m_i\vec{r}_i}{M}$, där $M=\sum_i m_i$
$\Rightarrow\vec{P}=\frac{d(M\vec{R})}{dt}$
$\frac{d\vec{p}}{dt}=\frac{d^2(M\vec{R})}{dt^2}=M\frac{d^2\vec{R}}{dt^2}=M\vec{a}_{CM}$
$\sum_i\vec{F}_i^{ext}=M\frac{d^2\vec{R}}{dt^2}=M\vec{a}_{CM}$
Summan av alla externa krafter ger oss tyngdpunktens acceleration
För kontinuerligt (kroppar): Integral

Allmänna gaslagen
$PV=nRT,\ R=8.31$
$n=$ antalet mol $=\frac{N}{N_A}$
$N_A=6.022140857*10^{23}\text{mol}^{-1}$ Avokados tal

Energi för enatomig gas
$E_{medel}=\frac{3}{2}k_bT$
$k_b=\frac{R}{N_A}1.38*10^{-23}J/K$
$E_{int}=n\frac{3}{2}RT$
I denna kurs ersätts 3 med 5 för tvåatomiga gaser

Utvidgning
$l=l_0(1+\alpha\cdot\Delta T)$
α: längdutvidgningskoefficient
För ytutvidgning: $2\cdot\alpha$
För volymutvidgning: $3\cdot\alpha$

Värmekapacivitet
$Q=mc\Delta t$
c: Materialkonstant med enhet $J/kg\cdot grad$
H2O: $4.18\cdot10^3J/kg\cdot grad$

Latent värme
$Q=mL$
Is till vatten: $333\cdot10^3J/kg$
Vatten till ånga: $2.26\cdot10^6J/kg$

Termodynamikens första huvudsats
$dQ=dE_{int}+dW_g$
$Q_{i\to f}=\Delta E_{int}+W_{i\to f}$
Enatomig gas, konst. V: $C_V=n\frac{3}{2}R\ dT$
Enatomig gas, konst. P: $C_P=n\frac{5}{2}R\ dT$
Tvåatomig gas, konst. V: $C_V=n\frac{5}{2}R\ dT$
Tvåatomig gas, konst. P: $C_P=n\frac{7}{2}R\ dT$

Arbete värme
$dW_g=F_gdx=P\cdot dV$
Isokor: $W_g=0$, pga volym konstant
Isobar: $W_g=P(V_f-V_i)$, pga tryck konstant
Isoterm: $W_g=nRT*ln\frac{V_f}{V_i}$, pga $PV=konst.$
Adiabat ($Q=0$): $PV^\gamma=konstant,\ \gamma=\frac{C_p}{C_v}$
$W_{gas}=\frac{1}{\gamma-1}(P_1V_1-P_2V_2)$
$P_1V_1^\gamma=P_2V_2^\gamma$

Verkningsgrad och COP
$e=\frac{W_g}{Q_{tillf}}=\frac{\sum Q}{\sum Q_{Pos}}$
$K=\frac{|Q_C|}{|W_g|}=\frac{|Q_C|}{|Q_H|-|Q_C|}$
$e_{Carnot}=1-\frac{T_C}{T_H}=\frac{T_H-T_C}{T_H}$
$K_{Carnot}=\frac{T_C}{T_H-T_C}$

Värmeledningsförmåga
$P=\frac{dQ}{dT}=A\ k\ \frac{T_n-T_l}{l}$
k=värmeledningsförmåga: enhet W/mK
A=Tvärsnittsarea

Harmoniska vågor
$v\cdot T=\lambda,\ f=1/T,\ k=\frac{2\pi}{\lambda},\ v=\frac{\omega}{k}$
$y(x,t)=A\ sin(\frac{2\pi}{\lambda}(x-vt))$
$\Rightarrow y(x,t)=A\ sin(kx-wt)$
Allmänt: $y(x,t)=A\ sin(kx-wt+\phi)$
Partikelhastighet: $\frac{dy}{dt}=-\omega A\cos(kx-\omega t)$
Partikelacceleration: $\frac{d^2y}{dt^2}=\omega^2A\sin(kx-\omega t)$
Fashastighet: $v=\sqrt{\frac{T}{\mu}}$,där $\mu=$ massa/längd

Reflektion
$y_i=A_i\sin\omega(t-\frac{x}{v_1})$
$y_r=A_r\sin\omega(t+\frac{x}{v_2})$
$y_t=A_t\sin\omega(t-\frac{x}{v_2})$
$y_i+y_r=y_t,\ A_i+A_r=A_t$
$\frac{1}{v_1}(A_i-A_r)=\frac{1}{v_2}A_t$
$A_t=\frac{2v_2}{v_2+v_1}A_i,\ A_r=\frac{v_2-v_1}{v_2+v_1}A_i$

EM-vågor, $A_r=\frac{n_a-n_b}{n_b+n_b}A_i$

Intensitet
Effekt/m^2
$I\sim(amplitud)^2$
$I_{max}\sim4A^2$
$I=I_{max}\cdot\cos^2(\frac{\phi}{2})$

Interferens
$y_{tot}=y_1+y_2=2A\cos\frac{\phi}{2}\sin(kx-\omega t+\frac{\phi}{2})$
m: heltal
Konstruktiv interferens:
$\cos\frac{\phi}{2}=\pm1\Rightarrow\phi=m\cdot2\pi\Rightarrow(2A\cdot\cos\frac{\phi}{2})^2=4A^2$
Destruktiv interferens:
$\cos\frac{\phi}{2}=0\Rightarrow\frac{\phi}{2}=(2m+1)\cdot\frac{\pi}{2}\Rightarrow(2A\cdot\cos\frac{\phi}{2})^2=0$

Stående vågor
$y_{tot}=y_1+y_2=2A\sin kx\cos\omega t$
På sträng: $\lambda=\frac{2L}{n},\ f=\frac{m\sqrt{\frac{T}{\mu}}}{2L}$
n = 1 är grundtonen

Svävningar
$y_1=Acos(k_1x-\omega_1t),\ y_2=Acos(k_2x-\omega_2t)$
$\omega=2\pi f$
$y=y_1+y_2$
$=2A\cos(2\pi(\frac{f_1-f_2}{2})t)\cos(2\pi(\frac{f_1+f_2}{2})t)$
$f_{beat}=f_1-f_2$

EM-vågor
Brytningsindex: $n=\sqrt{\epsilon_r},\ v_{fas}=\frac{c}{n}$
$f=\frac{v}{\lambda}\Rightarrow\lambda=\frac{\lambda_0}{n}$
$\phi_2-\phi_1=2\pi\frac{nL}{\lambda_0},\ nL$: optisk väg
Brytningslagen:
$n_1\sin\theta_1=n_2\sin\theta_2,\ \theta$: infallsvinkel
Totalreflexion:
$n_1\sin\theta_{kritisk}=n_2\sin90°\Rightarrow\sin\theta_{kritisk}=\frac{n_2}{n_1}$

Interferens för ljus
Dubbelspalt:
Max: $d\sin\theta=m\lambda$
Min: $d\sin\theta=(m+\frac{1}{2})\lambda$
θ=vinkel emot gitterplanets normal
d=spaltavstång, gitterkonstant

Fas vs vägskilnad
$$\frac{\Phi}{2\pi}=\frac{r_2-r_1}{\lambda}$$

Reflektion i tunna filmer
För inget relativt fasskifte:
$2tn=m\lambda_0$ (Konstruktivt)
$2tn=\left(m+\frac{1}{2}\right)\lambda_0$ (Destruktivt)
Byt plats på formlerna vid relativt fasskifte
Minsta tjocklek som ger min: $d=\frac{\lambda}{4n}$

Diffraktion- en slits
Min: $a*\sin\theta_{min}=m\lambda, m=\pm1,\pm2,...$
$I=I_0\left[\frac{\sin(\beta/2)}{\beta/2}\right]^2$, β: största faskilnaden
$\beta=\frac{2\pi}{\lambda}a*\sin\theta$

Diffraktion- två slits
$$I=I_0\cos^2\frac{\Phi}{2}\left[\frac{\sin(\beta/2)}{\beta/2}\right]^2$$
$$\beta=\frac{2\pi}{\lambda}a*\sin\theta,\ \Phi=\frac{2\pi d}{\lambda}\sin\theta$$

Vinklar
$\theta=\frac{s}{r},\ s$=cirkelbågens längd

Cirkelrörelse-stela kroppar
$$a_{tan}=\frac{dv}{dt}=r\frac{d\omega}{dt}=r\alpha$$

$$a_{rad}=\frac{v^2}{r}=\omega^2 r$$

Rotationsenergi

$dK_r=\frac{1}{2}dm\cdot v^2$
$v=\omega r$
$\Rightarrow dK_r=\frac{1}{2}dm\omega^2 r^2$
$K_r=\int dK_r=\frac{1}{2}I\omega^2$

Tröghetsmoment

$I=\int_{hela} r^2 dm=\rho\int_{hela} r^2 dV$
Tunn pinne, axel mitten: $I=\frac{1}{12}ML^2$
Tunn pinne, axel ände: $I=\frac{1}{3}ML^2$
Cylinder: $I=\frac{1}{2}MR^2$
Ring: $I=MR^2$
Klot($Solid$): $I=\frac{2}{5}MR^2$
Klot($Skal$): $I=\frac{2}{3}MR^2$
Parallel förskjutning: $I=I_{CM}+Md^2$

Vridande moment

$\bar{\tau}\equiv\bar{r}\times F$

Rörelsemängdsmoment

$\bar{L}\equiv\bar{r}\times\bar{p},\ \bar{p}=m\bar{v}$
Summan av alla yttre vridande moment: $\bar{\tau}=\frac{d\bar{L}}{dt}$
$|\bar{L}|=I\omega$
$\tau=I\alpha$

Motsvarigheter i partikelfysik

$m\to I,\ x\to\theta,\ v\to\omega,\ a\to\alpha,\ F\to\tau,\ p\to L$

Problemlösning, stela kropar

$$\sum\bar{F}_{ext}=M\bar{a}_{CM} \qquad (1)$$

$$\sum\tau=I_{CM}\alpha \qquad (2)$$

För att 2 ska gälla får axeln inte ändra riktning och axeln genom tyngdpunkten måste vara symmetri axeln.

Bevarade storheter

Mekanisk energi: Inga irreversibla krafter i systemet (friktion, deformering)
Rörelsemängd: Inga externa krafter
Rörelsemängdsmoment: Inga externa vridande moment
$v=\omega r,\ a=\alpha r$

	Isokor	Isobar	Isoterm	Adiabat
Q	$nC_v(T_2-T_1)$	$nC_p(T_2-T_1)$	$nRT\cdot ln\frac{v_2}{v_1}$	0
ΔE_{int}	$nC_v(T_2-T_1)$	$nC_v(T_2-T_1)$	0	$nC_v(T_2-T_1)$
W_{gas}	0	$P(V_2-V_1)$	$nRT\cdot ln\frac{v_2}{v_1}$	$nC_v(T_1-T_2)$